



INFORME FINAL

FIP N° 2001-28

**Investigación y manejo de
praderas de luga roja
en la XI Región**

• Julio, 2003 •



REQUIRENTE

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

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP
Jefe División Investigación Acuícola:
Oscar Guzmán Fernández
Director Ejecutivo:
Guillermo Moreno Paredes

•Julio, 2003•



JEFE DE PROYECTO Y AUTOR

MARCELA ÁVILA L.

AUTORES

MARCELA ÁVILA L.
JULIÁN CÁCERES V.
PATRICIO CAMUS C.
ARTURO CANDIA P.
HERNÁN CORTES A.
HUMBERTO PAVEZ V.
MARIO NÚÑEZ O.
JORGE GONZÁLEZ Y.

COLABORADORA

SANDRA SAAVEDRA

• Julio, 2003 •



RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo general del proyecto es establecer períodos reproductivos y de crecimiento de frondas de luga roja en la XI Región. Este objetivo se logrará a través de los siguientes objetivos específicos:

- Identificar las actuales áreas de extracción y las áreas potenciales de pesca de luga roja de la XI.
- Caracterizar el comportamiento reproductivo de luga en praderas de la XI Región.
- **Determinación del (los) período(s) de mayor abundancia y máxima biomasa de las fases reproductivas de luga roja en la XI Región.**
- **Determinar el (los) periodo (s) óptimos de cosecha para las praderas de la XI Región, que permitan maximizar la biomasa obtenida conservando la capacidad productiva del recurso.**

La información de áreas de extracción muestra que actualmente el único puerto de desembarque para luga roja en la X y XI Región es Quellón. En este puerto se desembarca alga proveniente de 33 localidades de las cuales 22 son de la XI Región. Las localidades más importantes en cuanto a volumen de la XI Región son Puerto Low, I. Williams y Midhurst. La temporada de extracción se extiende de septiembre a abril. Las embarcaciones de preferencia operan con 3 buzos, debido a que las praderas se encuentran a grandes distancias del puerto de desembarque. El volumen extraído durante esta temporada de acuerdo a los registros obtenidos en este proyecto fueron 5.729 toneladas húmedas, esta cifra podría estar por debajo del volumen real, debido a que los datos se recopilan en horario de trabajo y de lunes a viernes, existiendo desembarque después de las 19 hrs y los fines de semana. Sin embargo es una aproximación de lo que ocurre con el recurso en cuanto a variaciones, estacionalidad, esfuerzo y CPUE. El



calculo de CPUE indica que en los meses de diciembre y noviembre se obtienen los mejores rendimientos de 145 y 168 kg/h de buceo. La faena de extracción dura entre 6 y 10 días o bien hay un porcentaje importante (37%) que realiza faenas mas cortas de 1 a 5 días.

Las áreas potenciales para cosecha de *Gigartina skottsbergii* se encuentran en el extremo norte del Golfo de Penas (Isla Javier, Crosslet y Estero San Esteban). Las praderas en ese sector están localizadas a bajas profundidades entre 6 y 10 m aproximadamente, encontrándose frondas de todas las fases reproductivas. En algunas de las praderas se observa que las frondas presentan una coloración diferente siendo verde amarillentas. Se entregan algunas estimaciones de CPUE para esa zona donde los rendimientos son superiores a los del norte de la Región. Los datos indican que fluctúan entre 770 kg/día buzo a casi 1.700 Kg/día buzo.

El reclutamiento de esporas y formación de pequeños talos en sustratos artificiales (adcretos) muestra que en general el mayor reclutamiento se registra en otoño, el cual tendió a disminuir hacia el verano con algunas excepciones. Los niveles mas altos de reclutamiento se observaron en las praderas situadas mas al sur que son Isla Vergara e Isla Meninea. Los resultados indican que la ubicación geográfica de las praderas podría ser una dominante importante del reclutamiento en *Gigartina* que a la vez dependería del estado de explotación.

Los valores de viabilidad y germinación de esporas dependieron en gran medida de la pradera estudiada, y fueron notoriamente influidos por efectos diferenciales de la irradiación, temperatura, estado de explotación y ubicación geográfica. No obstante, el resultado final de estas interacciones fue usualmente distinto para cada pradera, sugiriendo que el efecto de las condicionantes locales sobre la reproducción podría ser tanto o más importante que el determinado por las características biológicas de la especie. La viabilidad de carposporas fue en general poco variable entre praderas, con una tendencia a aumentar en primavera



y verano en la zona norte en estudio y son más altos que en la zona sur. En cuanto a germinación, esta es mínima en verano, coincidiendo con el menor porcentaje de estructuras reproductivas maduras, aumenta en otoño y es máxima en invierno coincidiendo con el período de maduración de estructuras reproductivas. Las praderas en estudio muestran un patrón común y consistente en la germinación, con variaciones puntuales por efectos locales o ambientales.

En la densidad de estructuras reproductivas, el desarrollo de cistocarpos sigue un patrón similar en todas las praderas, con un fuerte máximo en otoño y valores inferiores en las demás estaciones, mientras que el desarrollo de tetrasporangios es máximo en otoño, y exhibe un aumento bien definido en verano. Esto indica que la aparición de estructuras reproductivas en las praderas es predecible y muestra un patrón común independiente de otros factores. Los patrones estacionales de densidad de tetrasporangios y cistocarpos dependen de la ubicación geográfica de las praderas, ya que en la zona sur siguen el mismo patrón con una densidad máxima y similar en otoño, mientras en la zona norte la máxima densidad de cistocarpos es mayor a la máxima de tetrasporangios pero estos son a su vez más abundantes en verano. La explotación tiende a homogeneizar las tendencias estacionales entre cistocarpos y tetrasporangios.

El patrón estacional de maduración de estructuras reproductivas en ambas fases es cualitativamente el mismo tanto en la zona sur como norte (mínima en verano), pero los cistocarpos tienen tendencias cuantitativas diferentes entre zonas mientras los tetrasporangios no se ven afectados. Por otra parte los cistocarpos y tetrasporangios presentan niveles de maduración similares en las praderas no explotadas de las zonas sur y norte, mientras en praderas explotadas la maduración de ambas fases es cuantitativamente muy distinta en la zona sur pero similar en la zona norte. En general los resultados indican que si bien la ubicación geográfica de las praderas y su estado de explotación no afectarían las tendencias biológicas intrínsecas en la maduración de frondas de ambas fases, como se



encontró en análisis anteriores, la proporción de estructuras maduras sí es afectada cuantitativamente por estos dos factores.

La liberación de carposporas sigue un patrón anual, independiente de las características de las praderas, y está concentrada en el invierno con valores máximos de hasta 4 órdenes de magnitud más que los de otras estaciones. En contraste, la liberación de tetrasporas es más extensa y claramente estacional, disminuyendo en las estaciones cálidas y aumentando en las frías, pero con máximos en distinta época (otoño o invierno) y de distinto nivel entre las praderas.

Los resultados de crecimiento de fronda secundaria y crecimiento vegetativo presenta una respuesta estacional diferencial de las praderas en función del tratamiento. Solo en Bahía Low, Isla Vergara e Isla Meninea el desarrollo de frondas secundarias fue en general mayor en ausencia de una fronda principal. El estado de explotación por sí solo no ejerce un efecto global sobre el crecimiento, mientras que la ubicación geográfica tiene la influencia más relevante asociada a la respuesta al tratamiento. Los mayores aumentos en área de frondas secundarias por efecto del tratamiento experimental ocurrieron en distintos momentos del tiempo dependiendo de cada pradera. Esto indica que la efectividad del mecanismo de remover la fronda principal sólo se logra en lugares o épocas específicas, y no actúa como un mecanismo poblacional general de *Gigartina*.

En crecimiento vegetativo no hubo tendencias globales definidas, en general las frondas de menor tamaño mostraron el menor crecimiento en todas las praderas, mientras en algunas praderas el crecimiento fue máximo para las frondas de tamaño intermedio y en otras para aquellas de tamaño mayor, además con máximos en diferentes épocas del año. Esto sugiere una respuesta dominada por condiciones locales o ambientales, pero sin un efecto neto e independiente del tratamiento experimental. La explotación podría ejercer un efecto modulador del crecimiento vegetativo volviéndolo más predecible, mientras la ausencia de



explotación podría permitir la expresión de efectos locales diferenciales entre praderas generando tendencias menos predecibles.

Las experiencias de regeneración mostraron resultados positivos, observándose regeneración en la mayoría de los hapterios seccionados. Estos resultados muestran que esta metodología podría incorporarse en los planes de manejo como una recomendación que permitiría asegurar una producción de biomasa en la temporada siguiente. de 7 meses. De acuerdo a los resultados obtenidos en regeneración, la ubicación geográfica incide fuertemente en el potencial de regeneración de las frondas, aunque debe tenerse en cuenta que el estado de explotación también depende de la ubicación geográfica.

La fenología observada de *Gigartina skottsbergii* permite obtener algunas conclusiones generales aplicables a todas las praderas. Con respecto a la biomasa y densidad de las praderas, ambas variables muestran tendencias estacionales consistentes con cada fase reproductiva. En biomasa la fase vegetativa es la más abundante y presenta un máximo y un mínimo bien definidos en primavera y en otoño respectivamente. La fase tetraspórica en general no experimenta una variación estacional marcada, excepto en Islas bajas donde tiende a disminuir desde la primavera al invierno. En cambio la fase cistocárpica presenta una mayor biomasa en verano en todas las praderas con la excepción de Bahía Low que muestra un máximo en primavera.

Los resultados en general indican que la dinámica de la biomasa en praderas de *Gigartina* estaría controlada principalmente por el efecto de la fluctuación estacional sobre el crecimiento y/o la sobrevivencia de cada fase reproductiva. Esto sugiere que la dinámica de la biomasa de las praderas estaría ligada a la historia de vida del alga, en función de las respuestas diferenciales de las fases reproductivas a la variación ambiental.



Por otra parte, al clasificar las praderas en explotadas y no explotadas, en todos los casos se detectó una interacción consistente entre esta condición y la ubicación geográfica, revelando que la cosecha afecta el funcionamiento de una pradera pero sólo dependiendo del lugar geográfico en que una pradera se encuentre. En este sentido, la latitud aparece como una variable relevante a considerar, pero que no tiene un impacto por sí sola.

Los resultados obtenidos hasta la fecha indican que aun cuando el manejo de las poblaciones de *Gigartina skottsbergii* puede ser orientado por los patrones que son comunes a todas las praderas, especialmente los relativos a tendencias estacionales, es posible que las diferencias entre localidades deban tenerse en cuenta necesariamente al momento de sugerir medidas específicas. Esto sin duda dificultaría establecer un plan de manejo único aplicable a cualquier situación o lugar, y un buen ejemplo es el hecho de que una pradera explotada no necesariamente se comporta distinto a una no explotada, y que incluso en el caso de las explotadas puede haber una mayor producción de biomasa. Por ello, los resultados finales del presente proyecto serán claves para determinar si es factible encontrar un conjunto reducido de variables o criterios que permitan manejar poblaciones de *Gigartina skottsbergii* sin recurrir a las particularidades locales.

El esfuerzo reproductivo revela un patrón estacional muy marcado y el mismo para las plantas tetrasporofíticas y cistocárpicas en todas las praderas, desarrollando la máxima inversión reproductiva en sus tejidos durante el otoño independientemente del estado de explotación o ubicación geográfica de las praderas. La clara estacionalidad de la inversión reproductiva sugiere que *Gigartina* como especie presenta una estrategia energética similar a la de una planta anual, concentrando el esfuerzo en un sólo período. De este modo, el otoño aparece como la época en que las praderas realizan su máximo potencial para asegurar la mantención poblacional. No obstante, las plantas tetraspóricas en estados tempranos invierten más en reproducción que las cistocárpicas, y dado que las plantas pequeñas son



también las mas frecuentes, podría haber una mayor contribución proporcional de tetrasporas que de carposporas a la población total de esporas de cada pradera.

Con el objeto de detectar si existe decrecimiento en el tamaño con alta densidad por efectos intraespecíficos, en todas las praderas estudiadas, se evaluó la relación entre el peso promedio de las plantas individuales y la densidad poblacional. Se observa que en ningún caso hubo efectos denso-dependientes del tipo “auto raleo” (“self thinning”), si bien a densidad muy alta tanto el peso promedio de las plantas como su variabilidad muestran una disminución marcada.

El análisis de las abundancias poblacionales y niveles de cosecha hace recomendable como medida de manejo el establecimiento de una talla mínima de extracción directa 18 cm, que permita la mantención de niveles de densidad que favorezcan la recuperación de las praderas post-cosecha. Estas medidas requieren además que no se desprendan o arranquen los discos de fijación al remover las frondas de mayor tamaño, lo cual implica incorporar buenas practicas de cosecha, permitiendo el uso de los excedentes productivos de forma regulada.



ÍNDICE GENERAL

| | Página |
|---|---------------|
| RESUMEN EJECUTIVO | i |
| INDICE GENERAL | viii |
| INDICE DE TABLAS Y FIGURAS | xi |
| 1. OBJETIVOS | 1 |
| 1. OBJETIVO GENERAL | 1 |
| 1.1. Objetivos Específicos | 1 |
| 2. ANTECEDENTES | 1 |
| 2.1. Biológicos | 3 |
| 2.2. Pesqueros | 5 |
| 3. METODOLOGÍA DE TRABAJO | 7 |
| 3.1. Identificar las actuales áreas de extracción y las áreas potenciales de pesca de luga roja de la XI Región | 7 |
| 3.1.1. Procedencia y caracterización de la actividad extractiva | 7 |
| 3.1.2. Areas Potenciales | 8 |
| 3.2 Caracterización del comportamiento reproductivo de luga en las praderas de XI Región | 9 |
| 3.3 Determinar el (los) período (s) de mayor abundancia y máxima biomasa de las fases reproductivas de luga roja en la XI Región | 18 |
| 3.4 Determinar el (los) período (s) óptimo de cosecha para las praderas de la XI Región, que permitan maximizar la biomasa obtenida conservando la capacidad productiva del recurso | 23 |
| Enfoque metodológico | 25 |
| 3.4.1 Dinámica de las praderas | 28 |
| 3.4.2 Desempeño productivo de las praderas | 29 |
| 3.4.3 Procedimiento de ajuste y validación del método | 29 |
| 3.4.4 Evaluación de estrategias | 31 |
| 3.5 Taller técnico | 31 |
| 3.6 Análisis estadístico | 31 |



| | |
|---|------------|
| 4. RESULTADOS | 37 |
| 4.1 Identificar las actuales áreas de extracción y las áreas potenciales de pesca de luga roja de la XI Región | 37 |
| 4.1.1 Procedencia y caracterización de la actividad extractiva | 37 |
| 4.1.2 Areas Potenciales | 43 |
| 4.2 Caracterización del comportamiento reproductivo de luga en las praderas de XI Región | 50 |
| 4.3 Determinar el (los) período (s) de mayor abundancia y máxima biomasa de las fases reproductivas de luga roja en la XI Región | 65 |
| 4.4 Determinar el (los) período (s) óptimo de cosecha para las praderas de la XI Región, que permitan maximizar la biomasa obtenida conservando la capacidad productiva del recurso | 81 |
| 4.4.1 Dinámica de las praderas | 83 |
| 4.4.2 Desempeño productivo de las praderas | 86 |
| 4.4.3 Procedimiento de ajuste y validación del método | 94 |
| 4.4.4 Evaluación de estrategias | 95 |
| 4.4.5 Consideraciones para implementar medidas de manejo | 100 |
| 4.5 Taller Técnico | 103 |
| 4.6 Análisis estadístico | 106 |
| 5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 141 |
| 6. CONCLUSIONES | 151 |
| 7. CARTA GANTT | 159 |
| 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 161 |
| Anexo 1. Figuras | |
| Anexo 2. Personal participante por actividad | |
| Anexo 3. Archivos en CD | |
| • Base Datos | |
| • Informe en PDF | |
| • Resumen Ejecutivo en word | |
| Anexo 4. Taller Técnico | |





ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

- Tabla 1.** Volúmenes de desembarque para las diferentes localidades asociadas al Puerto de Quellón (90% de humedad). Temporada 2001-2002.
- Tabla 2.** Desembarque total por mes del Puerto de Quellón (90% de humedad). Temporada 2001-2002.
- Tabla 3.** Número de buzos que operan en embarcaciones que desembarcan en el Puerto de Quellón. Temporada 2001-2002.
- Tabla 4.** Captura, esfuerzo y CPUE obtenido de embarcaciones que desembarcan en el Puerto de Quellón.
- Tabla 5.** Frecuencia de las profundidades de buceo donde se extrae *Gigartina skottsbergii* desembarcada en el Puerto de Quellón.
- Tabla 6.** Intervalo de tiempo de días navegados por embarcación que se desembarcan en el Puerto de Quellón.
- Tabla 7.** Información del largo, ancho y peso de las frondas cistocárpicas, tetraspóricas y vegetativas de luga roja, además del tipo de coloración de las frondas (1= rojo; 2= roja-verde; 3= verde-amarillenta) en la localidad de la Isla Javier en el periodo de febrero del 1999.
- Tabla 8:** Esfuerzo pesquero de la extracción de luga roja en la localidad de Isla Javier.
- Tabla 9.** Esfuerzo pesquero de la extracción de luga roja en la localidad de Isla Crosslet.
- Tabla 10.** Esfuerzo pesquero de la extracción de luga roja en la localidad del Estero San Esteban.



- Tabla 11.** Densidad estacional de reclutamiento (ind.*150 cm²) individuos de *Gigartina skottsbergii*, para las cinco praderas en estudio, de la XI Región.
- Tabla 12.** Porcentajes de Viabilidad y Germinación de carposporas y de tetrasporas de *Gigartina skottsbergii* en la estación de Primavera, en cinco praderas de la XI Región.
- Tabla 13.** Porcentajes de Viabilidad y Germinación de carposporas y de tetrasporas de *Gigartina skottsbergii* en la estación de Otoño, en cinco praderas de la XI Región.
- Tabla 14.** Porcentajes de viabilidad y germinación de tetrasporas y carposporas de *Gigartina skottsbergii* en la estación de invierno, en cinco praderas en estudio, de la XI Región.
- Tabla 15.** Tasas de crecimiento diario (%) de las frondas secundarias con la fronda principal y sin la fronda principal, para las 5 praderas en estudio, durante los 5 periodos de control.
- Tabla 16.** Tasa de crecimiento diario (%) de las frondas vegetativas correspondiente a la clase de tallas de 2 a 5 cm, para las cinco localidades de la XI Región.
- Tabla 17.** Tasa de crecimiento diario (%) de las frondas vegetativas correspondiente a la clase de tallas de 5 a 10 cm, para las cinco localidades de la XI Región.
- Tabla 18.** Tasa de crecimiento diario (%) de las frondas vegetativas correspondiente a la clase de tallas de 10 a 15 cm, para las cinco localidades de la XI Región.
- Tabla 19.** Ubicación de la pradera de Bahía Low en la XI Región.
- Tabla 20.** Características de la pradera de Bahía Low en la XI Región
- Tabla 21.** Factores abióticos de la pradera de Bahía Low en la XI Región.
- Tabla 22.** Ubicación de la pradera de Puerto Barrientos en la XI Región.
- Tabla 23.** Características de la pradera de Puerto Barrientos en la XI Región.



- Tabla 24.** Factores abióticos la pradera de Puerto Barrientos en la XI Región.
- Tabla 25.** Ubicación de la pradera de Islas Bajas en la XI Región.
- Tabla 26.** Caracterización de la pradera de Islas Bajas en la XI Región.
- Tabla 27.** Factores abióticos de la pradera de Islas Bajas en la XI Región.
- Tabla 28.** Ubicación de la pradera de Isla Vergara en la XI Región.
- Tabla 29.** Características de la pradera de Isla Vergara en la XI Región.
- Tabla 30.** Factores abióticos de la pradera de Isla Vergara en la XI Región.
- Tabla 31.** Ubicación de la pradera de Isla Meninea en la XI Región.
- Tabla 32.** Características de la pradera de Isla Meninea en la XI Región.
- Tabla 33.** Factores abióticos de la pradera de Isla Meninea en la XI Región.
- Tabla 34.** Densidad media mensual de frondas de luga roja para las praderas en estudio. m = Tasa de cambio en densidad.
- Tabla 35a.** Proyección poblacional relativa en numero de frondas de luga roja para la pradera de Puerto Barrientos; m (tasa de cambio en densidad), k (tasa de crecimiento), a y b (parámetros gravimétricos).
- Tabla 35b.** Proyección poblacional relativa en numero de frondas de luga roja para la pradera de Isla Vergara; m (tasa de cambio en densidad), k (tasa de crecimiento), a y b (parámetros gravimétricos).
- Tabla 36a.** Índice de eficiencia productiva, relación biomasa reproductiva/total (BR/BT), biomasa y densidad remanente (%) para el mes de abril de luga roja en la localidad de Puerto Barrientos.
- Tabla 36b.** Índice de eficiencia productiva, relación biomasa reproductiva/total (BR/BT), biomasa y densidad remanente (%) para el mes de abril de luga roja en la localidad de Isla Vergara.



- Tabla 37.** Análisis de varianza modelo mixto (ANDEVA modelo mixto de 3 vías) para la densidad de reclutamiento en las praderas en estudio (Factores: 1: Pradera, 2: Estación).
- Tabla 38.** Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 3 vías) para la viabilidad de esporas por pradera, estación, temperatura y luz. (Factores: 1: Pradera, 2: Estación, 3: Espora, 4: Temperatura, 5: Luz).
- Tabla 39.** Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 3 vías para la germinación de esporas por pradera, estación, temperatura y luz (Factores: 1: Pradera, 2: Estación, 3: Espora, 4: Temperatura, 5: Luz).
- Tabla 40.** Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 3 vías) para la densidad de estructuras reproductivas separadas por fase, de las cinco praderas en estudio. (Factores: 1: Praderas, 2: Estación, 3: Fase).
- Tabla 41.** Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 3 vías) para el porcentaje de estructuras reproductivas separadas por fase entre praderas y estación. (Factores: 1: Pradera, 2: Estación, 3: Tipo de estructura).
- Tabla 42.** Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 3 vías) del número de esporas liberadas en forma estacional, para las cinco praderas en estudio. (Factores: 1: Praderas, 2: Estación, 3: tipo de espora).
- Tabla 43.** Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 3 vías) del crecimiento de las frondas secundarias, por praderas, tratamiento y tiempo, para las cinco praderas en estudio. (Factores: 1: Pradera, 2: Tratamiento, 3: Tiempo (medida repetida)).
- Tabla 44.** Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 3 vías) del crecimiento de las frondas vegetativas, por praderas, tratamiento y tiempo, para las cinco praderas en estudio. (Factores: 1: Pradera, 2: Tratamiento, 3: Tiempo (medida repetida)).
- Tabla 45.** Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 2 vías) para la regeneración de frondas cortas desde hapterios en la base del disco, en las cinco praderas en estudio. (Factores: 1: Pradera, 2: Estación).



- Tabla 46.** Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 3 vías) para la biomasa, por pradera (factor aleatorio), estación y fase reproductiva (Factores: 1: Pradera, 2: Estación, 3: Fase).
- Tabla 47.** Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 3 vías) para densidad por pradera, estación y fase reproductiva. (Factores: 1: Pradera, 2: estación, 3: Fase).
- Tabla 48.** Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 3 vías) estacional de tamaño de las frondas vegetativas entre las clases de tallas para las praderas en estudio. (Factores: 1: Praderas, 2: Estación, 3: Clase de talla).
- Tabla 49.** Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 3 vías) estacional de tamaño de las frondas tetraspóricas entre las clases de tallas para las praderas en estudio.(Factores: 1: Praderas, 2: Estación, 3: Clase de talla).
- Tabla 50.** Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 3 vías) estacional de tamaño de las frondas cistocárpica entre las clases de tallas para las praderas en estudio.(Factores: 1: Praderas, 2: Estación, 3: Clase de talla).
- Tabla 51.** Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 3 vías) del esfuerzo reproductivo estacional de las fondas reproductivas, para las cinco praderas en estudio de la XI Región.(Factores: 1: Pradera, 2: Estación. 3: Fase reproductiva).
- Tabla 52.** Análisis de varianza modelo mixto (ANDEVA modelo fijo de 4 vías) para la densidad de reclutamiento en las praderas en estudio (Factores: 1: Zona, 2: Explotación, 3:Estación, 4: Fase).
- Tabla 53.** Análisis de varianza (ANDEVA modelo fijo de 6 vías) para la viabilidad de esporas por zona, explotación, estación, espora, temperatura y luz (Factores: 1: Zona, 2: Explotación, 3: Estación, 4: Espora, 5: Temperatura, 6: Luz).
- Tabla 54.** Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 3 vías para la germinación de esporas por zona, explotación, estación, espora, temperatura y luz (Factores: 1: Zona, 2: Explotación, 3:Estación, 4: Espora, 5: Temperatura, 6: Luz).



- Tabla 55.** Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 4 vías) para la densidad de estructuras reproductivas, por zona, explotación, estación y separadas por fase de las cinco praderas en estudio. (Factores: 1: Zona, 2: Explotación, 3: Estación, 4: Fase).
- Tabla 56.** Análisis de varianza (ANDEVA modelo fijo de 4 vías) para el porcentaje de estructuras reproductivas, por zona, explotación, estación y separadas por fase para las cinco praderas en estudio (Factores: 1 Zona, 2: Explotación, 3: Estación, 4: Fases).
- Tabla 57.** Análisis de varianza (ANDEVA modelo fijo de 3 vías) del numero de esporas liberadas por zona, explotación, estación, para las cinco praderas en estudio. (Factores: 1: Zona, 2: Explotación, 3: Estación, 4: tipo de espora).
- Tabla 58.** Análisis de varianza (ANDEVA modelo fijo de 4 vías) del crecimiento de las frondas secundarias, por zona, explotación, tratamiento (fronda secundaria sin la fronda principal y con la principal) y tiempo, para las cinco praderas en estudio. (Factores: 1: Zona, 2: Explotación, 3: Tratamiento, 4: Tiempo (medida repetida)).
- Tabla 59.** Análisis de varianza (ANDEVA modelo fijo de 4 vías) del crecimiento de las frondas vegetativas por zona, explotación, tratamiento (fronda secundaria sin la fronda principal y con la principal) y tiempo, para las cinco praderas en estudio. (Factores: 1: Zona, 2: Explotación, 3: Tratamiento, 4: Tiempo (medida repetida)).
- Tabla 60.** Análisis de varianza (ANDEVA modelo fijo de 3 vías) para la regeneración de frondas cortas desde hapterios en la base del disco, en las cinco praderas en estudio. (Factores: 1: Zona, 2: Explotación, 3: Estación).
- Tabla 61.** Análisis de varianza(ANDEVA modelo fijo de 4 vías) para la biomasa por zona, estación y fase reproductiva. (Factores: 1: Zona, 2: explotación, 3: Estación, 4: Fase).
- Tabla 62.** Análisis de varianza(ANDEVA modelo fijo de 4 vías) para la densidad por zona, estación y fase reproductiva. (Factores: 1: Zona, 2: explotación, 3: Estación, 4: Fase).



FIGURAS

- Figura 1.** Reclutamiento de individuos de *G. skottsbergii* sobre sustrato.
- Figura 2.** Frondas de *G. skottsbergii* cortadas y con manchas de color verde-amarilla en el tejido laminar, durante la época de verano.
- Figura 3.** Estimación del número mínimo de muestras que se utilizarán en los muestreos posteriores, a partir de los valores de biomasa obtenidos por cuadrante, en las praderas *G. skottsbergii*. A) Bahía Low, B) Pto. Barrientos y C) Islas Bajas.
- Figura 4.** Estimación del número mínimo de muestras que se utilizarán en los muestreos posteriores, a partir de los valores de biomasa obtenidos por cuadrante, en las praderas *G. skottsbergii*. A) Isla Vergara y B) Isla Meninea.
- Figura 5.** Desembarque de la biomasa húmeda de *G. skottsbergii* obtenida en el sector de Quellón. a) Captura total por mes. b) Captura por localidad.
- Figura 6.** Motonave Puerto Natales recolectora de luga roja (A) y las embarcaciones encargadas de la faena (B) con sus tripulantes y buzos (C).
- Figura 7.** Track de navegación efectuado por la M/N Puerto Natales 2 para el reconocimiento de praderas de luga roja en el sector norte del Golfo de Penas.
- Figura 8.** A) Faenas de recepción y venta. B) Pesaje y traslado. C) Acopio de luga roja provenientes de los lugares de extracción.
- Figura 9.** *Gigartina skottsbergii* asentada sobre diferentes tipos de sustratos y asociadas a varios tipos de algas, ya sean algas rojas crustosas (A), algas pardas (B) o algas verdes (C).
- Figura 10.** Morfología de las frondas de luga roja en Isla Javier (A) e Isla Crosslet (B) durante la faena de extracción.



- Figura 11.** Ejemplares de luga roja que presentaron una serie de proliferaciones sobre la superficie (A) y en el borde de la fronda (B).
- Figura 12.** Coloración de las frondas que se extrajeron de las praderas ubicadas en Isla Javier e Isla Crosslet. A) fronda roja, B) fronda roja-verde y C) fronda verde-amarillenta. D) Vista general de los fardos de luga extraídos con los diferentes colores en la fronda.
- Figura 13.** Número promedio (\pm ee) de soros tetrasporangiales en frondas de *G. skottsbergii* en praderas de B. Low, P. Barrientos e I. Bajas; entre los meses de Septiembre del 2001 y Agosto del 2002. Los soros son identificados como maduros, inmaduros y vacíos.
- Figura 14.** Número promedio (\pm ee) de soros tetrasporangiales en frondas de *G. skottsbergii* en praderas de I. Vergara e I. Meninea; entre los meses de Septiembre del 2001 y Agosto del 2002. Los soros son identificados como maduros, inmaduros y vacíos.
- Figura 15.** Número promedio (\pm ee) de cistocarpos en frondas de *G. skottsbergii* en praderas de B. Low, Pto. Barrientos e I. Bajas; entre los meses de Septiembre del 2001 y Agosto del 2002. Los cistocarpos son identificados como maduros, inmaduros y vacíos.
- Figura 16.** Número promedio (\pm ee) de cistocarpos en frondas de *G. skottsbergii* en praderas de I. Vergara e I. Meninea; entre los meses de Septiembre del 2001 y Agosto del 2002. Los cistocarpos son identificados como maduros, inmaduros y vacíos.
- Figura 17.** Número promedio (\pm ee) de esporas producidas por soros tetrasporangiales y cistocarpos esporulados mensualmente en las praderas de Bahía Low, Pto. Barrientos e Islas Bajas; entre los meses de Septiembre del 2001 y Agosto del 2002.
- Figura 18.** Número promedio (\pm ee) de esporas producidas por soros tetrasporangiales y cistocarpos esporulados mensualmente en las praderas de Isla Vergara e Isla Meninea ; entre los meses de Septiembre del 2001 y Agosto del 2002.
- Figura 19.** Formación de frondas de *Gigartina skottsbergii* desarrolladas a partir de hapterios dejados en el sustrato tras cortar la fronda principal. a) Hapterios recién cortados. b) Después de 4 meses, c) Transcurrido



un mes en ambiente natural, se observa la formación de pequeñas yemas y el desarrollo de algunas frondas. d) A los 5 meses. f) A los 6 meses. g) Tras dos meses de iniciado el experimento se observan frondas de tamaño cercano y superior a 1 cm². Finalmente a partir de los 7 meses en adelante se observan frondas que alcanzan tamaños 8 cm² en área (h).

- Figura 20.** Incremento promedio mensual en área (cm²± ee) de las frondas de *Gigartina skottsbergii* regeneradas a partir de hapterios dejados en el sustrato tras la remoción de la fronda principal, para las cinco praderas en estudio, XI Región.
- Figura 21.** Ubicación geográfica de las praderas de *Gigartina skottsbergii* en Bahía Low, Puerto Barrientos e Islas Bajas cercanas a la localidad de Puerto Melinka.
- Figura 22.** Ubicación geográfica de las praderas de *Gigartina skottsbergii* en Isla Vergara e Isla Meninea cercanas a la localidad de Puerto Aguirre.
- Figura 23.** Régimen de mareas para Bahía Low en donde se muestra la altura (metros) y horario de pleamar y bajamar en forma estacional. La línea roja es el valor medio respecto del valor mas alto del día.
- Figura 24.** Régimen de mareas para P. Barrientos e Islas Bajas en donde se muestra la Altura y horario de pleamar y bajamar (metros), en forma estacional. La línea roja es el valor medio respecto del valor mas alto del día.
- Figura 25.** Régimen de mareas para Isla Vergara e Isla Meninea en donde se muestra la altura (metros) y horario de pleamar y bajamar, en forma estacional. La línea roja es el valor medio respecto del valor mas alto del día.
- Figura 26.** Variación de la biomasa mensual (g/m² ± ee) entre septiembre - diciembre del 2001 y enero -agosto del 2002, en la pradera de Bahía Low. A) Biomasa total de la pradera. B) Biomasa por estado reproductivo.
- Figura 27.** Variación de la densidad mensual (Ind./m² ± ee) entre septiembre - diciembre del 2001 y enero - agosto del 2002, en la pradera de



Bahía Low. A) Densidad total de la pradera. B) Densidad por estado reproductivo.

Figura 28. Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) en *G. skottsbergii* provenientes de la localidad de Bahía Low, XI Región. Septiembre-Diciembre del 2001.

Figura 29. Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) en *G. skottsbergii* provenientes de la localidad de Bahía Low. Enero-Abril del 2002.

Figura 30. Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) en *G. skottsbergii* provenientes de la localidad de Bahía Low. Mayo-Agosto del 2002.

Figura 31. Variación de la biomasa mensual ($\text{g}/\text{m}^2 \pm \text{ee}$) entre septiembre - diciembre del 2001 y enero - agosto del 2002, en la pradera de Pto. Barrientos. A) Biomasa total de la pradera. B) Biomasa por estado reproductivo.

Figura 32. Variación de la densidad mensual ($\text{Ind.}/\text{m}^2 \pm \text{ee}$) entre septiembre - diciembre del 2001 y enero - agosto del 2002, en la pradera de Pto. Barrientos. A) Densidad total de la pradera. B) Densidad por estado reproductivo.

Figura 33. Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) en *G. skottsbergii*, provenientes de la localidad de Puerto Barrientos. Septiembre-Diciembre 2001.

Figura 34. Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) en *G. skottsbergii*, provenientes de la localidad de Puerto Barrientos. Enero - Abril del 2002.

Figura 35. Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) en *G. skottsbergii*, provenientes de la localidad de Puerto Barrientos. Mayo - Agosto del 2002.

Figura 36. Variación de la biomasa mensual ($\text{g}/\text{m}^2 \pm \text{ee}$) entre septiembre - diciembre del 2001 y enero - agosto del 2002, en la pradera de Islas Bajas. A) Biomasa total de la pradera. B) Biomasa por estado reproductivo.



- Figura 37.** Variación de la densidad mensual (Ind./m² ± ee) entre septiembre - diciembre del 2001 y enero - agosto del 2002, en la pradera de Islas Bajas. A) Densidad total de la pradera. B) Densidad por estado reproductivo.
- Figura 38.** Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) en *G. skottsbergii*, provenientes de la localidad de Islas Bajas, XI Región. Septiembre-Diciembre del 2001.
- Figura 39.** Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) en *G. skottsbergii*, provenientes de la localidad de Islas Bajas, XI Región. Enero-Abril del 2002.
- Figura 40.** Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) en *G. skottsbergii*, provenientes de la localidad de Islas Bajas. Mayo-Agosto del 2002.
- Figura 41.** Variación de la biomasa mensual (g/m²±ee) entre septiembre - diciembre del 2001 y enero - agosto del 2002, en la pradera de Isla Vergara. A) Biomasa total de la pradera. B) Biomasa por estado reproductivo.
- Figura 42.** Variación de la densidad mensual (Ind./m²±ee) entre septiembre - diciembre del 2001 y enero -agosto del 2002, en la pradera de Isla Vergara. A) Densidad total de la pradera. B) Densidad por estado reproductivo.
- Figura 43.** Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) en *G. skottsbergii* provenientes de la localidad de Isla Vergara. Septiembre-Diciembre del 2001.
- Figura 44.** Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) en *G. skottsbergii*, provenientes de la localidad de Isla Vergara. Enero-Abril del 2002.
- Figura 45.** Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) en *G. skottsbergii* provenientes de la localidad de Isla Vergara. Mayo-Agosto del 2002.



- Figura 46.** Variación de la biomasa mensual ($\text{g}/\text{m}^2 \pm \text{ee}$) entre septiembre - diciembre del 2001 y enero - agosto del 2002, en la pradera de Isla Meninea. A) Biomasa total de la pradera. B) Biomasa por estado reproductivo.
- Figura 47.** Variación de la densidad mensual ($\text{Ind.}/\text{m}^2 \pm \text{ee}$) entre septiembre - noviembre del 2001 y enero - agosto del 2002, en la pradera de Isla Meninea. A) Densidad total de la pradera. B) Densidad por estado reproductivo.
- Figura 48.** Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) en *G. skottsbergii*, provenientes de la localidad de Isla Meninea. Septiembre-Diciembre del 2001.
- Figura 49.** Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) en *G. skottsbergii*, provenientes de la localidad de Isla Meninea. Enero-Abril del 2002.
- Figura 50.** Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) en *G. skottsbergii*, provenientes de la localidad de Isla Meninea. Mayo-Agosto del 2002.
- Figura 51a.** Variación mensual en biomasa y densidad observada de las praderas de luga roja de Bahía Low, Puerto Barrientos, y su ajuste en biomasa estimada.
- Figura 51b.** Variación mensual en biomasa y densidad observada de las praderas de luga roja de Islas Bajas e Isla Vergara, y su ajuste en biomasa estimada
- Figura 51c.** Variación mensual en biomasa y densidad observada de las praderas de luga roja de Isla Meninea, y su ajuste en biomasa estimada
- Figura 52.** Tasa de cambio mensual en densidad global. Mortalidad, generación de fronda para las praderas en estudio
- Figura 53a.** Crecimiento de frondas vegetativas de luga roja por rango de tallas, para las praderas de Bahía Low, Puerto Barrientos e Islas Bajas. Tallas1= 2-5 cm; Talla 2= 5-10cm; Talla 3= 10-15cm.



- Tabla 53b.** Crecimiento de frondas vegetativas de luga roja por rango de tallas, para las praderas de Isla Vergara e Isla Meninea. Tallas1= 2-5 cm; Talla 2= 5-10cm; Talla 3= 10-15cm.
- Figura 54a.** Tasa de crecimiento en área por rango de área, para las praderas de luga roja en estudio. Tallas1= 2-5 cm; Talla 2= 5-10cm; Talla 3= 10-15cm.
- Figura 54b.** Tasa de crecimiento en peso por rango de área, para las praderas de luga roja en estudio. Tallas1= 2-5 cm; Talla 2= 5-10cm; Talla 3= 10-15cm.
- Figura 55 a.** Relaciones morfogravimétricas para la pradera de luga roja de Puerto Barrientos.
- Figura 55 b.** Relaciones morfogravimétricas para la pradera de luga roja de Isla Vergara.
- Figura 56a.** Crecimiento de frondas secundarias con y sin fronda principal, para las praderas de luga roja en estudio.
- Figura 56b.** Tasa de Crecimiento de frondas secundarias con y sin fronda principal, para las praderas de luga roja en estudio.
- Figura 57a.** Evaluación del efecto del mes de inicio, tasa de remoción y selectividad a la talla sobre las cosechas, biomásas y densidad remanentes, para la pradera de Puerto Barrientos.
- Figura 57b.** Evaluación del efecto del mes de inicio, tasa de remoción y selectividad a la talla sobre las cosechas, biomásas y densidad remanentes, para la pradera de Isla Vergara.
- Figura 58 a.** Escenarios de cosechas alternativas para la localidad de Puerto Barrientos. S/e = Sin extracción; Tr max. = Cosecha máxima y Tr 50% = Tasa de remoción 50% con mes de inicio de cosecha en enero y selección de frondas de 18 cm.
- Figura 58b.** Escenarios de cosechas alternativas para la localidad de Isla Vergara. S/e = Sin extracción; Tr max. = Cosecha máxima y Tr 50% = Tasa de remoción 50% con mes de inicio de cosecha en diciembre y selección de frondas de 18 cm.



- Figura 59.** Densidad de reclutamiento estacional en *Gigartina skottsbergii* de las localidades en estudio durante un ciclo anual.
- Figura 60.** A) Porcentaje estacional de viabilidad de tetrasporas y carposporas para cinco praderas en estudio. B) Porcentaje de viabilidad de tetrasporas y carposporas a $5\mu\text{mol}^{-2}\text{s}^{-1}$ y $25\mu\text{mol}^{-2}\text{s}^{-1}$, para las temperatura de 10°C y 15°C .
- Figura 61.** Porcentaje de germinación de esporas separadas por fase (tetraspórica y cistocárpica) de las 5 praderas en estudio, en forma estacional. A) se muestran los resultados con una intensidad de luz de $5\mu\text{mol}^{-2}\text{s}^{-1}$. B) Intensidad de $25\mu\text{mol}^{-2}\text{s}^{-1}$.
- Figura 62.** Densidad de estructuras reproductivas totales (maduras e inmaduras) separadas por fases (tetrasporangios y cistocarpos); en las 5 praderas en estudio, en forma estacional.
- Figura 63.** Porcentaje de estructuras reproductivas maduras, para las fases tetraspóricas y cistocárpicas de las 5 praderas en estudio, en forma estacional.
- Figura 64.** Número de esporas liberadas (ml) estacionalmente para las cinco localidades en estudio, separadas en fase tetrasporica y fase cistocarpica.
- Figura 65.** Area (cm^2) de la fronda secundaria, con y sin la fronda principal para las 5 praderas en estudio, y durante los 5 periodos de control.
- Figura 66.** Crecimiento de frondas vegetativas (cm^2) de las tallas de 2 a 5 cm^2 ; 5 a 10 cm^2 y 10 a 15 cm^2 , durante los 5 periodos de control, para las cinco praderas en estudio, de la XI Región.
- Figura 67.** **Incremento estacionales de las frondas de *Gigartina*, regeneradas a partir de hapterios cortados, en las cinco praderas en estudio.**
- Figura 68.** Variación estacional de la biomasa de *G. skottsbergii*, separadas por fase, como datos agrupados en las cinco praderas en estudio, de la XI Región.



- Figura 69.** Variación estacional de la densidad, separadas por fase reproductiva, como datos agrupados, en las cinco praderas en estudio de la XI Región.
- Figura 70.** Promedio de la distribución estacional de la frecuencia (%) de las categorías de tallas para las frondas de la fase vegetativa, en las cinco praderas en estudio, de la XI Región.
- Figura 71.** Promedio de la distribución estacional de la frecuencia (%) de las categorías de tallas para las frondas de la fase tetrasporicas, en las cinco praderas en estudio, de la XI Región.
- Figura 72.** Promedio de la distribución estacional de la frecuencia (%) de las categorías de tallas para las frondas de la fase cistocarpica, en las cinco praderas en estudio, de la XI Región.
- Figura 73.** Promedio de la distribución de la frecuencia (%) anual de las clases de tamaños de las frondas de las fases vegetativa, tetrasporica y cistocarpica , comparadas entre las cinco praderas en estudio, de la XI Región.
- Figura 74.** Promedio de la distribución estacional de la frecuencia (%) relativa de las categorías de tallas, en las cinco praderas en estudio, de la XI Región.
- Figura 75.** Esfuerzo reproductivo estacional de las frondas reproductivas de las cinco praderas en estudio, de la XI Región.
- Figura 76.** Relación entre el esfuerzo reproductivo y el tamaño de la fronda (g) para las fases reproductivas, en las cinco praderas en estudio, de la XI Región.
- Figura 77.** Relación entre el esfuerzo reproductivo y el tamaño de la fronda (g) para las fases reproductivas, en la pradera de Isla Meninea, de la XI Región.
- Figura 78.** Relación entre el efecto de la densidad poblacional sobre el tamaño de las frondas en las cinco praderas en estudio, de la XI Región.
- Figura 79.** Relación del efecto de la densidad poblacional sobre el tamaño de las frondas, en la pradera de Bahía Low, de la XI Región.



- Figura 80.** Densidad de reclutamiento estacional en *Gigartina skottsbergii*, para las praderas no explotadas y praderas explotadas, de la XI Región. A) Zona Norte. B) Zona Sur.
- Figura 81.** Porcentaje estacional de viabilidad de tetrasporas y carposporas para las praderas explotadas y praderas No explotadas. A) Zona Norte. B) Zona Sur.
- Figura 82.** Porcentaje de viabilidad de tetrasporas y carposporas de *Gigartina skottsbergii*, separadas en $5 \mu\text{mol}^{-2}\text{s}^{-1}$ y $25 \mu\text{mol}^{-2}\text{s}^{-1}$, y a temperaturas 10°C y 15°C .
- Figura 83.** Porcentaje de germinación estacional de tetrasporas (A) y carposporas (B), para las praderas no explotadas y explotadas de la Zona Norte y Zona Sur.
- Figura 84.** Porcentaje de la germinación estacional de tetrasporas (A) y carposporas (B) de *Gigartina skottsbergii* a condiciones de $5 \mu\text{mol}^{-2}\text{s}^{-1}$ y a $25 \mu\text{mol}^{-2}\text{s}^{-1}$, y a 10°C y a 15°C .
- Figura 85.** A) Densidad estacional de las estructuras reproductivas por fase, en la Zona Norte Y Zona Sur. B) Densidad estacional de las estructuras reproductivas para praderas no explotadas y explotadas.
- Figura 86.** A) Porcentaje estacional de las estructuras reproductivas por fase, par la Zona Norte y Zona Sur. B) Porcentaje de las estructuras reproductivas maduras por fase, para las praderas explotadas y No explotadas, de la XI Región.
- Figura 87.** Número de esporas liberadas (ml) estacionalmente para las praderas explotadas y No explotadas, separadas según el tipo de espora. A) Carposporas y B) Tetrasporas.
- Figura 88.** Crecimiento de frondas secundaria (con y sin la fronda principal) durante 5 periodos de muestreo, separadas en Zona Norte y Zona Sur. A) Praderas Explotadas. B) Praderas No explotadas.
- Figura 89.** Crecimiento de frondas vegetativas (cm^2) de las tallas de 2 a 5cm^2 ; 5 a 10cm^2 y 10 a 15cm^2 , durante los 5 periodos de control, para praderas No explotadas y explotadas en estudio, de la XI Región.



Figura 90. Incremento estacional de las frondas de *Gigartina*, regeneradas a partir de hapterios cortados, separadas en Zona Norte y Zona Sur.

Figura 91. **Variación estacional e biomasa de las fases reproductivas separadas por praderas explotadas y no explotadas. A) De la Zona Norte. B) Zona Sur.**

Figura 92. Variación estacional de la densidad por praderas explotadas y no explotadas separadas en Zona Norte y Zona Sur. B) Variación de estacional de la densidad de las fases reproductivas, en la Zona Norte y Zona Sur.



1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Establecer períodos reproductivos y de crecimiento de frondas de luga en la XI Región.

1.2 Objetivos específicos:

1.2.1 Identificar las actuales áreas de extracción y las áreas potenciales de pesca de luga roja de XI Región.

1.2.2 Caracterizar el comportamiento reproductivo de luga en praderas de la XI Región.

1.2.3 Determinar el (los) período (s) de mayor abundancia y máxima biomasa de las fases reproductivas de luga roja en la XI Región.

1.2.4 Determinar el (los) período (s) óptimos de cosecha para las praderas de la XI Región, que permitan maximizar la biomasa obtenida conservando la capacidad productiva del recurso.

2. ANTECEDENTES

La luga roja (*Gigartina skottsbergii*) es una de las especies que sustentan la industria chilena de carragenina. Aunque las estadísticas oficiales de desembarque publicadas por el Servicio Nacional de Pesca, no separan las especies de lugas, se conoce por información proveniente de la industria que las grandes praderas de lugas se encuentran en la XI Región, esta información es concordante con la



información recopilada por IFOP, que indica que la mayor proporción del desembarque de la X Región proviene de extracciones realizadas en praderas de la XI Región. La industria de carragenina ha experimentado un crecimiento importante en los últimos años, con inversiones en plantas de proceso cercanas a los US\$20 millones y exportaciones anuales que superan en los dos últimos años los US\$18 millones.

La extracción de este recurso, se realiza durante la mayor parte del año por recolectores de orilla y actualmente constituye una alternativa para parte de la flota y buzos dedicados a la extracción de mariscos bentónicos durante las vedas reproductivas aplicadas a estos recursos. En adición a lo anterior, es importante destacar que en los tres últimos años se ha comenzado a desarrollar una flota artesanal cuya actividad se orienta durante todo el año a la extracción de lugas.

La explotación de lugas no está regulada por ninguna norma específica y el régimen de acceso a la pesquería es de libertad de pesca. Esta falta de regulación, sumada a la alta demanda existente, tanto para su exportación, como para su procesamiento en la industria local de carragenano, ha generado una explotación intensa de los algares o praderas silvestres de la XI Región en los últimos años.

En general las lugas poseen un ciclo de vida de tres fases reproductivas (gametofito, carposporofito y tetrasporofito), que representan la biomasa cosechable del recurso. Uno de los principales mecanismos de propagación de las lugas, en praderas naturales, se basa en la producción y liberación de esporas. Antecedentes fenológicos de estas especies, señalan que las frondas reproductivas están presentes durante todo un ciclo anual con variaciones estacionales en la biomasa, densidad de frondas y abundancia de estructuras reproductivas. Sin embargo, no se dispone de antecedentes sistematizados del ciclo reproductivo de la luga roja en la XI Región, aspecto que resulta clave para orientar el manejo de la pesquería.



No se tienen antecedentes de los aspectos reproductivos de esta alga en la XI Región, por lo que se hace conveniente un estudio de esta naturaleza, que entregue información necesaria para establecer medidas de administración pesquera sobre el estado actual de este recurso.

En el contexto precitado, el Consejo de investigación Pesquera, teniendo presente lo informado por la Subsecretaría de Pesca y las necesidades de administración sectorial, ha decidido incluir el presente proyecto en el Programa de Investigación Pesquera del año 2001.

2.1 Biológicos

Gigartina skottsbergii Setchell & Gardner, conocida comúnmente como “luga roja” es una especie carragenófito de importancia comercial (Avila & Seguel, 1993; Norambuena, 1996; Bixler, 1996; Buschmann et al 2001).

La “luga roja” es una especie endémica del sur de Sudamérica (Ramírez y Santelices, 1991), y en las costas de Chile su distribución geográfica va desde Niebla (39°52' S; 73°20' W) hasta el Cabo de Hornos (55°59' S; 67°16' W). En las costas de Argentina está presente en la Patagonia, desde la localidad de Puerto Madryn, Chubut, hasta las costas australes de Argentina e islas subantárticas (Piriz, 1998). Las frondas son abundantes en ambientes protegidos, submareales. Crece adherida a rocas, guijarros y bolones, desarrollándose en forma horizontal sobre el sustrato y permaneciendo adherida por medio de rizoides. Vive en profundidades desde los 5m hasta 30m aproximadamente.

Los estudios realizados en Chile en *G. skottsbergii* están referidos a praderas ubicadas en el límite norte de la distribución del recurso, desconociéndose antecedentes de las praderas en la XI región. Los antecedentes biológico-reproductivos indican que esta especie presenta estacionalidad en la reproducción



sexual (Zamorano & Westermeier, 1996; Westermeier & Sigel, 1997) y alternancia en la dominancia de fases reproductivas, al igual de lo descrito para otras especies de Gigartinales. Kim (1976) señala que el ciclo de vida de esta especie es trifásico y que presenta alternancia de generaciones isomórficas.

Estudios realizados por Avila *et al.*, (1997) durante el período 1994-1996 en una pradera en explotación de *Gigartina skottsbergii*, ubicada en San Antonio, Bahía de Ancud, Isla de Chiloé, demostraron que la densidad promedio de frondas en el período de estudio fluctuó entre 2-20 frondas/m² con un máximo en invierno de 1994 y verano del 1995. Los valores de biomasa presentaron igual tendencia máxima en agosto de 1994 de 140 g/m² y valores mínimos de 40 g/m² en verano –otoño de 1995 y verano de 1996. Estos estudios poblacionales se continuaron durante el período 1996-1998 encontrando valores en promedio inferiores a 1 fronda/m² a fines de 1998 y biomasa de 5 g/m² (Avila *et al.*, 1998). Estos indicaron además que es posible encontrar plantas reproductivas durante la mayor parte del año, pero hay mayor cantidad de plantas reproductivas (frondas tetraspóricas y cistocárpicas) en otoño-invierno y en primavera verano es mínima. La cantidad está determinada por la abundancia de las frondas cistocárpicas ya que, las frondas tetrasporofíticas si bien están presentes durante gran parte del año se encuentran en baja densidad.

Según Avila *et al.*, (1998) la propagación de *G. skottsbergii* ocurre mediante la liberación y colonización de sustratos por esporas y el reclutamiento ocurre entre los meses de mayo a septiembre, con una máxima densidad en mayo. El carácter estacional del reclutamiento estaría fuertemente asociado a la época de mayor abundancia de fases reproductivas maduras en la pradera, esta clara estacionalidad en los procesos reproductivos puede ser una respuesta a factores ambientales que satisfacen los requerimientos fisiológicos para la reproducción (Lüning & Dieck, 1989). Según Brawley & Johnson (1992), la interacción de factores ambientales pueden provocar la madurez cuando las condiciones son favorables para el establecimiento de nuevos individuos, producir estados de latencia en condiciones



no favorables, gatillar la reproducción cuando las condiciones favorables para el crecimiento declinan o asegurar que los gametos maduros estén disponibles en forma sincronizada para una liberación.

Estudios realizados por Avila *et al.*, (1998), acerca de los factores físicos que determinan la viabilidad y sobrevivencia de esporas en ambiente controlado indicaron que la mortalidad de esporas es alta, siendo la iluminación y temperatura los factores críticos que afectan estos procesos. Un mayor porcentaje de germinación y sobrevivencia se observó en condiciones de baja iluminación ($6\mu \text{ mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) y temperatura de 10°C .

La “luga roja” es un alga productora de carragenanos del tipo: lambda, kappa e iota. *G. skottsbergii* sintetiza este polisacárido el cual es utilizado principalmente como agente viscosante, estabilizante y estructurante, en la industria de lácteos, productos cárnicos, y repostería entre otros. Estudios efectuados sobre la variación estacional de carragenanos (Piriz & Cerezo, 1991) en plantas tetraspóricas, cistocárpicas y vegetativas de *G. skottsbergii*, recolectadas en Chubut Argentina, demostraron que no hay variación estacional en el rendimiento de carragenanos en diferentes fases del ciclo de vida y que se conservan las características químicas. Se observó un mayor rendimiento de carragenanos en plantas cistocárpicas que en plantas tetraspóricas. Además, se encontraron diferencias en la producción de fracciones de carragenanos según su fase reproductiva, plantas cistocárpicas y vegetativas producen iota-carragenano y plantas tetraspóricas producen Kappa-carragenano.

2.2 Pesqueros

Las lugas constituyen la materia prima en plantas procesadoras de ficocoloides nacionales y extranjeros. En las estadísticas de desembarque pesquero editado por Sernapesca, la luga roja, luga negra y luga cuchara son consideradas



dentro de un solo grupo bajo el nombre de “luga luga”. Sin embargo, en algunas regiones (X, XI y XII) dado que el nombre científico de la especie de luga roja es *Gigartina skottsbergii* en las estadísticas es agrupada con otra especie del mismo género que se denomina comúnmente como chicoria.

Durante 1999 el desembarque de lugas a nivel nacional fue de 46.557 t húmedas. Los desembarques de las distintas lugas se concentran principalmente en la X, VIII, XII y XI Región, aportando al desembarque nacional el 62,1%, 22,9%, 9% y 0,2 respectivamente.

Estudios de monitoreo de la actividad extractiva del recurso Luga en la X y XI región realizados por Avila, *et al.*, (1998) indicaron que existen en la zona 41 praderas naturales que han sido explotadas en la temporada (1997-1998) siendo los principales puntos de desembarque Quellón y Ancud. La temporada de extracción comienza en agosto o septiembre dependiendo de las zonas y puede extender hasta el mes de marzo-abril del año siguiente. En este estudio, se indica la biomasa extraída por mes, biomasa total extraída por embarcación, las horas totales de buceo y la biomasa extraída por hora de buceo como indicador de rendimiento.

La industria productora de carrageninas tiene 11 años de existencia. Su producción se ha incrementado desde 26 t en 1989 hasta 2.920 t de carrageninas en el año 2000. Chile exportó durante el 2000, carrageninas por un monto de MUS\$ 21.900, además exportó 7.731 t de alga seca obteniendo ingresos de MUS\$ 9.000.

Debido al incremento en la demanda de materia prima en el mercado y que en Chile están operando 3 plantas productoras de carrageninas, se estima que la demanda interna aumentará, lo cual significa que se seguirá ejerciendo una presión extractiva sobre el recurso.



3. METODOLOGIA DE TRABAJO

3.1 Identificar las actuales áreas de extracción y las áreas potenciales de pesca de luga roja de la XI Región.

Para la caracterización, se efectuó durante la temporada 2001-2002 un censo de la actividad extractiva del recurso en el puerto de Quellón y Puerto Aysén, en el primero se desembarcan gran parte de las cosechas provenientes de la XI Región.

3.1.1 Procedencia y caracterización de la actividad extractiva

En base al censo se recopiló información diaria del desembarque del recurso, utilizando para ello un formulario que considera información por embarcación sobre áreas de extracción, recursos extraído, volumen y agentes extractivos. Diariamente el muestreador se dirigió, en la hora de arribo de la flota, a la zona del muelle donde se pesaron las algas para el proceso de comercialización y registró el peso húmedo del desembarque. Se identificaron las embarcaciones, tanto por la matrícula como por el nombre, registró la procedencia del recurso, las horas de zarpe y arribo, el número de buzos que opera por embarcación, las horas y profundidad del buceo, el nombre y edad de los buzos que operaron por embarcación.

Los datos fueron digitados y validados con un sistema de información que contiene archivos maestros con las listas codificadas de los centros de desembarque, de las embarcaciones, de los buzos y de las áreas de extracción del recurso.

Una vez validada la información, esta se procesó para obtener macro-indicadores de la actividad extractiva durante el primer trimestre de la temporada de extracción, los cuales se consideraron como indicadores generales. Entre ellos los más importantes son período de extracción, método de extracción, zonas de extracción por parte de la



flota. Número de pescadores dedicados a la actividad, tamaño de la flota (medida como número de embarcaciones que participa en la pesca del recurso), características de la flota (material de construcción y eslora), número de buzos que opera tanto por embarcación, como por temporada, y estructura de edad de los buzos.

Como indicadores mensuales, se consideran los que entregan información por área de extracción. Sobre la base de la información obtenida de los desembarques se estimó captura mensual por temporada y por área de extracción (t húmeda de alga), esfuerzo mensual por temporada y por área de extracción por hora de buceo y finalmente un índice de rendimiento de la actividad extractiva la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), basada en la siguiente fórmula:

$$CPUE = (C/E)$$

Donde,

CPUE = Captura por unidad de esfuerzo

C = Captura (kg de alga húmeda)

E = Esfuerzo (horas de buceo)

3.1.2 Áreas potenciales

Para determinar las áreas potenciales de la XI Región se recopiló información tanto de los pescadores artesanales, como de las empresas que explotan el recurso. No se efectuó un recorrido de las localidades o las áreas, por el costo que representa, sin embargo, se entregó características de las zonas que habitualmente presentan praderas de *Gigartina skottsbergii*.



3.2 Caracterización del comportamiento reproductivo de luga en las praderas de la XI Región

a) Epocas de reclutamiento de las fases gametofíticas y esporofítica

La evaluación del reclutamiento natural en una pradera de algas permite determinar la importancia de la generación de frondas por esporas en una pradera.

Para evaluar el reclutamiento de primavera, en cada una de las 5 praderas en estudio, se instalaron 30 sustratos (artificiales) en el mes de septiembre, en cada una de ellas. Los sustratos se distribuyeron homogéneamente en la pradera, y cada punto fue definido con GPS. La instalación se realizó en cada pradera de acuerdo a las características de la misma, tratando de instalarlos entre las plantas adultas. Después de 3 meses (en diciembre) de instalados se sacaron todos y se instalaron los 30 nuevos sustratos en cada una de las praderas, para evaluar reclutamiento en verano. En el mes de marzo se sacaron los 30 sustratos de verano de cada pradera y se instalaron los 30 sustratos de otoño (5 praderas). Finalmente, terminado el periodo de otoño se retiraron los sustratos y se incorporaron los 30 de invierno para cada una de las praderas, los que posteriormente al finalizar la dicha estación fueron retirados y evaluados.

Para la evaluación se contabilizó bajo lupa estereoscópica el número total de reclutas en toda la superficie del sustrato (150cm²). Los reclutas se reconocieron identificando la forma del talo en sus primeros estadios de desarrollo (Fig. 1). El total de reclutas contabilizados en cada sustrato fueron ingresados a un programa de estadística (Statistica, 1998) donde se estimó el promedio y la desviación estandar para cada pradera por área del sustrato. Se graficó el número promedio de reclutas por sustrato correspondiente a las 4 estaciones evaluadas en cada una de las praderas.



Los sustratos después de medidos fueron trasladados a estanques del invernadero del Centro de Maricultura de Hueihue, hasta que alcanzaron un tamaño mayor, para determinar las fases reproductivas a las que corresponden. Los sustratos se mantuvieron en estanques con agua de mar filtrada, nutrientes y aireación. Se efectuó controles mensuales para constatar la permanencia y crecimiento de los reclutas.

b) Epoca de viabilidad de carposporas y tetrasporas

La determinación de la viabilidad de carposporas y tetrasporas en diferentes periodos del año permite conocer si existen diferencias en la proporción de esporas que sobreviven en cada estación.

Para determinar la viabilidad de esporas de cada pradera se seleccionó al menos 30 frondas reproductivas tanto tetrasporofíticas como carposporofíticas. Durante el muestreo efectuado en los meses de primavera verano, otoño e invierno las frondas reproductivas colectadas mostraron diferentes grados de madurez, por lo que se seleccionaron los individuos más maduros y en la mayoría de los casos fueron menos de 30. Estas frondas se trasladaron en cajas aisladas térmicamente al laboratorio en Puerto Montt. En el laboratorio fueron lavadas con agua de mar filtrada a 0.45 μm , secadas con papel absorbente durante 1 hora a temperatura ambiente, luego de cada fronda se seleccionó la porción con estructuras reproductivas más maduras y se cortó en trozos de 4 cm^2 . Posteriormente y mediante shock hídrico (agua de mar filtrada) se estimuló la liberación de esporas en un matraz de 250 mL durante una hora. Para lograr esporulación del material de primavera fue necesario incrementar el período de permanencia de los trozos reproductivos en agua de mar, hasta 12 horas. Pasado ese tiempo la “suspensión” de esporas obtenidas, fue inoculada en cápsulas Petri con 5 réplicas, las que fueron mantenidas en la cámara de cultivo a 10 y 15°C con un fotoperíodo de 16:8 (L:O) y densidad de flujo fotónico de 5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ y 25 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.



Después de 6 días de cultivo se contó el número de esporas vivas y muertas bajo estereomicroscopio invertido, en 3 campos oculares aleatorios en cada una de las placas replicadas y con estos valores se estimó el porcentaje de viabilidad de las esporas en cada estación del año. El criterio para definir si una espora esta viva es presencia de un borde bien definido y pigmentación roja.

Se usó el siguiente algoritmo

$$V = (EV/ET) * 100$$

Donde:

V= porcentaje de viabilidad

EV = esporas vivas después de 6 días

ET= esporas totales (esporas vivas y esporas muertas a los 6 días)

c) Época de germinación de carposporas y tetrasporas

La germinación de carposporas y tetrasporas en diferentes periodos del año nos permitió conocer si existen diferencias en la proporción de esporas vivas que germinan en cada estación.

Para determinar la germinación de las esporas provenientes de cada pradera se usó las mismas placas de la actividad anterior (época de viabilidad de carposporas y tetrasporas) y se contó bajo estereomicroscopio invertido el número de esporas germinadas luego de 10 días de cultivo en 3 campos oculares en cada placa, estimando el porcentaje de germinación con respecto al valor de esporas vivas a los 6 días de cultivo. Se consideró una espora como germinada cuando presentó



un borde bien definido, pigmentación roja y al menos una división celular. Las condiciones de cultivo son las mismas que en la actividad anterior.

Para la estimación de la germinación se usó el siguiente algoritmo:

$$G = (EG/ET) \cdot 100$$

G = porcentaje esporas germinadas

EG = esporas germinadas después de 10 días de cultivo

ET = esporas vivas después de 6 días de cultivo

d) Época de madurez máxima y período de mayor liberación de esporas durante un ciclo anual

Se definió la madurez máxima de la pradera basándose en la existencia de diferenciación de tejidos y estructuras reproductivas en las plantas. Se estableció como criterio la suma del n° promedio de estructuras reproductivas producido por planta en cada pradera, aunque las estructuras contengan espora que no estén viables. Para estimar la madurez fisiológica, se relacionaron aspectos como viabilidad de las esporas y una combinación entre máxima cantidad de plantas reproductivas, máxima cantidad de estructuras producidas por planta.

d.1) Época de madurez máxima

Para determinar la época de madurez máxima de cada pradera en estudio mensualmente se obtuvieron 30 frondas de cada fase reproductiva (cistocárpicas y tetrasporofíticas) provenientes de los muestreos de biomasa.



Las frondas se trasladaron al laboratorio de algas en Puerto Montt, y en cada fronda se estimó el número de estructuras reproductivas inmaduras, maduras y vacías que están presentes en 9 campos oculares de 1 cm^2 , los cuales se distribuyen en 3 sectores de la fronda: ápice, centro y base de la fronda, ubicados en ambos márgenes y en el eje central de la misma.

Considerando que en el muestreo de los meses de primavera y verano, se observó un bajo número de estructuras reproductivas, en las frondas cistocárpicas estas fueron muestreadas en forma adicional con cuadrantes de 4 y 9 cm^2 para así, cuando aumente el número de estructuras reproductivas, poder discriminar cual es el tamaño más adecuado de muestreo. Además para cada planta se determinó la biomasa húmeda (g), y el área total (cm^2) utilizando un planímetro marca PLACOM Modelo KP-90 N. Se graficó el número promedio de estructuras reproductivas, maduras, inmaduras y vacías, mensualmente para cada pradera en estudio.

Estos datos permitirán evaluar: (a) esfuerzo reproductivo (N° estructuras por unidad de masa o superficie de fronda); (b) patrón temporal de los procesos de maduración y liberación de estructuras; (c) fecundidad individual, entre otros.

d. 2) Período de mayor liberación de esporas

Dada la gran distancia existente entre las praderas evaluadas, y con el laboratorio de Puerto Montt, se produce una esporulación natural durante el traslado. De manera que se decidió evaluar la esporulación en cada pradera.

Para evaluar la liberación de esporas en diferentes momentos de un ciclo anual, en cada pradera se colectó, como máximo 30 frondas reproductivas mensualmente de cada fase. En cada fronda se cortó un trozo con saca-bocado de aproximadamente 1 cm^2 y mediante deshidratación e hidratación (agua de mar



filtrada) estos fueron estimulados para la liberación de esporas durante 24 horas en recipientes plásticos con 100 mL de agua de mar. Los trozos fueron eliminados cuidando de no agitar los depósitos o manchas de esporas depositados en el fondo de la cápsula. Se contó el número de soros o cistocarpos esporulados, dependiente de la fase reproductiva, sobre la base del número de manchas depositadas en el fondo de la recipiente.

Luego el agua con las esporas se agitó, la solución se homogeneizó y se fijó con Lugol. La solución se almacenó en frascos para su traslado al laboratorio de Puerto Montt. En el laboratorio, de cada muestra se extrajeron 3 alícuotas, las cuales fueron depositadas en una cámara de conteo de células Sedgwick-Rafter. El recuento se hizo en un microscopio invertido y se determinó el número de esporas por alícuota. Este resultado se proyecta al volumen total de la suspensión (100 mL). El número de esporas obtenido representa el total de las estructuras reproductivas esporuladas en ese periodo. Se procedió con la misma metodología para los diferentes meses durante un ciclo anual.

Con el fin de evitar sub-estimaciones en el número de soros que liberan esporas, cuando se encuentran una alta densidad de soros maduros y ya puede ser difícil diferenciar si una mancha de esporas proviene de uno o más soros, se contó en cada trozo, el número total de soros maduros, antes y después del experimento. De esta forma se estimó el número de soros que vacía sus esporas durante el experimento. Se graficó el número promedio de esporas liberadas por esporangio durante un ciclo anual.

e) Estimar el crecimiento de frondas secundarias

Para la evaluación del crecimiento de frondas secundarias, con y sin la fronda principal en cada pradera estudiada, se seleccionaron 40 individuos de *Gigartina* con frondas secundarias adheridas al sustrato, en cada pradera. Estos se llevaron a la



cubierta de la embarcación y fueron marcados con etiquetas y masilla epóxica. A 20 individuos se les extrajo la fronda principal y a los otros 20 individuos se les utilizó como control no eliminando la fronda principal (en todos los casos, que se presentaron mas frondas bajo la principal éstas fueron eliminadas, dejando solamente una fronda secundaria). Se midió el área de la fronda secundaria de los dos tratamientos, dibujando con un lápiz indeleble el perímetro de cada fronda en una lámina transparente. Luego en el laboratorio se midió con un planímetro el área dibujada.

Estos experimentos se controlaron bi-mensualmente durante un año, cada vez se estimaron el incremento en tamaño de las frondas secundarias, obteniendo así el promedio de la tasa de crecimiento diario de cada tratamiento. Se consideró realizar muestreos bi-mensuales, porque esta especie presenta una tasa de crecimiento baja (Resultados Proyecto FIP 99-22, XII Región; Proyecto Fondef D97I1064, X Región).

Para determinar la tasa de crecimiento de las frondas vegetativas se utilizó el incremento en tamaño el cual se expresó como tasa de crecimiento diario basándose 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= área de la fronda (cm²) al tiempo t₁

S₂= área de la fronda (cm²) al tiempo t₂



t_2 = tiempo final (n días)

t_1 = tiempo inicial (1 día)

f) Crecimiento de frondas vegetativas

En cada una de las praderas en estudio, se seleccionaron 20 frondas vegetativas para tres rangos de tallas (2 a 5 cm; 5 a 10 cm; 10 a 15 cm) las cuales se individualizaron con marcas hechas con masilla epóxica sobre sustrato. Para evaluar el crecimiento en un período anual se midió el área de la fronda (n=20 para cada rango de talla) bi-mensualmente. Para esto con un lápiz indeleble se dibujó el perímetro de cada fronda en una lamina transparente. Luego en el laboratorio se midió con un planímetro el área dibujada. De esta forma, se estimó el área de las frondas de las cuales se obtuvo la tasa de crecimiento diario (%) para cada rango de talla, en las cinco praderas en estudio.

Para determinar la tasa de crecimiento se utilizó el algoritmo que se describió en el punto anterior.

Debido a la pérdida de algunas frondas de cada clase de tallas por efectos físicos y bióticos (Fig. 2), y a la posibilidad de disponer de pocas réplicas para cada tratamiento, en el mes de abril se procedió a reemplazar aquellos individuos perdidos por individuos que tuvieran un tamaño equivalente al promedio del tamaño de ese momento. El reemplazo de frondas, con individuos que se encuentran en el promedio mensual de cada categoría permitió tener una estimación de la tasa de crecimiento bimensual.



g) Regeneración de discos (in situ)

De acuerdo a resultados obtenidos por el equipo de investigadores de la Unidad Técnica de Algas del IFOP en el proyecto FONDEF D9711064, en condiciones de laboratorio los hapterios y discos de fijación, son capaces de regenerar nuevas frondas. Este recurso al ser recolectado o extraído por los buzos es desprendido en forma manual, de un tirón, al desprenderse la lamina en algunas oportunidades se observan remanentes de los hapterios (discos) en los sustratos, los cuales pueden ser importantes en el aporte de frondas a la población de *Gigartina*.

Para evaluar el crecimiento de los discos en cada pradera en estudio se seleccionaron 40 frondas que presenten hapterios adheridos al sustrato, las cuales se etiquetaron y dejaron en la pradera cada uno con al menos 5 hapterios. Las frondas se cortaron en la zona de inserción de cada hapterio dejándolo de esta forma al descubierto, para evaluar la regeneración y crecimiento de las nuevas frondas. Mensualmente se recolectaron 3 sustratos, los cuales se trasladaron al laboratorio de algas en Puerto Montt, donde con lupa estereoscópica se observaron y midieron mediante fotografía. En cada sustrato se evaluó el área de 10 frondas regeneradas desde los hapterios, eligiendo siempre las de mayor tamaño. Durante los primeros meses se evaluó el crecimiento mediante fotografías obtenidas con una lupa estereoscópica y posterior evaluación del área mediante planímetro digital (marca Placom Kp-90-N). En los meses siguientes y debido al aumento del tamaño de las frondas, la evaluación del crecimiento se realizó en forma directa calcando el contorno de la fronda sobre una lamina plástica transparente. Dicho dibujo sirvió para medir posteriormente el área de una fronda en una escala 1:1. Los datos obtenidos se utilizaron para calcular la tasa de crecimiento de la fronda regenerada desde hapterios, para ello se utilizó la formula:



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

donde:

A= tasa de crecimiento diario (%)

S₁= área de la fronda (cm²) al tiempo t₁

S₂= área de la fronda (cm²) al tiempo t₂

t₂ = tiempo final (30 días)

t₁ = tiempo inicial (1 día)

3.3 Determinar el (los) período(s) de mayor abundancia y máxima biomasa de las fases reproductivas de luga roja en la XI Región.

a) Reconocimiento de praderas de importancia comercial

Durante los primeros dos meses de proyecto se efectuó un reconocimiento de las principales praderas de importancia económica de lugas en la XI región, sobre la base de la información obtenida, se seleccionaron tres praderas en explotación y dos praderas no explotadas o en explotación incipiente. Se determinó la posición geográfica de las localidades prospectadas.

Las praderas se seleccionaron sobre la base de información disponible en la Unidad Técnica de Algas de proyectos desarrollados anteriormente con fondos regionales de la X Región. Esta información señala que el principal puerto de desembarque del



recurso es Quellón, existiendo además información de desembarque de luga roja en Puerto Aysén (Sernapesca 1999).

Durante los dos primeros meses de proyecto se efectuó un reconocimiento de las principales praderas de importancia económica de la XI Región, sobre la base de información de carácter extractivo. Se reunió información con las empresas y pescadores artesanales que explotan el recurso y se recurrió a la información recopilada por el Instituto de Fomento Pesquero sobre desembarque de luga roja procedente de la XI Región de años anteriores. Previo a la evaluación de las praderas se llevo a cabo la selección de ellas. Se seleccionaron las praderas considerando los siguientes criterios: acceso, ubicación y distancia razonable de una localidad urbana para facilitar la logística (arriendo de embarcación, y buzos de apoyo), costos involucrados en traslado, evaluación, actividades programadas para realizar mensualmente y características de la pradera (tipo de sustrato, salinidad, temperatura, profundidad).

De acuerdo a la información preliminar obtenida sobre la actividad de desembarque se corroboró que los principales puertos de desembarque de la Región son Quellón y Puerto Aysén, basándose en esta información se realizó una visita prospectiva a las localidades asociadas a estos puertos. Se seleccionaron dos grandes sectores uno en las Guaitecas y otro en Puerto Aguirre. En el primero se escogieron 3 praderas, dos de ellas explotadas que corresponden a Bahía Low e Islas Bajas y una pradera no explotada, Puerto Barrientos. Estas praderas del sector de las Guaitecas desembarcan principalmente en el puerto de Quellón (X Región). En el segundo sector de Puerto Aguirre se seleccionaron otras 2 praderas, Isla Vergara e Isla Meninea.



b) Caracterización de las praderas

Una vez elegidas las praderas se procedió a delimitar su extensión para obtener el área total, para ello se utilizó buceo “Hooka”, en donde los buzos delimitaron los puntos demarcando la forma de la pradera (ancho y largo si correspondía), mediante boyarines desde el fondo. Cada punto se registró con un GPS (Garmin 12), posteriormente la distancia entre cada punto se calculó con el mismo instrumento, con esta información se obtuvo el área de cada pradera en m².

Mediante buceo hooka se efectuó un reconocimiento en las praderas, y se determinó tipo de sustrato, profundidad de la pradera mediante profundímetro. Visibilidad de la columna de agua mediante disco secchi, este disco es de color blanco y esta unido a una cuerda graduada en metros, se hace descender por medio de un lastre y se registra la profundidad donde ya no es posible verlo a ojo desnudo. La temperatura y salinidad superficial y de fondo se midió con un salinometro-termómetro digital YSI 30 el cual tiene una sonda de 15 m.

Se efectuó una caracterización de cada una de las praderas referentes a distribución geográfica y mareal, tamaño, régimen de mareas, profundidad, tipo de sustrato, salinidad, temperatura, intensidad lumínica, grado de exposición al oleaje, y visibilidad de la columna de agua

La intensidad lumínica se midió “*in situ*” con un fotómetro Li-cor modelo Li 250 Light Meter. También se caracterizará en cada pradera, el movimiento de agua y el régimen de mareas a la cual están sometidas.



c) Evaluación de la biomasa reproductiva de luga en la XI Región

En la evaluación de biomasa reproductiva a realizar en las praderas de luga roja seleccionadas (3 praderas explotadas y 2 praderas no explotadas en la XI Región), se utilizó un muestreo sistemático que minimiza los problemas de agregación y desagregación de réplicas producidas usualmente en un muestreo aleatorio y, además permite generar una proyección espacial más clara del standing stock (biomasa cosechable) en cada pradera.

En el muestreo sistemático, se establecieron transectos perpendiculares a la costa, y distribuidos en cada pradera en estudio. Considerando el tamaño de cada una de las praderas y la forma se definió el número de transectos, y la distancia entre ellos. Considerando experiencias anteriores del grupo de trabajo y con los datos de los tamaños de las praderas se consideró que en el primer muestreo se colectaron 50 cuadrantes en cada una de ellas. Los estimadores en este tipo de muestreo se basan en el supuesto que la biomasa esté en un orden aleatorio respecto a las unidades muestrales, lo que hace que se comporten como una muestra aleatoria simple, a pesar del ordenamiento arbitrario que se les da en la orientación y distancia de los transectos.

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

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

En donde:

n = tamaño de la muestra

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

b_{ij} = biomasa observada en la unidad de muestreo i en el transecto j



A partir del muestreo inicial (50 cuadrantes) se obtuvo el número mínimo de muestras que se utilizaron en los muestreos siguientes. A partir de los valores de biomasa obtenida por cuadrante (1m^2), se procedió a determinar el número de cuadrantes mínimo a muestrear de la siguiente forma: En primer lugar se obtiene la biomasa de un cuadrante, luego se obtiene una biomasa promedio considerando dos cuadrantes, seguidamente se calcula otro valor promedio agregando un nuevo cuadrante y así sucesivamente se determinan n valores promedio, como número de cuadrantes existan. Luego se graficó la biomasa promedio con su respectivo error estándar versus el número de cuadrantes. Después del gráfico se determinó el tamaño mínimo a muestrear a partir del número de cuadrantes en donde la variación en torno a la biomasa comienza a ser mínima, es decir en el número de cuadrantes en donde los errores comienzan a ser homogéneos. Esta metodología permitió reducir el número de cuadrantes en las 5 praderas en estudio.

En las figuras 3 y 4 se grafica la estimación del número mínimo de muestras para cada una de las praderas en estudio. Para la pradera de Bahía Low se determinó que el número mínimo de cuadrantes es 30 distribuidos en 5 transectos separados cada 50 m, recolectándose 6 muestras cada 15 m por cada uno. En Puerto Barrientos el número mínimo de cuadrantes fue 30, distribuidos en 5 transectos separados cada 50 m, recolectándose 6 muestras cada 15 m por cada uno. En Isla Bajas el número mínimo fue de 20 cuadrantes, se realizaron 5 transectos, separados cada 30 m, recolectándose cada 4 muestras cada 20 m por cada uno. En Isla Meninea el número mínimo de cuadrantes fue 30 muestras distribuidas en 5 transectos separados cada 35 m, recolectándose 6 muestras separados cada 30 m por cada uno. Para Isla Vergara el número mínimo de muestras fue 30 distribuidos en 8 transectos separados cada 50 m. recolectándose 4 muestras cada 5 m por cada uno.



A partir del segundo mes de proyecto (octubre) se efectuaron muestreos regulares mensuales en cada pradera con el fin de cumplir con lo estipulado en la oferta técnica durante un ciclo anual. El material obtenido en cada uno de los cuadrantes se almacenó en una bolsa de polietileno, debidamente etiquetada. Las muestras fueron separadas por fases en frondas cistocárpicas, tetraspóricas y no reproductivas, y cada individuo fue medido (largo y ancho) y pesado. En todos los muestreos solamente se ha considerado frondas mayores a 1 cm de longitud. Con esta información para cada pradera estudiada se obtendrá la biomasa húmeda (g/m^2), frecuencia de tallas (%) y densidad de talos (n° talos/ m^2).

3.4 Determinar el (los) período(s) óptimo de cosecha para las praderas de la XI región, que permitan maximizar la biomasa obtenida conservando la capacidad productiva del recurso.

Enfoque metodológico

El enfoque metodológico para evaluar los períodos óptimos de cosecha para las praderas de luga roja de la XI Región, considera la adaptación de un modelo estructurado a la talla de la población del recurso, en función del estado inicial de las praderas (standing stock), el cual como salidas predice las abundancias poblacionales temporales (mensuales) y los rendimientos (cosechas), considerando los principales aspectos poblacionales (crecimiento, mortalidad, generación de frondas y el proceso asociado a la producción (extracción directa).

Durante el transcurso del proyecto se ha generado la información necesaria para modelar los principales parámetros poblacionales del recurso que explican la dinámica poblacional del recurso en estudio, aproximación que ha sido utilizada en la modelación de estrategias alternativas del recurso algal luga negra para las praderas de la X y XI regiones (Avila et al., 2000).



El modelo propuesto se basa en la evaluación poblacional de las praderas, realizada a partir de observaciones directas de las mismas, estructurando la población en términos de intervalos mensuales, en función del crecimiento – decrecimiento en área de las frondas¹. El análisis ha requerido como entrada estimaciones por estrato de área de:

- Abundancia mensual a la talla de población, referida al área de las frondas
- Determinación de una relación funcional área - peso mensual de la frondas.
- Tasa de crecimiento mensual en área y peso de las frondas.
- Matriz de mortalidad y generación natural instantánea por estrato de área de las frondas (pérdidas y aumento de frondas mensuales).

La fuente de información para obtener los parámetros integran los antecedentes generados en las siguientes actividades:

- Seguimiento directo mensual de la dinámica poblacional en densidad y biomasa por fase.
- Crecimiento de frondas vegetativas y secundarias.
- Experiencias de marcaje de frondas.
- Estimación de parámetros gravimétricos de las frondas.

El proceso de modelación está dirigido a integrar las capacidades de producción en densidad y biomasa, sobre la base de la remoción natural y generación de nuevas frondas de las praderas bajo diferentes estrategias de explotación considerando; niveles variables de extracción, diferentes meses de inicio de las cosechas y selectividad extractiva a la talla.

Los supuestos metodológicos del modelo consideran que:

¹ Se ha utilizado el área de la fronda (cm²), dado que esta medida presenta una buena correlación con el aumento en tamaño de luga - roja.



- Las praderas son unidades poblacionales discretas, limitándose el análisis a cada pradera en estudio.
- La unidad básica poblacional corresponde a la fronda, sin distinguir que éstas forman parte de una planta.
- La mortalidad natural del alga, se representa a través de una tasa de remoción de frondas en función del tiempo, la cual varía en relación con los estratos de tallas.
- El reclutamiento está dado por la capacidad de generación de nuevas frondas, sin distinción del origen de éstas (vía esporas y/o regeneración a partir de discos remanentes).
- El crecimiento en peso del recurso está descrito por medio de una función diferencial en el tiempo (mensual), por medio de una relación área - peso total de la fronda.

3.4.1 Dinámica de las praderas

El proceso de estructuración del modelo consideró la estructuración de la abundancia en número a la talla (N_i) a intervalos regulares, en función de tasas de crecimiento bimensual por grupo de tamaño (área de la fronda) y peso de acuerdo a:

$$K_A = \frac{\ln(A_{i+t} / A_i)}{\delta t} \quad \text{y} \quad K_w = \frac{\ln(W_{i+t} / W_i)}{\delta t}$$

Donde:

K = tasa de crecimiento específico en el estrato de área (A) y peso (w), expresados por unidad de tiempo.

A_i = Área inicial de las frondas en el estrato de tallas i en el tiempo 0.



W_i = peso total húmedo inicial.

A_{i+t} = Area de las frondas del estrato de talla i después del tiempo t .

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

La abundancia total en número y biomasa por estrato de tamaño al inicio (t) fue obtenida por:

$$N_t = \sum_{A_i}^{A_\lambda} N(A_i)$$

$$B_A = \sum_{A_i}^{A_\lambda} N(A_i) * W(A_i)$$

Donde: A_λ representa a los individuos de área máxima observada, y $W(L_i)$ ésta dado por la conversión de la talla media del rango A_i representa el peso por la función gravimétrica del tipo:

$$W(A_i) = a * (A_i; A_i + \delta A)^b$$

Esta función fue evaluada a fin de determinar el tipo de relación de mejor ajuste a los datos observados de área de la fronda - peso del misma.

La evaluación poblacional consideró la densidad y biomasa del estado vegetativo de las frondas y los dos estados reproductivos, cistocárpico y tetrasporofítico, los cuales fueron incorporados de acuerdo a su probabilidad de ocurrencia observada dentro de la muestra total:

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



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

Donde $P_{k,e}$ corresponde a la probabilidad k del estado e en la Area i, y N el número total de individuos observados. Las estimaciones de densidad y biomasa, fueron tratadas en función de una superficie estandar de 1 m².

♦ **Proyección de la abundancia y tasa de cambio de frondas (mortalidad - generación)**

La proyección mensual de la abundancia por intervalo de área de las frondas (A) y tiempo (t), se desarrolló mediante la siguiente expresión:

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

Para estimar la mortalidad (m_i) de la población, se construyó una tabla de vida a partir de las observaciones de densidad talla - específica por fase para cada mes. La tabla de vida permite proyectar tasas de cambio poblacional en función de las mortalidades observadas de acuerdo a:

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

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

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



$$N(A_i + \delta A, t + 1) = N(A_{i,t}) * e^{S_i}$$

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

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

3.4.2 Desempeño productivo de las praderas

A partir de las proyecciones determinísticas realizadas sobre la base de las observaciones de las evaluaciones directas, se procedió a simular la trayectoria de la población incorporando tasas de remoción directa a la talla específica para los distintos meses de inicio de la actividad extractiva, la cual se evaluó por medio de los niveles de cosecha por superficie, de acuerdo a:

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

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

$$Eficiencia..Productiva = \left(\frac{Cosecha(Mes; TR; Talla)}{Cosecha.maxima} \right)$$

Como indicadores poblacionales asociados, se utilizaron índices de biomasa y densidad remanentes (IBR - IDR), evaluados en los meses sucesivos a las



máximas biomazas poblacionales de cada pradera. Los índices se describen de acuerdo a:

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

Donde; e = Bajo explotación y sq = sin intervención

3.4.3 Procedimiento de ajuste y validación del método

Se evaluó la condición de estatus de las praderas (sin intervención, como lo son Pto. Barrientos e Isla Vergara), como producto de la validación del modelo, lo cual permitió definir los niveles mensuales de densidad y biomasa observados. Cabe indicar, que de acuerdo a información proporcionada por pescadores locales, las praderas de Bahía Low, Isla Meninea e Islas Bajas, se encontrarían bajo explotación, y por tanto fueron descartadas dada su condición de no equilibrio.

A las praderas localizadas en Puerto Barrientos e Isla Vergara, se le aplicó la tabla de vida observada durante el período de estudio, incorporando la función de cambio en área (crecimiento- decrecimiento). La abundancia en peso (biomasa) se estimó a través de la función área - peso mensual, y se proyectó la población (datos estimados), validando las respuestas (estimaciones), por medio de comparación de los datos observados, para lo cual se realizaron ajustes de optimización entre ambas variables.

3.4.4 Evaluación de estrategias

Para la evaluación de las estrategias se estimó, de forma temporal (estación de cosecha), el rendimiento máximo de la pradera dentro de un ciclo anual, considerando las distintas fases del ciclo de vida. Los períodos óptimos de



cosecha, fueron establecidos en consideración a la máxima biomasa cosechable bajo un criterio de sustentación interanual de la pradera, bajo criterios de biomasa y densidad remanente post – cosecha, e inicial para la siguiente época de crecimiento de la pradera.

Dentro de los aspectos evaluados se consideró:

- 1.- Situación base - sin extracción.
- 2.- Evaluación del mes de inicio de las cosechas.
- 3.- Evaluación de la tasa de remoción.
- 4.- Evaluación de selectividad a la talla (área de las frondas).
- 5.- Determinación del escenario óptimo; maximización de cosechas y regeneración de la pradera.

La evaluación de escenarios alternativos de cosecha, se realizó por medio de la inclusión de una tasa de remoción a la talla, considerando diferentes meses de inicio de la actividad. A través de optimización no - lineal se evaluó la combinación óptima entre el mes de inicio, la tasa de remoción y la talla de cosecha.

A través de la optimización de los factores evaluados, se exploró la mejor combinación para cada pradera, por medio de análisis continuo de tasas de remoción, a una talla de cosecha óptima a definir, considerando los meses de mayor adecuación entre eficiencia productiva y desempeño poblacional de la pradera.

Debido a la existencia de procesos de tipo operacional y económicos que condicionan la actividad extractiva de este recurso algal, los resultados de optimización de las cosechas fueron evaluados considerando el funcionamiento del sistema extractivo y de proceso. En este sentido, para la elaboración de un



plan de cosechas de las praderas de luga roja, se incorporaran las opiniones técnicas y requerimientos de los agentes del sector extractivo y de procesamiento, a discutir en el Taller comprometido en el proyecto, a fin de realizar recomendaciones para el manejo adecuado de praderas de luga roja.

Sin embargo, dado que el modelo desarrollado permite analizar el desempeño de la pradera bajo distintos escenarios de cosechas, a priori se han evaluado tasas de remoción del 25, 50 y 75%, para tallas mínimas de corte de 18 cm (250 cm²), 25 cm (500 cm²) y sin restricción de talla, para meses de inicio de las cosechas; noviembre, diciembre y enero, comparando el indicador de biomasa remanente post-cosecha en el mes de abril. La eficiencia productiva y desempeño poblacional de la pradera se estimó a través de optimización no lineal de los factores evaluados.

3.5 Taller Técnico

En el mes de noviembre se realizará un Taller Técnico sobre el tema “Estudios para la explotación sustentable de las praderas de luga roja”, con la participación de la Subsecretaría de Pesca, académicos, agentes del sector extractivo y de procesamiento.

3.6 Análisis estadístico

El alto número y los distintos tipos de variables, observaciones y escalas espaciales involucradas en el estudio implican también 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 aplicadas fueron seleccionados 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 fueran obtenidas bajo condiciones estadísticas similares, evitando las ambigüedades de comparar resultados que provienen de dúcimas con distintos requerimientos y condiciones. Los criterios de selección y aplicación de análisis se tomaron 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 diseños 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 aplicó una estructura multifactorial, variando el número de factores de acuerdo al caso.

