



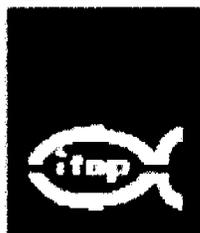
FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

INFORMES TECNICOS FIP

FIP - IT / 99 - 22

INFORME : INVESTIGACION Y MANEJO DE PRADERAS
FINAL DE LUGA EN LA XII REGION

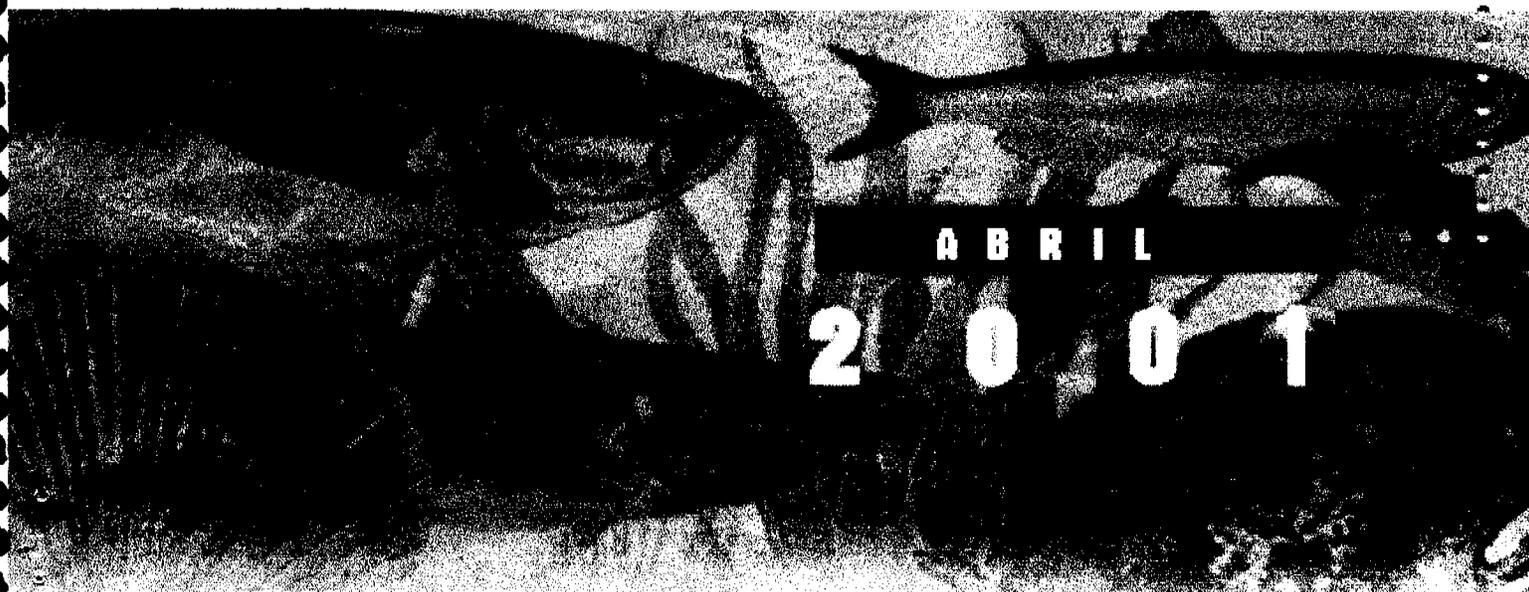
UNIDAD : INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO,
EJECUTORA DIRECCION ZONAL XII REGION



INFORME FINAL

FIP Nº 99 - 22

Investigación y manejo de praderas de luga en la XII Región



ABRIL

2001

REQUIRENTE

CONSEJO DE INVESTIGACION PESQUERA – CIP
Presidente del Consejo: DANIEL ALBARRAN RUIZ-CLAVIJO

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO – IFOP
Director Ejecutivo (S): SERGIO AVILES GOYCOOLEA

Abril, 2001



JEFE PROYECTO

MARCELA AVILA L.

AUTORES

MARCELA AVILA L.
MARIO NUÑEZ O.
ARTURO CANDIA P.
HUMBERTO PAVEZ V.
HERNAN CORTES A.
SERGIO CORNEJO E.

Abril, 2001



RESUMEN EJECUTIVO

La explotación de *Gigartina skottsbergii* Setchell & Gardner, como materia prima para la producción de carrageninas, se inició a fines de la década del 80 en la X Región, constituyéndose en los últimos años en una de las actividades más importantes de extracción en la zona sur. En los años siguientes, la actividad extractiva se ha desplazado hacia la XI y XII Región, para satisfacer la creciente demanda. Actualmente la producción de este recurso proviene de la X, XI y XII Región. Por otra parte, la industria nacional productora de carrageninas tiene 9 años de existencia y la producción se ha incrementado desde 26 t en 1986 hasta 2.361 t de carrageninas en 1999. La explotación de lugas en la XII Región, se inició en la década del 90 y ha experimentado un crecimiento importante en los últimos años, registrándose desembarques de 1.052 en 1996 y de 2.954 t húmedas en 1997, representando para este período negocios en playa del orden de los 400 millones de pesos.

Las estadísticas oficiales (Sernapesca) demuestran que las poblaciones de este recurso están siendo intensamente explotadas, y actualmente no existe legislación que regule su extracción. Existe además, un desconocimiento general, principalmente en la zona austral, de la localización de las praderas naturales, que serían explotables, la fenología reproductiva de estas praderas y el potencial que ellas poseen en cada región, se desconoce también la flota y número de buzos que operan en la extracción del recurso. Lo anterior resulta muy importante, debido a que, la extracción de este recurso en las tres regiones mencionadas ha adquirido especial relevancia en los últimos años, debido principalmente al precio atractivo del recurso para el subsector pesquero artesanal, constituyéndose así en una alternativa real, dado que, los recursos bentónicos cada día son más escasos en cada una de las regiones y casi todos ellos poseen vedas de extracción o su explotación está limitada por eventos de floraciones algales nocivas, conocidas



como "marea roja". Dado, el gran interés por su explotación y comercialización, se hace necesario cuantificar el esfuerzo pesquero que se está ejerciendo sobre este recurso y obtener información biológica-pesquera necesaria para establecer normas administrativas, que permita dar sustentabilidad a la actividad económica y a la conservación del recurso.

El objetivo general del proyecto es establecer períodos reproductivos y de crecimiento de frondas de luga en la XII Región. Durante el período diciembre 1999 y noviembre del 2000, se han realizado muestreos periódicos en 4 praderas naturales que corresponden a Bajo Bordes (Seno Unión), Santa Ana (Estrecho de Magallanes), Fanny (Seno Otway), y Los Pinos (Estrecho de Magallanes). De acuerdo a lo establecido, se han realizado experiencias de crecimiento secundario y reclutamiento en ambiente natural, y las experiencias de germinación y viabilidad de esporas en laboratorio en condiciones controladas, para generar conocimiento biológicos y productivos básicos del recurso. Los resultados finales de las actividades realizadas durante el estudio, se dan a conocer de acuerdo a los objetivos específicos planteados.

El estudio taxonómico realizado con ejemplares de las praderas de "luga" de la XII Región permite concluir que se identificaron 2 taxa. Ambos taxa pueden ser fácilmente reconocibles y diferenciables por su morfología externa e interna y corresponden a las especies *Sarcothalia crispata* (Bory) Leister y *Gigartina skottsbergii* Setchell & Gardner. Se describe la morfología externa e interna de ambas especies, tanto de ejemplares vegetativos como de las estructuras reproductivas de frondas tetraspóricas y frondas cistocárpicas.

En cuanto a la procedencia y caracterización de la actividad extractiva, se entregan antecedentes de las temporadas y áreas de extracción, encontrándose que el recurso se extrae desde 81 localidades en la región. Concentrándose el desembarque de 54 localidades en Punta Arenas y 27 en Puerto Natales. La



actividad se caracteriza por una instalación de faenas, a la cual concurren embarcaciones pequeñas, que son las que extraen el recurso y el volumen extraído es recolectado por embarcaciones de acarreo que trasladan la captura a los puertos de desembarque.

Los resultados de las actividades de reclutamiento muestran que en la localidad de Bajo Bordes, Fanny y los Pinos el reclutamiento ocurre en verano e inicios de otoño. En la pradera de Santa Ana no hubo reclutamiento en ninguna de las estaciones del año.

En las experiencias de viabilidad y germinación de carposporas y de tetrasporas, se observó diferencias, tanto en la madurez de las estructuras reproductivas de cada fase de *Gigartina*, como en la liberación de esporas de los talos tetrasporofíticos y cistocárpicos recolectados en las diferentes estaciones del año y en las 4 praderas en estudio. Frondas tetraspóricas presentaron soros maduros y liberaron tetrasporas en las 4 estaciones del año en las praderas de Bajo Borde, Fanny y Santa Ana, no así en la pradera de Los Pinos. Las frondas cistocárpicas presentaron cistocarpos maduros y liberaron carposporas en las praderas de Santa Ana y Los Pinos, en las estaciones de otoño, invierno y primavera, mientras que, en las praderas de Bajo Bordes y Fanny, la esporulación ocurrió en otoño e invierno.