Los datos fueron analizados mediante modelos de análisis de varianza multifactoriales fijos o mixtos (combinando factores fijos con factores aleatorios), dependiendo del caso. El principal criterio para la interpretación de los resultados estadísticos obtenidos fue la existencia o no de interacciones significativas entre dos o más factores. Cada vez que una interacción resultó significativa, especialmente en el caso de las interacciones de más alto orden, la interpretación no se centró en el efecto por separado de los distintos factores sino en su efecto combinado, que representa el fenómeno biológicamente relevante. Cuando la interacción de más alto orden no fue significativa, la interpretación de resultados se enfocó en aquellas interacciones subordinadas y significativas capaces de integrar la mayor cantidad de factores. El efecto estadístico de un factor aislado sólo se consideró si no participaba de ninguna interacción, y en tales casos las diferencias entre los niveles del factor (cuando existían más de 2 niveles) fueron analizadas mediante la prueba a posteriori de Scheffé.



Variantes metodológicas para el análisis de datos

Debido al número impar (5) de praderas de *G. skottsbergii* considerado en el proyecto, y a que la formulación implicó la selección de praderas tanto explotadas como no explotadas, en el presente informe se optó por analizar los datos en dos modalidades distintas:

(a) análisis para el conjunto de 5 praderas, sin clasificarlas como explotadas o no explotadas ni en función de su ubicación geográfica, debido a que el número impar no permite tratar el estatus de explotación como un factor en el análisis de varianza. Esto último produciría un desbalance de celdas haciendo imposible el análisis o causando que los valores correspondientes a celdas vacías debiese ser estimado artificialmente mediante sumas de cuadrados tipo IV, generando valores “falsos” que posteriormente estarían en interacción con valores reales produciendo resultados finales espúreos.

(b) análisis para 4 praderas, clasificadas como explotadas (2) versus no explotadas (2), y según su localización en menor (2) o mayor (2) latitud denominadas respectivamente zonas norte y sur. Esta opción se tomó por la importancia de analizar los posibles efectos de la explotación y la ubicación geográfica sobre la reproducción y sobre la biomasa o densidad que constituye el standing crop. En esta modalidad, y para efectos de evitar el desbalance de celdas como en la modalidad (a), fue necesario dejar fuera del análisis una de las praderas, para lo cual se excluyó a Bahía Low dado que los antecedentes preliminares indicaron características biológicas y comportamiento en general distinto a todas las demás praderas. Los análisis posteriores evidencian claramente la desviación de las tendencias observadas en esta pradera con relación al resto, por lo cual el hecho de remover su aporte de varianza permitió definir más claramente si la explotación y la localización actúan como fuerzas de cambio en estas poblaciones.



Las dos modalidades descritas son complementarias más que excluyentes, y aplicadas en conjunto permiten obtener más información que la resultante de un análisis completo para el total de praderas.

Modalidad de análisis para efectos temporales

Las malas condiciones climáticas en el mes de mayo del año 2002 hicieron imposible efectuar los muestreos programados para esa fecha en Isla Bajas. La falta de dichos datos generó consecuentemente un desbalance de celdas en aquellos casos en que el análisis contempló variables medidas mensualmente, impidiendo usar mes como un factor clasificatorio. Por este motivo, en tales casos los análisis evaluaron las tendencias temporales clasificándolas por estación del año, y complementando la interpretación de los resultados mediante la inspección de las series de tiempo mensuales para cada variable. Esto permitió completar todos los objetivos y análisis comprometidos, y en el caso en que algún efecto significativo se asoció a una estación particular del año (e.g., valores máximos o mínimos para una variable dependiente), las series de tiempo mensuales permitieron identificar el o los momentos específicos de la estación en que se produjeron dichos valores.

Debido a la gran cantidad de interacciones entre factores resultantes en cada tabla de análisis de varianza (que llegan hasta 57 en algunos casos), hemos incorporado sólo aquellas interacciones que resultaron significativas para facilitar la lectura de la información.

Otros análisis

Para la información obtenida de manera complementaria a los objetivos del proyecto, relacionada con aspectos reproductivos poblacionales y de historia de



vida, se aplicaron mayormente análisis de correlación producto-momento (coeficiente paramétrico de Pearson) o de regresión lineal simple, cuando los datos fueron apropiados para estos casos y no existieran problemas de falta de linealidad entre las variables.





4. RESULTADOS

4.1 Identificar las actuales áreas de extracción y las áreas potenciales de pesca de luga roja de la XI Región

Las principales áreas de extracción están asociadas al puerto de Quellón donde se desembarcan algas procedentes de 33 praderas de la X y XI Región, ubicadas en Guafo, Corcovado, Ipun, Puerto Low, Tic-toc, Guapiquilán, I. Williams, Midhurst, Laitec, Cordillera, Yelcho, Johnson, Tenquehuen, Seno Cornisoh, I. Bajas, Chochi, I. Kent, Melinka, Inio, San Pedro, Chaullin, Guamblin, Chiguao, Guamapa, Yenihueno, Pedregoso, I. Llanos, Encolque, Grupo Esmeralda, Refugio, Pinto, Ayentema, y P. Paula.

4.1.1 Procedencia y caracterización de la actividad extractiva

Temporada y área de Extracción

De acuerdo a la información obtenida en la X y XI Región, *Gigartina skottsbergii* constituye uno de los recursos algales que están siendo explotados de manera comercial. En la temporada 2001-2002 los desembarques se iniciaron en el mes de Septiembre y terminaron en el mes de Abril, las localidades están ordenadas de mayor a menor cantidad de toneladas húmedas desembarcadas. (Tabla 1).



Tabla 1. Volúmenes de desembarque para las diferentes localidades asociadas al Puerto de Quellón (90% de humedad). Temporada 2001-2002.

| Localidad | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Total |
|----------------|------------|---------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|--------|-----------|
| Guafó | 0 | 497.144 | 629.500 | 399.700 | 739.545 | 301.380 | 18.800 | 0 | 2.586.069 |
| Corcovado | 0 | 123.000 | 81.000 | 46.500 | 291.520 | 80.860 | 0 | 0 | 622.880 |
| Ipun | 27.000 | | 145.000 | 106.000 | 75.720 | 135.000 | 36.300 | 0 | 525.020 |
| Pto. Low | 0 | 0 | 12.000 | 198.000 | 162.306 | 70.500 | 0 | 0 | 442.806 |
| TicToc | 0 | 55.000 | 105.500 | 10.000 | 139.050 | 56.280 | 0 | 11.723 | 377.553 |
| Guapiquilan | 0 | 40.500 | 91.700 | 15.000 | 41.324 | 3.230 | 0 | 0 | 191.754 |
| I Williams | 0 | 0 | 34.000 | 0 | 78.080 | 38.360 | 0 | 0 | 150.440 |
| Midhurst | 0 | 20.000 | 0 | 32.000 | 62.868 | 0 | 0 | 0 | 114.868 |
| Laitec | 0 | 33.000 | 32.700 | 4.100 | 6.107 | 13.630 | 3.980 | 1.490 | 95.007 |
| Cordillera | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35.500 | 51.300 | 0 | 86.800 |
| Yelcho | 0 | 3.900 | 17.612 | 1.300 | 8.340 | 6.650 | 25.920 | 1.950 | 65.672 |
| Johnson | 0 | 0 | 0 | 39.000 | 21.000 | 0 | 0 | 0 | 60.000 |
| Tenquehuen | 0 | 0 | 0 | 0 | 54.000 | 0 | 0 | 0 | 54.000 |
| Seno Cornisoh | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35.000 | 0 | 0 | 35.000 |
| I. Bajas | 0 | 0 | 13.000 | 20.000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33.000 |
| Chochi | 0 | 20.500 | 8.000 | 0 | 3.114 | | 0 | 1.326 | 32.940 |
| I. Kent | 0 | 0 | 0 | 28.000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28.000 |
| Melinka | 0 | 28.000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28.000 |
| Inio | 0 | 3.000 | 8.000 | 0 | 10.000 | 4.500 | 0 | 0 | 25.500 |
| San Pedro | 0 | 9.000 | 10.500 | 1.000 | 600 | 400 | 3.670 | 0 | 25.170 |
| Chauflín | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.000 | 20.700 | 1.000 | 0 | 24.700 |
| Guamblín | 0 | 0 | 0 | 16.000 | 0 | 8.000 | 0 | 0 | 24.000 |
| Chiguao | 0 | 0 | 650 | 600 | 8.600 | 8.800 | 4.810 | 0 | 23.460 |
| Guamapa | 0 | 0 | 0 | 18.000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18.000 |
| Yenihueno | 0 | 0 | 0 | 0 | 11.000 | 0 | 0 | 0 | 11.000 |
| Pedregoso | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.000 | 0 | 0 | 0 | 10.000 |
| I llanos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9.000 | 0 | 0 | 9.000 |
| Encolque | 0 | 7.300 | 1.200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8.500 |
| Gpo. Esmeralda | 0 | 0 | 0 | 7.000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.000 |
| Refugio | 0 | 0 | 7.000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.000 |
| Pinto | 0 | 0 | 3.000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.000 |
| Ayentema | 0 | 0 | 0 | 2.500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.500 |
| P.Paula | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.000 | 0 | 1.000 |
| | 27.000 | 840.344 | 1.200.362 | 944.700 | 1.726.174 | 827.790 | 146.780 | 16.489 | 5.729.639 |



Entre las localidades de procedencia de las algas las más importantes en cuanto a volumen son Isla Guafo (X Región), Corcovado (X Región), Ipun (X Región), Puerto Low (XI Región), Tic-Toc (X Región), Guapiquillan (X Región), I. Williams (XI Región), Midhurst (XI Región). Los volúmenes de desembarque para el Puerto de Quellón desde el 23 de septiembre hasta el 16 de Abril del 2002 son de 5.729,6 t húmedas (Tabla 2).

Tabla 2. Desembarque total por mes del Puerto de Quellón (90% de humedad) en la temporada 2001-2002.

| Mes | Volumen |
|--------------|------------------|
| Septiembre | 27.000 |
| Octubre | 840.344 |
| Noviembre | 1.200.362 |
| Diciembre | 944.700 |
| Enero | 1.726.174 |
| Febrero | 827.790 |
| Marzo | 146.780 |
| Abril | 16.489 |
| Total | 5.729.639 |

Los meses más importantes en cuanto a volumen de captura son Noviembre y Enero.

Número de buzos y tamaño de la flota

Con relación al número de buzos que lleva cada embarcación para las faenas de extracción, se procesó la información obtenida del Puerto de desembarque, para el caso de Quellón las embarcaciones operan de preferencia con 3 buzos 62,5% y el 30,8% con 2 buzos, esto debido a que las praderas donde se cosecha la luga



roja se encuentran a grandes distancias de los centros de desembarque, esto también tiene relación con el tamaño de las embarcaciones utilizadas (Tabla 3).

Tabla 3. Número de buzos que operan en embarcaciones que desembarcan en el Puerto de Quellón. Temporada 2001-2002.

| Nº de Buzos | Frecuencia | Porcentaje |
|----------------------|------------|-------------|
| 1 | 8 | 1,3% |
| 2 | 188 | 30,8% |
| 3 | 381 | 62,5% |
| 4 | 33 | 5,4% |
| Total General | 610 | 100% |

En cuanto al tamaño de la flota que opera en los alrededores Puerto de Quellón es de 265 embarcaciones.

Captura y esfuerzo

Para el caso del Puerto de Quellón los resultados de captura se muestran en la figura 5a y 5b, por mes y localidad respectivamente, considerando en esta última solo las 6 localidades más importantes las cuales se encuentran sobre las 100.000 t húmedas. Los meses más importantes en cuanto a volumen de captura son noviembre de año 2001 y enero del año 2002.

Captura por Unidad de Esfuerzo (C.P.U.E)

En los estudios biológicos-pesqueros la asociación de la captura y esfuerzo, permite calcular la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), Índice que corresponde a una estimación de rendimiento del recurso. Para la estimación del esfuerzo y CPUE se utilizó la información recolectada hasta el 16 de abril del 2001
Tabla 4.



Tabla 4. Captura, esfuerzo y CPUE obtenido de embarcaciones que desembarcan en el Puerto de Quellón.

| Mes | Captura | Esfuerzo | C.P.U.E. |
|----------------|------------------|---------------|------------|
| Septiembre | 27.000 | 324 | 83 |
| Octubre | 840.344 | 6.229 | 135 |
| Noviembre | 1.200.362 | 8.276 | 145 |
| Diciembre | 944.700 | 5.625 | 168 |
| Enero | 1.726.174 | 12.646 | 136 |
| Febrero | 827.790 | 6.616 | 125 |
| Marzo | 146.780 | 1.239 | 118 |
| Abril | 16.489 | 157 | 105 |
| General | 5.729.639 | 41.112 | 139 |

En el mes de diciembre se obtiene la máxima captura por unidad de esfuerzo de 168 k/hora, disminuyendo en los meses siguientes.

Profundidad

Las profundidades mas frecuentes donde se extrae la luga roja de los desembarques de Quellón es a 6, 8, 10 y 12m de profundidad (Tabla 5).



Tabla 5. Frecuencia de las profundidades de buceo donde se extrae *Gigartina skottsbergii* desembarcada en el Puerto de Quellón.

| Profundidad | Frecuencia | Porcentaje |
|----------------------|------------|-------------|
| 2 | 2 | 0,3% |
| 3 | 16 | 2,6% |
| 4 | 40 | 6,6% |
| 5 | 45 | 7,4% |
| 6 | 63 | 10,3% |
| 7 | 40 | 6,6% |
| 8 | 96 | 15,7% |
| 9 | 21 | 3,4% |
| 10 | 114 | 18,7% |
| 11 | 3 | 0,5% |
| 12 | 66 | 10,8% |
| 13 | 6 | 1,0% |
| 14 | 9 | 1,5% |
| 15 | 49 | 8,0% |
| > 16 | 40 | 6,6% |
| Total General | 610 | 100% |

Duración de la faena de una embarcación

Para el caso del Puerto de Quellón la mayor frecuencia se da en el intervalo de tiempo de 6 a 10 días con un 44% seguidos por el intervalo 1 a 5 días 37%. En este caso tenemos dos intervalos de tiempo con una frecuencia alta esto se debe en gran parte a que las distancias y las embarcaciones son mayores y las praderas se encuentran más lejanas a este punto de desembarque (Tabla 6).



Tabla 6. Intervalo de tiempo de días navegados por embarcación que se desembarcan en el Puerto de Quellón.

| Días/Navegados | Frecuencia | Porcentaje |
|----------------------|------------|-------------|
| [1 - 5] | 246 | 37% |
| [6 - 10] | 293 | 44% |
| [11 - 15] | 86 | 13% |
| [16 - 20] | 15 | 2% |
| > 21 | 25 | 4% |
| Total General | 665 | 100% |

4.1.2 Areas potenciales

En Febrero de 1999 se efectuó un crucero de reconocimiento de praderas de luga roja en la XI Región a bordo del M/N Puerto Natales 2. La misión se inició el 9 de febrero concluyendo el 19 de febrero (Fig. 6).

Se visitó praderas entre la Isla Crosslet e Isla San Javier en el sector norte del Golfo de Penas. En la figura 7 se indica el recorrido efectuado donde se hizo un reconocimiento de praderas, se observó faenas de pesaje, recepción, acopio y venta e partidas de luga provenientes de diferentes lugares (Fig. 8).

Morfología de las frondas y características de las praderas

Las praderas observadas corresponden a Isla Crosslet, Isla Javier y Estero San Esteban.

Las poblaciones de *Gigartina skottsbergii* están localizadas a bajas profundidades, entre 6-10m en aguas totalmente transparentes, hasta el fondo marino. Las poblaciones están asentadas en sustratos roca maciza y bolones. Donde se



distribuyen las poblaciones de *Gigartina*, llama la atención la abundante presencia de algas crustosas calcáreas articuladas y no articuladas de color rosado muy pálido, cubriendo gran parte del sustrato libre de *Gigartina* (Fig. 9).

En esta área las poblaciones no se extienden hasta grandes profundidades, y se puede encontrar luga en forma abundante solo hasta 10-12m, de acuerdo a la información entregada por los lugueros.

Las frondas son láminas anchas, orbiculares de tamaño variable, en promedio de un diámetro de 30-40cm, gruesas y ásperas al tacto. La mayoría de las frondas observadas en la faena son cistocárpicas inmaduras e indiferenciadas (tetraspóricas inmaduras o gametofitos masculinos) y solo se observa presencia de algunas frondas tetraspóricas maduras (Fig. 10). Algunos ejemplares presentan una serie de proliferaciones en el borde y sobre la superficie de la fronda (Fig. 11)

En las praderas de *Gigartina* de Isla Crosslet e Isla Javier, se observa que las frondas presentan una coloración verde amarillenta (Fig. 12). La coloración roja característica de la luga, sólo, se observa en las praderas del Estero San Esteban. En este sector las poblaciones están en aguas más expuestas con menor transparencia que las de Golfo de Penas.

En Isla Crosslet el sustrato es pedregoso hasta 1 milla afuera donde hay 12-13m de profundidad. Pero las poblaciones de luga crecen preferentemente a profundidades de 4-6 m, entre 8-10m no se encuentran frondas de luga.

En poblaciones intermareales de luga cuchara (*Mazzaella laminariodes*) se observó coloración amarilla de sus frondas. En el caso de poblaciones de *Durvillaea antarctica* (cochayuyo) que son abundantes en la zona se observó coloración (café amarilla). Lo mismo se observa en praderas de *Sarcothalia crispata* (luga negra).



Temporada de extracción

La temporada de extracción fue desde marzo hasta junio del mismo año, hasta el año 1999, solo se había realizado una faena de extracción en esa zona. La segunda actividad extractiva en la zona se inició en octubre del mismo año hasta febrero del año siguiente (Fig. 6).

Según los algueros la luga colectada era solo un poco más grande que las cosechas actuales. De acuerdo a sus apreciaciones las frondas mayores se desprenden, a fines de verano, en el mes de marzo.

Características de la pradera de Isla Javier

Para caracterizar la pradera de la cosecha se sacaron 61 frondas al azar en una malla de 41 kg proveniente de Isla Javier. Las cuales se pesaron individualmente se midieron y se determinó el estado reproductivo para estimar la estructura de tallas, tipo de fronda (roja, roja-verde, y verde-amarillenta) (Fig. 12) y fenología (Tabla 7).

Las frondas de esta localidad presentan un tamaño promedio de 20.9 cm (largo) y 34.7 cm (ancho), con un peso de 77.4 g. Del total de frondas recolectadas, el 57.4 % correspondió a la fase cistocárpica, el 41% a frondas vegetativas y 1% a tetrásporicas. Por otro lado, al separar las frondas por el color que presentaban, el 49.2 % correspondió a frondas rojas-verdes, el 32.8 % a rojas y el 18 % a verde-amarillentas.



Tabla 7. Información del largo, ancho y peso de las frondas cistocárpicas, tetrásporicas y vegetativas de luga roja, además del tipo de coloración de las frondas (1= rojo; 2= roja-verde; 3= verde-amarillenta) en la localidad de la Isla Javier en el periodo de febrero del 1999.

| Individuo | cistocárpico | tetrásporico | vegetativo | tipo | ancho | largo | peso |
|-----------|--------------|--------------|------------|------|-------|-------|------|
| 1 | | | X | 3 | 15 | 31 | 57 |
| 2 | X | | | 2 | 12 | 35 | 73 |
| 3 | | | X | 2 | 25 | 24 | 38 |
| 4 | X | | | 2 | 30 | 50 | 194 |
| 5 | X | | | 2 | 19 | 43 | 86 |
| 6 | X | | | 2 | 17 | 30 | 72 |
| 7 | X | | | 1 | 27 | 46 | 206 |
| 8 | X | | | 2 | 17 | 30 | 72 |
| 9 | X | | | 1 | 20 | 35 | 79 |
| 10 | X | | | 1 | 28 | 40 | 175 |
| 11 | X | | | 2 | 19 | 23 | 32 |
| 12 | X | | | 2 | 24 | 28 | 86 |
| 13 | X | | | 1 | 19 | 33 | 38 |
| 14 | X | | | 2 | 30 | 43 | 75 |
| 15 | | | X | 2 | 17 | 31 | 64 |
| 16 | | | X | 2 | 13 | 21 | 24 |
| 17 | | | X | 3 | 23 | 36 | 58 |
| 18 | | | | 3 | 30 | 32 | 38 |
| 19 | X | | | 2 | 17 | 30 | 67 |
| 20 | | | X | 3 | 17 | 35 | 33 |
| 21 | | | X | 3 | 25 | 46 | 118 |
| 22 | | | X | 3 | 22 | 42 | 70 |
| 23 | | | X | 1 | 16 | 26 | 36 |
| 24 | | | X | 2 | 19 | 32 | 39 |
| 25 | | | X | 3 | 28 | 34 | 51 |
| 26 | | | X | 2 | 19 | 33 | 63 |
| 27 | X | | | 1 | 28 | 35 | 58 |
| 28 | X | | | 2 | 25 | 44 | 90 |
| 29 | | | X | 1 | 11 | 18 | 18 |
| 30 | X | | | 1 | 15 | 21 | 29 |
| 31 | X | | | 1 | 18 | 35 | 60 |
| 32 | | | | 2 | 32 | 45 | 124 |
| 33 | X | | | 1 | 25 | 36 | 55 |
| 34 | X | | | 1 | 15 | 36 | 73 |
| 35 | X | | | 3 | 17 | 26 | 25 |
| 36 | | | X | 2 | 20 | 36 | 77 |

Cont.1



Cont.' Tabla 7

| | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|----|----|-----|
| 37 | X | | | 1 | 23 | 42 | 105 |
| 38 | | | X | 1 | 18 | 31 | 64 |
| 39 | | | X | 1 | 15 | 24 | 35 |
| 40 | X | | | 1 | 26 | 48 | 122 |
| 41 | X | | | 1 | 37 | 55 | 216 |
| 42 | | X | | 1 | 6 | 13 | 15 |
| 43 | X | | | 1 | 14 | 27 | 53 |
| 44 | X | | | 2 | 29 | 48 | 170 |
| 45 | | | X | 2 | 21 | 36 | 57 |
| 46 | X | | | 2 | 34 | 53 | 173 |
| 47 | | | X | 2 | 20 | 40 | 110 |
| 48 | | | X | 3 | 27 | 46 | 115 |
| 49 | X | | | 1 | 28 | 40 | 93 |
| 50 | X | | | 1 | 21 | 32 | 73 |
| 51 | X | | | 1 | 21 | 37 | 67 |
| 52 | X | | | 3 | 13 | 20 | 17 |
| 53 | | | X | 1 | 17 | 31 | 43 |
| 54 | | | | 2 | 17 | 30 | 41 |
| 55 | X | | | 2 | 31 | 63 | 270 |
| 56 | | | X | 1 | 19 | 38 | 72 |
| 57 | X | | | | 30 | 51 | 130 |
| 58 | | | X | 2 | 9 | 20 | 15 |
| 59 | X | | | 2 | 24 | 34 | 80 |
| 60 | X | | | 2 | 10 | 17 | 12 |
| 61 | | | X | 3 | 16 | 23 | 20 |

Esfuerzo Pesquero

Con la información de captura obtenida de embarcaciones (lanchas y botes) que se encontraban laborando en la zona, de las localidades de Isla Javier (Tabla 8), Isla Crosslet (Tabla 9) y Estero San Esteban (Tabla 10), se pudo calcular el índice de rendimiento de la actividad extractiva, es decir, captura por unidad de esfuerzo (CPUE). De esta forma, en la localidad de Isla Javier el mejor rendimiento de CPUE lo obtuvieron la lancha Rosita IV con un valor de 777.6 K/día buzo y el bote Estrella del Norte con 1506.7 K/día buzo. En Isla Crosslet el mayor rendimiento se observó en la lancha Flor del mar con un valor de 836.2 K/día buzo. Para el Estero San Esteban la lancha Nueva Esperanza mostró un rendimiento de 1669.7K/buzo



día. De las localidades mencionadas el sector Isla Javier, agrupa varias islas las cuales se encuentran en el límite Norte de la Provincia Capitán Prat.

Tabla 8: Esfuerzo pesquero de la extracción de luga roja en la localidad de Isla Javier.

| Embarcación | | Marinos | Buzos | Trabajo (días) | Captura (K) | CPUE (K/día buzo) |
|-------------|--------------------|---------|-------|-------------------|-------------|----------------------|
| Lanchas | Sta. María | 2 | 4 | 8 | 16727 | 522.719 |
| | Marbella | 3 | 4 | 11 | 20272 | 460.727 |
| | Rosita IV | 3 | 2 | 11 | 17079 | 776.318 |
| Botes | Jordán | 2 | 2 | 5 | 5587 | 558.7 |
| | Estrella del norte | 1 | 1 | 4 | 6027 | 1506.75 |
| | Aguila | 1 | 1 | 7 | 7035 | 1005 |
| | Carlos I | 2 | 2 | 9 | 11038 | 613.222 |
| | | | | Total | 83765 | |



Tabla 9. Esfuerzo pesquero de la extracción de luga roja en la localidad de Isla Crosslet.

| Embarcación | | Marinos | Buzos | Trabajo (días) | Captura (K) | CPUE (K/día buzo) |
|-------------|---------------|---------|-------|----------------|-------------|-------------------|
| Lanchas | La Chola | 2 | 3 | 9 | 18149 | 672.185 |
| | Macarena II | 2 | 3 | 3 | 5287 | 587.444 |
| | Flor del Mar | 2 | 3 | 3 | 7526 | 836.222 |
| | San Francisco | 2 | 2 | | 3659 | 457.375 |
| | La Chiloé | 2 | 3 | 4 | 9402 | 783.5 |
| | Santa Julia | 2 | 3 | 5 | 6752 | 450.133 |
| | | | | Total | 50775 | |

Tabla 10. Esfuerzo pesquero de la extracción de luga roja en la localidad del Estero San Esteban.

| Embarcación | | Marinos | Buzos | Trabajo (días) | Captura (K) | CPUE (K/día buzo) |
|-------------|-----------------|---------|-------|----------------|-------------|-------------------|
| Lancha | Nueva esperanza | 2 | 4 | 1 | 6679 | 1669.75 |



4.2 Caracterización del comportamiento reproductivo de luga en las praderas de las XI Región

a) Época de reclutamiento de las fases gametofíticas y esporofíticas

La Tabla 11 presenta los valores de densidad obtenidos de las experiencias de reclutamiento realizados en la primavera del 2001 al invierno del 2002. En la primavera se observó que las densidades de reclutas fueron bajas para todas las praderas, sin embargo las localidades de la zona norte de la XI Región (Bahía Low, Puerto Barrientos e Isla Bajas) las densidades fueron mayores, llegando a alcanzar para Islas Bajas los 18 ind/150 cm² (que corresponde al área total del sustrato). En primavera, los reclutas observados alcanzan a formar talos con características (Fig.1) que les permite diferenciarse claramente de otras especies.

En el verano ocurre una situación diferente donde se observa que solo en la localidad de Isla Vergara, hay reclutamiento masivo con densidades de casi 100 ind/150 cm². En las demás localidades el número de individuos que reclutaron fue inferior a 9 ind/150 cm². Sin embargo, durante el otoño se observa un aumento considerable en las densidades de todas las praderas, con densidades sobre los 25 ind/150m², manteniendo similares tendencias durante invierno. Los valores máximos en otoño se presentaron en Isla Meninea con valores de 193 ind/150cm². En Invierno las mayores densidades se obtuvieron en Pto. Barrientos e isla Meninea con valores de 116 y 130 ind/150cm², respectivamente.



Tabla 11. Densidad estacional de reclutamiento (ind.*150 cm²) individuos de *Gigartina skottsbergii*, para las cinco praderas en estudio, de la XI Región.

| Estación | Bahía Low | Pto. Barrientos | Islas Bajas | Isla Vergara | Isla Meninea |
|-----------|--------------|--------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Primavera | 6,9 | 7,9 | 17,6 | 1,3 | 2,1 |
| verano | 1,3 | 2,4 | 8,7 | 100,6 | 3,5 |
| otoño | 77,6 | 27,2 | 33,2 | 99,6 | 193,2 |
| invierno | 43,3 | 116,2 | 48,3 | 18,1 | 130,0 |

En cuanto a la actividad del traslado de reclutas a estanques de invernadero, para determinar la fase fenotípica de cada recluta, si bien se mantuvieron los reclutas en estanques se produjo mortalidad y pérdida de individuos y además no se alcanzó el tamaño suficiente para realizar el test del resorcinol, que permite identificar dicha fase, ni tampoco se logró alcanzar el tamaño para obtener muestras de tejido laminar para someterlos al test de resorcinol, el cual permite identificar la ploidia de las frondas inmaduras (vegetativas).

b) y c) Época de viabilidad de carposporas y tetrasporas y época de germinación de carposporas y tetrasporas

En la Tabla 12, se dan los porcentajes de viabilidad y germinación de carposporas y de tetrasporas de *Gigartina*, recolectadas en primavera desde cinco praderas de la XI Región. La viabilidad de ambos tipos de esporas fue obtenida después de seis días de cultivo en condiciones de 10°C y 15°C y la germinación de ambos tipos de esporas fue obtenida después de 10 días de cultivo en las mismas condiciones de ambas temperaturas.



Los porcentajes de viabilidad y germinación de carposporas y de tetrasporas se obtuvieron utilizando los algoritmos especificados en metodología, para el caso de viabilidad, se utilizaron los promedios de las cinco réplicas, de esporas vivas más las esporas muertas (esporas totales) y el promedio de esporas vivas después de 6 días de mantenidas en cultivo. En el caso germinación, se utilizó el promedio de las esporas vivas de las cinco réplicas, a los 6 días de cultivo y de las esporas germinadas después de 10 días de cultivo.

En general los mejores porcentajes de viabilidad se observaron en Bahía Low en, con un valor máximo 64,4 % a 25 μ moles y a 10 °C para carposporas. Lo mínimo valor de viabilidad se presentó en Isla Meninea, con 4,6 % a 5 μ moles y a 15 °C para tetrasporas. Para germinación, Isla Vergara obtuvo un 100% a 10°C en ambas intensidades lumínicas para tetrasporas, en forma contraria en Isla Meninea no observó germinación en ninguna de las condiciones experimentales.

Tabla 12. Porcentajes de Viabilidad y Germinación de carposporas y de tetrasporas de *Gigartina skottsbergii* en la estación de Primavera, en cinco praderas de la XI Región.

| Praderas | TETRASPORAS | | | | CARPOSPORAS | | | |
|--------------------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| | 10°C | | 15°C | | 10°C | | 15°C | |
| | 5 μ moles | 25 μ moles |
| Bahía Low | | | | | | | | |
| % Viabilidad | 43,9 | 40,9 | 32,4 | 28,0 | 60,7 | 64,49 | 26,4 | 32,8 |
| % Germinación | 22,7 | 39,3 | 4,28 | 1,73 | 3,75 | 0 | 0 | 0 |
| Puerto Barrientos | | | | | | | | |
| % Viabilidad | 41,7 | 40,5 | 28,95 | 20,56 | 31,49 | 39,5 | 11,6 | 19,5 |
| % Germinación | 0,62 | 14,56 | 11,6 | 3,62 | 0 | 6,41 | 32,0 | 19,23 |
| Islas Bajas | | | | | | | | |
| % Viabilidad | 19,18 | 22,44 | 33,56 | 33,05 | 68,9 | 67,9 | 32,6 | 19,77 |
| % Germinación | 94,55 | 64,65 | 62,6 | 65,4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Isla Vergara | | | | | | | | |
| % Viabilidad | 5,47 | 6,62 | 23,3 | 23,68 | 8,8 | 11,9 | 7,74 | 13,37 |
| % Germinación | 100 | 100 | 72 | 66,1 | 27,9 | 15,5 | 37 | 75,2 |
| Isla Meninea | | | | | | | | |
| % Viabilidad | 25,27 | 63,1 | 4,69 | 12,25 | 37,11 | 21,94 | 4,93 | 9,45 |
| % Germinación | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |



Durante el verano del 2002 el material reproductivo que se trajo de las praderas en estudio estaba en estado inmaduro y no liberó esporas, ni tetrasporas ni carposporas.

Las experiencias de viabilidad y germinación desarrolladas durante el otoño (2002), fueron realizadas con frondas tetraspóricas recolectadas en abril de las praderas en estudio, y con frondas cistocárpicas recolectadas en mayo de las praderas de Bahía Low, Puerto Barrientos, Isla Vergara e Isla Meninea. No se obtuvo material cistocárpico de Islas Bajas por malas condiciones climáticas, durante el muestreo. Esta experiencia se repitió con material de Islas Bajas del mes de junio.

En general, el material reproductivo tetraspórico, recolectado en cada pradera, se observó maduro y esporuló en las condiciones ensayadas. Las frondas cistocárpicas recolectadas, mostraron escasa esporulación y la mayoría de los cistocarpos estaban inmaduros o con inicio de formación de carposporas.

Los porcentajes más altos (37 a 63%) de viabilidad de tetrasporas, se observaron en las praderas de Puerto Barrientos e Isla Vergara, en condiciones de 10°C y 15°C. La viabilidad de tetrasporas en Isla Meninea fue mayor a 15°C y fluctuó entre un 35% a 38%. Las praderas de Bahía Low e Islas Bajas mostraron una viabilidad no superior al 37% (Tabla 13).

La germinación de tetrasporas fue mayor en las praderas de Puerto Barrientos e Isla Vergara con valores superiores a 54% para ambas temperaturas, intermedia en las praderas de Bahía Low e Isla Meninea (36% a un 56%) y baja en la pradera de Islas Bajas (14% a 18%) (Tabla 13).

Se observó esporulación de cistocarpos en las praderas de Bahía Low y Puerto Barrientos, observándose escasa viabilidad de estas esporas en ambas praderas,



de un 4% a un 23% y de un 2% a 5% respectivamente (Tabla 13). La máxima germinación (59%) de carposporas se obtuvo en Bahía Low a 10°C con 25 μ moles, mientras que en Puerto Barrientos la máxima germinación (39%) ocurre a 15° con 5 μ moles (Tabla 13).

Tabla 13. Porcentajes de Viabilidad y Germinación de carposporas y de tetrasporas de *Gigartina skottsbergii* en la estación de Otoño, en cinco praderas de la XI Región.

| Praderas | TETRASPORAS | | | | CARPOSPORAS | | | |
|--------------------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------------------|----------------|---------------|----------------|
| | 10°C | | 15°C | | 10°C | | 15°C | |
| | 5 μ moles | 25 μ moles | 5 μ moles | 25 μ moles | 5 μ moles | 25 μ moles | 5 μ moles | 25 μ moles |
| Bahía Low | | | | | | | | |
| % Viabilidad | 24.7 | 37 | 29.8 | 28.3 | 14.8 | 4.58 | 23.46 | 23.53 |
| % Germinación | 50.6 | 36.3 | 42.6 | 53.7 | 39.1 | 59.2 | 22 | 18.58 |
| Puerto Barrientos | | | | | | | | |
| % Viabilidad | 48.3 | 49.8 | 62.7 | 53.6 | 5.1 | 5.6 | 5.85 | 2.28 |
| % Germinación | 100 | 76.2 | 56.9 | 63.5 | 27.5 | 17.7 | 39.2 | 33.3 |
| Islas Bajas | | | | | No se recolecto frondas | | | |
| % Viabilidad | 17.7 | 6.97 | 27.3 | 16.7 | | | | |
| % Germinación | 18.8 | 4.78 | 16.1 | 14.2 | | | | |
| Isla Vergara | | | | | No se observó esporulación | | | |
| % Viabilidad | 45.57 | 37.97 | 48.77 | 50.2 | | | | |
| % Germinación | 81.2 | 56.6 | 58.7 | 54 | | | | |
| Isla Meninea | | | | | No se observó esporulación | | | |
| % Viabilidad | 19.9 | 16.5 | 35.8 | 38.2 | | | | |
| % Germinación | 56.8 | 58.2 | 43.1. | 39.8. | | | | |

Las experiencias de viabilidad y germinación desarrolladas durante invierno, fueron realizadas con frondas tetraspóricas recolectadas el 23 de julio en isla Vergara e Isla Meninea y el 2 de agosto en las praderas de Bahía Low, Islas Bajas y Puerto Barrientos. En ambas fechas se recolectaron frondas cistocárpicas y frondas tetraspóricas maduras. En general, el material reproductivo tetraspórico y cistocárpico, recolectado en cada pradera, se observó maduro y esporuló masivamente en las condiciones ensayadas.



Para Bahía Low, Pto. Barrientos e Islas Bajas la viabilidad de tetrasporas fluctuó entre 6 a 19 % en las diferentes condiciones de temperatura e iluminación ensayadas (Tabla 14). En Isla Vergara los mayores porcentajes de viabilidad fueron de 36 % a 25 μ moles y a 10 °C; y par Isla Meninea de 39 % a 15 °C y en ambas intensidades luminosas.

La viabilidad de carposporas en las cinco praderas fue baja, en las condiciones ensayadas, fluctuando de entre 2,7% en Bahía Low a 15°C y 5 μ moles ,a un 11.6% en Isla Vergara a 10°C y 25 μ moles (Tabla 14). En general, la viabilidad de carposporas en una misma pradera, no mostró diferencias en las diferentes condiciones de temperatura e iluminación ensayadas, con excepción de carposporas de Isla Vergara.

La germinación de tetrasporas, mostró diferencias entre las praderas de Bahía. Low, Pto. Barrientos e Islas Bajas, comparadas con Isla Vergara y Meninea. En el primer grupo de praderas, la germinación de las tetrasporas mostró fluctuaciones con relación a las condiciones de cultivo, obteniéndose un rango de 35 % en 15°C y 5 μ moles, y a un 90% en 10°C y 25 μ moles. El segundo grupo de praderas, mostró un mayor porcentaje de germinación y fluctuó de 77% en 15°C y 25 μ moles a un 97 % en 10°C y 5 μ moles (Tabla 14). La germinación de carposporas, también mostró diferencias según las praderas y las condiciones de cultivo, siendo en general más bajo los porcentajes en comparación a la germinación de tetrasporas. Esta fluctuó de un 30 % en 10°C y 25 μ moles a un 91 % en 10°C y 5 μ moles (Tabla 14). En una misma pradera, la germinación de carposporas no se ve afectada con las condiciones de temperatura e iluminación ensayadas, con excepción de Isla Vergara (Tabla 14).



Tabla 14. Porcentajes de viabilidad y germinación de tetrasporas y carpospora de *Gigartina skottsbergii* en la estación de invierno, en cinco praderas en estudio, de la XI Región.

| Praderas | TETRASPORAS | | | | CARPOSPORAS | | | |
|--------------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| | 10°C | | 15°C | | 10°C | | 15°C | |
| | 5 μmoles | 25 μmoles | 5 μmoles | 25 μmoles | 5 μmoles | 25 μmoles | 5 μmoles | 25 μmoles |
| Bahía Low | | | | | | | | |
| % Viabilidad | 15.7±7 | 10.5±5 | 17.2±5 | 18.9±5 | 3.6±2 | 2.9±3 | 2.7±1 | 3.7±1 |
| % Germinación | 85±20 | 90.2±19 | 69.3±27 | 66.4±24 | 66.9±38 | 62.9±35 | 63.3±40 | 52.2±30 |
| Puerto Barrientos | | | | | | | | |
| % Viabilidad | 14±5 | 9.4±5 | 11.2±3 | 8.2±3 | 4.9±2 | 4.3±2 | 3±1 | 3.3±1 |
| % Germinación | 73.9±28 | 81.2±31 | 53.6±3 | 87.8±17 | 67.8±35 | 40±34 | 42±32 | 32±41 |
| Islas Bajas | | | | | | | | |
| % Viabilidad | 18.1±4 | 6.8±4 | 15.5±3 | 8.3±3 | 4.7±2 | 4.3±2 | 2.8±1 | 3.3±1 |
| % Germinación | 66.8±17 | 84.7±33 | 35.8±12 | 94.5±15 | 71.7±36 | 44.1±36 | 46.7±36 | 34.4±44 |
| Isla Vergara | | | | | | | | |
| % Viabilidad | 10.1±4 | 36.6±8 | 35±9 | 35.1±9 | 4.5±2 | 11.6±8 | 4.3±2 | 7.8±4 |
| % Germinación | 97.5±7 | 92.4±13 | 92.7±13 | 76.7±21 | 90.6±21 | 38.7±31 | 70.6±36 | 78.5±29 |
| Meninea | | | | | | | | |
| % Viabilidad | 27.4±10 | 37.5±8 | 39.6±7 | 39.1±7 | 2.8±2 | 5.8±2 | 4±1 | 3.6±2 |
| % Germinación | 91.8±18 | 86.2±22 | 81.7±21 | 89.5±18 | 68±31 | 30.8±14 | 53.9±28 | 87.8±21 |

d) Epoca de madurez máxima y periodo de mayor liberación de esporas durante un ciclo anual

d.1) Epoca de madurez máxima

La figura 13 muestra el número de los estados de maduración de los soros tetrasporangiales entre los meses de septiembre del año 2001 hasta el mes de agosto del 2002, en las praderas de Bahía Low, Puerto Barrientos e Islas Bajas. En general, se observa un alto número de soros inmaduros entre los meses de febrero y marzo en las tres localidades, alcanzando valores promedio de 18 estructuras por cm², valor que decrece a partir de abril. Por otro lado, Islas Bajas presenta una gran cantidad de soros vacíos en todos los meses de muestreo,



presentando valores promedios de 12 estructuras reproductivas vacías por cm², excepto en el mes de mayo en que no se realizó el muestreo debido a malas condiciones climáticas. A lo largo de los meses de muestreo las tres praderas presentan un bajo número de soros maduros, pero con un “peak” entre los meses de abril y junio del año 2002 para las tres praderas.

La figura 14 muestra que en las praderas de Isla Vergara e Isla Meninea a lo largo del año existe una alta densidad de soros vacíos con valores promedio de 6 estructuras reproductivas por cm². Con relación a los soros inmaduros, en ambas praderas se evidencia un aumento paulatino a partir de octubre del 2001 alcanzando los máximos valores entre marzo y abril del 2002. Con respecto a los soros maduros al igual que en las praderas anteriores, en Isla Vergara e Isla Meninea, existe una baja densidad durante gran parte de los meses muestreados (± 4 estructuras maduras por cm²), sin embargo, es entre los meses de abril y junio cuando estos valores alcanzan sus máximos (± 9 estructuras reproductivas por cm²).

La figura 15 muestra la densidad de los estados de maduración de los cistocarpos entre los meses de septiembre del año 2001 a agosto del 2002, en las praderas de Bahía Low, Puerto Barrientos e Islas Bajas. En general, se observa una misma tendencia para las tres praderas a lo largo de los meses evaluados, con predominio de cistocarpos vacíos entre los meses de septiembre del 2001 a febrero del 2002, pero con densidades bajas (2 a 3 cistocarpos por cm²), posteriormente la densidad aumenta a partir del mes de mayo. Durante los seis primeros meses prácticamente no se observa presencia de cistocarpos maduros ni inmaduros. Pero a partir del mes de marzo del 2002 los cistocarpos inmaduros y maduros se hacen presentes con valores máximos de 16 y 32 estructuras reproductivas por cm², respectivamente.



La figura 16 muestra la densidad de cistocarpos por área (cm)² de fronda para las praderas de Isla Vergara e Isla Meninea. Se observó una tendencia similar a las praderas anteriores, sin embargo, en Isla Vergara las densidades de cistocarpos inmaduros se presentaron a partir del mes de enero del año 2002 y se mantuvo hasta marzo del año 2002, con densidades de 4 estructuras reproductivas por cm². En Isla Meninea este valor alcanzó densidades mayores, sobre las 10 estructuras por cm² en marzo del 2002.

Por otro lado, entre los meses de abril y junio del 2002 tanto en Isla Vergara como en Isla Meninea la mayoría de las estructuras reproductivas que se encuentran en la fronda de *Gigartina* son cistocarpos maduros y en donde las densidades fueron superiores a 15 estructuras reproductivas por cm².

d.2) Periodo de mayor liberación de esporas

Las figuras 17 y 18 muestran, para cada pradera, el número promedio de esporas liberadas por soros y cistocarpos respectivamente. Tanto en Bahía Low, Puerto Barrientos e Islas Bajas se encontró que soros y cistocarpos liberan mayor cantidad de esporas entre meses de abril y julio del año 2002, con valores por sobre los 15000 esporas/ml, aunque para las praderas de Bahía Low e Islas Bajas también existe liberación de esporas entre los meses de septiembre y noviembre del 2001, valores que no sobrepasan las 10000 esporas/ml promedio en ambas estructuras (Fig. 17).

Al igual que en las praderas anteriores, Isla Vergara e Isla Meninea también presentaron máximos valores de liberación de esporas en el mes de junio del 2002; Isla Vergara el máximo valor corresponde a liberación de tetrasporas, con valores por sobre las 30000 esporas/ml, en Isla Meninea el máximo valor corresponde a liberación de carposporas con valores sobre los 40000 esporas/ml.



e) Crecimiento de frondas secundarias

La tabla 15 muestra las tasas de crecimiento diario (%) de frondas secundarias con y sin fronda principal en el tiempo, para las cinco praderas en estudio. En forma general, durante los 2 primeros meses de control hubo crecimiento para ambos tipos de tratamiento en la mayoría de las praderas en estudio, excepto en Pto. Barrientos en donde se observa una tasa de crecimiento negativo para frondas secundarias con la fronda principal.

Posteriormente, durante el periodo noviembre-enero, los mayores crecimientos se presentaron en frondas secundarias sin la fronda principal en las praderas de Bahía Low, Pto. Barrientos e Isla Vergara con tasas diarias de 2,5 %, 1,6 % y 1,8 %, respectivamente. Durante el tercer periodo (enero-marzo del 2002) las frondas presentaron tasas más bajas y en algunos casos como Pto. Barrientos, Isla Vergara e Isla Meninea fueron negativas, solo hubo crecimiento en frondas secundarias sin la fronda principal en las praderas de Bahía Low e Islas Bajas, con tasas de 0,22 % y 0,70 % diario respectivamente.

El control realizado en el periodo de marzo-mayo del 2002 se observó un incremento del crecimiento de las frondas secundarias en mayoría de los tratamientos. El mayor crecimiento se presentó en frondas secundarias sin la fronda principal en las praderas de Islas Bajas, Isla Vergara e Isla Meninea con valores máximo de 0,42 %, 1,51 % y 0,85 %, respectivamente. La excepción la presentó Bahía Low en donde se aprecia un decrecimiento de las frondas secundarias en ambos tipos de tratamiento.

Finalmente en el periodo de mayo-julio del 2002, en gran parte de las praderas se observó un incremento en la tasa de crecimiento de las frondas secundarias sin la fronda principal, los máximos crecimientos los obtuvieron las praderas de Pto. Barrientos e Isla Meninea, con tasas diarias de 2,41 % y 1,40 %, respectivamente.



respectivamente. Al igual que el periodo anterior en Bahía Low presenta tasas de crecimientos negativo para el tratamiento sin la fronda principal.

Tabla 15. Tasas de crecimiento diario (%) de las frondas secundarias con la fronda principal y sin la fronda principal, para las 5 praderas en estudio, durante los 5 periodos de control.

| Localidad | Fronda Secundaria | Sep-Nov 2001 | Nov-Ene | Ene-Mar 2002 | Mar-May 2002 | May-Jul 2002 |
|-----------------|-------------------|--------------|---------|--------------|--------------|--------------|
| Bahía Low | Con principal | 0.77 | 1.79 | -0.81 | -0.09 | 1.48 |
| | Sin principal | 2.53 | 2.57 | 0.23 | -1.148 | -0.28 |
| Pto. Barrientos | Con principal | 0.82 | -0.37 | 1.03 | 0.07 | 0.62 |
| | Sin principal | 1.58 | 1.66 | -0.20 | 0.10 | 2.41 |
| Islas Bajas | Con principal | 1.38 | 0.92 | -1.59 | 1.15 | 0.55 |
| | Sin principal | 0.31 | 0.80 | 0.70 | 0.42 | 0.32 |
| Isla Vergara | Con principal | 0.33 | 0.99 | -2.05 | -0.46 | -0.06 |
| | Sin principal | 0.30 | 1.86 | -0.59 | 1.51 | 0.18 |
| Isla Meninea | Con principal | 0.67 | 0.70 | -0.54 | -0.20 | 0.89 |
| | Sin principal | 1.40 | 1.13 | -2.44 | 0.85 | 1.40 |

En general, a través del año la máxima diferencia cuantitativa entre tratamientos (cuando existían) ocurrió en meses distintos para cada pradera, señalando la importancia de la respuesta individual de cada pradera en interacción con factores locales o ambientales. Junto a resultados anteriores, esto indica que la dinámica de una pradera de *Gigartina* depende en gran medida de su contexto ambiental local y geográfico, en lugar de constituir una respuesta especie-específica de carácter general extrapolable a distintas situaciones.

En los muestreos realizados bimensualmente en las 5 praderas en estudio, quedó en evidencia que algunas de las frondas individualizadas de los tratamientos se pierden. Las causas posibles, pueden estar relacionadas con herbivoría, remoción natural del dosel de *Macrocystis*, que protege a *Gigartina* tanto del efecto



marejada como de la exposición a la luz causando el posterior debilitamiento de la estructura de la lámina y desprendimiento.

f) Crecimiento de frondas vegetativas

La tabla 16 presenta los resultados obtenidos de las tasas de crecimiento diario de frondas vegetativas para la talla 2 a 5 cm. Durante el primer periodo de evaluación (septiembre–noviembre del 2001) se observó que las mejores tasas de crecimiento se obtuvieron para Bahía Low, Pto. Barrientos e Islas Bajas, con valores de 3,2 %, 1,3 % y 2,1% diarios, respectivamente. Para las praderas de Isla Vergara e Isla Meninea las tasas durante igual periodo fueron negativas. En el segundo periodo (noviembre del 2001-enero del 2002) las tasas crecimiento disminuyeron, sin embargo, en todas las praderas presentaron valores positivos (1%). Durante el tercer periodo (enero- marzo), se observó tasas de crecimiento negativo para gran parte de las praderas en estudio, excepto en Pto. Barrientos en donde se aprecia una tasas de crecimiento positiva, con valor de 0,1 % diario.

Para los dos últimos periodos de muestreos en la mayoría de las praderas las tasas de crecimiento de las frondas de talla 2 a 5 cm fueron altas, excepto en Bahía Low que se observó tasas negativas. Isla Vergara e Isla Meninea presentaron tasas diarias superiores a 1 % en el último periodo.

Tabla 16. Tasa de crecimiento diario (%) de las frondas vegetativas correspondiente a la clase de tallas de 2 a 5 cm, para las cinco localidades de la XI Región.

| Periodo de muestreo | Bahía Low | Pto. Barrientos | Islas Bajas | Isla Vergara | Isla Meninea |
|-----------------------------|-----------|-----------------|-------------|--------------|--------------|
| Septiembre-Noviembre (2001) | 3,2 | 1,3 | 2,1 | -0,2 | -0,6 |
| Noviembre 2001 –Enero 2002 | 1,3 | 0,9 | 0,6 | 1,1 | 0,5 |
| Enero-Marzo (2002) | 0,0 | 0,1 | -1,7 | -1,2 | 0,5 |
| Marzo-Mayo (2002) | 0,0 | 0,3 | 1,7 | 2,0 | -0,1 |
| Mayo-Julio (2002) | -0,5 | 0,9 | 0,5 | 1,1 | 1,0 |



La tabla 17 presenta la tasa de crecimiento diario para la clase de talla 5 a 10 cm. Al igual que en la talla anterior, para las praderas de Bahía Low, Pto. Barrientos e Isla Baja los mejores crecimiento de las frondas vegetativas se presentan durante el primer periodo de evaluación (septiembre–noviembre del 2001), con valores de 2,1%, 1 % y 1.3 % diarios, respectivamente. Durante el segundo periodo en las mayorías de las praderas se obtuvieron tasas aproximadas a 0,7 % diario, excepto en Islas Bajas que presentó tasas de crecimiento negativo (-1 % diario). Durante el periodo enero-marzo del 2002, la tasa de crecimiento para esta clase de talla fue negativa, excepto en Isla Meninea en donde se observó tasas de 1 % diario.

Finalmente, a partir del periodo marzo-mayo del 2002 en todas las praderas las tasas de crecimiento diario se vuelven a incrementar llegando a alcanzar en el último periodo (mayo-julio del 2002) tasas de 1 % diario, la excepción la presentó Bahía Low el cual obtuvo tasas de crecimiento negativas. Isla Meninea presentó los valores máximos durante este ultimo periodo con valores de 2,4 % diarios.

Tabla 17. Tasa de crecimiento diario (%) de las frondas vegetativas correspondiente a la clase de tallas de 5 a 10 cm, para las cinco localidades de la XI Región.

| Periodo de muestreo | Bahía Low | Pto. Barrientos | Islas Bajas | Isla Vergara | Isla Meninea |
|-----------------------------|-----------|-----------------|-------------|--------------|--------------|
| Septiembre-Noviembre (2001) | 2,1 | 1,0 | 1,3 | 0,3 | -0,6 |
| Noviembre 2001-Enero 2002 | 1,0 | 0,9 | -1,0 | 0,8 | 0,3 |
| Enero-Marzo (2002) | -0,5 | 0,0 | -0,7 | -0,8 | 1,0 |
| Marzo-Mayo (2002) | 0,6 | 0,1 | 1,3 | 0,6 | 0,4 |
| Mayo-Julio (2002) | -0,6 | 1,0 | 0,8 | 0,8 | 2,4 |



Para la clase de talla 10 a 15 cm (Tabla 18) el mayor crecimiento se obtuvo durante el primer periodo (septiembre-noviembre del 2001), con tasas de crecimiento promedio de 0,8 % diario para las cinco praderas de estudio. Para el segundo periodo se observaron tasas de crecimiento, excepto en Pto. Barrientos, en donde se obtuvo una tasa de 0,1 % diario. Durante el periodo de enero-marzo del 2002 se observó que la única pradera que presenta tasa de crecimiento positivo es Islas Bajas con valor de 0,1 % diario. Por otro lado, las mayores tasas negativas se presentaron en Isla Vergara e Isla Meninea, con valores de -1,2 % y -0,3 % diario, respectivamente. En el periodo marzo-mayo se observó un incremento en el crecimiento de las tasas en todas las localidades, el máximo valor lo presentó Isla Bajas con un 0,7 % diarios. Finalmente, en el último periodo (mayo-julio del 2002) las tasas siguieron incrementando en la mayoría de las praderas en estudio, excepto Pto. Barrientos que presentó valores negativos (-0,8 %).

Tabla 18. Tasa de crecimiento diario (%) de las frondas vegetativas correspondiente a la clase de tallas de 10 a 15 cm, para las cinco localidades de la XI Región.

| Periodo de muestreo | Bahía Low | Pto. Barrientos | Islas Bajas | Isla Vergara | Isla Meninea |
|-----------------------------|-----------|-----------------|-------------|--------------|--------------|
| Septiembre-Noviembre (2001) | 0,6 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 1,0 |
| Noviembre -Enero | -1,0 | 0,1 | -0,9 | -0,5 | -0,1 |
| Enero-Marzo (2002) | -0,2 | 0,0 | 0,1 | -1,2 | -0,3 |
| Marzo-Mayo (2002) | 0,0 | 0,1 | 0,7 | 0,3 | 0,0 |
| Mayo-Julio (2002) | 0,5 | -0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,5 |



g) Regeneración de discos (in situ)

En el inicio del experimento en el mes de septiembre se cortaron los hapterios tal como se especificó en la metodología. La figura 19a muestra los hapterios recién cortados, posteriormente transcurrido un mes se observó la formación de pequeñas yemas en el centro de la corteza y en algunos casos aparecen como yemas laterales y posteriormente se observa el desarrollo de frondas (Fig. 19c). Tras dos meses de iniciado los experimentos se observan frondas de tamaño cercano y superior a 1 cm² (Fig. 19e). Después de 4 meses se puede observar que la gran mayoría de las frondas regeneradas alcanzan un mismo tamaño (Fig. 19b). Después de 6 y 7 meses se observó que las frondas crecen alcanzando tamaños de hasta 8 cm². Este experimento demuestra que cada hapterio es capaz de regenerar una fronda de *Gigartina*.

La figura 20 muestra el incremento mensual en áreas de las frondas regeneradas. En general durante los primeros meses de iniciadas las actividades no se observó un incremento importante en el crecimiento en ninguna de las praderas en estudio, pero a partir del mes de febrero de 2002 se presenta un paulatino del crecimiento alcanzando en los 2 últimos periodos de controles los mayores incrementos de crecimiento de las frondas regeneradas. Durante los meses de febrero y mayo los mejores crecimientos lo obtuvieron las frondas regeneradas en Bahía Low alcanzando tamaños sobre los 8 cm². Durante julio y agosto Isla Vergara e Isla Meninea presentaron los valores máximos, con tamaños de 15 cm² y 7 cm² para el mes julio y 5 cm² y 26 cm² para el mes de agosto.



4.3 Determinar el (los) periodo(s) de mayor abundancia y máxima biomasa de las fases reproductivas de luga roja en la XI Región.

a) Reconocimiento de praderas de importancia comercial

El reconocimiento de praderas de luga roja realizado en diferentes localidades de la XI Región permitió evidenciar la información obtenida de las empresas y pescadores artesanales involucrados en la explotación y comercialización de luga roja.

Se seleccionaron 5 localidades en la XI Región, tres praderas en el sector de las Guaitecas (Bahía Low, Puerto Barrientos e islas Bajas) las cuales están relacionadas con el puerto de Quellón y dos praderas en puerto Aysén cercanas a Puerto Aguirre (Isla Vergara e Isla Meninea).

En la XI Región se realizó un reconocimiento de praderas en Bahía Low ($43^{\circ}49'38,3''S$: $73^{\circ}54'25,2''W$) (Fig. 21), Puerto Barrientos ($43^{\circ}54'36,6''S$: $74^{\circ}00'54,7''W$) (Fig. 21) e Islas Bajas ($43^{\circ}57'29,3''S$: $74^{\circ}05'20,6''W$) (Fig. 21) que corresponden al sector de las Guaitecas.

En las cercanías de Puerto Aguirre en la XI Región, se determinó la presencia de praderas en las siguientes localidades, la primera Isla Vergara ($45^{\circ}11'39,2''S$: $73^{\circ}32'05,3''W$) (Fig.22) y la segunda, Isla Meninea ($45^{\circ}15'50,3''S$: $73^{\circ}36'55,2''W$) (Fig.22), cercanas a Puerto Aguirre ($45^{\circ} 10' S$; $73^{\circ} 32' W$).

En todas las praderas se observó la ocurrencia de frondas de luga roja sobre sustrato rocoso macizo a profundidades entre 1 y 20 m. Cada pradera se describe y se caracteriza por separado.



b) Caracterización de las praderas

La pradera de Bahía Low (43°49' S; 73° 54' W) de *Gigartina skottsbergii* ubicada a 15 millas al oeste de Melinka (Tabla 19). Tiene una superficie de 25.000 m², las frondas se desarrollan sobre piedras y rocas a una profundidad de 9 m. La salinidad superficial del agua fue de 30.1‰ y de fondo de 31‰, la temperatura superficial fue de 11.3 °C y de fondo fue de 10.9°C, la transparencia fue de 9 m en septiembre. La pradera esta expuesta a los vientos del norte (Tabla 20 y 21). El régimen de marea se caracteriza por un rango de 1.86m de sicigia (Fig. 23).

Tabla 19. Ubicación de la pradera de Bahía Low en la XI Región.

| Pradera | Bahía Low |
|------------------------|-----------------------------|
| Ubicación Experimentos | 43°49'38,3"S : 73°54'25,2"W |
| Punto N°1 | 43°49'38,4"S : 73°54'25,3"W |
| Punto N°2 | 43°49'40,5"S : 73°54'24,1"W |
| Punto N°3 | 43°49'38,7"S : 73°54'29,1"W |
| Punto N°4 | 43°49'36,5"S : 73°54'30,1"W |
| Largo máximo (1-4) | 0.19millas = 351metros |
| Largo mínimo (2-3) | 0.12millas = 222metros |
| Ancho máximo(3-4) | 0.07millas = 129metros |
| Ancho mínimo (1-2) | 0.04millas = 74metros |
| Area | 2.5Há |



Tabla 20. Características de la pradera de Bahía Low en la XI Región.

| Pradera | Bahia Low |
|----------------|---------------------------|
| Acceso | Mar y tierra |
| Tipo de fondo | Roca, piedra y arena |
| Vientos | Norte, Noroeste y Noreste |
| Profundidad | 9 metros |
| Transparencia | 9 metros |

Tabla 21. Factores abióticos de la pradera de Bahía Low en la XI Región.

| Profundidad | Temperatura°C | Salinidad‰ | Luz μmol |
|--------------------|----------------------|-------------------|---------------------------------------|
| Superficial | 11.3 | 30.1 | 12 (70) |
| 1 | 11.3 | 30.1 | 6 |
| 2 | 11.3 | 30.1 | 5 |
| 3 | 11.3 | 30.1 | 5 |
| 4 | 11.0 | 30.5 | 5 |
| 5 | 11.0 | 30.5 | 4 |
| 6 | 11.0 | 30.5 | 4 |
| 7 | 10.9 | 30.5 | 4 |
| 8 | 10.8 | 30.9 | 4 |
| 9 | 10.9 | 31.0 | 3 |

Pradera de Puerto Barrientos

Esta pradera esta ubicada a 22 millas al oeste de Melinka ($43^{\circ} 53' \text{ S}$; $73^{\circ} 44' \text{ W}$). Tiene una superficie de 21.900 m^2 (Tabla 22). Las algas crecen sobre rocas a una profundidad de 8 m. La salinidad superficial 31.5% y de fondo 31.6% , La



temperatura superficial del agua fue de 10.7 °C y de fondo fue de 10.5 °C, la transparencia fue de 6 m (Tabla 23 y 24). La pradera esta expuesta a los vientos del sur y el régimen de marea se caracteriza por un rango de 2.95 m de sicigia (Fig. 24).

Tabla 22. Ubicación de la pradera de Puerto Barrientos en la XI Región.

| Pradera | Puerto Barrientos |
|------------------------|-----------------------------|
| Ubicación Experimentos | 43°54'36,6"S : 74°00'54,7"W |
| Punto N°1 | 43°54'36,2"S : 74°00'59,2"W |
| Punto N°2 | 43°54'37,3"S : 74°00'53,1"W |
| Punto N°3 | 43°54'33,9"S : 74°00'52,6"W |
| Punto N°4 | 43°54'32,9"S : 74°00'53,8"W |
| Largo máximo (1-4) | 0.16millas = 296metros |
| Largo mínimo (1-2) | 0.14millas = 259metros |
| Ancho máximo(2-3) | 0.11millas = 203metros |
| Ancho mínimo (3-4) | 0.04millas = 74metros |
| Area | 2.19Há |

Tabla 23. Características de la pradera de Puerto Barrientos en la XI Región.

| Pradera | Puerto Barrientos |
|----------------|-------------------------------|
| Acceso | Mar |
| Tipo de fondo | Roca y arena |
| Vientos | Este, Sur Este y Sur Oeste |
| Profundidad | 8 metros |
| Transparencia | 6 metros |



Tabla 24. Factores abióticos la pradera de Puerto Barrientos en la XI Región.

| Profundidad | Temperatura°C | Salinidad‰ | Luz μmol |
|--------------------|----------------------|-------------------|---------------------------------------|
| Superficial | 10.7 | 31.5 | 41 (340) |
| 1 | 10.7 | 31.5 | 42 |
| 2 | 10.6 | 31.5 | 53 |
| 3 | 10.6 | 31.5 | 49 |
| 4 | 10.6 | 31.6 | 43 |
| 5 | 10.6 | 31.6 | 41 |
| 6 | 10.6 | 31.6 | 36 |
| 7 | 10.5 | 31.6 | 24 |
| 8 | 10.5 | 31.6 | 22 |

Pradera de Islas Bajas

Se encuentra ubicada a 28 millas al oeste de Melinka ($43^{\circ} 53' \text{ S}$; $73^{\circ} 44' \text{ W}$). Tiene una superficie de 8000 m^2 (Tabla 25). Las frondas se desarrollan sobre sustrato rocoso macizo, la profundidad en que se encuentra es entre los 12 m. a 20m, la salinidad superficial y de fondo fue de 31.8 ‰ , la temperatura superficial y de fondo fue de $10.1 \text{ }^{\circ}\text{C}$, la transparencia fue de 9 m (Tabla 26 y 27). La pradera esta expuesta a los vientos este y oeste y se caracteriza por un rango de mareas de 2.95m de sicigia (Fig. 24).



Tabla 25. Ubicación de la pradera de Islas Bajas en la XI Región.

| Pradera | Islas Bajas |
|------------------------|-----------------------------|
| Ubicación Experimentos | 43°57'29,3"S : 74°05'20,6"W |
| Punto N°1 | 43°57'26,3"S : 74°05'17,4"W |
| Punto N°2 | 43°57'29,3"S : 74°05'18,1"W |
| Punto N°3 | 43°57'27,1"S : 74°05'24,4"W |
| Punto N°4 | 43°57'26,3"S : 74°05'17,4"W |
| Largo máximo (2-3) | 0.08millas = 148metros |
| Largo mínimo (1-4) | 0.06millas = 111metros |
| Ancho máximo(1-2) | 0.05millas = 92metros |
| Ancho mínimo (3-4) | 0.03millas = 55metros |
| Area | 0.8Há |

Tabla 26. Caracterización de la pradera de Islas Bajas en la XI Región.

| Pradera | Islas Bajas |
|----------------|------------------------|
| Acceso | Mar |
| Tipo de fondo | Paredones de fierrillo |
| Vientos | Este y Sur Este |
| Profundidad | 12 metros |
| Transparencia | 9 metros |



Tabla 27. Factores abióticos de la pradera de Islas Bajas en la XI Región.

| Profundidad | Temperatura°C | Salinidad‰ | Luz μmol |
|--------------------|----------------------|-------------------|---------------------------------------|
| Superficial | 10.1 | 31.8 | 60 (200) |
| 1 | 10.1 | 31.8 | 65 |
| 2 | 10.2 | 31.8 | 60 |
| 3 | 10.2 | 31.8 | 61 |
| 4 | 10.2 | 31.8 | 59 |
| 5 | 10.2 | 31.8 | 59 |
| 6 | 10.2 | 31.8 | 57 |
| 7 | 10.1 | 31.8 | 53 |
| 8 | 10.1 | 31.8 | 52 |
| 9 | 10.1 | 31.8 | 49 |
| 10 | 10.1 | 31.8 | 45 |
| 11 | 10.1 | 31.8 | 24 |
| 12 | 10.1 | 31.8 | 24 |

Pradera de Isla Vergara

Se ubica a 2 millas al sur de Puerto Aguirre ($45^{\circ} 09' \text{ S}$; $73^{\circ} 31' \text{ W}$), la pradera tiene un área de 27730 m^2 (Tabla 28). Las frondas se desarrollan principalmente sobre sustrato rocoso macizo, la pradera se distribuye a profundidades entre 1 y 3 m, la salinidad superficial y de fondo fue de 29.7‰ , la temperatura fue de 9.8°C , la transparencia fue de 3 m (Tabla 29 y 30). La pradera esta expuesta a los vientos del suroeste y el régimen de mareas se caracteriza por un rango de marea de 2.15 m en mareas de sicigia (Fig. 25).



Tabla 28. Ubicación de la pradera de Islas Vergara en la XI Región.

| Pradera | Isla Vergara |
|------------------------|-----------------------------|
| Ubicación Experimentos | 45°11'39,2"S : 73°32'05,3"W |
| Punto N°1 | 45°11'48,9"S : 73°32'07,3"W |
| Punto N°2 | 45°11'49,0"S : 73°32'09,2"W |
| Punto N°3 | 45°11'44,7"S : 73°32'07,3"W |
| Punto N°4 | 45°11'48,9"S : 73°32'07,3"W |
| Punto N°5 | 45°11'48,9"S : 73°32'07,3"W |
| Largo máximo (3-4) | 0.20millas = 370metros |
| Largo mínimo (2-3) | 0.14millas = 259metros |
| Ancho máximo(4-5) | 0.07millas = 129metros |
| Ancho mínimo (1-2) | 0.04millas = 74metros |
| Area | 2.73Há |

Tabla 29. Características de la pradera de Islas Vergara en la XI Región.

| Pradera | Isla Vergara |
|----------------|---------------------|
| Acceso | Mar |
| Tipo de fondo | Roca y piedra |
| Vientos | Oeste |
| Profundidad | 3 metros |
| Transparencia | 3 metros |



Tabla 30. Factores abióticos de la pradera de Islas Vergara en la XI Región.

| Profundidad | Temperatura°C | Salinidad‰ | Luz μmol |
|--------------------|----------------------|-------------------|--------------------------------|
| Superficial | 9.8 | 29.7 | 314 (2.058) |
| 1 | 9.8 | 29.7 | 239 |
| 2 | 9.8 | 29.7 | 222 |
| 3 | 9.8 | 29.7 | 141 |

Pradera de Isla Meninea

Se encuentra ubicada a 13 millas de Puerto Aguirre ($45^{\circ} 09' S$; $73^{\circ} 31' W$), el área de la pradera es de 28600 m^2 (Tabla 31), las frondas se encuentran sobre sustratos rocosos macizos y también es posible encontrarlos sobre bolones. La profundidad en que se encuentra oscila entre 1 y 4 m, la salinidad superficial del agua fue de 28.1 ‰ y de fondo 29.5 ‰ , la temperatura superficial del agua fue de $10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y de $9.8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ en el fondo, la transparencia del agua fue de 4m (Tabla 32 y 33). La pradera no tiene exposición a los vientos y el régimen de mareas se caracteriza por un rango de marea de 2.15 m en mareas de sicigia (Fig. 25).



Tabla 31. Ubicación de la pradera de Islas Meninea en la XI Región.

| Pradera | Isla Meninea |
|------------------------|-----------------------------|
| Ubicación Experimentos | 45°15'50,3"S : 73°36'55,2"W |
| Punto N°1 | 45°15'50,5"S : 73°36'54,7"W |
| Punto N°2 | 45°15'51,5"S : 73°36'57,7"W |
| Punto N°3 | 45°15'53,5"S : 73°36'52,9"W |
| Punto N°4 | 45°15'50,8"S : 73°36'49,4"W |
| Largo máximo (2-3) | 0.12millas = 222metros |
| Largo mínimo (1-4) | 0.12millas = 222metros |
| Ancho máximo(3-4) | 0.11millas = 203metros |
| Ancho mínimo (1-2) | 0.07millas = 129metros |
| Area | 2.86Há |

Tabla 32. Características de la pradera de Islas Meninea en la XI Región.

| Pradera | Isla Meninea |
|----------------|---------------------|
| Acceso | Mar |
| Tipo de fondo | Roca y piedra |
| Vientos | Este |
| Profundidad | 4 metros |
| Transparencia | 4 metros |

**Tabla 33.** Factores abióticos de la pradera de Islas Meninea en la XI Región.

| Profundidad | Temperatura°C | Salinidad‰ | Luz μmol |
|--------------------|----------------------|-------------------|---------------------------------------|
| Superficial | 10 | 28.1 | 487 (2.157) |
| 1 | 10 | 28.1 | 382 |
| 2 | 9.9 | 29.2 | 240 |
| 3 | 9.8 | 29.4 | 219 |
| 4 | 9.8 | 29.5 | 170 |

c) Evaluación de la biomasa reproductiva de luga en la XI Región**Bahía Low**

En la pradera de Bahía Low la biomasa total se incrementa en el tiempo alcanzando en el mes noviembre un valor máximo de $1.300 \pm 72,4 \text{ g/m}^2$, en diciembre se produce una fuerte disminución, hasta alcanzar niveles de biomasa alrededor de 200 g/m^2 (Fig. 26a) en el mes de febrero, posteriormente los valores de biomasa presentan pequeñas fluctuaciones con un máximo valor en el mes de agosto de $393,9 \pm 43,9 \text{ g/m}^2$. El incremento que se observa en el mes de febrero esta dado o por la biomasa vegetativa y cistocárpica alcanzando valores de $710,6 \pm 66,2 \text{ g/m}^2$ y $555,9 \pm 60,9 \text{ g/m}^2$, respectivamente (Fig. 26b). Las frondas tetraspóricas se mantienen estables con un valor promedio de $34,5 \pm 11,3 \text{ g/m}^2$ en los meses muestreados.

La densidad sigue un patrón diferente; alcanzó dos valores máximos, el primero en octubre con $18 \pm 1,7 \text{ ind./m}^2$ y el segundo en el mes de mayo con $21 \pm 1,1 \text{ ind./m}^2$ el valor mínimo es en el mes de febrero del año 2002 con $6,1 \pm 0,7 \text{ ind./m}^2$. (Fig. 27a). Las frondas vegetativas presentan predominancia frente a las otras fases y grandes fluctuaciones; encontrándose valores mayores en el mes de mayo con un valor de $14,1 \pm 1,1 \text{ ind./m}^2$ y un valor mínimo de $3,7 \pm 0,7 \text{ ind./m}^2$ en el mes de febrero. La fase



cistocárpica mostró su densidad máxima en el mes de noviembre alcanzando un valor de $6,9 \pm 0,8$ ind./m². La fase tetraspórica muestra una baja densidad (3,1 ind./m²) y se mantiene con poca variación durante los meses muestreados. (Fig. 27b).

La figura 28 muestra la distribución de frecuencia de las fases reproductivas entre los meses de septiembre a diciembre del año 2001. En forma general las mayores frecuencias de tallas se observan en los rangos de talla que abarcan los 11 a 40 cm. Para la fase vegetativa durante el mes de diciembre se observan las mayores frecuencias con valores superiores a 30 % para los rangos de tallas 11-20 cm. En frondas cistocárpicas las mayores frecuencias se observa en el mes de noviembre en los rangos de tallas 31-40 cm con valores superiores a 15%. Para la fase tetraspóricas se observa frondas que abarcan tamaños 11 a 40 cm. Sin embargo, las frecuencias son bajas durante todos los meses muestreados con valores inferiores a 8%.

Durante los meses de enero a abril del 2002 (Fig. 29) muestra que al igual que los meses anteriores la gran mayoría de las frondas abarcan rangos de tallas de 11-20 cm y 21-30 cm, sin embargo las frecuencias de las frondas cistocárpicas presentan valores más altos sobre el 25% en el mes de enero. Para la fase vegetativa el mes de febrero presenta mayores frecuencias, superiores a 30 % para el rango de talla 11-20 cm. Durante los meses de marzo y abril del año 2002. Presenta las mismas tendencias que los meses anteriores, sin embargo durante el mes de marzo incrementa la frecuencia de frondas tetraspóricas para el rango de tallas 11-20 cm.

La figura 30 muestra las frecuencias durante los meses de mayo y agosto del 2002. Se observa que la frecuencia de frondas vegetativas es mayor entre los rangos de talla 1-10 y 11-20 con máximos valores entre los meses de julio y agosto con valores sobre el 35%. Tanto las fases tetraspóricas y cistocárpicas presentan valores que no sobrepasan el 15%.



Puerto Barrientos

En la pradera de Puerto Barrientos la biomasa total se incrementa en el tiempo alcanzando en el mes enero del año 2002 un valor máximo de $757,1 \pm 86$ g/m², disminuyendo nuevamente en los meses siguientes, las fluctuaciones están inducidas principalmente por la biomasa vegetativa. (Fig. 31a). La biomasa vegetativa incrementa lentamente a partir del mes de octubre presentando una biomasa máxima en el mes de enero del 2002 ($420,9 \pm 53$ g/m²). La biomasa reproductiva es menor, en donde la biomasa de la fase cistocárpica es mayor que tetraspórica durante todos los meses de muestreos realizados (Fig.31b).

La densidad en esta pradera obtiene sus máximos valores en invierno con un máximo de $19,1 \pm 2$ ind/m² en junio (Fig.32a). La densidad por fases reproductivas (Fig.32b) muestra que las frondas vegetativas y masculinas son más abundantes que las fases reproductivas durante todo el año. La proporción de fases reproductivas tetraspórica y cistocárpica son similares y se mantiene durante los meses muestreados y las densidades no superan los 4 ind/m².

La figura 33 muestra la distribución de frecuencia de las fases reproductivas en Puerto Barrientos entre los meses de septiembre y diciembre. En forma general las mayores frecuencias de tallas se observan en los rangos de talla que abarcan los 11 a 40 cm. Las frondas vegetativas son las más frecuentes con valores máximos por sobre el 40% en los meses de septiembre y octubre en el rango de talla 11-20; mientras que las frondas reproductivas son poco frecuentes y se encuentran hasta 50 cm de tamaño máximo.

Durante los cuatro siguientes meses (enero-abril) la tendencia es similar (Fig. 34), pero se observa un leve aumento en la frecuencia de frondas cistocárpicas. En el mes de marzo del año 2002 se incrementa las frecuencias de las frondas



reproductivas, observando frondas tetraspóricas en su gran mayoría con tamaños de 20 cm a 40 cm. Las frondas cistocárpicas las mayores frecuencia se observa en los rangos de talla entre 21-30 cm y 31-40 cm. En la figura 35 se observan valores altos en frondas vegetativas en el rango de tallas entre 1-10 cm y 41-50 cm, presentando los valores máximos en junio y julio con una frecuencia del 40%.

Islas Bajas

En la pradera de Islas Bajas la biomasa total se incrementa en el tiempo alcanzando entre los meses de octubre y noviembre del año 2001 los máximos valores cercanos a los 1000 g/m². (Fig. 36a) luego disminuye fluctuando en los meses siguientes con valores bajo los 750 g/m². El mes de mayo no presenta valores ya que no hubo muestreo debido a las malas condiciones climáticas. La biomasa vegetativa incrementa alcanzando en noviembre un máximo de 593,8±74 g/m² y la biomasa reproductiva es inferior a 210 g/m², sin embargo existe una leve tendencia a incrementar el material cistocárpico, llegando en enero a 335,7 ±37 g/m² (Fig.36b), luego disminuye a comienzos del verano, posteriormente incrementa su biomasa durante los meses de enero y abril del año 2002 aportando la mayor biomasa en la pradera. La biomasa tetraspórica la biomasa no supera 200 g/m² y no presenta fluctuaciones importantes durante los meses de estudio.

La densidad en los meses muestreados varía alcanzando valores máximos en octubre de 20,3±1,5 ind/m² (Fig. 37a) luego disminuye observando una densidad mínima en el mes de marzo del año 2002 de 7,6±0,9 ind/m². La densidad por fases reproductivas (Fig. 37b) muestra que las frondas vegetativas y masculinas son más abundantes que las fases reproductivas durante la primavera y el invierno. La proporción de fases reproductivas (Fig. 37b) muestra fluctuaciones en el predominio de las fases. Por otra parte, las densidades de las frondas reproductivas no superan los 6 ind/m² durante todas las estaciones del año. El mes de mayo no presenta valores ya que no hubo muestreo debido a las malas condiciones climáticas.



Las figuras 38, 39 y 40 muestran la distribución de frecuencia de las fases reproductivas en Islas Bajas entre los meses de septiembre (2001) a agosto (2002). En forma general hasta el mes de abril las mayores frecuencias de tallas se observan en los rangos de que abarcan los 11 a 30 cm posteriormente desde el mes de junio las mayores frecuencias se observan entre 1-30 cm. En cuanto a las fases tetraspóricas y cistocárpicas las frecuencias no fluctuaron a lo largo de las categorías de tallas. El mes de mayo no presenta gráfica porque no hubo muestreo debido a las malas condiciones climáticas.

Isla Vergara

En la pradera de Islas Vergara la biomasa total se mantiene con pocas fluctuaciones en el tiempo, sin embargo alcanza su valor máximo durante el verano, con $811,6 \pm 78$ g/m² en el mes de enero. (Fig. 41a). En cuanto a la biomasa por fases, las frondas vegetativas predominan durante primavera alcanzando en noviembre un máximo de 570 ± 73 g/m². En los meses siguientes la biomasa reproductiva es superior a partir del mes de enero del año 2002, en donde el mayor aporte corresponde a la fase cistocárpica observando de esta forma una dominancia de la fase cistocárpica sobre tetraspórica (Fig. 41b). Sin embargo, a partir del mes de mayo la fase vegetativa nuevamente es predominante. Por otra parte la fase tetraspórica presenta un leve aumento de a partir del mes de marzo, con un valor máximo en el mes de junio de 136 ± 25.6 g/m².

La densidad en los meses muestreados varía alcanzando valores máximos en noviembre de $17 \pm 1,6$ ind/m² (Fig. 42a), luego en los meses siguientes comienza a disminuir. La densidad por fases reproductivas (Fig. 42b) muestra que al igual que la pradera anterior las frondas vegetativas y masculinas son más abundantes que las fases reproductivas durante la primavera con valores que van entre 11 y 15 ind/m². Las frondas cistocárpicas alcanzan su máxima biomasa en el mes de enero con $5,5 \pm$



0,6 ind/m², mientras que las frondas tetraspóricas se encuentran a lo largo del periodo en densidades que no superan los 3 ind./m².

La figura 43 muestra la distribución de frecuencia de las fases reproductivas en Isla Vergara entre los meses de septiembre y diciembre del 2001. En forma general las mayores frecuencias de tallas se observan en las frondas vegetativas en los rangos 11 a 20 cm, en tanto Las frondas tetraspóricas y cistocárpicas presentan frecuencias que no sobrepasan el 10%. En la figura 44 se observa un incremento de frondas cistocárpicas a partir del mes de enero en el rango de tallas de 21-30 cm. En cuanto a las frondas tetraspóricas éstas no sobrepasan el 10%.

En la figura 45 se observa que en todos los meses las frecuencias de las frondas vegetativas disminuyen de acuerdo aumenta el tamaño de la fronda, presentando valores máximos en los rangos de tallas 11-20 cm y 21-30 cm. En cuanto la fase tetraspórica no superan el 20% en el rango de 21-30 cm. La fase cistocárpica no supera el 10 % entre los rangos de talla de 11-50 cm.

Isla Meninea

En la pradera de Isla Meninea la biomasa total se ha mantenido alrededor de 500 g/m² relativamente constante presentando un mínimo en el mes de febrero de 304,4±49 g/m² y un máximo de 570,1±35 g/m². (Fig. 46a). En cuanto a la biomasa por fases reproductivas, las frondas vegetativas y masculinas se incrementan alcanzando en noviembre un máximo de 508,3±69,3 g/m² disminuyendo en los meses siguientes con valores mínimos en el mes de febrero de 6,7±2,6 g/m². La biomasa tetraspórica es baja a lo largo del año con valores que no sobrepasan los 75 g/m². En esta pradera, entre las fases reproductivas, se observa una dominancia cistocárpica (Fig.46b) que entre los meses de febrero y marzo predominan por sobre las otras estructuras con un valor máximo de 248±45g/m².



La densidad en los meses muestreados varía alcanzando valores máximos en octubre de $12 \pm 1,8$ ind/m² (Fig. 47a) y mínimos en febrero $3,4 \pm 0,6$ ind/m². La densidad por fases reproductivas (Fig. 47b) muestra que las frondas vegetativas y masculinas son claramente más abundantes que las fases reproductivas durante la primavera y el invierno. Las frondas tetraspóricas se encuentran a densidades muy bajas, con valores no superiores a los 2 ind/m²; y las frondas cistocárpicas con valores no superiores a los 4 ind/m².

Las figuras 48, 49 y 50 muestran la distribución de frecuencia de las fases reproductivas en Isla Meninea. En forma general las mayores frecuencias de tallas se observan en frondas vegetativas en los rangos de talla que abarcan los 1 a 40 cm. Las frondas reproductivas cistocárpicas comienzan a aparecer en diciembre y se incrementan en los meses siguientes en el rango de tallas 11-50 cm con frecuencias sobre 10 %; a partir de mayo, se observa mayor presencia de frondas tetraspóricas entre los rangos de tallas de 11 a 30 cm con valores de frecuencia de 12 %.

4.4 Determinar el (los) periodo(s) óptimos de cosecha para las praderas de la XI Región, que permitan maximizar la biomasa obtenida conservando la capacidad productiva del recurso.

La determinación de los períodos óptimos de cosecha para el recurso luga roja, comprende un objetivo que debe integrar la información relativa a la dinámica poblacional del recurso. En este sentido las distintas actividades de terreno corresponden a los insumos básicos para el desarrollo de este objetivo específico. Como lo indica el enfoque metodológico las fuentes de información para obtener los parámetros que integran el modelo fueron generados en las siguientes actividades:

- Seguimiento mensual de la dinámica poblacional en densidad, biomasa y tamaños por fase reproductiva (dinámica fenológica).



- Experiencias de crecimiento de frondas vegetativas y secundarias.
- Estimación de parámetros gravimétricos de las frondas.

A continuación se presenta un análisis general de los principales variables que permiten la modelación de los procesos poblacionales de las praderas en estudio. Algunos de los aspectos a considerar han sido analizados en profundidad en el desarrollo de los otros objetivos específicos del proyecto, por cuanto sólo se hace mención a los resultados relacionadas directamente con el objetivo de manejo y explotación del recurso.

El uso de modelos de desempeño, se fundamenta en el establecimiento de la dinámica poblacional en densidad y biomasa, a fin de definir niveles de stock mínimos (nivel de escape), que permitan la regeneración de la pradera post - cosecha, bajo estrategias alternativas de explotación.

El objetivo básico a establecer para un buen manejo biológico de las praderas de luga, es la conservación poblacional de las mismas, a través del uso sustentable del recursos por parte de sus usuarios. Como objetivo específico se debe tender a maximizar las cosechas, a través del uso de los excedentes de la pradera, manteniendo la capacidad regenerativa de la misma en el largo plazo.

Para el cumplimiento de este objetivo, las acciones de manejo asociadas están relacionadas con el establecimiento de:

- Períodos de cosecha: cuándo se debe extraer y las fechas sensibles a la extracción
- Establecer la frecuencia de cosechas, con relación al número de cosechas a realizar en una temporada anual.
- Establecer la modalidad y/o artes de cosecha en función de la selectividad.
- Definir la magnitud de la cosecha: tasas de remoción asociadas.



- Analizar la factibilidad de las medidas, de acuerdo a la relación recurso – extractores - empresa.

Los análisis para evaluar las medidas anteriores requieren de la incorporación de los principales procesos poblacionales y extractivos, para planificar la (s) estrategia (s) más eficientes para cada pradera, las cuales consideran los siguientes aspectos:

- i. Dinámica poblacional de las praderas.
- ii. Análisis de los procesos poblacionales relevantes
- iii. Definición de criterios de explotación e indicadores poblacionales
- iv. Evaluación de escenarios alternativos de manejo.

4.4.1 Dinámica de las praderas.

En la figura 51 a y b, se presenta el desempeño de la densidad y biomasa poblacional, desde septiembre 2001 a agosto 2002, en las 5 praderas de luga roja en estudio, incluyéndose la estimaciones de la biomasa (biomasa ajustada por el modelo). Las praderas en estudio presentaron una tendencia general de la biomasa estacional anual, observándose un aumento desde septiembre hacia los meses de octubre – noviembre con una máxima producción, a partir de los cuales se registra una disminución continua alcanzando en los meses de febrero - marzo las menores biomasa observadas, para iniciar desde abril su recuperación. Se debe señalar, que el patrón anterior se ve acentuado en las praderas que estarían sometidas a explotación, en especial Bahia Low e Isla Bajas.

Si bien, se observa una relativa coincidencia en los niveles de densidad y biomasa estacional, las fluctuaciones mensuales en densidad fueron menores, y por tanto, la disminución de biomasa estacional, se vería explicado principalmente por la pérdida de las frondas de mayor tamaño, las cuales aportan la mayor fracción de la biomasa a la población. De esta forma, a partir de los meses de abril - mayo se



observa un incremento en la densidad de frondas (Tabla 34), las cuales como producto de su aumento en tamaño, generan nuevamente los mayores biomásas observadas en el mes de agosto. De acuerdo a lo anterior, se podría indicar que las variaciones en biomasa en los meses de verano tardío, son el producto de una

Tabla 34. Densidad media mensual de frondas de luga roja para las praderas en estudio. m = Tasa de cambio en densidad.

| Bahía low | Cistocárpico | | Tetraspórico | | Vegetativo | | Total | | m |
|------------|--------------|-------|--------------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | Media | Error | Media | Error | Media | Error | Media | Error | |
| Septiembre | 4.2 | 0.4 | 1.2 | 0.2 | 9.2 | 0.7 | 14.6 | 1.0 | |
| Octubre | 4.0 | 0.6 | 1.5 | 0.3 | 12.7 | 1.2 | 18.2 | 1.7 | -0.09 |
| Noviembre | 6.9 | 0.9 | 0.5 | 0.2 | 8.8 | 0.7 | 16.3 | 1.2 | 0.05 |
| Diciembre | 2.4 | 0.5 | 1.9 | 0.5 | 8.6 | 0.9 | 12.9 | 1.5 | 0.10 |
| Enero | 2.8 | 0.4 | 0.7 | 0.2 | 7.9 | 0.9 | 11.5 | 1.2 | 0.05 |
| Febrero | 2.0 | 0.4 | 0.4 | 0.1 | 3.7 | 0.5 | 6.1 | 0.8 | 0.27 |
| Marzo | 2.4 | 0.4 | 1.7 | 0.3 | 6.0 | 0.6 | 10.1 | 0.9 | -0.22 |
| Abril | 2.6 | 0.4 | 1.4 | 0.2 | 7.4 | 0.9 | 11.4 | 1.1 | -0.05 |
| Mayo | 4.3 | 0.5 | 3.1 | 0.4 | 14.1 | 1.0 | 21.6 | 1.1 | -0.28 |
| Junio | 2.1 | 0.4 | 2.0 | 0.5 | 8.0 | 1.1 | 12.1 | 1.5 | 0.25 |
| Julio | 3.3 | 0.5 | 1.8 | 0.3 | 13.4 | 1.3 | 18.5 | 1.6 | -0.18 |
| Agosto | 5.2 | 0.7 | 1.9 | 0.4 | 11.7 | 1.4 | 18.8 | 2.0 | -0.01 |

| Puerto Barrientos | Cistocárpico | | Tetraspórico | | Vegetativo | | Total | | m |
|-------------------|--------------|-------|--------------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | Media | Error | Media | Error | Media | Error | Media | Error | |
| Septiembre | 0.8 | 0.2 | 1.4 | 0.3 | 7.0 | 0.8 | 9.3 | 1.0 | |
| Octubre | 1.3 | 0.3 | 1.6 | 0.4 | 9.6 | 1.1 | 12.5 | 1.4 | -0.13 |
| Noviembre | 1.3 | 0.3 | 1.3 | 0.3 | 8.3 | 1.0 | 10.9 | 1.2 | 0.06 |
| Diciembre | 3.2 | 0.4 | 0.5 | 0.1 | 6.7 | 0.8 | 10.4 | 1.0 | 0.02 |
| Enero | 3.0 | 0.6 | 3.0 | 0.7 | 9.8 | 1.3 | 15.9 | 1.7 | -0.18 |
| Febrero | 2.0 | 0.4 | 1.5 | 0.4 | 5.3 | 0.8 | 8.9 | 1.2 | 0.25 |
| Marzo | 1.7 | 0.4 | 1.5 | 0.4 | 3.7 | 0.5 | 7.0 | 0.7 | 0.10 |
| Abril | 2.1 | 0.4 | 1.8 | 0.3 | 7.7 | 0.9 | 11.6 | 1.1 | -0.22 |
| Mayo | 2.7 | 0.5 | 2.0 | 0.4 | 6.4 | 0.7 | 11.1 | 0.9 | 0.02 |
| Junio | 3.1 | 0.5 | 2.2 | 0.4 | 13.8 | 1.6 | 19.2 | 2.1 | -0.24 |
| Julio | 3.3 | 0.4 | 2.8 | 0.5 | 9.0 | 1.1 | 15.1 | 1.6 | 0.10 |
| Agosto | 3.8 | 0.7 | 2.3 | 0.6 | 9.5 | 1.1 | 15.7 | 1.8 | -0.02 |



Continuación Tabla 34.

| Islas Bajas | Cistocárpico | | Tetraspórico | | Vegetativo | | Total | | m |
|-------------------|--------------|-------|--------------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | Media | Error | Media | Error | Media | Error | Media | Error | |
| Septiembre | 1.7 | 0.3 | 3.8 | 0.4 | 7.3 | 0.7 | 12.8 | 0.9 | |
| Octubre | 2.7 | 0.6 | 5.0 | 0.7 | 12.7 | 1.2 | 20.3 | 1.9 | -0.20 |
| Noviembre | 3.6 | 0.6 | 3.3 | 0.7 | 10.7 | 1.2 | 17.6 | 1.6 | 0.06 |
| Diciembre | 4.1 | 0.5 | 3.5 | 0.5 | 9.9 | 1.0 | 17.5 | 1.4 | 0.00 |
| Enero | 2.3 | 0.3 | 3.7 | 0.6 | 8.2 | 0.9 | 14.2 | 1.0 | 0.09 |
| Febrero | 4.4 | 0.6 | 2.0 | 0.4 | 5.9 | 0.7 | 12.3 | 1.3 | 0.06 |
| Marzo | 2.5 | 0.4 | 2.2 | 0.5 | 3.0 | 0.5 | 7.6 | 1.0 | 0.21 |
| Abril | 2.9 | 0.5 | 2.6 | 0.5 | 5.9 | 0.8 | 11.4 | 1.3 | -0.17 |
| Mayo | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | - |
| Junio | 4.1 | 1.1 | 3.6 | 0.6 | 10.3 | 1.6 | 18.0 | 2.1 | - |
| Julio | 3.1 | 0.5 | 2.0 | 0.4 | 9.5 | 1.4 | 14.6 | 2.0 | 0.09 |
| Agosto | 5.2 | 0.7 | 2.2 | 0.4 | 11.0 | 1.0 | 18.3 | 1.6 | -0.10 |

| Isla Vergara | Cistocárpico | | Tetraspórico | | Vegetativo | | Total | | m |
|-------------------|--------------|-------|--------------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | Media | Error | Media | Error | Media | Error | Media | Error | |
| Septiembre | 2.0 | 0.3 | 1.0 | 0.2 | 8.3 | 0.9 | 11.3 | 1.2 | |
| Octubre | 2.0 | 0.3 | 1.0 | 0.2 | 8.3 | 0.9 | 11.3 | 1.2 | |
| Noviembre | 1.1 | 0.3 | 1.2 | 0.2 | 13.4 | 1.4 | 15.7 | 1.6 | -0.14 |
| Diciembre | 1.7 | 0.3 | 1.4 | 0.3 | 13.9 | 1.4 | 17.0 | 1.7 | -0.03 |
| Enero | 2.9 | 0.6 | 1.0 | 0.3 | 11.7 | 1.7 | 15.5 | 2.0 | 0.04 |
| Febrero | 5.7 | 0.7 | 0.6 | 0.2 | 7.8 | 0.8 | 14.1 | 1.3 | 0.04 |
| Marzo | 3.3 | 0.4 | 0.6 | 0.2 | 5.0 | 0.7 | 8.9 | 0.8 | 0.20 |
| Abril | 2.9 | 0.4 | 1.2 | 0.3 | 4.5 | 0.5 | 8.7 | 0.7 | 0.01 |
| Mayo | 2.1 | 0.4 | 1.4 | 0.3 | 4.0 | 0.4 | 7.6 | 0.6 | 0.06 |
| Junio | 2.0 | 0.3 | 2.2 | 0.4 | 3.3 | 0.4 | 7.4 | 0.6 | 0.01 |
| Julio | 2.8 | 0.4 | 2.8 | 0.4 | 5.8 | 0.5 | 11.4 | 0.7 | -0.19 |
| Agosto | 2.7 | 0.4 | 2.1 | 0.3 | 5.0 | 0.4 | 9.8 | 0.6 | 0.07 |
| Ago | 2.6 | 0.5 | 0.7 | 0.2 | 7.0 | 0.6 | 10.4 | 0.6 | -0.03 |

| Isla Meninea | Cistocárpico | | Tetraspórico | | Vegetativo | | Total | | m |
|-------------------|--------------|-------|--------------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | Media | Error | Media | Error | Media | Error | Media | Error | |
| Septiembre | 0.8 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 8.7 | 1.4 | 9.8 | 1.5 | |
| Octubre | 0.4 | 0.1 | 0.5 | 0.1 | 11.1 | 1.8 | 12.0 | 1.9 | -0.09 |
| Noviembre | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 10.2 | 1.2 | 10.8 | 1.3 | 0.05 |
| Diciembre | 1.5 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 8.9 | 1.1 | 10.8 | 1.2 | 0.00 |
| Enero | 3.2 | 0.6 | 0.3 | 0.1 | 7.4 | 1.1 | 10.9 | 1.4 | 0.00 |
| Febrero | 1.9 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | 1.3 | 0.3 | 3.5 | 0.6 | 0.50 |
| Marzo | 2.1 | 0.3 | 0.7 | 0.2 | 3.0 | 0.6 | 5.8 | 0.8 | -0.22 |
| Abril | 1.3 | 0.2 | 0.6 | 0.2 | 4.1 | 0.8 | 6.0 | 0.8 | -0.02 |
| Mayo | 2.3 | 0.3 | 1.9 | 0.3 | 3.9 | 0.5 | 8.1 | 0.6 | -0.13 |
| Junio | 2.3 | 0.3 | 1.5 | 0.4 | 5.1 | 0.5 | 9.0 | 0.7 | -0.04 |
| Julio | 2.2 | 0.3 | 1.3 | 0.3 | 5.7 | 0.7 | 9.2 | 0.7 | -0.01 |
| Agosto | 2.1 | 0.2 | 1.5 | 0.3 | 7.2 | 0.7 | 10.8 | 0.7 | -0.07 |



pérdida de frondas (poda natural), y por su parte, el aumento en densidad observado para inicio de invierno, se caracteriza por la presencia de frondas de bajo tamaño, proceso que se presenta para los tres estados de luga roja, y en especial para la fase tetraesporofítica (Tabla 35a y b).

Se observó una sincronía estacional entre las épocas de máxima producción en biomasa y máxima biomasa reproductiva, lo cual indica una fuerte relación entre crecimiento de frondas y su condición reproductiva. Se presentó una marcada predominancia de la fase cistocárpica sobre la tetraspórica en las praderas de Bahía Low, Isla Meninea e Isla Vergara. Por su parte en los sectores Islas Bajas y Puerto Barrientos ambas fases muestran una densidad promedio similar para el período analizado (Tabla 34). En términos temporales, se observa una tendencia a mayores densidades relativas de las fases reproductivas, en especial para la cistocárpica posteriores a los meses de máxima densidad.

En las praderas del sector sur (Islas Guaitecas; Isla Vergara e Isla Meninea), se observó una leve desplazamiento mensual de los máximos en biomasa reproductiva (meses de julio - agosto), en comparación a las praderas de la zona norte (Puerto Aguirre), donde los máximos se observan entre mayo y junio. El desfase anterior, también se observó entre las máximas biombras de los estados cistocárpicos y tetraesporicos en la pradera de Isla Meninea, con una mayor abundancia del segundo estado en el mes de agosto.

4.4.2 Desempeño productivo de las praderas

Los parámetros de entrada para las estimaciones de los procesos poblacionales de las praderas en estudio, corresponden a valores obtenidos a partir de la información generada en el presente estudio por medio de las evaluaciones mensuales en densidad, biomasa y estructura de tallas, y las experiencias de marcaje y crecimiento de frondas.



Tabla 35a. Proyección poblacional relativa en número de frondas de luga roja para la pradera de Puerto Barrientos; m (tasa de cambio en densidad), k (tasa de crecimiento), a y b (parámetros gravimétricos).

| Total | Meses | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Area | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago |
| 1-250 | 58.1 | 48.7 | 56.3 | 54.5 | 40.1 | 33.8 | 25.8 | 55.9 | 53.5 | 89.7 | 77.9 | 65.0 |
| 250-500 | 30.1 | 29.5 | 27.5 | 30.8 | 33.6 | 36.5 | 36.8 | 25.8 | 23.1 | 8.7 | 17.0 | 22.3 |
| 500-750 | 6.5 | 13.0 | 8.6 | 8.3 | 15.3 | 14.7 | 17.2 | 9.2 | 11.1 | 0.9 | 4.2 | 5.9 |
| 750-0000 | 2.2 | 4.0 | 4.0 | 4.5 | 6.1 | 6.8 | 13.4 | 5.2 | 6.3 | 0.3 | 0.7 | 4.5 |
| 1000-1250 | 1.9 | 1.6 | 1.8 | 0.3 | 2.1 | 3.4 | 3.8 | 2.0 | 4.2 | 0.0 | 0.2 | 1.1 |
| 1250-1500 | 0.2 | 1.1 | 0.9 | 1.3 | 1.1 | 1.9 | 2.4 | 0.6 | 0.3 | 0.2 | 0.0 | 1.1 |
| 1500-1750 | 0.0 | 0.5 | 0.3 | 0.0 | 1.1 | 0.8 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1750-2000 | 0.4 | 1.1 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.8 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 |
| 2000-2250 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2250-2500 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| >2500 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 1.1 | 0.0 | 0.6 | 0.9 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Densidad (frondas/m²) | 3.1 | 4.2 | 3.6 | 3.5 | 5.3 | 3.0 | 2.3 | 3.9 | 3.7 | 6.4 | 5.0 | 5.2 |
| Biomasa (g/m²) | 97 | 174 | 155 | 105 | 252 | 150 | 126 | 129 | 133 | 85 | 116 | 134 |
| m | - | -0.06 | -0.11 | -0.03 | 0.76 | -0.48 | -0.18 | 0.93 | 0.03 | 0.89 | -0.12 | 0.36 |
| k | - | - | 0.56 | - | 0.34 | - | 0.02 | - | 0.07 | - | 0.30 | - |
| a | 0.15 | 0.24 | 0.11 | 0.06 | 0.12 | 0.13 | 0.21 | 0.31 | 0.13 | 0.07 | 0.58 | 0.09 |
| b | 0.89 | 0.84 | 0.95 | 1.04 | 0.96 | 0.93 | 0.87 | 0.79 | 0.94 | 1.02 | 0.69 | 0.94 |

| Cistocárpicas | Meses | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Area | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago |
| 1-250 | 34.1 | 10.3 | 32.5 | 46.9 | 15.4 | 13.3 | 3.8 | 26.6 | 32.1 | 84.9 | 51.0 | 49.6 |
| 250-500 | 46.3 | 38.5 | 32.5 | 33.3 | 35.2 | 50.0 | 32.7 | 35.9 | 27.2 | 11.8 | 36.7 | 27.0 |
| 500-750 | 4.9 | 30.8 | 17.5 | 10.4 | 25.3 | 15.0 | 32.7 | 14.1 | 23.5 | 2.2 | 11.2 | 12.2 |
| 750-0000 | 4.9 | 7.7 | 5.0 | 5.2 | 17.6 | 10.0 | 23.1 | 14.1 | 9.9 | 1.1 | 1.0 | 7.8 |
| 1000-1250 | 4.9 | 2.6 | 7.5 | 1.0 | 3.3 | 5.0 | 5.8 | 6.3 | 3.7 | 0.0 | 0.0 | 3.5 |
| 1250-1500 | 0.0 | 2.6 | 2.5 | 3.1 | 2.2 | 3.3 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1500-1750 | 0.0 | 0.0 | 2.5 | 0.0 | 1.1 | 1.7 | 1.9 | 0.0 | 1.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1750-2000 | 2.4 | 5.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2000-2250 | 2.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2250-2500 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| >2500 | 0.0 | 2.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.7 | 0.0 | 1.6 | 1.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Densidad (frondas/m²) | 0.8 | 1.3 | 1.3 | 3.2 | 3.0 | 2.0 | 1.7 | 2.1 | 2.7 | 3.1 | 3.3 | 3.8 |
| Biomasa (g/m²) | 38 | 105 | 115 | 132 | 209 | 139 | 134 | 136 | 154 | 62 | 139 | 139 |



Continuación Tabla 35a

| Tetraspóricas | Meses | | | | | | | | | | | |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | Area | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul |
| 1-250 | 41.7 | 41.7 | 52.6 | 21.4 | 37.4 | 30.4 | 43.5 | 46.3 | 58.3 | 89.6 | 85.9 | 75.7 |
| 250-500 | 51.4 | 37.5 | 36.8 | 64.3 | 42.9 | 50.0 | 37.0 | 38.9 | 28.3 | 9.0 | 14.1 | 24.3 |
| 500-750 | 5.6 | 16.7 | 10.5 | 7.1 | 17.6 | 15.2 | 8.7 | 11.1 | 8.3 | 1.5 | 0.0 | 0.0 |
| 750-0000 | 1.4 | 2.1 | 0.0 | 0.0 | 2.2 | 2.2 | 10.9 | 3.7 | 3.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1000-1250 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.2 | 0.0 | 0.0 | 1.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1250-1500 | 0.0 | 2.1 | 0.0 | 7.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1500-1750 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1750-2000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2000-2250 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2250-2500 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| >2500 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Densidad (frondas/m²) | 1.4 | 1.6 | 1.3 | 0.5 | 3.0 | 1.5 | 1.5 | 1.8 | 2.0 | 2.2 | 2.8 | 2.3 |
| Biomasa (g/m²) | 46 | 63 | 54 | 23 | 128 | 60 | 61 | 73 | 55 | 53 | 56 | 38 |

Tabla 35b. Proyección poblacional relativa en numero de frondas de luga roja para la pradera de Isla Vergara; m (tasa de cambio en densidad), k (tasa de crecimiento), a y b (parámetros gravimétricos).

| Total | Meses | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|
| | Area | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul |
| 1-250 | 36.9 | 49.6 | 39.4 | 46.1 | 21.3 | 33.7 | 32.7 | 38.2 | 34.1 | 38.6 | 37.9 | 26.0 |
| 250-500 | 35.5 | 25.4 | 37.5 | 29.2 | 41.0 | 31.5 | 30.8 | 36.4 | 30.5 | 33.0 | 28.7 | 30.9 |
| 500-750 | 13.4 | 10.2 | 14.5 | 11.6 | 19.2 | 16.5 | 16.2 | 14.5 | 17.5 | 12.9 | 15.0 | 17.0 |
| 750-0000 | 7.4 | 6.1 | 5.3 | 8.2 | 9.2 | 6.4 | 11.2 | 3.5 | 9.0 | 7.0 | 9.2 | 10.9 |
| 1000-1250 | 2.8 | 3.6 | 2.0 | 1.9 | 5.9 | 3.7 | 3.8 | 4.4 | 2.7 | 4.1 | 4.4 | 4.8 |
| 1250-1500 | 0.9 | 2.1 | 1.2 | 1.3 | 1.7 | 3.7 | 3.1 | 1.3 | 3.1 | 2.6 | 2.7 | 4.5 |
| 1500-1750 | 0.5 | 0.2 | 0.0 | 0.9 | 0.9 | 1.1 | 1.9 | 0.9 | 1.3 | 0.3 | 1.0 | 1.3 |
| 1750-2000 | 0.5 | 1.5 | 0.2 | 0.0 | 0.7 | 0.7 | 0.0 | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 0.3 | 0.6 |
| 2000-2250 | 1.1 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 1.1 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.3 | 1.3 |
| 2250-2500 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.1 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 |
| >2500 | 0.9 | 0.8 | 0.0 | 0.6 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.4 | 0.9 | 0.6 | 0.3 | 2.6 |
| Densidad (frondas/m²) | 11.3 | 15.7 | 17.0 | 15.5 | 14.1 | 8.9 | 8.7 | 7.6 | 7.4 | 11.4 | 9.8 | 10.4 |
| Biomasa (g/m²) | 547 | 658 | 698 | 574 | 812 | 493 | 488 | 389 | 445 | 579 | 467 | 675 |
| m | - | -0.08 | 0.15 | 0.26 | 0.19 | 0.10 | 0.02 | 0.08 | 0.11 | 0.51 | -0.08 | 0.13 |
| k | - | - | 1.06 | - | 0.23 | - | -0.18 | - | 0.10 | - | -0.13 | - |
| a | 0.12 | 0.10 | 0.19 | 0.05 | 0.25 | 0.05 | 0.04 | 0.07 | 0.15 | 0.07 | 0.05 | 0.12 |
| b | 0.92 | 0.96 | 0.86 | 1.08 | 0.84 | 1.06 | 1.14 | 1.04 | 0.90 | 1.04 | 1.06 | 0.92 |



Continuación Tabla 35b

| Cistocárpicas | Meses | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----|
| | Area | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago |
| 1-250 | 15.8 | 15.2 | 27.5 | 19.8 | 12.4 | 14.0 | 13.6 | 20.3 | 23.7 | 18.8 | 16.0 | 15.2 | |
| 250-500 | 43.6 | 42.4 | 35.3 | 41.9 | 41.2 | 31.0 | 29.5 | 40.6 | 25.4 | 35.3 | 34.6 | 30.4 | |
| 500-750 | 18.8 | 24.2 | 25.5 | 16.3 | 24.7 | 24.0 | 20.5 | 20.3 | 28.8 | 17.6 | 23.5 | 25.3 | |
| 750-0000 | 9.9 | 3.0 | 7.8 | 12.8 | 12.9 | 12.0 | 21.6 | 7.8 | 11.9 | 12.9 | 13.6 | 16.5 | |
| 1000-1250 | 4.0 | 3.0 | 0.0 | 5.8 | 5.3 | 6.0 | 8.0 | 3.1 | 5.1 | 9.4 | 8.6 | 7.6 | |
| 1250-1500 | 3.0 | 6.1 | 3.9 | 3.5 | 1.8 | 6.0 | 4.5 | 3.1 | 5.1 | 3.5 | 2.5 | 2.5 | |
| 1500-1750 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 3.0 | 2.3 | 3.1 | 0.0 | 1.2 | 1.2 | 0.0 | |
| 1750-2000 | 2.0 | 6.1 | 0.0 | | 0.6 | 1.0 | 0.0 | 1.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 2000-2250 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 2250-2500 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | |
| >2500 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 0.0 | | |
| Densidad (frondas/m²) | 2.0 | 1.1 | 1.7 | 2.9 | 5.7 | 3.3 | 2.9 | 2.1 | 2.0 | 2.8 | 2.7 | 2.6 | |
| Biomasa (g/m²) | 125 | 77 | 87 | 186 | 418 | 264 | 243 | 170 | 169 | 214 | 171 | 185 | |

| Tetraspóricas | Meses | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----|
| | Area | Sep | Oct | Nov | | Ene | Feb | Mar | Abr | May | | Jul | Ago |
| 1-250 | 46.0 | 48.6 | 50.0 | 36.7 | 5.3 | 38.9 | 29.7 | 23.3 | 28.8 | 35.7 | 46.0 | | |
| 250-500 | 34.0 | 43.2 | 42.9 | 46.7 | | 38.9 | 37.8 | 53.5 | 40.9 | 45.2 | 39.7 | 33.3 | |
| | 14.0 | 2.7 | 7.1 | 10.0 | 15.8 | 16.7 | 18.9 | 14.0 | 22.7 | 13.1 | 9.5 | 28.6 | |
| 750-0000 | 4.0 | 2.7 | 0.0 | 6.7 | | 5.6 | 5.4 | 4.7 | 6.1 | 2.4 | 3.2 | 4.8 | |
| 1000-1250 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.4 | 4.7 | 1.5 | 2.4 | | 0.0 | |
| 1250-1500 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 0.0 | 0.0 | |
| 1500-1750 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 1750-2000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 2000-2250 | 2.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 2250-2500 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| | 0.0 | 2.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| Densidad (frondas/m²) | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.0 | 0.6 | 0.6 | 1.2 | 1.4 | 2.2 | 2.8 | 2.1 | 0.7 | |
| Biomasa (g/m²) | 32 | 41 | 41 | 35 | 31 | 21 | 62 | 79 | 100 | 136 | 77 | 34 | |



◆ **Proyección de la abundancia y tasa de cambio de frondas (mortalidad - generación)**

El análisis mensual de mortalidad y generación natural global (Fig. 52), el cual permite modelar la dinámica en densidad mediante el coeficiente m , da cuenta de la tasa de cambio, la cual considera la remoción natural de frondas (muerte), y la generación de individuos (función compensatoria). En general, la tasa de cambio es coincidente con la disminución en densidad observada en los meses de verano y la aparición de nuevas frondas a partir del otoño, indicando una alta remoción desde noviembre a marzo (representada por valores positivos de m), y un incremento (generación) de individuos a partir de abril - agosto (Tabla 34), tendencia que responde al aumento en densidad observada durante estos últimos meses de muestreo. Destaca la fuerte remoción de frondas entre los meses de noviembre y marzo, en las praderas de Bahía Low e Islas Meninea, la cual estaría asociada a altos niveles de explotación.

● **Estimación de crecimiento vegetativo.**

La estimación de crecimiento, corresponde a un registro bimensual de los cambios del tamaño del alga (área de la fronda), siendo común observar períodos de crecimiento y decrecimiento de las frondas, por lo cual la capacidad predictiva de las tallas sucesivas, está condicionada sólo al intervalo anterior definido por el modelo. El crecimiento mensual para los tres rangos de tallas, en las cinco praderas en estudio, se presenta en las figuras 53 a y b, en función del área de las frondas. En términos generales, se presentan similares tendencias para los dos rangos inferiores de tallas (2-5 y 5-10 de ancho de fronda), registrando una disminución (decrecimiento) en los registros del mes de marzo, con un aumento significativo a partir mayo. Por su parte el rango superior (10 a 15 cm de ancho), tuvo un menor crecimiento, decreciendo en meses de enero - marzo, para recuperarse en el mes de julio, a excepción de los registros de Puerto Barrientos.



Las tasas estimadas de crecimiento por estrato de tamaño de fronda (Fig. 54 a), reflejan las observaciones de cambios en el área de las frondas, donde las frondas de todos rangos de tallas presentan una misma tendencia de incremento a partir de enero. Las praderas de Bahía Low, Puerto Barrientos e islas Bajas, presentaron tasas de crecimiento descendentes desde septiembre a enero. Por su parte, las praderas de Isla Vergara e Isla Meninea, tuvieron un fuerte crecimiento de las frondas, en especial de las dos tallas inferiores, manteniendo esta tendencia hasta el final de la experiencia. Destaca, el aumento sostenido de la tasa de crecimiento de la talla 2, en especial en las praderas de Isla Meninea e Islas Bajas. Considerando, el conjunto de las frondas marcadas (tres estratos de tallas), el mayor crecimiento de las frondas se registró durante el periodo abril - agosto, tendencia que debiera seguir hasta los meses de primavera.

El patrón de cambio en crecimiento es consistente con las variaciones observadas en el tamaño de las frondas (área), donde las mayores tasas se presentan en los meses de invierno - primavera, registrándose tasas negativas durante los meses de verano, reflejando un decrecimiento de las frondas. De esta forma, las tendencias en crecimiento, estarían explicando las observaciones de mayores biomásas durante los meses de primavera.

La tendencia observada en el crecimiento en talla, también se presentan en términos de crecimiento en peso (Fig. 54 b), respondiendo al buen ajuste predictivo de la relación área - peso de la fronda. Se debe mencionar, que los análisis morfogravimétricos de luga roja presentaron buenos ajustes entre las variables ancho - largo - área y peso, como se muestra en la Fig. 55 a y b, para las localidades de Puerto Barrientos e Isla Vergara. La función utilizada peso en función del área de la fronda (referida a un área estándar (470 cm²), presentó una baja variabilidad en el parámetro de condición alométrica b, donde se presenta un ajuste entre talla - peso mensual constante en el rendimiento medio en peso, en



relación al mes analizado, permitiendo su uso en términos de la modelación del desempeño de la biomasa en el tiempo.

La integración de las tasas de crecimiento y las tasas de cambio en densidad, permiten simular la progresión en densidad a talla (área de las frondas), en función del número de individuos para cada fase (Tabla 35).

- **Experiencias de crecimiento de frondas secundarias.**

La potencialidad de crecimiento de frondas secundarias, con y sin la presencia de frondas principales constituye un elemento de manejo, que condiciona las modalidades de corte - desprendimiento (sin talla de selección) de las frondas de la población. Los resultados indican que bajo ambos esquemas las frondas secundarias sobreviven y crecen (Fig. 56 a), sin embargo, se observan mayores tasas de crecimientos en las frondas secundarias que mantienen su fronda principal (Fig. 56 b), como se observa en las experiencias desarrolladas en Bahía Low, Islas Bajas y Puerto Barrientos. Lo anterior, sugiere la utilidad de realizar remociones por medio de cortes de frondas que permitan un mejor desarrollo de las frondas secundarias, dada la presencia de un remanente de fronda con capacidad de regeneración, la cual brindaría protección a la fronda secundaria.

- ◆ **Proyección poblacional de las praderas.**

En términos generales, el modelo predictivo se basa en la progresión de grupos de tallas en intervalos regulares a través de los meses, el reclutamiento se ha incorporado, en forma implícita, por medio de una tasa de cambio en densidad. El análisis valida el desempeño de la dinámica poblacional estimado por el modelo, el que ajusta adecuadamente las principales tendencias observadas durante el seguimiento directo de las praderas, en particular, las fluctuaciones en densidad y biomasa, estableciendo como indicadores los períodos de máxima y mínima



abundancia en peso y número, de los estados vegetativos y reproductivos, y sus estructuras de tallas.

En la figura 51 (a, b y c), se presenta la situación observada en las cuatro praderas en estudio, y los ajustes de abundancia poblacional en biomasa y densidad, en función del número de frondas a la talla (área de las frondas) para el recurso luga - roja. En todas ellas, se observa una adecuación predictiva de las biomاسas, principalmente para la biomasa total.

Desde el punto de vista de la dinámica natural de las praderas, se presenta una poda natural de las mismas entre los meses de febrero a mayo, por cuanto el enfoque de aprovechamiento de este proceso está orientado a evitar pérdidas de la biomasa resultantes de este proceso. Sin embargo, aunque la disminución en biomasa se ve explicada por el proceso de poda natural de las frondas, la biomasa mensual bajo condiciones sin intervención no presenta una disminución drástica (Puerto Barrientos e Islas Vergara), en comparación a las praderas intervenidas (*i.e.* Islas Bajas y Bahía Low). Estos antecedentes, permiten establecer que el incremento en biomasa es el resultado de la generación de nuevas frondas, acompañado del crecimiento de las mismas, lo cual permite hacer uso de los excedentes regenerativos de las praderas.

De acuerdo a lo anterior, niveles de explotación regulados sobre las praderas traerían asociado un mayor aprovechamiento de las mismas, como producto del crecimiento de los individuos de menor tamaño en la población, los cuales serían capaces de regenerar la biomasa poblacional para la estación siguiente. Por otro lado, se aprecia una alta incidencia de frondas reproductivas (en términos de su biomasa) que permite suponer un alto nivel de aporte de esporas al sistema.



Lo anterior, lleva a considerar dos dinámicas poblacionales, una de corto plazo (anual), la cual responde a un patrón de alta abundancia estacional y la existencia de una dinámica de mediano plazo, compuesta de los ejemplares de menor talla y la permanencia de los discos adhesivos, los que responderían a ciclos de vida interanuales. Este escenario, pone de manifiesto, que bajo condiciones de no explotación, se estaría desaprovechando el potencial vegetativo anual de cada pradera.

El ajuste del modelo, permite evaluar estrategias y tácticas de cosecha en función de variables como: período de cosecha (mes), tasa de remoción (presión extractiva) y selectividad a la talla (talla mínima de explotación), las cuales son analizadas bajo el criterio de explotación de optimización de proceso de cosecha en biomasa, considerando la coincidencia entre el período de máxima producción en biomasa total y reproductiva.

4.4.3 Procedimiento de ajuste y validación del método

El manejo de stock naturales de algas presenta un bajo nivel de desarrollo modelístico. El uso de modelos de evaluación de stock, debe entenderse como una herramienta de integración de conocimientos que permite predecir cambios y consecuencias derivadas del establecimiento de medidas de manejo y administración.

En general, en recursos algales no se ha trabajado en la definición de indicadores y puntos de referencia biopesqueros, sin embargo, podemos establecer criterios asociados a la maximización de las cosechas y la mantención de niveles mínimos remanentes de densidad y biomasa poblacional post- cosecha, en función a lo observado bajo condiciones de no intervención. Para este fin se ha analizado el desempeño poblacional y productivo de las dos praderas no intervenidas incluidas en el estudio; Puerto Barrientos e Isla Vergara.



Las estimaciones de los niveles de cosechas potenciales para el recurso luga roja, se establecen bajo un esquema de explotación regulada, en función de criterios de remoción porcentual en biomasa, el cual se interpreta como el efecto de extracción espacial, en términos de área cosechada.

4.4.4 Evaluación de estrategias

Las estrategias de manejo de las praderas en estudio, persiguen como objetivo principal maximizar la biomasa cosechable de las mismas, asegurando el potencial regenerativo para la próxima temporada de cosecha. En este sentido, un plan de manejo y explotación para las praderas de luga roja debe tender a compatibilizar la capacidad de recuperación de las poblaciones post - cosecha (de mediano plazo), con la generación de beneficios directos, haciendo uso del potencial productivo derivado del aumento en peso de las frondas, durante la estación de máxima producción.

El manejo de las praderas de luga, permite plantear diversos escenarios mediante modelamiento de estrategias de manejo, basadas en criterios biológicos de conservación, en función del patrón de productividad anual del recurso. De esta forma, las estrategias de explotación analizadas, se fundamentan en la evaluación del efecto producido por la aplicación de medidas básicas de manejo durante el proceso de explotación (buenas prácticas de cosecha), lo cual resulta más apropiado dado el desconocimiento de procesos poblacionales de mediano plazo.

Las estrategias propuestas pueden ser llevadas a la práctica mediante la táctica de definir un período óptimo de cosecha (mes de inicio y mes de término), en conjunto con tasas de remoción y selectividad en las tallas a cosechar en las temporadas anuales, resultantes de la estimación de la eficiencia productiva de las praderas.

En este contexto, se presentan estimaciones de eficiencia productiva (EP), en función de los niveles máximos de cosecha del recurso, la cual considera todos los grupos de



tallas, con una abundancia potencialmente explotable (stock), compuesta de los individuos definidos sobre los límites de tallas (área de las frondas) mínimas de explotación.

- **Escenarios de manejo y explotación**

Para el análisis de las estrategias de explotación de las praderas, se realizaron proyecciones de las poblaciones no sometidas a explotación (Puerto Barrientos e Isla Vergara), bajo un patrón de producción anual, aspecto que si bien es útil para los propósitos de evaluación, no lo sería en términos de la dinámica demográfica derivada de la permanencia de discos por más de una temporada anual. Las proyecciones comparan el desempeño de cada pradera en función de las distintas alternativas (medidas) de manejo, en relación con la situación sin intervención extractiva.

La definición de un escenario óptimo, desde una perspectiva netamente del proceso de cosecha, debe considerar la interrelación de un conjunto de medidas de manejo, que permiten evaluar la mejor decisión de administración de este recurso. Al evaluar el efecto de las cosechas sobre el desempeño la dinámica intra-anual de una pradera, en biomasa y densidad, bajo las distintas tasas de remoción y tallas de selección, aplicadas de forma constante desde los meses de inicio variables (Fig. 57), se generan respuestas interdependientes entre las variables tasa de explotación y talla de selección de frondas.

Los niveles de eficiencia productiva (indicador asociado al potencial máximo de producción anual) de las praderas de Puerto Barrientos e isla Vergara (Tabla 36 a y b), presentan los mayores niveles para inicios de cosecha el mes de enero y diciembre respectivamente, coincidiendo con los meses de máxima biomasa poblacional. Con el incremento de la tasa de remoción y sin la talla de selección, se genera un aumento en los niveles de cosecha. Sin embargo, al analizar los indicadores poblacionales (al mes de abril), se observa que sin restricción de talla



mínima de corte, implica una caída drástica de los niveles de densidad y biomasa remanente a medida que se aumenta la presión extractiva, siendo sólo posible mantener los niveles poblacionales, utilizando bajas tasas de remoción, pero que sin embargo implicaría una menor eficiencia productiva (Fig. 57 a y b).

Por su parte, una selectividad hacia individuos de mayor tamaño (sobre 25 cm; 500 cm² de área), si bien mantiene altos niveles poblacionales genera una pérdida en la producción (menor eficiencia productiva), situación similar a la que se presente para la menor tasa de remoción evaluada (Tasa del 25%). Destaca, que el uso de talla mínima 18 cm (250 cm² de área), permite que el aumento en los niveles extractivos (tasa de remoción) genere un bajo efecto sobre la población, incluso aumentando los niveles de cosecha totales (Tabla 36 a y b).

El inicio de la extracción desde noviembre, genera menores cosechas en relación con si se realizase desde los meses de enero (Pto. Barrientos) y diciembre (Isla Vergara), producto de la ineficiencia que se genera al no hacer uso del potencial de crecimiento vegetativo de la población durante los meses precedentes. Por su parte, la cosecha de las praderas a partir de noviembre, genera una condición final (abril) de población menor a la observada con el inicio de la actividad en el mes de diciembre - enero.

Dada la alta ocurrencia de biomasa reproductiva durante los meses de cosecha, la relación de las cosecha biomasa reproductiva/biomasa total (BR/BT) no presentan variaciones importantes en términos de su composición relativa, lo cual indica que la pérdida de la biomasa productiva se asocia más a los niveles de extracción, que al



Tabla 36a. Índice de eficiencia productiva, relación biomasa reproductiva/total (BR/BT), biomasa y densidad remanente (%) para el mes de abril de luga roja en la localidad de Puerto Barrientos.

| Eficiencia productiva % | | | | | | | | | |
|-------------------------|----------|--------------------------|--------------------------|----------|--------------------------|--------------------------|----------|--------------------------|--------------------------|
| Mes | Tasa 25% | | | Tasa 50% | | | Tasa 75% | | |
| | Area S/S | Area 250 cm ² | Area 500 cm ² | Area S/S | Area 250 cm ² | Area 500 cm ² | Area S/S | Area 250 cm ² | Area 500 cm ² |
| Noviembre | 39 | 31 | 19 | 46 | 36 | 21 | 43 | 32 | 18 |
| Diciembre | 38 | 32 | 19 | 50 | 41 | 24 | 48 | 38 | 21 |
| Enero | 37 | 32 | 20 | 61 | 53 | 33 | 76 | 65 | 41 |

| Cosecha BR/BT (%) | | | | | | | | | |
|-------------------|----------|--------------------------|--------------------------|----------|--------------------------|--------------------------|----------|--------------------------|--------------------------|
| Mes | Tasa 25% | | | Tasa 50% | | | Tasa 75% | | |
| | Area S/S | Area 250 cm ² | Area 500 cm ² | Area S/S | Area 250 cm ² | Area 500 cm ² | Area S/S | Area 250 cm ² | Area 500 cm ² |
| Noviembre | 39 | 42 | 42 | 36 | 39 | 40 | 32 | 36 | 37 |
| Diciembre | 43 | 45 | 45 | 42 | 45 | 45 | 42 | 45 | 46 |
| Enero | 43 | 45 | 45 | 43 | 46 | 45 | 42 | 45 | 45 |

| Biomasa remanente % (Abril) | | | | | | | | | |
|-----------------------------|----------|--------------------------|--------------------------|----------|--------------------------|--------------------------|----------|--------------------------|--------------------------|
| Mes | Tasa 25% | | | Tasa 50% | | | Tasa 75% | | |
| | Area S/S | Area 250 cm ² | Area 500 cm ² | Area S/S | Area 250 cm ² | Area 500 cm ² | Area S/S | Area 250 cm ² | Area 500 cm ² |
| Noviembre | 24 | 46 | 69 | 3 | 32 | 61 | 0 | 30 | 60 |
| Diciembre | 32 | 52 | 72 | 6 | 34 | 62 | 0 | 30 | 60 |
| Enero | 42 | 59 | 77 | 12 | 39 | 65 | 2 | 31 | 60 |

| Densidad remanente % (Abril) | | | | | | | | | |
|------------------------------|----------|--------------------------|--------------------------|----------|--------------------------|--------------------------|----------|--------------------------|--------------------------|
| Mes | Tasa 25% | | | Tasa 50% | | | Tasa 75% | | |
| | Area S/S | Area 250 cm ² | Area 500 cm ² | Area S/S | Area 250 cm ² | Area 500 cm ² | Area S/S | Area 250 cm ² | Area 500 cm ² |
| Noviembre | 24 | 66 | 86 | 3 | 57 | 82 | 0 | 56 | 82 |
| Diciembre | 32 | 70 | 87 | 6 | 59 | 83 | 0 | 56 | 82 |
| Enero | 42 | 74 | 89 | 13 | 61 | 84 | 2 | 57 | 82 |



Tabla 36b. Índice de eficiencia productiva, relación biomasa reproductiva/total (BR/BT), biomasa y densidad remanente (%) para el mes de abril de luga roja en la localidad de Isla Vergara.

| Eficiencia productiva % | | | | | | | | | |
|-------------------------|----------|--------------------------|--------------------------|----------|--------------------------|--------------------------|----------|--------------------------|--------------------------|
| Mes | Tasa 25% | | | Tasa 50% | | | Tasa 75% | | |
| | Area S/S | Area 250 cm ² | Area 500 cm ² | Area S/S | Area 250 cm ² | Area 500 cm ² | Area S/S | Area 250 cm ² | Area 500 cm ² |
| Noviembre | 41 | 35 | 22 | 53 | 45 | 27 | 54 | 45 | 26 |
| Diciembre | 36 | 32 | 22 | 51 | 45 | 30 | | 48 | 32 |
| Enero | 30 | 28 | 19 | 49 | 45 | 30 | 59 | | 36 |

| Cosecha BR/BT (%) | | | | | | | | | |
|-------------------|----------|--------------------------|--------------------------|----------|--------------------------|--------------------------|----------|--------------------------|--------------------------|
| Mes | Tasa 25% | | | Tasa 50% | | | Tasa 75% | | |
| | Area S/S | Area 250 cm ² | Area 500 cm ² | Area S/S | Area 250 cm ² | Area 500 cm ² | Area S/S | Area 250 cm ² | Area 500 cm ² |
| Noviembre | 35 | | 40 | 29 | | 32 | 23 | 24 | 24 |
| Diciembre | 44 | 47 | | 40 | 43 | 43 | 35 | 38 | 37 |
| Enero | 52 | 54 | 57 | 51 | 53 | 55 | 49 | 51 | 53 |

| Biomasa remanente % (Abril) | | | | | | | | | |
|-----------------------------|----------|--------------------------|--------------------------|----------|--------------------------|--------------------------|----------|--------------------------|--------------------------|
| Mes | Tasa 25% | | | Tasa 50% | | | Tasa 75% | | |
| | Area S/S | Area 250 cm ² | Area 500 cm ² | Area S/S | Area 250 cm ² | Area 500 cm ² | Area S/S | Area 250 cm ² | Area 500 cm ² |
| Noviembre | 24 | 33 | 59 | 3 | 15 | 48 | 0 | 13 | 46 |
| Diciembre | 32 | 40 | 63 | 6 | 18 | 49 | 0 | | 46 |
| Enero | 42 | 50 | 69 | 13 | 24 | 53 | 2 | 14 | 47 |

| Densidad remanente % (Abril) | | | | | | | | | |
|------------------------------|----------|--------------------------|--------------------------|----------|--------------------------|--------------------------|----------|--------------------------|--------------------------|
| Mes | Tasa 25% | | | Tasa 50% | | | Tasa 75% | | |
| | Area S/S | Area 250 cm ² | Area 500 cm ² | Area S/S | Area 250 cm ² | Area 500 cm ² | Area S/S | Area 250 cm ² | Area 500 cm ² |
| Noviembre | 24 | 53 | 81 | 3 | 40 | 75 | 0 | 38 | 75 |
| Diciembre | 32 | | 83 | 6 | 42 | 76 | 0 | 38 | 75 |
| Enero | 42 | 64 | 85 | 13 | 46 | 78 | 2 | 39 | 75 |



inicio del mes de cosecha. Sin embargo, al retrasar la cosecha para los meses de verano temprano, además de generar una mayor eficiencia productiva, permitiría que el proceso de liberación de esporas se prolongara, con un consiguiente mayor potencial.

De acuerdo al análisis anterior, concentrar las cosechas en diciembre – enero genera las mayores eficiencias productivas, utilizando altas tasas de remoción máxima (Fig. 58 a y b), sin embargo, este escenario no es sustentable, acelerando la caída poblacional. Por su parte, el retraso de la actividad extractiva para los meses de diciembre - enero, estaría asociado a una mayor eficiencia productiva, permitiendo a su vez, un mayor desempeño reproductivo de la población. Además si se incorporan prácticas de regulación del esfuerzo (rotación de sectores y/o cuotas de cosechas), de forma de establecer una tasa de remoción moderada (*i.e.* Tr 50%), permitiría ampliar el período de cosecha, compatibilizar la actividad extractiva y el desempeño reproductivo de la pradera.

Las estrategias anteriores, permiten hacer uso de los excedentes productivos de la praderas, y aunque traen asociado una disminución inicial de la abundancia poblacional, en comparación a la situación base sin intervención, no presenta el colapso observado en el escenario sin talla mínima asociada al aumento de la presión extractiva, observándose en las praderas analizadas un incremento similar a la situación sin extracción, para la próxima temporada anual (Fig. 58 a y b).

4.4.5. Consideraciones para implementar medidas manejo

Los antecedentes extractivos, indican que la actividad de cosecha se concentra principalmente entre los meses de septiembre y marzo, lo cual responde a las máximas biomásas observadas en las praderas estudiadas. El aumento en la demanda del recurso ha generado una actividad de extracción directa (buceo), con lo cual se ha incrementado la presión extractiva sobre las praderas de luga roja,



que sumado a la falta de medidas de manejo y ordenación hacen altamente susceptible al recurso.

Bajo este escenario, debieran establecerse medidas de manejo que tendieran a optimizar el uso de las praderas de forma sustentable, a fin de asegurar una actividad económica de alta importancia social. La optimización del uso de las praderas, ha sido abordado en este estudio desde una perspectiva netamente de producción biológica, a pesar que se reconocen la existencia de procesos de tipo operacional y económicos que condicionan la actividad.

El análisis de las abundancias poblacionales y niveles de cosecha, hacen recomendable como medida de manejo el establecimiento de una talla mínima de extracción directa (18 cm), que permita la mantención de niveles de densidad que favorezcan la recuperación de las praderas post – cosecha. Esta medida requiere además, que no se desprendan o arranquen los discos adhesivos al remover las frondas de mayor tamaño, lo cual implica incorporar buenas prácticas de cosecha, permitiendo el uso de los excedentes productivos de forma regulada.

Conforme a lo anterior, el esquema propuesto debe incorporar a los pescadores y otros usuarios, dentro de un plan de administración general de las praderas, que integre el uso de esta medida, con la aplicación de una época de cosecha y tasa de remoción que deberá ser usada por los agentes extractores:

1. Desarrollar un programa general de difusión de esta medida en los sectores, con influencia sobre las praderas de luga, incorporando a los actores relevantes (pescadores, empresas, investigadores y entidades normativas y fiscalizadoras). Esta acción debe tener una componente dirigida en forma especial a los pescadores artesanales, estableciendo en forma clara la utilidad y repercusiones de las medidas, las cuales deben ser lo suficientemente flexibles, sobre todo en su fase de implementación, de tal modo que permita



incorporar adecuaciones a fin optimizar el uso de las praderas, a través del entendimiento, aceptación y compromiso de los propios usuarios.

2. Elaborar un programa de manejo de praderas, que permita evaluar indicadores de desempeño poblacional de las mismas, y a su vez generar la información necesaria para mejorar el conocimiento del recurso, destinada a lograr la sustentabilidad del mismo.
3. Generar o incorporar los incentivos necesarios para la aplicación de normas de manejo y administración por parte de los extractores. En este sentido, la asignación de sectores regulados (concesiones y/o áreas de manejo), para este recurso crearía condiciones favorables para la aplicación de medidas específicas para cada sector, con el consiguiente uso eficiente del recurso, de acuerdo a las condiciones particulares de cada pradera.

En términos de compatibilizar la mantención poblacional de las praderas, alcanzando altos niveles de cosechas, y permitiendo el desempeño reproductivo (vía esporas), debiera tenderse al uso de tasas de remoción menores aplicables a un mayor número de meses. En este sentido, para hacer un uso adecuado de las praderas, es necesario una estrategia de manejo regulado por usuarios, que entiendan la utilidad práctica del manejo, de forma tal que acepten el uso de una talla mínima, y la no remoción de los discos, como una forma de buena práctica de cosecha.

El establecimiento de un mes de inicio y término de las cosechas (veda extractiva), implicaría un impacto significativo en el régimen de operación de los usuarios, por cuanto, se debe entender que la definición de un período óptimo de cosecha, debe ser el resultado del análisis integrado de la actividad extractiva, ya que de no ser así se podría generar un efecto negativo sobre la actividad productiva de algas. Las estrategias y medidas de manejo señaladas en el análisis anterior, tendiente a determinar periodos óptimos de cosecha para las praderas de luga roja de la XI Región, en términos de maximizar la producción y mantener la capacidad productiva



de las praderas, fueron evaluadas durante el taller de noviembre de 2002, en conjunto con los agentes productivos (plantas de proceso y extractores) y normativos. Como resultado de este análisis, y en consideración a los eventuales efectos de las estrategias propuestas, se puede indicar que existe consenso en la necesidad de poner en práctica un ordenamiento productivo de la actividad, el cual considere un sistema de asignación de derechos de uso sobre las praderas y/o rotación de praderas que permitan hacer más eficientes los procesos productivos, sobre este esquema sería posible aplicar medidas de manejo local a nivel de praderas como son; tallas extractivas, cuotas de cosecha y definición de periodos de inicio y termino de las cosechas. De acuerdo a lo anterior, se propone desarrollar un programa de ordenamiento que considere la actividad productiva en términos biopesqueros, económicos y sociales, que permitan establecer un sistema que considere de acuerdo a su importancia los criterios antes señalados.

4.5 Taller Técnico

Esta actividad de difusión fue realizada el 27 de Noviembre del 2002, en la ciudad de Puerto Montt se adjunta en anexo 4 los antecedentes del seminario el cual contiene el programa y una copia de cada una de las presentaciones efectuadas. A continuación se enumeran las conclusiones mas relevantes generadas en la discusión de las presentaciones.

1. El recurso *Gigartina skottsbergii* se distribuye desde Valdivia (39°52'S; 73°20'W) hasta Cabo de Hornos (55°59'S; 67°16'W) y se explota comercialmente desde la década del 90. La explotación es realizada por un número determinado de empresas: Algina, Gelymar, Danisco, y Multiexport, las cuales en invierno no compran materia prima protegiendo los eventos reproductivos cruciales del ciclo natural del recurso. Actualmente existe un conocimiento básico de aspectos reproductivos, fenológicos, ciclo de vida, ecológicos, crecimiento entre otros



2. Existen 24 praderas entre la X y XI Región, que se han cosechado sin interrupción los últimos cinco años sin dejar de explotarse y que representan la base del volumen total de las cosechas, estas corresponden a I. Guafo, I. Ipun, Bahía Low, I. Guapiquilan, Bahía Tic-Toc, Pto. Melinka, I. Llanos, I. Laitec, I. Refugio, Corcovado, I. Midhurst, I. San Pedro, I. Bajas, I. Chaullín, I. Guamblín, I. Williams, I. Stokes, Ayentema, I. Johnson, Bajo Chochis, Encolque, I. Amita, I. Kent, El Pinto, Yelcho, y Canal Pedregoso.
3. La flota se concentra en Guafo con 97 embarcaciones y en Corcovado con 60 embarcaciones, otras localidades menos importantes son Ipun, Yelcho, Tic-Toc, Laitec y Low con 30 embarcaciones aproximadamente.
4. Antecedentes fenológicos obtenidos en las cinco praderas en estudio reflejan un patrón similar en presencia y abundancia de las fases reproductivas en la XI Región, con relación a antecedentes obtenidos por este equipo de trabajo en la XII y X Región. Sin embargo existen diferencias locales entre las praderas.
5. La regeneración es una forma de recuperación de praderas, ya que a través de los resultados obtenidos en este estudio se demuestra que hay regeneración de hapterios y discos *in situ* en todas las praderas estudiadas. Esto corrobora los resultados obtenidos anteriormente en condiciones controladas de laboratorio. Sin embargo se sugiere que las respuestas de crecimiento y regeneración obtenidas están condicionadas a factores ambientales propios de los sitios, en lugar de constituir una respuesta de carácter general.
6. Los máximos valores de germinación de tetrasporas en los meses de otoño a primavera y de carposporas en otoño e invierno, delimitan un periodo del ciclo anual en donde el recurso optimiza su propagación mediante esporas. Este periodo debe ser considerado en medidas de explotación de tal forma de permitir que este potencial reproductivo forme praderas del recurso en el tiempo.



7. En cuanto a la densidad de estructuras reproductivas tanto el desarrollo de cistocarpos como el de tetrasporangios siguen un patrón similar en todas las praderas con un máximo en otoño.
8. La liberación de esporas es diferente para tetrasporas y para carposporas. La liberación de carposporas sigue un patrón anual concentrado en invierno y la liberación tetrasporas es mas extensa pudiendo ser en otoño o en invierno
9. Finalmente, dado que los periodos de cosecha de este recurso se inician en los meses de octubre-noviembre y finalizan en marzo-abril, se estaría protegiendo en forma natural los procesos de maduración y de liberación de esporas de las fases reproductivas de *Gigartina*, ya que dentro de su ciclo de vida, las maduración de sus frondas se produce en la estación de otoño e invierno. De esta manera siempre se produciría un resguardo natural de frondas maduras no cosechadas para la mantención de los individuos correspondientes a las diferentes fases del ciclo de vida, gametofíticos y esporofíticos de esta especie. Por otra parte, es común observar un leve aumento de la abundancia de las frondas tetrasporofíticas a fines de verano, pero esto no afectaría el potencial reproductivo de este recurso, dado que, por presentar tamaño inferiores a la talla de extracción esta no serían cosechadas, lo cual permitiría mantener en las estaciones siguientes (otoño e invierno) la potencialidad necesaria para la mantención de los gametófitos.



4.6 Análisis estadísticos

I. Modalidad 1 (por pradera)

a) Reclutamiento

Tabla 37. Análisis de varianza modelo mixto (ANDEVA modelo mixto de 3 vías) para la densidad de reclutamiento en las praderas en estudio (Factores: 1: Pradera, 2: Estación).

| | g.l. Efecto | C.M. Efecto | g.l. Error | C.M. Error | F | P |
|----|----------------|----------------|---------------|---------------|---------|-----------|
| 1 | 4 | 57697.2 | 551 | 3415.18 | 16.8943 | <0.000001 |
| 2 | 3 | 202225.5 | 12 | 61777.9 | 3.27343 | 0.058872 |
| 12 | 12 | 61777.9 | 551 | 3415.18 | 18.0892 | <0.000001 |

El reclutamiento fue altamente variable entre las praderas, sin un patrón estacional común como indica la falta de significancia en el análisis, pero ambos factores interactuaron significativamente (Fig. 59). En general todas las praderas mostraron un aumento del reclutamiento en otoño el cual tendió a disminuir hacia el verano, con excepción de Pto. Barrientos que continuó aumentando. Sin embargo, las Islas Vergara y Meninea tuvieron niveles de reclutamiento más altos que las demás praderas, con Isla Meninea mostrando el máximo valor entre las praderas, e Isla Vergara exhibiendo niveles altos ya en el verano. Coincidentemente, estas dos praderas están ubicadas a distinta latitud que las demás, lo que puede ser un factor explicativo de las diferencias en nivel de reclutamiento.

**b) Viabilidad de esporas****Tabla 38.** Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 3 vías) para la viabilidad de esporas por pradera, estación, temperatura y luz. (Factores: 1: Pradera, 2: Estacion, 3: Espora, 4: Temperatura, 5: Luz).

| | g.l. | C.M. | g.l. | C.M. | | |
|-------|--------|----------|-------|----------|---------|-----------|
| | Efecto | Efecto | Error | Error | F | P |
| 1 | 4 | 27371.7 | 2240 | 474.17 | 57.725 | <0.000001 |
| 3 | 1 | 885321.3 | 4 | 27959.75 | 31.6641 | 0.004906 |
| 12 | 12 | 88265.6 | 2240 | 474.17 | 86.1471 | <0.000001 |
| 13 | 4 | 27959.8 | 2240 | 474.17 | 58.9655 | <0.000001 |
| 23 | 3 | 228628.2 | 12 | 59868.55 | 3.8188 | 0.039336 |
| 14 | 4 | 34594.4 | 2240 | 474.17 | 72.9576 | <0.000001 |
| 15 | 4 | 19270.7 | 2240 | 474.17 | 40.6407 | <0.000001 |
| 123 | 12 | 59868.6 | 2240 | 474.17 | 126.259 | <0.000001 |
| 124 | 12 | 19047.3 | 2240 | 474.17 | 40.1697 | <0.000001 |
| 134 | 4 | 9150.1 | 2240 | 474.17 | 19.2970 | <0.000001 |
| 234 | 3 | 27654.2 | 12 | 7670.59 | 3.6052 | 0.045929 |
| 125 | 12 | 4679.8 | 2240 | 474.17 | 9.8695 | <0.000001 |
| 135 | 4 | 8805.7 | 2240 | 474.17 | 18.5707 | <0.000001 |
| 145 | 4 | 3064.5 | 2240 | 474.17 | 6.4628 | 0.000036 |
| 345 | 1 | 13424.6 | 4 | 759.39 | 17.6782 | 0.013646 |
| 1234 | 12 | 7670.6 | 2240 | 474.17 | 16.1768 | <0.000001 |
| 1235 | 12 | 4903.0 | 2240 | 474.17 | 10.3401 | <0.000001 |
| 1245 | 12 | 1806.6 | 2240 | 474.17 | 3.8100 | 0.000009 |
| 12345 | 12 | 1220.6 | 2240 | 474.17 | 2.5743 | 0.002152 |

El hecho que la interacción de mayor orden entre todos los factores resultara significativa indica que la viabilidad de esporas no está determinada por uno o pocos factores. Sin embargo, es conveniente notar que los únicos factores con un efecto individual fueron las diferencias entre praderas y entre tipos de esporas, cuya variación origina la detección de numerosas interacciones significativas de menor orden debido principalmente a la variabilidad que se genera en cada



combinación de factores. Dada la complejidad para visualizar e interpretar una interacción quíntuple de factores, hemos seleccionado las dos interacciones triples que combinan a todos los factores de estudio y que reflejan de mejor manera las tendencias biológicas involucradas en este caso.

La primera interacción es entre pradera, estacionalidad y tipo de espora (Fig. 60 A), mostrando un fuerte contraste en el patrón estacional de viabilidad de los dos tipos de esporas. La viabilidad de las carposporas fue en general poco variable entre praderas, con una tendencia a aumentar en primavera y verano en B. Low, Pto. Barrientos e I. Bajas (que corresponden a la zona norte), teniendo a la vez niveles más altos que I. Vergara e I. Meninea (zona sur) las cuales son más homogéneas entre sí y con una tendencia a disminuir en verano y otoño.

La segunda interacción es entre tipo de espora, luz y temperatura (Fig. 60 B), donde la viabilidad de carposporas no muestra mayor diferencia cualitativa entre las distintas temperaturas y densidades de flujo fotónico, pero su viabilidad es mayor a 10 que a 15 °C, mientras las tetrasporas no tienen diferencias cuantitativas importantes a distintas temperaturas pero su viabilidad aumenta con la densidad de flujo fotónico a 10 °C pero disminuye a 15 °C.



c) Germinación de esporas

Tabla 39. Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 3 vías para la germinación de esporas por pradera, estación, temperatura y luz (Factores: 1: Pradera, 2: Estación, 3: Espora, 4: Temperatura, 5: Luz).

| | g.l. | C.M. | g.l. | C.M. | F | P |
|------|--------|----------|-------|----------|----------|-----------|
| | Efecto | Efecto | Error | Error | | |
| 1 | 4 | 26018.1 | 2240 | 1666.26 | 15.61465 | <0.000001 |
| 2 | 3 | 805959.6 | 12 | 31405.61 | 25.66292 | 0.000017 |
| 3 | 1 | 315515.9 | 4 | 6058.90 | 52.07479 | 0.001955 |
| 12 | 12 | 31405.6 | 2240 | 1666.26 | 18.84791 | <0.000001 |
| 13 | 4 | 6058.9 | 2240 | 1666.26 | 3.63622 | 0.005848 |
| 14 | 4 | 7857.9 | 2240 | 1666.26 | 4.71590 | 0.000863 |
| 15 | 4 | 4934.1 | 2240 | 1666.26 | 2.96120 | 0.018750 |
| 123 | 12 | 18407.8 | 2240 | 1666.26 | 11.04732 | <0.000001 |
| 124 | 12 | 7434.8 | 2240 | 1666.26 | 4.46198 | <0.000001 |
| 125 | 12 | 4188.0 | 2240 | 1666.26 | 2.51343 | 0.002767 |
| 135 | 4 | 6467.1 | 2240 | 1666.26 | 3.88118 | 0.003806 |
| 1235 | 12 | 4747.8 | 2240 | 1666.26 | 2.84934 | 0.000672 |

Similar al caso de viabilidad, el porcentaje de germinación no mostró efectos independientes de la luz y la temperatura pero sí de la estacionalidad, aunque la luz tuvo efecto pero en una interacción significativa de alto orden con los demás factores (excepto temperatura). La interacción de 4 vías fue dividida en dos figuras (Fig. 61), separando las relaciones entre praderas, estacionalidad y tipo de espora en función de los dos niveles experimentales de densidad de flujo fotónico.

Las figuras en general indican que en todos los casos la germinación es mínima en verano, que coincide con el momento del año con menor porcentaje de estructuras reproductivas maduras. A su vez en general la germinación aumenta en otoño y es máxima en invierno, coincidiendo con el período de mayor



maduración de las frondas. Las diferencias en germinación entre tipos de esporas se deben mayormente a la variabilidad entre las praderas en el tiempo, donde las diferencias en densidad de flujo fotónico no parecen relevantes.

Los resultados muestran un patrón común y consistente en la germinación de esporas en todas las praderas, con variaciones puntuales por efectos locales o ambientales.

d) Maduración de las frondas

d.1 Densidad de estructuras reproductivas

Tabla 40. Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 3 vías) para la densidad de estructuras reproductivas separadas por fase, de las cinco praderas en estudio. (Factores: 1: Praderas, 2: Estación, 3: Fase).

| | g.l. | C.M. | g.l. | C.M. | F | P |
|-----|--------|----------|-------|---------|--------|-----------|
| | Efecto | Efecto | Error | Error | | |
| 1 | 4 | 478.25 | 2823 | 37.6990 | 12.685 | <0.000001 |
| 2 | 3 | 25242.76 | 12 | 344.651 | 73.241 | <0.000001 |
| 3 | 1 | 5565.00 | 4 | 52.3200 | 106.36 | 0.000499 |
| 12 | 12 | 344.65 | 2823 | 37.6990 | 9.1422 | <0.000001 |
| 23 | 3 | 2376.98 | 12 | 580.773 | 4.0928 | 0.032419 |
| 123 | 12 | 580.77 | 2823 | 37.6990 | 15.405 | <0.000001 |

La densidad de estructuras reproductivas (tanto maduras como inmaduras) en frondas de *Gigartina* es influida por todos los factores analizados, cuyo efecto aparece integrado en la interacción significativa entre todos ellos. La interacción (Fig. 62) se debe a que el desarrollo de cistocarpos sigue un patrón idéntico en todas las praderas, con un fuerte máximo en otoño y valores claramente inferiores en las demás estaciones, mientras que el desarrollo de tetrasporangios también es máximo en otoño pero en casi todas las praderas exhibe un aumento bien definido ya en verano pero con niveles de densidad variables entre pradera durante el año.



Esto sugiere que la aparición de estructuras reproductivas en las praderas es en general predecible y tiende a mostrar un patrón común independientemente de otros factores.

d.2 Porcentaje de estructuras reproductivas maduras

Tabla 41. Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 3 vías) para el porcentaje de estructuras reproductivas separadas por fase entre praderas y estación. (Factores: 1: Pradera, 2: Estación, 3: Tipo de estructura).

| | g.l. | C.M. | g.l. | C.M. | | |
|-----|--------|----------|-------|----------|----------|-----------|
| | Efecto | Efecto | Error | Error | F | P |
| 2 | 3 | 419671.7 | 12 | 6370.196 | 65.88050 | <0.000001 |
| 3 | 1 | 102205.9 | 4 | 8471.462 | 12.06473 | 0.025504 |
| 12 | 12 | 6370.2 | 2822 | 1301.564 | 4.89426 | <0.000001 |
| 13 | 4 | 8471.5 | 2822 | 1301.564 | 6.50868 | 0.000033 |
| 123 | 12 | 4654.1 | 2822 | 1301.564 | 3.57579 | 0.000026 |

A diferencia del caso anterior, sólo la estacionalidad y el tipo de estructura influyeron en forma independiente sobre el porcentaje de estructuras maduras, pero no obstante el efecto de la pradera está incorporado en la interacción de mayor orden que resultó significativa. Esta interacción (Fig. 63) muestra un patrón temporal prácticamente inverso al anterior (densidad de estructuras), y en este caso los tetrasporangios presentan un patrón claro y mejor definido de maduración que los cistocarpos, los cuales aparecen más fluctuantes entre las praderas. Ambos tipos de estructura presentan en general una maduración mínima (en porcentaje del total) en verano, y una máxima en invierno, es decir en la estación siguiente a la que se registra la mayor densidad de estructuras en las frondas. Sin embargo, el porcentaje de maduración sigue siendo alto en primavera, lo cual sugiere que el mínimo de verano podría representar el período de menor aporte de esporas a la población.



e) Liberación de esporas

Tabla 42. Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 3 vías) del número de esporas liberadas en forma estacional, para las cinco praderas en estudio. (Factores: 1: Praderas, 2: Estación, 3: tipo de espora).

| | g.l. | C.M. | g.l. | C.M. | F | P |
|-----|--------|------------|-------|------------|----------|-----------|
| | Efecto | Efecto | Error | Error | | |
| 2 | 3 | 59085671E4 | 12 | 50796049E3 | 11.63194 | 0.000727 |
| 12 | 12 | 50796049E3 | 2827 | 5049690624 | 10.05924 | <0.000001 |
| 13 | 4 | 63649624E3 | 2827 | 5049690624 | 12.60466 | <0.000001 |
| 123 | 12 | 96718758E3 | 2827 | 5049690624 | 19.15340 | <0.000001 |

La liberación de esporas, medida como número de esporas liberadas por cada estructura reproductiva madura, varió significativamente en función del efecto combinado de todos los factores. La interacción de mayor orden (Fig. 64) indica que la variación temporal en la liberación de esporas en *Gigartina* es causada por fenómenos diferentes en las dos fases reproductivas. La liberación de carposporas sigue un patrón anual, independiente de las características de las praderas, y está concentrada en el invierno con valores máximos de hasta 4 órdenes de magnitud más que los de otras estaciones. En contraste, la liberación de tetrasporas es más extensa y claramente estacional, disminuyendo en las estaciones cálidas y aumentando en las frías, pero con máximos en distinta época (otoño o invierno) y de distinto nivel (diferencias de 1 orden de magnitud) entre las praderas.



f) Crecimiento de frondas secundarias

Tabla 43. Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 3 vías) del crecimiento de las frondas secundarias, por praderas, tratamiento y tiempo, para las cinco praderas en estudio. (Factores: 1: Pradera, 2: Tratamiento, 3: Tiempo (medida repetida)).

| | g.l. | C.M. | g.l. | C.M. | | |
|-----|--------|----------|-------|----------|----------|-----------|
| | Efecto | Efecto | Error | Error | F | P |
| 1 | 4 | 12827.9 | 117 | 3236.52 | 3.96349 | 0.004715 |
| 2 | 1 | 122742.0 | 4 | 12041.53 | 10.19322 | 0.033131 |
| 3 | 4 | 36643.4 | 16 | 11052.99 | 3.31525 | 0.036967 |
| 12 | 4 | 12041.5 | 117 | 3236.52 | 3.72052 | 0.006901 |
| 13 | 16 | 11053.0 | 468 | 1976.06 | 5.59344 | <0.000001 |
| 123 | 16 | 9566.4 | 468 | 1976.06 | 4.84115 | <0.000001 |

El crecimiento de frondas secundarias varió significativamente entre las praderas en el tiempo y en función del tratamiento aplicado (con y sin fronda principal asociada). No obstante, como en casos anteriores el efecto principal fue la interacción significativa de mayor orden entre todos los factores (Fig. 65). Esta interacción se debe a la respuesta estacional diferencial de las praderas en función del tratamiento. Sólo en Bahía Low y las islas Vergara y Meninea el desarrollo de frondas secundarias fue en general mayor en ausencia de una fronda principal, mientras que en Pto. Barrientos esto sólo ocurrió en invierno (registro en el mes de Julio) donde se gatillo el crecimiento más alto registrado en todos los tiempos y praderas, y en Islas Bajas no hubo ninguna diferencia temporal entre los dos tratamientos los cuales registraron un aumento paulatino y moderado del crecimiento hacia el invierno.

En general, a través del año la máxima diferencia cuantitativa entre tratamientos (cuando existían) ocurrió en meses distintos para cada pradera, señalando la importancia de la respuesta individual de cada pradera en interacción con factores locales o ambientales. Junto a resultados anteriores, esto indica que la dinámica



de una pradera de *Gigartina* depende en gran medida de su contexto ambiental local y geográfico, en lugar de constituir una respuesta especie-específica de carácter general extrapolable a distintas situaciones.

g) Crecimiento vegetativo

Tabla 44. Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 3 vías) del crecimiento de las frondas vegetativas, por praderas, tratamiento y tiempo, para las cinco praderas en estudio. (Factores: 1: Pradera, 2: Tratamiento, 3: Tiempo (medida repetida))

| | g.l. | C.M. | g.l. | C.M. | | |
|-----|--------|---------|-------|----------|----------|-----------|
| | Efecto | Efecto | Error | Error | F | P |
| 1 | 4 | 100950 | 166 | 12223.4 | 8.25878 | 0.000004 |
| 2 | 2 | 2020714 | 8 | 123426.9 | 16.37174 | 0.001486 |
| 3 | 4 | 151955 | 16 | 38717.2 | 3.92473 | 0.020906 |
| 12 | 8 | 123427 | 166 | 12223.4 | 10.09758 | <0.000001 |
| 13 | 16 | 38717 | 664 | 10916.3 | 3.54672 | 0.000004 |
| 123 | 32 | 42091 | 664 | 10916.3 | 3.85580 | <0.000001 |

Todos los factores tuvieron un efecto relevante, que se refleja en la significancia estadística alcanzada por la interacción de mayor orden. Esta interacción (Fig. 66) se debe principalmente a la variación temporal diferencial del crecimiento, ya que dependiendo de la pradera y del tratamiento experimental el crecimiento tendió ya sea a aumentar progresivamente en el tiempo, a mostrar una fluctuación estacional con valores máximos y mínimos, o simplemente varió sin una tendencia definida.

Si bien no hubo tendencias globales definidas, en general las frondas de menor tamaño mostraron el menor crecimiento en todas las praderas, mientras en algunas praderas el crecimiento fue máximo para las frondas de tamaño intermedio y en otras para aquellas de tamaño mayor, además con máximos en diferentes épocas del año. Esto sugiere una respuesta dominada por condiciones locales o ambientales pero sin un efecto neto e independiente del tratamiento experimental.



h) Regeneración

Tabla 45. Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 2 vías) para la regeneración de frondas cortas desde hapterios en la base del disco, en las cinco praderas en estudio. (Factores: 1: Pradera, 2: Estación).

| | g.l. | C.M. | g.l. | C.M. | | |
|----|--------|----------|-------|----------|----------|-----------|
| | Efecto | Efecto | Error | Error | F | P |
| 1 | 4 | 252.684 | 1268 | 48.0404 | 5.259827 | 0.000334 |
| 2 | 3 | 1812.604 | 12 | 298.0673 | 6.081189 | 0.009290 |
| 12 | 12 | 298.067 | 1268 | 48.0404 | 6.204510 | <0.000001 |

La regeneración varió significativamente tanto por efecto de las diferencias entre praderas como de la estacionalidad, pero generando una interacción significativa entre ambos factores. Esta interacción (Fig. 67) se debe en parte al comportamiento anómalo de Bahía Low respecto a los demás praderas, pero más importante a que las praderas muestran claras diferencias entre zonas. Dejando aparte a Bahía Low, en la zona norte la regeneración fue aumentando lenta y progresivamente desde primavera a invierno pero con una diferencia de nivel entre praderas (una explotada y otra no explotada), mientras en la zona sur las dos praderas analizadas mostraron un fuerte aumento sólo en invierno alcanzando los valores más altos de regeneración entre todos los registrados, siguiendo el mismo patrón.

**i) Biomasa****Tabla 46.** Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 3 vías) para la biomasa, por pradera (factor aleatorio), estación y fase reproductiva (Factores: 1: Pradera, 2: Estación, 3: Fase).

| | g.l. | C.M. | g.l. | C.M. | | |
|-----|--------|----------|-------|----------|---------|-----------|
| | Efecto | Efecto | Error | Error | F | P |
| 1 | 4 | 528562 | 5250 | 29539.1 | 17.8936 | <0.000001 |
| 2 | 3 | 2318592. | 12 | 751199.1 | 3.0865 | 0.067997 |
| 3 | 2 | 1840468 | 8 | 149534.1 | 123.080 | 0.000001 |
| 12 | 12 | 751199. | 5250 | 29539.1 | 25.4306 | <0.000001 |
| 13 | 8 | 149534. | 5250 | 29539.1 | 5.0622 | 0.000003 |
| 23 | 6 | 2602260. | 24 | 246514.4 | 10.5562 | 0.000009 |
| 123 | 24 | 246514. | 5250 | 29539.1 | 8.3454 | <0.000001 |

Todos los efectos fueron significativos con excepción de la estacionalidad, la que sin embargo es parte de la interacción de mayor orden que es el efecto principal a interpretar. Esta interacción (Fig. 68) fue causada por las diferentes tendencias estacionales mostradas consistentemente por cada fase reproductiva en el conjunto de praderas. La fase vegetativa es la más abundante y presenta un máximo y un mínimo bien definidos en primavera y otoño respectivamente, mientras la fase tetraspórica en general no experimenta una variación estacional marcada (excepto en Islas Bajas que tendió a disminuir desde primavera a invierno), y la fase cistocárpica presenta una mayor biomasa en verano con excepción de Bahía Low que mostró un máximo en primavera.

Si bien en análisis previos Bahía Low había presentando un comportamiento anómalo en relación a las demás praderas, en este caso sólo la fase cistocárpica tuvo una desviación puntual de la tendencia general. Los resultados en general indican que la dinámica de la biomasa en praderas de *Gigartina* estaría controlada



principalmente por el efecto de la fluctuación estacional sobre el crecimiento y/o la sobrevivencia de cada fase reproductiva.

Esto sugiere que la dinámica de la biomasa de las praderas estaría ligada a la historia de vida del alga, en función de las respuestas diferenciales de las fases reproductivas a la variación ambiental.

j) Densidad

Tabla 47. Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 3 vías) para densidad por pradera, estación y fase reproductiva. (Factores: 1: Pradera, 2: estación, 3: Fase).

| | g.l. | C.M | g.l. | C.M | | |
|-----|--------|----------|-------|---------|---------|-----------|
| | Efecto | Efecto | Error | Error | F | P |
| 1 | 4 | 576.68 | 5250 | 14.8158 | 38.9232 | <0.000001 |
| 2 | 3 | 543.99 | 12 | 147.753 | 3.6818 | 0.043429 |
| 3 | 2 | 17824.78 | 8 | 102.238 | 174.344 | <0.000001 |
| 12 | 12 | 147.75 | 5250 | 14.8158 | 9.9727 | <0.000001 |
| 13 | 8 | 102.24 | 5250 | 14.8158 | 6.9007 | <0.000001 |
| 23 | 6 | 550.83 | 24 | 128.889 | 4.2736 | 0.004567 |
| 123 | 24 | 128.89 | 5250 | 14.8158 | 8.6995 | <0.000001 |

Similar al caso de la biomasa, el efecto más relevante fue la interacción de mayor orden entre los tres factores analizados (Fig. 69), debida a que la densidad varió estacionalmente dependiendo del estado reproductivo.

La densidad de la fase vegetativa fue siempre más alta que en las demás fases, y tuvo una tendencia general a un mínimo en otoño (excepto Bahía Low cuyo mínimo ocurrió en verano), y valores máximos en primavera o invierno dependiendo de la pradera: las islas Vergara y Meninea (situadas a mayor latitud) tuvieron una máxima densidad en primavera, mientras Pto. Barrientos e Islas bajas (situadas a menor latitud) tuvieron un máximo en invierno. Esto sugiere que



la ubicación latitudinal puede afectar la fenología reproductiva de *Gigartina*. Por otra parte, la densidad de la fase tetraspórica no tuvo una estacionalidad marcada (excepto Islas Bajas que tendió a disminuir de primavera a invierno), si bien hubo una leve tendencia a aumentar hacia el invierno. Por último, la fase cistocárpica tendió a una mínima densidad en invierno (excepto Bahía Low con un mínimo en verano) manteniéndose con poca fluctuación el resto del año aunque con una densidad promedio mayor que la fase tetraspórica.

k) Análisis de tallas (un solo análisis)

k.1 Fase vegetativa

Tabla 48. Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 3 vías) estacional de tamaño de las frondas vegetativas entre las clases de tallas para las praderas en estudio. (Factores: 1: Praderas, 2: Estación, 3: Clase de talla).

| | g.l. Efecto | C.M. Efecto | g.l. Error | C.M. Error | F | P |
|-----|----------------|----------------|---------------|---------------|----------|-----------|
| 2 | 3 | 122.157 | 12 | 12.32221 | 9.9135 | 0.001437 |
| 3 | 10 | 4413.024 | 40 | 33.60354 | 131.3262 | <0.000001 |
| 13 | 40 | 33.604 | 429 | 13.31808 | 2.5232 | 0.000003 |
| 23 | 30 | 82.468 | 120 | 23.62984 | 3.4900 | 0.000001 |
| 123 | 120 | 23.630 | 429 | 13.31808 | 1.7743 | 0.000017 |

Todos los factores tuvieron un efecto combinado significativo (interacción de mayor orden) sobre la frecuencia de tamaños de las frondas vegetativas (Fig. 70). La distribución de tamaño mostró pocas diferencias cualitativas entre las praderas, y fue siempre unimodal en todas las estaciones del año y dominada por frondas pequeñas con la frecuencia máxima ubicada en la clase 11-20 cm.

Sin embargo existen diferencias en el valor de la moda por estación (más alto en primavera-verano o en otoño-invierno dependiendo de la pradera). Además,



praderas como Bahía Low, Islas Bajas y Puerto Barrientos, ubicadas en la zona norte, muestran una mayor frecuencia de la clase de tamaño inferior (1-10 cm) durante otoño e invierno, en contraste a las bajas frecuencias de la misma clase en las praderas ubicadas en la zona sur. Por otra parte, el estado de explotación parece tener poco efecto en la estructura de tamaño.

k.2 Fase tetraspórica

Tabla 49. Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 3 vías) estacional de tamaño de las frondas tetraspóricas entre las clases de tallas para las praderas en estudio. (Factores: 1: Praderas, 2: Estación, 3: Clase de talla).

| | g.l. Efecto | C.M. Efecto | g.l. Error | C.M. Error | F | P |
|-----|----------------|----------------|---------------|---------------|----------|-----------|
| 1 | 4 | 20.9040 | 429 | 2.09306 | 9.98731 | <0.000001 |
| 2 | 3 | 31.9916 | 12 | 5.01195 | 6.38308 | 0.007841 |
| 3 | 10 | 340.7896 | 40 | 11.44624 | 29.77306 | <0.000001 |
| 12 | 12 | 5.0119 | 429 | 2.09306 | 2.39456 | 0.005286 |
| 13 | 40 | 11.4462 | 429 | 2.09306 | 5.46867 | <0.000001 |
| 23 | 30 | 14.6761 | 120 | 3.76248 | 3.90065 | <0.000001 |
| 123 | 120 | 3.7625 | 429 | 2.09306 | 1.79760 | 0.000011 |

Al igual que la fase vegetativa, el patrón de estructura de tamaños de la fase tetraspórica dependió de la interacción entre los tres factores analizados, y también fue unimodal en todas las praderas y estaciones del año (Fig. 71). En este caso, no obstante, en todas las praderas la frecuencia máxima se registra durante el otoño en la clase 11-20 cm (excepto Isla Vergara donde se desplaza a 21-30 cm), patrón que tiende a mantenerse en invierno, pero en primavera y verano la moda de tamaño tiende a ocurrir en la clase 21-30 cm pero con una magnitud variable entre las praderas. Estas diferencias no muestran una asociación clara con el estado de explotación o la ubicación geográfica de las praderas.



k.3 Fase cistocárpica

Tabla 50. Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 3 vías) estacional de tamaño de las frondas cistocárpica entre las clases de tallas para las praderas en estudio.(Factores: 1: Praderas, 2: Estación, 3: Clase de talla).

| | g.l. Efecto | C.M. Efecto | g.l. Error | C.M. Error | F | P |
|-----|----------------|----------------|---------------|---------------|----------|-----------|
| 1 | 4 | 6.2261 | 429 | 3.68567 | 1.68927 | 0.151445 |
| 2 | 3 | 59.1906 | 12 | 6.55293 | 9.03270 | 0.002104 |
| 3 | 10 | 580.5469 | 40 | 14.05902 | 41.29356 | <0.000001 |
| 12 | 12 | 6.5529 | 429 | 3.68567 | 1.77795 | 0.049468 |
| 13 | 40 | 14.0590 | 429 | 3.68567 | 3.81450 | <0.000001 |
| 23 | 30 | 16.9215 | 120 | 4.59424 | 3.68320 | <0.000001 |
| 123 | 120 | 4.5942 | 429 | 3.68567 | 1.24651 | 0.058764 |

A diferencia de las fases vegetativa y tetraspórica, la estructura de tamaño de la fase cistocárpica fue explicada por varias interacciones pareadas y no por la interacción entre todos los factores, la cual no resultó significativa debido a la alta similitud en estructura de tamaño entre las praderas. Para efectos descriptivos se muestra una figura similar a casos anteriores (Fig. 72), observando que la distribución de tamaño de frondas cistocárpicas también es unimodal, y en la mayoría de las praderas la moda se ubica en la clase 21-30 cm la mayor parte del año. No obstante, la diferencia entre los valores de frecuencia de las modas es en general menor que en las demás fases reproductivas, y las frecuencias máximas se registran tanto en otoño como en verano dependiendo de la pradera. Por otra parte, las praderas ubicadas en la zona sur (Islas Vergara y Meninea) muestran una estacionalidad mucho más pronunciada que las demás, y su moda de frecuencia (siempre en la clase 21-30 cm) es claramente más alta en verano y más baja en primavera.



k.4 Comparación entre fases

Globalmente, la estructura de tamaño de plantas presenta diferencias consistentes entre las fases reproductivas de *Gigartina* varía poco entre praderas, como muestra la media anual de tamaños por clase de talla para plantas vegetativas, tetraspóricas y cistocárpicas (Fig. 73). En todas las praderas, la fase vegetativa y cistocárpica están dominadas por plantas pequeñas, exhibiendo una distribución unimodal fuertemente sesgada a la derecha, sin diferencias que puedan asociarse al efecto de la ubicación geográfica y estado de explotación de las praderas. Comparativamente, la distribución de tamaño de la fase tetraspórica es menos sesgada y presenta una mayor proporción de plantas más grandes, efecto más fuerte en praderas de la zona sur mostrando la influencia de la ubicación geográfica, aunque no de la explotación.

Complementariamente, a nivel de praderas hay algunas diferencias en el patrón estacional de la distribución de tamaño, estimada como frecuencia relativa de plantas de todas las fases por clase de tamaño (Fig. 74). Bahía Low muestra la mayor fluctuación temporal en magnitud y localización de la moda poblacional, en contraste a la escasa variabilidad de las demás praderas, en especial las de la zona sur. Las praderas de *Gigartina* (excepto Bahía Low) tienden a tener una distribución de tamaño estable (*i.e.*, poco cambio en la proporción entre clases), independientemente de su ubicación geográfica y estado de explotación.

**I) Esfuerzo reproductivo (un solo análisis)****Tabla 51.** Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de tres vías) del esfuerzo reproductivo estacional para las praderas en estudio (Factores : 1 Pradera, 2:Estación, 3:fase reproductiva)

| | g.l. | C.M. | g.l. | C.M. | | |
|-----|--------|----------|-------|----------|----------|-----------|
| | Efecto | Efecto | Error | Error | F | P |
| 1 | 4 | 185739. | 2823 | 15720.24 | 11.81528 | <0.000001 |
| 2 | 3 | 6321284. | 12 | 73351.32 | 86.17818 | <0.000001 |
| 3 | 1 | 1269290. | 4 | 60908.95 | 20.83913 | 0.010300 |
| 12 | 12 | 73351. | 2823 | 15720.24 | 4.66604 | <0.000001 |
| 13 | 4 | 60909. | 2823 | 15720.24 | 3.87456 | 0.003834 |
| 23 | 3 | 316780. | 12 | 92855.37 | 3.41154 | 0.053031 |
| 123 | 12 | 92855. | 2823 | 15720.24 | 5.90674 | <0.000001 |

El esfuerzo reproductivo en este caso fue estimado como el número de soros tetrasporangiales o cistocarpos producidos por gramo de fronda, considerando el total de estructuras reproductivas maduras e inmaduras. El análisis muestra que todos los factores inciden significativamente en el esfuerzo desarrollado por las plantas generando una interacción triple.

Esta interacción (Fig. 75) revela un patrón estacional muy marcado y el mismo para las plantas tetrasporofíticas y cistocárpicas en todas las praderas, desarrollando la máxima inversión reproductiva en sus tejidos durante el otoño independientemente del estado de explotación o ubicación geográfica de las praderas. No obstante, la ubicación geográfica tiene otro tipo de efecto, evidenciado en un nivel mayor de esfuerzo de la fase tetraspórica en las praderas de la zona sur, mientras en las praderas de la zona norte (excepto Bahía Low que sigue el mismo patrón que en el sur) la fase cistocárpica supera a la tetraspórica durante la estación con el máximo esfuerzo.

La clara estacionalidad de la inversión reproductiva sugiere que *Gigartina* como especie presenta una estrategia energética similar a la de una planta anual,



concentrando el esfuerzo en un sólo período. De este modo, el otoño aparece como la época en que las praderas realizan su máximo potencial para asegurar la mantención poblacional.

Por otra parte, en todas las praderas hubo una relación negativa entre el esfuerzo reproductivo y el tamaño de las plantas (Fig. 76), indicando que la inversión en reproducción disminuye con el aumento en biomasa, y probablemente con la edad. No obstante, la dominancia de plantas pequeñas en estas praderas compensaría la disminución en esfuerzo reproductivo de las plantas más grandes pero muy poco abundantes. Isla Meninea ejemplifica lo observado en cada pradera (Fig. 77) mostrando que la relación negativa se genera tanto en la fase tetraspórica como cistocárpica, y que además en ambos casos el esfuerzo se hace más variable con el tamaño. No obstante, las plantas tetraspóricas en estados tempranos invierten mucho más en reproducción que las cistocárpicas, y dado que las plantas pequeñas son también las más frecuentes, podría haber una mayor contribución proporcional de tetrasporas que de carposporas a la población total de esporas de cada pradera.

II) Efecto de la densidad (un solo análisis)

Con objeto de detectar un posible decrecimiento de tamaño en alta densidad por efectos intraespecíficos, para todas las praderas estudiadas se evaluó la relación entre el peso promedio de las plantas individuales y la densidad poblacional (Fig. 78). Se observa que en ningún caso hubo efectos denso-dependientes del tipo “auto raleo” (“self thinning”), si bien a densidad muy alta tanto el peso promedio de las plantas como su variabilidad muestran una disminución marcada. El mismo patrón se registró en todas las estaciones del año, incluso primavera donde todas las praderas alcanzan su mayor densidad promedio. La figura 79 ejemplifica este patrón para el caso de Bahía Low, mostrando además que no hay diferencias relevantes entre las fases reproductivas.



II. Modalidad 2 (por zona y explotación)

a) Reclutamiento

Tabla 52. Análisis de varianza modelo mixto (ANDEVA modelo fijo de 4 vías) para la densidad de reclutamiento en las praderas en estudio (Factores: 1: Zona, 2: Explotación, 3: Estación, 4: Fase).

| | g.l. | C.M. | g.l. | C.M. | | |
|-----|--------|----------|-------|----------|----------|-----------|
| | Efecto | Efecto | Error | Error | F | P |
| 1 | 1 | 140715.0 | 439 | 3605.749 | 39.02520 | <0.000001 |
| 2 | 1 | 44640.2 | 439 | 3605.749 | 12.38030 | 0.000479 |
| 3 | 3 | 173151.2 | 439 | 3605.749 | 48.02088 | <0.000001 |
| 13 | 3 | 96793.9 | 439 | 3605.749 | 26.84433 | <0.000001 |
| 23 | 3 | 103872.7 | 439 | 3605.749 | 28.80752 | <0.000001 |
| 123 | 3 | 41811.2 | 439 | 3605.749 | 11.59570 | <0.000001 |

Todos los factores mostraron una influencia significativa sobre el reclutamiento pero además en forma combinada, resultando significativa la interacción de mayor orden. Esta interacción (Fig. 80) muestra que las praderas en la zona norte tienen un mismo comportamiento estacional, con un aumento del reclutamiento hacia el invierno y sin mayor influencia del estado de explotación. En contraste, en las praderas de la zona sur el reclutamiento aumenta hacia el verano u otoño pero con tendencias y niveles muy diferentes entre las praderas explotadas y no explotadas.

Estos resultados sugieren que la ubicación geográfica de las praderas podría ser una dominante importante del reclutamiento en *Gigartina*, que a la vez dependería del estado de explotación.

**b) Viabilidad de esporas**

Tabla 53. Análisis de varianza (ANDEVA modelo fijo de 6 vías) para la viabilidad de esporas por zona, explotación, estación, espora, temperatura y luz (Factores: 1: Zona, 2: Explotación, 3: Estación, 4: Espora, 5: Temperatura, 6: Luz).

| | g.l. | C.M. | g.l. | C.M. | | |
|-----|--------|----------|-------|----------|----------|-----------|
| | Efecto | Efecto | Error | Error | F | P |
| 1 | 1 | 75716.0 | 1792 | 558.2061 | 135.642 | <0.000001 |
| 2 | 1 | 18750.0 | 1792 | 558.2061 | 33.590 | <0.000001 |
| 3 | 3 | 98939.9 | 1792 | 558.2061 | 177.246 | <0.000001 |
| 4 | 1 | 869835.6 | 1792 | 558.2061 | 1558.270 | <0.000001 |
| 5 | 1 | 65111.3 | 1792 | 558.2061 | 116.644 | <0.000001 |
| 12 | 1 | 7333.5 | 1792 | 558.2061 | 13.138 | 0.000297 |
| 13 | 3 | 249942.8 | 1792 | 558.2061 | 447.761 | <0.000001 |
| 23 | 3 | 13976.8 | 1792 | 558.2061 | 25.039 | <0.000001 |
| 14 | 1 | 9694.3 | 1792 | 558.2061 | 17.367 | 0.000032 |
| 34 | 3 | 234917.4 | 1792 | 558.2061 | 420.844 | <0.000001 |
| 15 | 1 | 98504.2 | 1792 | 558.2061 | 176.466 | <0.000001 |
| 35 | 3 | 39296.5 | 1792 | 558.2061 | 70.398 | <0.000001 |
| 45 | 1 | 13724.5 | 1792 | 558.2061 | 24.587 | 0.000001 |
| 16 | 1 | 56954.1 | 1792 | 558.2061 | 102.031 | <0.000001 |
| 36 | 3 | 13767.9 | 1792 | 558.2061 | 24.664 | <0.000001 |
| 56 | 1 | 8018.9 | 1792 | 558.2061 | 14.365 | 0.000156 |
| 123 | 3 | 52188.1 | 1792 | 558.2061 | 93.493 | <0.000001 |
| 124 | 1 | 59789.5 | 1792 | 558.2061 | 107.110 | <0.000001 |
| 134 | 3 | 163784.5 | 1792 | 558.2061 | 293.412 | <0.000001 |
| 234 | 3 | 6746.1 | 1792 | 558.2061 | 12.085 | <0.000001 |
| 125 | 1 | 35102.2 | 1792 | 558.2061 | 62.884 | <0.000001 |
| 135 | 3 | 22465.5 | 1792 | 558.2061 | 40.246 | <0.000001 |
| 235 | 3 | 34321.5 | 1792 | 558.2061 | 61.485 | <0.000001 |
| 245 | 1 | 23214.3 | 1792 | 558.2061 | 41.587 | <0.000001 |
| 345 | 3 | 13640.1 | 1792 | 558.2061 | 24.436 | <0.000001 |
| 126 | 1 | 18631.1 | 1792 | 558.2061 | 33.377 | <0.000001 |
| 136 | 3 | 13282.1 | 1792 | 558.2061 | 23.794 | <0.000001 |
| 236 | 3 | 2053.0 | 1792 | 558.2061 | 3.678 | 0.011711 |



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

| | | | | | | |
|--------|---|---------|------|----------|--------|-----------|
| 146 | 1 | 30461.5 | 1792 | 558.2061 | 54.570 | <0.000001 |
| 346 | 3 | 7192.4 | 1792 | 558.2061 | 12.885 | <0.000001 |
| 256 | 1 | 2204.1 | 1792 | 558.2061 | 3.949 | 0.047065 |
| 356 | 3 | 4167.5 | 1792 | 558.2061 | 7.466 | 0.000057 |
| 456 | 1 | 10929.8 | 1792 | 558.2061 | 19.580 | 0.000010 |
| 1234 | 3 | 13817.3 | 1792 | 558.2061 | 24.753 | <0.000001 |
| 1235 | 3 | 18377.3 | 1792 | 558.2061 | 32.922 | <0.000001 |
| 1345 | 3 | 9270.9 | 1792 | 558.2061 | 16.608 | <0.000001 |
| 2345 | 3 | 5756.0 | 1792 | 558.2061 | 10.312 | 0.000001 |
| 1246 | 1 | 4747.2 | 1792 | 558.2061 | 8.504 | 0.003587 |
| 1346 | 3 | 10407.7 | 1792 | 558.2061 | 18.645 | <0.000001 |
| 2346 | 3 | 1459.8 | 1792 | 558.2061 | 2.615 | 0.049651 |
| 1256 | 1 | 6537.4 | 1792 | 558.2061 | 11.711 | 0.000635 |
| 1356 | 3 | 2548.3 | 1792 | 558.2061 | 4.565 | 0.003427 |
| 3456 | 3 | 2169.8 | 1792 | 558.2061 | 3.887 | 0.008777 |
| 12345 | 3 | 8747.0 | 1792 | 558.2061 | 15.670 | <0.000001 |
| 12346 | 3 | 4401.9 | 1792 | 558.2061 | 7.886 | 0.000032 |
| 12356 | 3 | 1767.6 | 1792 | 558.2061 | 3.167 | 0.023574 |
| 12456 | 1 | 2265.7 | 1792 | 558.2061 | 4.059 | 0.044087 |
| 13456 | 3 | 1885.2 | 1792 | 558.2061 | 3.377 | 0.017687 |
| 123456 | | 31589.3 | 1792 | 558.2061 | 2.847 | 0.036347 |

Todos los factores con excepción de la luz mostraron efectos significativos independientes, pero los aspectos más relevantes están dados por las interacciones entre ellos, en especial la de más alto orden que resultó significativa. No obstante, la gran cantidad de factores hace difícil visualizar esta interacción, por lo cual como en casos anteriores se seleccionaron dos interacciones de menor orden pero que ejemplifican mejor las tendencias y comprenden complementariamente a los factores relevantes.