En la pradera de Bajo Bordes el valor máximo de porcentaje de viabilidad tetrasporas fue de 91 % en otoño y de carposporas fue de 88 % en verano. En la pradera de Santa Ana, fue de 78% en tetrasporas y de 96% en carposporas ambos de primavera. En la pradera de Fanny, el valor máximo de porcentaje de viabilidad tetrasporas fue de un 100% en verano y en carposporas fue de 65% en otoño. En la pradera de Los Pinos, el porcentaje máximo de viabilidad de tetrasporas fue de 93% en verano y el de carposporas fue de 69% en primavera. Todos los valores máximos de viabilidad se obtuvieron en condiciones de 5°C y

iii



en diferentes irradiaciones. Los valores máximos de germinación esporas en la pradera de Bajo Bordes, fueron de 60% en tetrasporas de primavera y de 13% en carposporas de invierno. En la pradera de Santa Ana fueron de 76% en tetrasporas y de 56% en carposporas, ambos en la estación de primavera. En la pradera de Fanny los valores máximos de germinación de esporas fueron de 85% en tetrasporas de verano y de 65% en carposporas de otoño. En la pradera de Los Pinos estos valores fueron de 58% en tetrasporas de invierno y de 67% en carposporas de otoño. La germinación de tetrasporas y carposporas fue más alta en las condiciones de 10°C en las diferentes irradiaciones, a excepción de carposporas de Santa Ana y Fanny en donde ocurrió a 5°C.

Las experiencias sobre crecimiento de frondas secundarias de *Gigartina* fueron iniciadas en todas las praderas. Los resultados muestran que en las praderas de Bajo Bordes, Santa Ana y Fanny se obtuvo crecimiento en frondas secundarias. En la pradera de Santa Ana se obtuvo el mayor crecimiento acumulado lográndose al final del período frondas de hasta 149 cm² de tamaño promedio. Las tasas de crecimiento son mayores en la época de verano y disminuyen hacia el invierno en todas las praderas estudiadas. En la localidad de Santa Ana se lograron los mejores resultados de tasa de crecimiento diario, alcanzando valores de 2,7 para el período de verano.

Se describen las condiciones abióticas: temperatura, salinidad, y transparencia del agua, en un ciclo anual, para cada una de las praderas. Los períodos de máxima biomasa total solo ocurren en la Pradera de Bajo Bordes y es el verano tardío y otoño lo que indica que tiene un comportamiento estacional en la producción de biomasa, sin embargo las praderas de Santa Ana y Fanny no presentan grandes variaciones. La pradera de Los Pinos presenta una biomasa fluctuante, que muestra una tendencia poco clara. La biomasa vegetativa es más importante y más abundante en la pradera de Santa Ana, mientras que la biomasa de frondas reproductivas muestra en la pradera de Bajo Bordes que las

iv



frondas tetraspóricas son más importantes en biomasa que las cistocárpicas. De acuerdo al análisis estadístico se puede generalizar diciendo que son las frondas tetraspóricas las que incrementan su biomasa a fines del verano y comienzos del otoño, mientras que las frondas vegetativas y cistocárpicas no presentan variaciones estacionales importantes. Las praderas difieren significativamente en densidad siendo la pradera de Los Pinos la que presentó la menor densidad (1 frondas/m²), mientras que las otras praderas tienen densidades mayores de hasta 8,6 frondas/m².



ÍNDICE GENERAL

Resumen Ejecutivo	i
Indice General	v
Indice de Tablas y Figuras	vi
1. Objetivo General	1
2. Objetivos Específicos	1
3. Antecedentes	1
4. Metodología de Trabajo	4
4.1 Identificar las especies de lugas que sustentan los desembarques, su procedencia y caracterizar la actividad extractiva	4
a) Identificación de las especies a estudiar	4
b) Procedencia y caracterización de la actividad extractiva	4
4.2 Caracterización del comportamiento reproductivo de lugas en las praderas de la XII Región	5
a) Epocas de reclutamiento de las fases Gemetofíticas y esporofíticas	6
b) Epoca de viabilidad de Tetrasporas y Carposporas de <i>Gigartina</i> en las 4 praderas de la XII Región	7
c) Epoca de germinación de Tetrasporas y Carposporas de <i>Gigartina</i> en las 4 praderas de la XII Región	7
d) Estimar el crecimiento de frondas secundarias	9
4.3 Determinación del período de máxima biomasa de las fases reproductivas de luga	11
a) Reconocimiento de praderas de importancia comercial	11
b) Caracterización de las praderas	11
c) Evaluación inicial de biomasa	11
d) Determinación de biomasa reproductiva de luga en la XII Región	14



5. Resultados.	17
5.1 Identificar las especies de lugas que sustentan los desembarques, su procedencia y caracterizar la actividad extractiva	17
a) Identificación de las especies a estudiar	17
5.1.1 Morfología Externa de las frondas	18
5.1.2 Análisis de la morfología interna y de las estructuras reproductivas de <i>Gigartina skottsbergii</i> y <i>Sarcothalia crispata</i>	20
b) Procedencia y caracterización de la actividad extractiva	22
5.2 Caracterización del comportamiento reproductivo de lugas en las praderas de la XII Región	30
a) Épocas de reclutamiento de las fases gametofíticas y esporofíticas	30
b) Epoca de viabilidad de tetrasporas y de carposporas de <i>Gigartina</i> en las 4 praderas de la XII Región.	33
c) Epoca de germinación de tetrasporas y de carposporas de <i>Gigartina</i> , en 4 praderas de la XII región	38
d) Estimar el crecimiento de frondas secundarias	44
5.3 Determinación del período de máxima biomasa de las fases reproductivas de luga	46
a) Reconocimiento de praderas de importancia comercial	46
b) Caracterización de las praderas	47
1 Pradera de Bajo Bordes, Seno Unión	47
2 Pradera de Santa Ana	48
3 Pradera de San Isidro	49
4 Pradera Fanny, Seno Otway	50



5	Pradera de Los Pinos, Estrecho de Magallanes	50
c)	Evaluación inicial de la biomasa	54
1	Pradera de Bajo Bordes, Seno Unión	54
2	Pradera de Santa Ana	55
3	Pradera de San Isidro	57
4	Pradera Fanny, Seno Otway	58
5	Pradera de Los Pinos	60
d)	Determinación de la biomasa reproductiva de luga en la XII Región	62
1	Pradera de Bajo Bordes	62
2	Pradera Santa Ana	64
3	Pradera Fanny, Seno Otway	66
4	Pradera Los Pinos	69
6.	Discusión y conclusiones	76
7.	Referencias bibliográficas	80
	Figuras	82



INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

Tabla 1:	Fechas de instalación y muestreo de las series experimentales para evaluar reclutamiento natural de <i>Gigartina skottsbergii</i> en adcretos en las praderas estudiadas.	7
Tabla 2:	Número inicial de transectos y cuadrantes muestreados en las diferentes praderas.	13
Tabla 3:	Número de transectos y cuadrantes muestreados en las diferentes praderas.	15
Tabla 4:	Volúmenes de desembarque para las diferentes localidades asociadas al puerto de Punta Arenas (90% de humedad). Temporada 1999-2000.	25
Tabla 5:	Volúmenes de desembarque para las diferentes localidades asociadas al puerto de Puerto Natales (90% de humedad). Temporada 1999-2000.	26
Tabla 6:	Número de buzos en las embarcaciones que recolectan luga roja Temporada 1999-2000.	27
Tabla 7:	C.P.U.E expresado en kilos de alga húmeda por hora de buceo para 6 localidades de la XII Región.	29
Tabla 8:	Frecuencia de las profundidades de las praderas donde se extrae <i>Gigartina skottsbergii</i> .	29
Tabla 9:	Análisis de varianza de 5 vías (pradera, estación, fase, temperatura y luz), del porcentaje de viabilidad en las praderas de Bajo Bordes, Santa Ana, Fanny y Los Pinos.	36
Tabla 10:	Análisis de varianza de 5 vías (pradera, estación, fase, temperatura y luz), del porcentaje de germinación en las praderas de Bajo Bordes, Santa Ana, Fanny y Los Pinos.	41
Tabla 11:	Profundidad y transparencia del agua en la pradera de Bajo Bordes	47
Tabla 12:	Profundidad y transparencia del agua en la pradera de Sta. Ana	48



Tabla 13:	Profundidad y transparencia del agua en la Pradera de San Isidro	49
Tabla 14:	Profundidad y transparencia del agua en la Pradera de Fanny.	50
Tabla 15:	Biomasa promedio (gr/m^2) y biomasa proyectada al área total, de la pradera de Bajo Bordes.	54
Tabla 16:	Biomasa promedio (gr/m^2) y biomasa proyectada al área total, de la pradera de Santa Ana.	56
Tabla 17:	Biomasa promedio (gr/m^2) y biomasa proyectada al área total, de la pradera de San Isidro.	57
Tabla 18:	Biomasa promedio (gr/m^2) y biomasa proyectada al área total, de la pradera de Fanny.	59
Tabla 19:	Biomasa promedio (gr/m^2) y biomasa proyectada al área total, de la pradera de Los Pinos.	60
Tabla 20:	Análisis de varianza de dos vías (pradera, estación), de la densidad en las praderas de Fanny, Santa Ana y Bajo Bordes.	71
Tabla 21:	Análisis de varianza de tres vías (pradera, fase, estación), de la densidad en las praderas de Fanny, Santa Ana y Bajo Bordes.	72
Tabla 22:	Análisis de varianza de tres vías (pradera, fase, Estación), de la biomasa en las praderas de Fanny, Santa Ana y Bajo Bordes.	73