La primera interacción es entre zona, estación, explotación y tipo de espora, mostrada en las figuras 80, donde se aprecia que las praderas ubicadas en la zona sur siguen un mismo patrón estacional de viabilidad independiente del estado de explotación. Los cistocarpos muestran un nivel bajo de viabilidad y una



baja fluctuación temporal con tendencia a disminuir en verano y otoño, mientras los tetrasporangios siguen el mismo patrón de los cistocarpos en primavera y verano para aumentar fuertemente en otoño y alcanzar un máximo en invierno. En contraste, en las praderas de la zona norte ambos tipos de espora difieren en su patrón temporal y cuantitativo, donde los tetrasporangios presentan mayor viabilidad en verano y otoño y los cistocarpos en la primavera y/o verano, además en ambos casos con diferencias cuantitativas asociadas al estado de explotación. Sin embargo el efecto de la ubicación geográfica es sin duda el más importante, y capaz de homogeneizar la respuesta de las esporas de ambas fases.

La segunda interacción es entre tipo de espora, temperatura y densidad de flujo fotónico (Fig. 82), y muestra en el caso de los cistocarpos una disminución de la viabilidad con el aumento de la temperatura, que ocurre independientemente de la irradiación. En tanto, los tetrasporangios presentan una viabilidad comparativamente mucho mayor pero con una escasa respuesta a la temperatura estando en baja irradiación, y una disminución en viabilidad con el aumento en temperatura estando en alta irradiación.

En general los resultados más relevantes indican una diferencia biológica importante en viabilidad entre los tipos de espora, sumado a un fuerte efecto de la ubicación geográfica de las praderas. Secundariamente se acoplan los efectos de la temperatura, estado de explotación, y en último término la irradiación, que en conjunto estarían subordinados a los efectos indicados primeramente.

**c) Germinación de esporas****Tabla 54.** Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 3 vías para la germinación de esporas por zona, explotación, estación, espora, temperatura y luz (Factores: 1: Zona, 2: Explotación, 3: Estación, 4: Espora, 5: Temperatura, 6: Luz).

| | g.l. | C.M. | g.l. | C.M. | F | P |
|------|--------|----------|-------|----------|----------|----------|
| | Efecto | Efecto | Error | Error | | |
| 1 | 1 | 7894.0 | 1792 | 1256.901 | 6.2805 | 0.012295 |
| 2 | 1 | 27396.9 | 1792 | 1256.901 | 21.7972 | 0.000003 |
| 3 | 3 | 589400.7 | 1792 | 1256.901 | 468.9318 | 0.000000 |
| 4 | 1 | 312055.5 | 1792 | 1256.901 | 248.2737 | 0.000000 |
| 12 | 1 | 68769.6 | 1792 | 1256.901 | 54.7136 | 0.000000 |
| 23 | 3 | 77128.7 | 1792 | 1256.901 | 61.3642 | 0.000000 |
| 24 | 1 | 7530.9 | 1792 | 1256.901 | 5.9917 | 0.014469 |
| 34 | 3 | 43463.6 | 1792 | 1256.901 | 34.5800 | 0.000000 |
| 15 | 1 | 5976.6 | 1792 | 1256.901 | 4.7550 | 0.029343 |
| 45 | 1 | 23926.7 | 1792 | 1256.901 | 19.0363 | 0.000014 |
| 16 | 1 | 9558.5 | 1792 | 1256.901 | 7.6048 | 0.005880 |
| 46 | 1 | 8213.9 | 1792 | 1256.901 | 6.5350 | 0.010659 |
| 56 | 1 | 13776.4 | 1792 | 1256.901 | 10.9606 | 0.000949 |
| 123 | 3 | 11447.0 | 1792 | 1256.901 | 5.5399 | 0.000875 |
| 345 | 3 | 3740.0 | 1792 | 1256.901 | 2.9756 | 0.030552 |
| 136 | 3 | 10994.1 | 1792 | 1256.901 | 8.7470 | 0.000009 |
| 146 | 1 | 20987.6 | 1792 | 1256.901 | 16.6979 | 0.000046 |
| 346 | 3 | 19272.9 | 1792 | 1256.901 | 15.3337 | 0.000000 |
| 356 | 3 | 6087.3 | 1792 | 1256.901 | 4.8431 | 0.002325 |
| 1234 | 3 | 8929.9 | 1792 | 1256.901 | 7.1047 | 0.000096 |
| 1345 | 3 | 3571.3 | 1792 | 1256.901 | 2.8414 | 0.036629 |
| 1346 | 3 | 10478.3 | 1792 | 1256.901 | 8.3367 | 0.000017 |
| 2346 | 3 | 3821.9 | 1792 | 1256.901 | 3.0408 | 0.027969 |
| 3456 | 3 | 4411.3 | 1792 | 1256.901 | 3.5097 | 0.014753 |

Similar al caso de viabilidad, sólo la ubicación geográfica, el estado de explotación, el tipo de espora y la estacionalidad tuvieron un efecto individual



significativo, en contraste a la temperatura y la densidad de flujo fotónico. No obstante, todos los factores aparecen involucrados en una o más interacciones significativas, y debido al alto número de interacciones hemos seleccionado dos que representan más claramente los efectos biológicos implicados.

La primera interacción es precisamente entre los cuatro factores aislados que resultaron significativos, y su efecto se refleja en las figuras 83 que separan los efectos de acuerdo al tipo de espora. Se aprecia que, como en casos anteriores, las tetrasporas presentan un comportamiento claramente definido y similar entre zonas, pero con diferencias entre praderas explotadas y no explotadas: en las primeras, la germinación es mínima en primavera y verano y aumenta fuertemente en otoño e invierno siendo máxima en esta última estación, mientras en las praderas explotadas la germinación sólo es baja en verano y también alcanza un máximo en invierno. En comparación, las carposporas presentan en general una germinación más baja a través del año aunque comparten el patrón de máxima germinación en invierno en todos los casos, pero con claras diferencias cuantitativas entre zonas y con diferencias en el patrón estacional entre praderas explotadas y no explotadas. Esto indica que la germinación de carposporas depende en gran medida de la localización y características de cada pradera, mientras las tetrasporas estarían más condicionadas por ritmos biológicos.

La segunda interacción comprende los factores tipo de espora, estacionalidad, temperatura y la densidad de flujo fotónico, reflejada en las figuras 84 que separan los efectos de acuerdo al tipo de espora. A diferencia del caso anterior, la germinación respondió con tendencias claramente definidas ante la temperatura y densidad de flujo fotónico, si bien ambos factores tienen un muy escaso efecto cuantitativo, y la interacción es causada principalmente por una respuesta diferencial entre tipos de espora. La germinación de tetrasporas presenta la misma tendencia en las dos temperaturas y dos irradiaciones experimentales, con un mínimo definido en verano, y un máximo en invierno pero con un valor más alto en la mayor irradiación. Las carposporas, en todos los casos, tienden a seguir un



patrón estacional similar al de tetrasporas pero con una germinación comparativamente menor en primavera, y con un mínimo de verano que se prolonga hacia el otoño, para alcanzar un máximo también en invierno aunque de menor magnitud que en el caso de tetrasporas.

d) Maduración de las frondas

d.1 Densidad de estructuras reproductivas

Tabla 55. Análisis de varianza (ANDEVA modelo mixto de 4 vías) para la densidad de estructuras reproductivas, por zona, explotación, estación y separadas por fase de las cinco praderas en estudio. (Factores: 1: Zona, 2: Explotación, 3: Estación, 4: Fase).

| | g.l. | C.M. | g.l. | C.M. | | |
|-----|--------|----------|-------|----------|----------|-----------|
| | Efecto | Efecto | Error | Error | F | P |
| 1 | 1 | 1062.49 | 2282 | 38.69181 | 27.4604 | <0.000001 |
| 2 | 1 | 273.61 | 2282 | 38.69181 | 7.0716 | 0.007886 |
| 3 | 3 | 20126.20 | 2282 | 38.69181 | 520.1667 | <0.000001 |
| 4 | 1 | 3830.35 | 2282 | 38.69181 | 98.9963 | <0.000001 |
| 12 | 1 | 411.39 | 2282 | 38.69181 | 10.6325 | 0.001128 |
| 13 | 3 | 1024.82 | 2282 | 38.69181 | 26.4867 | <0.000001 |
| 23 | 3 | 173.60 | 2282 | 38.69181 | 4.4866 | 0.003805 |
| 34 | 3 | 2091.91 | 2282 | 38.69181 | 54.0660 | <0.000001 |
| 134 | 3 | 1068.54 | 2282 | 38.69181 | 27.6167 | <0.000001 |
| 234 | 3 | 416.01 | 2282 | 38.69181 | 10.7519 | 0.000001 |

Todos los factores tuvieron influencia en la densidad total de estructuras reproductivas, si bien sus efectos estuvieron repartidos en dos interacciones significativas de alto orden, ya que en este caso la interacción de los 4 factores no fue estadísticamente relevante.



La primera interacción, entre zona geográfica, estacionalidad y tipo de estructura (Fig. 85 A), muestra que los patrones estacionales en densidad de tetrasporangios y cistocarpos dependen de la ubicación geográfica de las praderas, ya que en la zona sur siguen el mismo patrón con una densidad máxima y similar en otoño, mientras en la zona norte la máxima densidad de cistocarpos es mayor a la máxima de tetrasporangios pero estos son a su vez más abundantes en verano.

La segunda interacción, entre explotación, estación y tipo de estructura (Fig. 85 B), revela que la explotación tiende a homogeneizar las tendencias estacionales entre cistocarpos y tetrasporangios. Probablemente la cosecha, al reducir la densidad de plantas de ambas fases, produce una nivelación en la variable analizada y las densidades remanentes no reflejan la variación normal entre fases, que sin embargo conservan el patrón estacional que sería un aspecto intrínseco de *Gigartina*. En contraste, en las praderas no explotadas no hay un efecto externo que altere la proporción natural o la distribución de tamaños de frondas de ambas fases, expresando la diferencia natural entre ellas.

d.2 Porcentaje de estructuras reproductivas maduras

Tabla 56. Análisis de varianza (ANDEVA modelo fijo de 4 vías) para el porcentaje de estructuras reproductivas, por zona, explotación, estación y separadas por fase para las cinco praderas en estudio (Factores: 1 Zona, 2: Explotación, 3: Estación, 4: Fases).

| | g.l. | C.M. | g.l. | C.M. | F | P |
|-----|--------|----------|-------|----------|----------|-----------|
| | Efecto | Efecto | Error | Error | | |
| 3 | 3 | 397936.5 | 2281 | 1231.780 | 323.0582 | <0.000001 |
| 4 | 1 | 93736.3 | 2281 | 1231.780 | 76.0983 | <0.000001 |
| 12 | 1 | 0.1 | 2281 | 1231.780 | 0.0001 | 0.994044 |
| 13 | 3 | 8810.0 | 2281 | 1231.780 | 7.1523 | 0.000089 |
| 23 | 3 | 9541.2 | 2281 | 1231.780 | 7.7459 | 0.000038 |
| 14 | 1 | 18736.7 | 2281 | 1231.780 | 15.2111 | 0.000099 |
| 34 | 3 | 7262.3 | 2281 | 1231.780 | 5.8958 | 0.000526 |
| 123 | 3 | 7968.3 | 2281 | 1231.780 | 6.4689 | 0.000234 |
| 124 | 1 | 10085.1 | 2281 | 1231.780 | 8.1874 | 0.004257 |
| 134 | 3 | 12940.8 | 2281 | 1231.780 | 10.5058 | 0.000001 |
| 234 | 3 | 2900.1 | 2281 | 1231.780 | 2.3544 | 0.070198 |



Nuevamente hubo dos interacciones de alto orden significativas que integran el efecto de los factores analizados. La primera interacción entre zona, estación y tipo de estructura (Fig. 86 A), muestra que el patrón estacional de maduración en ambas fases es cualitativamente el mismo tanto en la zona sur como norte (mínima en verano), pero los cistocarpos tienen tendencias cuantitativas diferentes entre zonas mientras los tetrasporangios no se ven afectados.

Por otra parte, la segunda interacción entre zona, explotación y tipo de estructura (Fig. 86 B) muestra el efecto del estado de explotación donde los cistocarpos y tetrasporangios presentan niveles de maduración similares en las praderas no explotadas de las zonas sur y norte, mientras en praderas explotadas la maduración de ambas fases es cuantitativamente muy distinta en la zona sur pero similar en la zona norte.

En general los resultados indican que si bien la ubicación geográfica de las praderas y su estado de explotación no afectarían las tendencias biológicas intrínsecas en la maduración de frondas de ambas fases, como se encontró en análisis anteriores, la proporción de estructuras maduras sí es afectada cuantitativamente por estos dos factores.

e) Liberación de esporas

Tabla 57. Análisis de varianza (ANDEVA modelo fijo de 3 vías) del numero de esporas liberadas por zona, explotación, estación, para las cinco praderas en estudio. (Factores: 1: Zona, 2: Explotacion,3: Estación, 4: tipo de espora).

| | g.l. | C.M. | g.l. | C.M. | | |
|----|--------|------------|-------|------------|--------|-----------|
| | Efecto | Error | Error | | F | P |
| 1 | 1 | 25313511E3 | 2282 | 4547187712 | 5.5668 | 0.018387 |
| 3 | 3 | 59705504E4 | 2282 | 4547187712 | 131.30 | <0.000001 |
| 4 | 1 | 21358638E3 | 2282 | 4547187712 | 4.6971 | 0.030317 |
| 13 | 3 | 20146240E3 | 2282 | 4547187712 | 4.4305 | 0.004115 |



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

| | | | | | | |
|------|---|------------|------|------------|--------|-----------|
| 23 | 3 | 34583040E3 | 2282 | 4547187712 | 7.6054 | 0.000046 |
| 24 | 1 | 23007159E4 | 2282 | 4547187712 | 50.596 | <0.000001 |
| 34 | 3 | 60071350E3 | 2282 | 4547187712 | 13.210 | <0.000001 |
| 123 | 3 | 12302242E3 | 2282 | 4547187712 | 2.7055 | 0.043915 |
| 134 | 3 | 10419240E4 | 2282 | 4547187712 | 22.913 | <0.000001 |
| 234 | 3 | 12393386E4 | 2282 | 4547187712 | 27.255 | <0.000001 |
| 1234 | 3 | 35201650E3 | 2282 | 4547187712 | 7.7414 | 0.000038 |

Exceptuando el estado de explotación, los demás factores mostraron efectos individuales significativos sobre la liberación de esporas, pero a su vez presentan un efecto combinado en la interacción de mayor orden, causada por una respuesta diferencial de los dos tipos de espora (Fig. 87). La liberación de carposporas ocurre básicamente en el invierno pero es un orden de magnitud mayor en praderas no explotadas, mientras las tetrasporas en general aumentan en otoño y alcanzan un máximo en invierno (excepto un caso en otoño), pero estos máximos son un orden de magnitud mayor en las praderas explotadas.

Los resultados sugieren que explotar una pradera tendría un impacto mucho más relevante sobre la liberación de esporas que la ubicación geográfica y la estacionalidad, y causaría efectos opuestos en la productividad de carposporangios (disminución) y soros tetrasporangiales (aumento).

f) Crecimiento de frondas secundarias

Tabla 58. Análisis de varianza (ANDEVA modelo fijo de 4 vías) del crecimiento de las frondas secundarias, por zona, explotación, tratamiento (fronda secundaria sin la fronda principal y con la principal) y tiempo, para las cinco praderas en estudio. (Factores: 1: Zona, 2: Explotación, 3: Tratamiento, 4: Tiempo (medida repetida)).

| | g.l. | C.M. | g.l. | C.M. | | |
|----|--------|----------|-------|----------|----------|-----------|
| | Efecto | Efecto | Error | Error | F | P |
| 3 | 1 | 85322.62 | 91 | 3639.798 | 23.44158 | 0.000005 |
| 4 | 4 | 41901.78 | 364 | 2132.938 | 19.64510 | <0.000001 |
| 12 | 1 | 37219.64 | 91 | 3639.798 | 10.22574 | 0.001906 |



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

| | | | | | | |
|------|---|----------|-----|----------|---------|----------|
| 13 | 1 | 22613.09 | 91 | 3639.798 | 6.21273 | 0.014493 |
| 14 | 4 | 13231.56 | 364 | 2132.938 | 6.20344 | 0.000077 |
| 34 | 4 | 20284.20 | 364 | 2132.938 | 9.50998 | 0.000000 |
| 123 | 1 | 18700.16 | 91 | 3639.798 | 5.13769 | 0.025781 |
| 124 | 4 | 15586.97 | 364 | 2132.938 | 7.30774 | 0.000011 |
| 1234 | 4 | 18952.22 | 364 | 2132.938 | 8.88550 | 0.000001 |

El crecimiento de las frondas secundarias respondió de forma compleja al tratamiento usado (con y sin presencia de fronda principal) y a todos los factores analizados, generando un efecto significativo de la interacción de más alto orden entre la zona geográfica, estado de explotación, tratamiento experimental y estacionalidad.

Las figuras que reflejan esta interacción (Fig. 88) muestran en primer lugar que el estado de explotación por sí solo no ejerce un efecto global sobre el crecimiento, mientras que la ubicación geográfica tiene la influencia más relevante asociada a la respuesta al tratamiento. En la zona norte las praderas prácticamente no respondieron a la remoción de la fronda principal, exceptuando una pradera en un solo mes, en tanto en la zona sur el tratamiento fue efectivo a través del año aunque con diferencias en el nivel de respuesta entre la pradera explotada y la no explotada.

Los mayores aumentos en área de frondas secundarias por efecto del tratamiento experimental ocurrieron en distintos momentos del tiempo dependiendo de cada pradera. Esto indica que la efectividad del mecanismo de remover la fronda principal sólo se logra en lugares o épocas específicas, y no actúa como un mecanismo poblacional general de *Gigartina*.



g) Crecimiento vegetativo

Tabla 59. Análisis de varianza (ANDEVA modelo fijo de 4 vías) del crecimiento de las frondas vegetativas por zona, explotación, tratamiento (fronda secundaria sin la fronda principal y con la principal) y tiempo, para las cinco praderas en estudio. (Factores: 1: Zona, 2: Explotación, 3: Tratamiento, 4: Tiempo (medida repetida)).

| | g.l. | C.M. | g.l. | C.M. | F | P |
|-----|--------|----------|-------|----------|----------|-----------|
| | Efecto | Efecto | Error | Error | | |
| 3 | 2 | 2029691. | 130 | 29883.82 | 67.91937 | <0.000001 |
| 4 | 4 | 330866. | 520 | 30170.84 | 10.96642 | <0.000001 |
| 12 | 1 | 203678. | 130 | 29883.82 | 6.81567 | 0.010097 |
| 23 | 2 | 139164. | 130 | 29883.82 | 4.65682 | 0.011136 |
| 34 | 8 | 175636. | 520 | 30170.84 | 5.82139 | <0.000001 |
| 234 | 8 | 129528. | 520 | 30170.84 | 4.29315 | 0.000051 |

La ubicación geográfica y el estado de explotación no tuvieron un efecto aislado significativo, en contraste al tratamiento experimental y el tiempo. No obstante la explotación participa en una interacción significativa de alto orden con estos últimos factores.

A diferencia de lo resultados en la modalidad 1, la interacción (Fig. 89) muestra una respuesta claramente definida al tratamiento experimental, independiente de la ubicación geográfica de las praderas pero influenciada por el estado de explotación. En general las frondas de distintos tamaños mostraron un crecimiento vegetativo proporcional a través del tiempo, pero en las praderas explotadas hubo una respuesta estacional que se acentuó progresivamente desde las frondas menores a las mayores, en estas últimas ya definiendo un mínimo marcado en la época de verano. En contraste, el crecimiento vegetativo en las praderas no explotadas no evidenció el incremento en estacionalidad desde frondas pequeñas a grandes, y de hecho el crecimiento tendió a disminuir en el tiempo en las frondas mayores y a aumentar en las frondas intermedias hasta alcanzar un fuerte máximo en invierno.



Lo anterior sugiere que la explotación podría ejercer un efecto modulador del crecimiento vegetativo volviéndolo más predecible, mientras la ausencia de explotación podría permitir la expresión de efectos locales diferenciales entre praderas generando tendencias menos predecibles.

h) Regeneración

Tabla 60. Análisis de varianza (ANDEVA modelo fijo de 3 vías) para la regeneración de frondas cortas desde hapterios en la base del disco, en las cinco praderas en estudio. (Factores: 1: Zona, 2: Explotación, 3: Estación).

| | g.l. | C.M. | g.l. | C.M. | | |
|----|--------|----------|-------|----------|---------|-----------|
| | Efecto | Efecto | Error | Error | F | P |
| 3 | 3 | 1634.552 | 1012 | 44.70427 | 36.5636 | <0.000001 |
| 13 | 3 | 524.797 | 1012 | 44.70427 | 11.7393 | <0.000001 |

La regeneración sólo fue afectada por la estacionalidad como factor independiente, pero en una interacción significativa con la zona geográfica. Pese a que en el análisis en la modalidad 1 se reflejó un efecto del estado de explotación sólo en las praderas de la zona sur, en este caso fue insuficiente para generar una interacción significativa de mayor orden. La interacción entre zona y estación (Fig. 90) se debió a que en la zona norte la regeneración aumenta paulatinamente en el tiempo desde primavera a invierno, mientras en la zona sur el crecimiento aumenta sólo en invierno y de modo explosivo, manteniéndose a un nivel bajo y similar el resto del año.

Lo anterior sugiere que la ubicación geográfica de las praderas incide fuertemente en el potencial de regeneración de las frondas, pero debe tenerse en cuenta que el estado de explotación también puede influir dependiendo de la ubicación geográfica, como evidenció el mismo análisis en la modalidad 1.

**i) Biomasa****Tabla 61.** Análisis de varianza (ANDEVA modelo fijo de 4 vías) para la biomasa por zona, estación y fase reproductiva. (Factores: 1: Zona, 2: explotación, 3: Estación, 4: Fase).

| | g.l. | C.M. | g.l. | C.M. | | |
|------|--------|----------|-------|----------|----------|-----------|
| | Efecto | Efecto | Error | Error | F | P |
| 3 | 3 | 885863. | 4122 | 29515.70 | 30.0133 | <0.000001 |
| 4 | 2 | 13771547 | 4122 | 29515.70 | 466.5837 | <0.000001 |
| 12 | 1 | 2025827. | 4122 | 29515.70 | 68.6356 | <0.000001 |
| 13 | 3 | 248001. | 4122 | 29515.70 | 8.4024 | 0.000014 |
| 23 | 3 | 143610. | 4122 | 29515.70 | 4.8655 | 0.002221 |
| 14 | 2 | 502700. | 4122 | 29515.70 | 17.0316 | 0.000000 |
| 34 | 6 | 1882076 | 4122 | 29515.70 | 63.7652 | <0.000001 |
| 123 | 3 | 223067. | 4122 | 29515.70 | 7.5576 | 0.000049 |
| 134 | 6 | 234453. | 4122 | 29515.70 | 7.9433 | <0.000001 |
| 1234 | 6 | 86402. | 4122 | 29515.70 | 2.9273 | 0.007505 |

La biomasa de las praderas, excluyendo Bahía Low, no fue afectada por la ubicación de la pradera (zonas) o por estar o no sometida a explotación como factores aislados actuando independientemente. Sin embargo, ambos factores forman parte de la interacción significativa de mayor orden, señalando que sí tienen un efecto al combinarse con otros factores.

La interacción es causada principalmente por las diferencias en tendencia estacional entre las fases reproductivas que a su vez son afectadas diferencialmente por la ubicación geográfica y la explotación (Fig. 91). La variación en biomasa por fases sigue aproximadamente la tendencia general descrita en el análisis de biomasa en la modalidad 1, pero la fase tetraspórica muestra desde primavera a invierno una tendencia a aumentar en la zona sur versus una tendencia a disminuir en la zona norte, mientras que la fase cistocárpica muestra



mayor biomasa promedio en el caso sin explotación en la zona sur versus una menor biomasa promedio en el caso con explotación en la zona norte.

Estos resultados ratifican las tendencias detectadas en análisis anteriores señalado que el principal factor afectando la biomasa de las praderas es la diferencia entre fases reproductivas, que sin embargo es influida secundariamente y de forma compleja por la ubicación geográfica de las praderas y por su estado de explotación.

j) Densidad

Tabla 62. Análisis de varianza (ANDEVA modelo fijo de 4 vías) para la densidad por zona, estación y fase reproductiva. (Factores: 1: Zona, 2: explotación, 3: Estación, 4: Fase).

| | g.l. | C.M. | g.l. | C.M. | | |
|-----|--------|----------|-------|----------|----------|-----------|
| | Efecto | Efecto | Error | Error | F | P |
| 1 | 1 | 1063.40 | 4122 | 14.57160 | 72.9774 | <0.000001 |
| 3 | 3 | 500.66 | 4122 | 14.57160 | 34.3588 | <0.000001 |
| 4 | 2 | 12379.50 | 4122 | 14.57160 | 849.5636 | <0.000001 |
| 12 | 1 | 508.90 | 4122 | 14.57160 | 34.9244 | <0.000001 |
| 13 | 3 | 211.99 | 4122 | 14.57160 | 14.5478 | <0.000001 |
| 14 | 2 | 47.83 | 4122 | 14.57160 | 3.2824 | 0.037637 |
| 24 | 2 | 60.77 | 4122 | 14.57160 | 4.1707 | 0.015506 |
| 34 | 6 | 648.00 | 4122 | 14.57160 | 44.4699 | <0.000001 |
| 123 | 3 | 124.15 | 4122 | 14.57160 | 8.5199 | 0.000012 |
| 134 | 6 | 258.25 | 4122 | 14.57160 | 17.7231 | <0.000001 |

La densidad de las praderas mostró una respuesta diferente a la biomasa ante los factores analizados, sintetizada en dos interacciones significativas de alto orden (la de mayor orden no fue significativa en este caso).

La primera interacción relevante fue entre los factores zona, explotación y estación del año (Fig. 92 A), mostrando que aun cuando la densidad fue mínima en otoño



en las zonas norte y sur, en esta última el caso bajo explotación tuvo siempre una densidad menor que aquel sin explotación, mientras en la zona norte ocurrió lo opuesto en los meses cálidos y no hubo diferencia en los meses fríos.

La segunda interacción relevante fue entre los factores zona, estación y fase reproductiva (Fig. 92 B), donde se mantiene la diferencia en nivel de densidad y tendencia estacional de la fase vegetativa respecto a las demás, con un mínimo definido en otoño pero con un máximo principal en invierno en la zona norte versus uno en verano en la zona sur. Las fases tetraspórica y cistocárpica no presentan una variabilidad estacional muy alta, en especial la tetraspórica que sin embargo tiene un nivel de densidad similar a la cistocárpica en la zona norte pero consistentemente menor en la zona sur.

En general los resultados muestran que, similar al caso de la biomasa, las diferencias entre fases la densidad son el principal factor explicativo de los cambios pero modulados en forma diferencial por los efectos de la ubicación geográfica y el estado de explotación.



5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Análisis por pradera

El reclutamiento fue altamente variable entre las praderas, sin un patrón estacional común, pero ambos factores interactuaron significativamente. En general todas las praderas mostraron un aumento del reclutamiento en otoño el cual tendió a disminuir hacia el verano, con excepción de Pto. Barrientos que continuó aumentando. Sin embargo, las Islas Vergara y Meninea tuvieron niveles de reclutamiento más altos que las demás praderas, con Isla Meninea mostrando el máximo valor entre las praderas, e Isla Vergara exhibiendo niveles altos ya en el verano. Coincidentemente, estas dos praderas están ubicadas en el sector sur, lo que puede ser un factor que explique las diferencias en niveles de reclutamiento.

Por otra parte, los valores de viabilidad y germinación de esporas también dependieron en gran medida de la pradera estudiada, y fueron notoriamente influidos por efectos diferenciales de la irradiación, temperatura, estado de explotación y ubicación geográfica. Para simplificar las interacciones en viabilidad se seleccionó dos interacciones triples que combinan a todos los factores en estudio y que reflejan de mejor manera las tendencias biológicas involucradas en este caso. La primera interacción es entre pradera, estacionalidad y tipo de espora, mostrando un fuerte contraste en el patrón estacional de viabilidad de los dos tipos de esporas. La viabilidad de las carposporas fue en general poco variable entre praderas, con una tendencia a aumentar en primavera y verano en B. Low, Pto. Barrientos e I. Bajas (zona norte), teniendo a la vez niveles más altos que I. Vergara e I. Meninea (zona sur) las cuales son más homogéneas entre sí y con una tendencia a disminuir en verano y otoño. La segunda interacción es entre tipo de espora, luz y temperatura donde la viabilidad de carposporas no muestra mayor diferencia cualitativa entre las distintas temperaturas y densidades de flujo fotónico, pero su viabilidad es mayor a 10° que a 15 °C, mientras que las



tetrasporas no tienen diferencias cuantitativas importantes a distintas temperaturas pero su viabilidad aumenta con la densidad de flujo fotónico a 10 °C, disminuyendo a 15 °C.

En cuanto a germinación, esta es mínima en verano, coincidiendo con el menor porcentaje de estructuras reproductivas maduras, aumenta en otoño y es máxima en invierno coincidiendo con el período de maduración de estructuras reproductivas. Las praderas en estudio muestran un patrón común y consistente en la germinación, con variaciones puntuales por efectos locales o ambientales.

En la densidad de estructuras reproductivas, el desarrollo de cistocarpos sigue un patrón similar en todas las praderas, con un fuerte máximo en otoño y valores inferiores en las demás estaciones, mientras que el desarrollo de tetrasporangios es máximo en otoño, y exhibe un aumento bien definido en verano. Esto indica que la aparición de estructuras reproductivas en las praderas es predecible y muestra un patrón común independiente de otros factores.

La liberación de esporas por estructura reproductiva madura, varió significativamente en función del efecto combinado de todos los factores. La interacción de mayor orden indica que la variación temporal en la liberación de esporas en *Gigartina* es causada por fenómenos diferentes en las dos fases reproductivas. La liberación de carposporas sigue un patrón anual, independiente de las características de las praderas, y está concentrada en el invierno con valores máximos de hasta 4 órdenes de magnitud más que los de otras estaciones. En contraste, la liberación de tetrasporas es más extensa y claramente estacional, disminuyendo en las estaciones cálidas y aumentando en las frías, pero con máximos en distintas épocas (otoño o invierno) y de distinto nivel entre las praderas.

El crecimiento de frondas secundarias varió significativamente entre las praderas en el tiempo y en función del tratamiento aplicado, con y sin fronda principal



asociada. Se observó una respuesta estacional diferencial de las praderas en función del tratamiento. Sólo en Bahía Low y las islas Vergara y Meninea el desarrollo de frondas secundarias fue en general mayor, en ausencia de una fronda principal, mientras que en Pto. Barrientos esto sólo ocurrió en invierno (registro en el mes de Julio) donde se gatilló el crecimiento más alto registrado en todos los tiempos y praderas. En Islas Bajas no hubo ninguna diferencia temporal entre los dos tratamientos los cuales registraron un aumento paulatino y moderado del crecimiento hacia el invierno.

En crecimiento vegetativo no hubo tendencias globales definidas, en general las frondas de menor tamaño mostraron el menor crecimiento en todas las praderas, mientras en algunas praderas el crecimiento fue máximo para las frondas de tamaño intermedio y en otras para aquellas de tamaño mayor, además con máximos en diferentes épocas del año. Esto sugiere una respuesta dominada por condiciones locales o ambientales pero sin un efecto neto e independiente del tratamiento experimental.

La regeneración varió significativamente tanto por efecto de las diferencias entre praderas como de la estacionalidad, pero generando una interacción significativa entre ambos factores. Esta interacción se debe en parte al comportamiento anómalo de Bahía Low respecto a las demás praderas, pero más importantemente a que las praderas muestran claras diferencias entre zonas. Dejando aparte a Bahía Low, en la zona norte la regeneración fue aumentando lenta y progresivamente desde primavera a invierno pero con una diferencia de nivel entre praderas (una explotada y otra no explotada), mientras en la zona sur las dos praderas analizadas mostraron un fuerte aumento sólo en invierno alcanzando los valores más altos de regeneración entre todos los registrados, siguiendo el mismo patrón.

La fenología observada de *Gigartina skottsbergii* permite obtener algunas conclusiones generales aplicables a todas las praderas. Con respecto a la



biomasa y densidad de las praderas, ambas variables muestran tendencias estacionales consistentes con cada fase reproductiva. En biomasa la fase vegetativa es la más abundante y presenta un máximo y un mínimo bien definidos en primavera y en otoño respectivamente. La fase tetraspórica en general no experimenta una variación estacional marcada, excepto en Islas bajas donde tiende a disminuir desde la primavera al invierno. En cambio la fase cistocárpica presenta una mayor biomasa en verano en todas las praderas con la excepción de Bahía Low que muestra un máximo en primavera. Los resultados en general indican que la dinámica de la biomasa en praderas de *Gigartina* estaría controlada principalmente por el efecto de la fluctuación estacional sobre el crecimiento y/o la sobrevivencia de cada fase reproductiva. Esto sugiere que la dinámica de la biomasa de las praderas estaría ligada a la historia de vida del alga, en función de las respuestas diferenciales de las fases reproductivas a la variación ambiental.

Similar al caso de la biomasa, en la densidad el efecto más relevante fue la interacción de mayor orden entre los tres factores analizados (pradera, estación, y fase), debido a que varió estacionalmente dependiendo del estado reproductivo.

La densidad de la fase vegetativa fue siempre más alta que en las demás fases, y tuvo una tendencia general a un mínimo en otoño, excepto Bahía Low cuyo mínimo ocurrió en verano, y valores máximos en primavera o invierno dependiendo de la pradera: las islas Vergara y Meninea (mayor latitud) tuvieron una máxima densidad en primavera, mientras Pto. Barrientos e Islas bajas (situadas a menor latitud) tuvieron un máximo en invierno. Esto sugiere que la ubicación latitudinal puede afectar la fenología reproductiva de *Gigartina*. Por otra parte, la densidad de la fase tetraspórica no tuvo una estacionalidad marcada (excepto Islas Bajas que tendió a disminuir de primavera a invierno), si bien hubo una leve tendencia a aumentar hacia el invierno. Por último, la fase cistocárpica mostró a una mínima densidad en invierno en todas las praderas, excepto en Bahía Low con un mínimo en verano, manteniéndose con poca fluctuación el resto del año aunque con una densidad promedio mayor que la fase tetraspórica.



En la fase vegetativa la distribución de tamaños mostró pocas diferencias cualitativas entre las praderas, y fue siempre unimodal en todas las estaciones del año y dominada por frondas pequeñas con la frecuencia máxima ubicada en la clase 11-20 cm. Sin embargo existen diferencias en el valor de la moda por estación, más alto en primavera-verano o en otoño-invierno dependiendo de la pradera. Además, praderas como Bahía Low, Islas Bajas y Puerto Barrientos, ubicadas en la zona norte, muestran una mayor frecuencia de la clase de tamaño inferior (1-10 cm) durante otoño e invierno, en contraste a las bajas frecuencias de la misma clase en las praderas ubicadas en la zona sur. El estado de explotación, por otra parte, parece tener poco efecto en la estructura de tamaño. En la fase tetraspórica la frecuencia máxima se registra durante el otoño en la clase 11-20 cm, excepto en Isla Vergara donde se desplaza a la clase 21-30 cm. La fase cistocárpica sin embargo, muestra una distribución de tamaño unimodal, y en la mayoría de las praderas la moda se ubica en la clase 21-30 cm la mayor parte del año. No obstante, la diferencia entre los valores de las modas es en general menor que en las demás fases reproductivas.

Si se clasifican las praderas en explotadas y no explotadas, en todos los casos se detecta una interacción consistente entre esta condición y la ubicación geográfica, revelando que la cosecha afecta el funcionamiento de una pradera pero, sólo dependiendo del lugar geográfico en que una pradera se encuentre. En este sentido, la latitud aparece como una variable relevante a considerar pero que no tiene un impacto por sí sola.

El esfuerzo reproductivo revela un patrón estacional muy marcado y el mismo para las plantas tetrasporofíticas y cistocárpicas en todas las praderas, desarrollando la máxima inversión reproductiva en sus tejidos durante el otoño independientemente del estado de explotación o ubicación geográfica de las praderas. La clara estacionalidad de la inversión reproductiva sugiere que *Gigartina* como especie presenta una estrategia energética similar a la de una planta anual, concentrando



el esfuerzo en un sólo período. De este modo, el otoño aparece como la época en que las praderas realizan su máximo potencial para asegurar la mantención poblacional. No obstante, las plantas tetraspóricas en estados tempranos invierten más en reproducción que las cistocárpicas, y dado que las plantas pequeñas son también las más frecuentes, podría haber una mayor contribución proporcional de tetrasporas que de carposporas a la población total de esporas de cada pradera.

Para detectar si existe decrecimiento en el tamaño con alta densidad por efectos intraespecíficos, en todas las praderas estudiadas, se evaluó la relación entre el peso promedio de las plantas individuales y la densidad poblacional. Se observa que en ningún caso hubo efectos denso-dependientes del tipo “auto raleo” (“self thinning”), si bien a densidad muy alta tanto el peso promedio de las plantas como su variabilidad muestran una disminución marcada.

Análisis por zona y explotación

Las praderas en la zona norte tienen un mismo comportamiento estacional, con un aumento del reclutamiento hacia el invierno y sin mayor influencia del estado de explotación. En contraste, en las praderas de la zona sur el reclutamiento aumenta hacia el verano u otoño pero con tendencias y niveles muy diferentes entre las praderas explotadas y no explotadas. Estos resultados sugieren que la ubicación geográfica de las praderas podría ser una dominante importante del reclutamiento en *Gigartina*, que a la vez dependería del estado de explotación.

Los cistocarpos muestran un nivel bajo de viabilidad y una baja fluctuación temporal con tendencia a disminuir en verano y otoño, mientras los tetrasporangios siguen el mismo patrón de los cistocarpos en primavera y verano para aumentar fuertemente en otoño y alcanzar un máximo en invierno. En contraste, en las praderas de la zona norte ambos tipos de espora difieren en su patrón temporal y cuantitativo, donde los tetrasporangios presentan mayor viabilidad en verano y otoño y los cistocarpos en la primavera y/o verano, además



en ambos casos con diferencias cuantitativas asociadas al estado de explotación. Sin embargo el efecto de la ubicación geográfica es sin duda el más importante, y capaz de homogeneizar la respuesta de las esporas de ambas fases.

En general los resultados más relevantes indican una diferencia biológica importante en viabilidad entre los tipos de spora, sumado a un fuerte efecto de la ubicación geográfica de las praderas. Secundariamente se acoplan los efectos de la temperatura, estado de explotación, y en último término la irradiación, que en conjunto estarían subordinados a los efectos indicados primeramente.

Similar al caso de viabilidad, en germinación, los factores, ubicación geográfica, estado de explotación, tipo de spora y estacionalidad tuvieron un efecto individual significativo, en contraste a la temperatura y la densidad de flujo fotónico. No obstante, todos los factores aparecen involucrados en una o más interacciones significativas, y debido al alto número de interacciones se seleccionó dos que representan más claramente los efectos biológicos implicados.

La germinación de tetrasporas presenta un comportamiento claramente definido y similar entre zonas, pero con diferencias entre praderas explotadas y no explotadas: en las primeras, la germinación es mínima en primavera y verano y aumenta fuertemente en otoño e invierno siendo máxima en esta última estación, mientras en las praderas explotadas la germinación sólo es baja en verano y también alcanza un máximo en invierno. En comparación, las carposporas presentan en general una germinación más baja a través del año aunque comparten el patrón de máxima germinación en invierno en todos los casos, pero con claras diferencias cuantitativas entre zonas y con diferencias en el patrón estacional entre praderas explotadas y no explotadas. Esto indica que la germinación de carposporas depende en gran medida de la localización y características de cada pradera, mientras las tetrasporas estarían más condicionadas por ritmos biológicos.



Los patrones estacionales de densidad de tetrasporangios y cistocarpos dependen de la ubicación geográfica de las praderas, ya que en la zona sur siguen el mismo patrón con una densidad máxima y similar en otoño, mientras en la zona norte la máxima densidad de cistocarpos es mayor a la máxima de tetrasporangios pero estos son a su vez más abundantes en verano. La explotación tiende a homogeneizar las tendencias estacionales entre cistocarpos y tetrasporangios. En contraste, en las praderas no explotadas no hay un efecto externo que altere la proporción natural o la distribución de tamaños de frondas de ambas fases, expresando la diferencia natural entre ellas.

El patrón estacional de maduración en ambas fases es cualitativamente el mismo tanto en la zona sur como norte (mínima en verano), pero los cistocarpos tienen tendencias cuantitativas diferentes entre zonas mientras los tetrasporangios no se ven afectados. Por otra parte los cistocarpos y tetrasporangios presentan niveles de maduración similares en las praderas no explotadas de las zonas sur y norte, mientras en praderas explotadas la maduración de ambas fases es cuantitativamente muy distinta en la zona sur pero similar en la zona norte. En general los resultados indican que si bien la ubicación geográfica de las praderas y su estado de explotación no afectarían las tendencias biológicas intrínsecas en la maduración de frondas de ambas fases, como se encontró en análisis anteriores, la proporción de estructuras maduras sí es afectada cuantitativamente por estos dos factores.

En general los resultados del proyecto indican que, si bien, la ubicación geográfica de las praderas y su estado de explotación no afectarían las tendencias biológicas intrínsecas en la maduración de frondas de ambas fases, como se encontró en análisis anteriores, la proporción de estructuras maduras sí es afectada cuantitativamente por estos dos factores.

El estado de explotación por sí solo no ejerce un efecto global sobre el crecimiento, mientras que la ubicación geográfica tiene la influencia más relevante



asociada a la respuesta al tratamiento. Los mayores aumentos en área de frondas secundarias por efecto del tratamiento experimental ocurrieron en distintos momentos del tiempo dependiendo de cada pradera. Esto indica que la efectividad del mecanismo de remover la fronda principal sólo se logra en lugares o épocas específicas, y no actúa como un mecanismo poblacional general de *Gigartina*.

En general las frondas de distintos tamaños mostraron un crecimiento vegetativo proporcional a través del tiempo, pero en las praderas explotadas hubo una respuesta estacional que se acentuó progresivamente desde las frondas menores a las mayores, en estas últimas ya definiendo un mínimo marcado en la época de verano. En contraste, el crecimiento vegetativo en las praderas no explotadas no evidenció el incremento en estacionalidad desde frondas pequeñas a grandes. Lo anterior sugiere que la explotación podría ejercer un efecto modulador del crecimiento vegetativo volviéndolo más predecible, mientras la ausencia de explotación podría permitir la expresión de efectos locales diferenciales entre praderas generando tendencias menos predecibles.

De acuerdo a los resultados obtenidos en regeneración, la ubicación geográfica incide fuertemente en el potencial de regeneración de las frondas, aunque debe tenerse en cuenta que el estado de explotación también depende de la ubicación geográfica. El análisis ratifica las tendencias detectadas en análisis anteriores señalando que el principal factor afectando la biomasa de las praderas es la diferencia entre fases reproductivas, que sin embargo es influida secundariamente y de forma compleja por la ubicación geográfica de las praderas y por su estado de explotación. La densidad se comporta similar a la biomasa.

Los resultados obtenidos indican que aun cuando el manejo de las poblaciones de *Gigartina skottsbergii* puede ser orientado por los patrones que son comunes a todas las praderas, especialmente los relativos a tendencias estacionales, es posible que las diferencias entre localidades deban tenerse en cuenta necesariamente al momento de sugerir medidas específicas. Esto sin duda



dificultaría establecer un plan de manejo único aplicable a cualquier situación o lugar, y un buen ejemplo es el hecho de que una pradera explotada no necesariamente se comporta distinto a una no explotada, y que incluso en el caso de las explotadas puede haber una mayor producción de biomasa.

El análisis de las abundancias poblacionales y niveles de cosecha hace recomendable como medida de manejo el establecimiento de una talla mínima de extracción directa 18 cm, que permita la mantención de niveles de densidad que favorezcan la recuperación de las praderas post-cosecha. Estas medidas requieren además que no se desprendan o arranquen los discos adhesivos al remover las frondas de mayor tamaño, lo cual implica incorporar buenas prácticas de cosecha, permitiendo el uso de los excedentes productivos de forma regulada.



6. CONCLUSIONES

- El único puerto de desembarque para luga roja en la X y XI Región es Quellón. Se desembarca alga proveniente de 33 localidades de las cuales 22 son de la XI Región. Las localidades más importantes en cuanto a volumen de la XI Región son Puerto Low, I. Williams y Midhurst. Las embarcaciones de preferencia operan con 3 buzos, debido a que las praderas se encuentran a grandes distancias del puerto de desembarque. El volumen extraído durante temporada 2001-2002 de acuerdo a los registros obtenidos en este proyecto fue 5.729 toneladas húmedas.
- El calculo de CPUE en las praderas actualmente explotadas, indica que en los meses de noviembre y diciembre, se obtienen los mejores rendimientos de 145 y 168 kg/h de buceo. La faena de extracción dura entre 6 y 10 días o bien hay un porcentaje importante (37%) que realiza faenas mas cortas de 1 a 5 días.
- En el sector Norte del Golfo de Penas, se detectaron praderas que representan áreas potenciales para la cosecha del recurso luga roja: Estero San Esteban, Puerto barroso, Isla Crosslet e Isla Javier. En estos sectores existen praderas de luga roja entre los 6 y 10 m de profundidad, estimándose que el rendimiento de la actividad extractiva sería entre 700 a 1650 K/día/buzo. Los ejemplares colectados en estas zonas presentan variaciones en la coloración de las frondas mostrando mas de un 50% una coloración verde y amarilla.
- La temporada de extracción se extiende desde el mes de septiembre al mes de abril del año siguiente. De esta forma, se protege en forma natural los procesos de maduración y de liberación de esporas de las fases



reproductivas de *Gigartina*, ya que dentro de su ciclo de vida, la maduración de sus frondas se produce en la estación de otoño e invierno.

- Se recomienda no extraer ejemplares de la fase cistocárpica que presenten papilas en su superficie, en forma aleatoria, de esta manera se producirá un resguardo natural de frondas maduras para la mantención de individuos del ciclo de vida, de esta especie. La fase esporofítica, que comúnmente presenta tamaños inferiores a la talla de extracción, se encuentra protegida de la cosecha y esto permite la ocurrencia de los procesos reproductivos de maduración, liberación y germinación de esporas (tetrasporas).
- Todas las praderas mostraron un aumento del reclutamiento en otoño e invierno, el cual tendió a disminuir hacia el verano, con excepción de la pradera de Pto. Barrientos que continuó aumentando.
- La viabilidad de las carposporas fue en general poco variable entre praderas, con una tendencia a aumentar en primavera y verano en la zona norte, mientras que en la zona sur la tendencia es a disminuir en verano y otoño. Las tetrasporas no tienen diferencias cuantitativas importantes a distintas temperaturas pero, su viabilidad aumenta con la densidad de flujo fotónico a 10 °C y, disminuye a 15 °C.
- En cuanto a germinación, esta es mínima en verano, coincidiendo con el menor porcentaje de estructuras reproductivas maduras, aumenta en otoño y es máxima en invierno coincidiendo con el período de maduración de estructuras reproductivas. Las praderas en estudio muestran un patrón común y consistente en la germinación, con variaciones puntuales por efectos locales o ambientales.



- En la densidad de estructuras reproductivas, el desarrollo de cistocarpos es similar en todas las praderas, con máximos en otoño y valores inferiores en las demás estaciones, mientras que el desarrollo de tetrasporangios es máximo en otoño, y exhibe un aumento bien definido en verano. Esto indica que la presencia de estructuras reproductivas es predecible y muestra un patrón independiente de otros factores.
- La liberación de carposporas sigue un patrón anual, y está concentrada en el invierno con valores máximos de hasta 4 órdenes de magnitud más que los de otras estaciones. En contraste, la liberación de tetrasporas es más extensa y claramente estacional, disminuyendo en las estaciones cálidas y aumentando en las frías, pero con máximos en otoño o invierno.
- El desarrollo de frondas secundarias fue en general mayor, en ausencia de una fronda principal, con la excepción de Pto. Barrientos donde se gatilló el crecimiento más alto registrado en todos los tiempos y praderas.
- En crecimiento vegetativo no hubo tendencias globales definidas, las frondas de menor tamaño mostraron el menor crecimiento en todas las praderas, mientras en algunas praderas el crecimiento fue máximo para las frondas de tamaño intermedio y tamaño mayor, con máximos en diferentes épocas del año. Esto sugiere una respuesta dominada por condiciones locales o ambientales pero sin un efecto neto e independiente del tratamiento experimental.
- Se observó regeneración en todas las praderas, pero esta varió tanto por efecto de las diferencias entre praderas como de la estacionalidad. Las praderas de la zona sur mostraron un fuerte aumento sólo en invierno alcanzando los valores más altos de regeneración entre todos los registrados.



- La dinámica de la biomasa y la densidad en praderas de *Gigartina* estaría controlada principalmente por el efecto de la fluctuación estacional sobre el crecimiento y/o la sobrevivencia de cada fase reproductiva. La biomasa total alcanza un máximo en el mes de noviembre en las praderas de Bahía Low e islas Bajas en el sector norte, mientras que en Pto. Barrientos, la biomasa máxima ocurre en el mes de enero. En el sector sur, las praderas de isla Vergara e isla Meninea mientras una biomasa total máxima en el mes de enero. Esto sugiere que la dinámica de las praderas estaría ligada a la historia de vida del alga, en función de las respuestas diferenciales de las fases reproductivas a la variación ambiental, latitudinal y a la intervención antrópica.
- En la fase vegetativa la distribución de tamaños fue siempre unimodal en todas las estaciones del año y dominada por frondas pequeñas con la frecuencia máxima ubicada en la clase 11-20 cm. Si se clasifican las praderas en explotadas y no explotadas, en todos los casos se detecta una interacción consistente entre esta condición y la ubicación geográfica, revelando que la cosecha afecta el funcionamiento de una pradera pero, sólo dependiendo del lugar geográfico en que una pradera se encuentre. En este sentido, la latitud aparece como una variable relevante a considerar, pero que no tiene un impacto por sí sola.
- El esfuerzo reproductivo revela un patrón estacional marcado y similar para las plantas tetrasporofíticas y cistocárpicas en todas las praderas, desarrollando la máxima inversión reproductiva en sus tejidos durante el otoño independientemente del estado de explotación o ubicación geográfica de las praderas.



Análisis por zona y explotación

Los resultados de reclutamiento sugieren que la ubicación geográfica de las praderas podría ser un factor dominante en *Gigartina*, que a la vez dependería del estado de explotación. En la zona norte el reclutamiento es máximo en otoño e invierno, mientras que las praderas de la zona sur es mayor en otoño.

Si se comparan en las praderas de la zona norte ambos tipos de esporas, estas difieren en su patrón temporal y cuantitativo, donde los tetrasporangios presentan mayor viabilidad en verano y otoño y los cistocarpos en la primavera y/o verano, y con diferencias cuantitativas relacionadas con el estado de explotación.

Los resultados de viabilidad indican una diferencia biológica importante sumado a un fuerte efecto de la ubicación geográfica de las praderas. En germinación los resultados son similares. La germinación de carposporas depende en gran medida de la localización y características de cada pradera, mientras las tetrasporas estarían más condicionadas por ritmos biológicos.

Los patrones estacionales de densidad de tetrasporangios y cistocarpos, dependen de la ubicación geográfica de las praderas y la explotación tiende a homogeneizar las tendencias estacionales entre cistocarpos y tetrasporangios.

El patrón estacional de maduración en ambas fases indica que si bien la ubicación geográfica de las praderas y su estado de explotación no afectarían las tendencias biológicas intrínsecas en la maduración de frondas de ambas fases, como se encontró en análisis anteriores, la proporción de estructuras maduras sí es afectada cuantitativamente por estos dos factores.

El estado de explotación por sí solo no ejerce un efecto global sobre el crecimiento de frondas secundarias, mientras que la ubicación geográfica tiene la influencia



más relevante asociada a la respuesta al tratamiento. Los mayores aumentos en área de frondas secundarias por efecto del tratamiento experimental ocurrieron en distintos momentos del tiempo dependiendo de cada pradera. Esto indica que la efectividad del mecanismo de remover la fronda principal sólo se logra en lugares o épocas específicas, y no actúa como un mecanismo poblacional general de *Gigartina*.

En cuanto al crecimiento vegetativo la explotación podría ejercer un efecto modulador volviéndolo más predecible, mientras la ausencia de explotación podría permitir la expresión de efectos locales diferenciales entre praderas generando tendencias menos predecibles.

La ubicación geográfica incide fuertemente en el potencial de regeneración de las frondas, aunque debe tenerse en cuenta que el estado de explotación también depende de la ubicación geográfica.

El manejo de las poblaciones de *Gigartina skottsbergii* puede ser orientado por los patrones que son comunes a todas las praderas, especialmente los relativos a tendencias estacionales, es posible que las diferencias entre localidades deban tenerse en cuenta necesariamente al momento de sugerir medidas específicas. Esto sin duda no permitiría establecer un plan de manejo único aplicable a cualquier situación o lugar, y un buen ejemplo es el hecho de que una pradera explotada no necesariamente se comporta distinto a una no explotada, y que incluso en el caso de las explotadas puede haber una mayor producción de biomasa.

Respecto al análisis de las abundancias poblacionales y niveles de cosecha hace recomendable como medida de manejo el establecimiento de una talla mínima de extracción directa 18 cm, que permita la mantención de niveles de densidad que favorezcan la recuperación de las praderas post-cosecha. Resguardar y proteger las frondas reproductivas o aquellas que estén en proceso de maduración. Estas

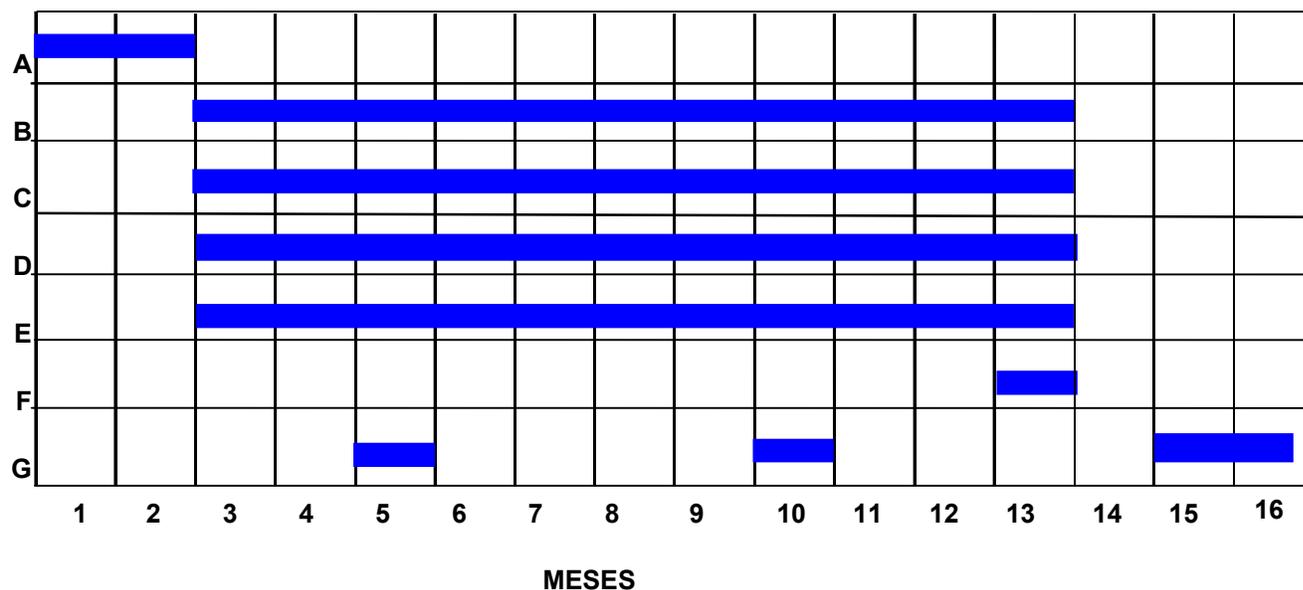


medidas requieren además que no se desprendan o arranquen los discos de fijación al remover las frondas de mayor tamaño, lo cual implica incorporar buenas practicas de cosecha, permitiendo el uso de los excedentes productivos de forma regulada.



7. CARTA GANTT

Se incluyen las actividades especificadas en el plan propuesto “Investigación y manejo de praderas de luga roja en XI Región”



ACTIVIDADES

- A Reconocimiento y evaluación de praderas
- B Implementación sistema de muestreo
- C Experiencia de sistema controlado
- D Procesamiento
- E Análisis de datos
- F Taller Técnico
- G Informes





8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avila, M. & M. Seguel. 1993. An overview of seaweed resources in Chile. *Journal of Applied Phycology*. 5: 133-139.
- Avila, M., A. Candia, 2001. Diversificación del cultivo de algas a través del desarrollo de tecnologías de cultivo y repoblación de *Gigartina skottsbergii*. Informe final proyecto FONDEF-IFOP.
- Avila, M., M. Nuñez, A. Candia, H. Pavez, H. Cortes, S. Conejo, 2001. Investigación y manejo de praderas de luga en la XII región. Informe final proyecto FIP-IFOP 82 pp.
- Avila, M., J. Cáceres A. Candia, H. Plaza, R. San Martín, J. González, C. Torrijos, M. Nuñez, P. Camus, 2001. Investigación y manejo de praderas de luga en la X y XI regiones. Informe final proyecto FIP-IFOP 99-21 138 pp.
- Avila, M., A. Candia, M. Nuñez, 1998. Investigación sobre bases técnicas para el manejo de *Gigartina skottsbergii*. Informe final proyecto FNDR-IFOP 42 pp.
- Avila, M., M. Nuñez, A. Candia, R. Norambuena, 1997. Patrones fenológicos reproductivos de una población de *Gigartina skottsbergii* (Gigartinaceae, Rhodophyta), en Ancud, Chile. *Gayana Oceanologia* 5 (1): 21-32.
- Avila, M., A. Candia, M. Nuñez & H. Romo, 1999. Reproductive biology of *Gigartina skottsbergii* (Gigartinaceae, Rhodophyta) from Chile. *Hydrobiologia* 398/399: 149-157.
- Baird, D. C. 1991. Experimentación. Una introducción a la teoría de mediciones y al diseño de experimentos. 2° edición, Prentice - Hall Hispanoamericana S. A., Mexico . 207 pp.
- Bixler, J. H. 1996. Recent developments in manufacturing and marketing carrageenan. *Hidrobiologia*. 362/327: 35-57.
- Brawley, S. H. & L. E. Johnson, 1992. Gametogenesis, gametes and zigotes: ecological perspective on sexual reproduction in the algae. *Br. Phycol. J.* 27: 233-252.



- Buschmann, A., J. Correa, R. Westermeier, M. Hernandez-Gonzalez, R. Norambuena. 2001. Red algal farming in Chile: a review. *Aquaculture* 194: 203-220.
- Garbary, D. J. & R. E. DeWreede, 1988. Life history phases in natural population of Gigartinales (Rhodophyta) quantification using resorcinol. In: (C. S. Lobban, D. J. Chapman & B. P. Kremer. Eds.) *Experimental Phycology. A Laboratory Manual*. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 174-178
- Kim, D. H. 1976. A study of the development of cystocarps and tetrasporangial sori in Gigartinales (Rhodophyta, Gigartinales). *Nova Hedwigia* 27: 1-146, 237 figs.
- Keppel, G., W. H. Saufley & H. Tocunaga. 1992. Introduction to the design and analysis. 2° edición, W. H. Freeman & C. O., New York. 626 pp.
- Lüning, K. & I.T. Dieck, 1989. Environment triggers in algal seasonality. *Bot. Mar.* 32: 389-397.
- Norambuena, R. 1996. Recent trends of seaweed production in Chile. *Hydrobiologia* 326/327: 371-379.
- Piriz, M. L. 1988. Panorama actual de la Ficología marina en Argentina. *Gayana, Bot.* 45(1-4): 83-89.
- Piriz, M. & A. Cerezo, 1991. Seasonal variation of carrageenans in tetrasporic, cystocarpic and "sterile" stages of *Gigartina skottsbergii* S. et G. (Rhodophyta, Gigartinales). *Hidrobiologia*. 226: 65-69.
- Ramírez, M. E. & B. Santelices. 1991. Catálogo de las algas marinas bentónicas de la costa templada del Pacífico de Sudamérica. *Monografías Biológicas*. 5:437 pp.
- SERNAPESCA. 1999. Anuario estadístico de pesca. Servicio Nacional de Pesca, Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción, República de Chile. 291 pp.
- Steel R. G. D. & J. H. Torrie. 1988. Bioestadística: principios y procedimientos. 2° edición, McGraw Hill, Mexico. 622 pp.
- Westermeier, R. & J. Sigel 1997. Reproductive patterns of *Gigartina skottsbergii* (Rhodophyta), in Southern Chile. *Phycologia*, 36: (4): 123 (supplement).



Wonnacot, T. H. & R. J. Wonnacot. 1992. Introducción a la estadística. Editorial Limusa, México. 515 pp.

Zamorano, J. & R. Westermeier. 1996. Phenology of *Gigartina skottsbergii* (Gigartinaceae, Rodophyta) in Ancud Bay, southern Chile. *Hydrobiologia* 326/327: 253-258.



ANEXO PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD



Detalle del número de horas utilizadas por objetivo hasta el pre informe final (Período SEPTIEMBRE-OCTUBRE)

OBJETIVO 3.2.1. Identificar las actuales áreas de extracción y las áreas potenciales de pesca de luga roja en la XI Región

| Personal | ACTIVIDAD | | | | | TOTALES |
|----------------|-----------|------------------------|-------------------|--------|----------|---------|
| | Muestreos | Procesamiento de datos | Análisis de datos | Taller | Informes | |
| Marcela Avila | | | | | 10 | 5 |
| Mario Nuñez | 60 | 40 | 20 | | 10 | 130 |
| Arturo Candia | | | | | | 0 |
| Humberto Pavéz | 140 | 50 | | | 50 | 240 |
| Hernán Cortés | 60 | 15 | 10 | | 5 | 90 |
| Jorge González | | | | | | 0 |
| Julián Cáceres | 150 | 30 | 50 | | 80 | 310 |
| Patricio Camus | 60 | | | | 60 | 120 |

OBJETIVO 3.2.2 Caracterización del comportamiento reproductivo de las praderas de la XI Región

| Personal | ACTIVIDAD | | | | | TOTALES |
|--------------------|-----------|------------------------|-------------------|--------|----------|---------|
| | Muestreos | Procesamiento de datos | Análisis de datos | Taller | Informes | |
| Marcela Avila | | | | | 10 | 10 |
| Mario Nuñez | | | | | | 0 |
| Arturo Candia | 30 | 45 | 25 | | 20 | 120 |
| Humberto Pavéz | 80 | | | | | 80 |
| Rodrigo San Martín | | | | | | |
| Hernán Cortés | | | | | | 0 |
| Jorge González | | | | | | 0 |
| Julián Cáceres | 240 | 280 | | | 100 | 620 |
| Patricio Camus | 30 | | | | 90 | 120 |



OBJETIVO 3.2.3. Determinar el (los) períodos de mayor abundancia y máxima biomasa de las fases reproductivas de luga roja en la XI Región.

| Personal | ACTIVIDAD | | | | | TOTALES |
|-----------------------|-----------|------------------------|-------------------|--------|----------|---------|
| | Muestreos | Procesamiento de datos | Análisis de datos | Taller | Informes | |
| Marcela Avila | 5 | | 80 | 0 | 50 | 135 |
| Mario Nuñez | 130 | 140 | 120 | 0 | 30 | 420 |
| Arturo Candia | | | | | | |
| Humberto Pavéz | 140 | 100 | 130 | | | 370 |
| Hernán Cortés | 350 | 50 | 10 | | | 410 |
| Jorge González | | | | | | |
| Julián Cáceres | 200 | | 120 | | 100 | 420 |
| Muestreador (Quellón) | 1520 | | | | | 1520 |
| Patricio Camus | | 60 | | | 60 | 120 |

OBJETIVO 3.2.4 Determinar el (los) períodos óptimos de cosecha para las praderas de la XI Región, que permitan maximizar la biomasa obtenida conservando la capacidad productiva del recurso.

| Personal | ACTIVIDAD | | | | | TOTALES |
|----------------|-----------|------------------------|-------------------|--------|----------|---------|
| | Muestreos | Procesamiento de datos | Análisis de datos | Taller | Informes | |
| Marcela Avila | | 50 | | | 50 | 100 |
| Mario Nuñez | 250 | 40 | | | | 290 |
| Arturo Candia | | | | | | 0 |
| Humberto Pavéz | 105 | 20 | | | | 125 |
| Hernán Cortés | 20 | 80 | | 10 | 20 | 130 |
| Jorge González | | 230 | 115 | | 30 | 420 |
| Julián Cáceres | 20 | 30 | 70 | | 50 | 170 |
| Patricio Camus | | 80 | | | 120 | 200 |



Composición y organización del equipo de trabajo

| SIGLA | NOMBRE | TITULO | FUNCION |
|---------------------------|-------------------|-------------------------------|---|
| PROFESIONALES IFOP | | | |
| MAL | Marcela Avila L. | Biólogo Marino | Director Proyecto |
| MNL | Mario Nuñez O. | Biólogo Marino | Coordinación de actividades de terreno y generación de base de datos de biomasa reproductiva de lugas |
| ACP | Arturo Candia P. | Biólogo Marino | Coordinación de actividades de laboratorio y generación de base de datos sobre biología reproductiva de lugas |
| HPV | Humberto Pavez V. | Ingeniero Ejecución en Pesca | Encargado actividad extractiva |
| HCA | Hernán Cortés A. | Técnico en Pesca | Encargado de muestreo submarino |
| JG | Jorge González | Biólogo marino | Periodo máximo de biomasa |
| JCV | Julián Cáceres | Biólogo marino | Experimentos Crecimiento Vegetativo |
| | | | |
| CONSULTOR EXTERNO | | | |
| PCC | Patricio Camus C. | Doctor en Ciencias Biológicas | Consultoría en integración de resultados para establecer modelos de crecimiento en praderas |

**Tabla . Fecha de salida de los muestreos a las localidades de Puerto Melinka y Puerto Aguirre.**

| Fecha | Destino | Integrantes | Objetivos | Medio de Movilización |
|------------|--|--|--|--|
| 24-09-2001 | Melinka - Bahía Low. - P. Barrientos. - I. Bajas. | H. Cortés. H. Pavez.. J. Cáceres. R. S. Martín. | Evaluación inicial de biomasa y demarcación de praderas. Instalación de experiencias de reclutamiento, frondas secundarias, vegetativas y regeneración de discos. | Bus, avioneta, lancha. |
| 01-10-2001 | Pto. Aguirre. - I. Meninea. - I. Vergara. | H. Cortés. H. Pavez.. J. Cáceres. R. S. Martín. | Evaluación inicial de biomasa y demarcación de praderas. Instalación de experiencias de reclutamiento, frondas secundarias, vegetativas y regeneración de discos. | Avión, transbordador, barcaza, lancha. |
| 22-10-2001 | Melinka - Bahía Low. - P. Barrientos. - I. Bajas. | H. Cortés. H. Pavez. R. S. Martín. | Biomasa mensual, muestreo de regeneración de discos. | Bus, avioneta, lancha. |
| 30-10-2001 | Pto. Aguirre. - I. Meninea. - I. Vergara. | H. Cortés. H. Pavez. R. S. Martín. | Biomasa mensual, muestreo de regeneración de discos. | Avión, transbordador, barcaza, lancha. |
| 19-11-2001 | Melinka - Bahía Low. - P. Barrientos. - I. Bajas. | H. Cortés. H. Pavez. J. Cáceres. | Biomasa mensual, muestreo de frondas secundarias, vegetativas y regeneración de discos. | Bus, avioneta, lancha. |
| 27-11-2001 | Pto. Aguirre. - I. Meninea. - I. Vergara. | H. Cortés. J. Cáceres. R. S. Martín. | Biomasa mensual, muestreo de frondas secundarias, vegetativas y regeneración de discos. | Avión, transbordador, barcaza, lancha. |
| 17-12-2001 | Melinka - Bahía Low. - P. Barrientos. - I. Bajas. | H. Cortés. H. Pavez. | Biomasa mensual, muestreo de regeneración de discos. | Bus, avioneta, lancha. |
| 17-12-2001 | Pto. Aguirre. - I. Meninea. - I. Vergara. | J. Cáceres. R. S. Martín. | Biomasa mensual, muestreo de regeneración de discos. | Avión, transbordador, barcaza, lancha. |
| 16-01-2002 | Melinka - Bahía Low. - P. Barrientos. - I. Bajas. | H. Cortés. H. Pavez.. | Biomasa mensual, muestreo de frondas secundarias, vegetativas y regeneración de discos. | Bus, avioneta, lancha. |
| 24-01-2002 | Pto. Aguirre. - I. Meninea. - I. Vergara | J. Cáceres. R. S. Martín | Biomasa mensual, muestreo de frondas secundarias, vegetativas y regeneración de discos. | Avión, transbordador, barcaza, lancha. |
| 01-02-2002 | Melinka - Bahía Low. - P. Barrientos. - I. Bajas. | H. Cortés. H. Pavez.. | Biomasa mensual, muestreo de regeneración de discos. | Bus, avioneta, lancha. |
| 27-02-2002 | Pto. Aguirre. - I. Meninea. I. Vergara | J. Cáceres. M. Nuñez. | Biomasa mensual, muestreo de regeneración de discos. | Avión, transbordador, barcaza, lancha. |



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

| 26-03-2002 | Melinka - Bahía Low. - P. Barrientos. - I. Bajas. | H. Cortés. H. Pavez.. | Biomasa mensual, muestreo de frondas secundarias, vegetativas y regeneración de discos. | Bus, lancha |
|------------|--|---------------------------------|---|--|
| Fecha | Destino | Integrantes | Objetivos | Medio de Movilización |
| 26-03-2002 | Pto. Aguirre. - I. Meninea. I. Vergara | J. Cáceres. M. Palma, | Biomasa mensual, muestreo de frondas secundarias, vegetativas y regeneración de discos. | Avión, transbordador, barcaza, lancha. |
| 19-04-2002 | Melinka - Bahía Low. - P. Barrientos. - I. Bajas. | H. Cortés. H. Pavez.. | Biomasa mensual, muestreo de regeneración de discos. | Bus, avioneta, lancha. |
| 17-04-2002 | Pto. Aguirre. - I. Meninea. I. Vergara | J. Cáceres. M. Nuñez, | Biomasa mensual, muestreo de regeneración de discos. | Avión, transbordador, barcaza, lancha. |
| 15-05-2002 | Melinka - Bahía Low. - P. Barrientos. - I. Bajas. | H. Cortés. H. Pavez.. | Biomasa mensual, muestreo de frondas secundarias, vegetativas y regeneración de discos. | Bus, avioneta, lancha. |
| 15-05-2002 | Pto. Aguirre. - I. Meninea. - I. Vergara. | J. Cáceres. M. Nuñez, | Biomasa mensual, muestreo de frondas secundarias, vegetativas y regeneración de discos. | Avión, transbordador, barcaza, lancha. |
| 25-06-2002 | Melinka - Bahía Low. - P. Barrientos. - I. Bajas. | H. Cortés. H. Pavez.. | Biomasa mensual, muestreo de regeneración de discos. | Bus, avioneta, lancha. |
| 19-06-2002 | Pto. Aguirre. - I. Meninea. - I. Vergara. | J. Cáceres. F. Galleguillos. | Biomasa mensual, muestreo de regeneración de discos. | Avión, transbordador, barcaza, lancha. |
| 02-08-2002 | Melinka - Bahía Low. - P. Barrientos. - I. Bajas. | H. Cortés. H. Pavez.. | Biomasa mensual, muestreo de frondas secundarias, vegetativas y regeneración de discos. | Bus, avioneta, lancha. |
| 23-07-2002 | Pto. Aguirre. - I. Meninea. - I. Vergara. | J. Cáceres. M. Nuñez, | Biomasa mensual, muestreo de frondas secundarias, vegetativas y regeneración de discos. | Avión, transbordador, barcaza, lancha. |
| 04-09-2002 | Melinka - Bahía Low. - P. Barrientos. - I. Bajas. | H. Cortés. H. Pavez.. | Biomasa mensual, muestreo de regeneración de discos. | Bus, avioneta, lancha. |
| 05-08-2002 | Pto. Aguirre. - I. Meninea. - I. Vergara. | J. Cáceres. M. Nuñez, | Biomasa mensual, muestreo de regeneración de discos. | Avión, transbordador, barcaza, lancha. |



ANEXO FIGURAS

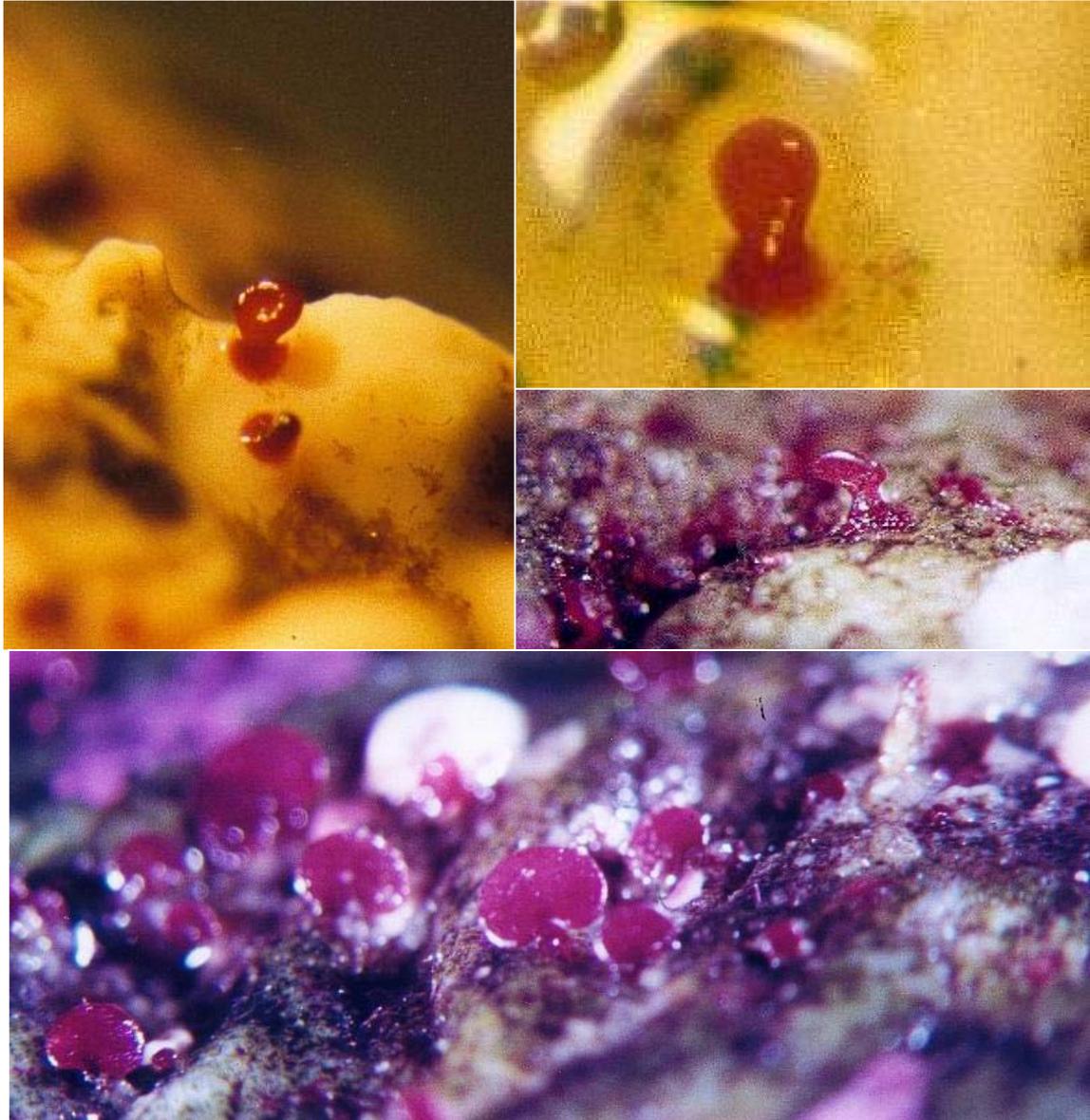


Figura 1. Reclutamiento de individuos de *G. skottsbergii* sobre sustrato.



Figura 2. Frondas de *G. skottsbergii* cortadas y con manchas de color verde-amarilla en el tejido laminar, durante la época de verano.

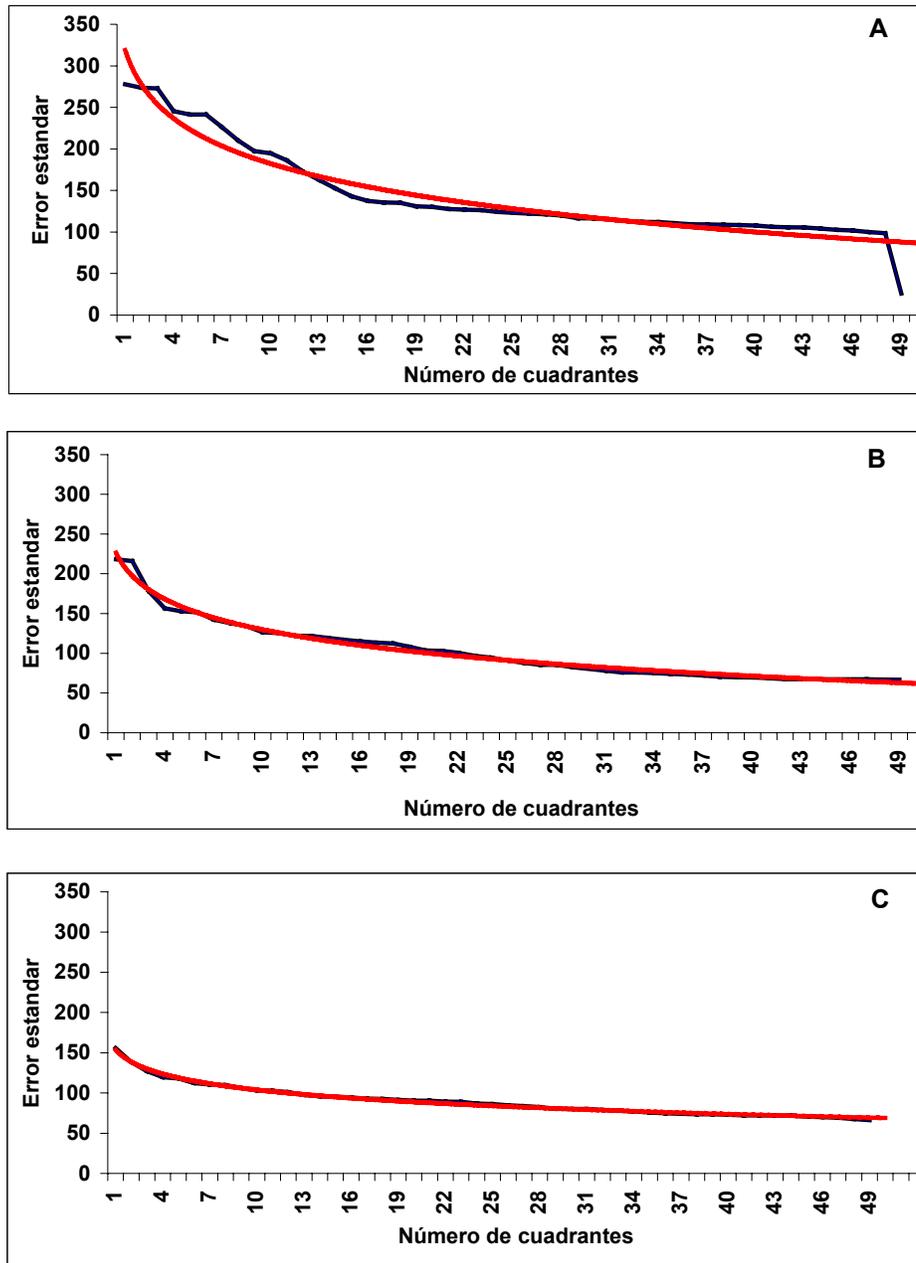


Figura 3. Estimación del número mínimo de muestras que se utilizarán en los muestreos posteriores, a partir de los valores de biomasa obtenidos por cuadrante, en las praderas *G. skottsbergii*. A) Bahía Low, B) Pto. Barrientos y C) Islas Bajas.

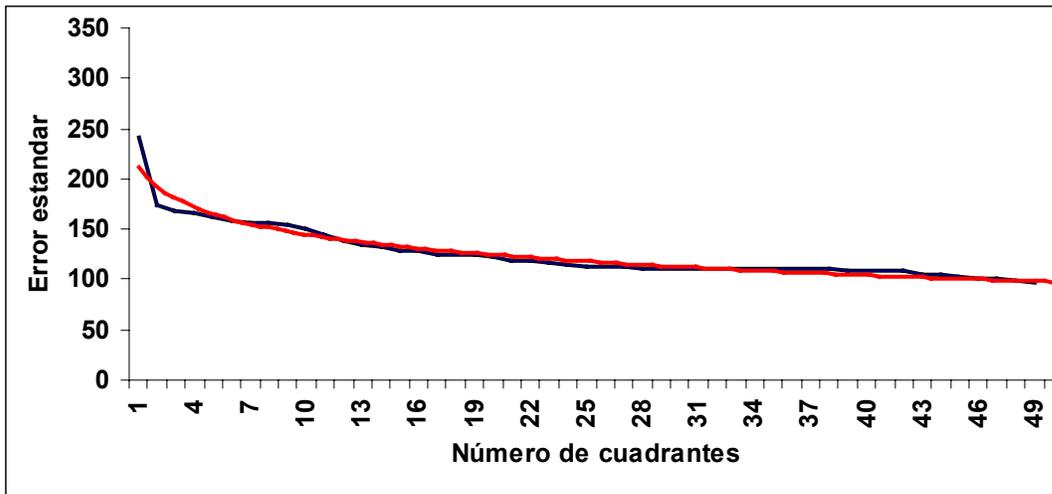
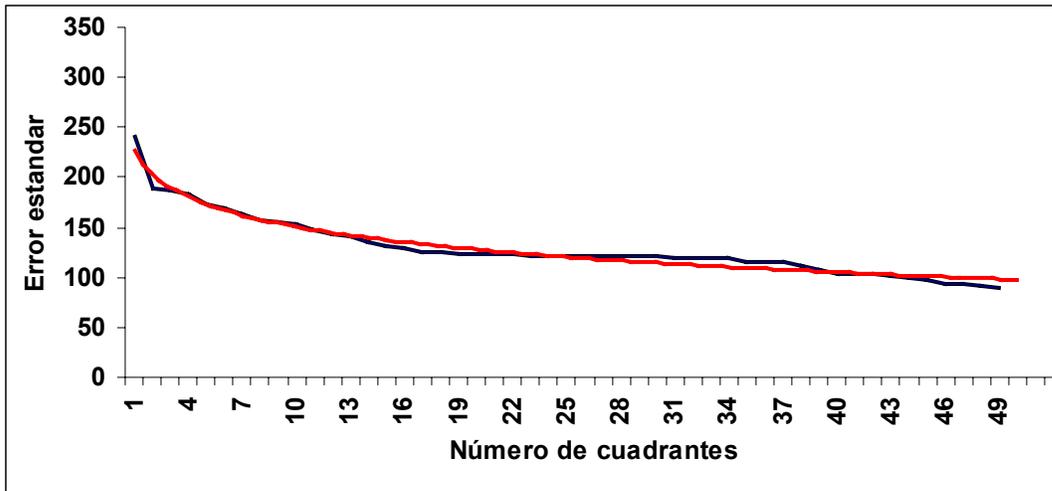


Figura 4. Estimación del número mínimo de muestras que se utilizarán en los muestreos posteriores, a partir de los valores de biomasa obtenidos por cuadrante, en las praderas *G. skottsbergii*. A) Isla Vergara y B) Isla Meninea.

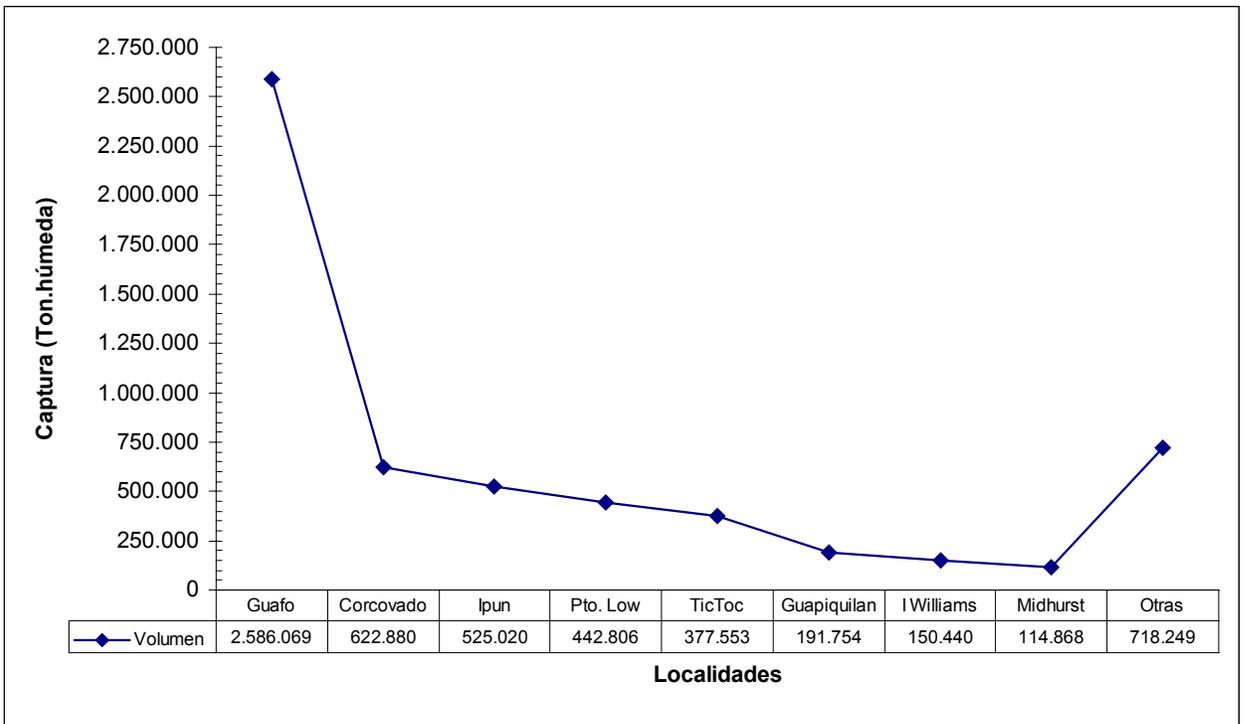
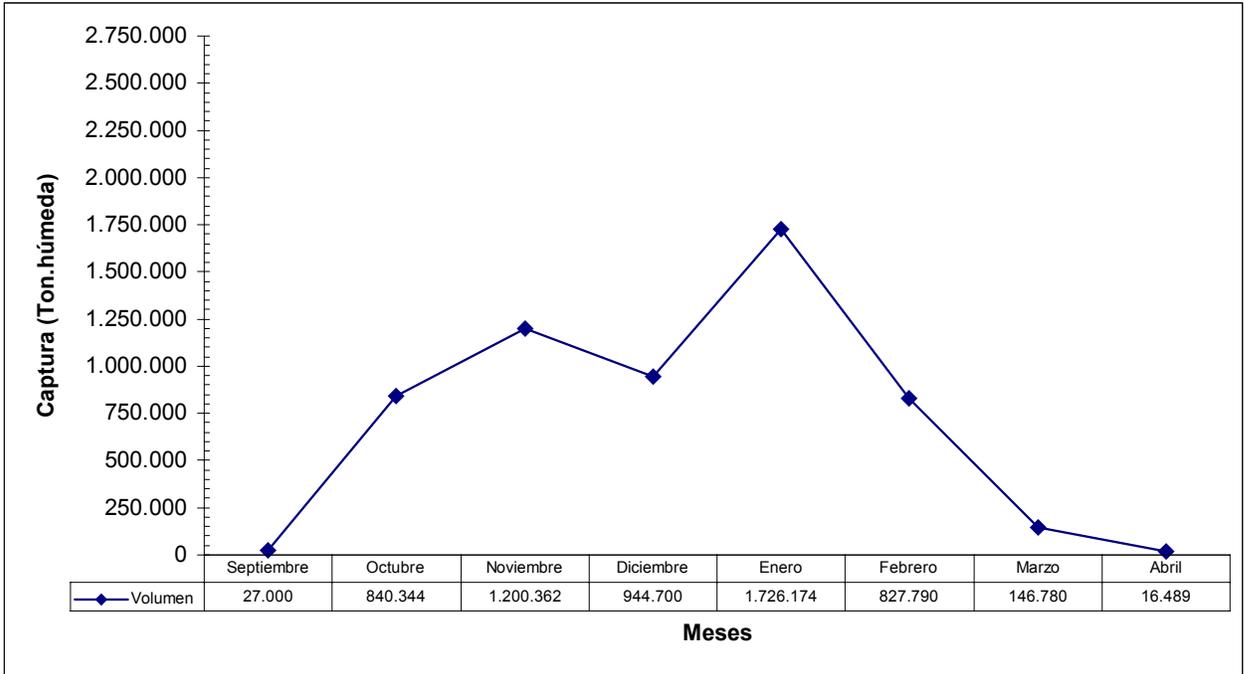


Figura 5. Desembarque de la biomasa húmeda de *G. skottsbergii* obtenida en el sector de Quellón.
a) Captura total por mes. b) Captura por localidad.



Figura 6. Motonave Puerto Natales recolectora de luga roja (A) y las embarcaciones encargadas de la faena (B) con sus tripulantes y buzos (C).

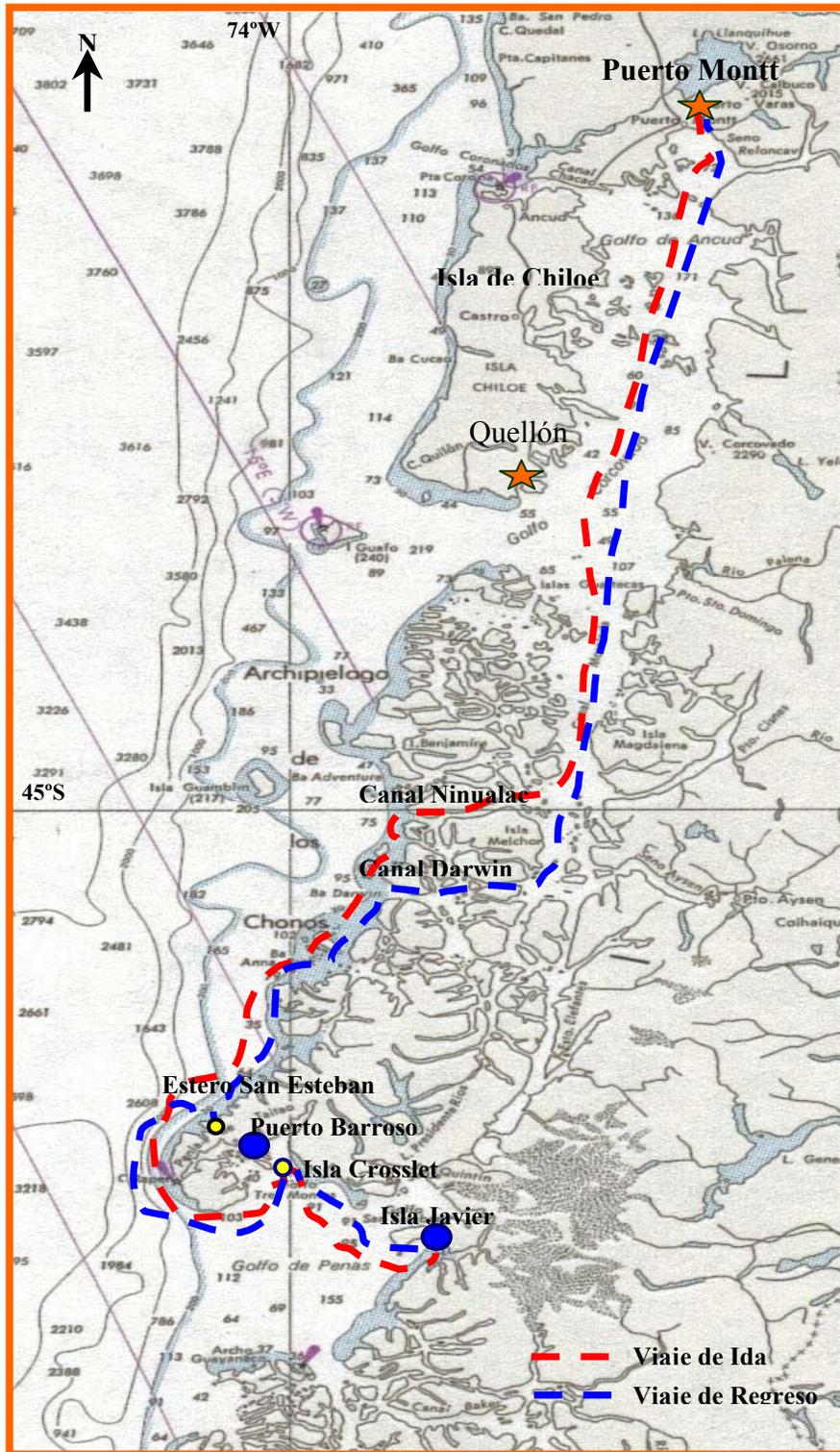


Figura 7. Track de navegación efectuado por la M/V Puerto Natales 2 para el reconocimiento de praderas de luga roja en el sector norte del Golfo de Penas.

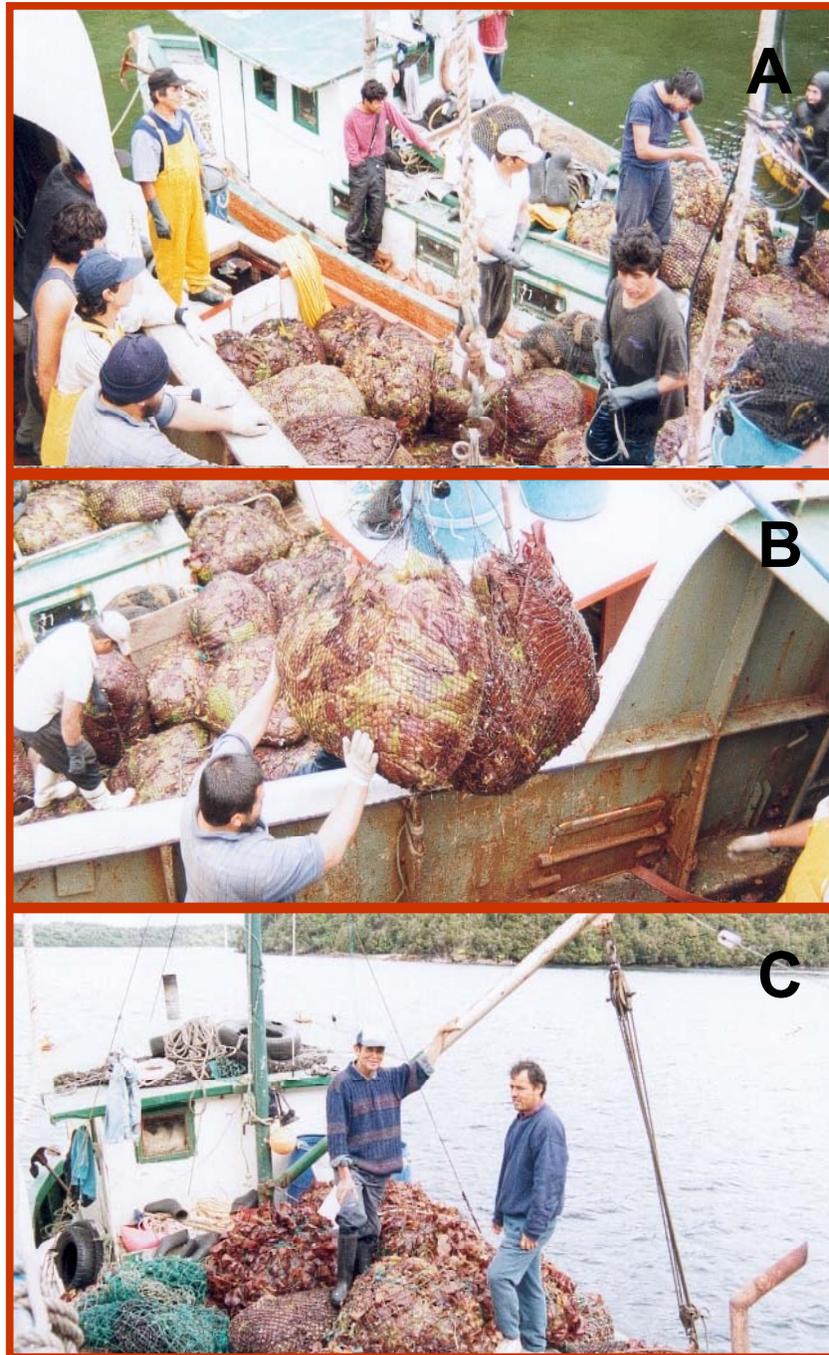


Figura 8. A) Faenas de recepción y venta. B) Pesaje y traslado. C) Acopio de luga roja provenientes de los lugares de extracción.

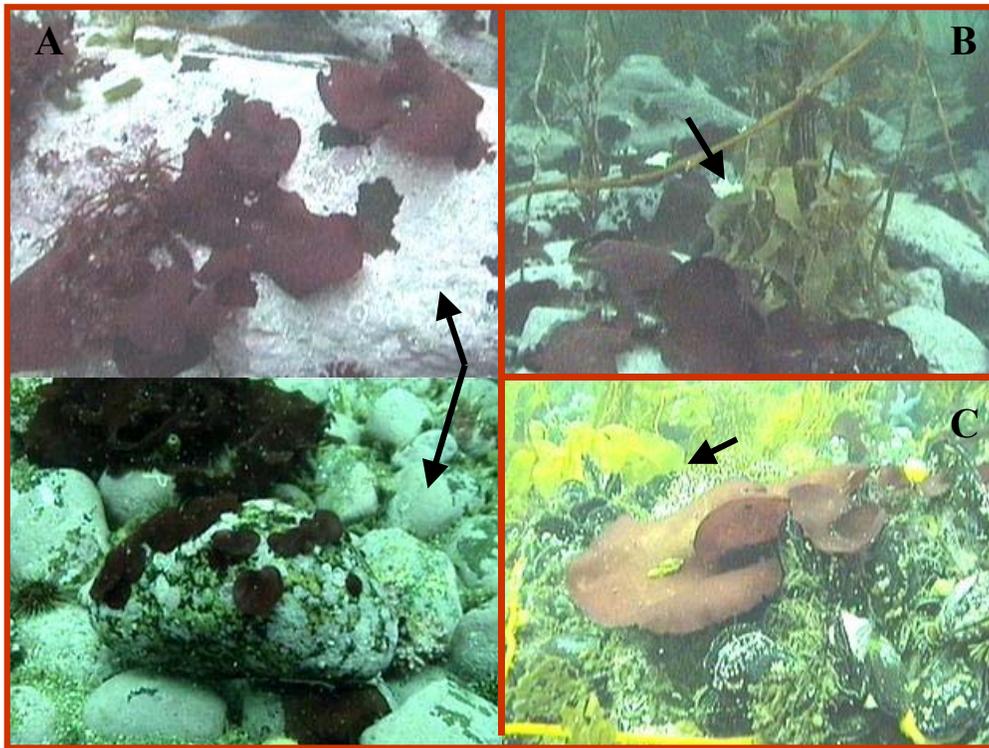


Figura 9. *Gigartina skottsbergii* asentada sobre diferentes tipos de sustratos y asociadas a varios tipos de algas, ya sean algas rojas crustosas (A), algas pardas (B) o algas verdes (C).

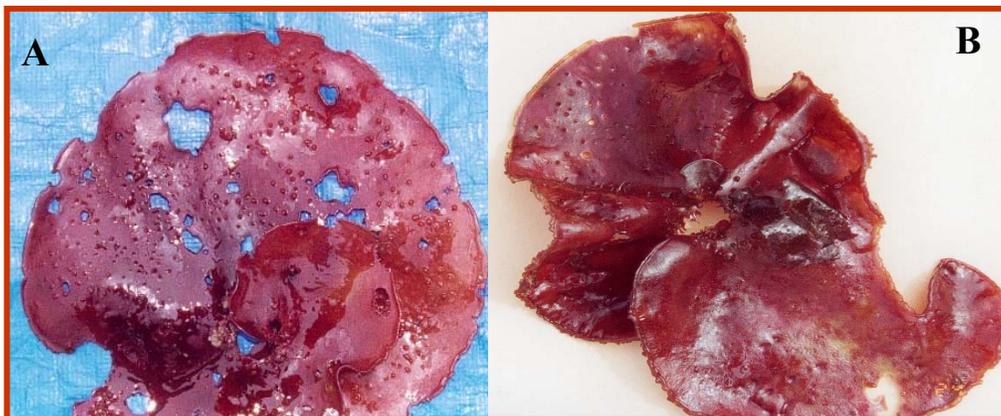


Figura 10. Morfología de las frondas de luga roja en Isla Javier (A) e Isla Crosslet (B) durante la faena de extracción.



Figura 11. Ejemplares de luga roja que presentaron una serie de proliferaciones sobre la superficie (A) y en el borde de la fronda (B).

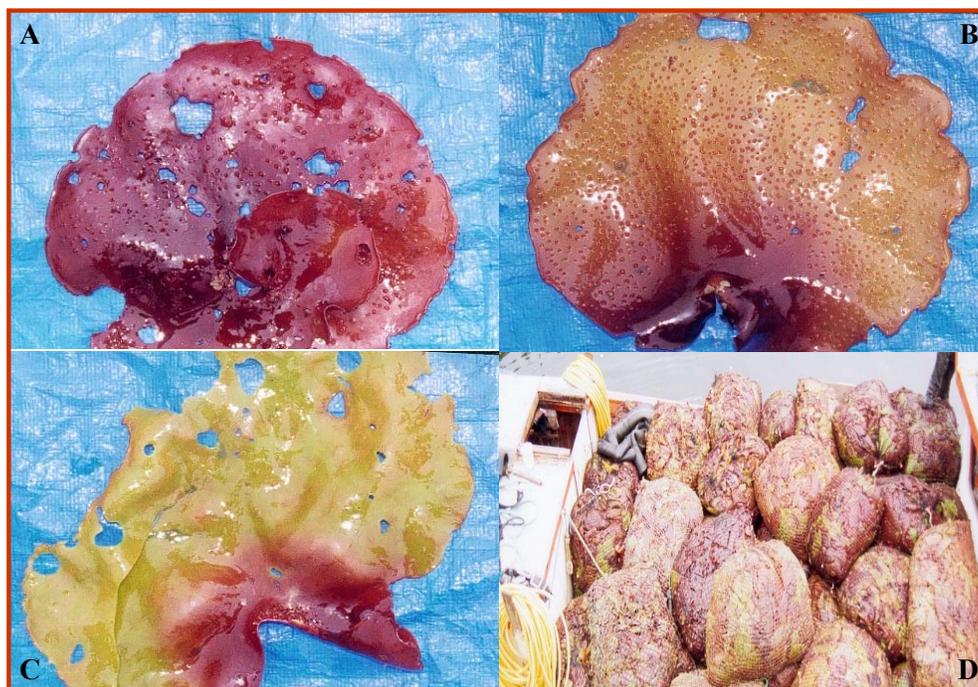


Figura 12. Coloración de las frondas que se extrajeron de las praderas ubicadas en Isla Javier e Isla Crosslet. A) fronda roja, B) fronda roja-verde y C) fronda verde-amarillenta. D) Vista general de los fardos de luga extraídos con los diferentes colores en la fronda.

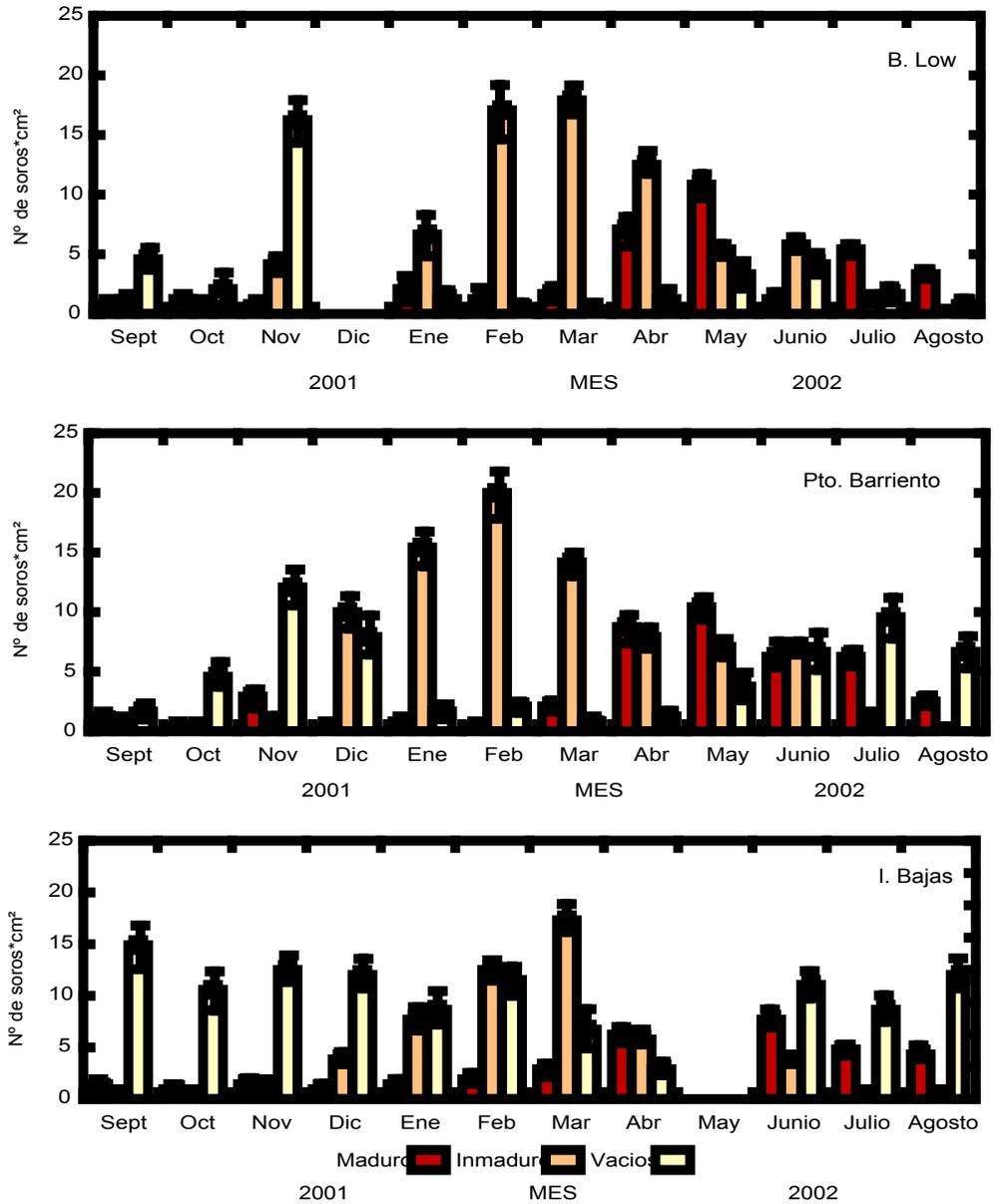


Figura 13. Número promedio ($\pm ee$) de soros tetrasporangiales en frondas de *G. skottsbergii* en praderas de B. Low, P. Barrientos e I. Bajas; entre los meses de Septiembre del 2001 y Agosto del 2002. Los soros son identificados como maduros, inmaduros y vacíos.

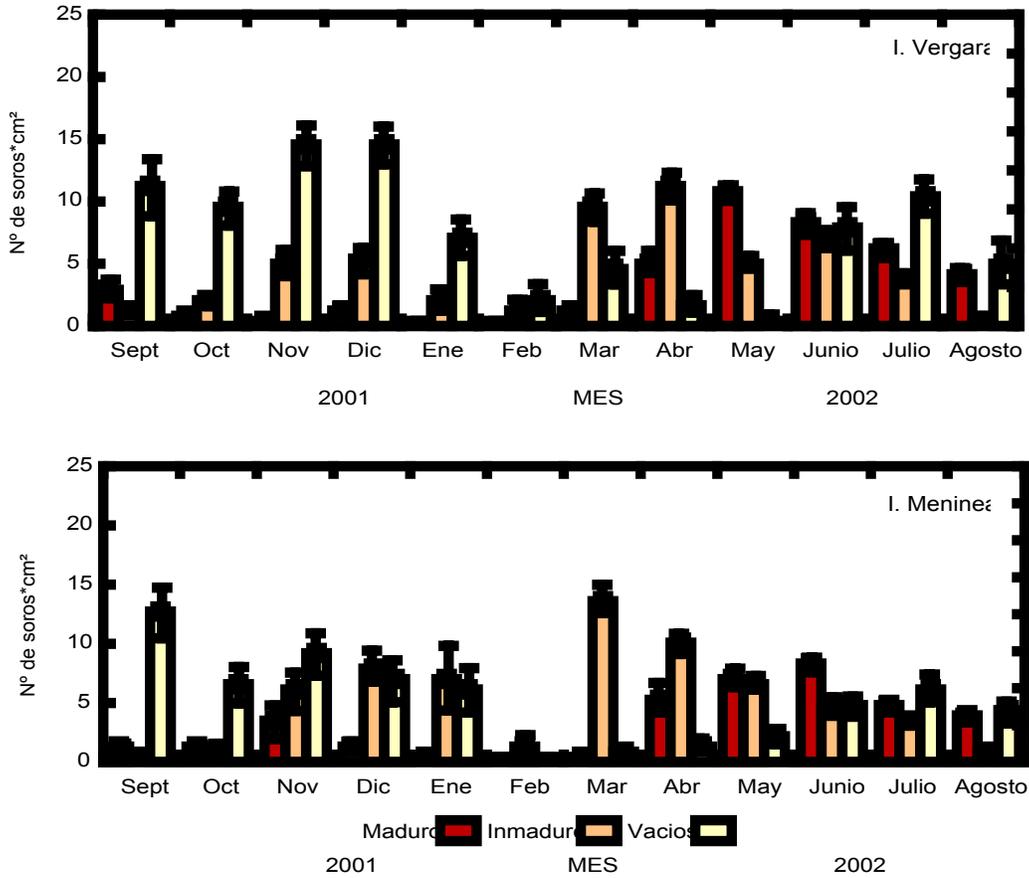


Figura 14. Número promedio ($\pm ee$) de soros tetrasporangiales en frondas de *G. skottsbergii* en praderas de I. Vergara e I. Meninea; entre los meses de Septiembre del 2001 y Agosto del 2002. Los soros son identificados como maduros, inmaduros y vacíos.

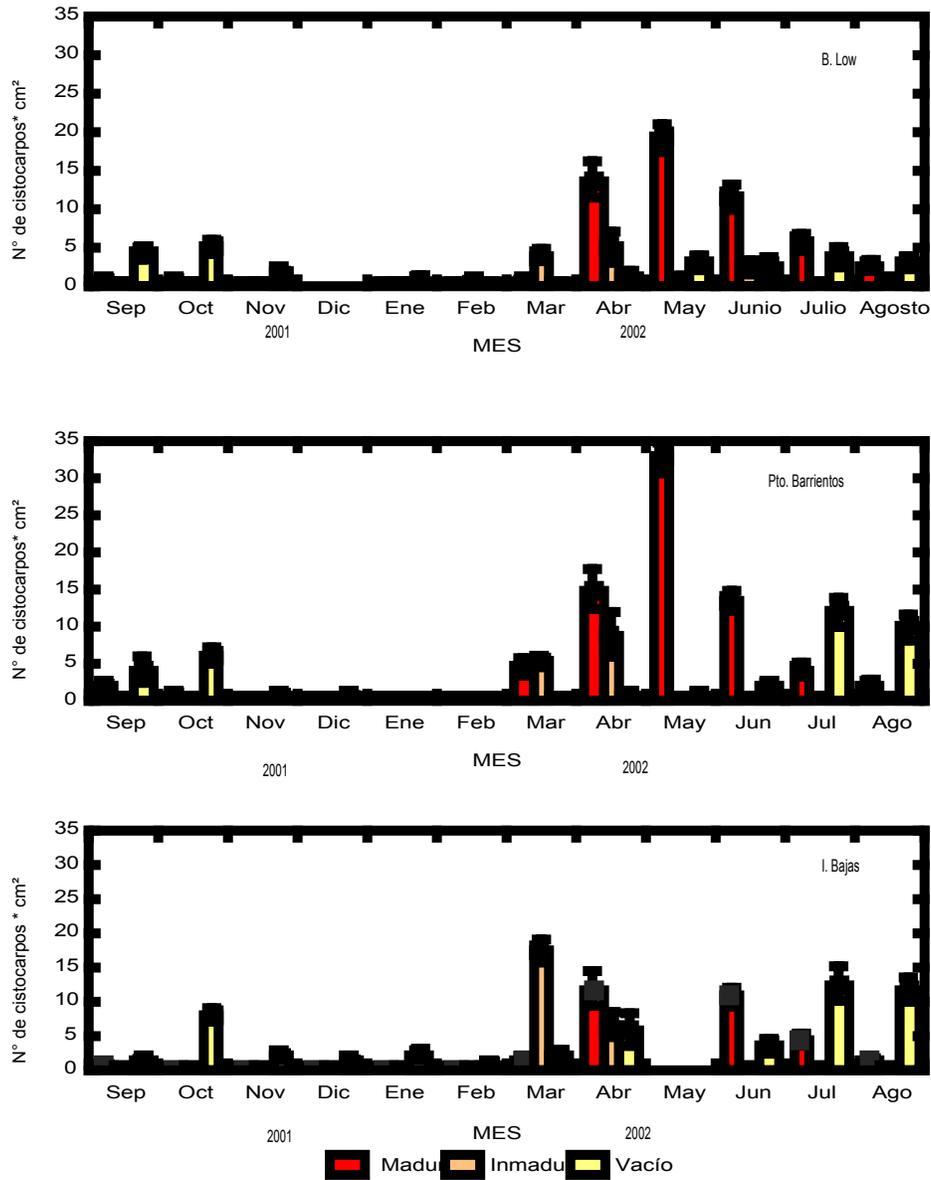


Figura 15. Número promedio (\pm ee) de cistocarpos en frondas de *G. skottsbergii* en praderas de B. Low, Pto. Barrientos e I. Bajas; entre los meses de Septiembre del 2001 y Agosto del 2002. Los cistocarpos son identificados como maduros, inmaduros y vacíos.

G. skottsbergii en praderas

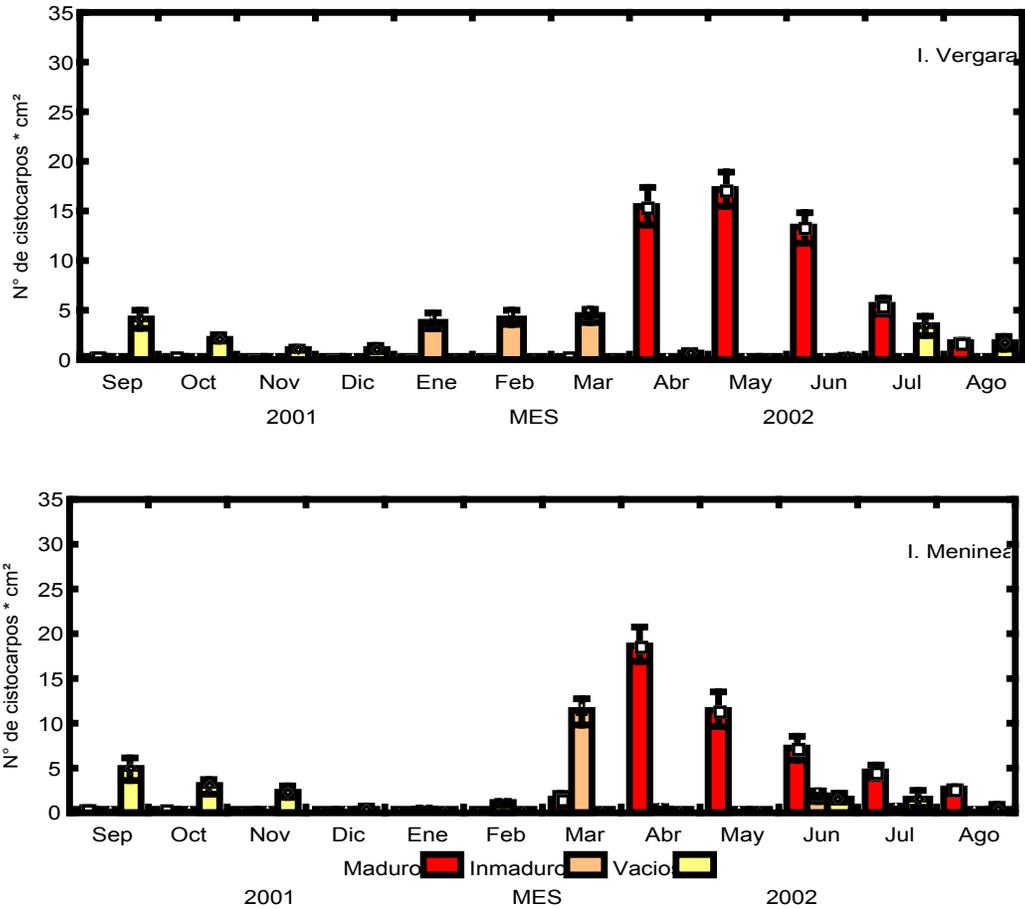


Figura 16. Número promedio ($\pm ee$) de cistocarpos en frondas de *G. skottsbergii* en praderas de I. Vergara e I. Meninea; entre los meses de Septiembre del 2001 y Agosto del 2002. Los cistocarpos son identificados como maduros, inmaduros y vacíos.

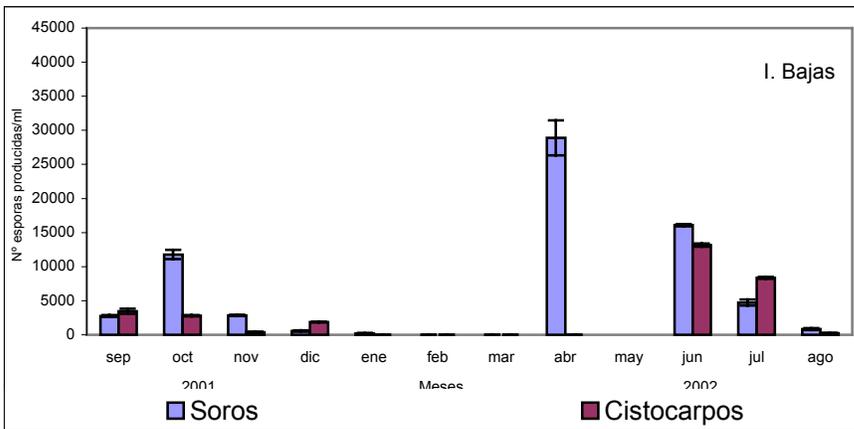
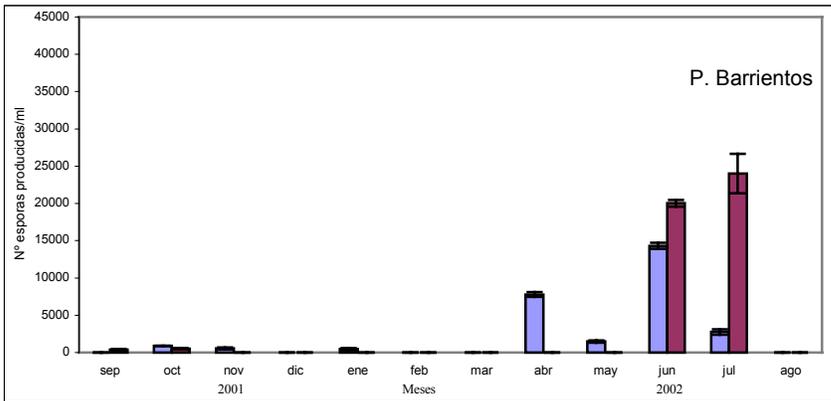
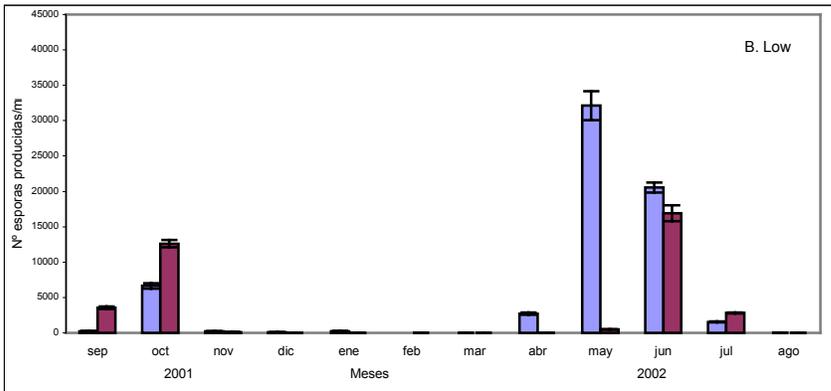


Figura 17. Número promedio (\pm ee) de esporas producidas por soros tetrasporangiales y cistocarpos esporulados mensualmente en las praderas de Bahía Low, Pto. Barrientos e Islas Bajas; entre los meses de septiembre del 2001 y agosto del 2002.

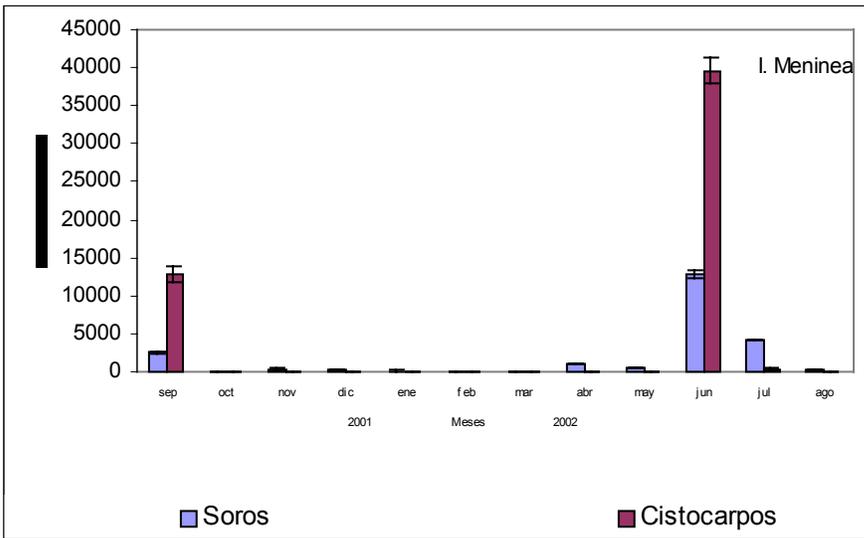
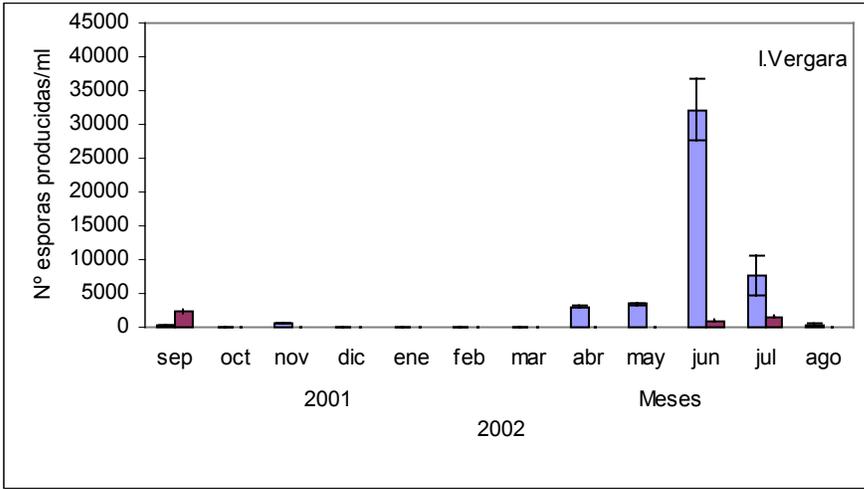


Figura 18. Número promedio (\pm ee) de esporas producidas por soros tetrasporangiales y cistocarpos esporulados mensualmente en las praderas de Isla Vergara e Isla Meninea ; entre los meses de septiembre del 2001 y agosto del 2002.

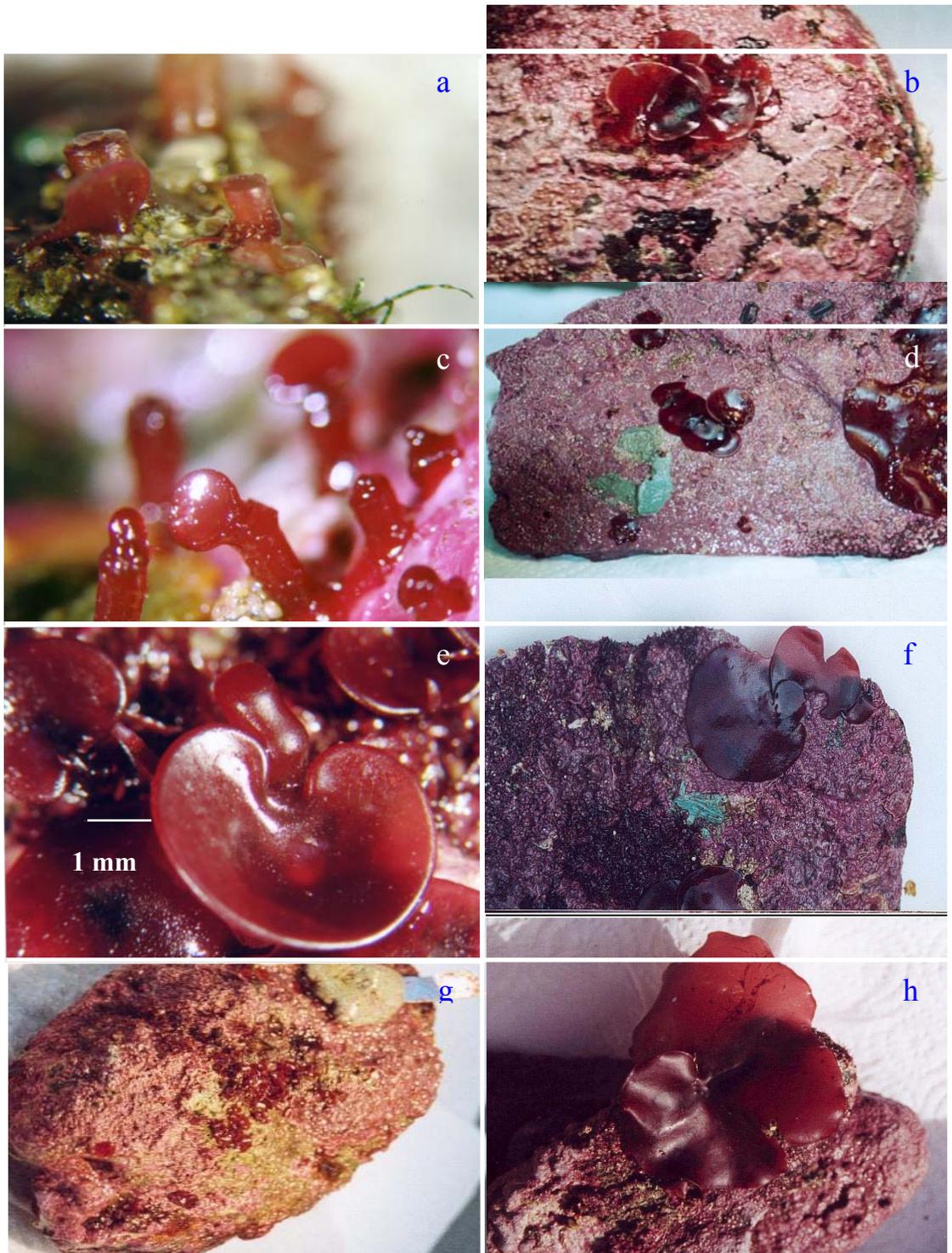


Figura 19. Formación de frondas de *Gigartina skottsbergii* desarrolladas a partir de hapterios dejados en el sustrato tras cortar la fronda principal. a) Hapterios recién cortados. b) Después de 4 meses, c) Transcurrido un mes en ambiente natural, se observa la formación de pequeñas yemas y el desarrollo de algunas frondas. d) A los 5 meses. f) A los 6 meses. g) Tras dos meses de iniciado el experimento se observan frondas de tamaño cercano y superior a 1 cm². Finalmente a partir de los 7 meses en adelante se observan frondas que alcanzan tamaños 8 cm² en área (h).

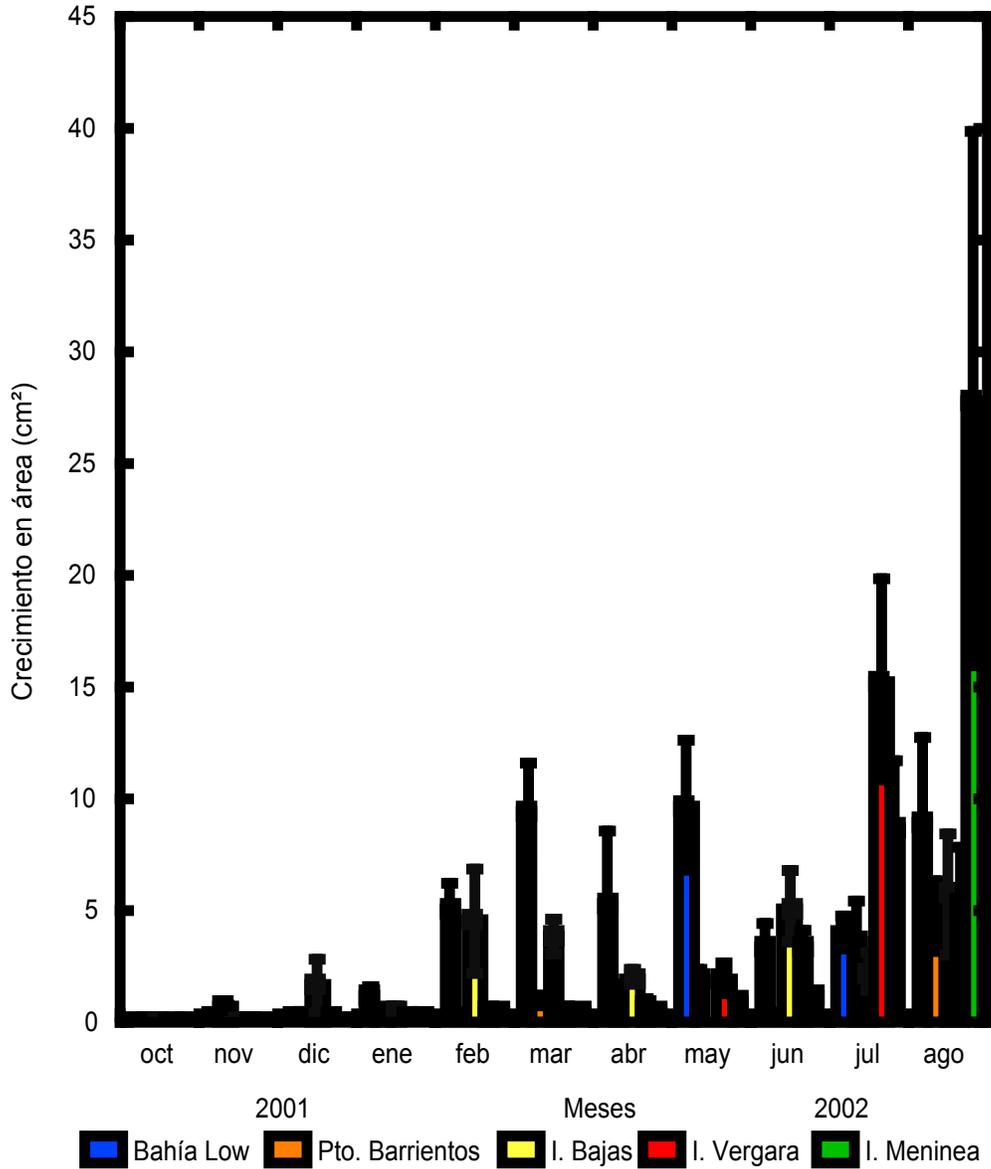


Figura 20. Incremento promedio mensual en área ($\text{cm}^2 \pm \text{ee}$) de *Gigartina leptorhynchos* regeneradas a partir de hapterios dejados en el sustrato tras la remoción de la fr para las cinco praderas en estudio, XI Región.

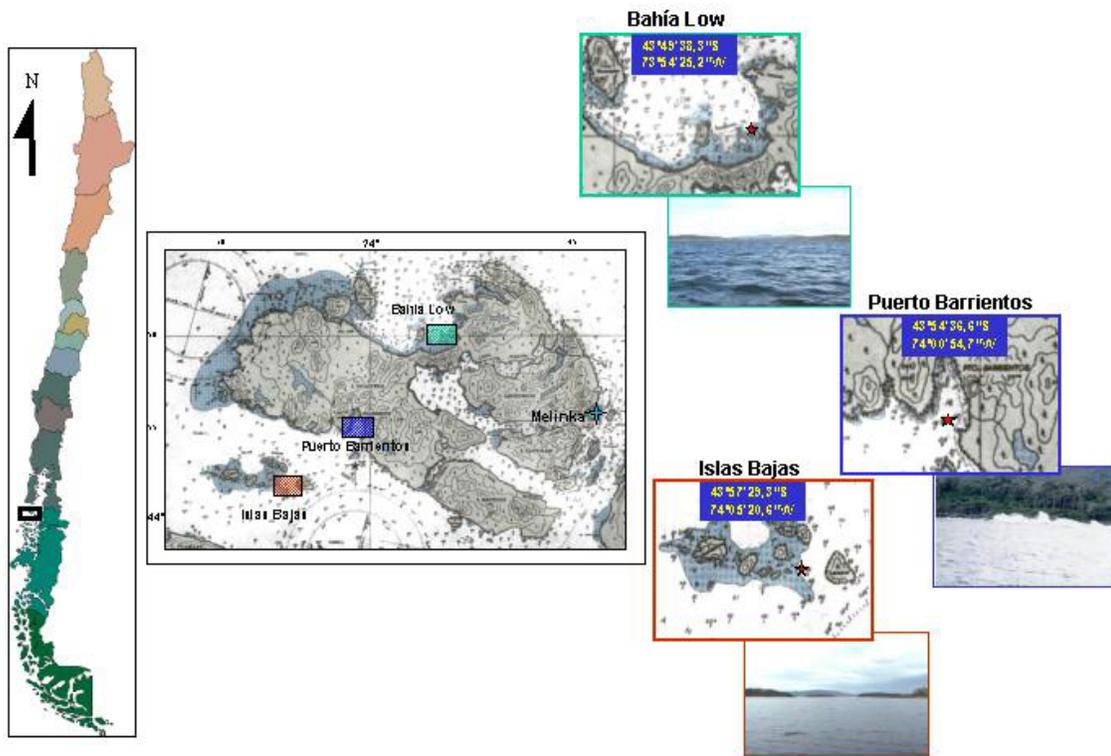


Figura 21. Ubicación geográfica de las praderas de *Gigartina skottsbergii* en Bahía Low, Puerto Barrientos e Islas Bajas cercanas a la localidad de Puerto Melinka.

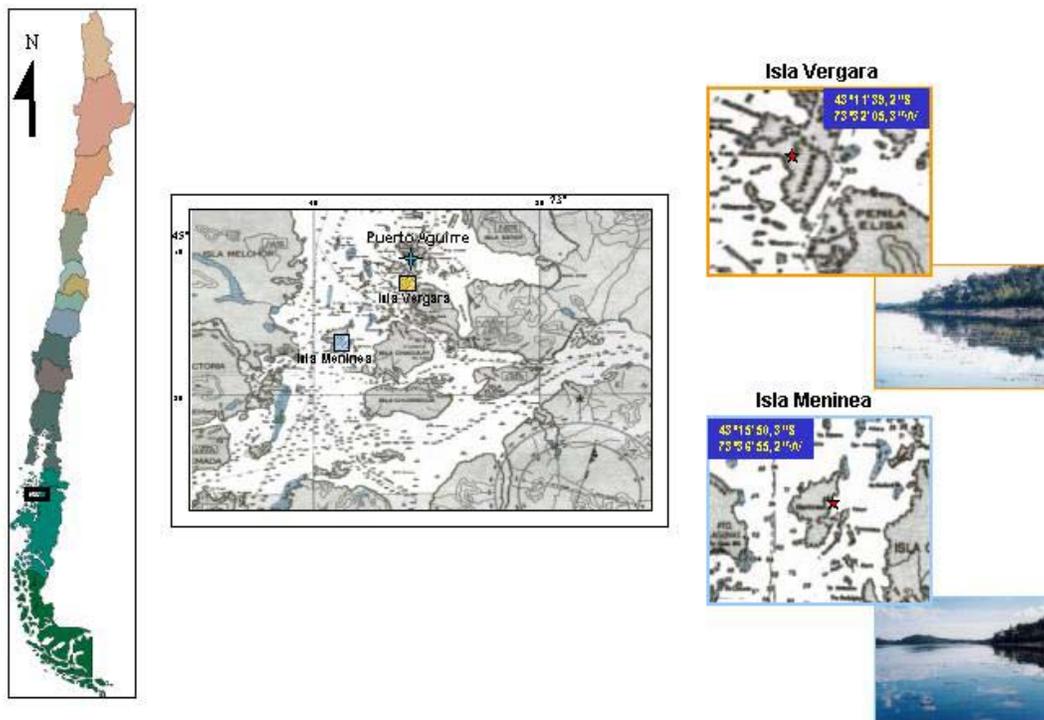


Figura 22. Ubicación geográfica de las praderas de *Gigartina skottsbergii* en Isla Vergara e Isla Meninea cercanas a la localidad de Puerto Aguirre.

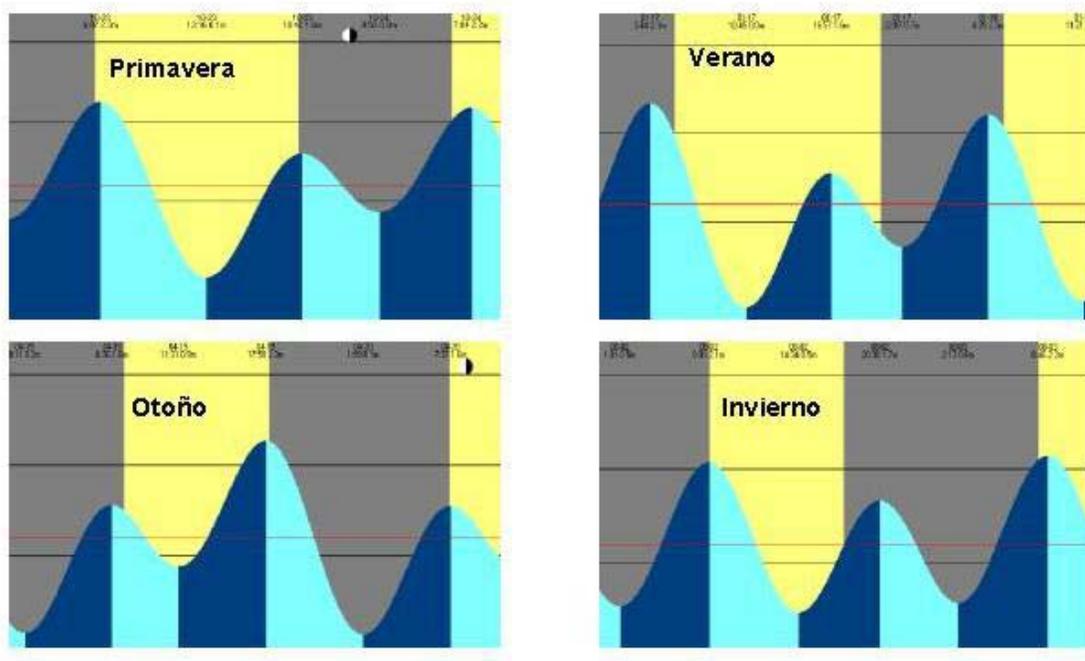


Figura 23. Régimen de mareas para Bahía Low en donde se muestra la altura (metros) y horario de pleamar y bajamar en forma estacional. La línea roja es el valor medio respecto del valor mas alto del día.

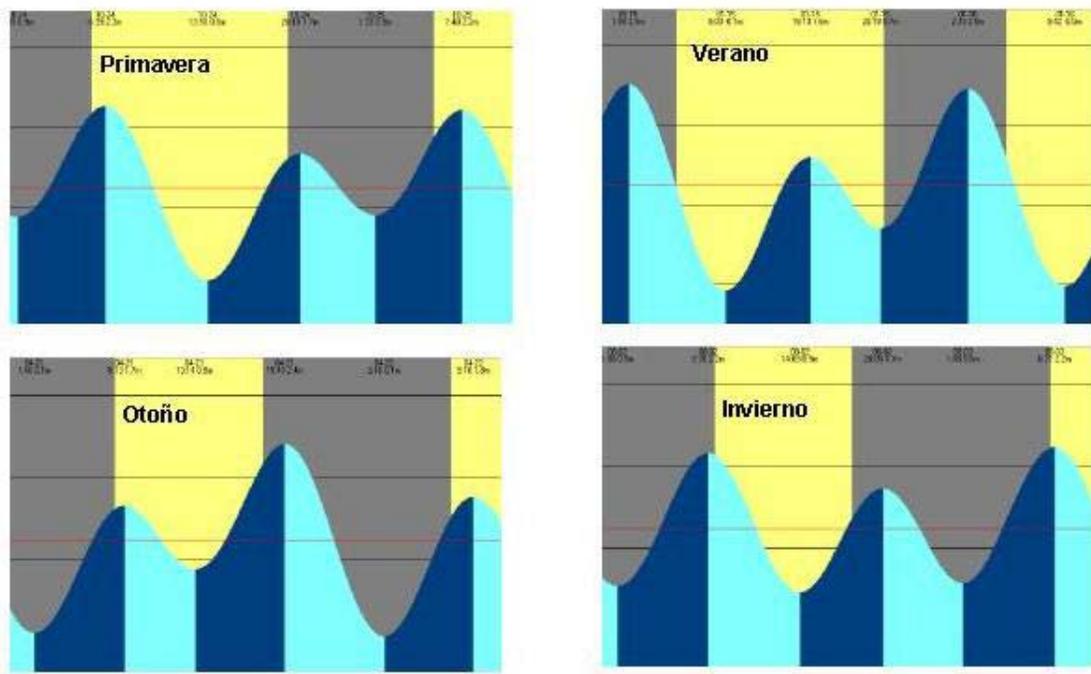


Figura 24. Régimen de mareas para P. Barrientos e Islas Bajas en donde se muestra la Altura y horario de pleamar y bajamar (metros), en forma estacional. La línea roja es el valor medio respecto del valor mas alto del día.

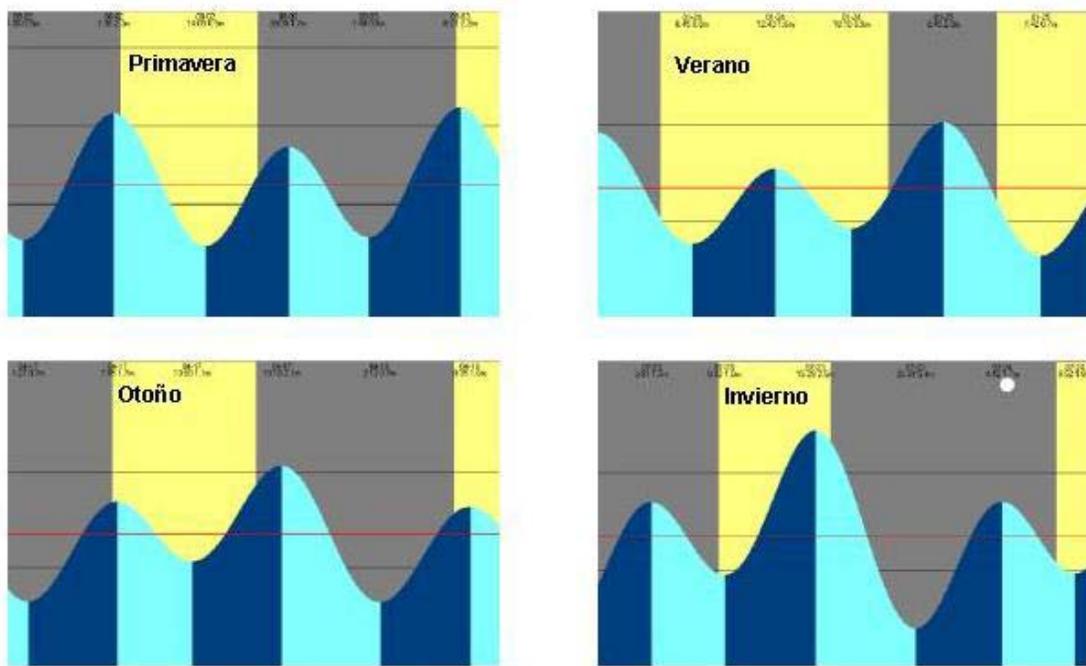


Figura 25. Régimen de mareas para Isla Vergara e Isla Meninea en donde se muestra la altura (metros) y horario de pleamar y bajamar, en forma estacional. La línea roja es el valor medio respecto del valor más alto del día.

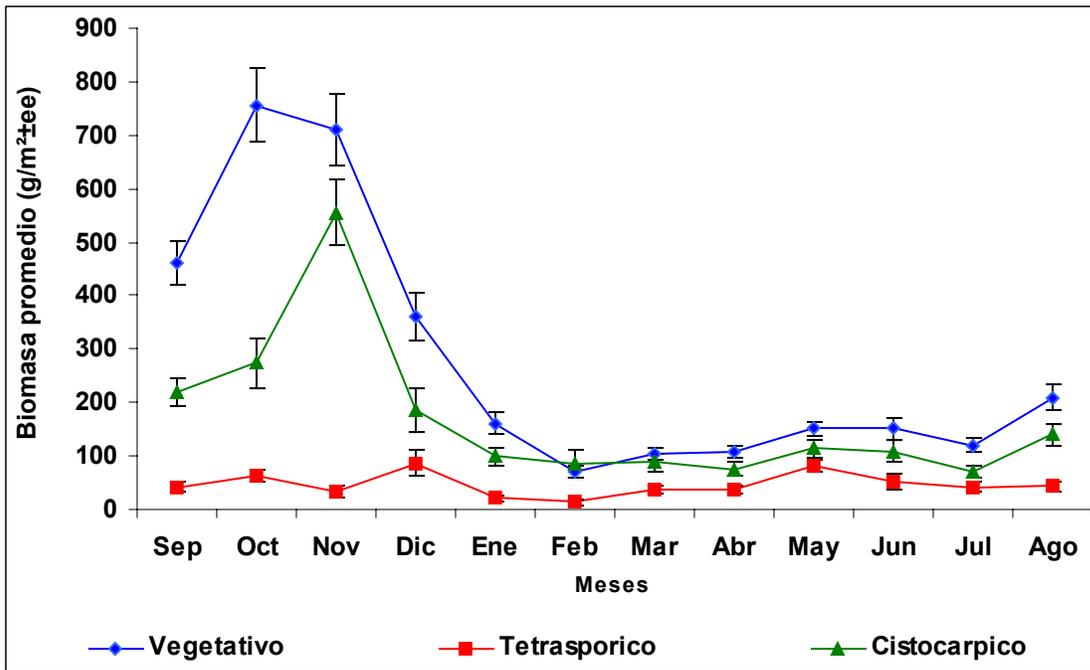
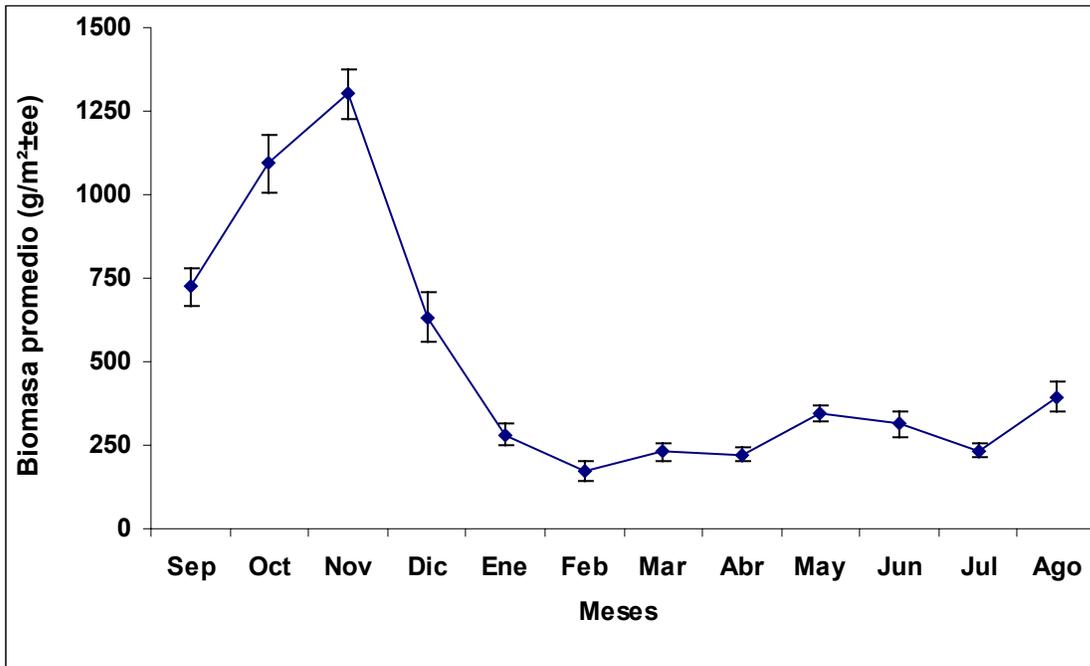


Figura 26 . Variación de la biomasa mensual (g/m²±ee) entre septiembre -diciembre del 2001 y enero -agosto del 2002, en la pradera de Bahía Low. A) Biomasa total de la pradera. B) Biomasa por estado reproductivo.

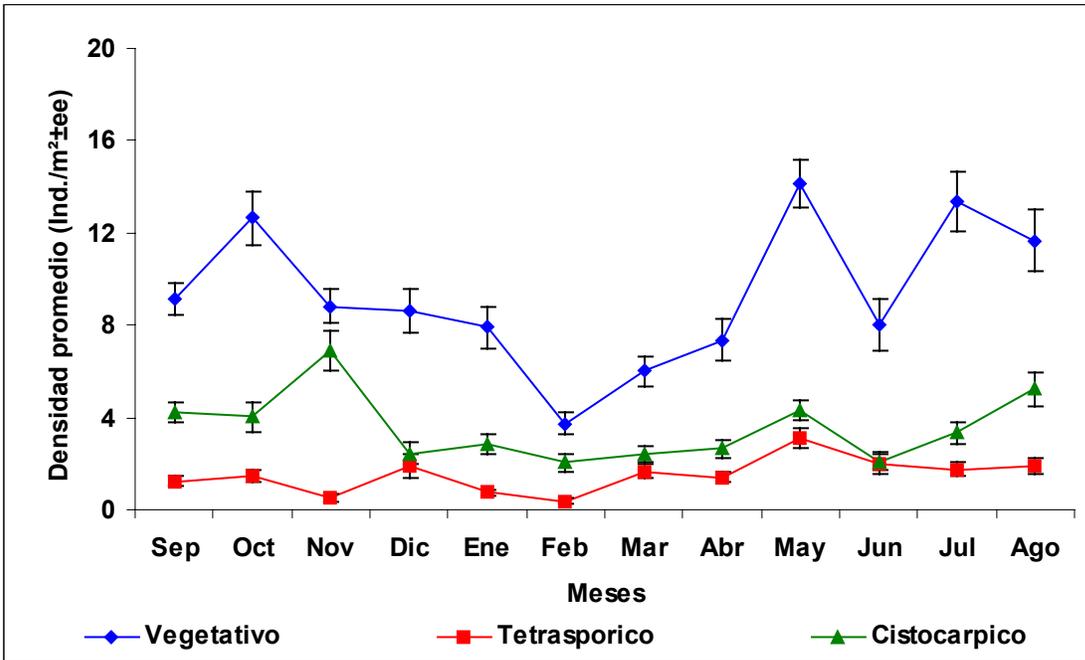
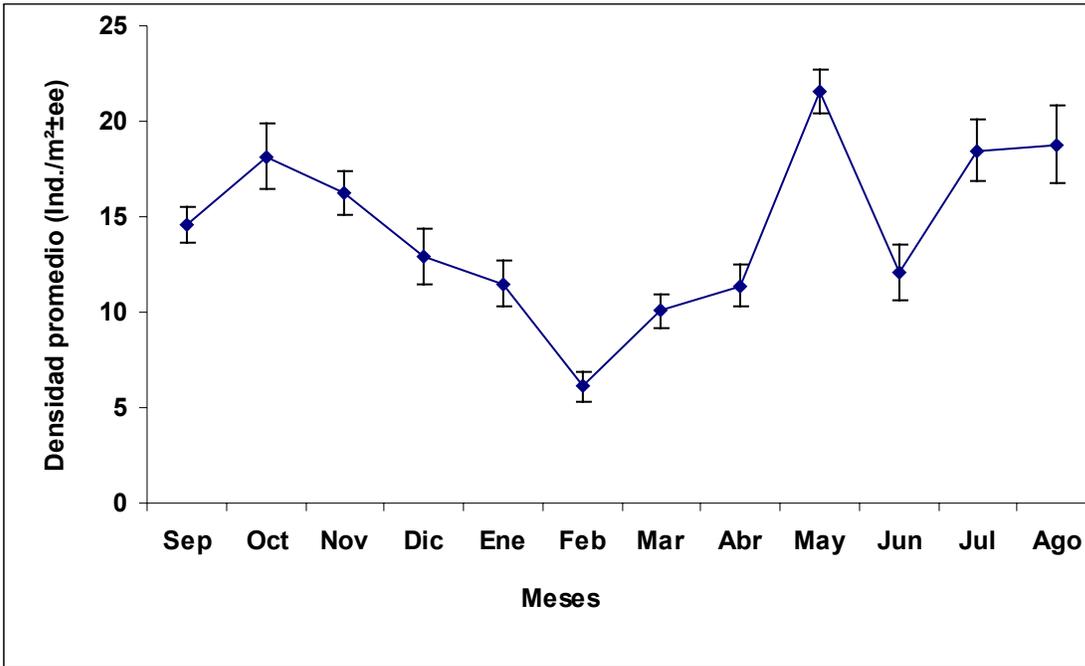


Figura 27 . Variación de la densidad mensual (Ind./m²±ee) entre septiembre - diciembre del 2001 y enero - agosto del 2002, en la pradera de Bahía Low. A) Densidad total de la pradera. B) Densidad por estado reproductivo.

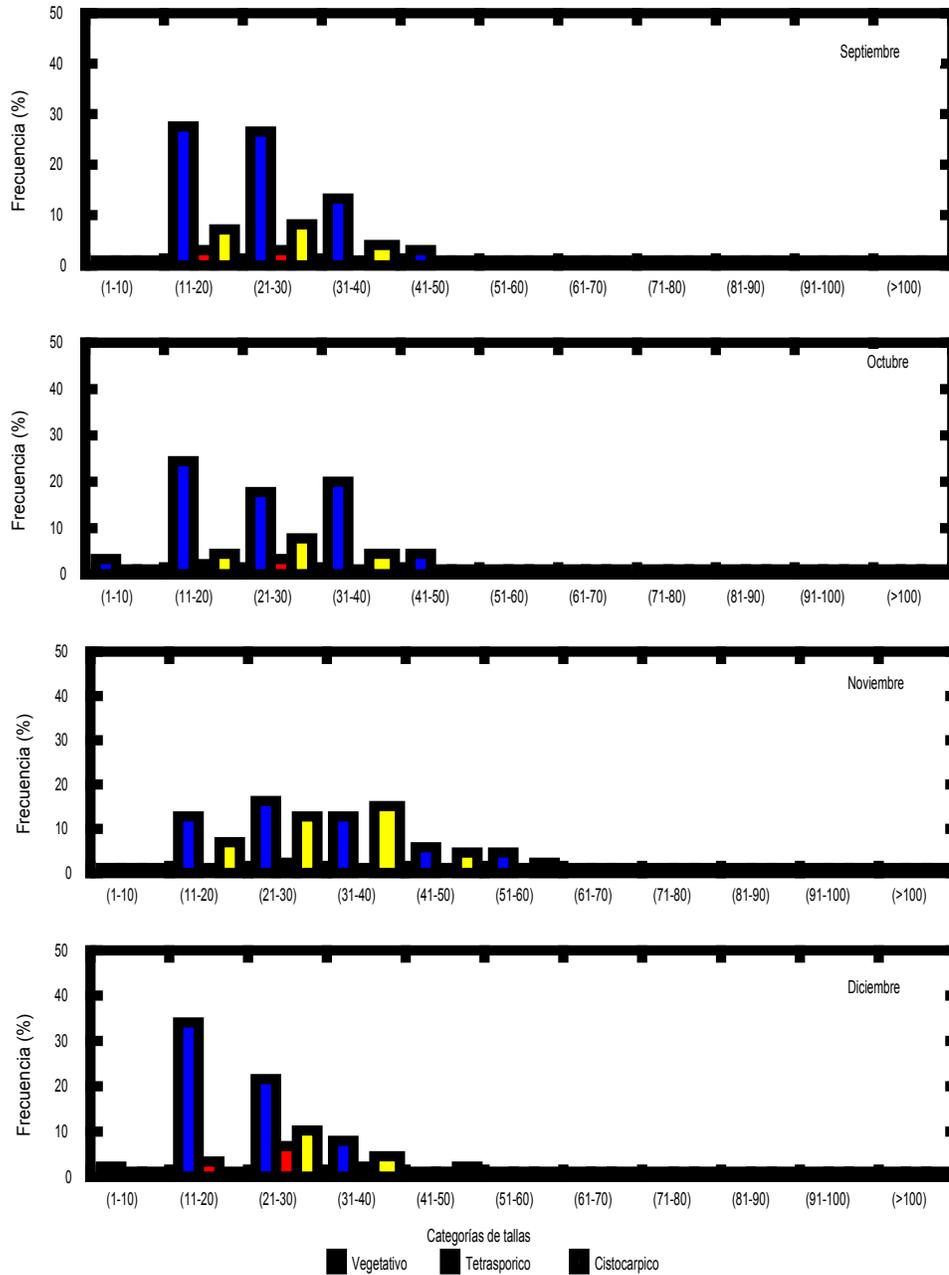


Figura 28. Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) en *G. skottsbergii*, provenientes de la localidad de Bahía Low, XI Región. Septiembre-Diciembre del 2001.

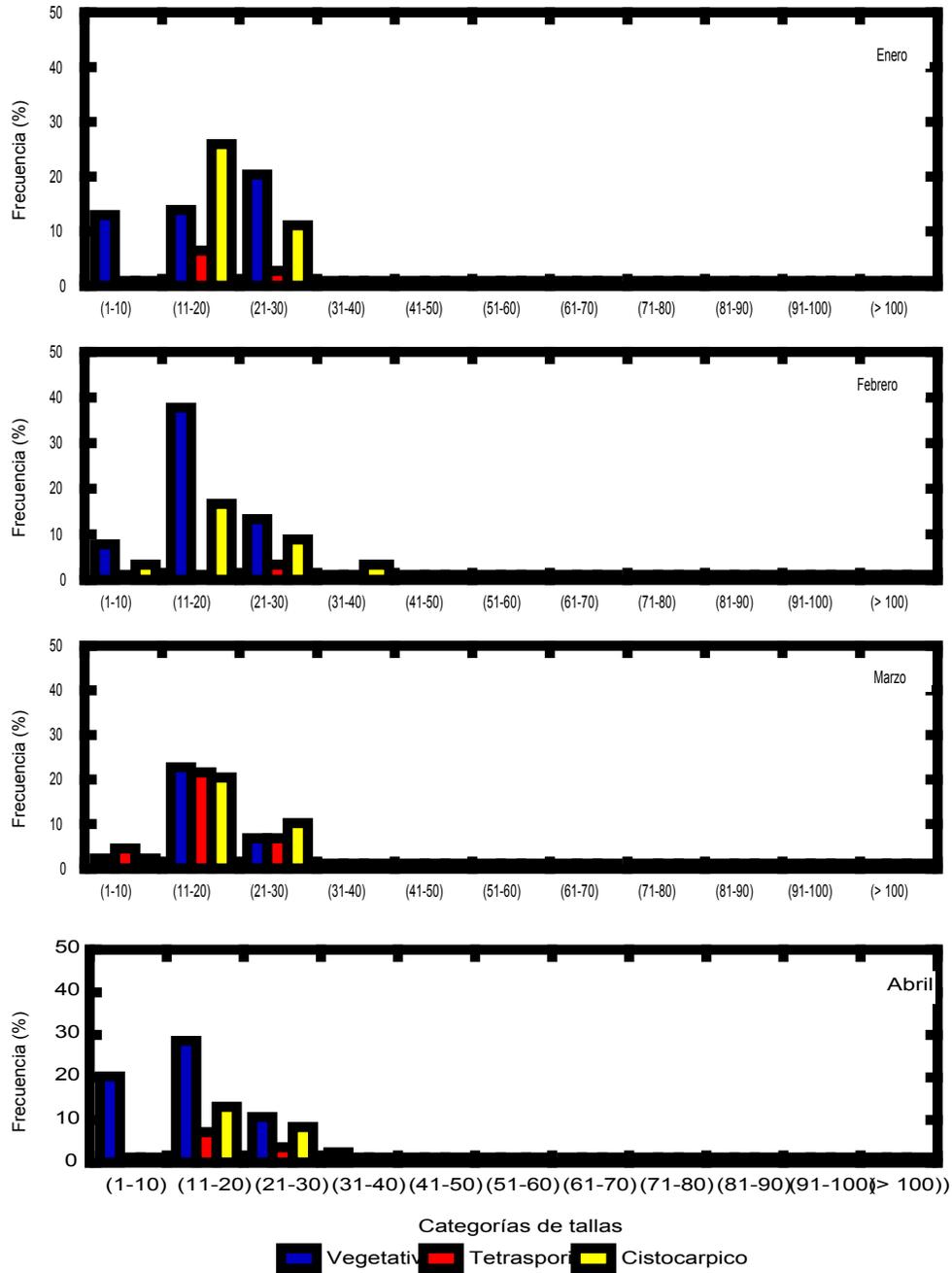


Figura 29. Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) en provenientes de la localidad de Bahía Low. Enero-Abril del 2002.

G. skottsbergii

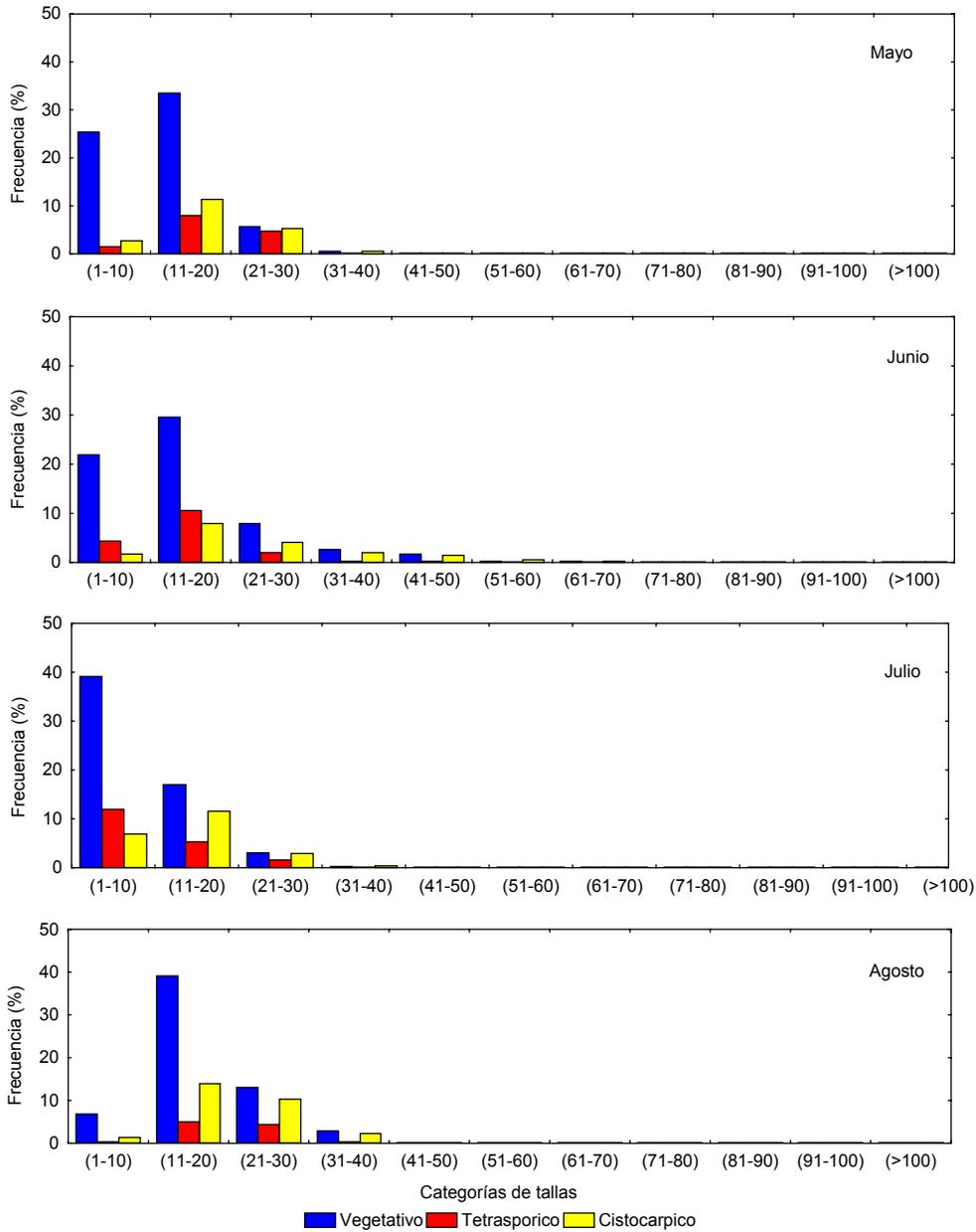


Figura 30. Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) de *skottsbergii* provenientes de la localidad de Bahía Low . Mayo-Agosto del 2002.

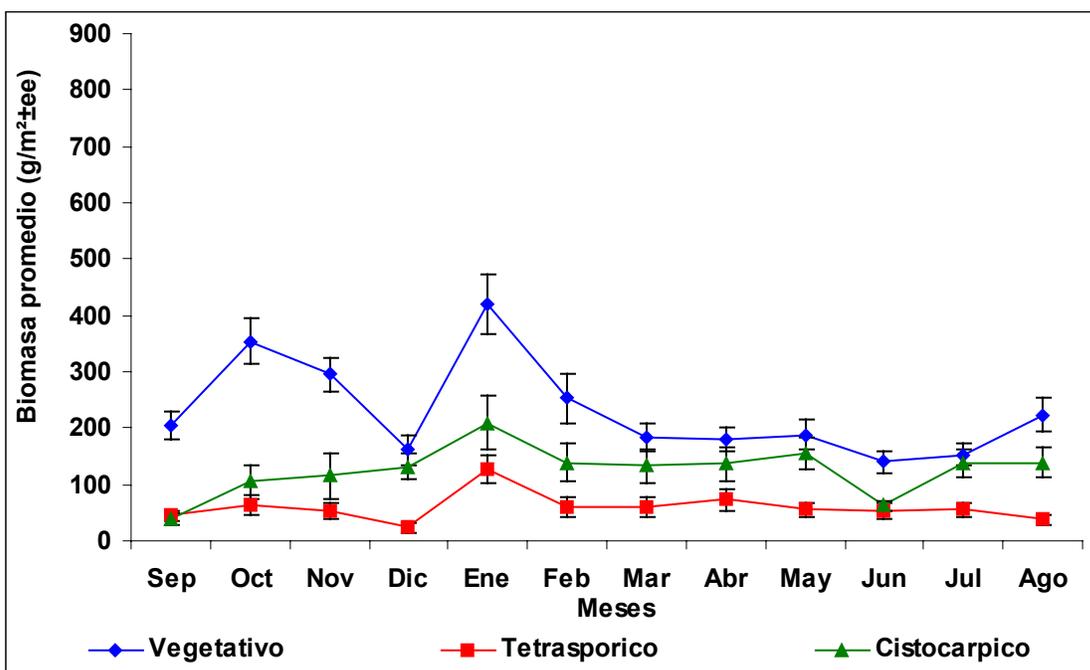
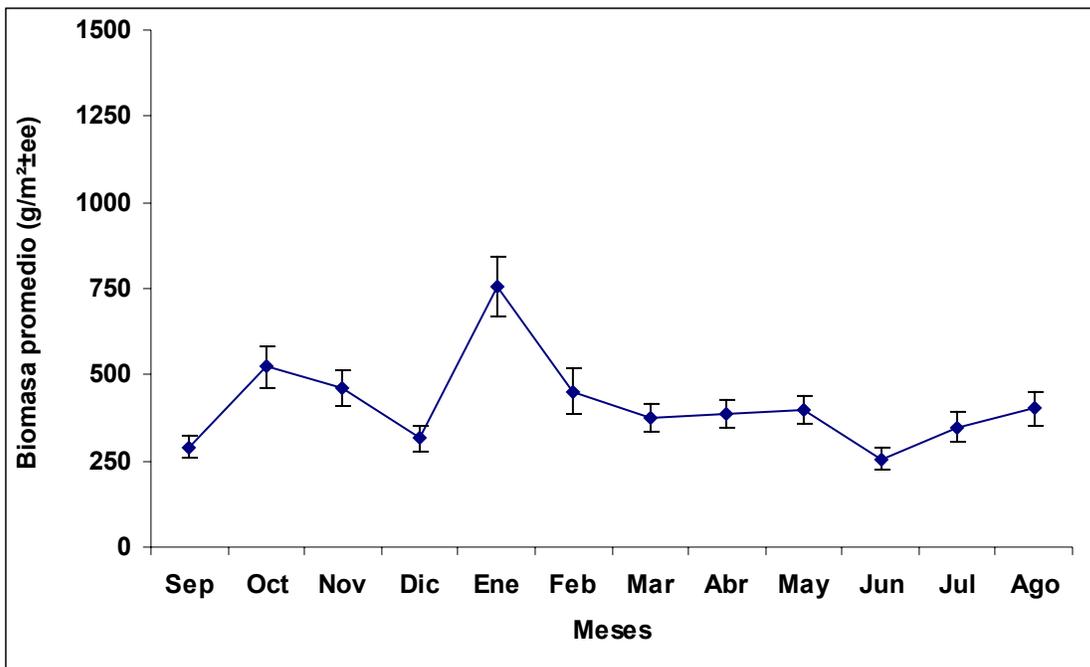


Figura 31 . Variación de la biomasa mensual (g/m²±ee) entre septiembre -diciembre del 2001 y enero - agosto del 2002, en la pradera de Pto. Barrientos. A) Biomasa total de la pradera. B) Biomasa por estado reproductivo.

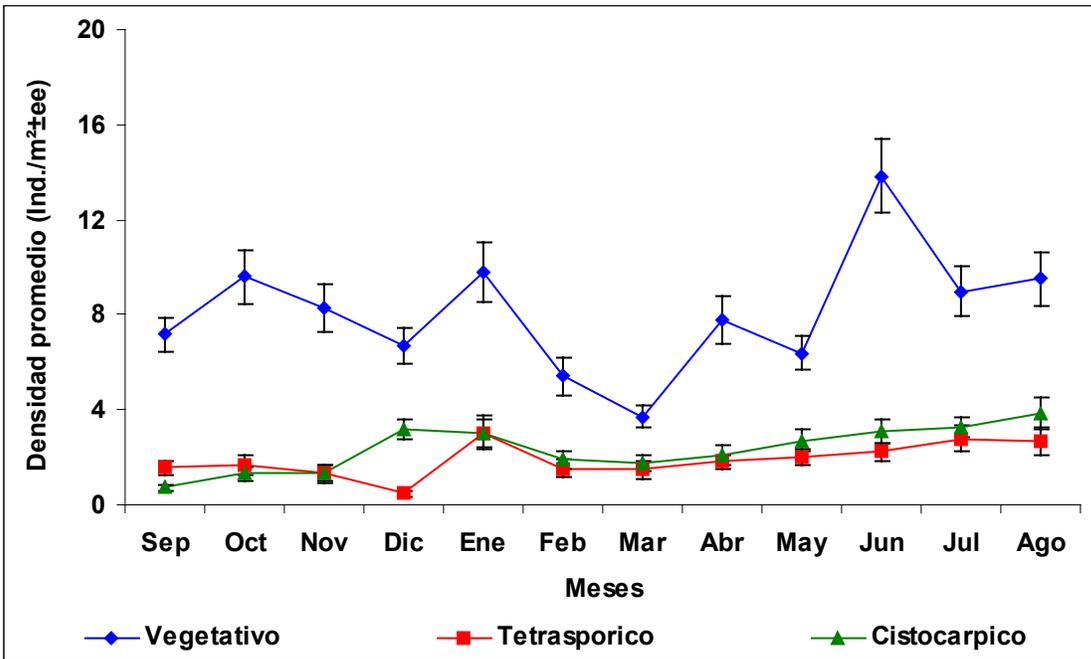
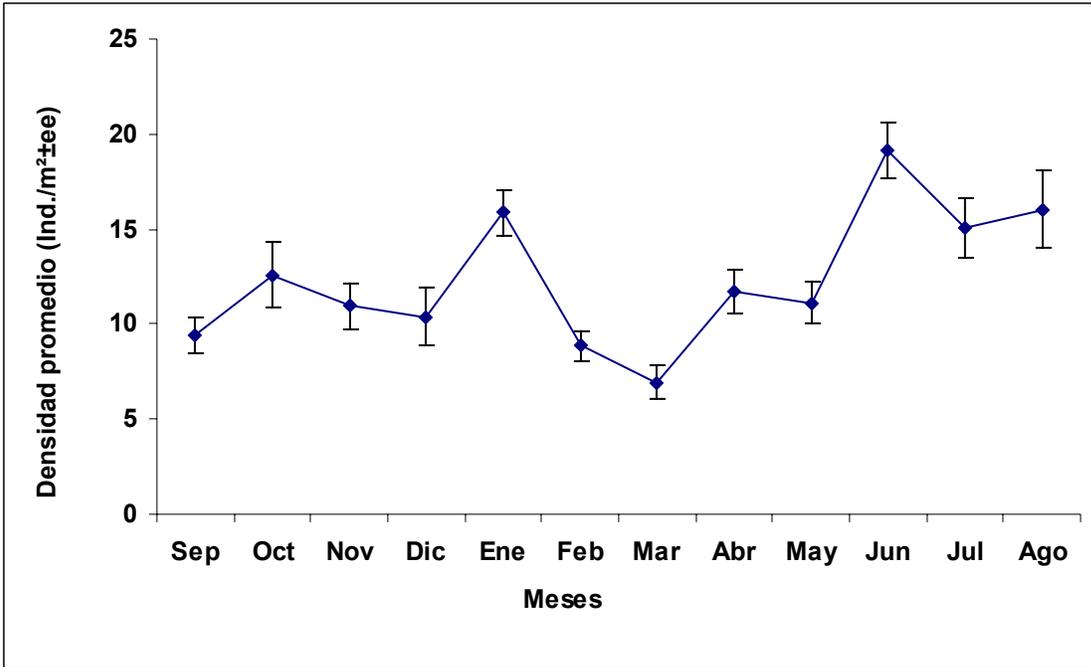


Figura 32. Variación de la densidad mensual (Ind./m²±ee) entre septiembre - diciembre del 2001 y enero - agosto del 2002, en la pradera de Pto. Barrientos. A) Densidad total de la pradera. B) Densidad por estado reproductivo.

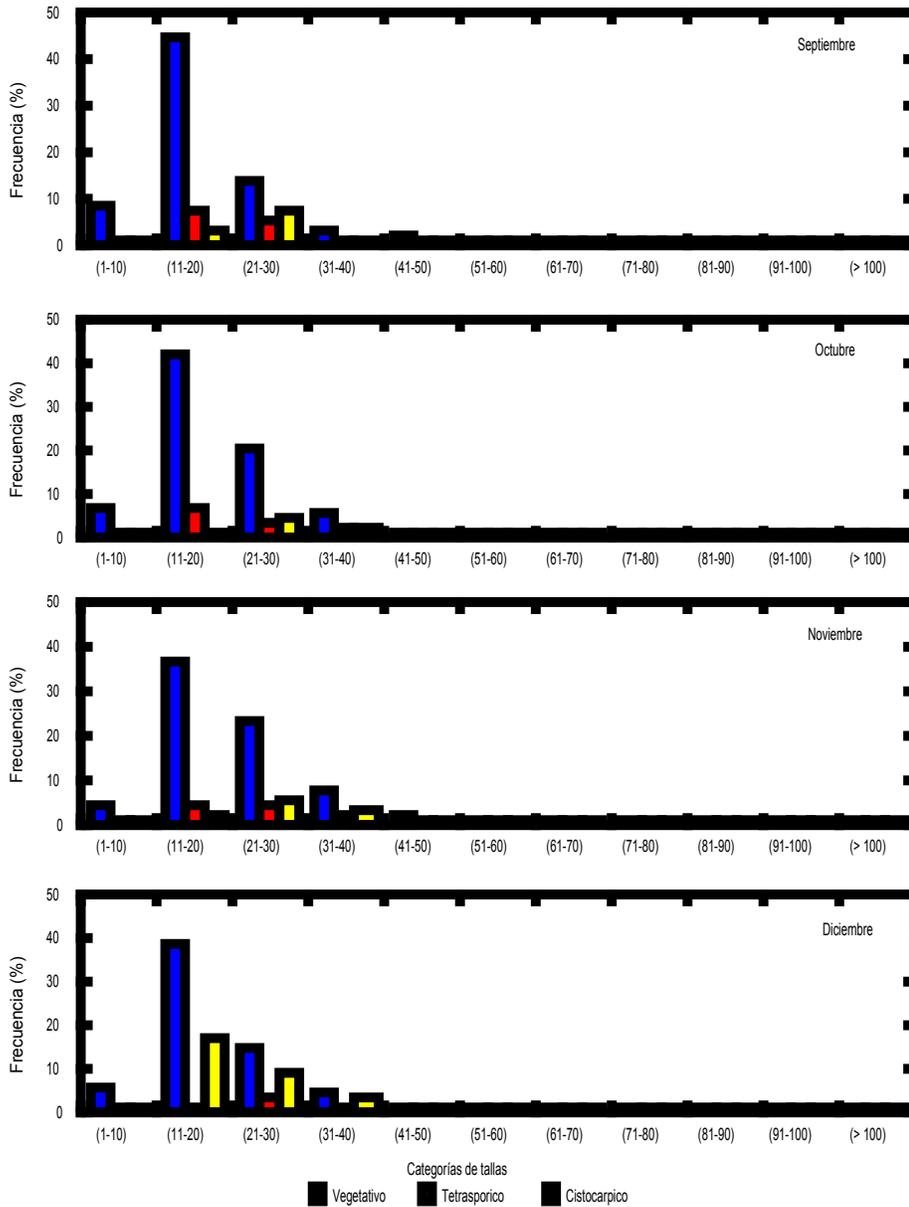


Figura 33. Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) en *G. skottsbergii* provenientes de la localidad de Puerto Barrientos. Septiembre-Diciembre 2001.

G. skottsbergii

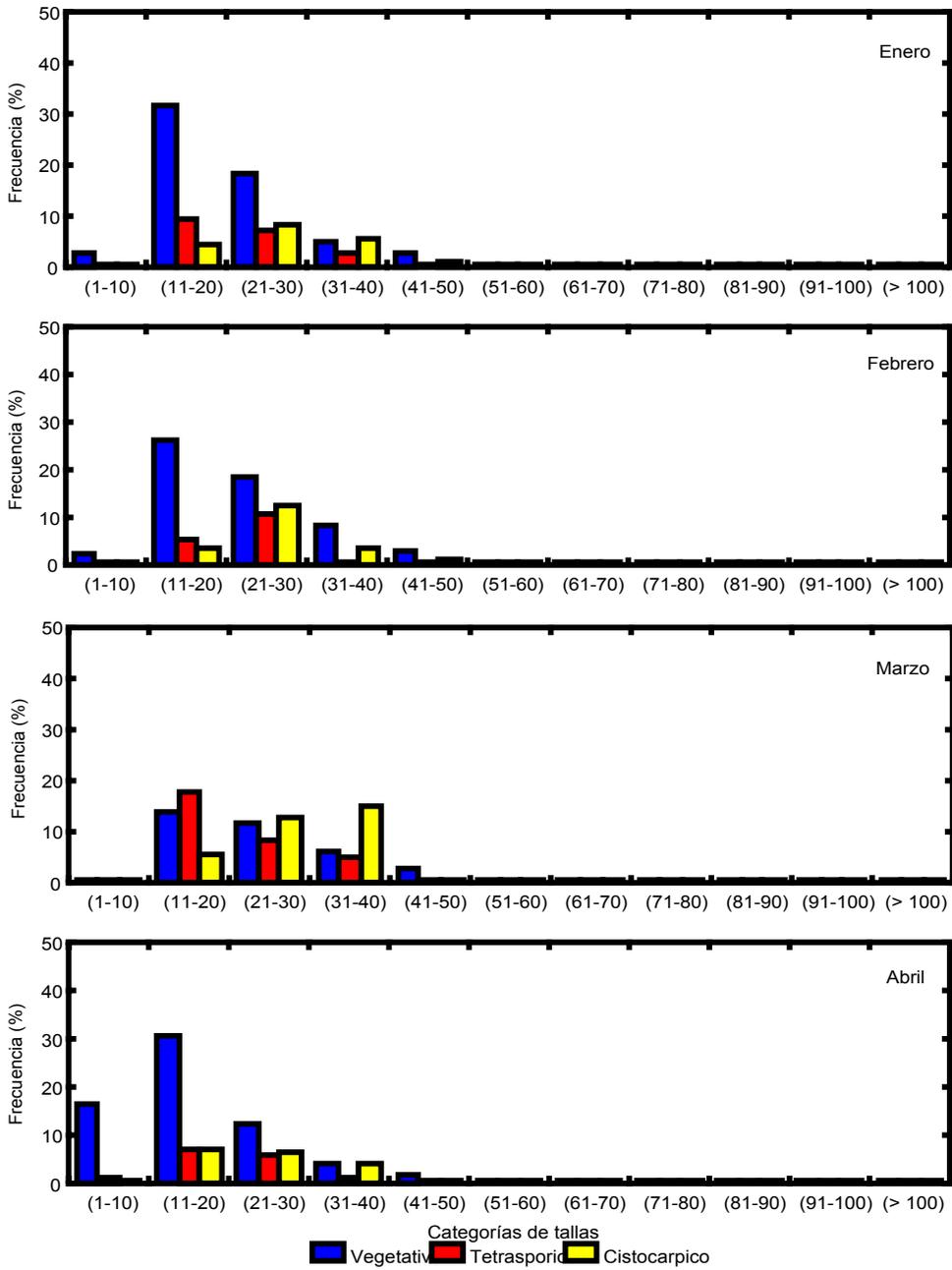


Figura 34. Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) en *G. skottsbergii* provenientes de la localidad de Puerto Barrientos. Enero-Abril del 2002.