FIGURAS

- Figura 1. Frondas de *Gigartina skottsbergii* sobre valvas de cholgas, en las praderas de Fanny y Bajo Bordes.
- Figura 2. Frondas de *Gigartina skottsbergii* sobre sustrato rocoso, en las praderas de Santa Ana y Los Pinos.
- Figura 3. *Gigartina skottsbergii* sobre adocretos con masilla epoxica y elástico.
- Figura 4. Reconocimiento de praderas de importancia comercial en sector cercano a Puerto Natales: 1) Bajo Bordes 2) Isla Vancoover 3) Grupo Solari 4) Canal Montaña. Sector cercano a Punta Arenas: 5) Santa Ana 6) San Isidro 7) Carlos III 8) Fanny 9) Los Pinos.
- Figura 5. Esquema de la pradera de Fanny, Seno Otway. Las flechas indican el número de transectos. Los vértices(punta amarilla) indican los límites de la pradera, especificando entre los puntos las distancias que corresponden al perímetro de la pradera.
- Figura 6. Esquema de la pradera de Santa Ana. Las flechas indican el número de transectos. Los vértices(punta amarilla) indican los límites de la pradera, especificando entre los puntos las distancias que corresponden al perímetro de la pradera.
- Figura 7. Esquema de la pradera de Bajo Bordes, Seno Unión. Las flechas indican el número de transectos. Los vértices(punta amarilla) indican los límites de la pradera, especificando entre los puntos las distancias que corresponden al perímetro de la pradera.
- Figura 8. Esquema de la pradera de Los Pinos. Las flechas indican el número de transectos. Los vértices(punta amarilla) indican los límites de la pradera, especificando entre los puntos las distancias que corresponden al perímetro de la pradera.
- Figura 9. A) Fronda cistocarpica de *G. skottsbergii*. B) Papilas que se proyectan en ambas superficies del talo. C) Fronda tetraspórica madura. D) Soros tetrasporangiales inmersos en el talo. E) Fronda masculina de *G. skottsbergii*. F) *S. crispata*, talo con proliferaciones ciliares cortas.



- Figura 10. Morfología interna de cistocarpos. A y B Corte histológico de cistocarpo maduro de *Gigartina skottsbergii*, los cuales se desarrollan en el interior de las papilas. C) Cistocarpo maduro de la especie *Sarcothalia crispata*, el cual se origina en el interior del talo y presenta un tejido grueso envolvente o pericarpo.
- Figura 11. Morfología de tetrasporangios. A, B y C Soros tetrasporangiales en *Gigartina skottsbergii*, los cuales se originan a partir del tejido medular interno. D, E y F Soros tetrasporangiales en *Sarcothalia crispata*, los cuales se desarrollan a partir de tejido medular externo.
- Figura 12. Desembarque de *Gigartina skottsbergii* en la XII Región, registro obtenido de Sernapesca XII.
- Figura 13. A) Acarreo de embarcaciones menores a los lugares de extracción de luga. B) Extracción de luga mediante buceo hooka. C) Desembarque de luga roja en Bahía Mansa. D) Bodega de acopio de luga roja
- Figura 14. Desembarque en el Puerto de Punta Arenas de *Gigartina skottsbergii*, para la temporada (1999-2000). A) Captura mensual. B) Captura por localidad.
- Figura 15. Desembarque en Puerto Natales de *Gigartina skottsbergii*, para la temporada (1999-2000). A) Captura mensual. B) Captura por localidad.
- Figura 16. Reclutamiento de luga roja en la pradera de Bajo Bordes. Se indica la fecha de instalación de las series experimentales y su control (\pm ee).
- Figura 17. Reclutamiento de *Gigartina skottsbergii* sobre adocretos de cemento. A) Vista general del adocreto con discos y frondas de *Gigartina skottsbergii*. B) Vista en detalle de una fronda de *Gigartina skottsbergii* sobre adocreto.
- Figura 18. Reclutamiento de luga roja en la pradera de Fanny. Se indica la fecha de instalación de las series experimentales y su control (\pm ee).
- Figura 19. Reclutamiento de luga roja en la pradera de Los Pinos. Se indica la fecha de instalación de las series experimentales y su control (\pm ee).



- Figura 20. Porcentajes de viabilidad de tetrasporas (Tetras.) y carposporas (Carpos.) de *Gigartina* de la pradera de Bajo Bordes, obtenidos a 5°C y 10°C, en las irradiaciones de: A) 6 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$; B) 18 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, C) 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$. (\pm ee).
- Figura 21. Porcentajes de viabilidad de tetrasporas (Tetras.) y carposporas (Carpos.) de *Gigartina* de la pradera de Santa Ana, obtenidos a 5°C y 10°C, en las irradiaciones de: A) 6 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$; B) 18 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, C) 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$. (\pm ee).
- Figura 22. Porcentajes de viabilidad de tetrasporas (Tetras.) y carposporas (Carpos.) de *Gigartina* de la pradera de Fanny, obtenidos a 5°C y 10°C, en las irradiaciones de: A) 6 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$; B) 18 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, C) 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$. (\pm ee).
- Figura 23. Porcentajes de viabilidad de tetrasporas (Tetras.) y carposporas (Carpos.) de *Gigartina* de la pradera de Los Pinos, obtenidos a 5°C y 10°C, en las irradiaciones de: A) 6 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$; B) 18 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, C) 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$. (\pm ee).
- Figura 24. Comparación de los porcentajes de viabilidad de esporas, tipos de esporas (tetrasporas y carposporas) en interacción con las praderas y estaciones del año. A) Interacción de tetrasporas, pradera y estación B) Interacción de carposporas, praderas y estación.
- Figura 25. Porcentajes de germinación de tetrasporas (Tetras.) y carposporas (Carpos.) de la pradera de Bajo Bordes, obtenidos a 5°C y 10°C, en las irradiaciones de: A) 6 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$; B) 18 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, C) 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$. (\pm ee).
- Figura 26. Porcentajes de germinación de tetrasporas (Tetras.) y carposporas (Carpos.) de la pradera de Santa Ana, obtenidos a 5°C y 10°C, en las irradiaciones de: A. 6 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$; B. 18 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, C. 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$. (\pm ee).
- Figura 27. Porcentajes de germinación de tetrasporas (Tetras.) y carposporas (Carpos.) de la pradera de Fanny, obtenidos a 5°C y 10°C, en las irradiaciones de: A) 6 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$; B) 18 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, C) 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$. (\pm ee).



- Figura 28. Porcentajes de germinación de tetrasporas (Tetras.) y carposporas (Carpos.) de la pradera de Los Pinos, obtenidos a 5°C y 10°C, en las irradiaciones de: A) 6 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$; B) 18 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, C) 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$. (\pm ee).
- Figura 29. Desarrollo y germinación de tetrasporas y carposporas en condiciones de 10°C, 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 8 horas luz, 16 horas oscuridad. A) Tetrasporas con diámetro de 18 a 25 μm . B) Carposporas con un diámetro de 20 a 25 μm . C) Tetrasporas con 1 y 2 divisiones. D) Carposporas en desarrollo e inicio de formación de disco adherente, se observan también carposporas muertas (flecha). E) Formación de disco desde del desarrollo de tetrasporas (diámetro del disco 28 μm). F) Formación de disco a partir desde el desarrollo de carposporas (diámetro del disco 100 μm).
- Figura 30. Comparación de los porcentajes de germinación de tetrasporas y carposporas en interacción con praderas y estaciones del año. A) Interacción de tetrasporas, pradera y estación B) Interacción de carposporas, praderas y estación.
- Figura 31. A) Crecimiento acumulado promedio de la localidad de Bajo Bordes (\pm ee). B) Tasa de crecimiento por período para la localidad de Bajo Bordes (\pm ee).
- Figura 32. A) Crecimiento acumulado promedio de la localidad de Santa Ana (\pm ee). B) Tasa de crecimiento por período para la localidad de Santa Ana. (\pm ee).
- Figura 33. A) Crecimiento acumulado promedio de la localidad de Fanny (\pm ee). B) Tasa de crecimiento por período para la localidad de Fanny (\pm ee).
- Figura 34. Localización de la pradera de Bajo Bordes
- Figura 35. Localización de la pradera de Santa Ana.
- Figura 36. Localización de la pradera de San Isidro.
- Figura 37. Localización de la pradera de Fanny.
- Figura 38. Localización de la pradera de Los Pinos.
- Figura 39. Transparencia del agua en las praderas seleccionadas. A) Pradera Bajo Bordes B) Pradera Santa Ana C) Pradera de Fanny.



- Figura 40. Temperatura y Salinidad de la pradera de Bajo Bordes A) Temperatura y Salinidad superficial B) Temperatura y Salinidad de Fondo.
- Figura 41. Temperatura y Salinidad de la pradera de Sta. Ana. A) Temperatura y Salinidad superficial B) Temperatura y Salinidad de Fondo.
- Figura 42. Temperatura y Salinidad de la pradera de Fanny. A) Temperatura y Salinidad superficial. B) Temperatura y Salinidad de Fondo.
- Figura 43. Temperatura y Salinidad de la pradera de Los Pinos. A) Temperatura y Salinidad superficial. B) Temperatura y Salinidad de Fondo.
- Figura 44. Biomasa total promedio expresada en g/m^2 de Bajo Bordes ($\pm ee$).
- Figura 45. Densidad total promedio expresada como frondas/ m^2 de Bajo Bordes ($\pm ee$).
- Figura 46. Frecuencia de tallas (%) de las frondas de luga roja muestreadas en la pradera de Bajo Bordes. A) Frecuencia total que incluye todas las fases B) Frecuencia de las frondas vegetativas.
- Figura 47. Frecuencia de tallas (%) de las frondas de luga roja muestreadas en la pradera de Bajo Bordes. A) Frecuencia de frondas tetrasporicas B) Frecuencia de las frondas cistocarpicas. Se indican los meses muestreados.
- Figura 48. Biomasa total promedio expresada en g/m^2 de Santa Ana ($\pm ee$).
- Figura 49. Densidad total promedio expresada como frondas/ m^2 de Santa Ana ($\pm ee$).
- Figura 50. Frecuencia de tallas (%) de las frondas de luga roja muestreadas en la pradera de Santa Ana. A) Frecuencia total que incluye todas las fases B) Frecuencia de las frondas vegetativas.
- Figura 51. Frecuencia de tallas (%) de las frondas de luga roja muestreadas en la pradera de Santa Ana. A) Frecuencia de frondas tetrasporicas B) Frecuencia de las frondas cistocarpicas. Se indican los meses muestreados.
- Figura 52. Biomasa total promedio expresada en g/m^2 de Fanny ($\pm ee$).



- Figura 53. Densidad total promedio expresada como frondas/m² de Fanny (\pm ee).
- Figura 54. Frecuencia de tallas (%) de las frondas de luga roja muestreadas en la pradera de Fanny. A) Frecuencia total que incluye todas las fases B) Frecuencia de las frondas vegetativas.
- Figura 55. Frecuencia de tallas (%) de las frondas de luga roja muestreadas en la pradera de Fanny. A) Frecuencia de frondas tetrasporicas B) Frecuencia de las frondas cistocarpicas. Se indican los meses muestreados.
- Figura 56. Biomasa total promedio expresada en g/m² de Los Pinos (\pm ee).
- Figura 57. Densidad total promedio expresada como frondas/m² de Los Pinos (\pm ee).
- Figura 58. Frecuencia de tallas (%) de las frondas de luga roja muestreadas en la pradera de Los Pinos. A) Frecuencia total que incluye todas las fases B) Frecuencia de las frondas vegetativas.
- Figura 59. Frecuencia de tallas (%) de las frondas de luga roja muestreadas en la pradera de Los Pinos. A) Frecuencia de frondas tetrasporicas B) Frecuencia de las frondas cistocarpicas. Se indican los meses muestreados.



1. OBJETIVO GENERAL

Establecer períodos reproductivos y de crecimiento de frondas de luga en la XII Región

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

2.1 Identificar las especies de luga que sustentan los desembarques regionales, su procedencia y caracterizar la actividad extractiva en la XII Región.

2.2 Caracterizar el comportamiento reproductivo de luga en praderas de la XII Región.

2.3 Determinar el (los) período (s) de máxima biomasa de las fases reproductivas de luga en la XII Región.

3. ANTECEDENTES

La explotación de lugas en la XII Región, ha experimentado un crecimiento importante en los últimos años, registrándose desembarques de 1.052 y 2.954 t en 1996 y 1997, respectivamente, representando para este periodo transacciones en playa del orden de los 400 millones de pesos.

La extracción de este recurso, se concentra principalmente entre septiembre y diciembre, constituyéndose en una alternativa para parte de la flota y buzos dedicados a la pesca del erizo y ostión del sur, los cuales paralizan sus actividades debido a las vedas reproductivas aplicadas durante este período a ambos recursos. 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, 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 XII Región en los últimos años.

Gigartina skottsbergii Setchell & Gardner junto con *Sarcothalia crispata* (Bory) Leister, conocidas como "luga" ("luga roja" y "luga negra") respectivamente, son especies carragenófitas de importancia comercial (Ávila & Seguel, 1993; Norambuena, 1996; Bixler, 1996).

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 hasta el Cabo de Hornos. En las costas de Argentina estaría 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 más australes. 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.



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".

Durante 1997 el desembarque de lugas a nivel nacional fue de 22.679 t. Los desembarques de las distintas lugas se concentran principalmente en la X, VIII y XII Región, aportando al desembarque nacional el 62%, 22% y 13 % respectivamente.

Con respecto a la XII Región, el anuario estadístico de Sernapesca, nos indica que la actividad extractiva comienza en 1991 donde se produjo 461 t de alga húmeda, cifra que se ha incrementado a 2.954 t de alga húmeda 1997.

La industria productora de carragenina tiene 9 años de existencia. Su producción se ha incrementado desde 26 t en 1986 hasta 1436 t de carrageninas en 1996. Chile exportó durante 1998, 2.641 t de carragenina, lo que significó un ingreso de MUS\$ 20.741, además exportó 1.345 t de alga seca obteniendo ingresos por un total de MUS\$ 1.211.

Debido al incremento en la demanda de materia prima en el mercado y que en Chile están operando 4 plantas productoras de carrageninas, se estima que la demanda interna aumentará, lo cual puede permitir aumentar los precios del alga y los ingresos de los pescadores que explotan este recurso.

No se tienen antecedentes de las especies que sustentan la pesquería de lugas en la XII Región, ni de sus aspectos reproductivos, por lo que se hace conveniente un estudio de esta naturaleza, que entregue información necesaria para establecer medidas de administración para la conservación de este recurso.



4. METODOLOGIA DE TRABAJO

4.1. Identificar las especies de luga que sustentan los desembarques regionales, su procedencia y caracterizar la actividad extractiva en la XII Región.

a) Identificación de las especies a estudiar

Se recolectaron muestras de individuos vegetativos, reproductivos, tanto tetrasporofíticos como gametofíticos, en distintos estados de madurez de las cuatro praderas en estudio, las cuales se fijaron en formalina al 5% en frascos plásticos y posteriormente enviadas al laboratorio de Algas del Museo de Historia Natural, para su caracterización e identificación.

El análisis taxonómico de las especies de "luga", se realizó basándose en el total de las muestras obtenidas en el terreno, correspondientes a un total de 5 envíos cuyos datos sobre localidad, profundidad, fecha de recolección, colector y estado reproductivo son entregados de acuerdo a protocolo anexo.

b) Procedencia y caracterización de la actividad extractiva

Se efectuó un censo de la actividad extractiva del recurso en los puertos de desembarque más importantes de la XII Región los cuales corresponden a Puerto Natales, Bahía Mansa y Punta Arenas. Además se recopiló información en las oficinas del Sernapesca (XII Región), y directamente de las empresas que explotan el recurso.



Para la caracterización de la actividad extractiva se realizó un registro diario del desembarque, por embarcación, de toda la flota que participa en la extracción del recurso. Diariamente el muestreador se dirige, en la hora de arribo de la flota, a la zona del muelle donde se pesan las algas para el proceso de comercialización y registra el peso húmedo del desembarque, se identifica las embarcaciones, tanto por la matrícula como por el nombre, registra 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 opera por embarcación. Estos datos se registraron en una planilla especialmente diseñada para estos fines. Posteriormente estos 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, los cuales se consideraron como indicadores generales, y entregan información global de la temporada.

4.2 Caracterización del comportamiento reproductivo de luga en las praderas de la XII Región

La caracterización del comportamiento reproductivo y la determinación de la biomasa reproductiva, se realizó en praderas de *Gigartina skottsberggi*, ubicadas en las cercanías de las localidades de Puerto Natales y Punta Arenas:

- ◆ Bajo Bordes, Seno Unión(52°04'13" S;73°31'41,9"W)
- ◆ Santa Ana, Estrecho de Magallanes(53°38'30" S; 71°55'00"W)
- ◆ Fanny, Seno Otway (53°06'50" S; 73°20'00"W)
- ◆ Los Pinos, Estrecho de Magallanes (52°53'39" S; 70°49'40"W)



a) Epocas de reclutamiento de las fases gametofíticas y esporofítica

Para evaluar el reclutamiento de las fases gametofítica y tetrasporofítica se instalaron sustratos artificiales, adocretos, en series experimentales, en las cuatro praderas, Fanny, Seno Otway y Santa Ana, Los Pinos en el Estrecho de Magallanes y en Bajo Bordes, Seno Unión ubicado en Puerto Natales. Los adocretos son de forma rectangular y tienen una superficie de 200 cm².

En cada pradera se instalaron las series de adocretos. Estos sustratos antes de instalarlos en las diferentes praderas fueron previamente etiquetados, indicando lugar, mes y serie. La instalación de los adocretos se realizó en la pradera mediante buceo hooka, identificando geográficamente (GPS) el sector de la pradera en el cual se instalaron. Esta actividad se inició en diciembre.

Para evaluar reclutamiento de esporas en los adocretos, los sustratos fueron muestreados bimensualmente en cada pradera. En cada oportunidad se extrajeron 3 adocretos de cada serie en cada pradera, los cuales fueron trasladados al laboratorio donde se contabilizó bajo lupa estereoscópica la presencia de discos con pequeños talos de *Gigartina*. En la tabla 1 se muestra el cronograma de instalación de las series experimentales.



Tabla 1. Fechas de instalación y muestreo de las series experimentales para evaluar reclutamiento natural de *Gigartina skottsbergii* en adocretos en las 4 praderas estudiadas.