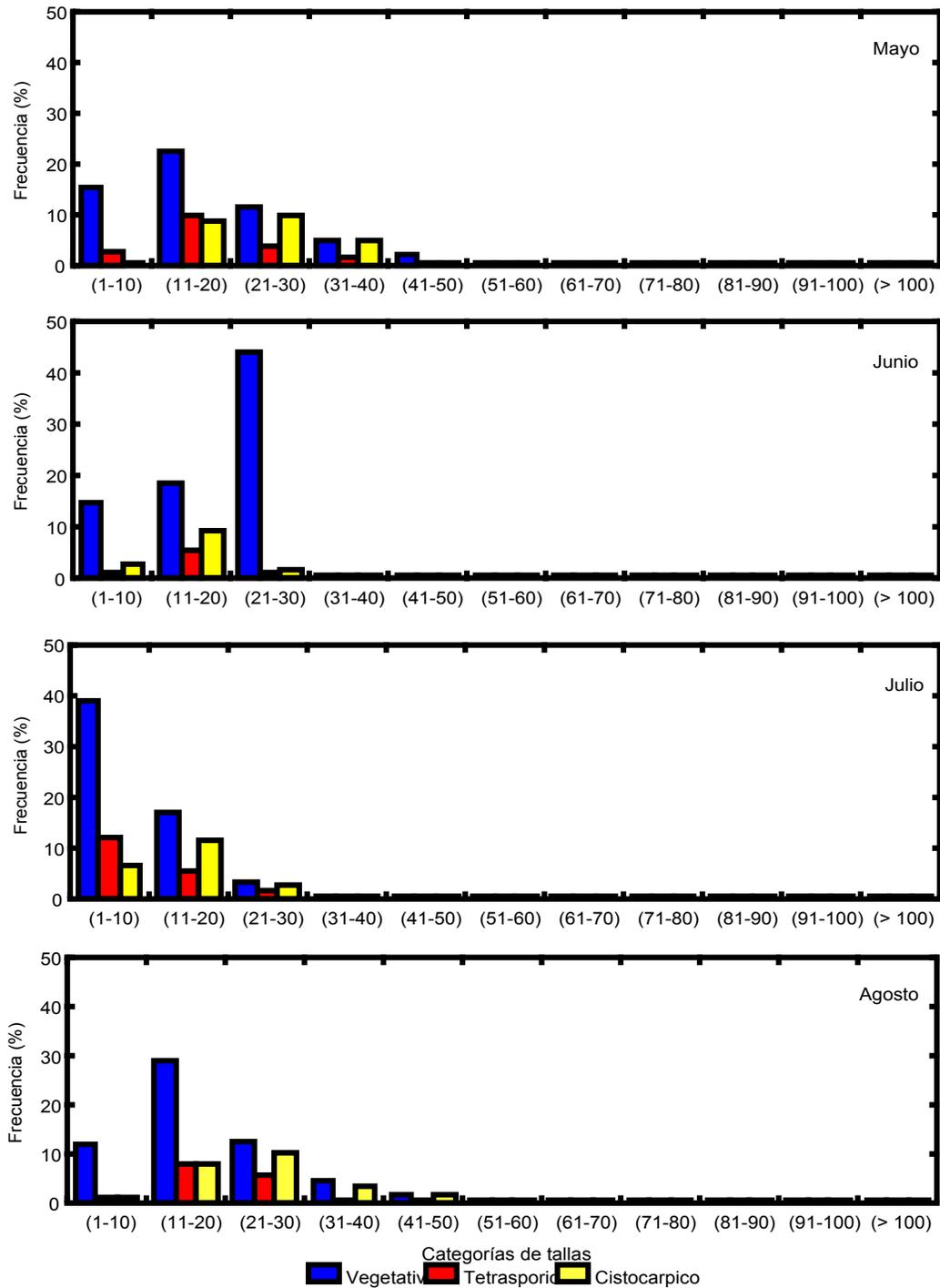


Figura 35. Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) en *G. skottsbergii* provenientes de la localidad de Puerto Barrientos. Mayo-Agosto del 2002.

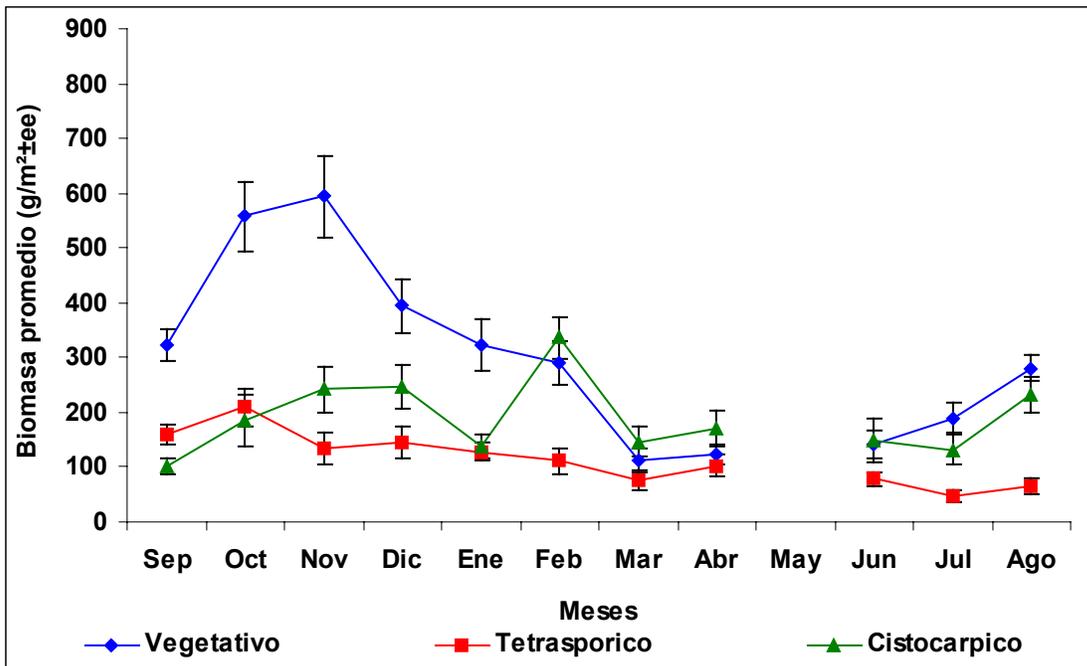
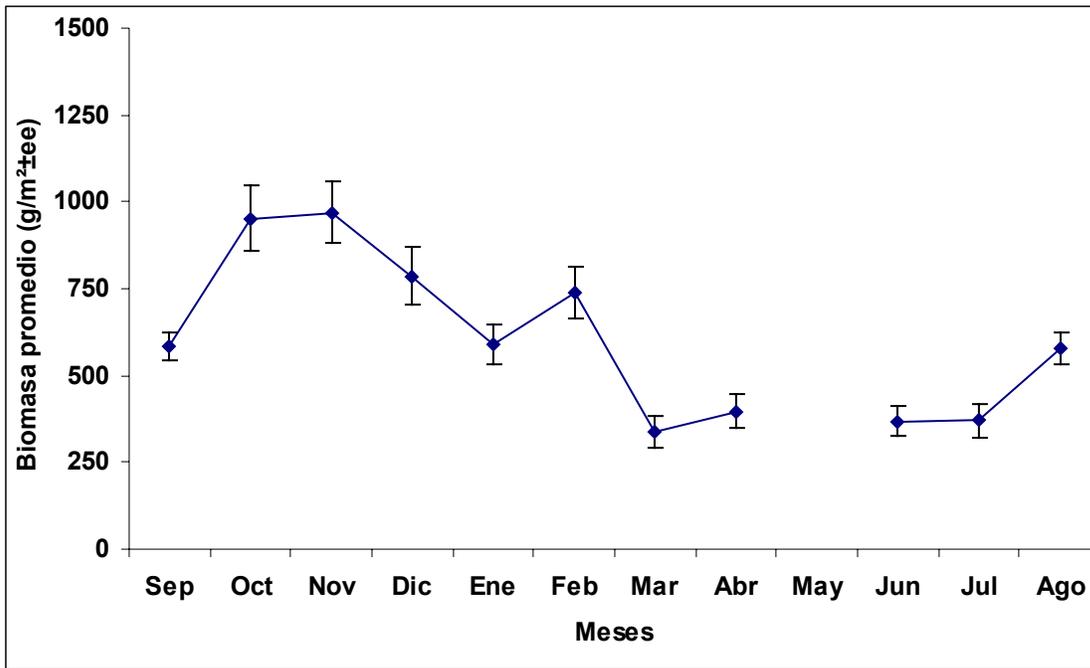


Figura 36. Variación de la biomasa mensual (g/m²±ee) entre septiembre -diciembre del 2001 y enero - agosto del 2002, en la pradera de Islas Bajas.
A) Biomasa total de la pradera. B) Biomasa por estado reproductivo.

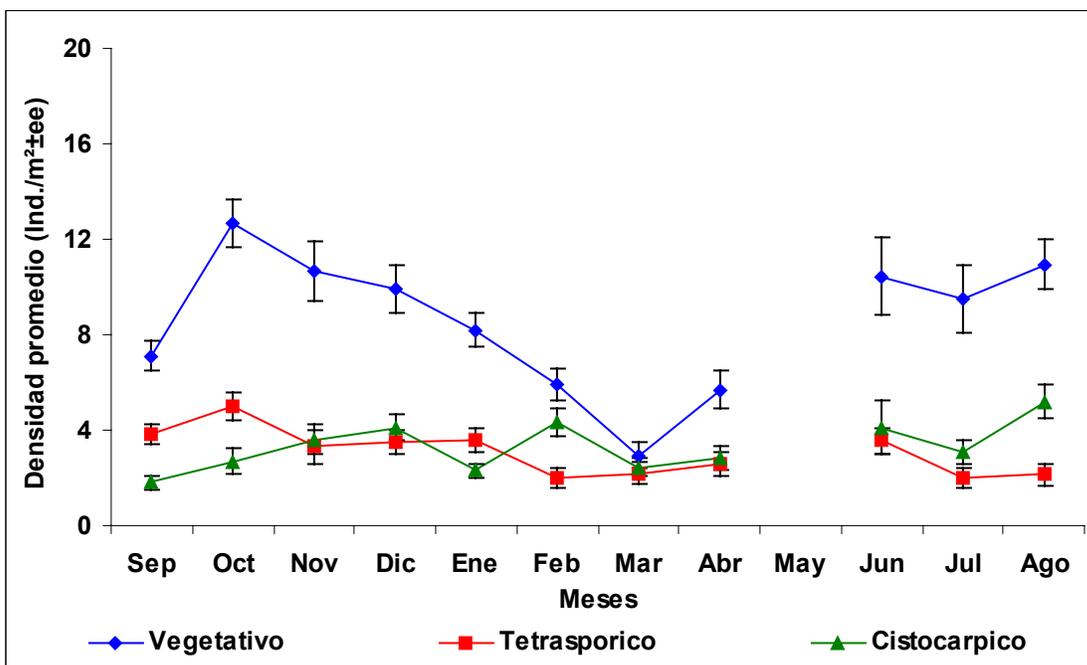
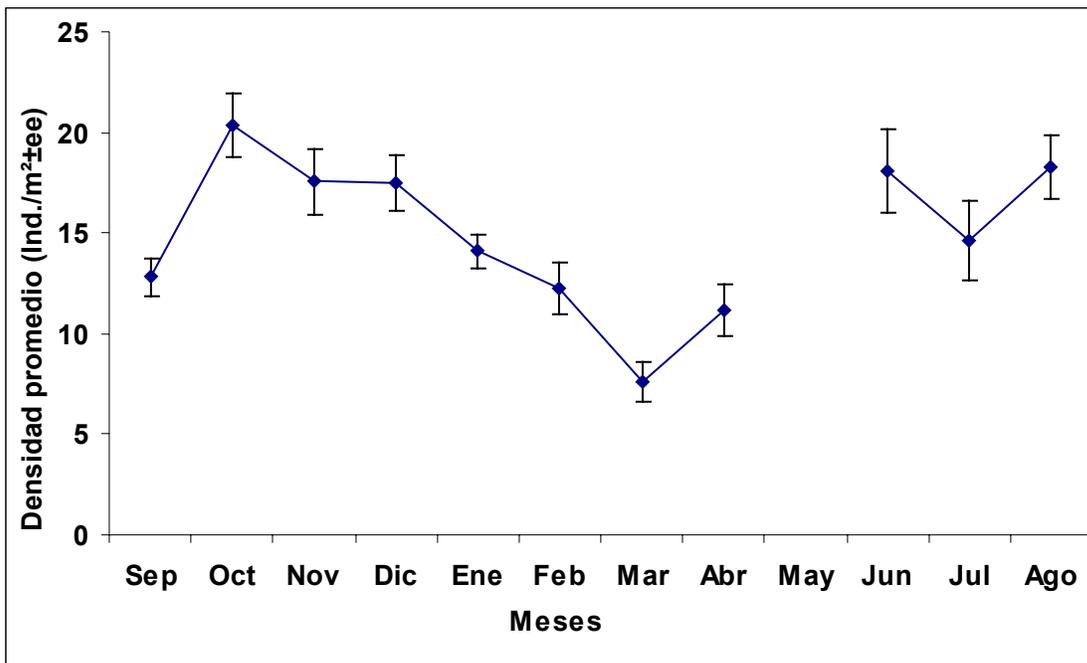


Figura 37. Variación de la densidad mensual (Ind./m²±ee) entre septiembre -diciembre del 2001 y enero - agosto del 2002, en la pradera de Islas Bajas. A) Densidad total de la pradera. B) Densidad por estado reproductivo.

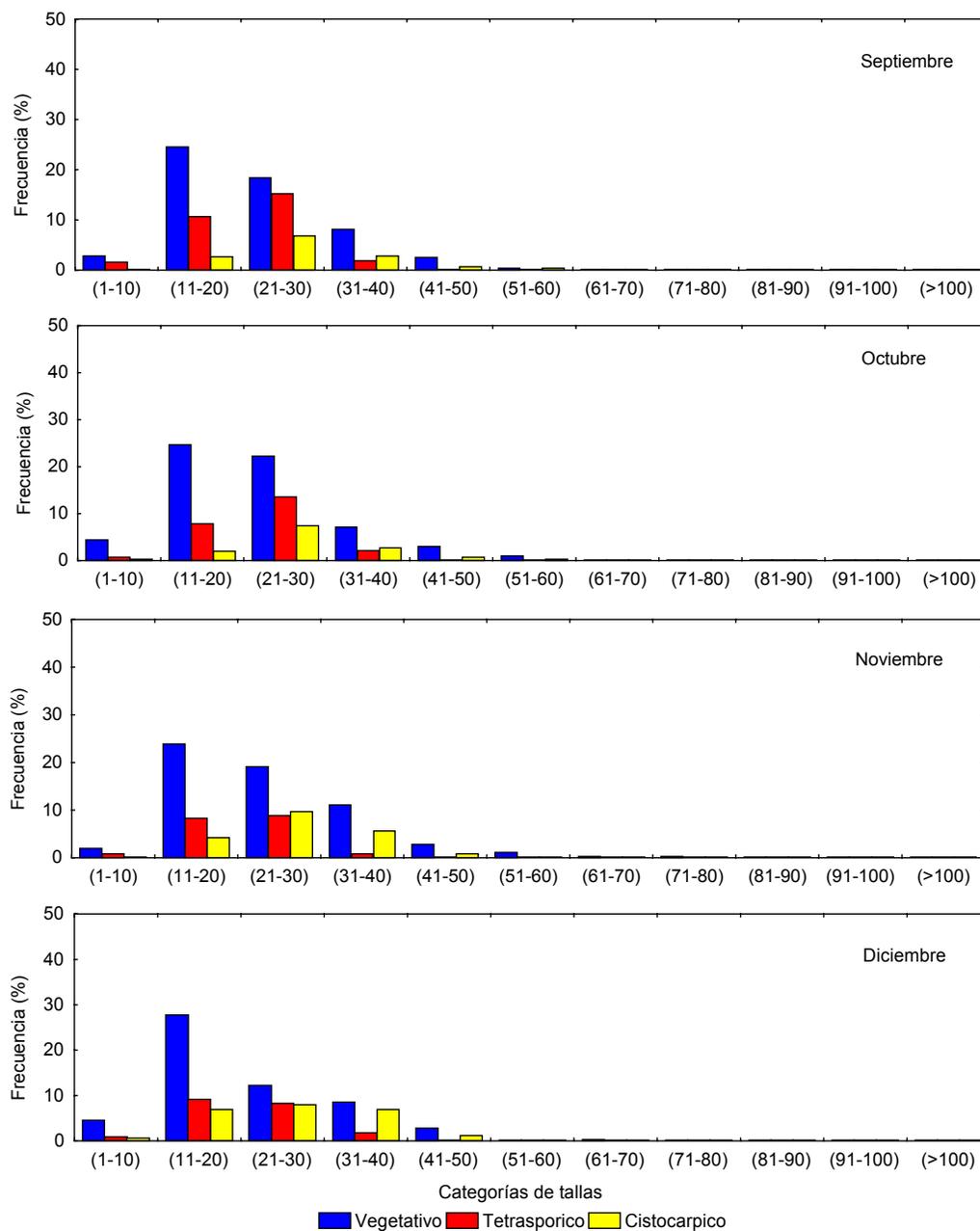


Figura 38. Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) de *skottsbergii* provenientes de la localidad de Islas Bajas, XI Región. Septiembre-Diciembre del 2001.

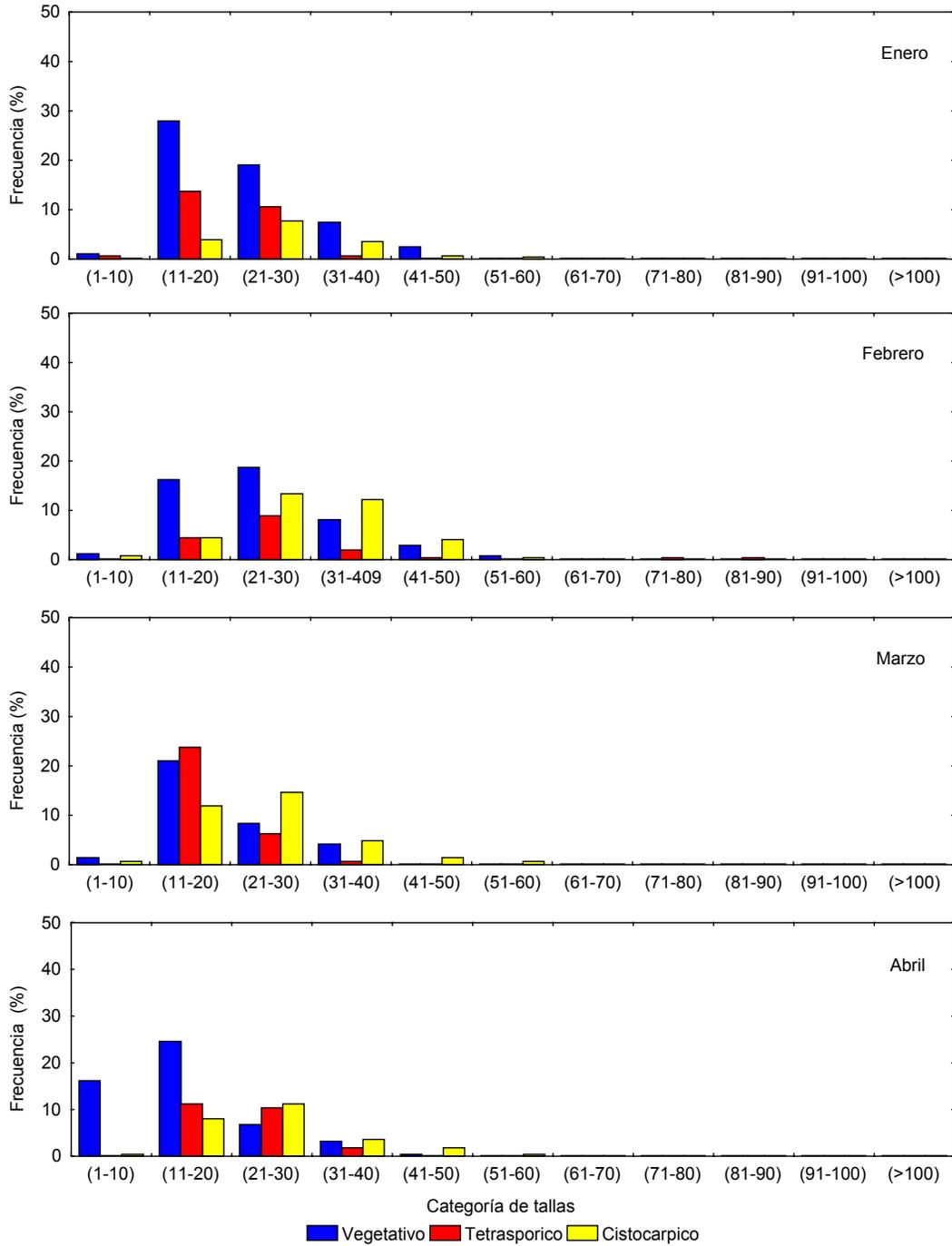


Figura 39. Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) en *skottsbergii* provenientes de la localidad e Islas Bajas, XI Región. Enero-Abril del 2002.

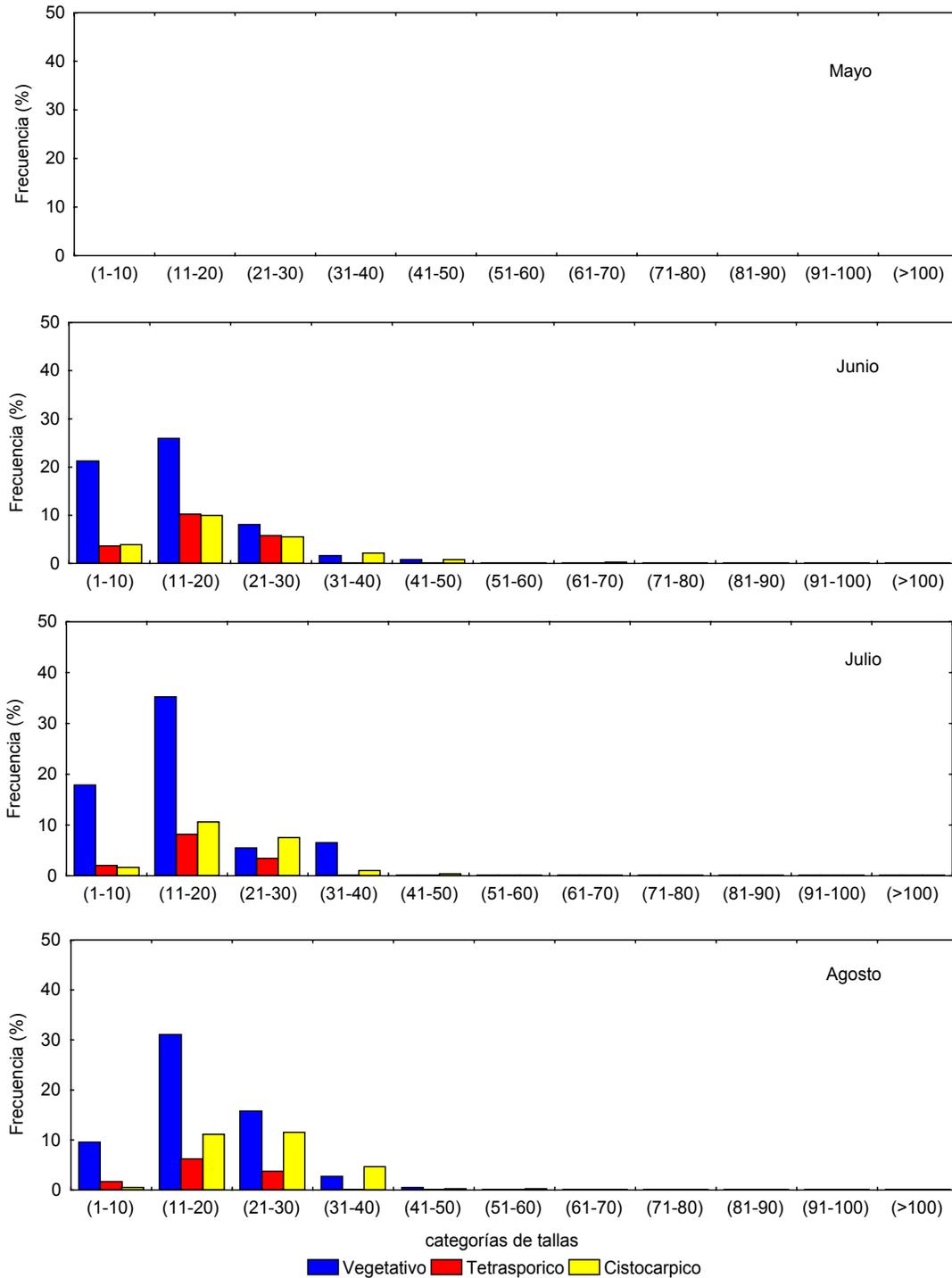


Figura 40. Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) de *skottsbergii* provenientes de la localidad de Islas Bajas. Mayo-Agosto del 2002.

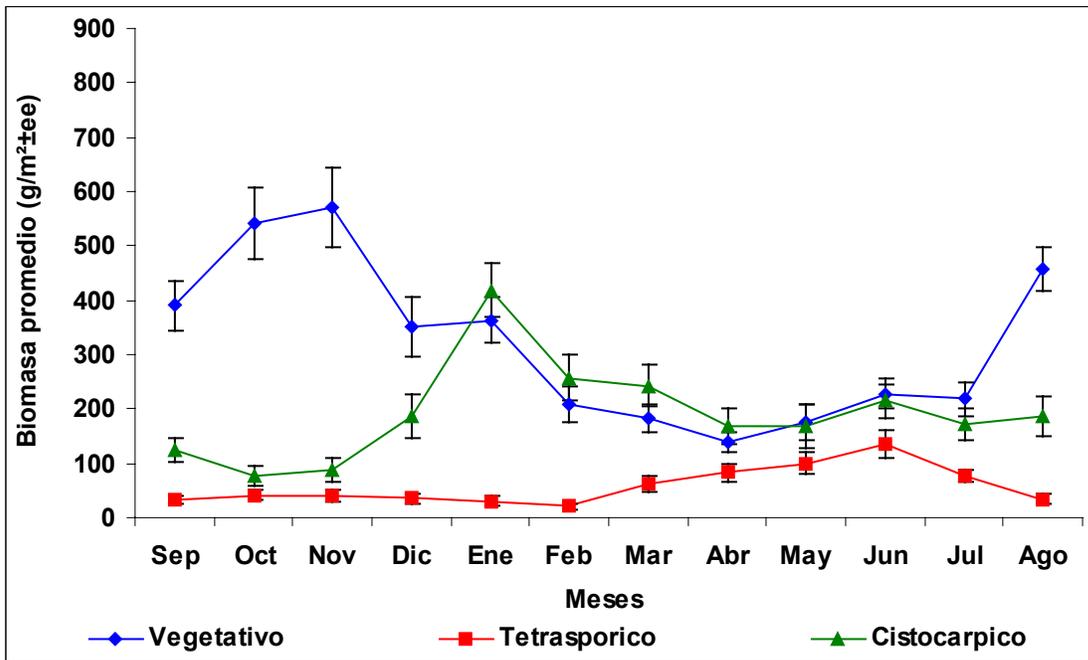
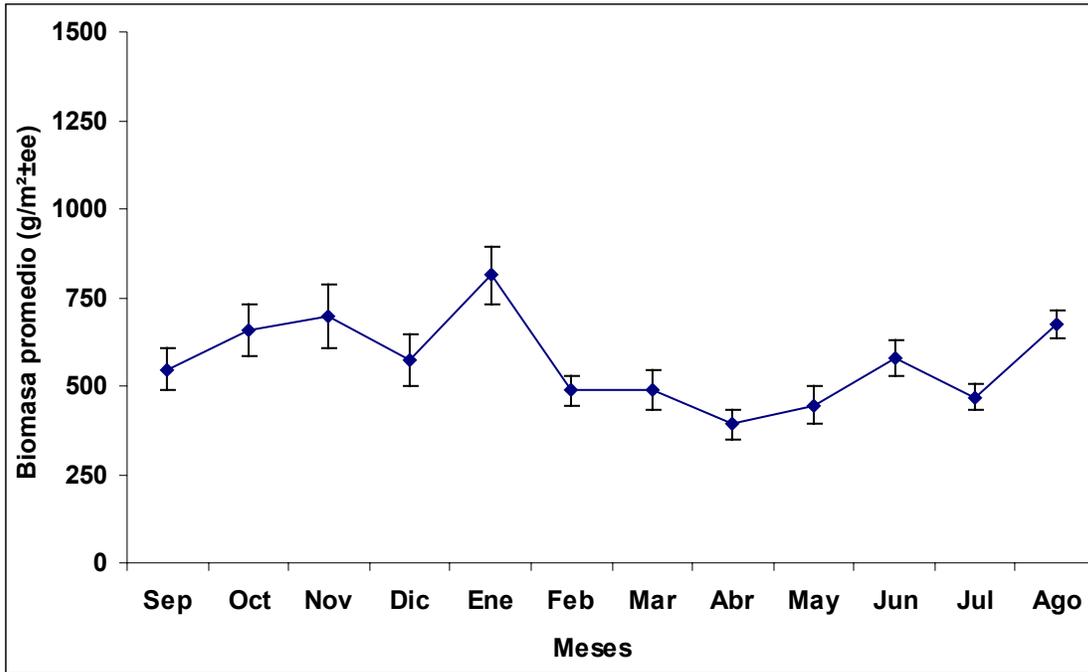


Figura 41. Variación de la biomasa mensual (g/m²±ee) entre septiembre -diciembre del 2001 y enero - agosto del 2002, en la pradera de Isla Vergara.

A) Biomasa total de la pradera. B) Biomasa por estado reproductivo.

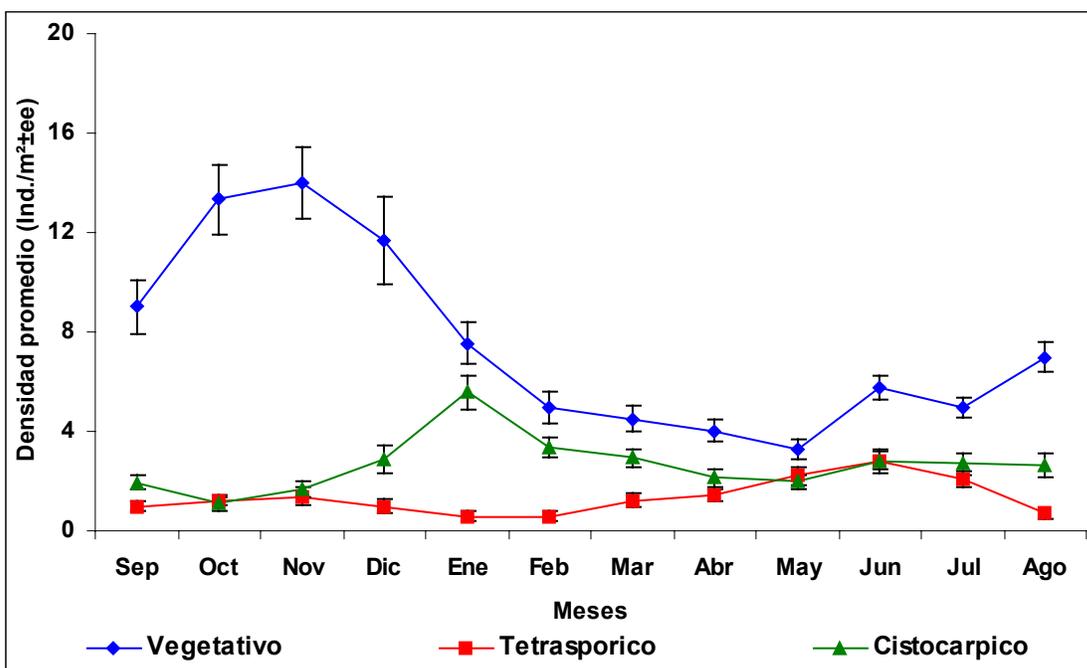
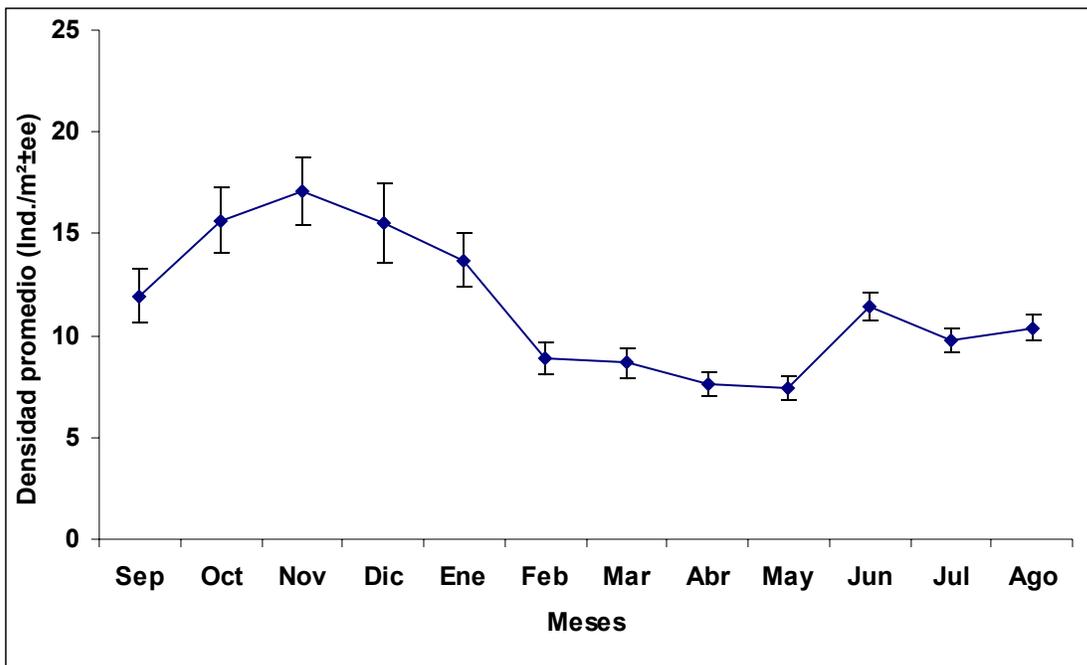


Figura 42. Variación de la densidad mensual (Ind./m²±ee) entre septiembre - diciembre del 2001 y enero -agosto del 2002, en la pradera de Isla Vergara. A) Densidad total de la pradera. B) Densidad por estado reproductivo.

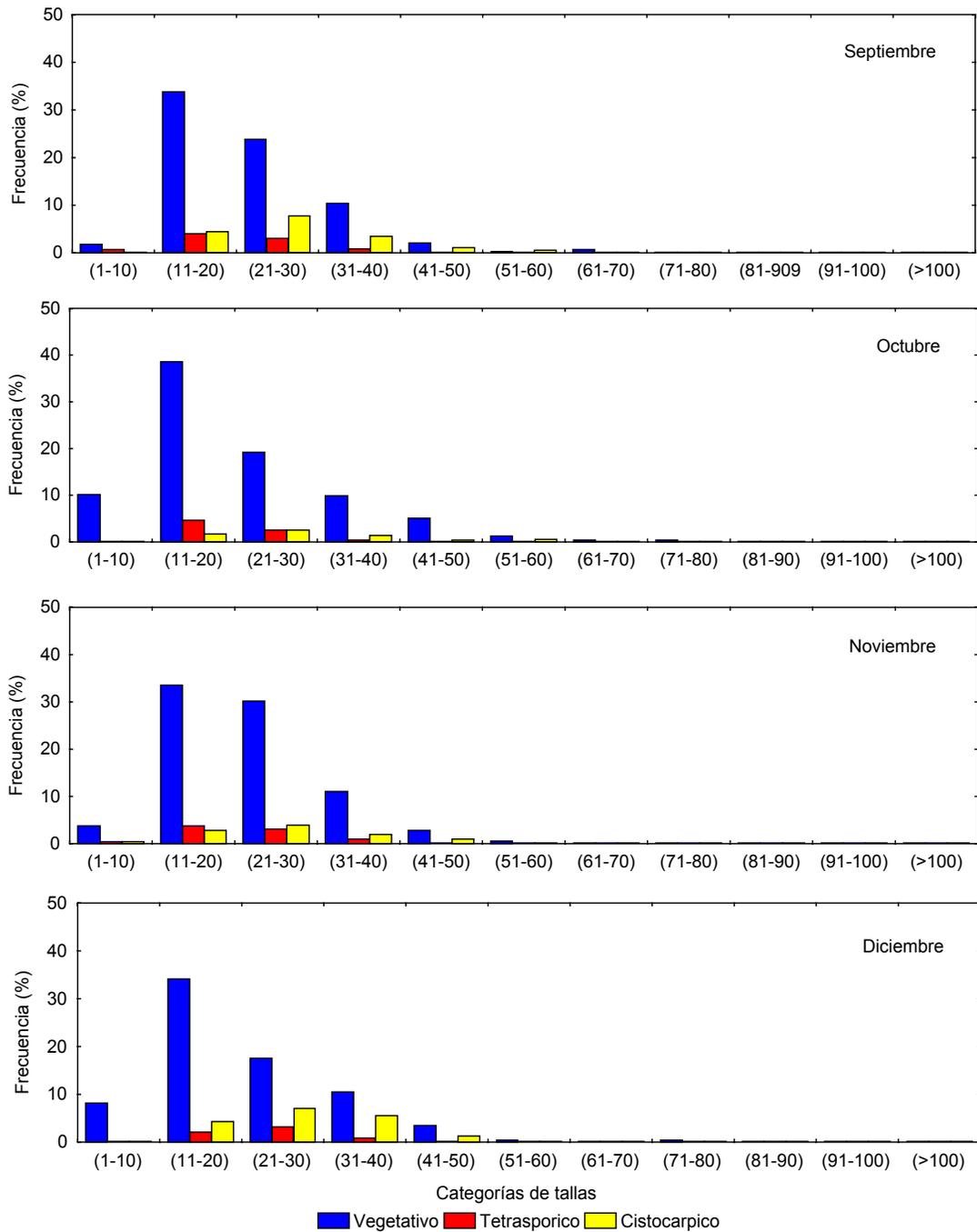


Figura 43. Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) de *skottsbergii*, provenientes de la localidad de Isla Vergara. Septiembre-Diciembre del 2001.

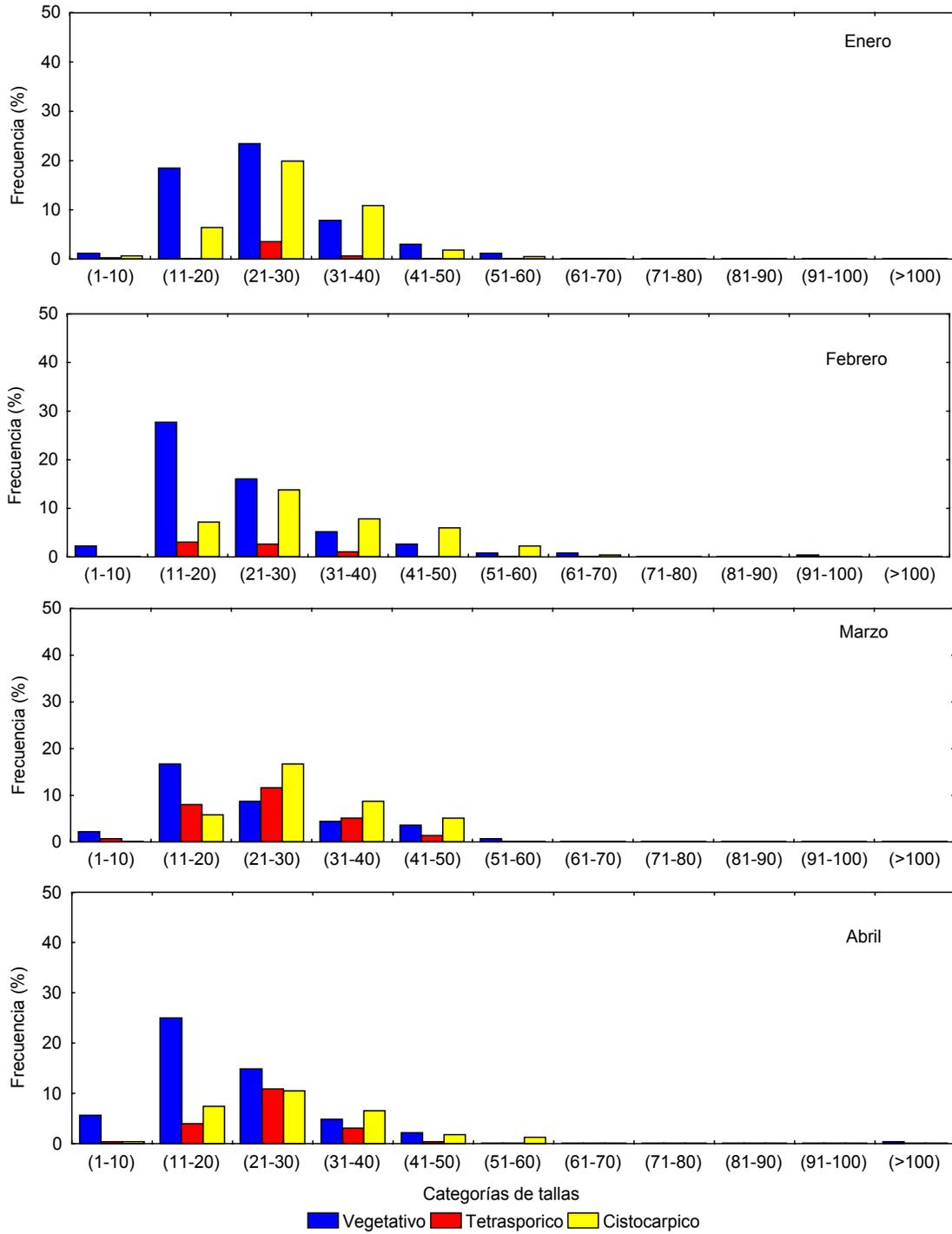


Figura 44. Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) de *skottsbergii*, provenientes de la localidad de Isla Vergara. Enero-Abril del 2002.

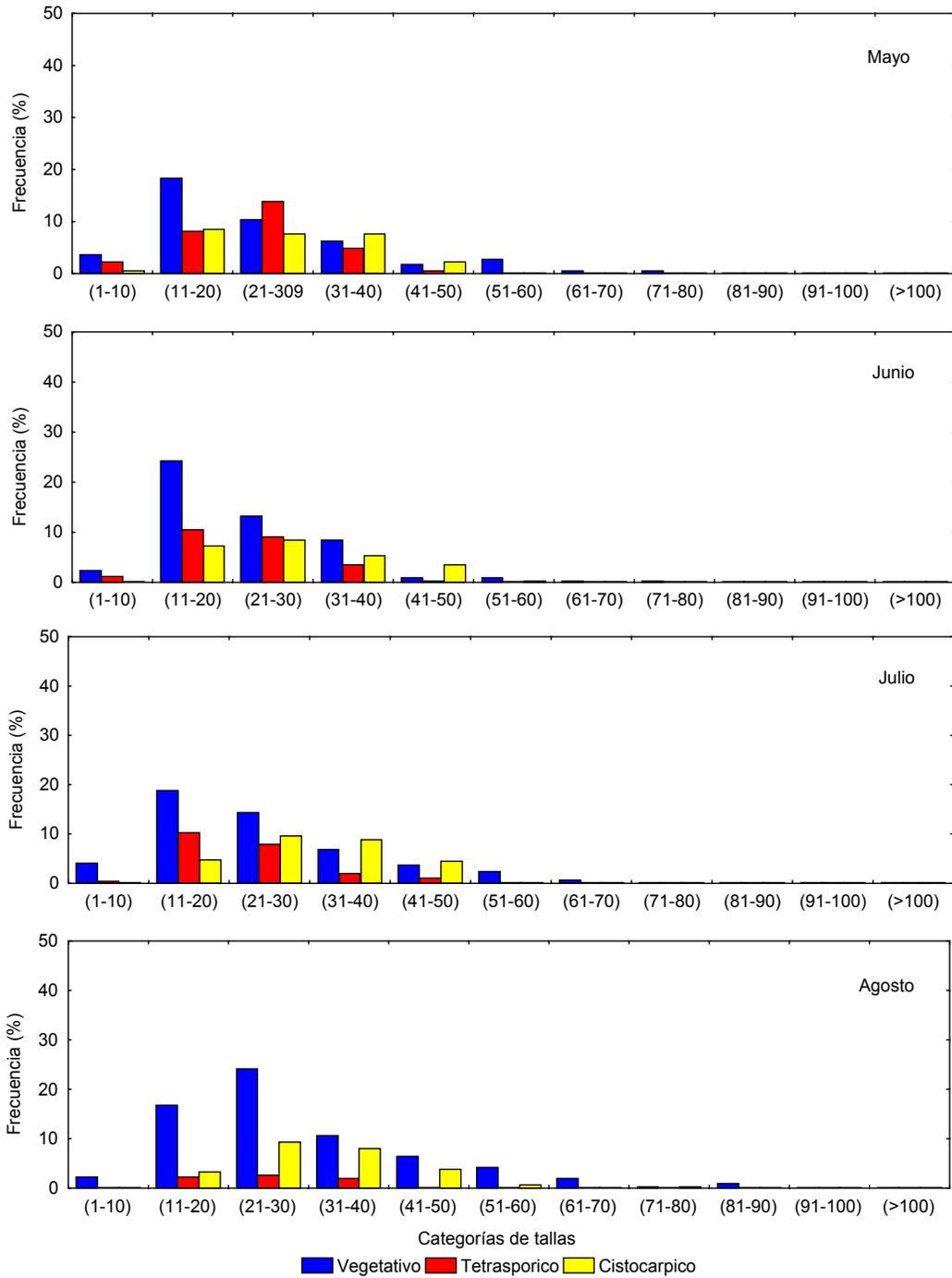


Figura 45. Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) de *skottsbergii*, provenientes de la localidad de Isla Vergara. Mayo-Agosto del 2002.

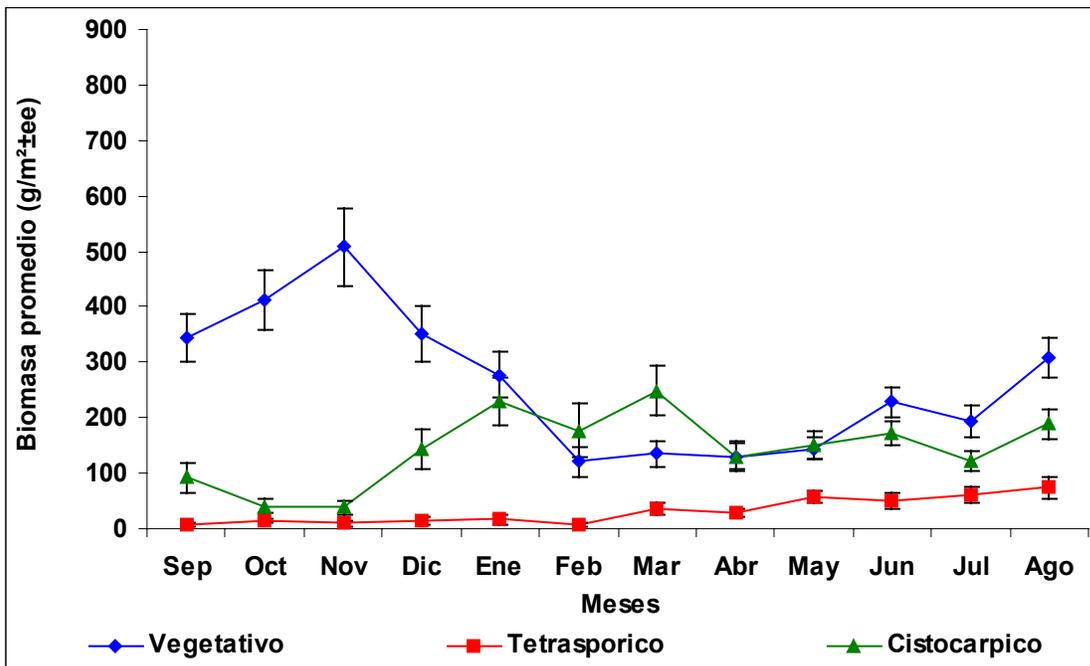
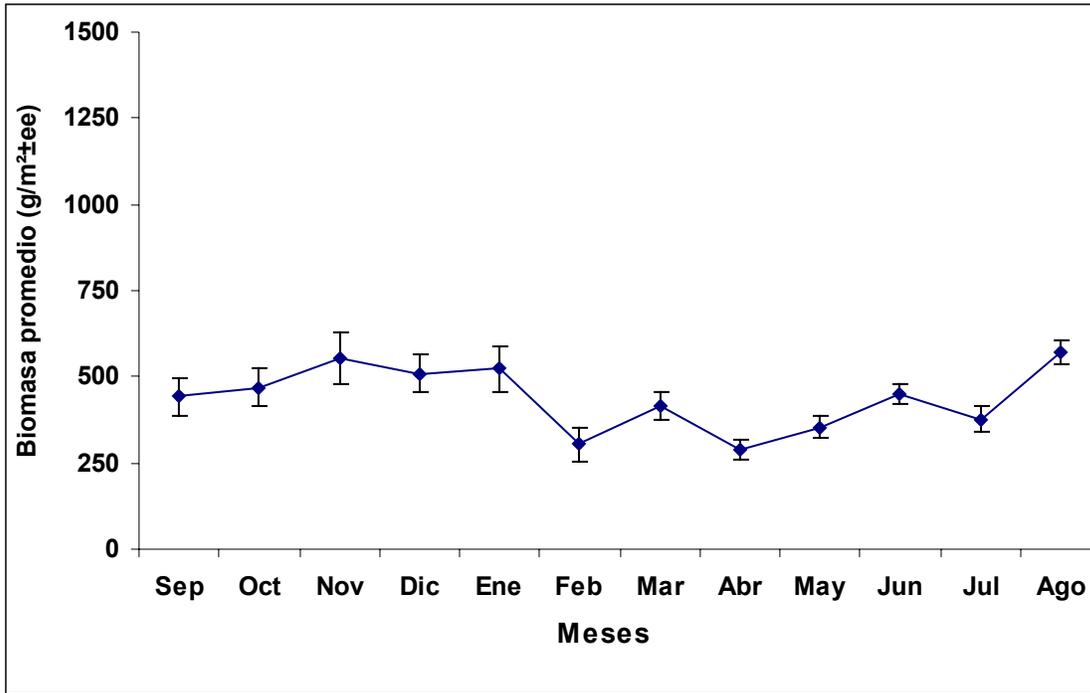


Figura 46. Variación de la biomasa mensual (g/m²±ee) entre septiembre -diciembre del 2001 y enero -agosto del 2002, en la pradera de Isla Meninea.
A) Biomasa total de la pradera. B) Biomasa por estado reproductivo.

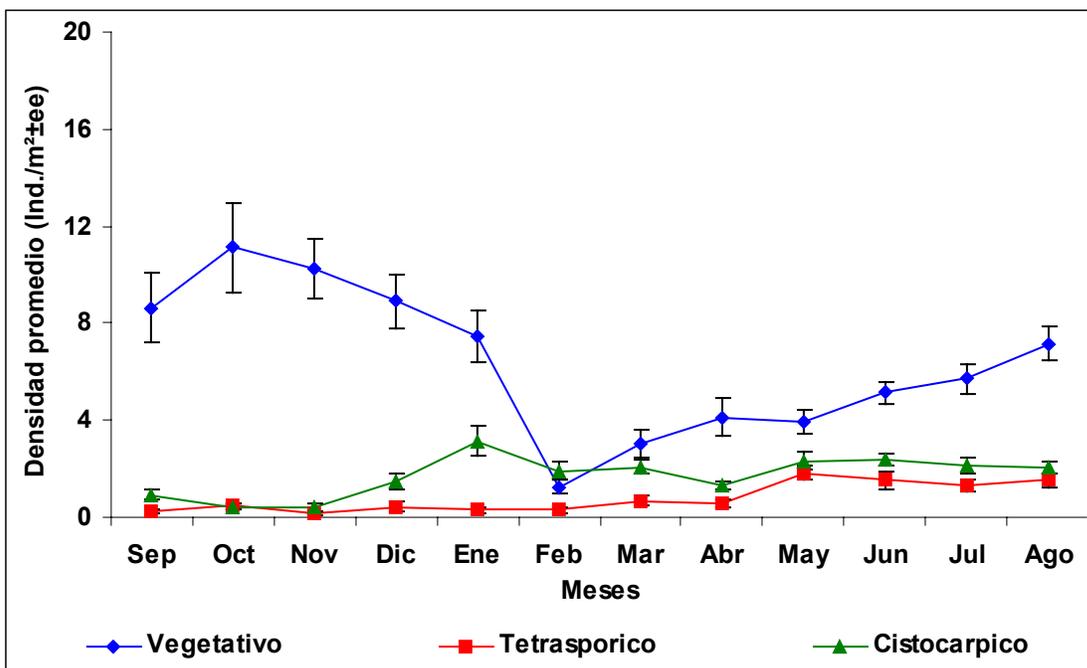
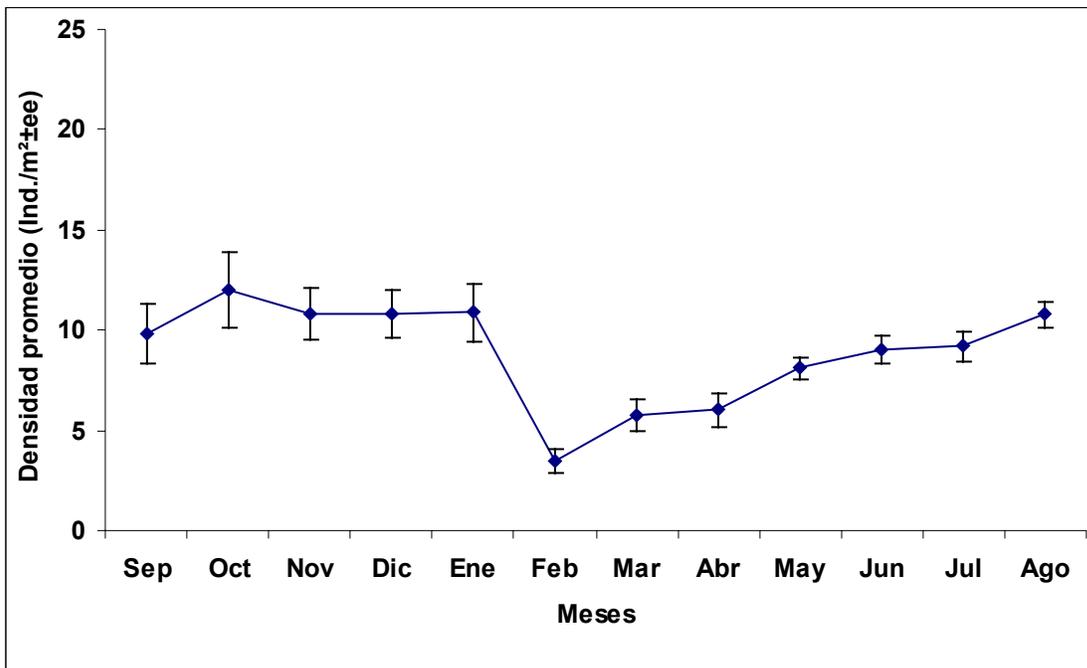


Figura 47. Variación de la densidad mensual (Ind./m²±ee) entre septiembre -noviembre del 2001 y enero - agosto del 2002, en la pradera de Isla Meninea. A) Densidad total de la pradera. B) Densidad por estado reproductivo.

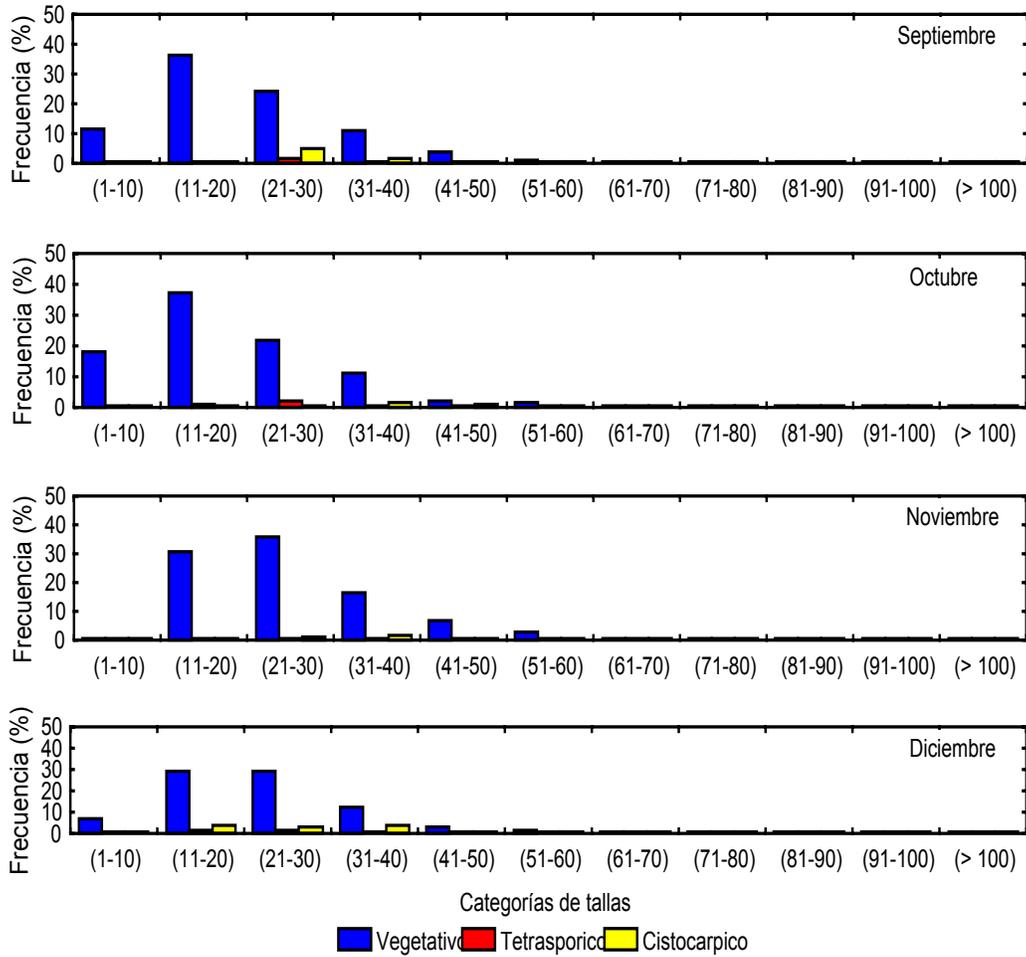


Figura 48. Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (*Skottsbergii*) provenientes de la localidad de Isla Meninea. Septiembre-Diciembre del 2001.

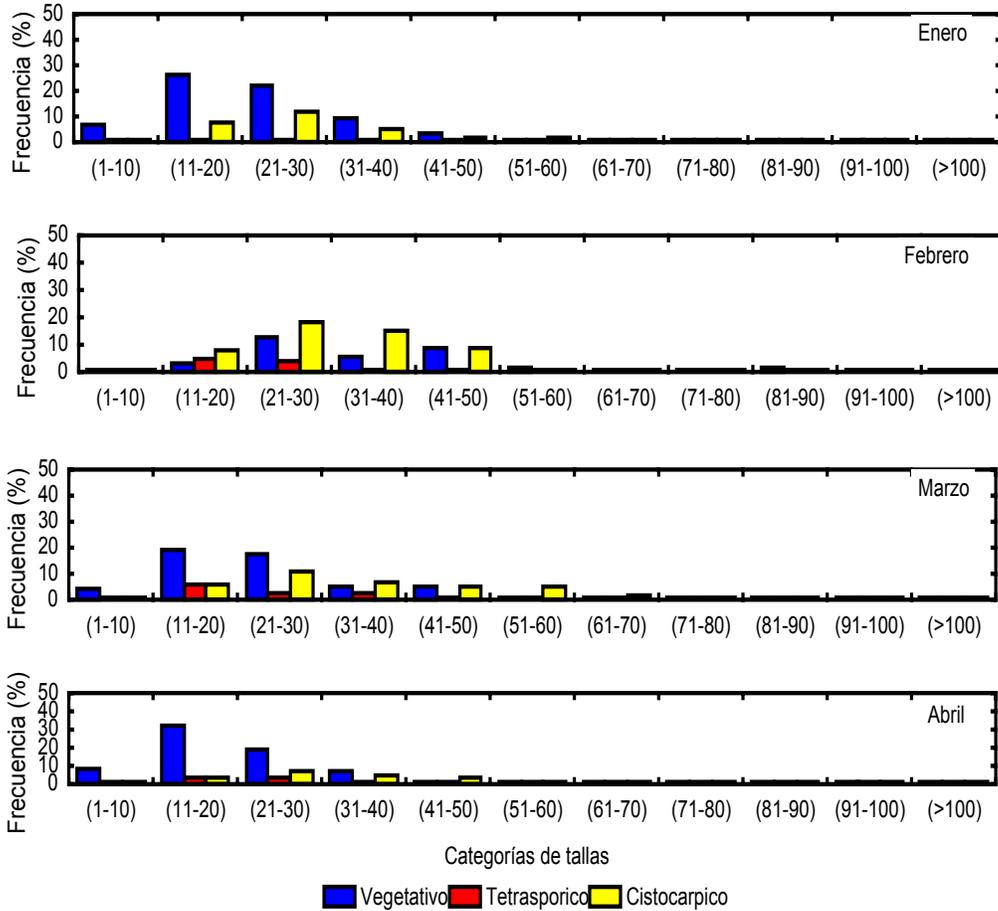


Figura 49. Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) en *G. skottsbergii*, provenientes de la localidad de Isla Meninea. Enero-Abril del 2002.

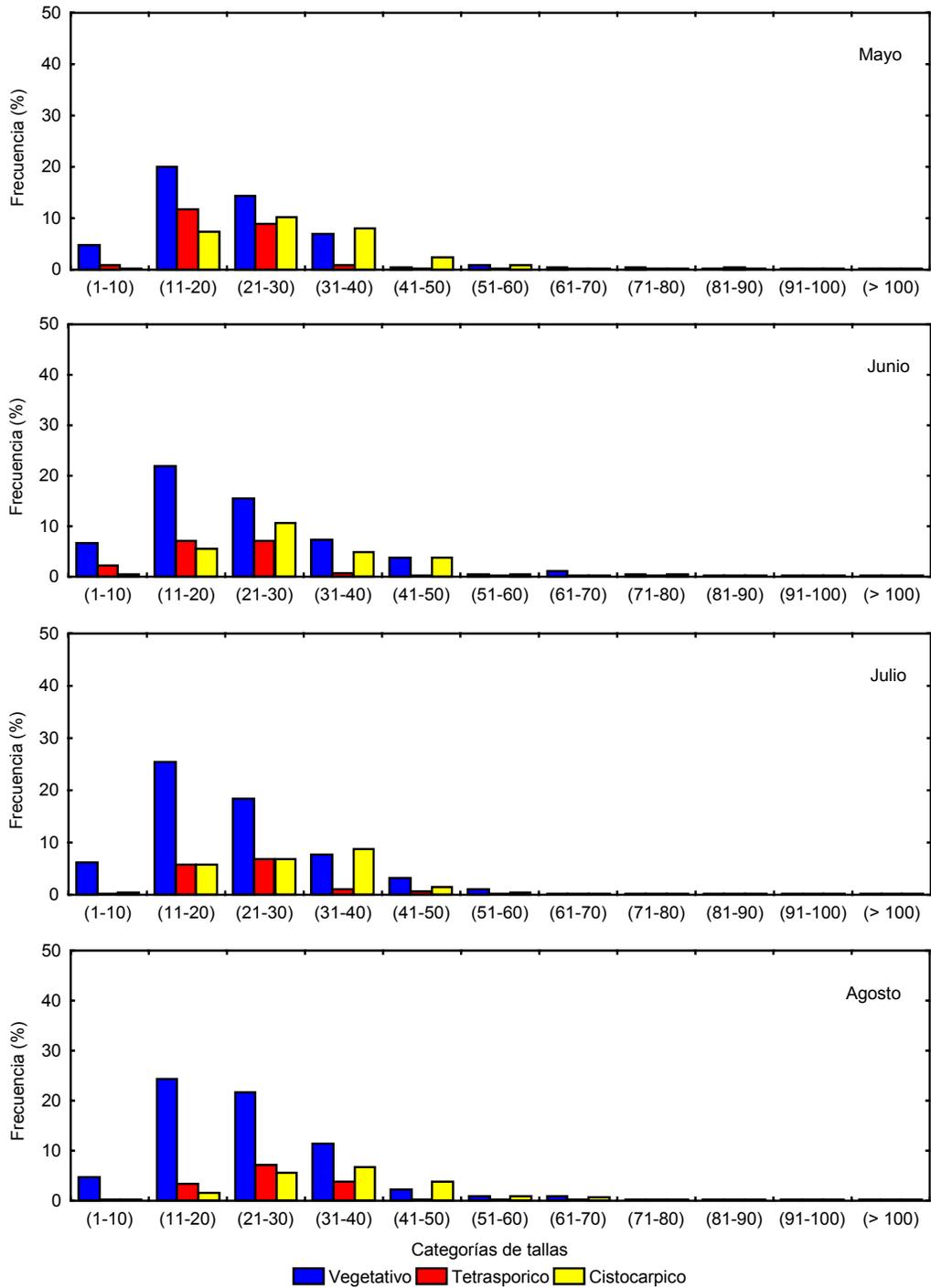


Figura 50. Distribución de la frecuencia (%) por categorías de tallas (cm) en *G. skottsbergii* provenientes de la localidad de Isla Meninea. Mayo-Agosto del 2002.

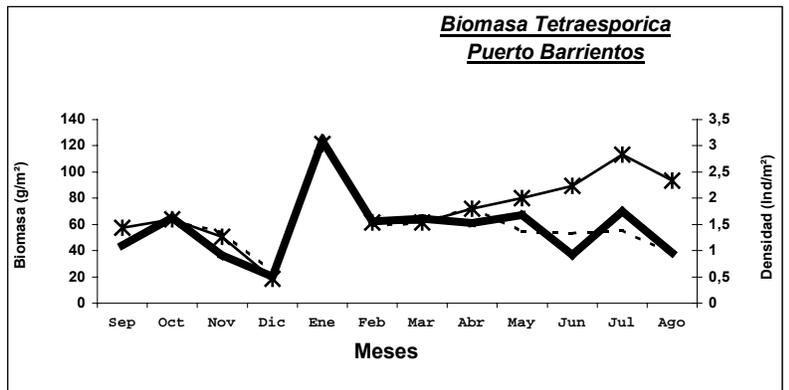
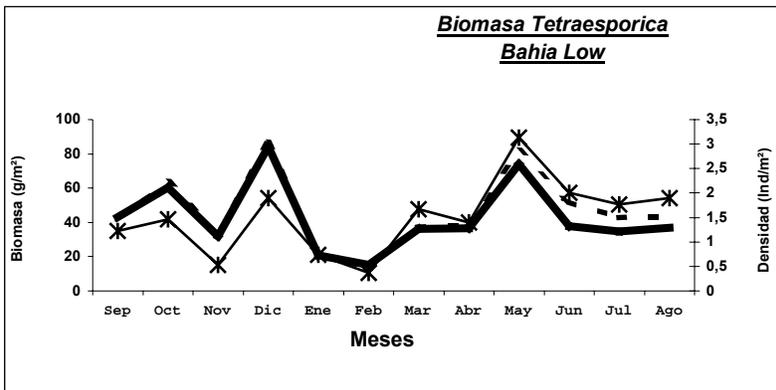
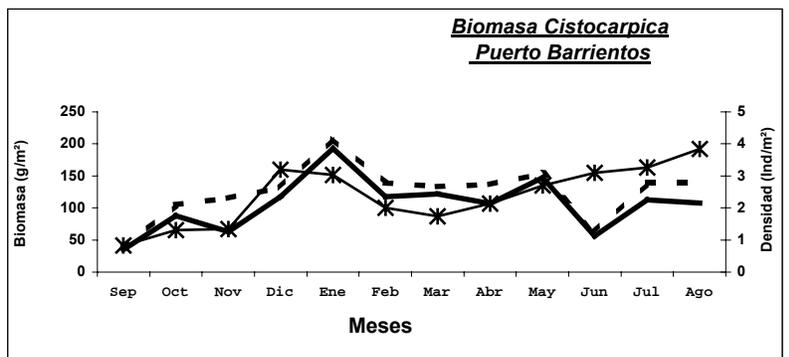
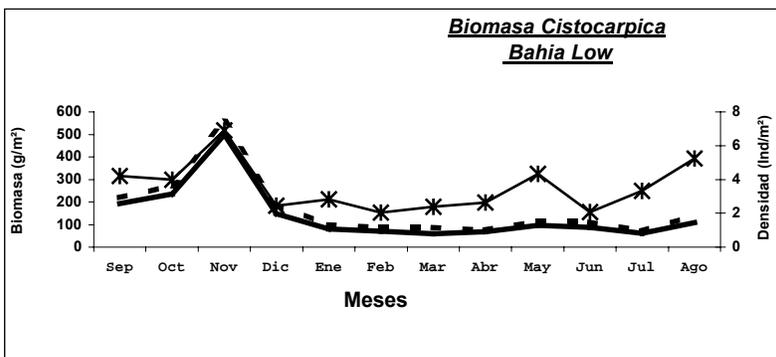
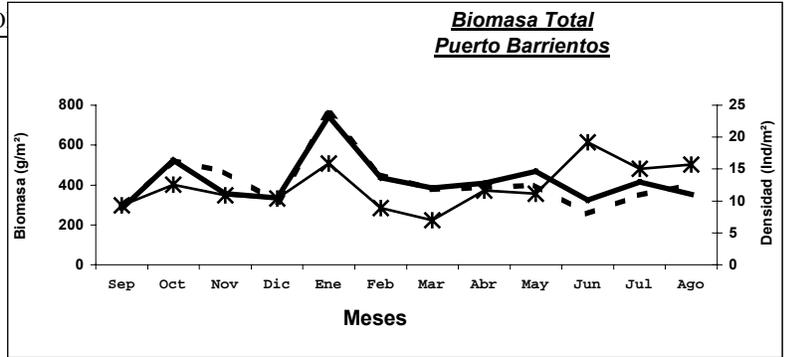
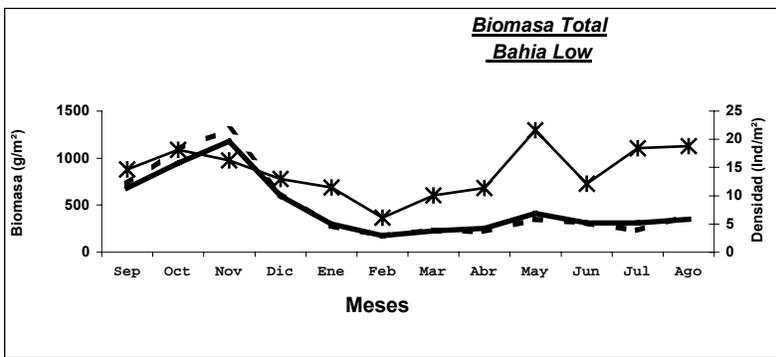
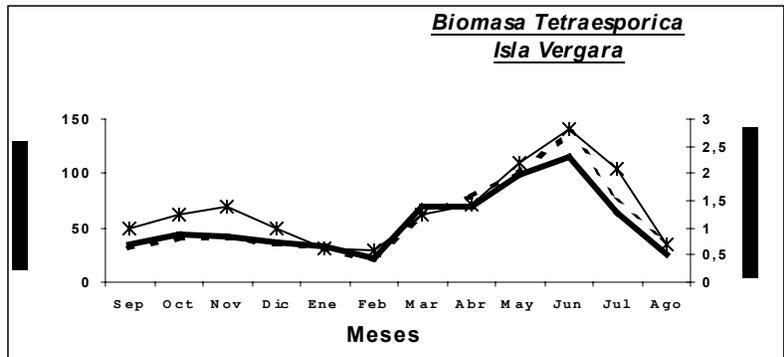
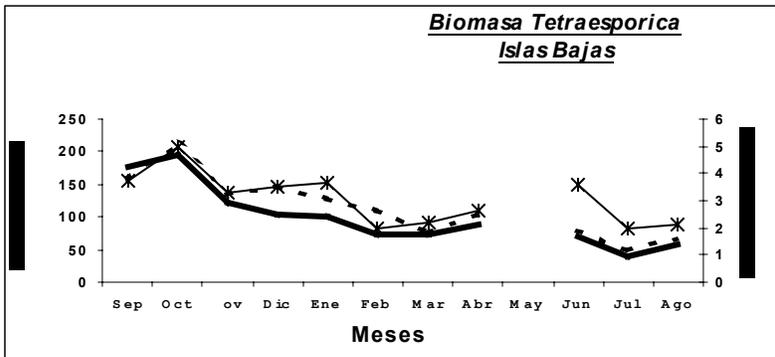
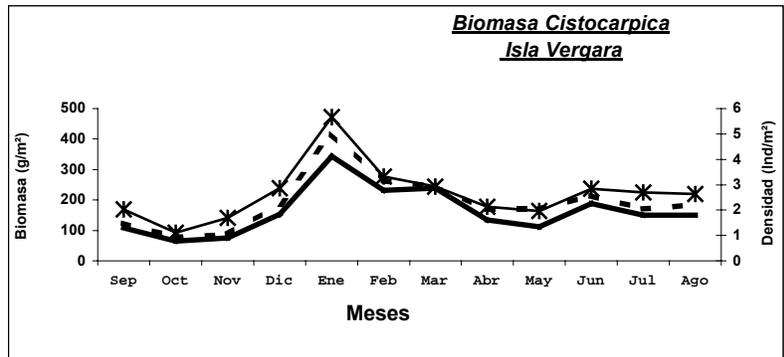
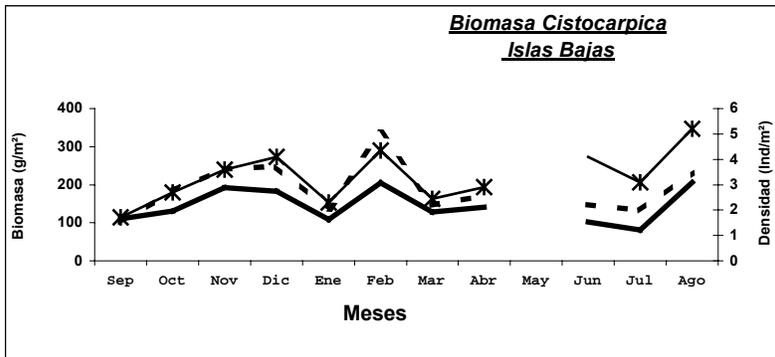
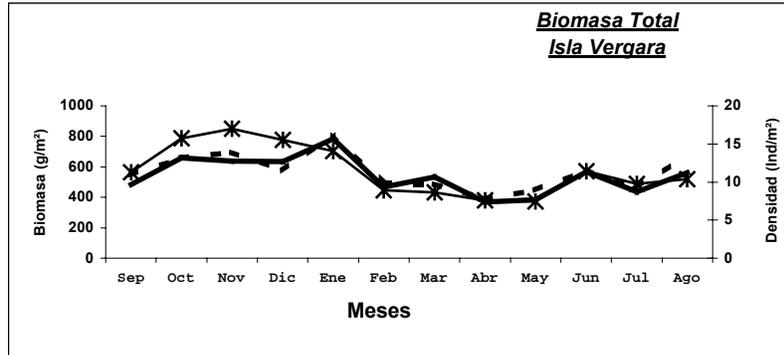
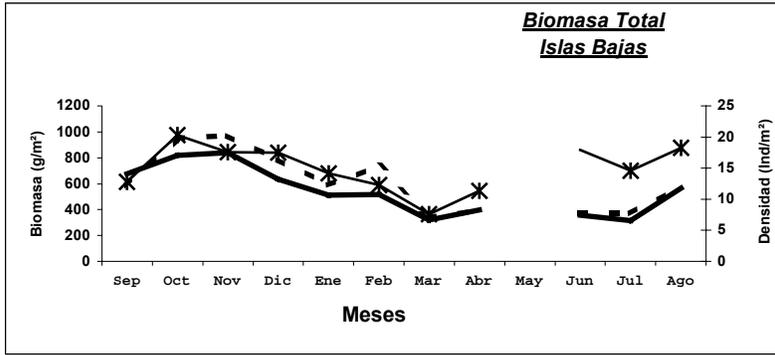


Figura 51a. Variación mensual en biomasa y densidad observada de las praderas de luga roja de Bahía Low, y Puerto Barrientos y su ajuste en biomasa estimada.



— B Ajustada - - - B Observada * — Densidad

— B Ajustada - - - B Observada * — Densidad

Figura 51b. Variación mensual en biomasa y densidad observada de las praderas de luga roja de Islas Bajas e Isla Vergara, y su ajuste en biomasa estimada

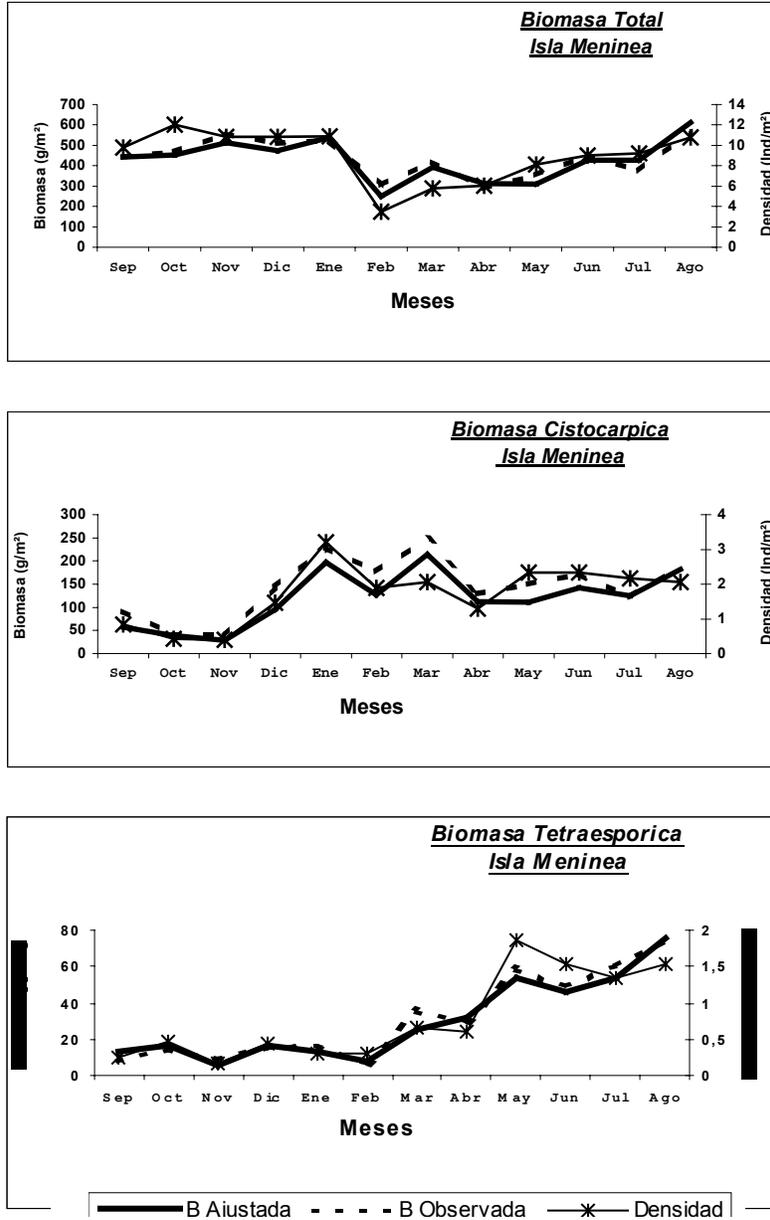


Figura 51c. Variación mensual en biomasa y densidad observada de la pradera de luga roja de Isla Meninea, y su ajuste en biomasa estimada.

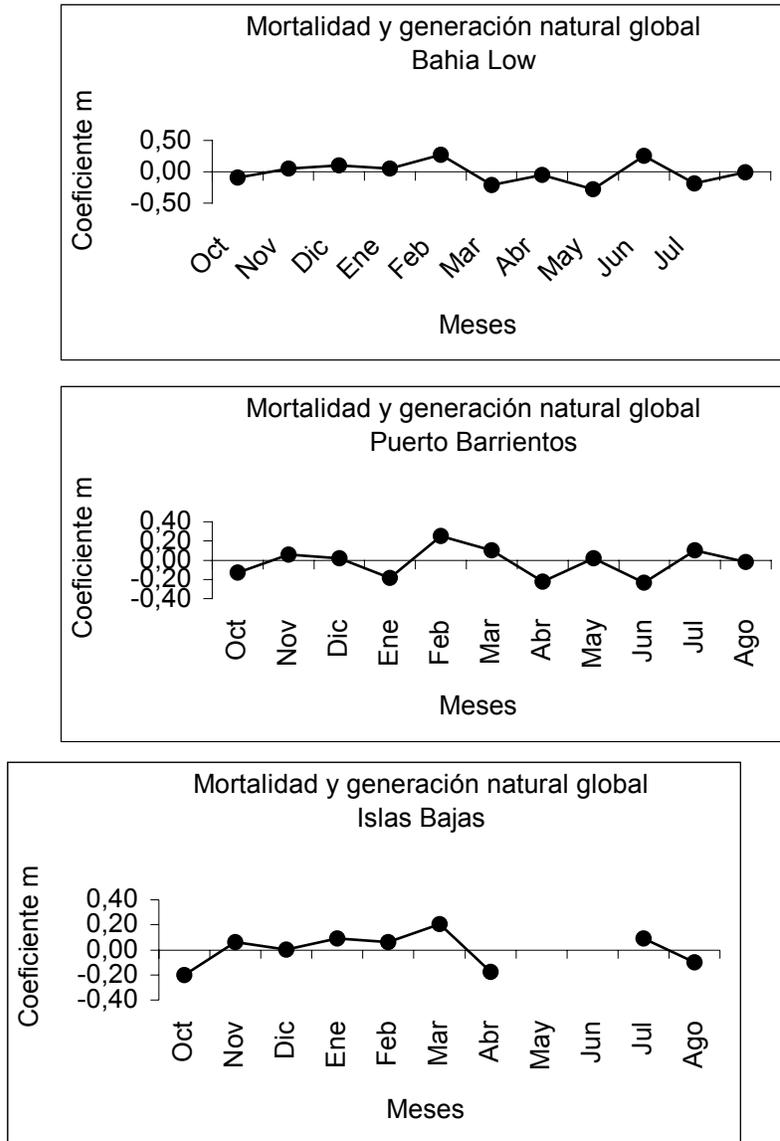


Figura 52. Tasa de cambio mensual en densidad global. Mortalidad, generación de frondas para las praderas en estudio

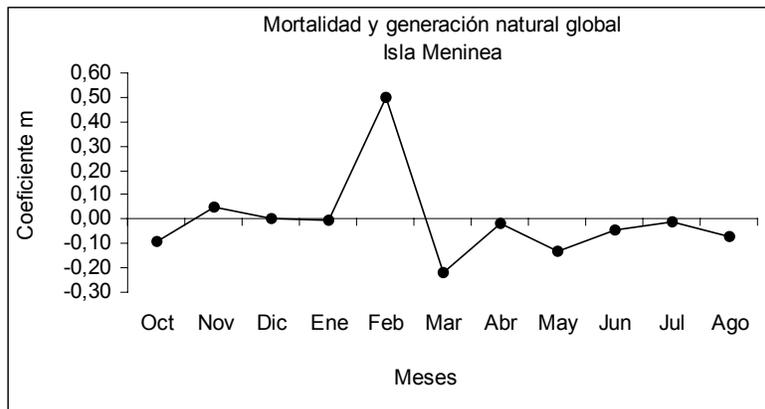
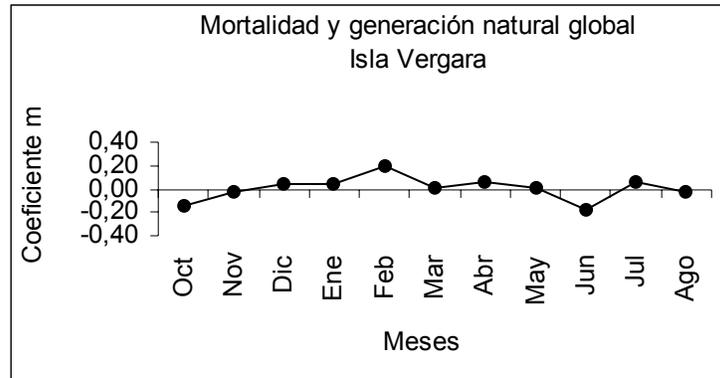


Figura 52. Tasa de cambio mensual en densidad global. Mortalidad, generación de frondas para las praderas en estudio.

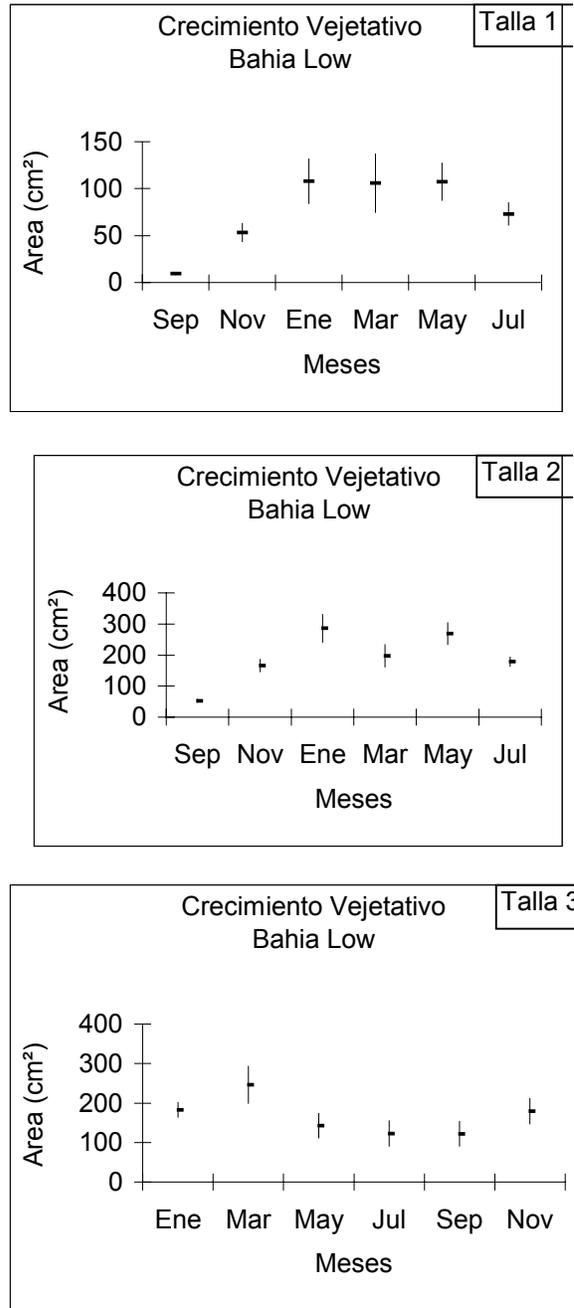


Figura 53 a. Crecimiento de frondas vegetativas de luga roja por rango de tallas, para las praderas Bahia Low, Puerto Barrientos e islas Bajas.

Talla 1 = 2-5cm; Talla 2 = 5-10cm; Talla 3 = 10-15cm

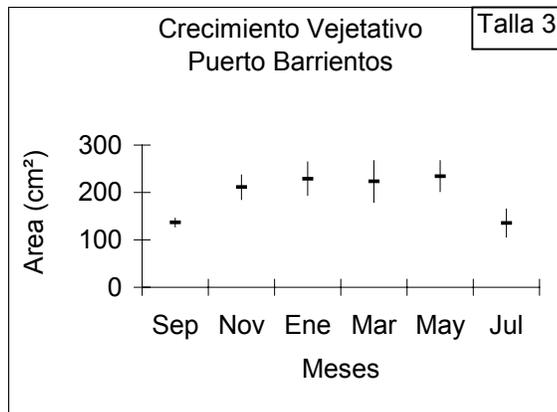
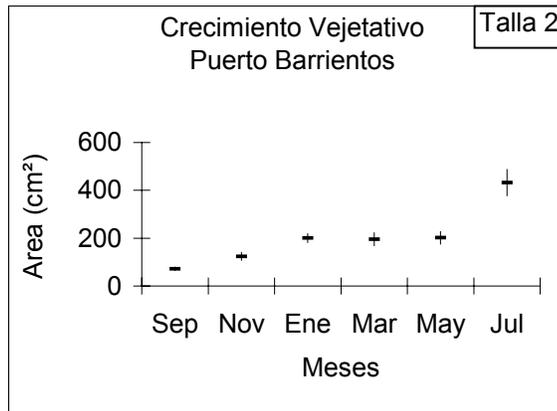
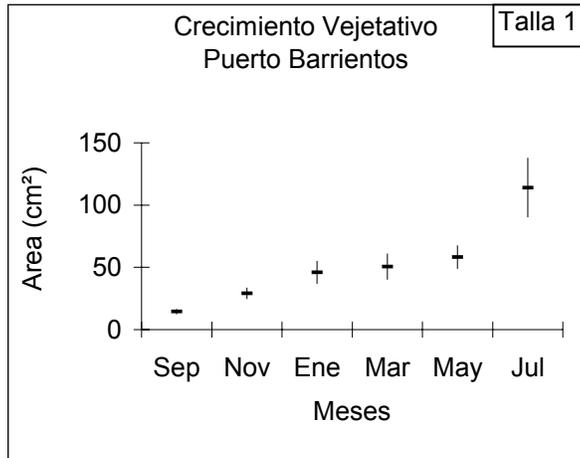


Figura 53 a. Crecimiento de frondas vegetativas de luga roja por rango de tallas, para las praderas Bahía Low, Puerto Barrientos e islas Bajas.

Talla 1 = 2-5cm; Talla 2 = 5-10cm; Talla 3 = 10-15cm

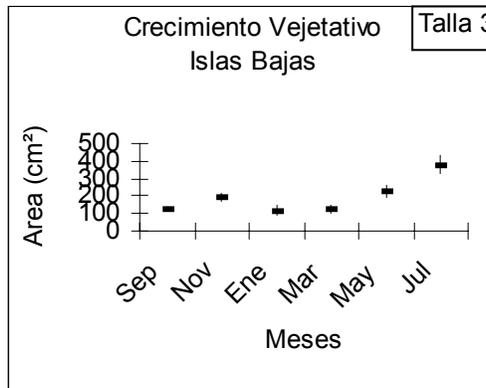
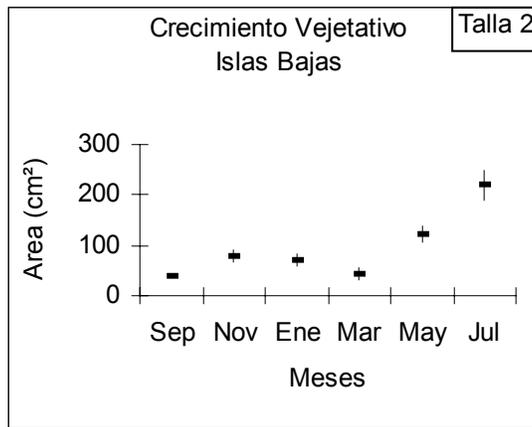
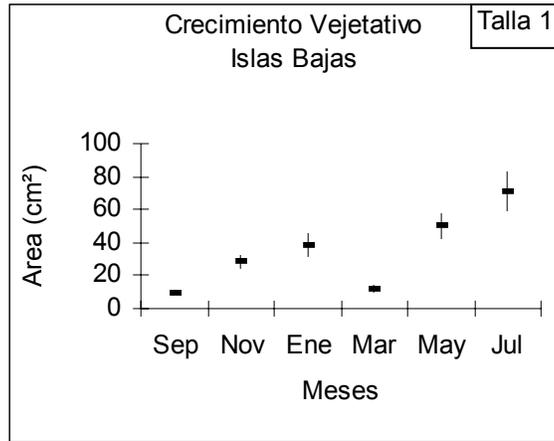


Figura 53 a. Crecimiento de frondas vegetativas de luga roja por rango de tallas, para las praderas Bahía Low, Puerto Barrientos e Islas Bajas.