Pradera	Serie	Fecha de instalación	Nº de sustratos
Bajo Bordes	1	10/01/2000	18
	2	18/03/2000	18
	3	05/05/2000	15
	4	12/07/2000	15
	5	01/09/2000	12
	6	09/10/2000	9
Santa Ana	1	6/12/1999	18
	2	2/02/2000	18
	3	15/04/2000	15
	4	12/06/2000	15
	5	03/08/2000	12
	6	04/09/2000	9
	7	04/10/2000	6
Fanny	1	04/12/1999	18
	2	04/02/2000	18
	3	16/04/2000	15
	4	09/06/2000	15
	5	04/08/2000	12
	6	03/09/2000	9
	7	06/10/2000	6
Los Pinos	1	15/12/1999	18
	2	23/02/2000	18
	3	03/06/2000	15
	4	06/08/2000	15
	5	11/10/2000	9
	6	30/10/2000	6

- b) Epoca de viabilidad de tetrasporas y carposporas de *Gigartina* en las 4 praderas de la XII Región.
- c) Epoca de germinación de tetrasporas y carposporas de *Gigartina* en las 4 praderas de la XII Región.

Los estudios de viabilidad y germinación de esporas de *Gigartina skottsbergii*, se realizaron con material reproductivo obtenido de las 4 praderas en estudio.



Las frondas cistocárpicas y tetraspóricas obtenidas, fueron transportadas al laboratorio de algas de Puerto Montt, en cajas aisladas térmicamente a baja temperatura para mantener las frondas reproductivas en estado óptimo para la esporulación.

En el laboratorio, las frondas tetraspóricas fueron limpiadas y lavadas con agua de mar filtrada, se seleccionaron trozos de cada fronda con estructuras reproductivas maduras, soros tetrasporangiales, y se dejaron por 30 minutos en deshidratación y luego se rehidrataron para estimular así la liberación de tetrasporas. Dependiendo del estado de maduración la liberación de esporas ocurre entre 2 y 12 horas después de permanecer los trozos en agua de mar filtrada. Las soluciones de tetrasporas obtenidas, fueron homogeneizadas, y antes de instalarlas en las cápsulas Petri, se adicionó 40 mL de agua de mar filtrada y enriquecida con solución Provasoli.

Con frondas cistocárpicas se procedió con la metodología antes descrita. De igual forma las carposporas una vez obtenidas fueron homogeneizadas y dispuestas en las condiciones de cultivo.

Las condiciones experimentales ensayadas con el material reproductivo de las 4 localidades fueron 5°C y 10°C, y tres iluminaciones: 6 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 18 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$ y 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Para cada condición de iluminación y temperatura se dispusieron 3 cápsulas. En ambas temperaturas se utilizó un fotoperíodo de día corto, de 8 horas luz, y 16 horas de oscuridad.

Estimaciones del número de esporas inoculadas en cada cápsula al inicio de la experiencia y el número de esporas vivas y germinadas después de 10 días de cultivo en cada condición abiótica ensayada, fueron realizadas mediante muestreo



de tres campos oculares (10x, 20), utilizando un microscopio invertido. Con estas estimaciones se obtuvo el % de sobrevivencia y el % de germinación de tetrasporas en cada condición experimental.

Los datos de porcentajes de viabilidad y de germinación fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA de 5 vías, factores fijos) y a una comparación a posteriori de medias (Scheffe, alfa = 0.05). Las tablas de ANOVA se presentan separadamente para viabilidad y germinación.

d) Estimar el crecimiento de frondas secundarias

El crecimiento de frondas secundarias de *Gigartina* se realizó en las cuatro praderas en estudio. Para esta experiencia se seleccionaron frondas vegetativas, las cuales se encontraban adheridas a valvas de cholgas (*Aulacomya ater*), en las localidades de Fanny y Bajo Bordes (Fig. 1), mientras que en la pradera de Santa Ana y Los Pinos se seleccionaron individuos adheridos a sustrato rocoso (Fig. 2). Para estimar el crecimiento de las de frondas secundarias, una vez seleccionados los individuos para esta experiencia, en la cubierta de la embarcación, se procedió a cortar la lámina principal y a dibujar con lápiz indeleble, el contorno de las frondas secundarias sobre una lámina transparente colocada sobre las frondas.

En el caso del sustrato valvas, este fue pegado con masilla epóxica sobre un adocreto y afianzado con cinta elástica (Fig. 3). Cada fronda fue identificada mediante una etiqueta, en donde se indicó la procedencia y se le asignó un número. Los sustratos se instalaron en un lugar de cada una de las praderas en estudio, el cual se identificó con coordenadas geográficas.

Este experimento se controló bimensualmente. En cada control mediante buceo Hooka se extrajeron todos los individuos marcados y en la cubierta de la



embarcación se dibujó el contorno de la frondas, con marcador indeleble en una lámina plástica transparente colocada sobre la fronda. Luego los sustratos fueron devueltos al mar, a la zona identificada previamente con coordenadas geográficas. Las áreas dibujadas en las láminas plásticas son trasladadas al laboratorio de Puerto Montt y medidas con un Planímetro digital marca Placom, KP 90N el cual entrega el área en cm².

Se estimó la tasa de crecimiento diario a partir de la siguiente expresión:

$$A = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{t_2 - t_1} \cdot 100$$

donde: A = tasa de crecimiento diario %

W₁ = área en cm² al tiempo t₁

W₂ = área en cm² al tiempo t₂

t₂ = tiempo final

t₁ = tiempo inicial



4.3 Determinación del (los) período (s) de máxima biomasa de las fases reproductivas de luga en la XII Región.

a) Reconocimiento de praderas de importancia comercial

El reconocimiento de praderas de luga realizados en diferentes localidades de la XII Región, se realizó basándose en la información proporcionada por Sernapesca y las empresas que explotan el recurso. Ellos proporcionaron información acerca de localidades donde se extraía la luga, las visitas de reconocimiento en terreno permitió corroborar los antecedentes obtenidos de las empresas y del Sernapesca. El recorrido de las localidades (Fig. 4) y los puertos de desembarque visitados permitieron definir que solo *Gigartina skottsbergii* constituye un recurso de interés comercial en la zona. En el reconocimiento de praderas de luga realizado en las diferentes localidades, no se observó praderas de *Sarcothalia crispata*.

b) Caracterización de las praderas

La caracterización se realizó en aquellas áreas con praderas de *Gigartina*. Una vez reconocida la existencia de la pradera, se procedió a su delimitación mediante boyas y se determinó su largo y ancho midiendo la distancia entre boyas con Sistema de Posicionamiento Global (GPS). En cada pradera se determinó su profundidad con un profundímetro, y la salinidad y la temperatura del agua mediante un salinómetro-termómetro YSI 30, la transparencia del agua mediante disco Secchi, grado de exposición, régimen de mareas y tipo de sustrato en el cual se encontraba *Gigartina*.

c) Evaluación inicial de biomasa

La evaluación de las praderas seleccionadas se realizó por una sola vez al inicio del proyecto. Se seleccionaron cinco praderas de *Gigartina*. Mediante buceo, se



delimitó el área de las praderas, instalando boyarines en superficie para delimitar el largo y ancho de cada pradera. En cada punto se determinó las coordenadas geográficas, con esa información se determinó posteriormente el área de cada pradera.

Una vez delimitada la pradera se realizaron transectos con distinta frecuencia y longitud (Tabla 2). En Bajo Bordes se realizaron 3 transectos de longitud variable, 54 m 37 m y 22 m a una distancia aproximada de 50 m entre ellos. En Santa Ana se realizaron 8 transectos de 18 a 25 m de longitud. 7 de ellos separados entre sí, a 100 y 200 m y un octavo a 1200 m de distancia. En San Isidro, se realizaron 3 transectos, 2 de 30m de longitud y 1 de 10 m, separados entre si a 200 y 400 m. En Fanny, se realizaron 2 transectos de 40 y 34 m de longitud. En la pradera de los Pinos, el muestreo en la pradera se realizó al azar, la embarcación se detuvo se detuvo 14 veces, y en cada una de ellas se lanzó un fondeo, desde la misma se lanzó un cuadrante de 1m² sostenido con una cuerda y mediante buceo Hooka, se extrajeron todas las frondas de cada cuadrante. En cada punto se lanzó el cuadrante de 3 a 12 veces (Tabla 2). En esta evaluación inicial se sacaron 68 muestras de 1 m².

En las diferentes praderas, cada uno de los transectos fue muestreado mediante buceo hooka utilizando un cuadrante de un área de 1 m². El número de muestras a extraer en cada transecto fue variable dependiendo de las dimensiones de la pradera. En cada transecto las muestras se obtuvieron en forma consecutiva, cada un metro, abarcando todo el ancho de la pradera. de esta forma el número de muestras equivale a la longitud del transecto



Tabla 2. Número inicial de transectos y cuadrantes muestreados en las diferentes praderas.

Pradera	Número de transectos	Número de cuadrantes
Bajo Bordes	3	113
Santa Ana	17	68
San Isidro	3	40
Fanny	2	74
Los Pinos		68

Cada muestra obtenida fue depositada en bolsas de malla de polietileno, previamente etiquetada, según cuadrante, estación de muestreo, fecha y localidad. El material fue analizado, separando las frondas de cada muestra según fase reproductiva, registrando: biomasa húmeda (g/m^2), longitud de la fronda (cm) y densidad de talos ($\text{n}^\circ \text{ talos/m}^2$) por fase reproductiva.

Para determinar la biomasa total de la pradera, primero se determinó la biomasa promedio de todos los cuadrantes, sin considerar el primero de ellos. Con ese valor de biomasa promedio se obtuvo un primer valor de biomasa total relativa de la pradera, al extrapolar el valor obtenido al área total de la pradera. Posteriormente, se obtiene un nuevo valor de biomasa promedio por cuadrante, reponiendo el valor del primer cuadrante y eliminando el segundo valor, de tal forma que se calcula nuevamente el segundo valor de biomasa relativa total de la pradera.

Así se obtiene n valores de biomasa total como número de cuadrantes exista. Finalmente, todos estos valores de biomasa total relativa se promedian y se obtiene la biomasa total de la pradera con su respectivo error estándar. Para



determinar la biomasa promedio por metro cuadrado de cada fase reproductiva se procedió de la misma forma descrita con anterioridad, eliminado un valor y promediando el resto de los valores.

d) Determinación de biomasa reproductiva de luga en la XII Región

El muestreo para la determinación de la biomasa reproductiva se inició en las praderas de Fanny, Santa Ana y Los Pinos, en el mes de diciembre, mientras que el de Bajo Bordes en el mes de enero. Para la determinación de la biomasa reproductiva de cada una de estas praderas, se realizó un muestreo sistemático, mediante transectos, la longitud y el número de transectos fue determinado de acuerdo al tamaño de la pradera, establecido en el punto anterior.

En Fanny, se realizaron 5 transectos separado uno de otro cada 60 metros, recolectándose 10 muestras por cada transecto obtenidas cada 8 m. En Santa Ana, se realizaron 17 transectos separado uno de otro cada 138 m, recolectándose 4 muestras por transecto a 4 metros de distancia cada una de ellos. En Bajo Bordes se hicieron 5 transectos separado uno de otro cada 50 m, en cada uno de ellos se muestreó de 9 a 11 cuadrantes, a una distancia de 3 m. En la pradera de los Pinos, el muestreo se realizó al azar, la embarcación se detuvo varias veces y se lanzó un fondeo, desde la misma se lanzó un cuadrante de 1m² sostenido con una cuerda y mediante buceo Hooka, se extrajeron las frondas de cada cuadrante.

Determinación del número mínimo de cuadrantes

A partir del muestreo anterior se obtiene el número mínimo de muestras. De los valores de biomasa obtenida por cuadrante, se procede a determinar el número de cuadrantes mínimo a muestrear de la siguiente forma: En primer lugar se obtuvo la biomasa de un cuadrante, luego se obtuvo una biomasa promedio considerando dos



cuadrantes, seguidamente se calculó otro valor promedio agregando un nuevo cuadrante y así sucesivamente se determinaron n valores promedio, como número de cuadrantes existían. Luego se graficó la biomasa promedio con su respectivo error estandar versus el número de cuadrantes. Posteriormente a partir de la gráfica 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 4 praderas en estudio.

En Bajo Bordes se obtuvieron 30 muestras, distribuidas en 5 transectos separados cada 50m (Fig. 5). En cada transecto se sacó 6 muestras cada 5 m. En Santa Ana se disminuyó a 32 muestras, se realizaron 8 transectos separados cada 138m recolectándose 4 muestras por transecto cada 4m (Fig. 6). De esta forma se redujo el número de muestras en Fanny a 30 muestras distribuidas en transectos separados cada 60m. En cada transecto se sacó 6 muestras cada 16 m (Fig. 7). Finalmente en Los Pinos el número de muestras se redujo a 30 (Fig. 8). En la tabla 3 se especifica el número modificado de transectos y cuadrantes.

Tabla 3. Número de transectos y cuadrantes muestreados en las diferentes praderas.

Pradera	Número de transectos	Número de cuadrantes
Bajo Bordes	5	30
Santa Ana	8	32
Fanny	5	30
Los Pinos		30

En las praderas Santa Ana, Fanny y Bajo Bordes fue posible efectuar un muestreo sistematizado con un diseño pre-establecido involucrando series de transectos y sus respectivos cuadrantes, cuyo número y espaciamiento fueron dimensionados



de acuerdo a la forma y extensión espacial de cada pradera, a fin de obtener estimaciones representativas del standing stock para cada caso. Sin embargo, las características físicas de la pradera Los Pinos hizo imposible aplicar el mismo tipo de diseño muestral, ya que se ubica en un lugar muy expuesto y abierto a todas las direcciones, puesto que el continente no tiene ningún relieve importante y la Isla Isabel que se encuentra cercana no ofrece protección al área. Esto provoca que en Los Pinos existan fuertes corrientes de marea, las cuales hacen que el muestreador (buzo) no pueda situar diferentes puntos de muestreo en posiciones fijas y equidistantes, impidiéndole muestrear siguiendo una pauta. Por ello en el caso de Los Pinos se optó por realizar un muestreo que se aproximara en lo posible a un diseño sistemático, posicionando la embarcación una serie de estaciones a través de la extensión de la pradera, donde en cada estación se distribuyó al azar una serie de cuadrantes arrojados desde la embarcación. Este muestreo semi aleatorio produce no obstante resultados similares al del muestreo sistemático empleado en las demás praderas, ya que finalmente se mantuvieron los criterios de efectuar un barrido muestral de cada pradera y de conservar tamaños de muestra similares entre praderas.

Análisis estadístico

Los datos de densidad y biomasa fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) con el programa Statistica (StatSoft, Inc. 1998). Una vez realizado el análisis de varianza las diferencias entre promedios fueron sometidas a análisis a posteriori con la prueba de Sheffe, si era necesario para distinguir los promedios significativos de F.



5. RESULTADOS

5.1 Identificar las especies de luga que sustentan los desembarques regionales, su procedencia y caracterizar la actividad extractiva en la XII Región.

a) Identificación de las especies a estudiar

La taxonomía de la familia Gigartinaceae, perteneciente al Orden de las Gigartinales, Rhodophyta ha sido largamente discutida, existiendo hasta hace poco una confusión en la segregación de los géneros pertenecientes a esta familia. La gran variabilidad morfológica de los taxa y la poca claridad en los criterios seleccionados para la diferenciación en el ámbito genérico fueron las causas principales del estado del conocimiento taxonómico de esta familia. Sólo en la última década la sistemática de esta importante familia, donde la mayoría de sus miembros son especies de importancia económica ha sido abordada en profundidad, con el objeto de llegar a establecer diferencias genéricas.

Hommersand *et al.*, (1993) revisaron la clasificación de las Gigartinaceae empleando un criterio morfológico basado en el análisis del desarrollo de las estructuras reproductivas tanto sexuales como asexuales. Los autores llegaron a la conclusión que la familia Gigartinaceae comprendía 7 géneros: *Chondrus*; *Gigartina*; *Iridaea*, *Rhodoglossum*, *Sarcothalia*, *Chondracanthus* y *Mazzaella*.

El estudio realizado por estos autores incluyó descripciones formales, claves y fotografías de los caracteres diagnósticos. Los siete géneros recibieron soporte en un estudio filogenético basado en el análisis de las secuencias génicas del gen cloroplastidial *rbcL* (que codifica para la enzima RUBISCO) (Hommersand *et al.*, 17



1994). Cinco especies "*Gigartina*" alveata de Nueva Zelanda y "*Gigartina*" *skottsbergii* de la parte austral de Sudamérica y la Antártica, fueron identificadas como pertenecientes a géneros no descritos. El estado taxonómico de *Sarcothalia* permaneció confuso con dos especies *S. decipiens* y *S. scutellata* que formaron un grupo separado de la especie tipo del género, *S. striata*. Recientemente Hommersand et al, (1999) vuelve a investigar la sistemática filogenética de las Gigartinaceae empleando una nueva metodología basada en una combinación de datos tanto del desarrollo morfológico de las estructuras reproductivas como del análisis molecular. Este estudio entregó como resultado que la familia *Gigartinaceae* comprende 7 linajes diferentes provenientes a partir del análisis tanto del árbol filogenético obtenido como del análisis del desarrollo del cistocarpo. Estos linajes corresponden a:

- 1.- "*Gigartina*" alveata.
- 2.- *Rhodoglossum-Gigartina*.
- 3.- *Chondracanthus*.
- 4.- *Ostiophyllum*.
- 5.- *Sarcothalia*.
- 6.- "*Gigartina*" *skottsbergii*
- 7.- Una gran clade que contiene *Iridaea-Sarcothalia*, *Mazzaella* y *Chondrus*.