Talla 1 = 2-5cm; Talla 2 = 5-10cm; Talla 3 = 10-15cm

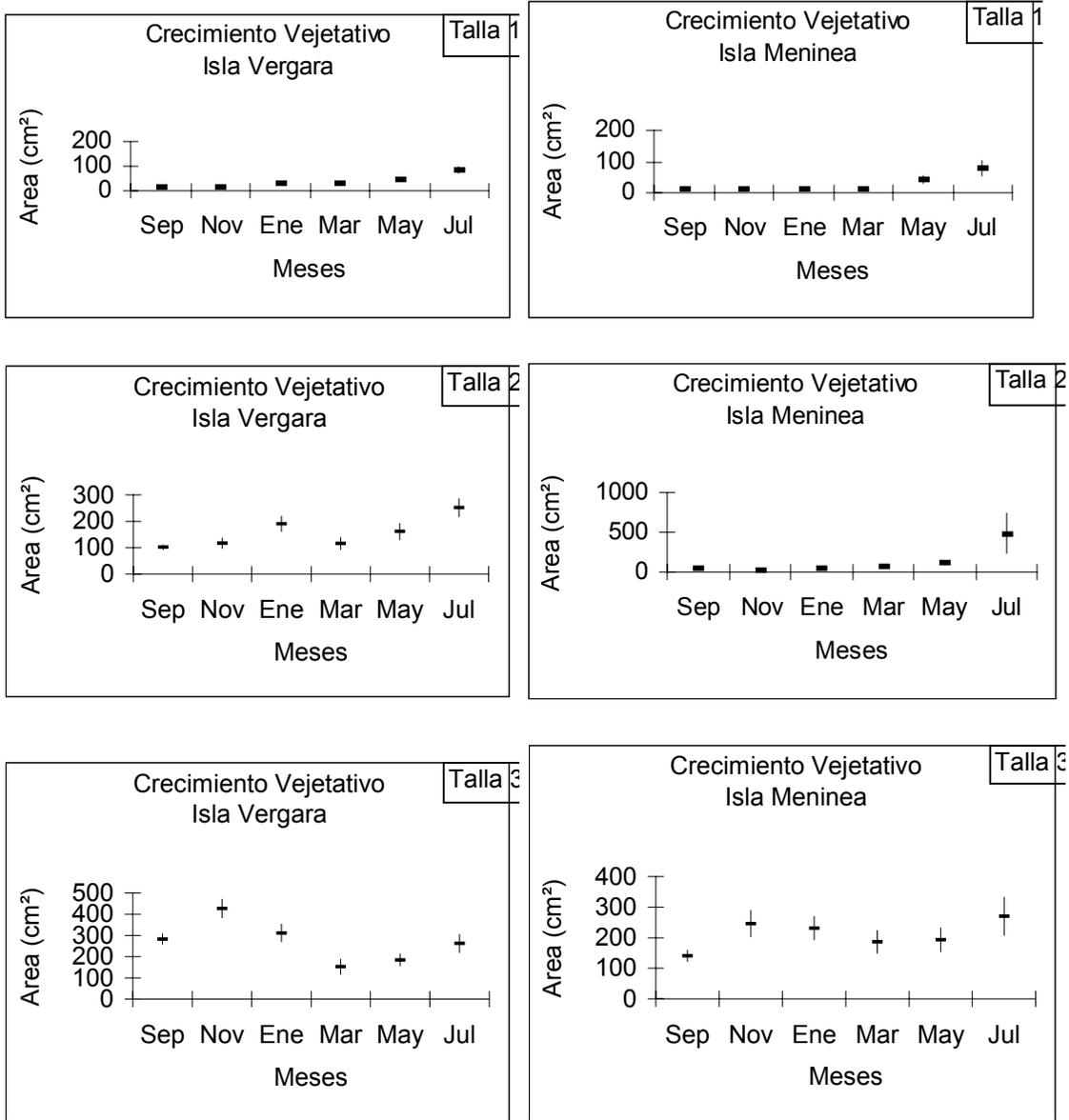


Figura 53 b. Crecimiento de frondas vegetativas de luga roja por rango de tallas, para las praderas Isla Vergara y Isla Meninea.

Talla 1 = 2-5cm; Talla 2 = 5-10cm; Talla 3 = 10-15cm



Tasa de Crecimiento en área (ka)
Isla Meninea

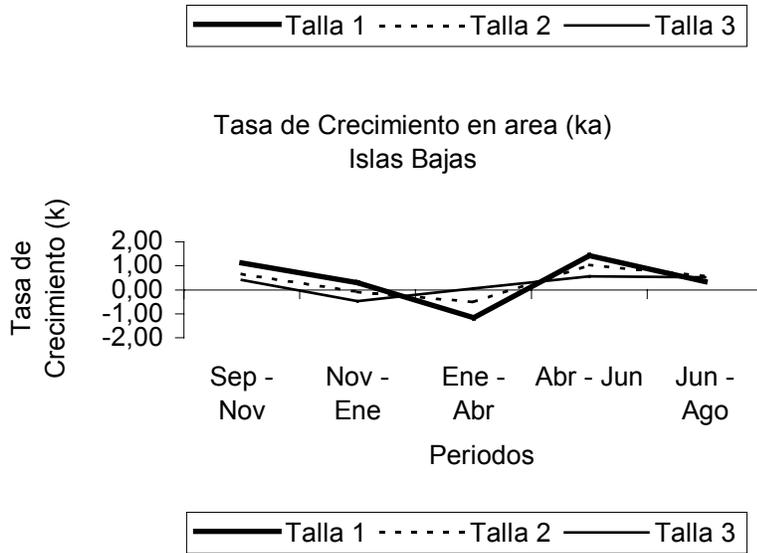
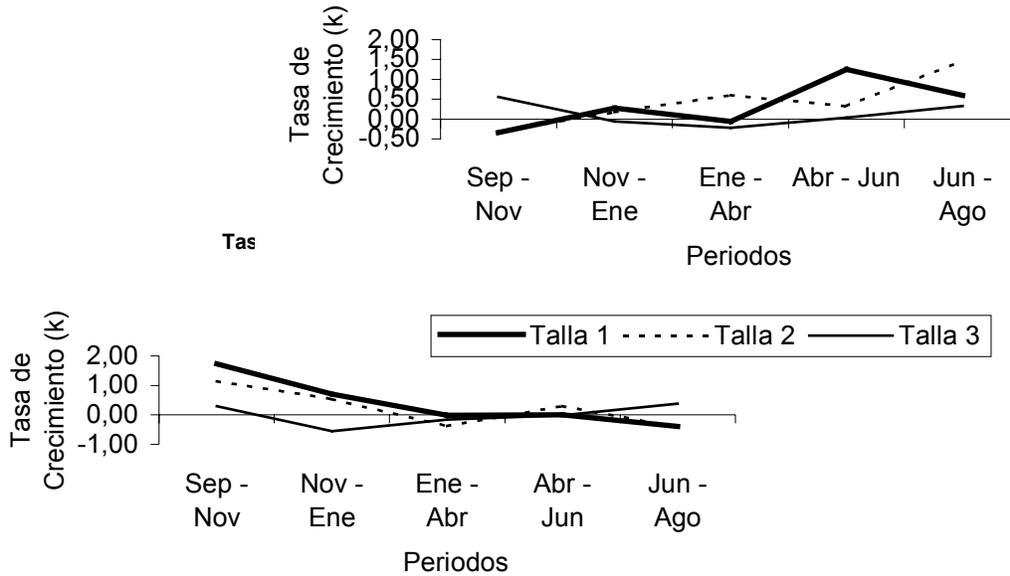


Figura 54 a. Tasa de crecimiento en área por rango de área, para las praderas de luga roja en estudio.
Talla 1 = 2-5cm; Talla 2 = 5-10cm; Talla 3 = 10-15cm

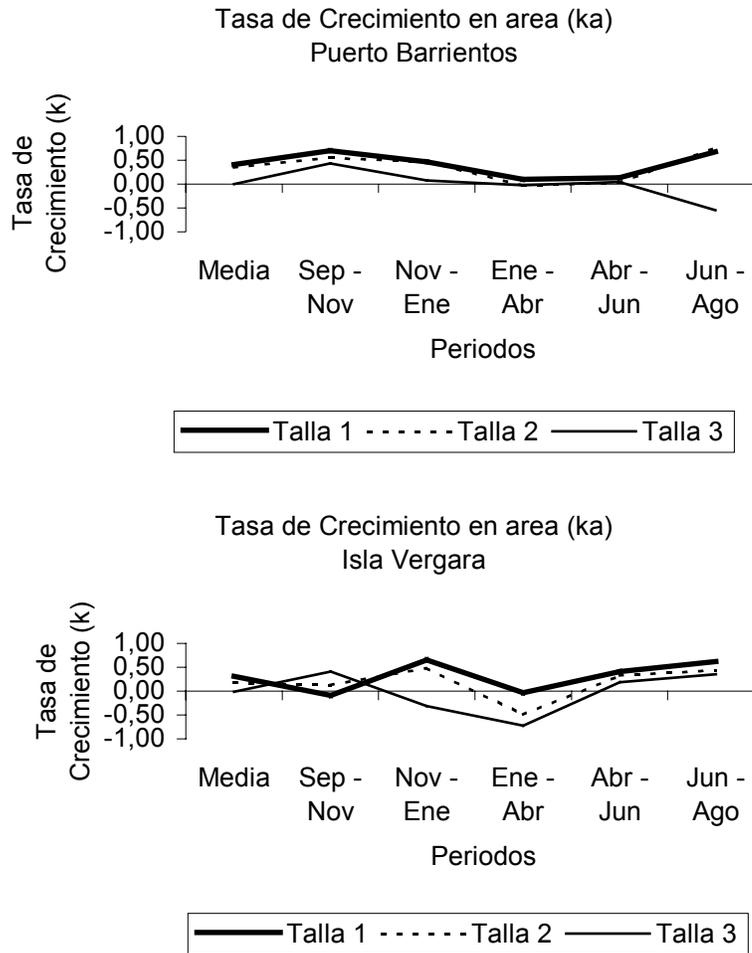


Figura 54 a. Tasa de crecimiento en área por rango de área, para las praderas de luga roja en estudio.

Talla 1 = 2-5cm; Talla 2 = 5-10cm; Talla 3 = 10-15cm

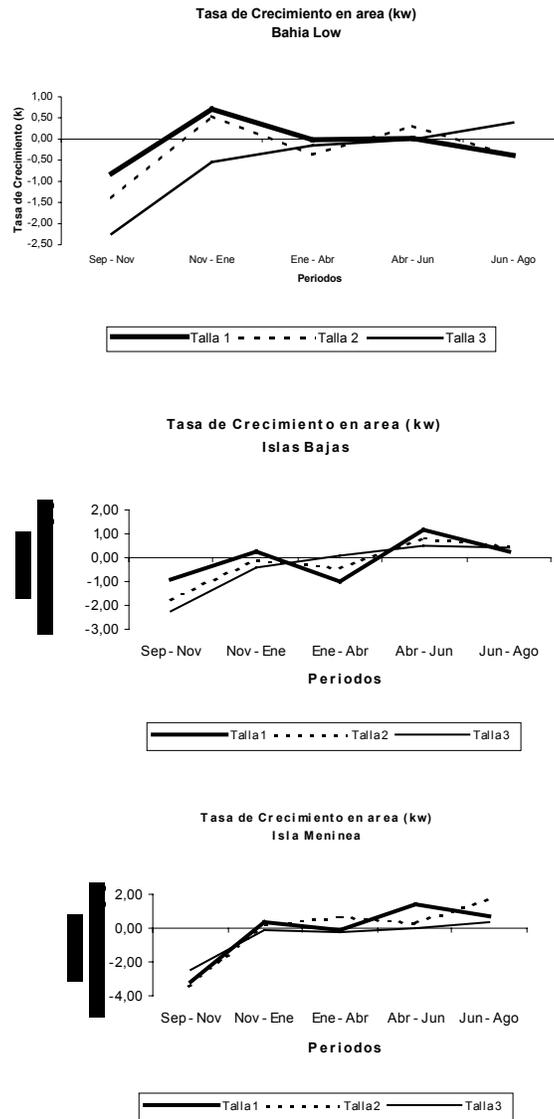


Figura 54b. Tasa de crecimiento en peso por rango de área, para las praderas de luga roja en estudio.

Talla 1 = 2-5cm; Talla 2 = 5-10cm; Talla 3 = 10-15cm

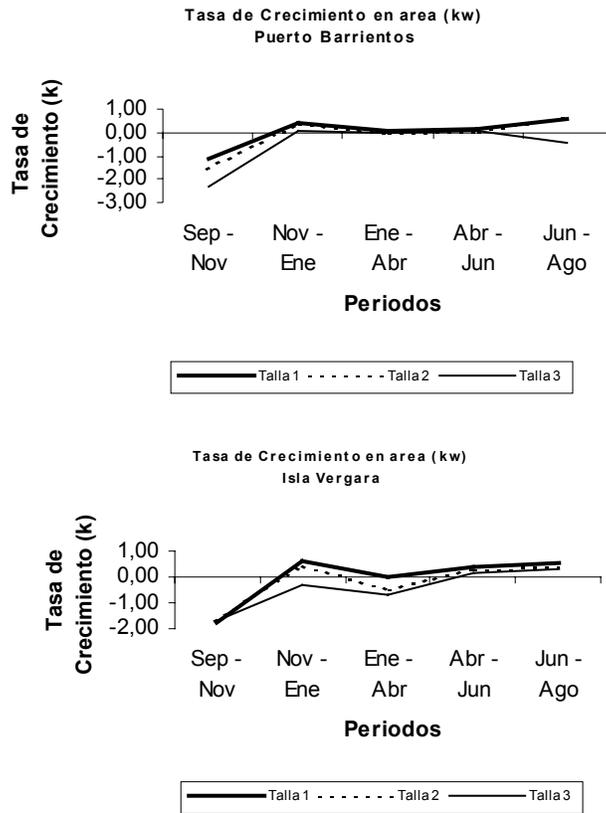


Figura 54b. Tasa de crecimiento en peso por rango de área, para las praderas de luga roja en estudio.

Talla 1 = 2-5cm; Talla 2 = 5-10cm; Talla 3 = 10-15cm

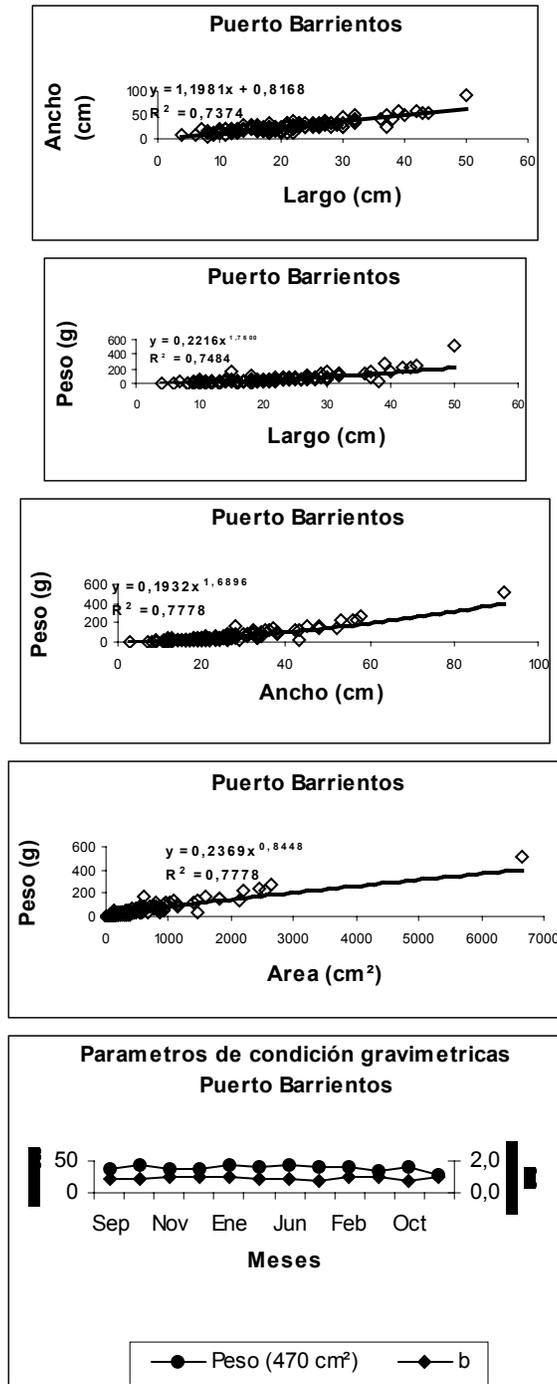


Figura 55 a. Relaciones morfogravimétricas para la pradera de luga roja de Puerto Barrientos

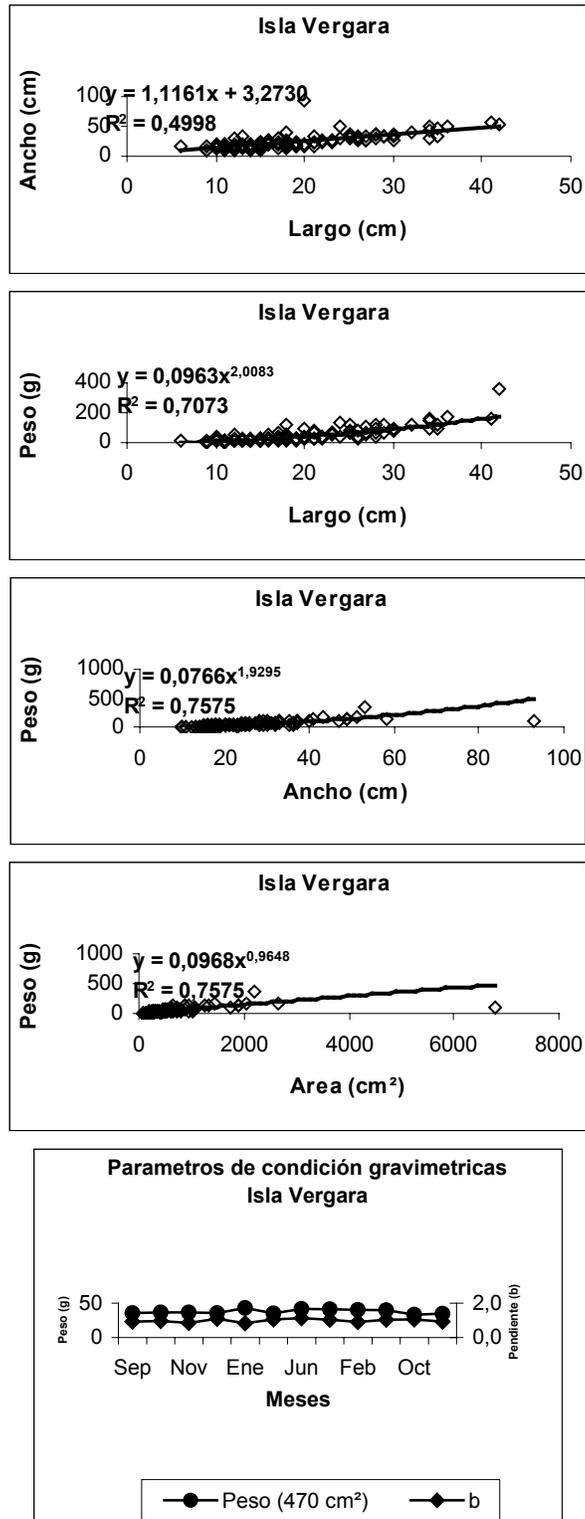


Figura 55 b. Relaciones morfogravimétricas para la pradera de luga roja de Isla Vergara

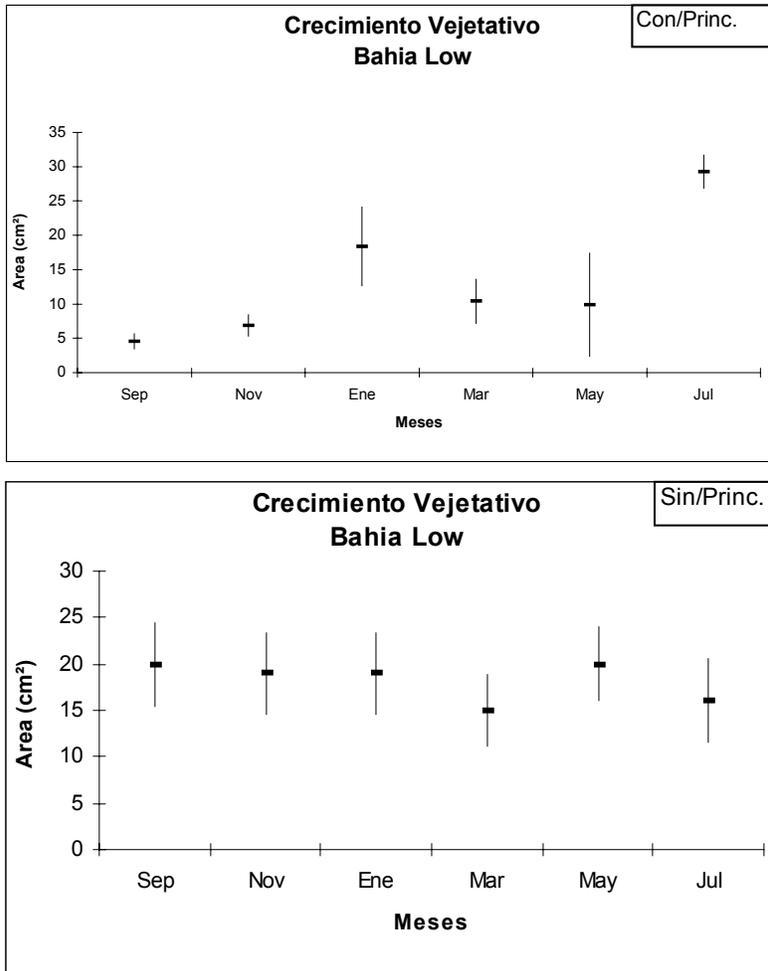


Figura 56a. Crecimiento de frondas secundarias con y sin fronda principal, para las praderas de luga roja en estudio.

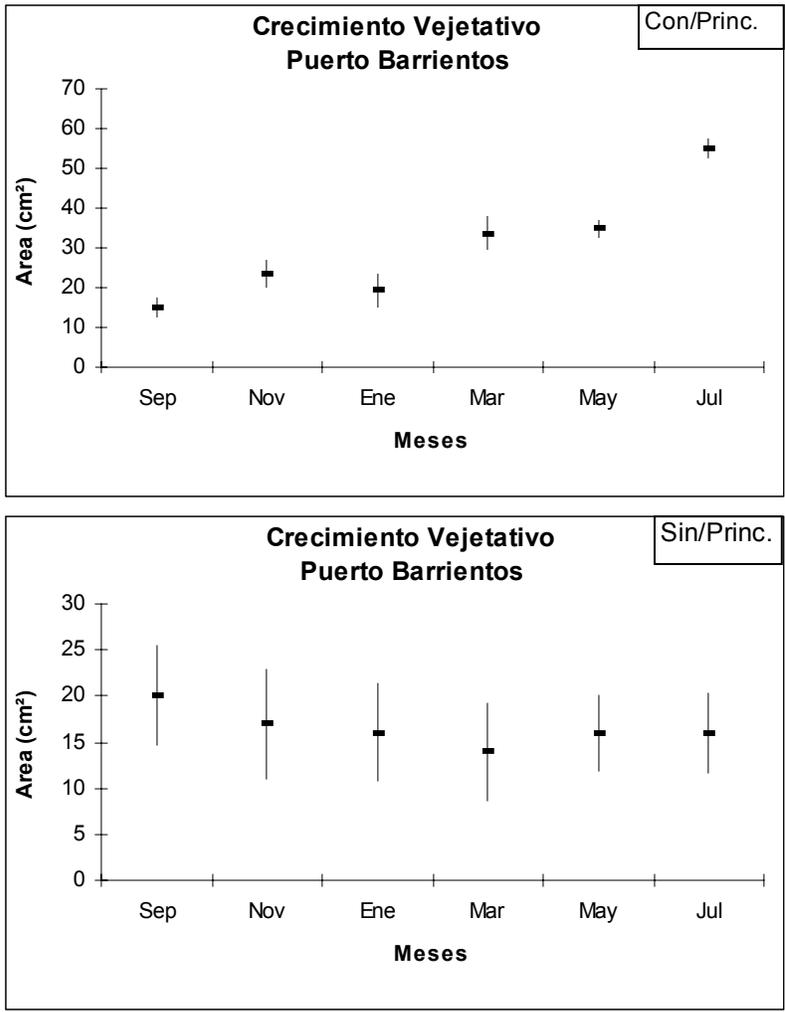


Figura 56a. Crecimiento de frondas secundarias con y sin fronda principal, para las praderas de luga roja en estudio.

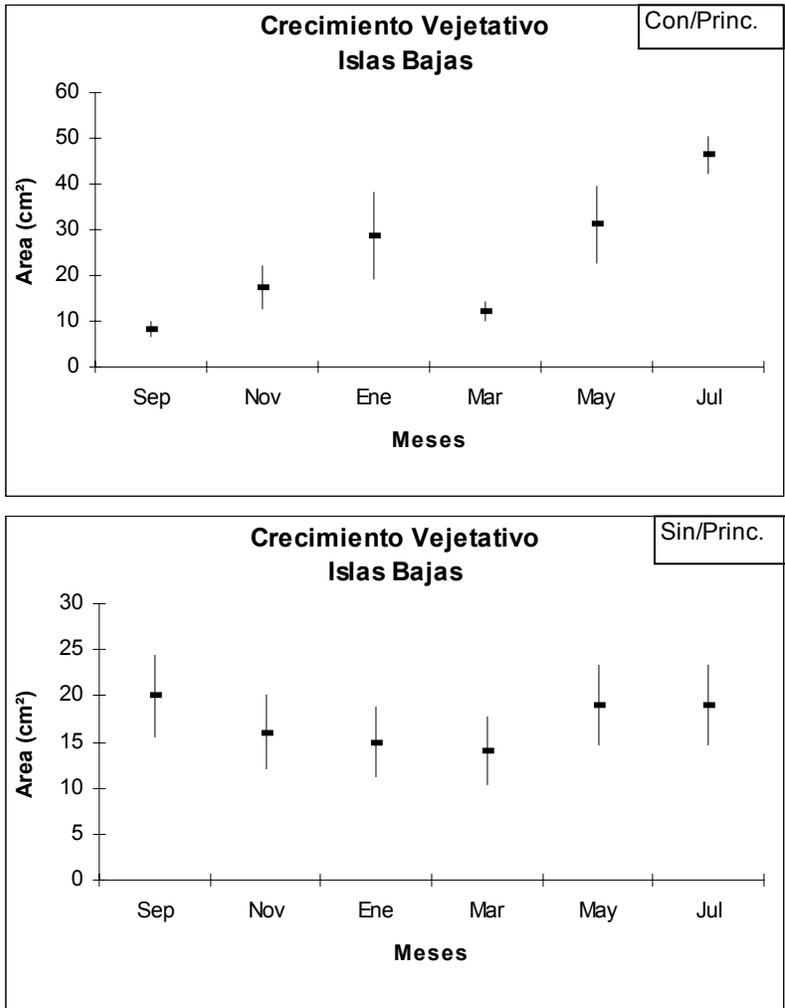


Figura 56a. Crecimiento de frondas secundarias con y sin fronda principal, para las praderas de luga roja en estudio.

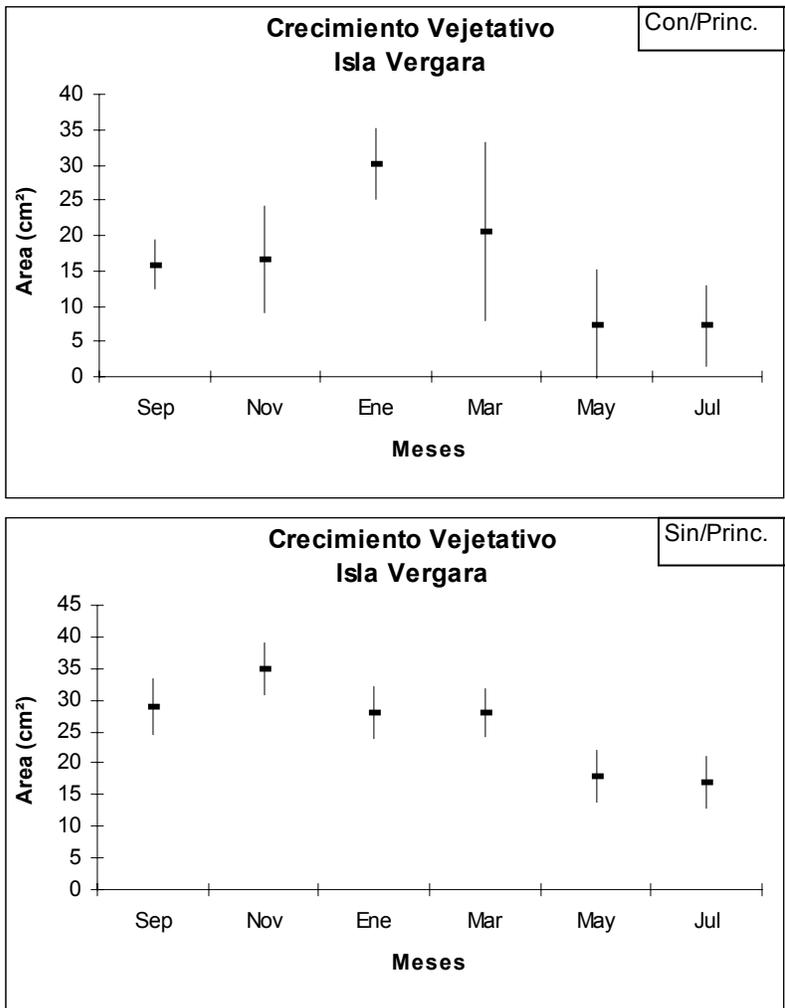


Figura 56a. Crecimiento de frondas secundarias con y sin fronda principal, para las praderas de luga roja en estudio.

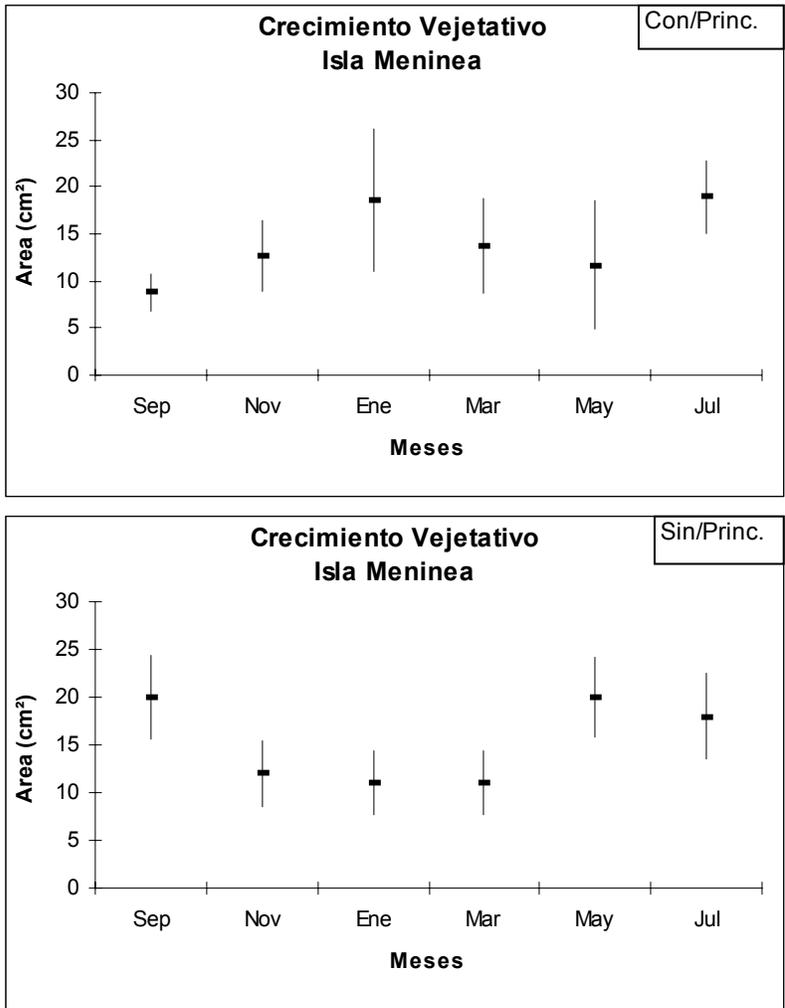


Figura 56a. Crecimiento de frondas secundarias con y sin fronda principal, para las praderas de luga roja en estudio.

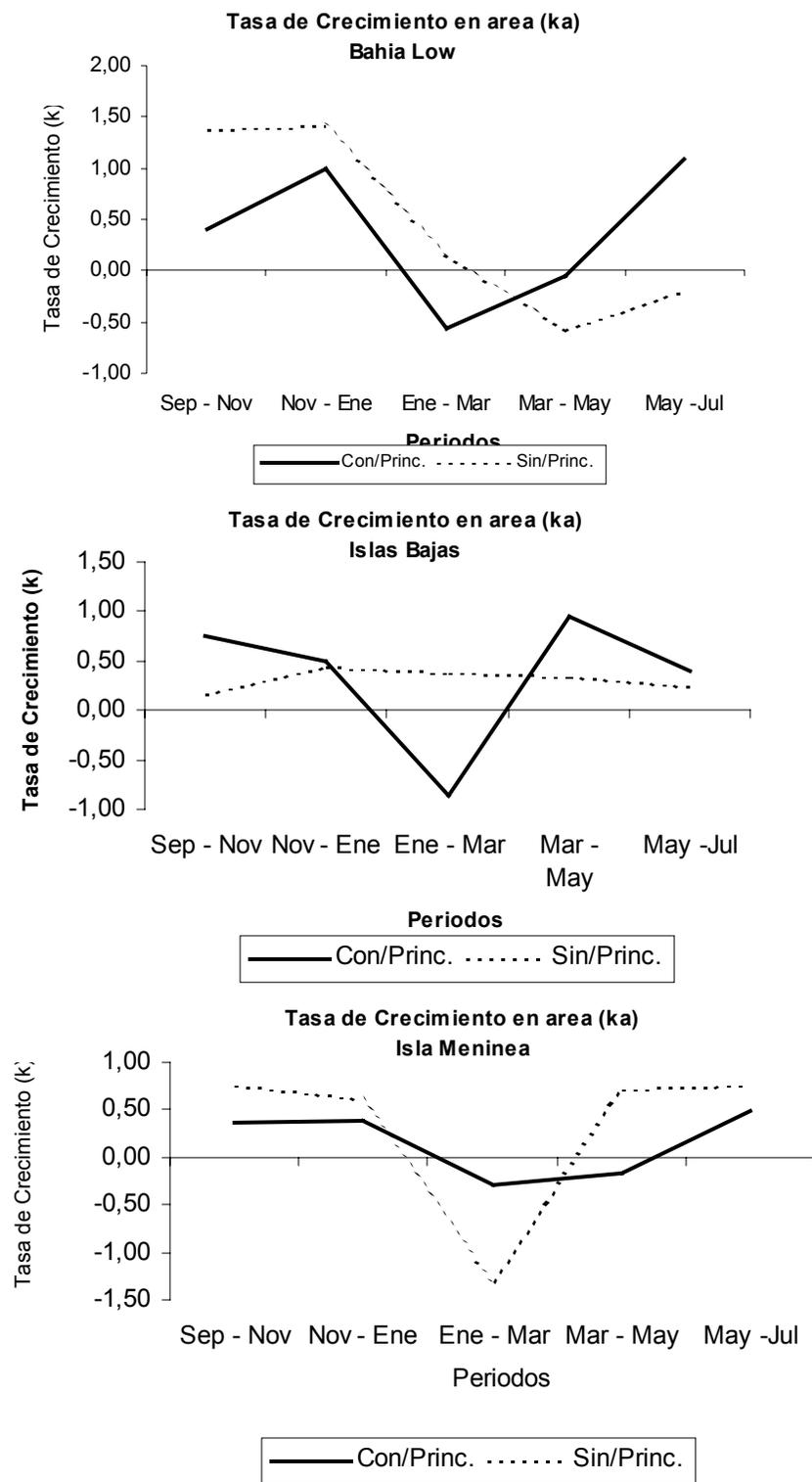


Figura 56b. Tasa de Crecimiento de frondas secundarias con y sin fronda principal, para las praderas de luga roja en estudio.

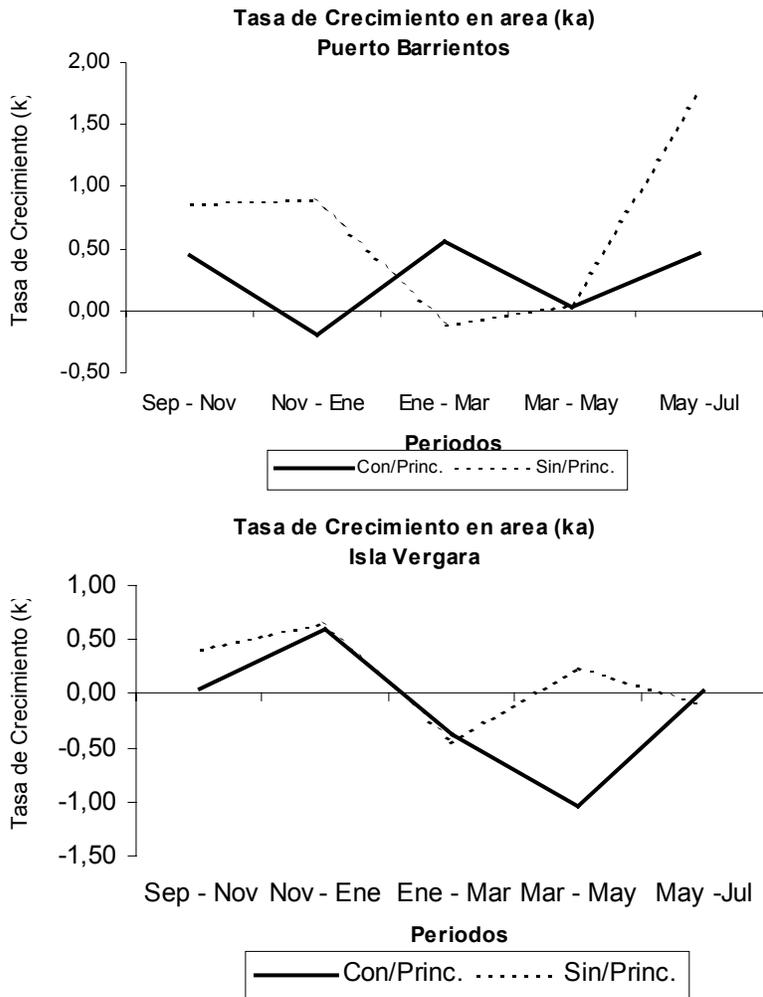


Figura 56b. Tasa de Crecimiento de frondas secundarias con y sin fronda principal, para las praderas de luga roja en estudio.

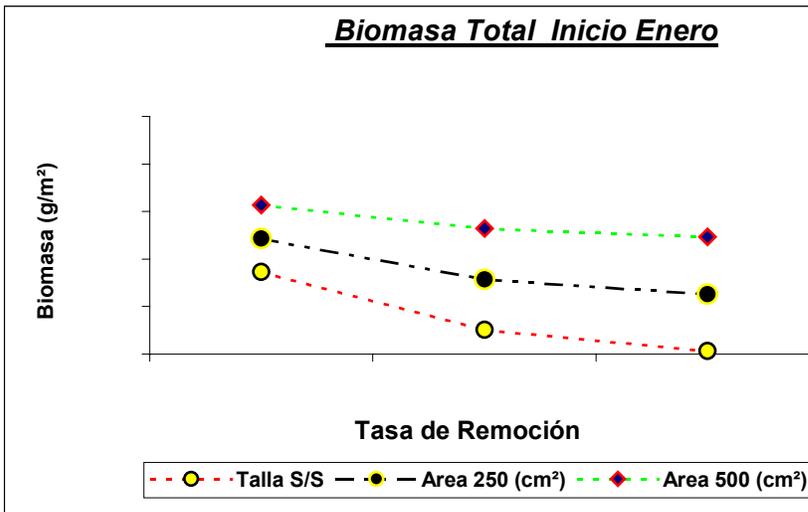
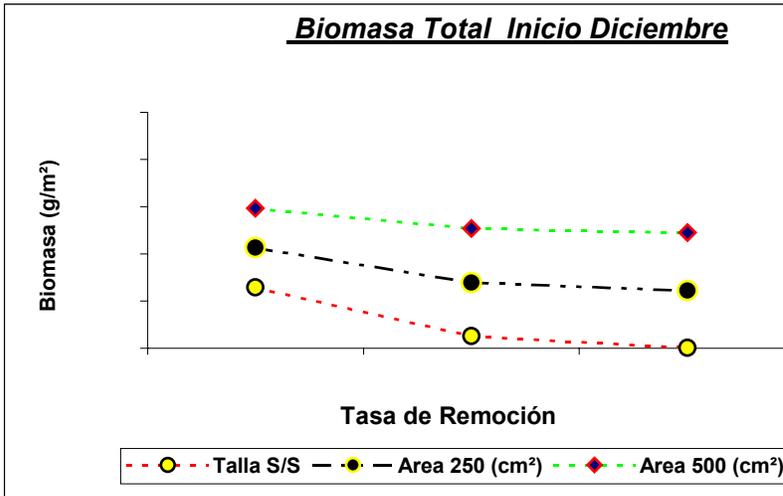
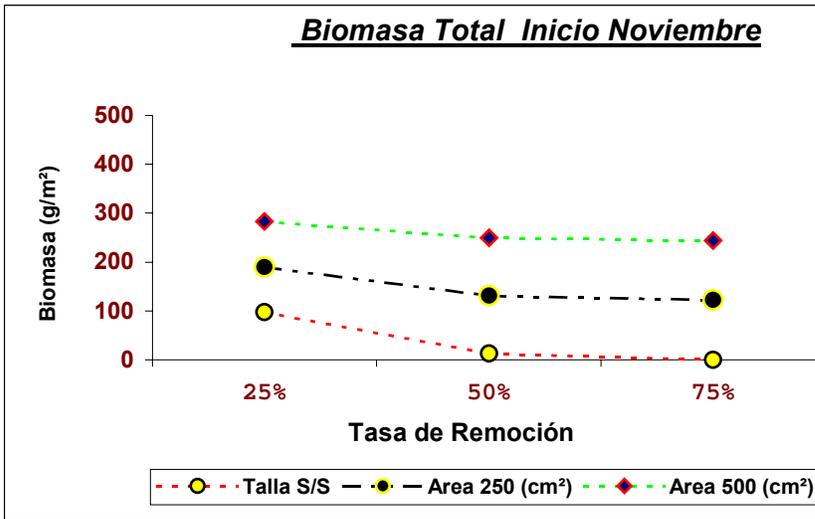


Figura 57a. Evaluación del efecto del mes de inicio, tasa de remoción y selectividad a la talla sobre las cosechas, biomasa y densidad remanentes, para la pradera de Puerto Barrientos.

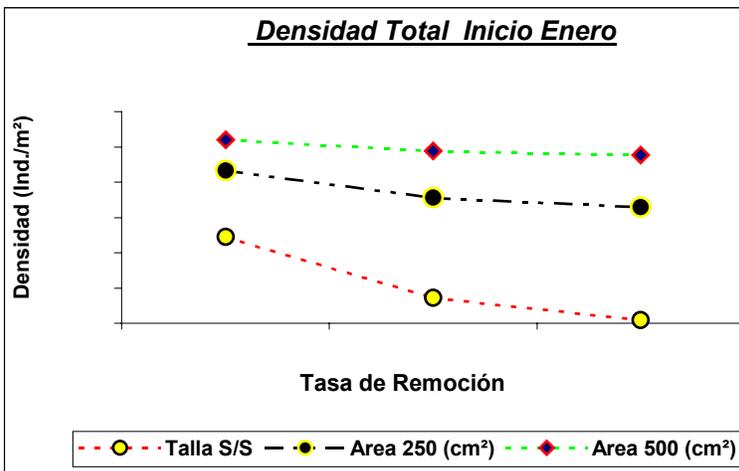
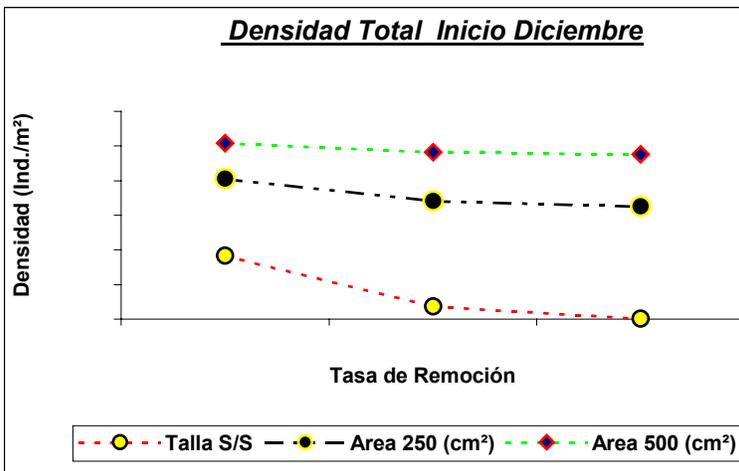
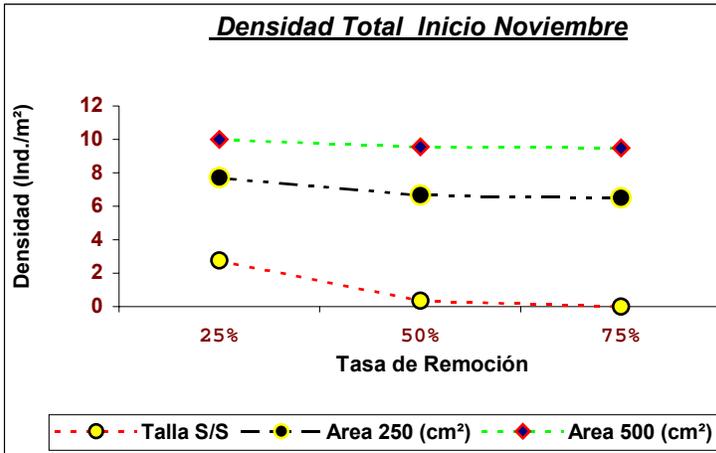


Figura 57a. Evaluación del efecto del mes de inicio, tasa de remoción y selectividad a la talla sobre las cosechas, biomásas y densidad remanentes, para la pradera de Puerto Barrientos.

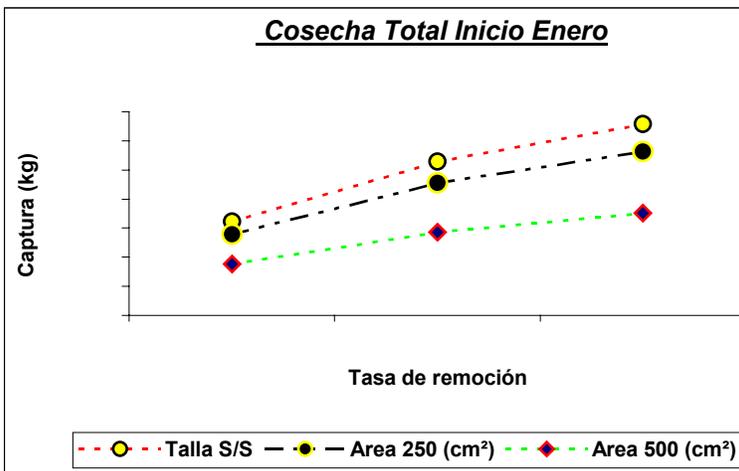
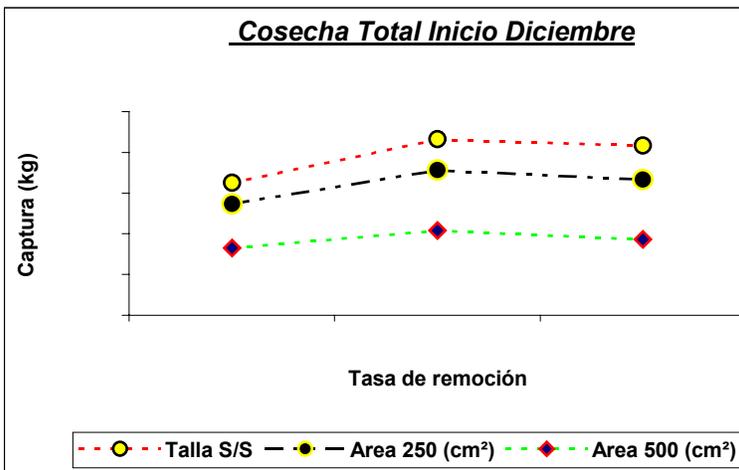
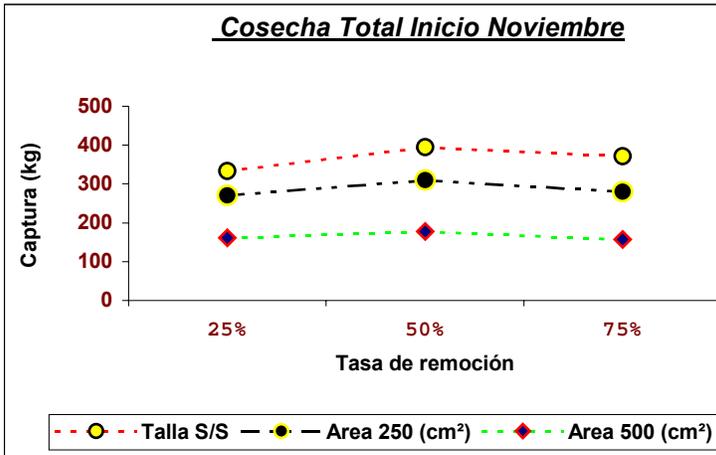


Figura 57a. Evaluación del efecto del mes de inicio, tasa de remoción y selectividad a la talla sobre las cosechas, biomásas y densidad remanentes, para la pradera de Puerto Barrientos.

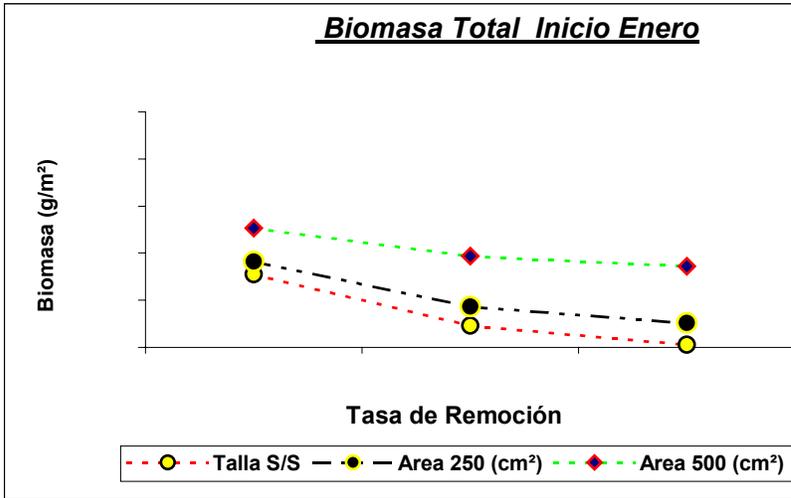
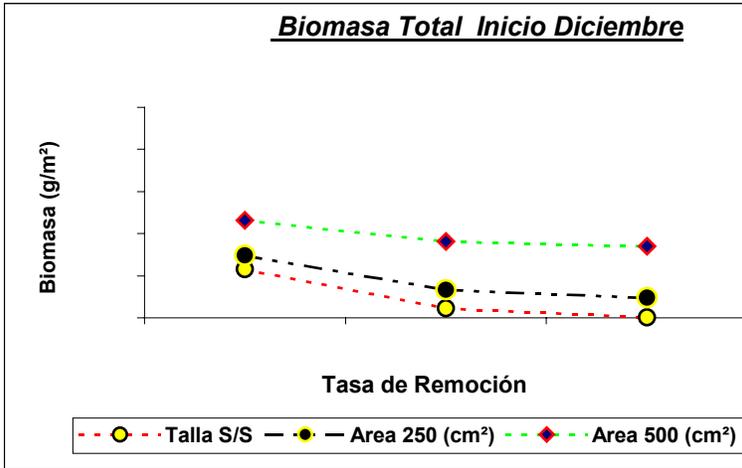
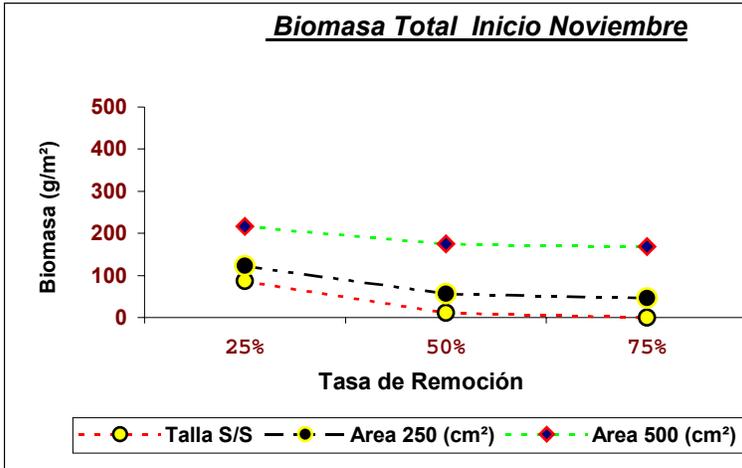


Figura 57b. Evaluación del efecto del mes de inicio, tasa de remoción y selectividad a la talla sobre las cosechas, biomasa y densidad remanentes, para la pradera de Isla Vergara.

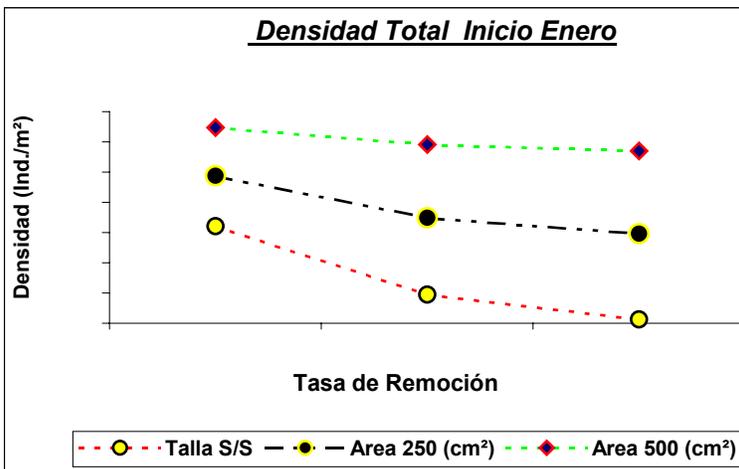
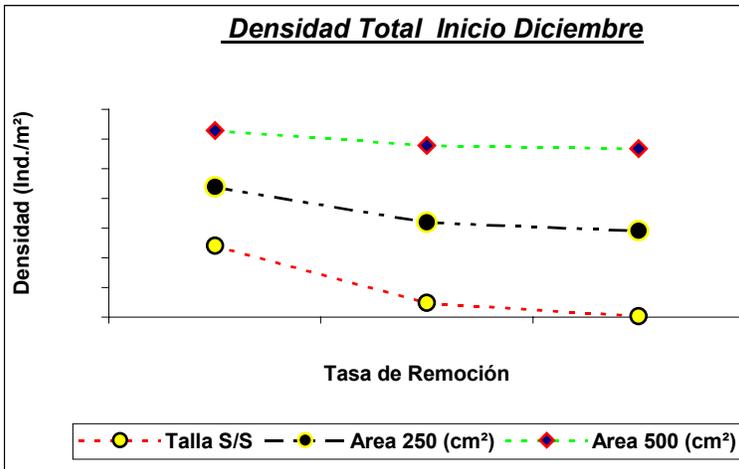
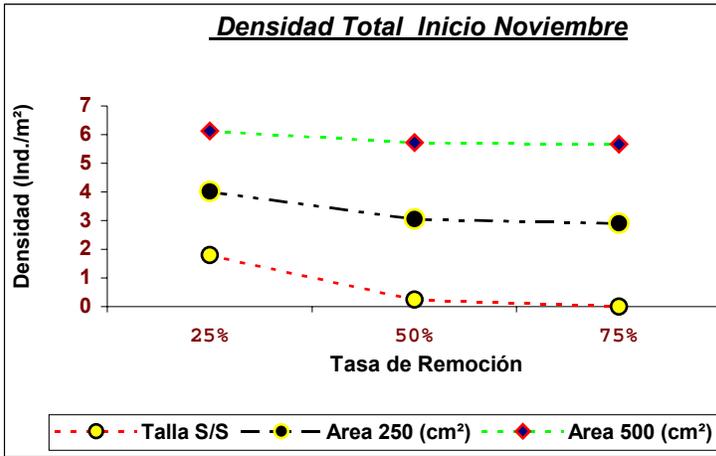


Figura 57b. Evaluación del efecto del mes de inicio, tasa de remoción y selectividad a la talla sobre las cosechas, biomásas y densidad remanentes, para la pradera de Isla Vergara.

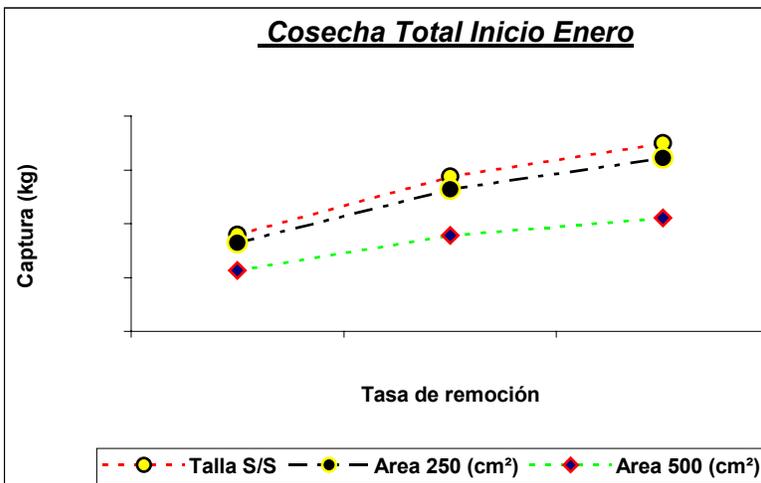
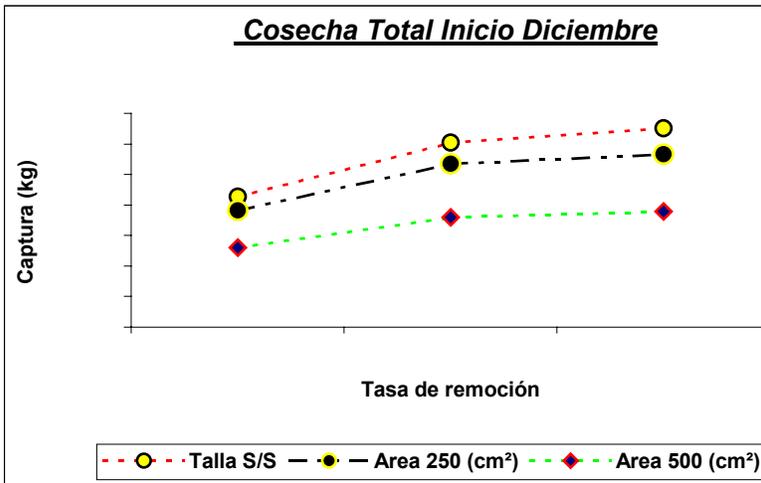
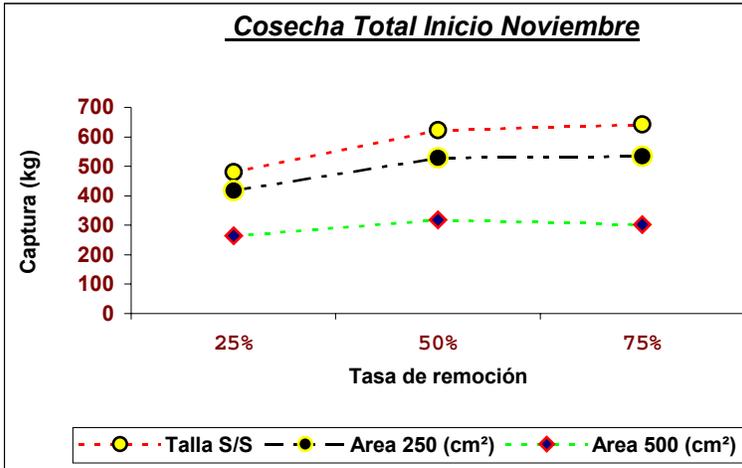


Figura 57b. Evaluación del efecto del mes de inicio, tasa de remoción y selectividad a la talla sobre las cosechas, biomásas y densidad remanentes, para la pradera de Isla Vergara.

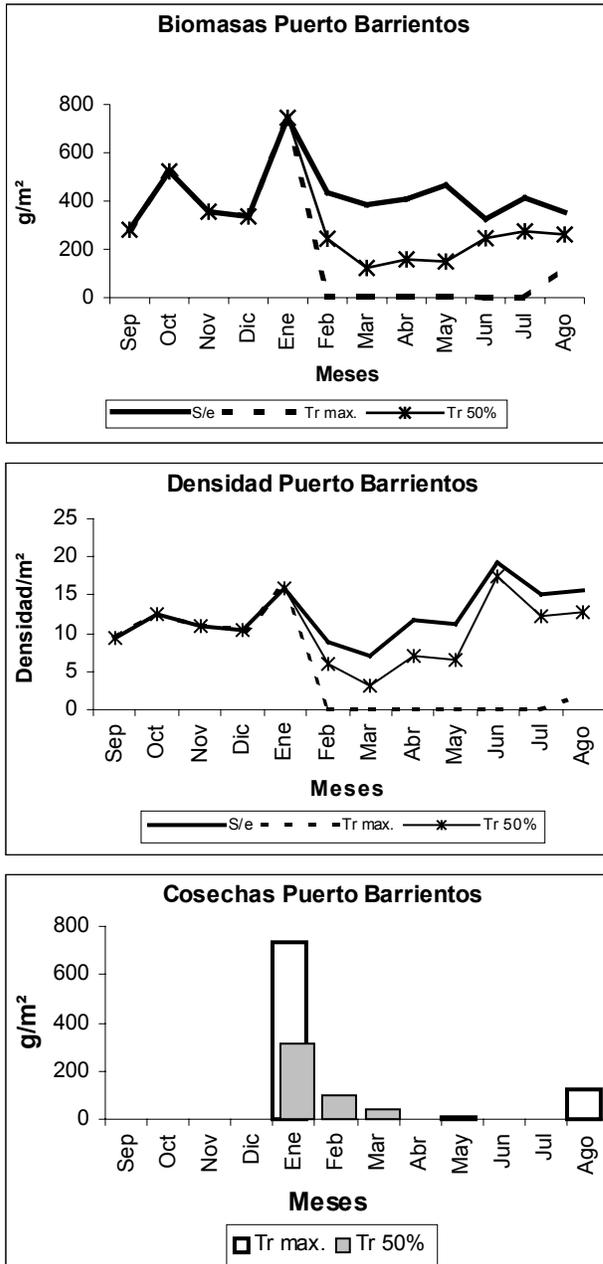


Figura 58a. Escenarios de cosechas alternativas para la localidad de Puerto Barrientos. S/e = Sin extracción; Tr max. = Cosecha máxima y Tr 50% = Tasa de remoción 50% con mes de inicio de cosecha en enero y selección de frondas de 18 cm.

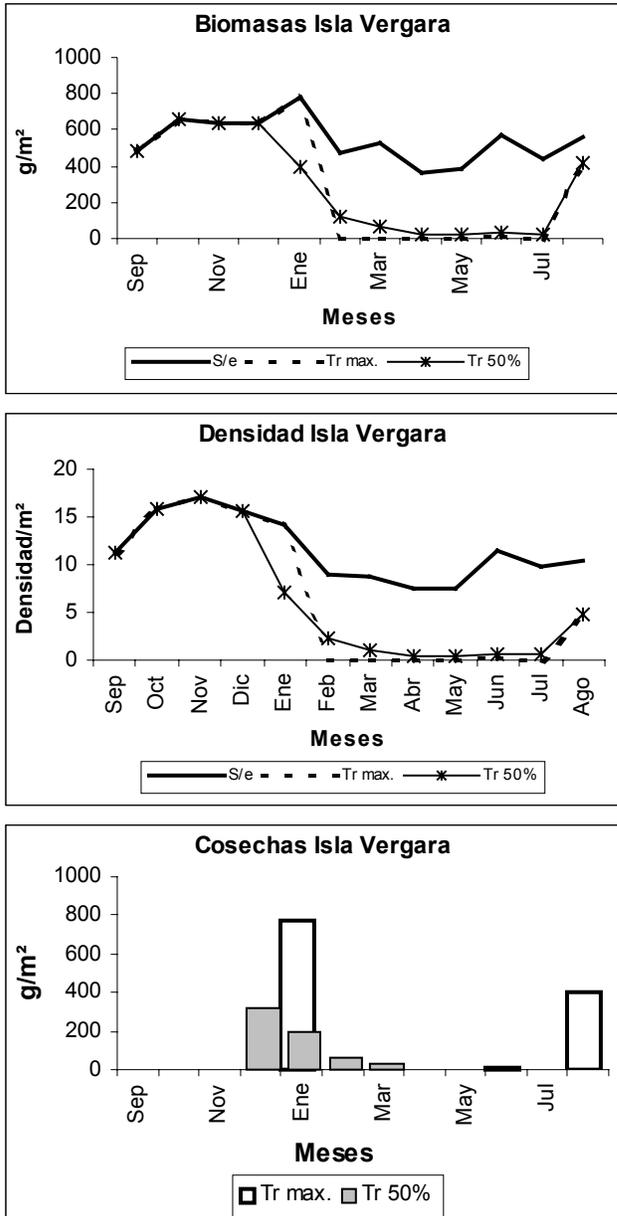


Figura 58b. Escenarios de cosechas alternativas para la localidad de Isla Vergara. S/e = Sin extracción; Tr max. = Cosecha máxima y Tr 50% = Tasa de remoción 50% con mes de inicio de cosecha en diciembre y selección de frondas de 18 cm.

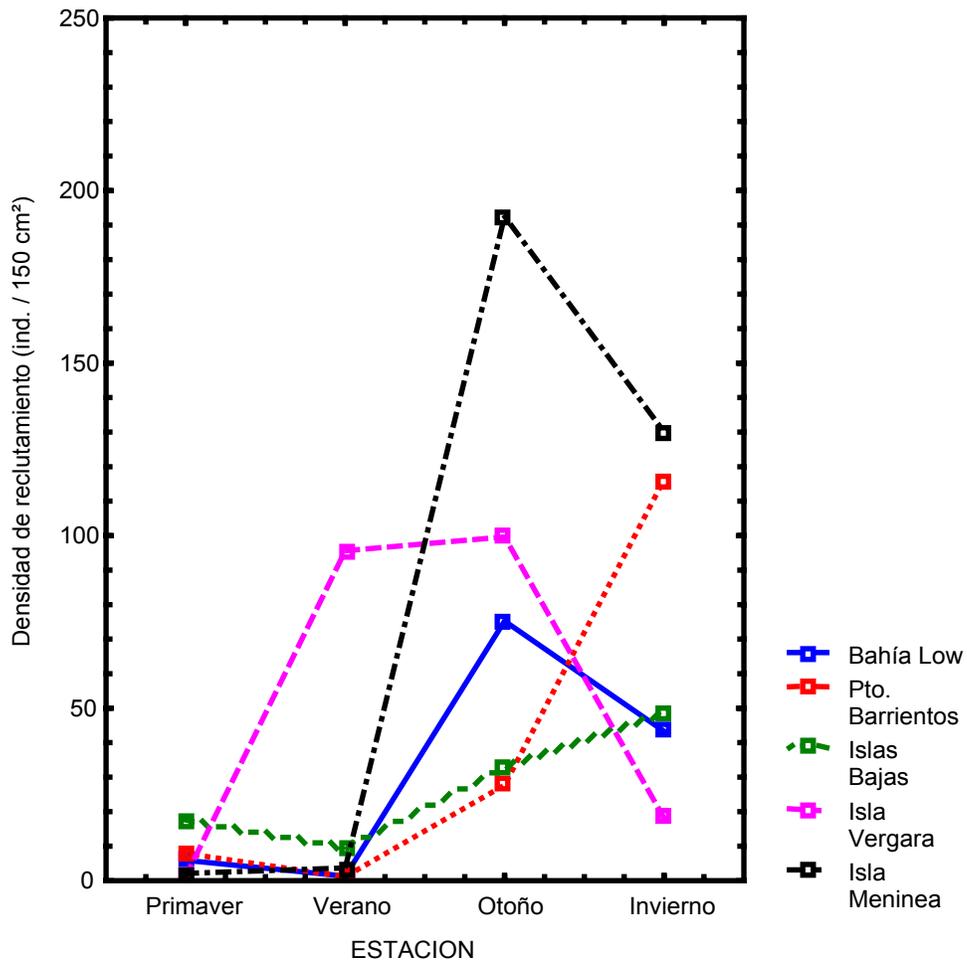


Figura 59. Densidad de reclutamiento estacional en de las localidades en estudio durante un ciclo anual.

Gigartina skottsbergii

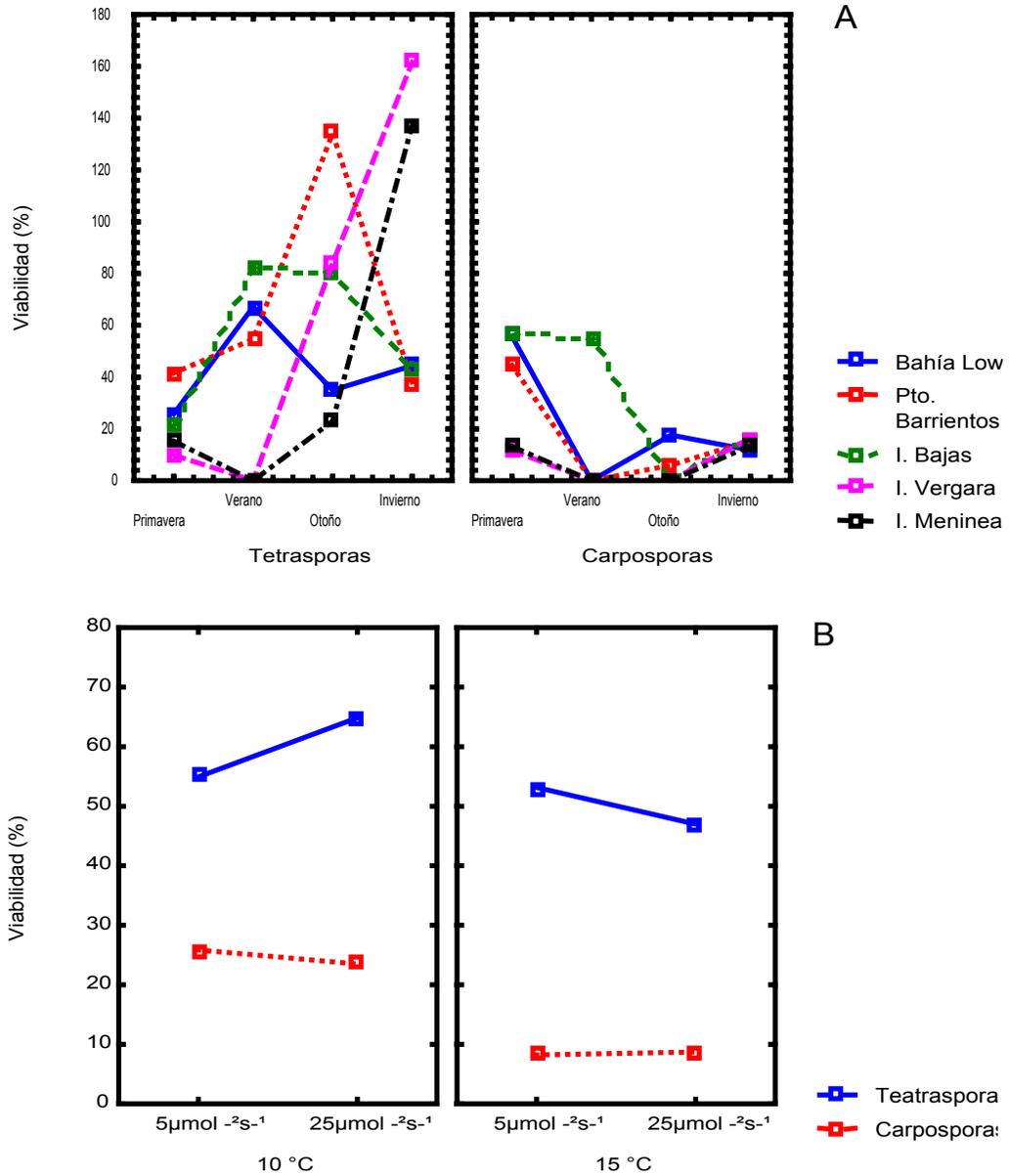


Figura 60 . A) Porcentaje estacional de viabilidad de tetrasporas y carposporas para cinco praderas en estudio. B) Porcentaje de viabilidad de tetrasporas y carposporas a $5\mu\text{mol}^{-2}\text{s}^{-1}$ y $25\mu\text{mol}^{-2}\text{s}^{-1}$, para las temperaturas de 10°C y 15°C .

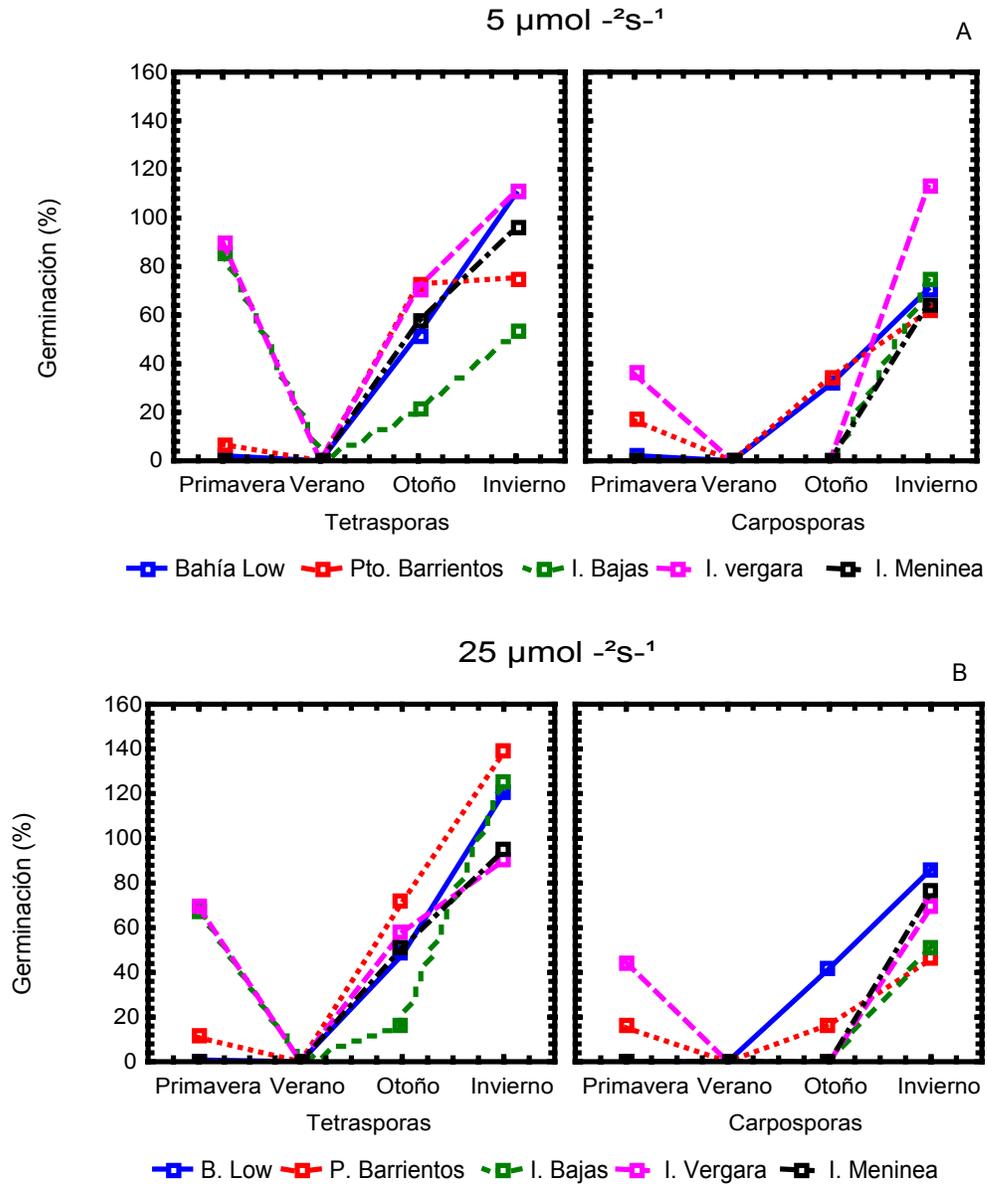


Figura 61. Porcentaje de germinación de esporas separadas por fase (tetraspórica y cistocárpica) de las 5 praderas en estudio, en forma estacional. A) se muestran los resultados con una intensidad de luz de $5 \mu\text{mol}^{-2}\text{s}^{-1}$. B) Intensidad de $25 \mu\text{mol}^{-2}\text{s}^{-1}$.

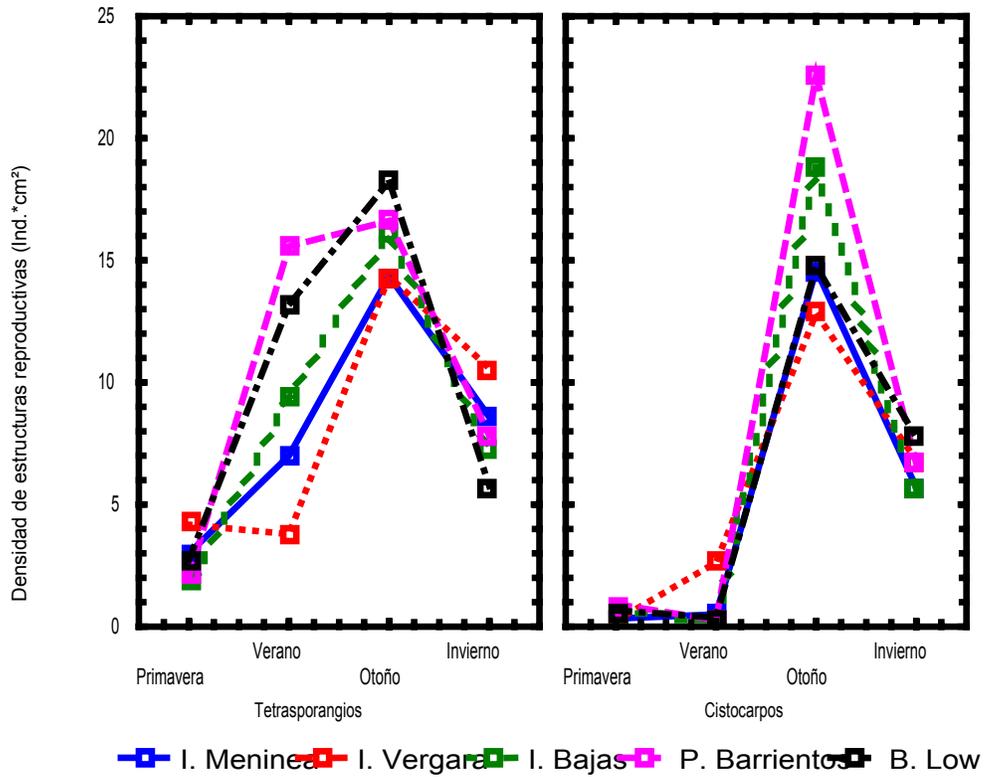


Figura 62. Densidad de estructuras reproductivas totales (maduras separadas por fases (tetrasporangios y cistocarpos); en las 5 praderas en forma estacional.

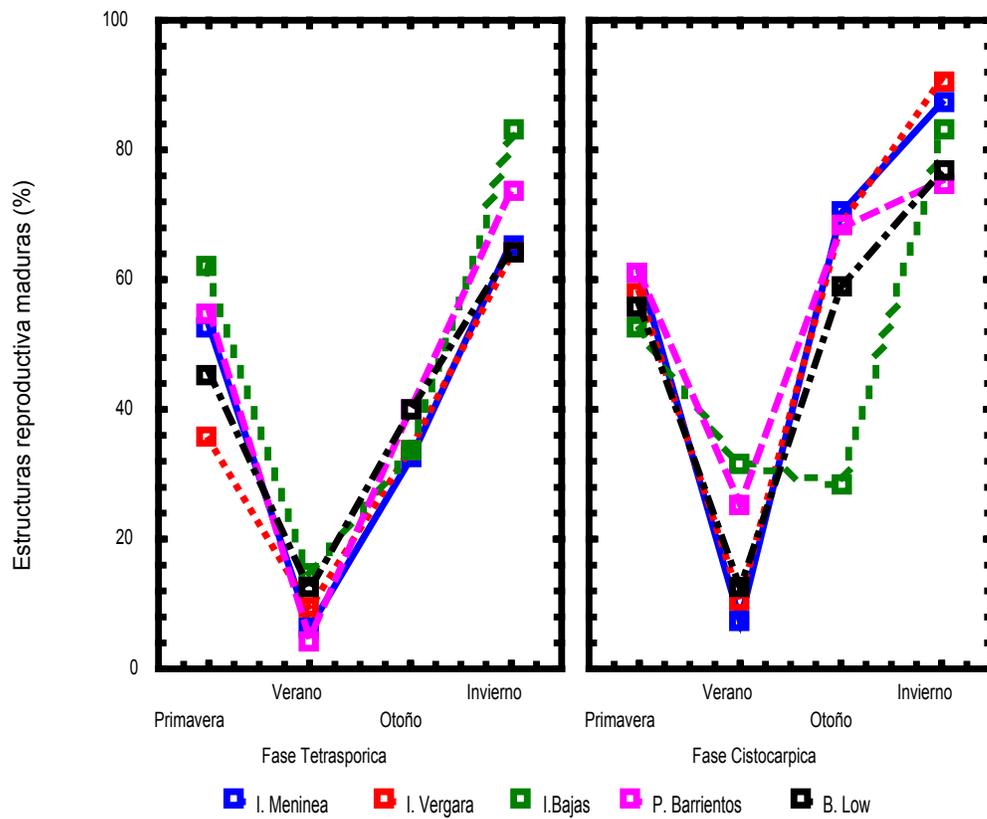


Figura 63. Porcentaje de estructuras reproductivas maduras, para las fases tetraspóricas y cistocárpicas de las 5 praderas en estudio, en forma estacional.

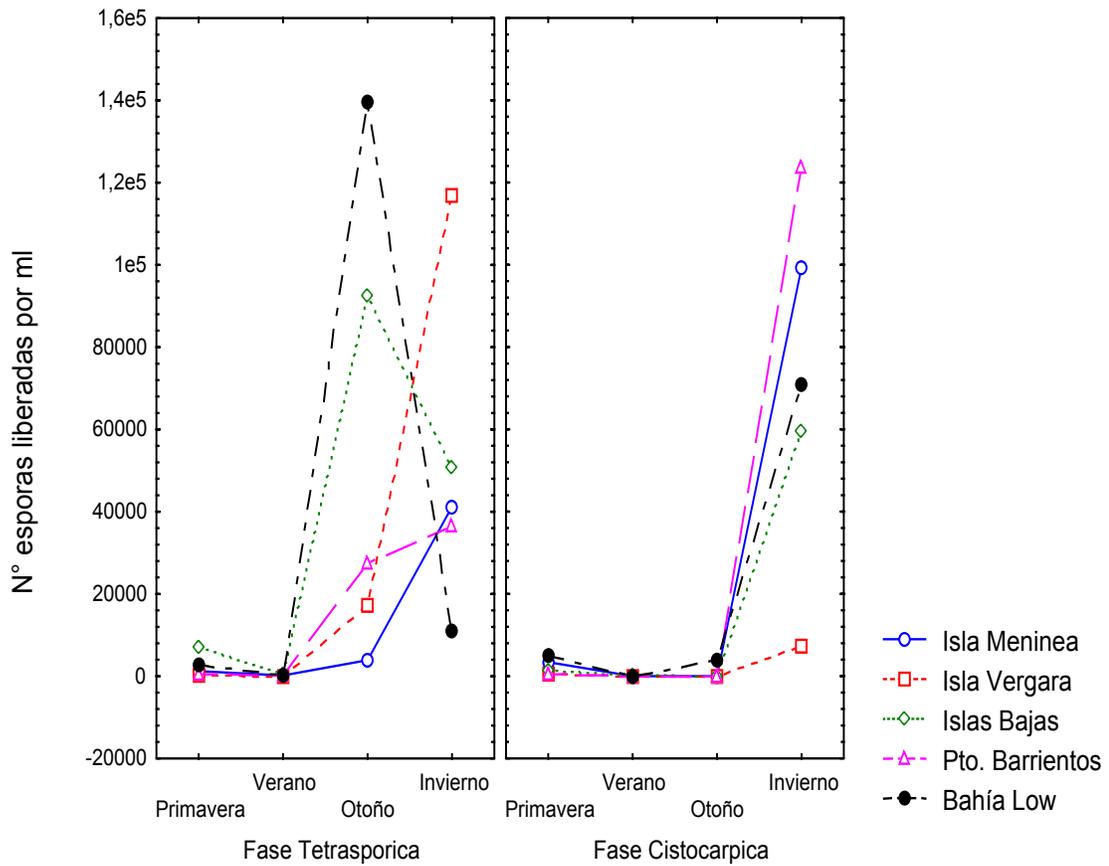


Figura 64. Número de esporas liberadas (mL) estacionalmente para las cinco localidades en estudio, separadas en fase tetrasporica y fase cistocarpica.

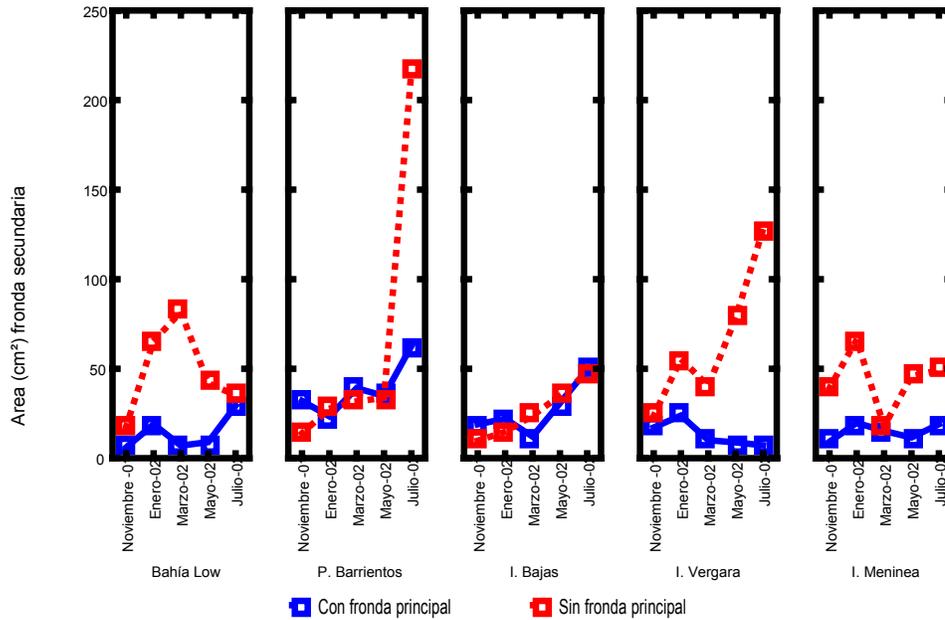


Figura 65. Area (cm²) de la fronda secundaria, con y sin la fronda principal para las 5 praderas en estudio, y durante los 5 periodos de control.

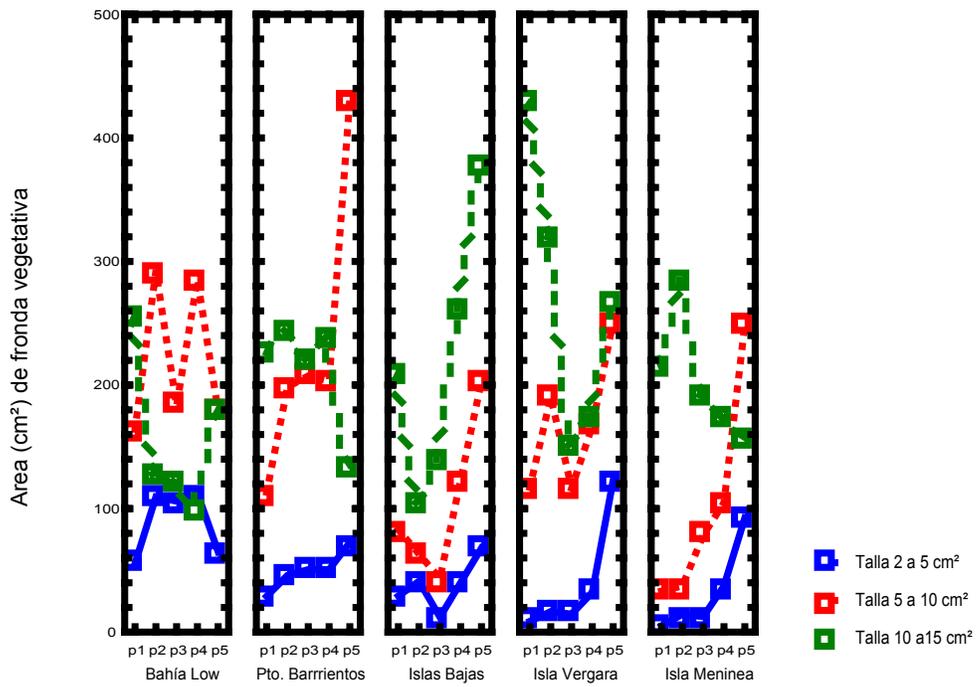


Figura 66. Crecimiento de frondas vegetativas (cm²) de las tallas de 2 a 5 cm²; 5 a 10 cm² y 10 a 15 cm², durante los 5 periodos de control, para las cinco praderas en estudio, de la XI Re

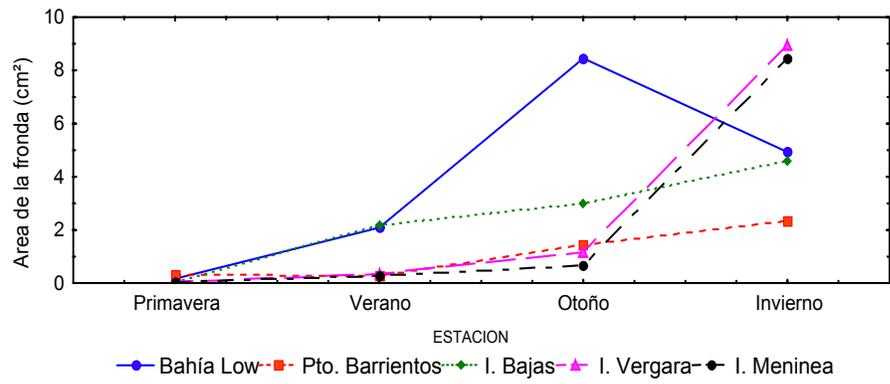


Figura 67. Incremento estacional del área de las frondas de *Gigartina*, regeneradas a partir de hapterios cortados, en las cinco praderas en estudio.