5.1.1 Morfología Externa de las frondas:

El análisis de la morfología externa del material permitió la identificación de dos entidades diferentes que pueden ser caracterizadas como sigue:

Entidad 1. Alga de color rojo intenso, gruesa al tacto, de hábito circular a semicircular en contorno, umbilicada, con hapterios en la parte inferior y basal del centro umbilical que le sirven para adherirse al sustrato. Los talos de esta alga



alcanzan variados tamaños en un rango que se extiende entre los 30 cm a 1.30m en diámetro. Los talos reproductivos pueden ser fácilmente reconocidos en apariencia externa. Las plantas cistocárpicas (Figs.9A y 9B) están siempre provistas de proyecciones externas en forma de papilas simples, no ramificadas, que cubren completamente ambas superficies de la fronda y aún más se proyectan también de manera profusa en los bordes de ésta. Los cistocarpos en las plantas maduras se desarrollan sólo en estas papilas. Las plantas tetraspóricas por el contrario presentan escasas a nulas proyecciones papilosas en la superficie de las frondas maduras y los soros tetrasporangiales se presentan inmersos en el interior del talo, distribuyéndose de manera abundante sobre la totalidad de la fronda. (Figs.9C y 9D). Las plantas masculinas presentan un talo más delgado en comparación con las plantas cistocárpicas y las tetraspóricas y presentan una superficie lisa por ambas caras de la fronda. (Fig. 9E). Las plantas maduras pueden ser reconocidas por presentar un borde blanco estrecho (5 mm), que rodea completamente el contorno de la fronda. Esta alga de acuerdo a sus características morfológicas externas corresponde a la especie descrita por Setchell & Gardner en 1936 de material originario de las costas de Chile, bajo el nombre de *Gigartina skottsbergii* Setch. & Gardn. y conocida vulgarmente como "luga roja"

Entidad 2 Esta alga es muy variable en morfología, aunque en general el patrón morfológico más común en las muestras de la XII Región puede ser caracterizado de la siguiente forma: Plantas de color rojo vinoso muy oscuro. Frondas laminares, anchamente lanceoladas, que se originan a partir de un estipe estrecho (apófisis) que presenta abundantes proliferaciones ciliares cortas. (Fig. 9F). Las plantas cistocárpicas presentan papilas externas de forma ramificada, las que otorgan una textura rugosa al talo; los cistocarpos se desarrollan en el interior del talo, nunca en los procesos papilares externos. Las plantas tetraspóricas presentan los soros



también inmersos en el talo distribuyéndose por toda la fronda. Las plantas vegetativas y gametofitos masculinos presentan una fronda enteramente lisa.

Esta entidad corresponde a la especie conocida hoy bajo el nombre de *Sarcothalia crispata* (Bory) Leister, una especie ampliamente discutida en su taxonomía en los últimos años debido a la gran variabilidad morfológica, hecho que la hizo ser descrita tempranamente en la literatura bajo diferentes entidades. El morfo más común presente en las praderas de la XII Región es concordante en la apariencia externa a las plantas de este complejo descritas bajo el nombre de *Iridaea undulosa* Bory, que hoy cae bajo la sinonimia de *Sarcothalia crispata*. Vulgarmente esta entidad es reconocida con el nombre de "luga negra" por los pescadores artesanales y recolectores de esta localidad de estudio.

5.1.2 Análisis de la morfología interna y de las estructuras reproductivas de *Gigartina skottsbergii* y *Sarcothalia crispata*

Este estudio enfatiza la importancia del desarrollo morfológico del cistocarpo como criterio morfológico válido y conservativo en la identificación de los géneros de Gigartinaceae.

A la luz de estos antecedentes es que se ha realizado y se continúan realizando la identificación y el estudio del status taxonómico correcto de estas especies de "lugas" de la XII Región de Chile.

1:- Desarrollo del cistocarpo: Las figuras 10A y 10B muestran la morfología del cistocarpo maduro en la especie *Gigartina skottsbergii*. Como puede observarse, el desarrollo de esta estructura, se inicia a partir de la fecundación del gameto femenino, que ocurre en una planta independiente conocida como el gametofito femenino. El espermacio o gameto masculino es arrastrado por el agua una vez



que es expulsado de los espermatangios, desarrollados en los gametofitos masculinos (otra planta independiente). Una vez fecundado el gameto femenino, los cistocarpos se desarrollan en esta planta en el interior de estructuras en forma de "papilas". Este cistocarpo presenta una delgada y casi indefinible envoltura o pericarpo (Fig. 10B). Por el contrario la figura 10C, muestra el cistocarpo maduro de la especie identificada como *Sarcothalia crispata*, observándose una morfología completamente diferente de la que presenta el cistocarpo en *Gigartina skottsbergii*. Como se puede observar en la fotografía en *Sarcothalia* el cistocarpo se origina en el interior del talo de esta especie, nunca en las papilas y presenta un grueso tejido envolvente o pericarpo. El estudio del desarrollo completo de esta estructura en ambas especies está desarrollándose en este laboratorio a partir del material recolectado en la XII Región.

2.- Desarrollo de los Tetrasporangios (Estructuras reproductivas asexuales):

Las figuras 11A, B y C muestran los soros tetrasporangiales en *Gigartina skottsbergii*. Como puede observarse en estas fotografías, los tetrasporangios en esta especie se desarrollan a partir de filamentos secundarios originados a partir de las células medulares internas del talo (médula, propiamente tal). Estos tetrasporangios finalmente se extienden a lo largo de la médula formando soros tetrasporangiales de forma irregular. Las figuras 11D, E y F muestran los tetrasporangios en *Sarcothalia crispata*. Como puede observarse en las figuras, estas estructuras también se originan a partir de filamentos secundarios pero a partir de las células medulares externas o mejor dicho de la médula externa o región inmediata a la zona de un punto central o radian a partir de un punto central.



b) **Procedencia y caracterización de la actividad extractiva**

Antecedentes históricos del desembarque

De acuerdo a la información histórica recopilada de los anuarios estadísticos de Sernapesca, la explotación de "luga roja" en la XII Región, se inicia en la década del 90, con 461 t húmedas en 1991. Estos antecedentes señalan que los volúmenes extraídos se mantuvieron en ese nivel hasta el año 1996, donde casi se duplica a 957 t húmedas. Posteriormente en 1997 el volumen extraído se incrementa a 2.953 t húmedas, en 1998 a 3.896 t húmedas y en 1999 a 4.405 t húmedas (Fig. 12).

Caracterización de la actividad extractiva

Los resultados del monitoreo indican que esta actividad comienza cada temporada con la instalación de faenas, que consiste en el traslado de embarcaciones menores hacia lugares donde se van a iniciar las actividades de extracción del recurso "luga roja". Estas áreas están asociadas a la explotación del recurso erizo, puesto que, el buceo en los bancos de este recurso les permite observar la abundancia de luga en diferentes localidades, que pueden ser explotadas en la siguiente temporada.

Al comienzo de temporada se localizan áreas o zonas con praderas explotables comercialmente, esta pesquería está muy asociada a la pesquería del erizo, ya que este último se alimenta de algas y los bancos están relacionados con praderas de algas. Una vez localizada un área importante una embarcación mayor acarrea lanchas más pequeñas (Fig. 13A) y las deja en un lugar cercano donde puedan permanecer fondeados. En la jornada diaria, la faena de extracción se inicia temprano y las pequeñas embarcaciones se desplazan en distancias pequeñas para recolectar el alga luego al final de la jornada se resguardan en los lugares de fondeo



y esto lo repiten a lo largo de toda la temporada. Las embarcaciones permanecen durante la temporada de extracción en las áreas de explotación. El recurso "luga roja" se extrae mediante buceo autónomo, en forma manual, sin herramientas. El buzo arranca el alga y la almacena en chinguillos, los cuales son trasladados a la cubierta de la embarcación (Fig. 13B). Concurren a estas localidades embarcaciones de acarreo (mayor eslora, 16m aproximadamente), las cuales recolectan la captura de las embarcaciones menores, recogiendo toda la captura hasta completar la capacidad de la embarcación de acarreo. Estos grandes volúmenes son trasladados a puertos importantes de desembarque y de ahí directamente trasladados en vehículo a las plantas de secado.

Una vez que los rendimientos han disminuido en una zona, la faena se traslada a otro lugar. Algunas de las embarcaciones menores son autónomas y se desplazan por sí solas, sin embargo es común que la flota opere como se describió anteriormente.

En Punta Arenas hay 3 plantas de secado que corresponden a las siguientes empresas: Algina S. A., Danisco Cultor Chile S.A. y Algas del Sur. Todas las plantas cuentan con bodegas de almacenamiento y de secado. Estas plantas envían todo el volumen de algas a otras regiones para su procesamiento en la elaboración de carrageninas o bien son enfardadas para exportación.

Caracterización de la flota

Como se mencionó anteriormente en la faena de extracción de algas intervienen dos tipos de embarcaciones. Las embarcaciones que transportan el recurso a los puertos de desembarque se denominan embarcaciones de "acarreo", estas se caracterizan por una eslora de 15-20 m, manga de 4-5 m y un puntal de 1,8 a 2 m. La potencia de estas embarcaciones fluctúa entre 150 y 270 HP, los motores que utilizan en su



mayoría son marca Volvo y Caterpillar. El número de tripulantes es entre 3 y 4 personas.

Para el caso de las embarcaciones pequeñas, las cuales como se especificó en el punto precedente, permanecen en la faena, durante la temporada extractiva. Se caracterizan por una eslora de 7,5- 10 m, manga de 1,8 a 3,6 m y un puntal de 0,95 a 1,4 m. La mayoría de los motores tienen una potencia que va de los 25 a 75 HP y son de marca Yamaha. El número de tripulantes puede ser de 2 a 3 personas.

Temporada y áreas de extracción.

El recurso una vez que se extrae es trasladado por embarcaciones de "acarreo" a los puertos de desembarque que en el caso de la XII Región son los puertos de: Punta Arenas, Puerto Natales, y Bahía Mansa (Fig. 13C). Las algas desembarcadas son trasladadas en camiones a las plantas de secado para su acopio (Fig 13D).

Punta Arenas

De acuerdo a la información obtenida en la XII Región, *Gigartina skottsbergii* constituye el único recurso algal que está siendo explotado de manera comercial. La temporada 1999-2000 se extendió desde mayo de 1999 hasta mayo del 2000. Los desembarques se iniciaron con una captura de 8,2 t. la actividad extractiva se incrementa en el tiempo y en septiembre se obtuvo un desembarque de 77 t alga húmeda. En noviembre se produjo el mayor volumen de captura de la temporada con 475 t de alga húmeda y al mes siguiente el desembarque disminuyó a 38 t. La actividad extractiva vuelve a incrementarse en enero del 2000 con un volumen de desembarque de 109 t. posteriormente en febrero se registró el segundo mayor desembarque de la temporada con 341 t. En los meses siguientes la captura



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

disminuyó a 132 t en marzo y a valores inferiores a 20 t de alga húmeda en abril y mayo del 2000.

En esta temporada 1999-2000 los volúmenes de desembarque del puerto de Punta Arenas provenían de 54 localidades con un volumen total de 1.604 t (Tabla 4).

Tabla 4. Volúmenes de desembarque para las diferentes localidades asociadas al puerto de Punta Arenas (90% de humedad). Temporada 1999-2000.

Procedencia	Toneladas	Procedencia	Toneladas
Canal Ballena	147,2	Paso González	6,5
Punta Gaby	103,1	Canal González	6,0
Grupo del Medio	79,0	Cabo Tate	6,0
Bahía Desolacion	76,0	Isla Cheher	5,0
Punta Riveros	67,3	Isla Kempe	5,0
Canal Abra	61,0	Paso Largo	5,0
Bahía Córdoba	56,2	Seno Año Nuevo	4,9
Canal Magdalena	46,5	Canal Gabriel	4,7
Bahía san Jorge	43,0	Canal Jerónimo	4,6
Seno Nevado	40,5	Burnet	4,5
Caleta Canal	39,0	Canal Ocasión	4,5
Isla Funa	29,8	Islote Ramírez	4,0
Caleta Astilla	26,0	Isla Poroto	4,0
Puerto Corriente	24,0	Canal Cockburn	4,0
Paso Adventure	21,3	Puerto Valdés	3,5
Seno Luisa	20,0	Bahía San Miguel	3,5
Timbales	18,0	Puerto Arturo	3,0
Bahía Mansa	18,0	Seno Almirante	2,2
Canal Pomar	16,5	Isla Skyring	2,0
Seno Sargazo	15,2	Seno Scarle	1,8
Isla Lort	15,0	Islotada Nels	1,5
Paso Aguirre	13,5	Faro santa Ines	1,5
Punta Morro	12,0	Canal Maufe	1,0
Isla Carlos III	10,0	Canal Earbara	1,0
Bahía Centinela	10,0	Bahía Inútil	1,0
Seno Mónica	8,8	Bahía Fanny	0,0
Faro Felix	7,5	S/i	481,7
Isla Evans	7,0	Total General	1.604,3

(S/I) Volumen de alga desembarcada sin especificar procedencia.



Puerto Natales

La actividad extractiva en Puerto Natales comenzó en agosto 1999 y se extendió a febrero 2000. En agosto el volumen de extracción fue de 2,5 t las que se incrementaron en septiembre a 29,8 t húmedas, en octubre y noviembre de 1999 se produjo los mayores desembarques de la temporada con 112 y 113 t de alga húmeda respectivamente. En diciembre los volúmenes de extracción disminuyeron a 11,5 t y posteriormente en enero se registró el segundo mayor desembarque de la temporada con 51,3 t alga húmeda, en febrero el volumen de extracción fue de 1,2t alga húmeda. En esta temporada los desembarques de Puerto Natales provenían de 27 localidades, con un desembarque total de 322 t (Tabla 5).

Tabla 5. Volúmenes de desembarque para las diferentes localidades asociadas al puerto de Puerto Natales (90% de humedad). Temporada 1999-2000.

Procedencia	Toneladas	Procedencia	Toneladas
Canal Esmeralda	50,8	Grupo 40 Días	8,0
Isla Diego Almagro	39,0	Canal Beltran	6,0
Canal Sta. María	30,4	Canal Sarmiento	5,0
Seno Los Torrentes	23,0	Canal Ignacio	4,0
Canal Smyth	22,0	Canal Trinidad	3,0
Isla Virtudes	20,0	Paso Sharper	3,0
Grupo Verdejo	14,5	Isla Lucia	2,8
Canal Huemul	13,0	Isla Jaime	2,5
Paso Victoria	12,5	Canal Ballena	2,0
Islote Lobos	22,0	Canal Pacheco	1,5
Canal Castro	10,5	Grupo Solari	0,0
Isla Samner	9,6	Isla Cóndor	0,0
Canal Elías	8,0	(S/I)	1,5
Canal Inocente	8,0	Total General	322,5

(S/I) Volumen de alga desembarcada sin especificar procedencia.



Número de buzos y tamaño de la flota

En relación con el número de buzos que lleva cada embarcación para las faenas de extracción, se procesó la información obtenida del viaje a Bahía San Jorge. Se tiene que un 76% de las embarcaciones operan con dos buzos (Tabla 6). En la mayoría de los casos como se explicó anteriormente, las embarcaciones que están realizando la faena de extracción son embarcaciones pequeñas que se localizan en zonas o áreas con praderas, muy lejanas a los puertos de desembarque (Punta Arenas y Puerto Natales) y operan en forma autónoma pero se desplazan a praderas cercanas a la zona de fondeo.

En cuanto al tamaño de la flota este es de 57 embarcaciones para el puerto de Punta Arenas y 40 embarcaciones para Puerto Natales.

Tabla 6. Número de buzos en las embarcaciones que recolectan luga roja. Temporada 1999-2000.

Nº de buzos	Frecuencia	Porcentaje
1 Buzo	9	23.1
2 Buzos	30	76.9
Total	39	100.0

Captura y esfuerzo

Para el puerto de Punta Arenas se muestran los resultados en las figuras 14 A y B, de captura por mes y localidad. para este último solo se consideraron las siete localidades más importantes. La captura se inicia en el mes de mayo con volúmenes muy bajos, en los meses siguientes esta se incrementa llegando a un máximo en noviembre, en diciembre se produce un brusco descenso en la captura debido a que



en ese mes los buzos se dedican a extraer un recurso de mayor valor, el erizo. Luego en los meses de verano se produce otro peak con un máximo en febrero, ya el mes de abril la captura cae a casi cero. De las localidades las más importantes en volumen son Canal Ballena, Punta Gaby, Grupo del medio, Bahía Desolación, Punta Riveros y Canal Abra.

Para el caso de Puerto Natales los resultados de captura se muestran en la figura 15 A y B por mes y localidad respectivamente, considerando en esta última solo las 6 localidades más importantes. La captura se inicia en el mes de agosto y el máximo es el mes de octubre y noviembre posteriormente se disminuyen los volúmenes a niveles muy bajos, observándose un leve repunte en el mes enero. Las localidades más importantes corresponden a Canal Esmeralda, Isla Diego de Almagro, Canal Santa María, Seno Los Torrentes, Canal Smyth, e Isla Virtudes.

Captura por unidad de esfuerzo

Durante el mes de marzo del 2000, se realizó un viaje especial a una zona de extracción, Bahía San Jorge, con el fin de recopilar datos de esfuerzo y describir la faena de extracción de la XII Región. Se realizó un contacto con la empresa ALGINA S.A., la cual a su vez estableció contacto con una lancha acarreadora de luga que opera en la zona de Punta Arenas. La faena de acarreo es una operación que se extiende por aproximadamente 7-10 días. Este viaje se realizó porque, en los datos de desembarque, si bien, se ha recopilado información muy valiosa para el proyecto, no se incluye información del esfuerzo, debido a que, todas o la mayoría de las embarcaciones que llegan a puerto son lanchas o embarcaciones de acarreo y no registran datos de esfuerzo.

En los estudios biológico-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 se utilizó la información recopilada en el viaje realizado a la localidad de Bahía San Jorge. Se utilizó la información de 6 praderas, la que se resume en la tabla 7.

Tabla 7 C.P.U.E expresado en kilos de alga húmeda por hora de buceo para 6 localidades de la XII Región.

Localidades	Captura	Esfuerzo	CPUE
Bahía Rafagales	623	5	125
Bahía San Jorge	665	6	111
Canal Tres amigos	4.198	24	175
Pta. Gaby I. Londonberry	13.077	116	113
Seno Christman I. Waterman	14.919	102	146
Seno Triple I. Londonberry	18.630	148	126
Total	52.112	401	130
Promedio			133 Kg húmedo/Hr-buceo)

Con relación a la profundidad donde se extraen las algas se tiene que la mayor frecuencia se obtiene a 12 m de profundidad (Tabla 8).

Tabla 8. Frecuencia de las profundidades de las praderas donde se extrae *Gigartina skottsbergii*.

Profundidad	Frecuencia	Porcentaje
5	1	2,6
6	1	2,6
8	7	17,9
9	2	5,1
11	4	10,3
12	18	46,2
15	6	15,4
Total	39	100,0



5.2 Caracterización del comportamiento reproductivo de luga en las praderas de la XII Región

De las series experimentales instaladas en cada pradera se efectuaron los controles programados con frecuencia bimensual en cada una de las praderas. Los resultados se especifican por pradera. No se utilizó el método del resorcinol (único método existente para reconocimiento de fase) para la identificación de fases reproductivas, puesto que las frondas de los reclutas son de tamaño microscópico.

a) Épocas de reclutamiento de las fases gametofíticas y esporofíticas

Reclutamiento en