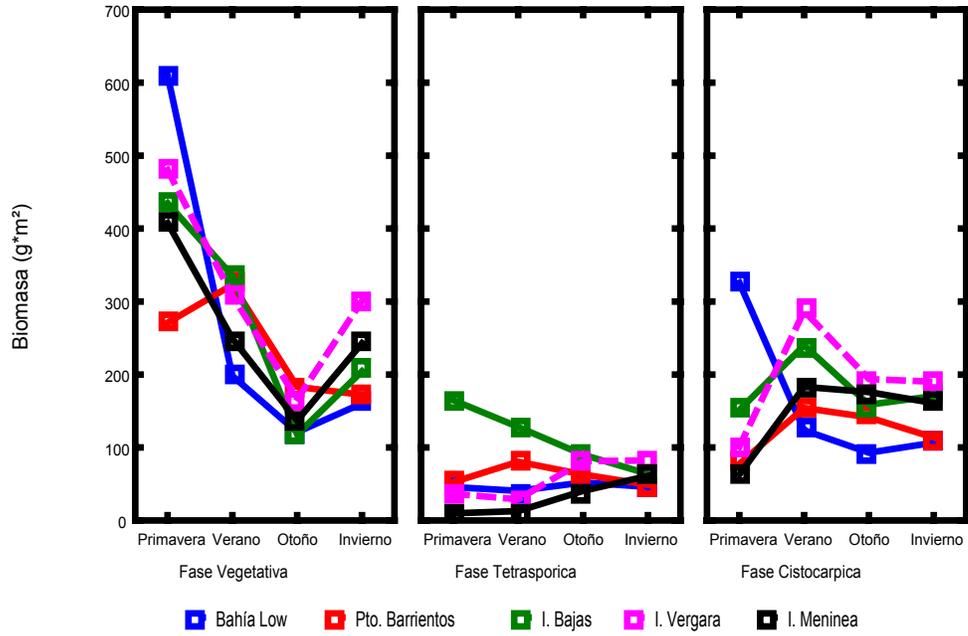


Figura 68. Variación estacional de la biomasa de *Cladophora bottsbergii* separada por fase, como datos agrupados en las cinco praderas en estudio, en la XI Región.

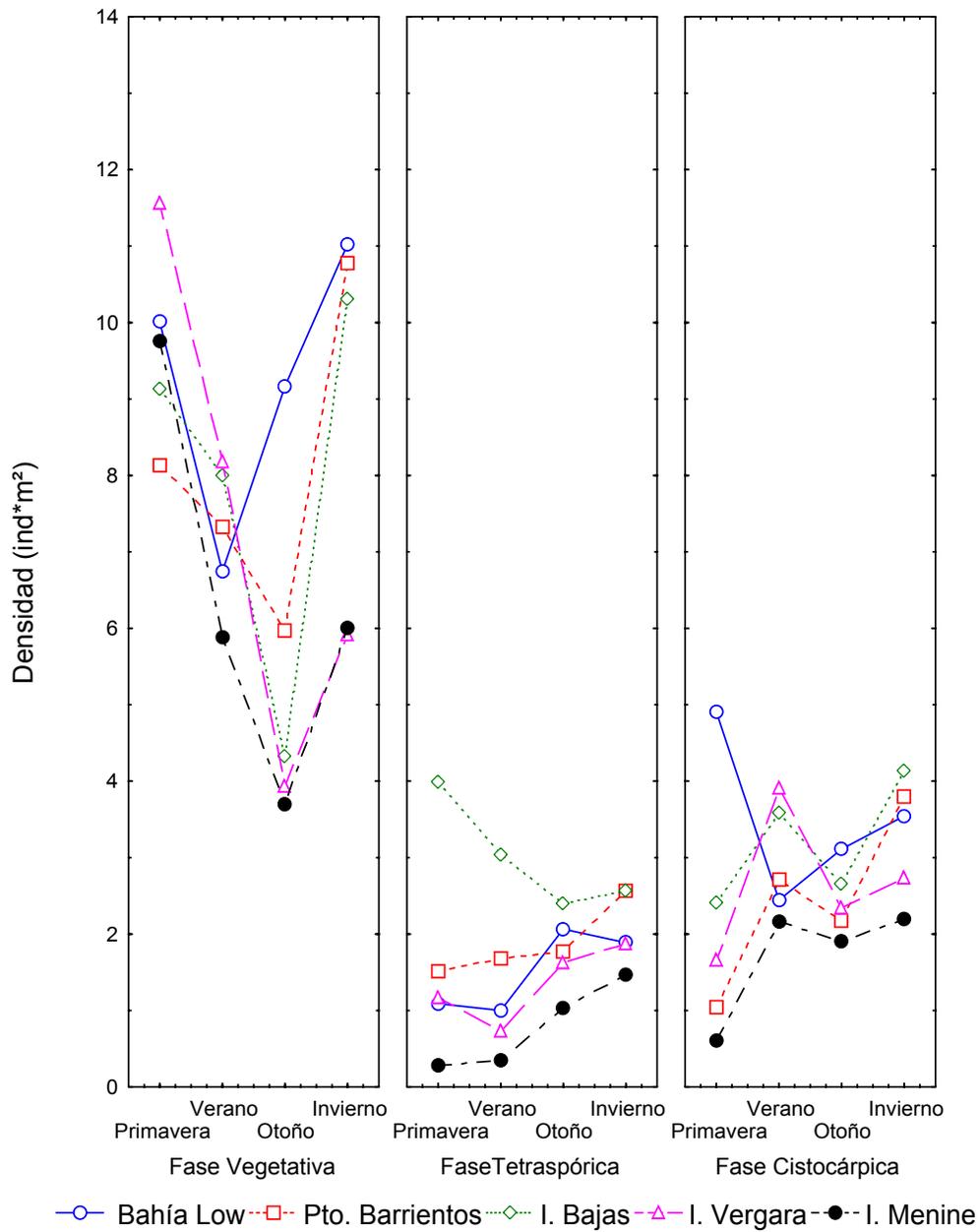


Figura 69. Variación estacional de la densidad, separadas por fase reproductiva, como datos agrupados, en las cinco praderas en estudio, de la XI Región.

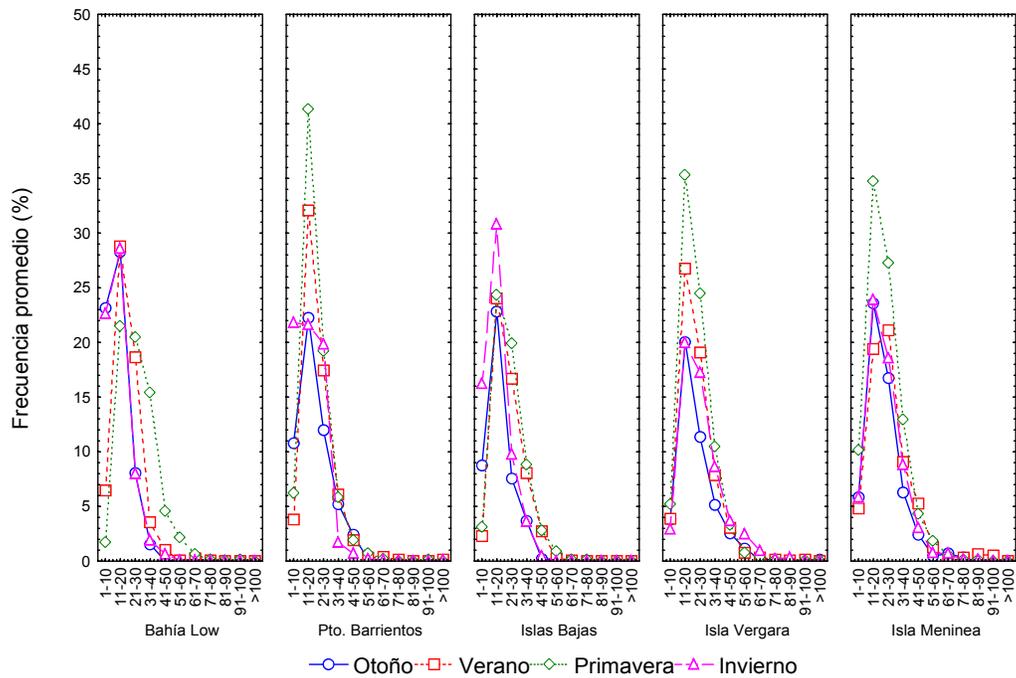


Figura 70. Promedio de la distribución estacional de la frecuencia (%) de las categorías de tallas (cm) para las frondas de la fase vegetativa, en las cinco praderas en estudio, de la XI Región.

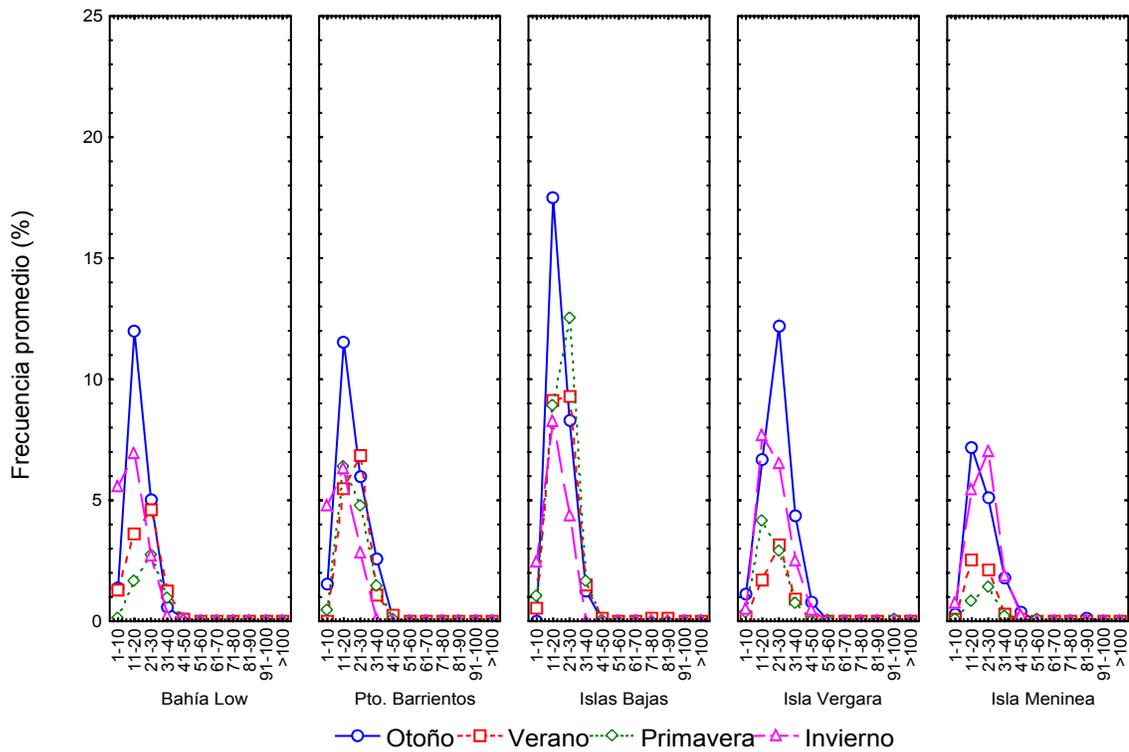


Figura 71. Promedio de la distribución estacional de la frecuencia (%) de las categorías de ta (cm²) para las frondas de la fase tetrasporicas, en las cinco praderas en estudio, de la XI Reg

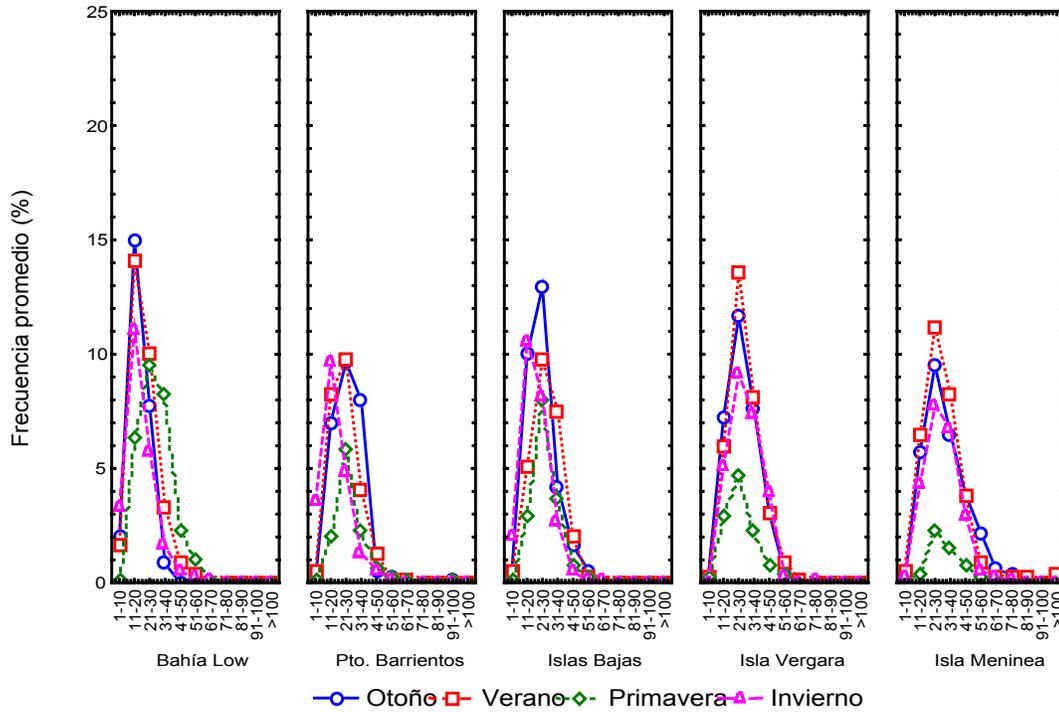


Figura 72. Promedio de la distribución estacional de la frecuencia (%) de las categorías de tallas para las frondas de la fase cistocarpica, en las cinco praderas en estudio, de la XI Región.

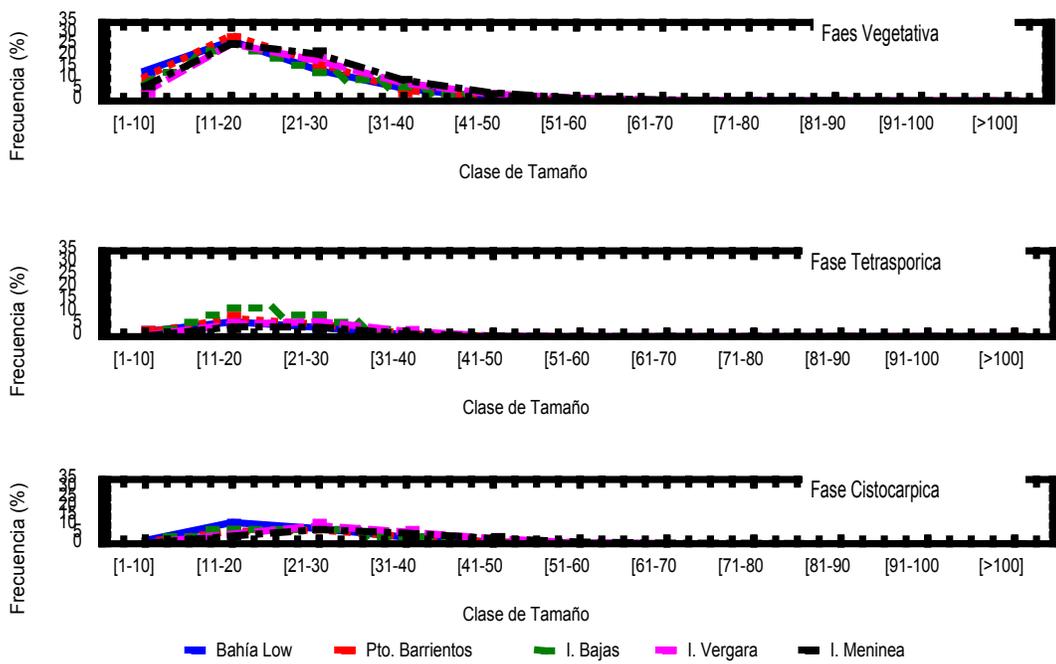


Figura 73. Promedio de la distribución de la frecuencia (%) anual de las clases de tamaños de las frondas de las fases vegetativa, tetrasporica y cistocarpica, comparadas entre las cinco praderas en estudio, de la XI Región.

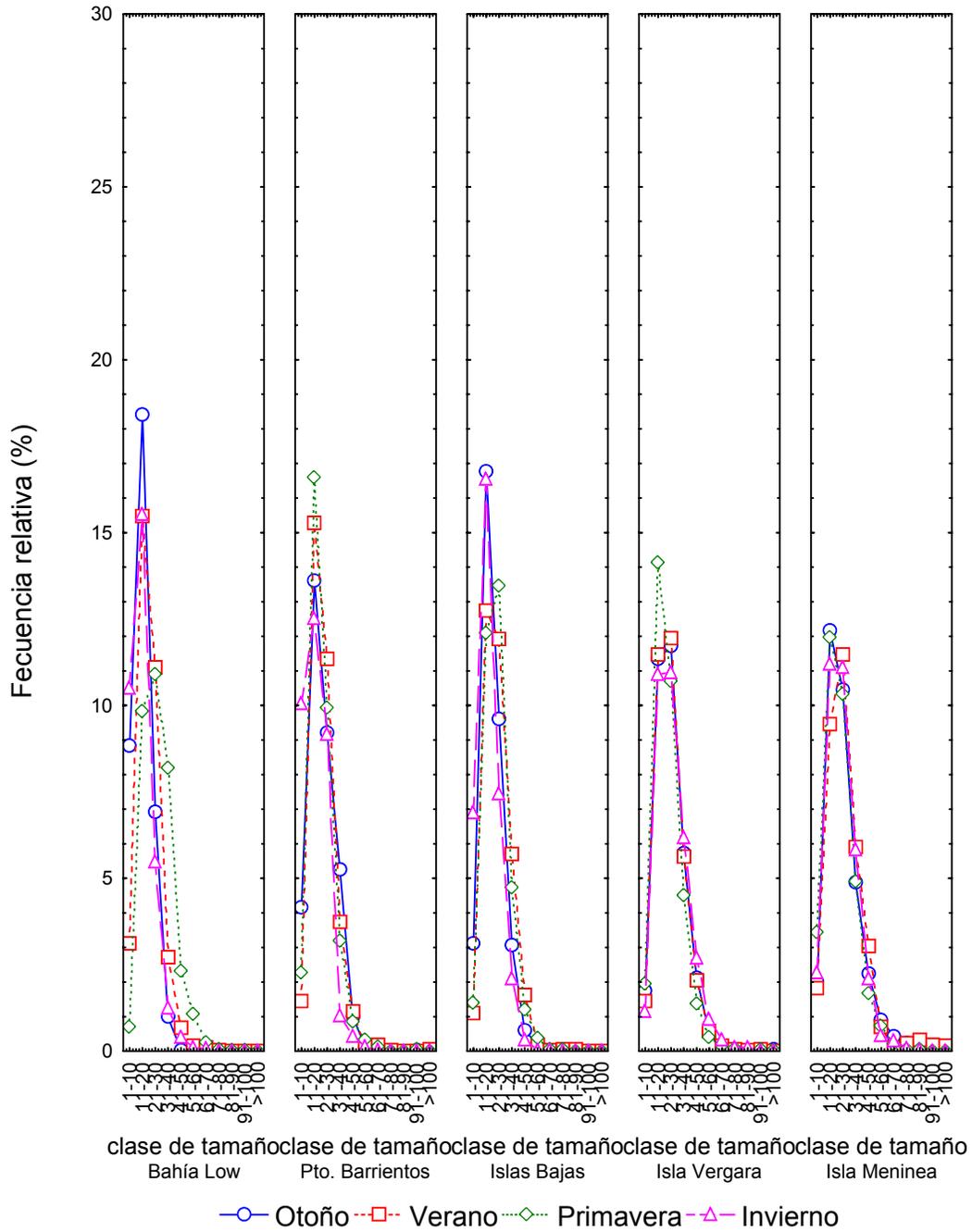


Figura 74. Promedio de la distribución estacional de la frecuencia (%) relativa de las categorías de tallas, en las cinco praderas en estudio, de la XI Región

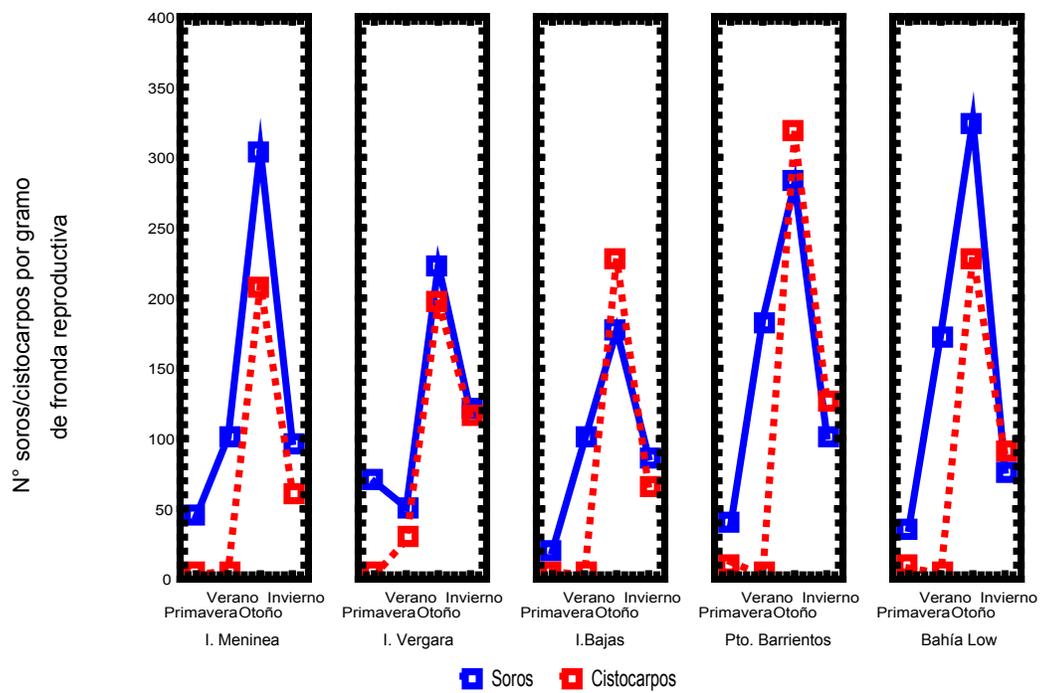


Figura 75. Esfuerzo reproductivo estacional de las frondas reproductivas de las cinco praderas en estudio, de la XI Región.

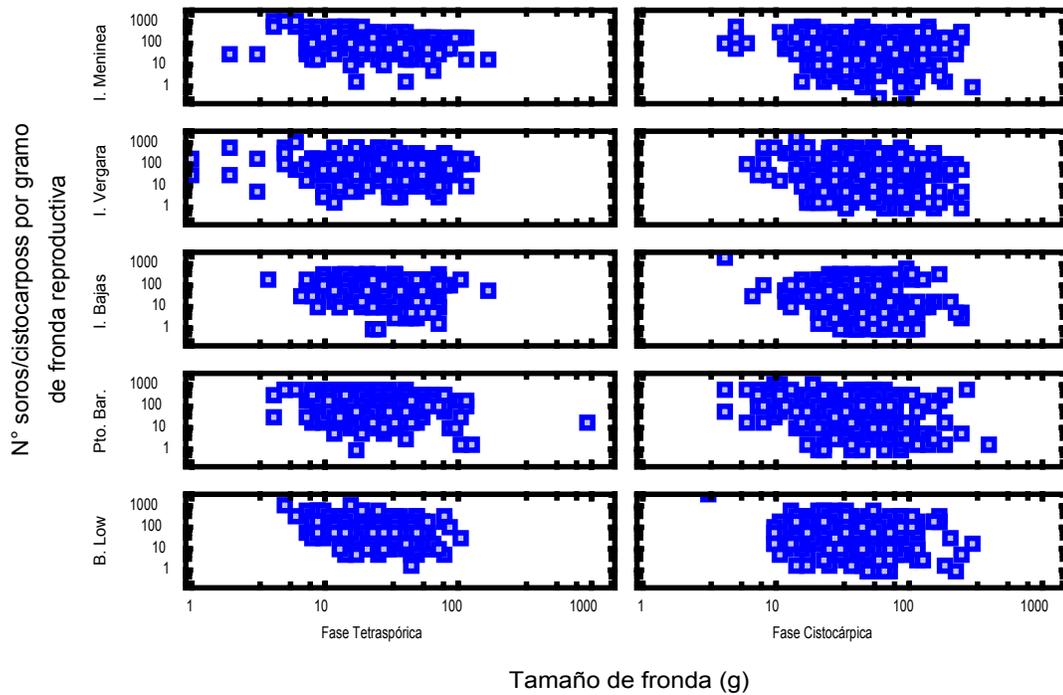


Figura 76. Relación entre el esfuerzo reproductivo y el tamaño de fronda para las fases reproductivas, en las cinco praderas en estudio, de la XI Región.

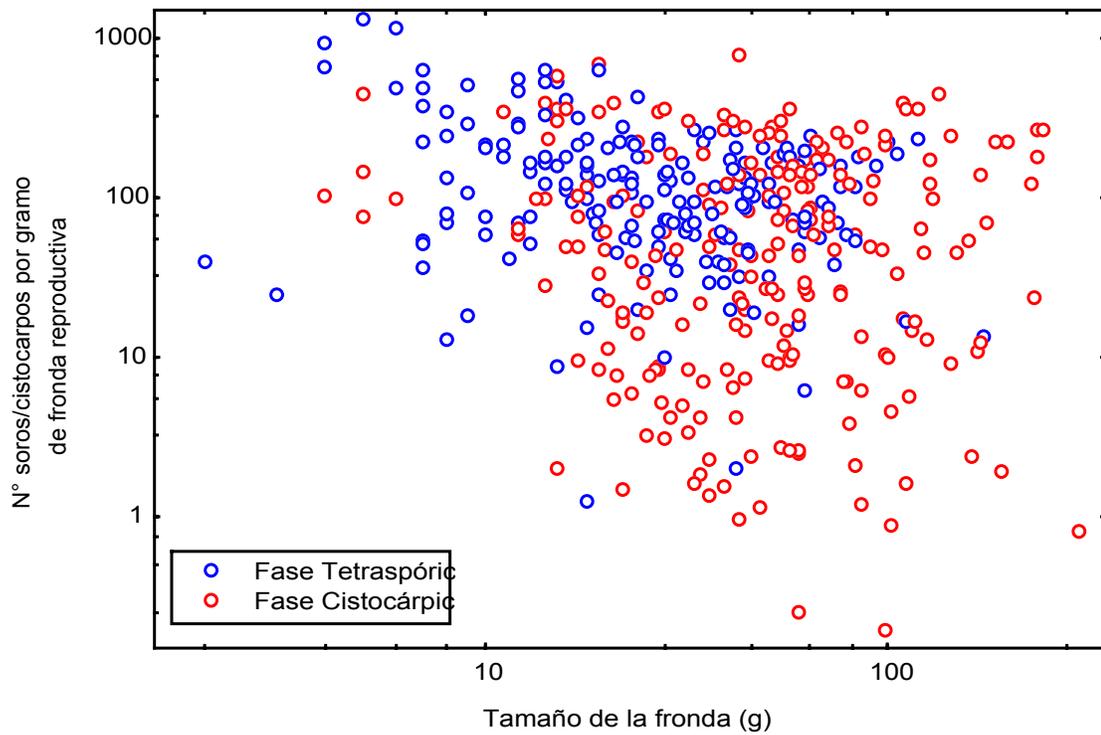


Figura 77. Relación entre el esfuerzo reproductivo y el tamaño de la fronda (g) para las fases reproductivas, en la pradera de Isla Meninea, de la XI Región.

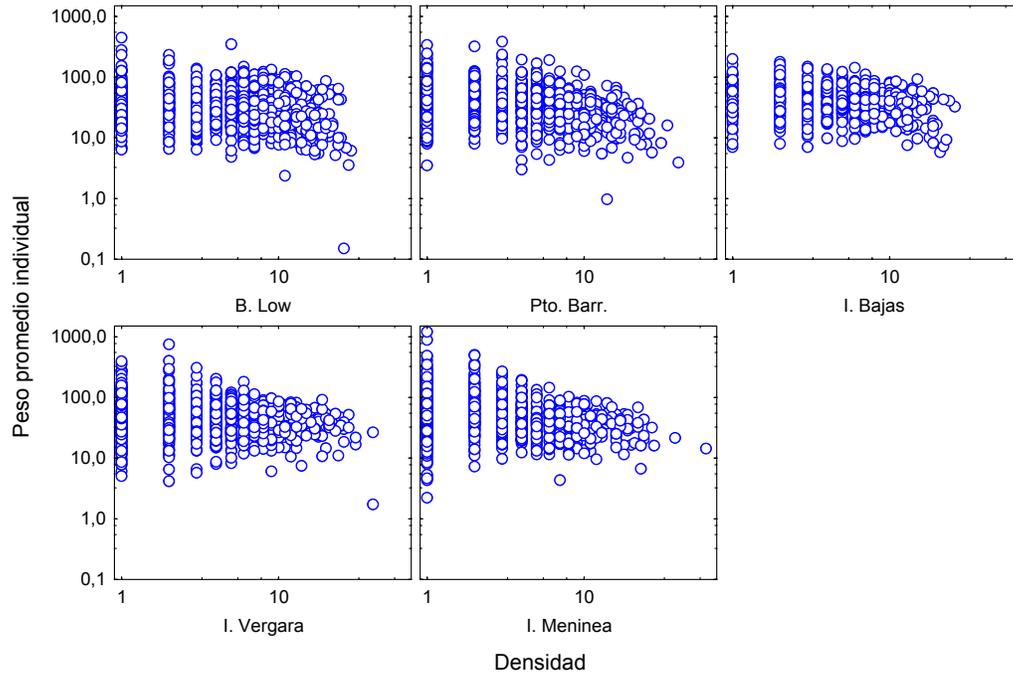


Figura 78. Relación entre el efecto de la densidad poblacional sobre el tamaño de las frondas en las cinco praderas en estudio, de la XI Región.

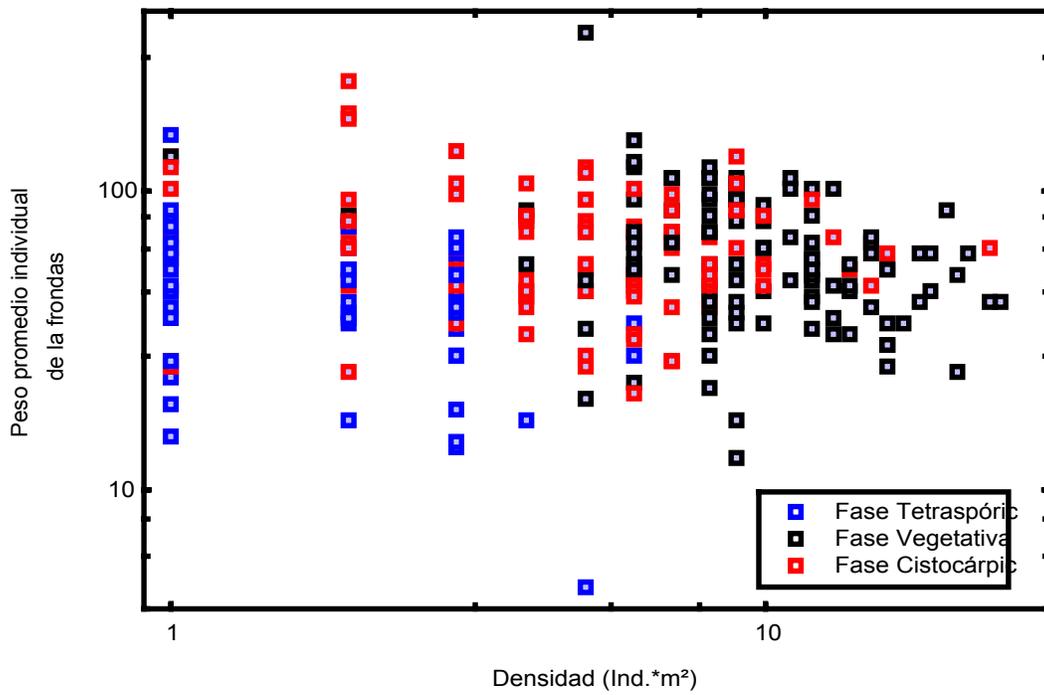


Figura 79. Relación del efecto de la densidad poblacional sobre el tamaño de la pradera de Bahía Low, de la XI Región.

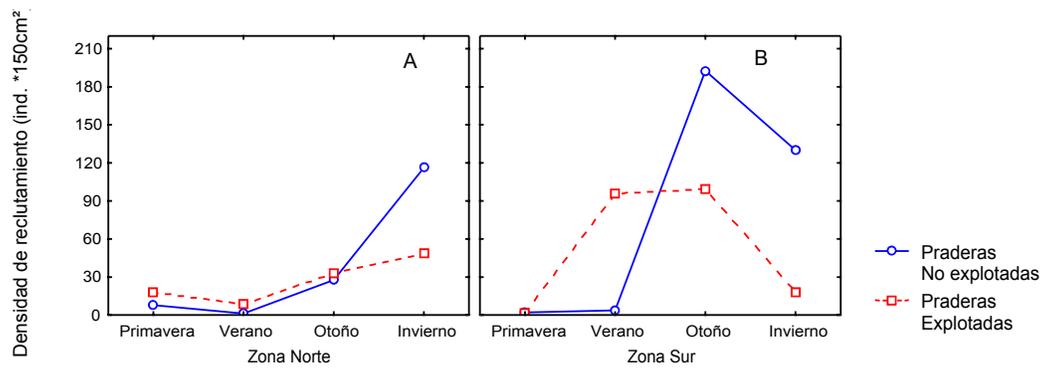


Figura 80. Densidad de reclutamiento estacional en *Gigartina skottsbergii* para las praderas no explotadas y praderas explotadas, de la XI Región. A) Zona Norte. B) Zona Sur.

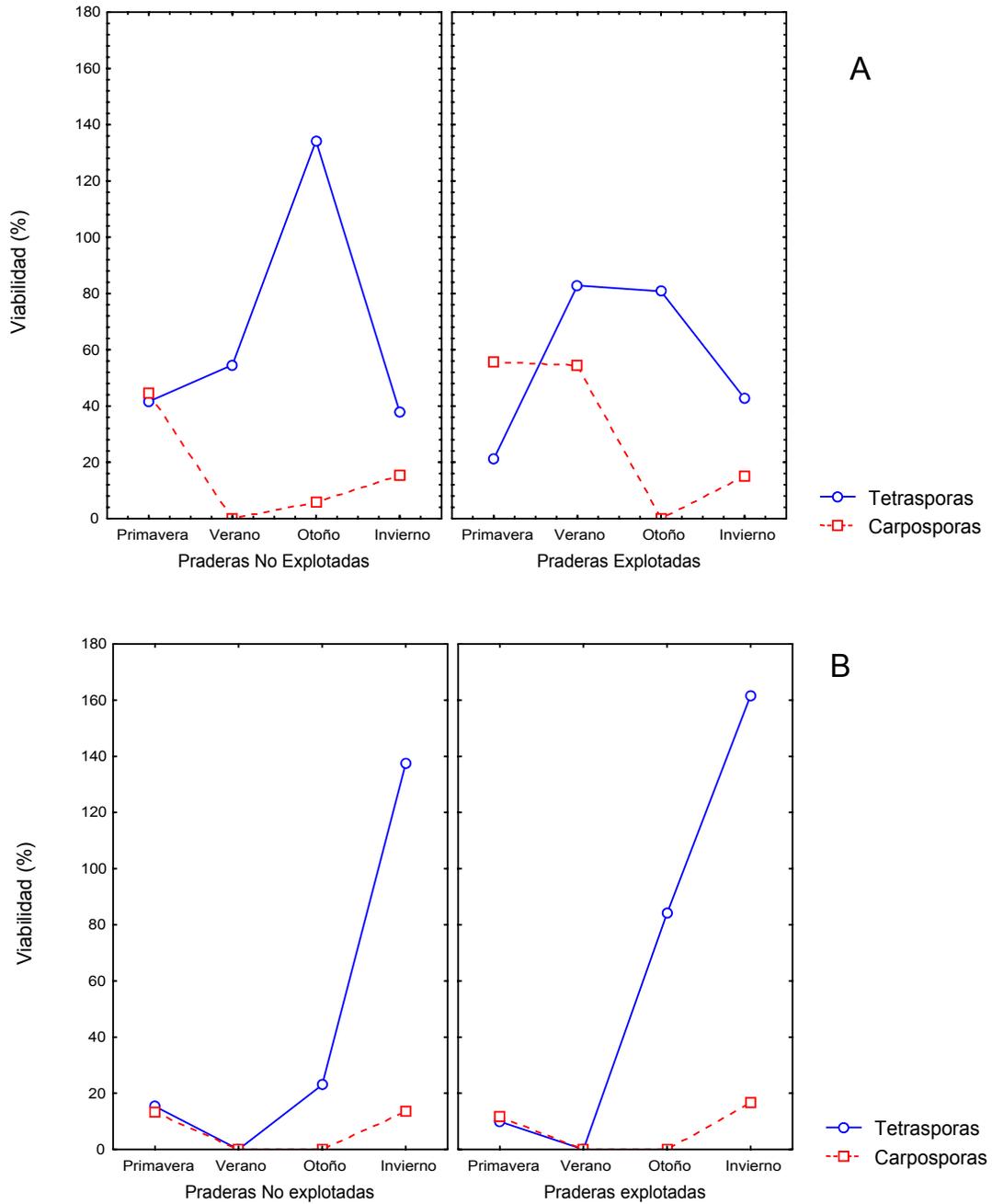


Figura 81. Porcentaje estacional de viabilidad de tetrasporas y carpospora para las praderas explotadas y praderas No explotadas. A) Zona Norte. B) Zona Sur.

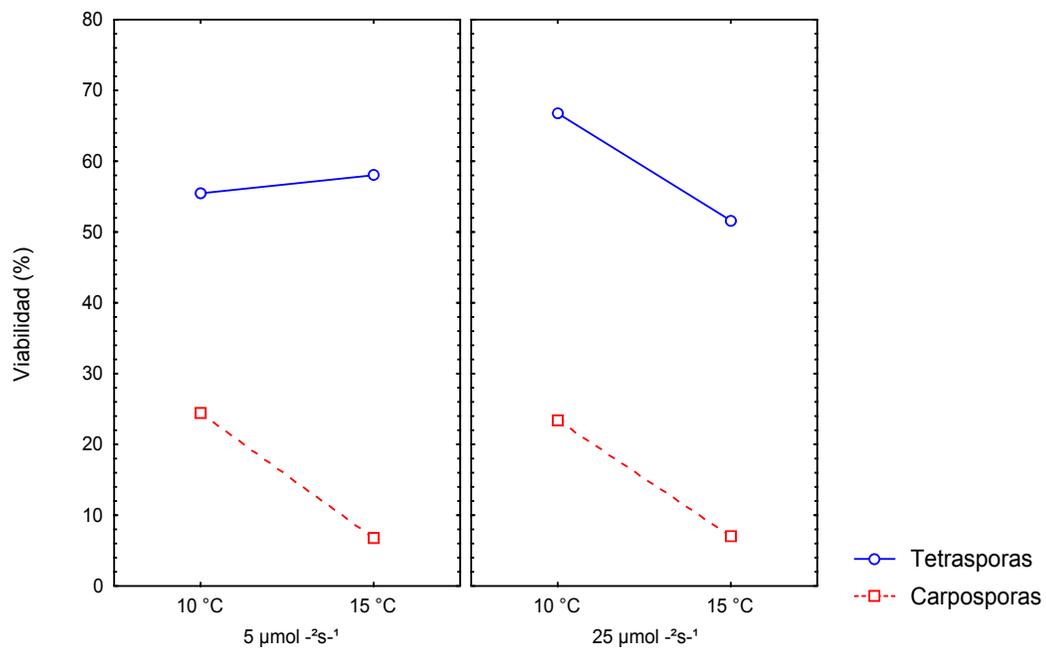


Figura 82. Porcentaje de viabilidad de tetrasporas y carposporas de *Gigartina skottsbergii* separadas en 5 μmol -2s-1 y 25 μmol -2s-1 , y a temperaturas 10°C y 15°C.

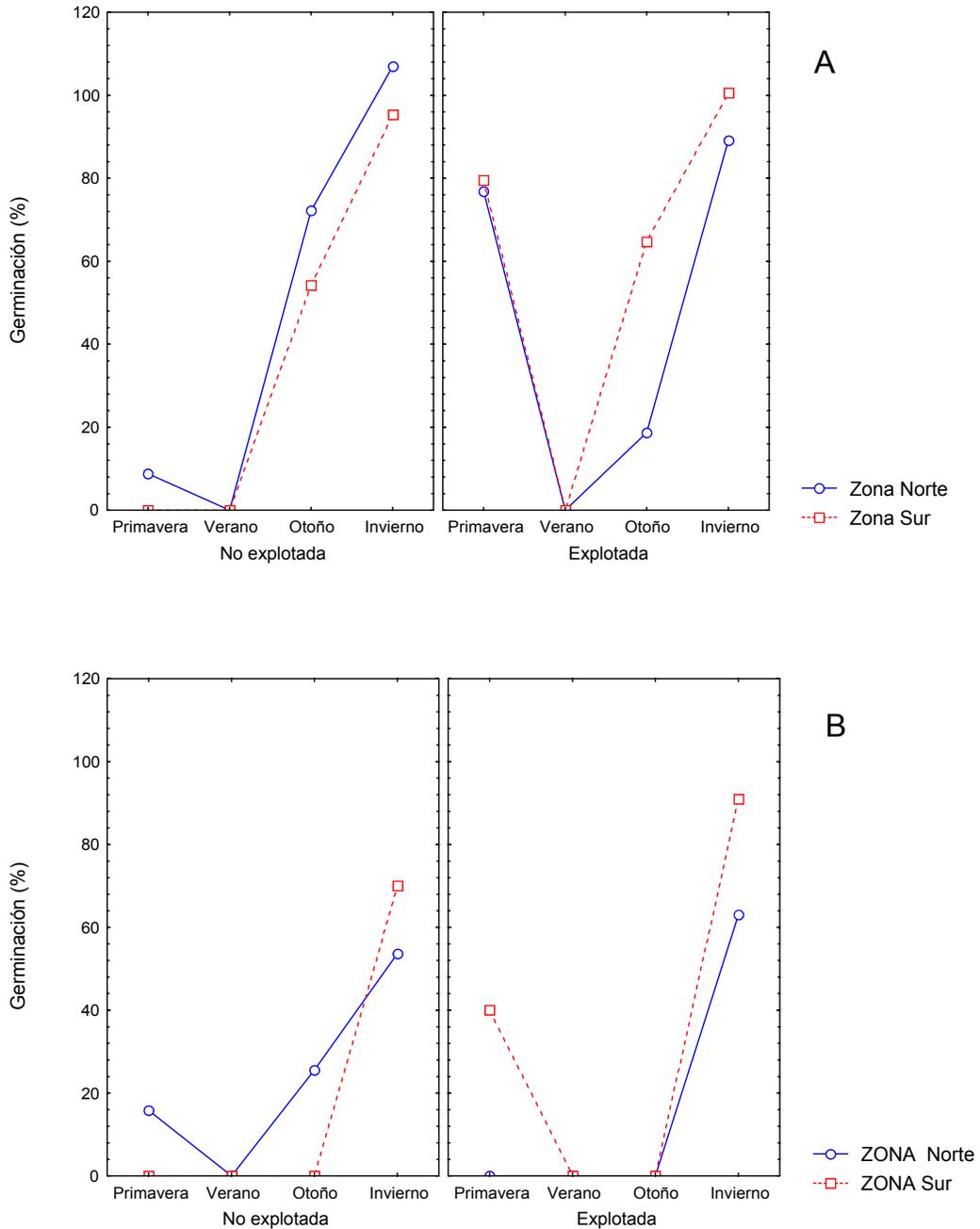


Figura 83. Porcentaje de la germinación estacional de tetrasporas (A) y carposporas (B), para las praderas no explotadas y explotadas de la Zona Norte y Zona Sur.

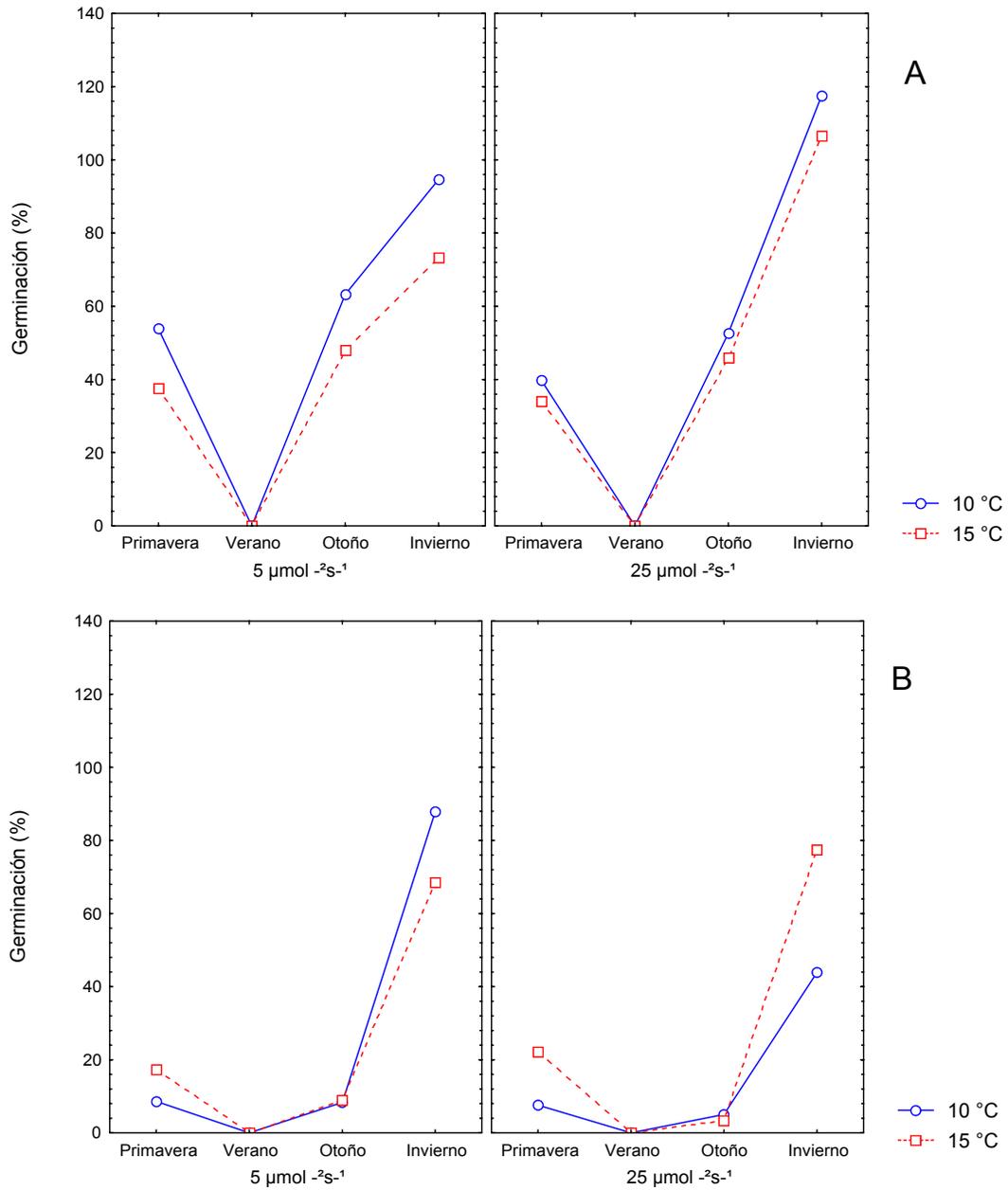


Figura 84. Porcentaje de la germinación estacional de tetrasporas (A) y casposporas (B) de *Gigartina skottsbergii* a condiciones de $5 \mu\text{mol}^{-2}\text{s}^{-1}$ y a $25 \mu\text{mol}^{-2}\text{s}^{-1}$, y a $10 \text{ }^\circ\text{C}$ y a $15 \text{ }^\circ\text{C}$.

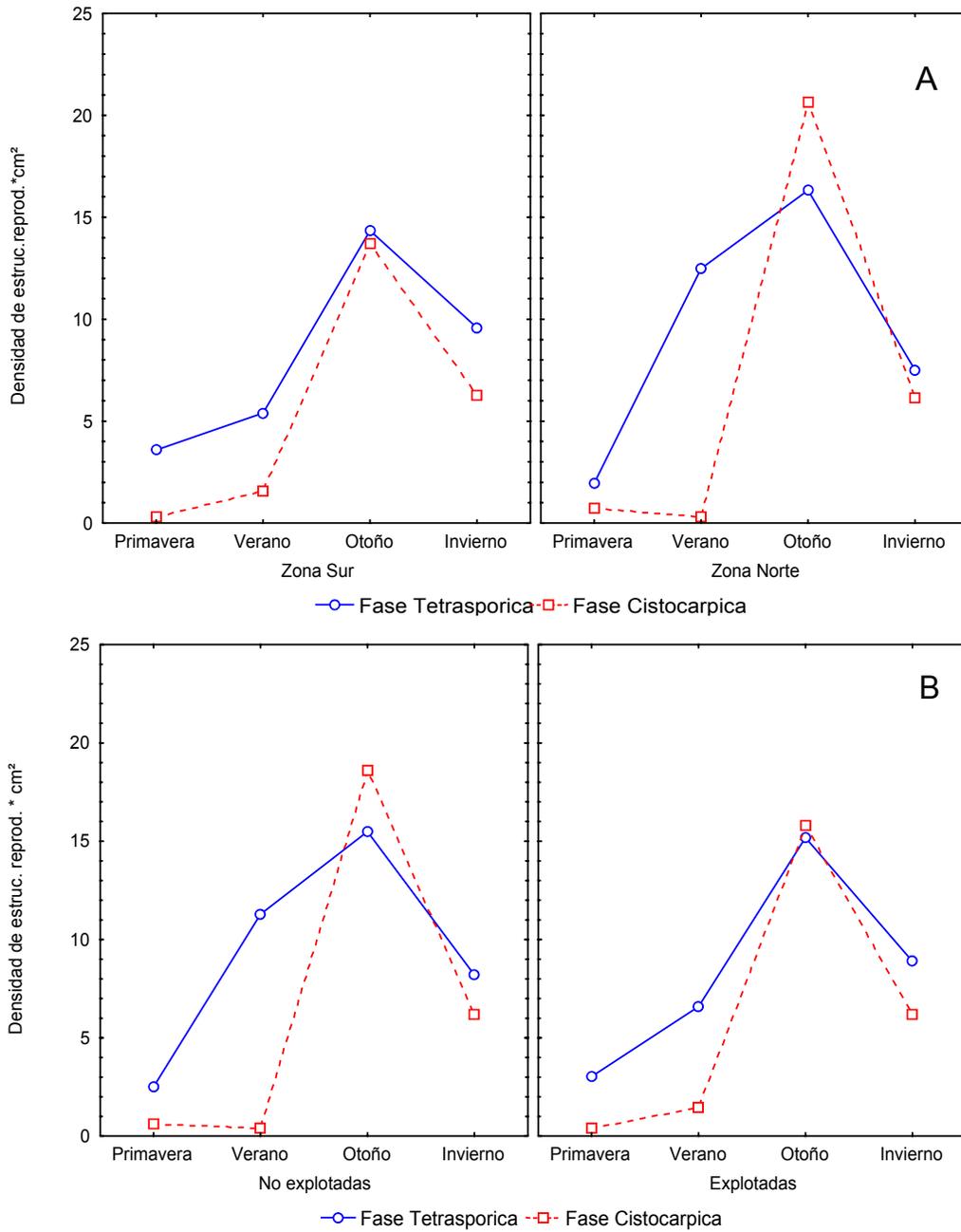


Figura 85. A) Densidad estacional de las estructuras reproductivas por fase, en la Zona Norte y Zona Sur. B) Densidad estacional de las estructuras reproductivas para praderas No explotadas y explotadas.

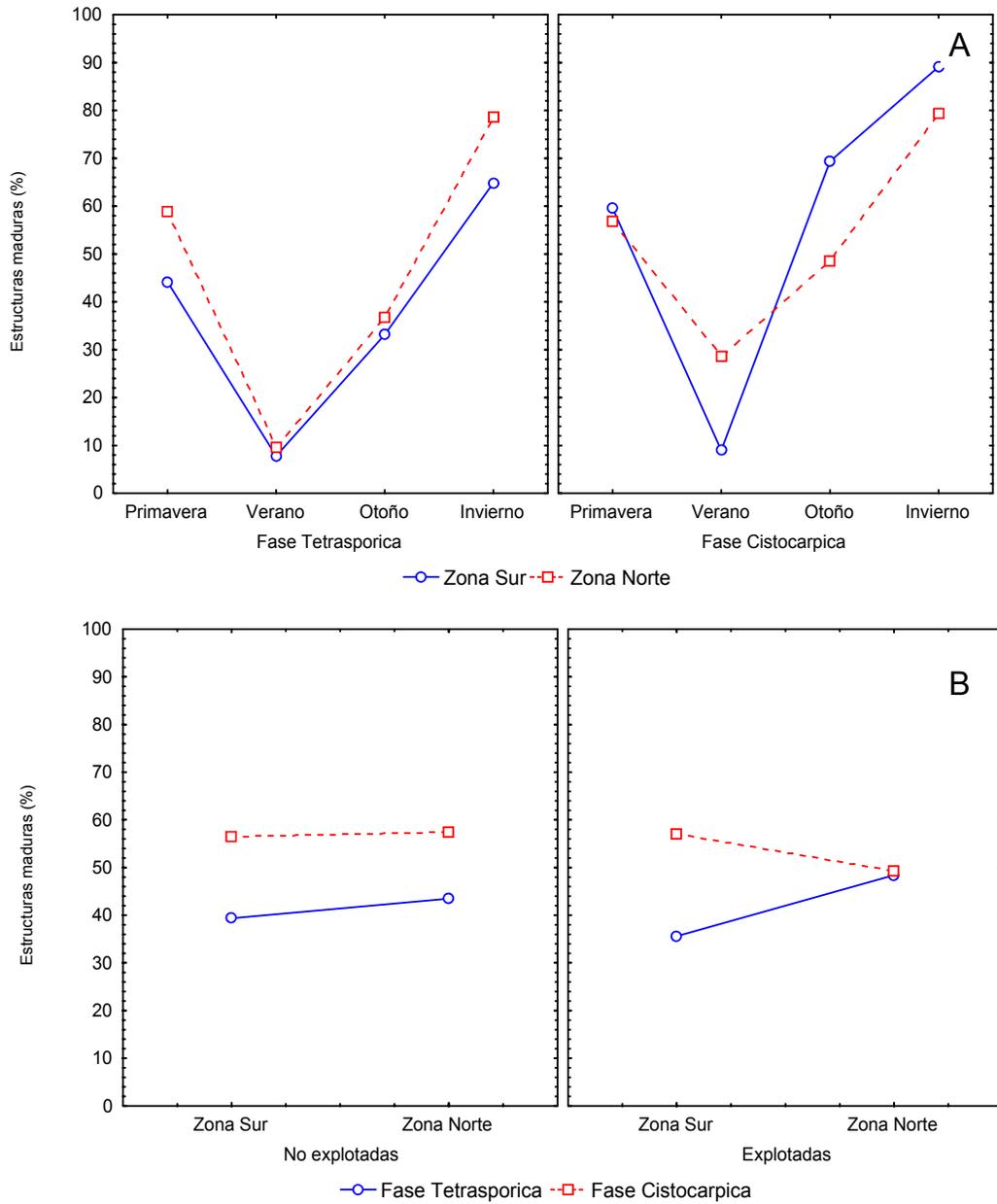


Figura 86. A) Porcentaje estacional de las estructuras reproductivas por fases para la Zona Norte y Zona Sur. B) Porcentaje de las estructuras reproductivas maduras por fase para praderas explotadas y No explotadas, de la XI Región.

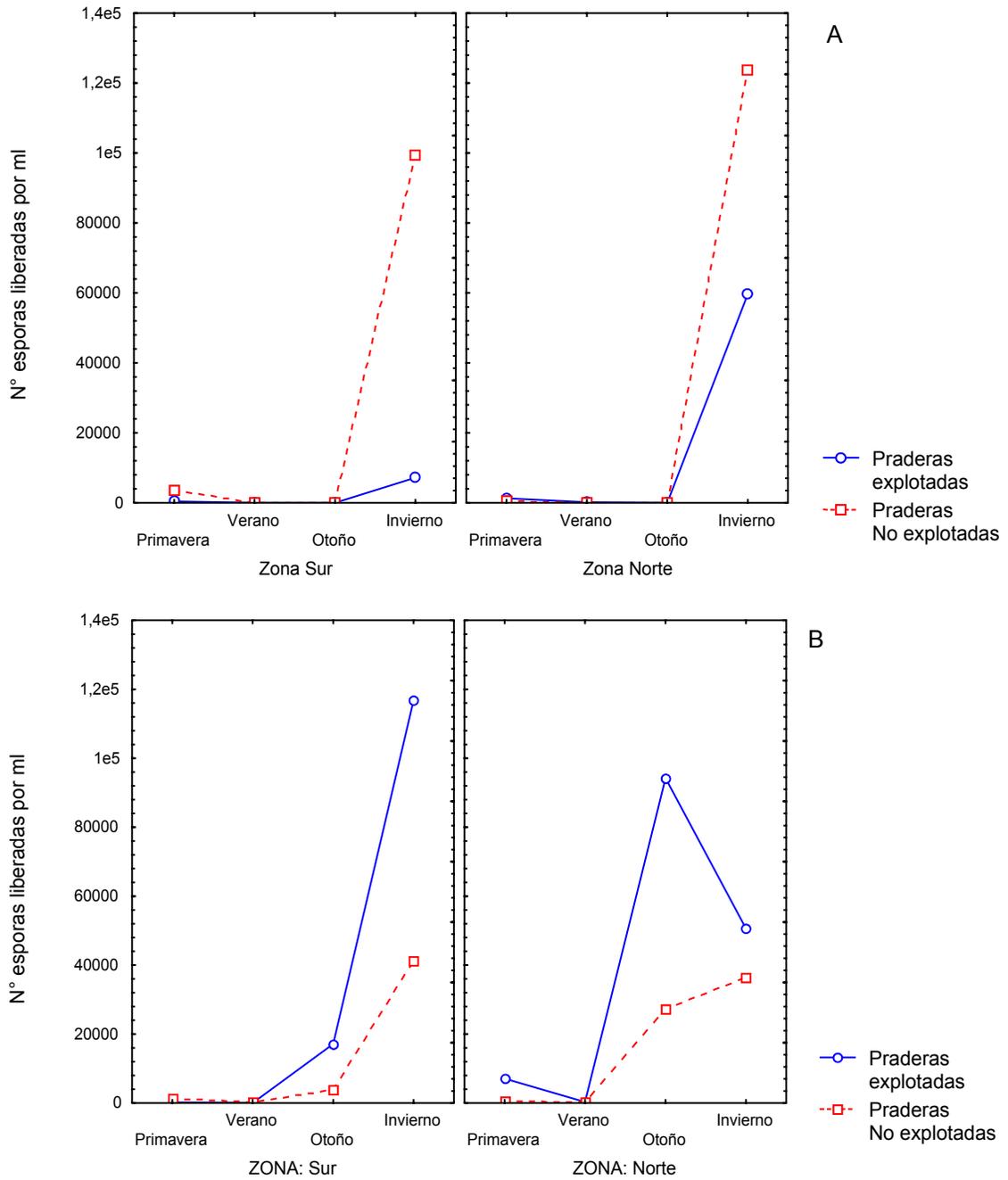


Figura 87. Número de esporas liberadas (ml) estacionalmente para las praderas explotadas y no explotadas, separadas según el tipo de espora. A) Carposporas y B) Tetrasporas.

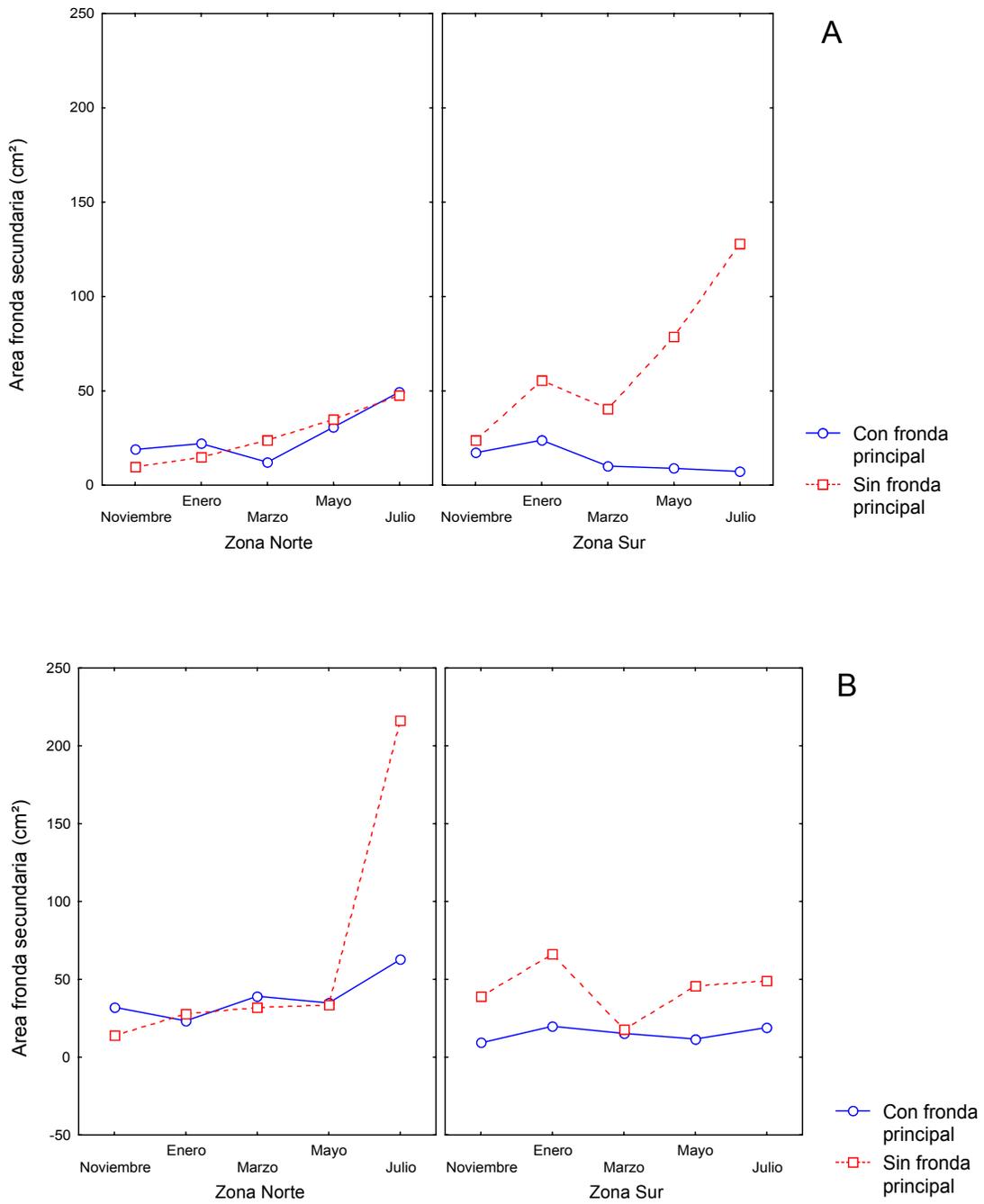


Figura 88. Crecimiento de fronda secundaria (con y sin la fronda principal) durante 5 períodos de muestreo, separadas en Zona Norte y Zona Sur. A) Praderas Explotadas. B) Praderas No explotadas.

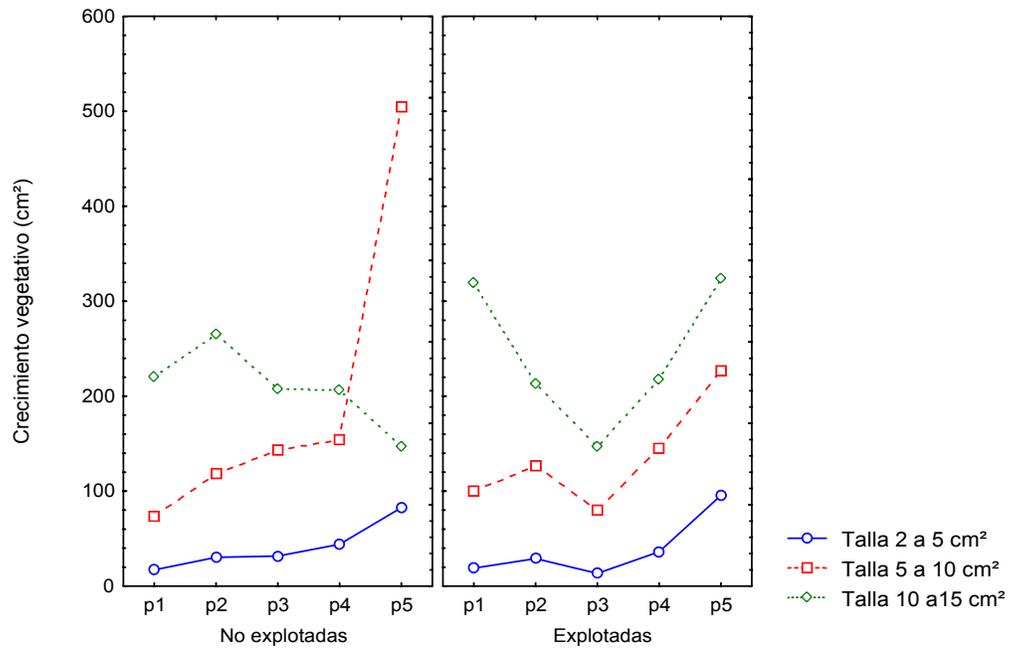


Figura 89. Crecimiento de frondas vegetativas (cm²) de las tallas de 2 a 5 cm; 5 a 10 cm y 10 a 15 cm, durante los 5 periodos de control, para praderas No explotadas y Explotadas en estudio, en la XI Región.

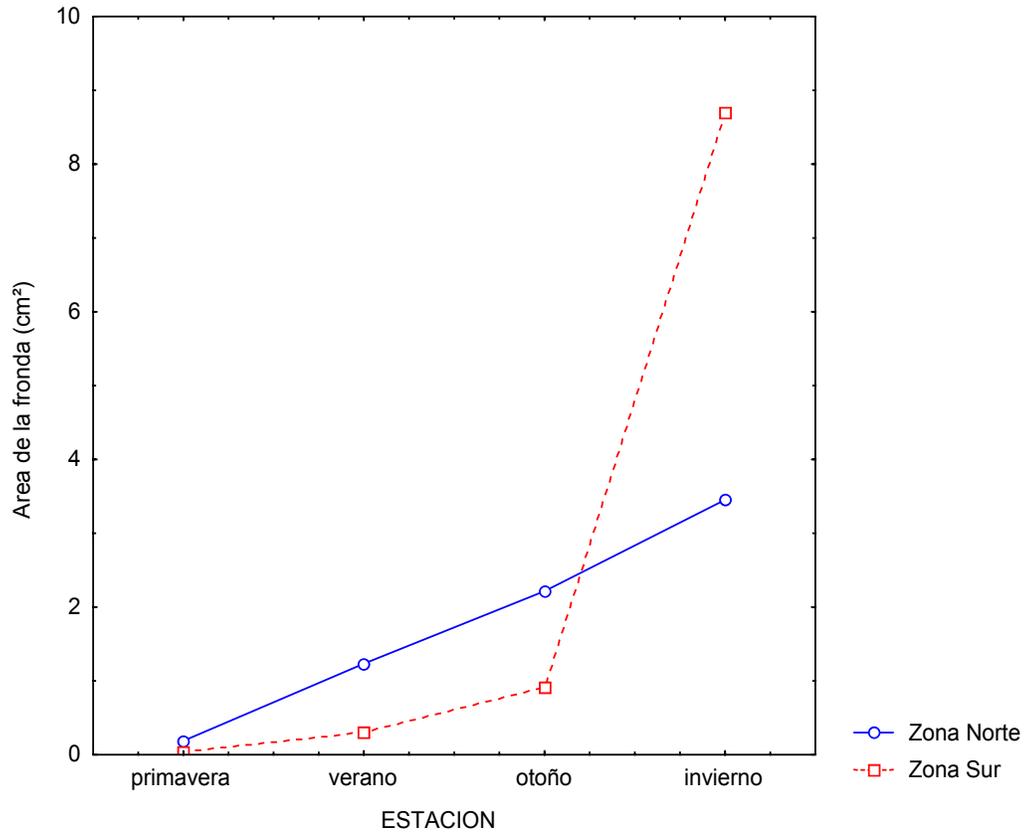


Figura 90. Incremento estacional de las frondas de *Gigartina*, regeneradas a partir de hapterios cortados, separadas en Zona Norte y Zona Sur.

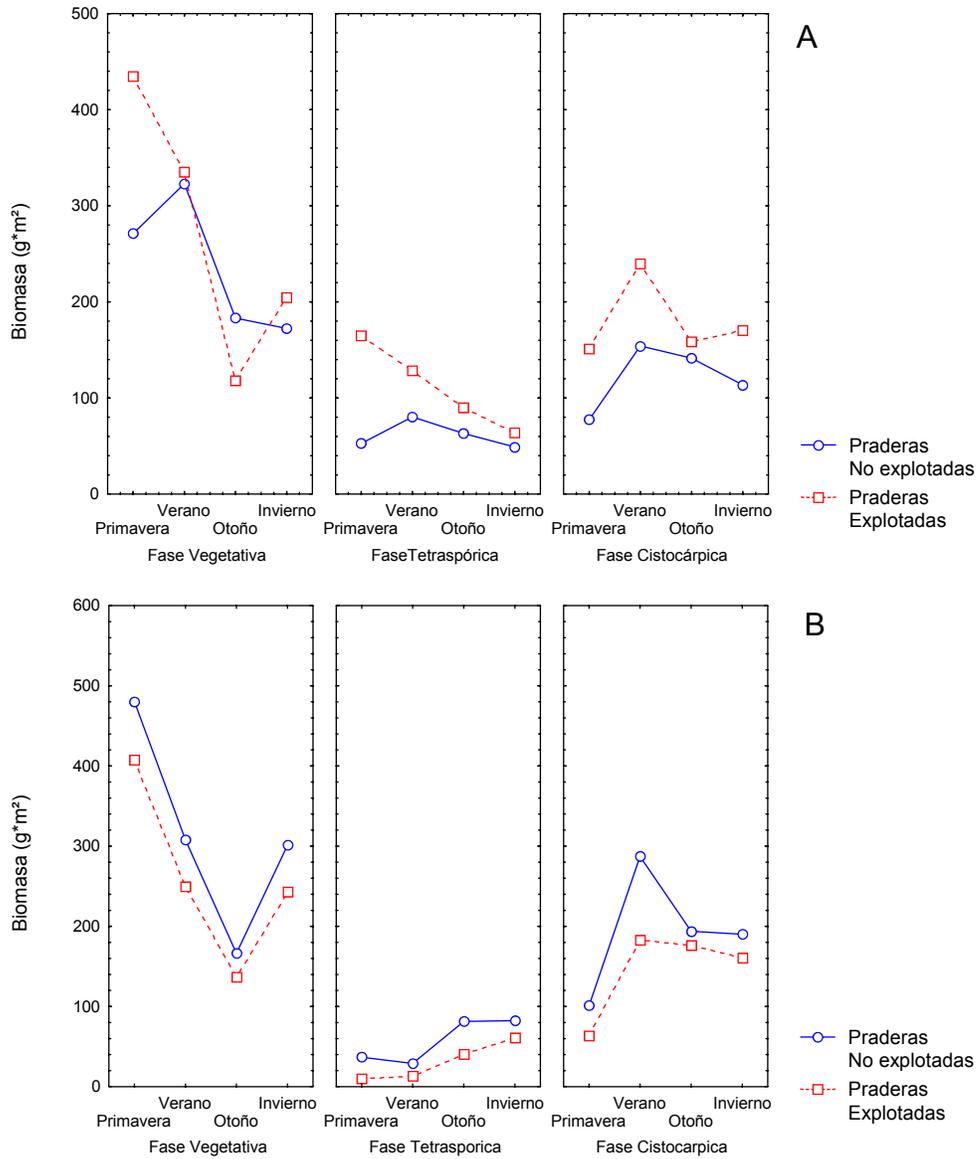


Figura 91. Variación estacional e biomasa de las fases reproductivas separadas por praderas explotadas y no explotadas. A) De la Zona Norte. B) Zona Sur.

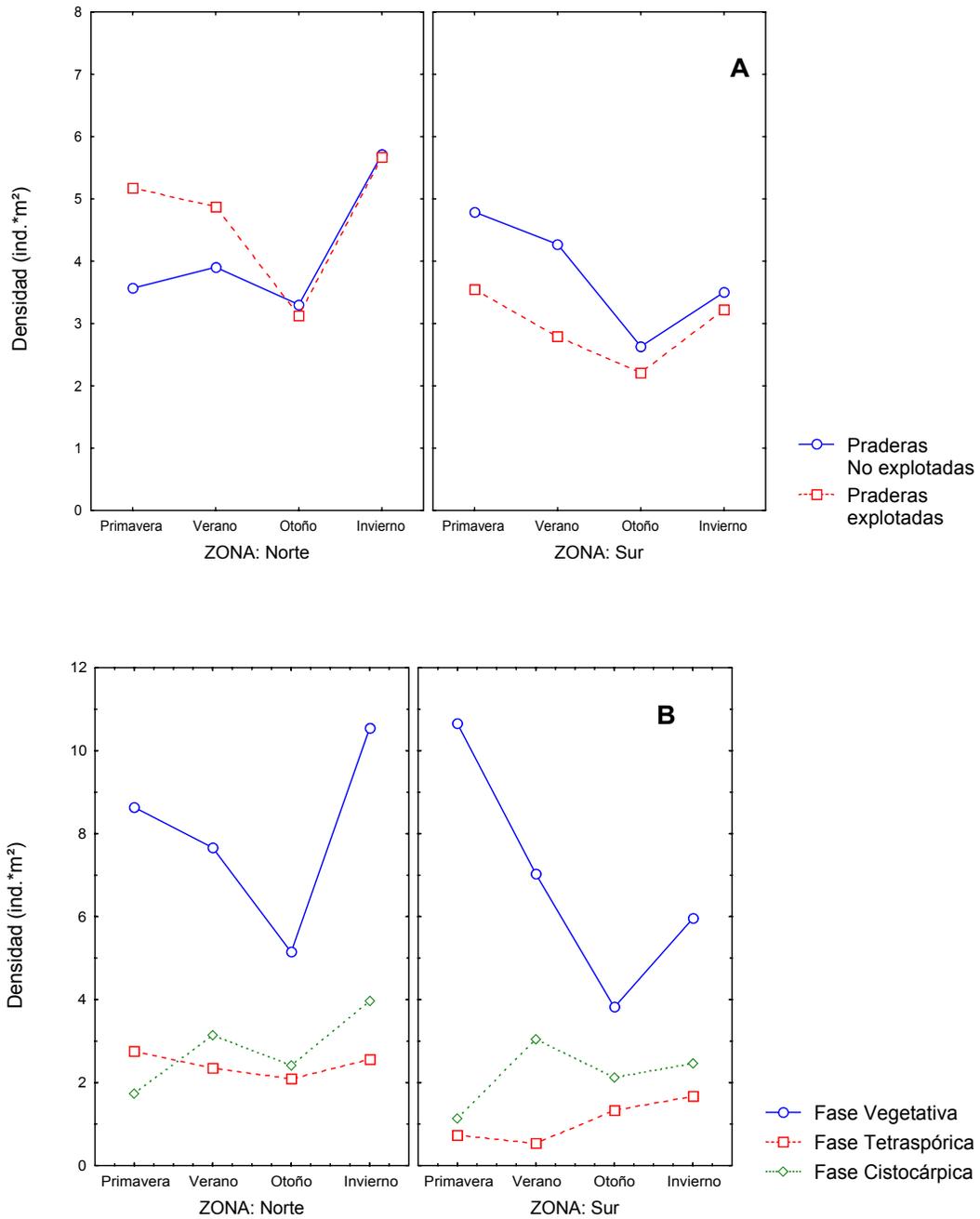


Figura 92. A) Variación estacional de la densidad por praderas explotadas y no explotadas separadas en Zona Norte y Zona Sur. B) Variación de estacional de la densidad de las fases reproductivas, en la Zona Norte y Zona Sur.





INFORMACIONES

Fecha: 27 de Noviembre del 2002
Inicio: 9:30 hrs (Inscripción)
Termino: 18:00 hrs

Lugar: Caja de Compensación La Araucana
Sala de Conferencia, piso 4
Benavente 702, Puerto Montt

Valor: \$ 20.000 (US \$ 27.-)

ORGANIZA

Instituto de Fomento Pesquero

PATROCINA

Subsecretaría de Pesca
Fondo de Investigación Pesquera (FIP)

Información e Incripciones

e-mail: maria@ifop.cl
ssavedra@ifop.cl - jacares@ifop.cl

Fonos: (65) 250065 - 250995
Fax: (65) 262961



División de Acuicultura
Salmones 262
Casilla 822 - Puerto Montt
Teléfono: (+56) (65) 250065
254857
262963
258856
Fax: 262201

Huelmo
Carretero Mando sin
(X Región)

Putemún
Tercer Ten. sin Fax: 65-834522
(X Región)

Coyhaique
Dr. Strassini Centro de Acuicultura
Carretero Aeropuerto Ter. Vidal sin
Teléfono: 67-231416
Fax: 67-233075
(XI Región)

Puerto Chacabuco
Esmeralda Baja, Fonofax: 67-351104

Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)
Oficina central:
Valparaíso
Barros 639, Casilla 6 V
Teléfono: 56 - 32 32000
Fax: 56 - 32 322345

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



Seminario/Taller

Estudios para la explotación sustentable de las praderas de Luga roja

(*Gigartina skottsbergii* Setchell & Gardner)

Proyecto
"Investigación y manejo de praderas de luga roja en la XI Región"
(FIP 2001 - 28)



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO - DIVISION DE ACUICULTURA
GOBIERNO DE CHILE - SUBSECRETARIA DE PESCA



Estudios para la explotación sustentable de las praderas de Luga roja

(*Gigartina skottsbergii* Setchell & Gardner)

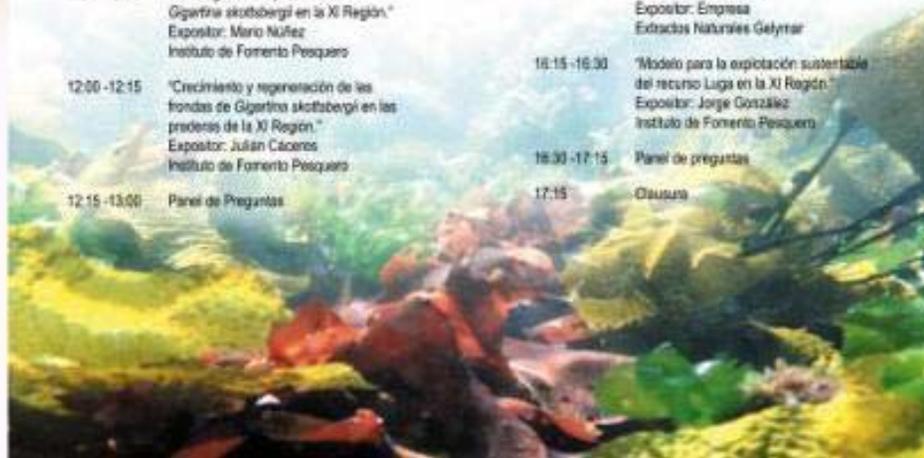
Objetivo:

Considerar los aspectos de dinámica poblacional, reproductiva y de crecimiento en *Gigartina skottsbergii* (Luga roja), en las praderas de la XI Región, para efectuar recomendaciones en el manejo de este recurso.

Gigartina skottsbergii es una especie de alga roja que presenta una lámina de hasta 90 cm de largo por 120 cm de ancho, es gruesa al tacto, de consistencia carnosa, de color púrpura o rojo intenso, aunque es menos frecuente encontrarla de color pardo-amarillo. Consta de numerosas proyecciones rizoidales denominadas hapterios con las que se adhieren al sustrato. En la superficie de la lámina se puede encontrar papilas que corresponden a cistocarpos o a proyecciones vegetativas. Esta alga es característica de la costa de Chile y Argentina. En Chile se distribuye en la costa Pacífica desde Niebla (39°52' S) a la altura de Valdivia hasta Cabo de Hornos. En Argentina se distribuye en el océano Atlántico, desde la Provincia de Chubut hasta Punta Lobería (44°16' S). Las poblaciones de Luga roja son abundantes en ambientes semi-protegidos y protegidos submareales desde los 4 a 30 m de profundidad, con circulación permanente de las corrientes marinas. Viven adheridas a rocas, pedras y chigags. En la zona sur-austral generalmente crece bajo el dosel de praderas de *Microcystis*. Se extrae de praderas naturales y se utiliza como materia prima para la elaboración de carrageninas, este gel es utilizado en la industria alimenticia. Actualmente, este recurso se cultiva a nivel piloto.

PROGRAMA

| | | | |
|--------------|--|--------------|--|
| 09:30 -10:00 | Inscripción | 13:00 -14:30 | Almuerzo |
| 10:00 -10:15 | Inauguración: Oscar Guzmán, Jefe de la División de Investigación Acuicola - IFOP | 14:30 -14:45 | "Crecimiento vegetativo de <i>Gigartina skottsbergii</i> en sistema suspendido". Expositor: Héctor Romo Universidad de Concepción |
| 10:15 -10:30 | "Reseña del Proyecto y del recurso <i>Gigartina skottsbergii</i> ". Expositor: Marcela Avila (Jefe de Proyecto) Instituto de Fomento Pesquero | 14:45 -15:00 | "Medidas administrativas en recursos algales y la nueva Ley de Pesca". Expositor: Francisco Ponce Subsecretaría de Pesca |
| 10:30 -10:45 | "Video submarino descriptivo y método de muestreo en las praderas de Luga roja (<i>Gigartina skottsbergii</i>) de la XI Región". Expositor: Hamán Cortés Instituto de Fomento Pesquero | 15:00 -15:15 | "Desarrollo y crecimiento de esporas en <i>Gigartina skottsbergii</i> en la XI Región". Expositor: Arturo Candia Instituto de Fomento Pesquero |
| 10:45 -11:00 | "Actividad extractiva y desembarque de la Luga roja en la XI Región". Expositor: Humberto Pavéz Instituto de Fomento Pesquero | 15:15 -15:30 | "Comportamiento reproductivo de <i>Gigartina skottsbergii</i> en praderas de la XI Región". Expositor: Sandra Saavedra Instituto de Fomento Pesquero |
| 11:00 -11:30 | Café | 15:30 -16:00 | Café |
| 11:30 -11:45 | "Dinámica poblacional de las praderas de <i>Gigartina skottsbergii</i> en la XI Región". Expositor: Patricio Camus, Universidad Católica de la Santa Concepción | 16:00 -16:15 | "Destino y utilización de la Luga roja por parte de la industria". Expositor: Empresa Extractos Naturales Gelymar |
| 11:45 -12:00 | "Fenología de las praderas de <i>Gigartina skottsbergii</i> en la XI Región". Expositor: Mario Nuñez Instituto de Fomento Pesquero | 16:15 -16:30 | "Modelo para la explotación sustentable del recurso Luga en la XI Región". Expositor: Jorge González Instituto de Fomento Pesquero |
| 12:00 -12:15 | "Crecimiento y regeneración de las frondas de <i>Gigartina skottsbergii</i> en las praderas de la XI Región". Expositor: Julián Cáceres Instituto de Fomento Pesquero | 16:30 -17:15 | Panel de preguntas |
| 12:15 -13:00 | Panel de Preguntas | 17:15 | Clausura |





INSTITUTO DE
FOMENTO
PESQUERO



GOBIERNO DE CHILE
SUBSECRETARÍA DE PESCA

Oscar Guzmán F., Jefe de la División de Investigación Acuícola del Instituto de Fomento Pesquero, saluda cordialmente a usted y tiene el agrado de invitarle al Seminario/Taller: ***Estudio para la explotación sustentable de las praderas de Luga roja *Gigartina skottsbergii* Setchell & Gardner (Proyecto FIP 2001-28).*** Dicho seminario, se llevará a cabo el día Miércoles 27 de Noviembre a las 09:30 horas en la Sala de Conferencias de La Caja de Compensación La Araucana; Benavente 702, Piso 4, Puerto Montt.

SRC: Fonos (65) 262962 - 250085 e-mail: movilo@ifop.cl



Indice de archivo de base de datos.

SepLow.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Septiembre del 2001, en la pradera de Bahía Low.

OctLow.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Octubre del 2001, en la pradera de Bahía Low.

NovLow.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Noviembre del 2001, en la pradera de Bahía Low.

DicLow.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Diciembre del 2001, en la pradera de Bahía Low.

EneLow.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Enero del 2002, en la pradera de Bahía Low.

FebLow.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Febrero del 2002, en la pradera de Bahía Low.

MarLow.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Marzo del 2002, en la pradera de Bahía Low.

AbrLow.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Abril del 2002, en la pradera de Bahía Low.

MayLow.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Mayo del 2002, en la pradera de Bahía Low.

JunLow.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Junio del 2002, en la pradera de Bahía Low.

JulLow.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Julio del 2002, en la pradera de Bahía Low.

AgoLow.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Agosto del 2002, en la pradera de Bahía Low.

SepBarri.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Septiembre del 2001, en la pradera de Puerto Barrientos.

OctBarri.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Octubre del 2001, en la pradera de Puerto Barrientos.

NovBarri.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Noviembre del 2001, en la pradera de Puerto Barrientos.



DicBarri.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Diciembre del 2001, en la pradera de Puerto Barrientos.

EneBarri.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Enero del 2002, en la pradera de Puerto Barrientos.

FebBarri.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Febrero del 2002, en la pradera de Puerto Barrientos.

MarBarri.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Marzo del 2002, en la pradera de Puerto Barrientos.

AbrBarri.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Abril del 2002, en la pradera de Puerto Barrientos.

MayBarri.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Mayo del 2002, en la pradera de Puerto Barrientos.

JunBarri.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Junio del 2002, en la pradera de Puerto Barrientos.

JulBarri.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Julio del 2002, en la pradera de Puerto Barrientos.

AgoBarri.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Agosto del 2002, en la pradera de Puerto Barrientos.

SepBaja.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Septiembre del 2001, en la pradera de Islas Bajas.

OctBaja.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Octubre del 2001, en la pradera de Islas Bajas.

NovBaja.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Noviembre del 2001, en la pradera de Islas Bajas.

DicBaja.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Diciembre del 2001, en la pradera de Islas Bajas.

EneBaja.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Enero del 2002, en la pradera de Islas Bajas.

FebBaja.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Febrero del 2002, en la pradera de Islas Bajas.



MarBaja.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Marzo del 2002, en la pradera de Islas Bajas.

AbrBaja.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Abril del 2002, en la pradera de Islas Bajas.

MayBaja.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Mayo del 2001, en la pradera de Islas Bajas.

JunBaja.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Junio del 2001, en la pradera de Islas Bajas.

JulBaja.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Julio del 2001, en la pradera de Islas Bajas.

AgoBaja.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Agosto del 2001, en la pradera de Islas Bajas.

SepVerg.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Septiembre del 2001, en la pradera de Isla Vergara.

OctVerg.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Octubre del 2001, en la pradera de Isla Vergara.

NovVerg.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Noviembre del 2001, en la pradera de Isla Vergara.

DicVerg.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Diciembre del 2001, en la pradera de Isla Vergara.

EneVerg.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Enero del 2002, en la pradera de Isla Vergara.

FebVerg.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Febrero del 2002, en la pradera de Isla Vergara.

MarVerg.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Marzo del 2002, en la pradera de Isla Vergara.

AbrVerg.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Abril del 2002, en la pradera de Isla Vergara.

MayVerg.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Mayo del 2002, en la pradera de Isla Vergara.



JunVerg.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Junio del 2002, en la pradera de Isla Vergara.

JulVerg.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Julio del 2002, en la pradera de Isla Vergara.

AgoVerg.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Agosto del 2002, en la pradera de Isla Vergara.

SepMeni. dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Septiembre del 2001, en la pradera de Isla Meninea.

OctMeni. dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Octubre del 2001, en la pradera de Isla Meninea.

NovMeni. dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Noviembre del 2001, en la pradera de Isla Meninea.

DicMeni. dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Diciembre del 2001, en la pradera de Isla Meninea.

EneMeni. dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Enero del 2002, en la pradera de Isla Meninea.

FebMeni. dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Febrero del 2002, en la pradera de Isla Meninea.

MarMeni. dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Marzo del 2002, en la pradera de Isla Meninea.

AbrMeni. dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Abril del 2002, en la pradera de Isla Meninea.

MayMeni. dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Mayo del 2002, en la pradera de Isla Meninea.

AbrMeni. dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Junio del 2002, en la pradera de Isla Meninea.

JulMeni. dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Julio del 2002, en la pradera de Isla Meninea.



AgoMeni.dbf. Datos de biomasa y densidad por cuadrante del muestreo del mes de Agosto del 2002, en la pradera de Isla Meninea.

Libera.dbf. Datos de número estructura reproductivas que liberan esporas y número esporas liberadas por ml para cada fase y cada mes de las cinco praderas en estudio.

Madura.dbf. Datos del número de estructuras reproductivas en 9 cuadrantes para cada planta, en cada fase y en cada mes de las cinco praderas en estudio, las estructura reproductivas fueron categorizadas en maduras, inmaduras y vacías.

Desemquel.dbf. Datos del desembarque de biomasa húmeda de *G. skottsbergii* en el Puerto de Quellón de las praderas que se ubican cercanas al sector.

Frecuen.dbf. Datos de la frecuencia de tallas (tamaño cm) poblacional para cada pradera en estudio, durante los meses de muestrero, separadas por fase reproductiva.

Secund.dbf. Datos de crecimiento en área de la fronda secundaria con la fronda principal y sin la fronda principal durante el tiempo inicial hasta Julio del 2002, para las cinco praderas en estudio.

Vegeta.dbf. Datos de crecimiento en área de las frondas vegetativas separas por rangos (2 a 5 cm; 5 a 10 cm; 10 a 15 cm) del tiempo inicial de tallas hasta Julio del 2002.

Regene.dbf. Datos de crecimiento en área de las frondas regeneradas a partir de hapterios, durante los meses Septiembre del 2001 – Agosto del 2002, para las cinco praderas en estudio.

ViaGer.dbf. Datos de número de esporas viables y germinadas por campo ocular Islas Bajas y por replica a las diferentes condiciones de cultivo durante la época de primavera, verano, otoño y invierno en las cinco praderas en estudio.

Recluta.dbf. Datos del número de plantas *G. skottsbergii* por el número de adocreto muestreado (150 cm²) durante el periodo de primavera, verano, otoño y invierno en las cinco praderas en estudio.

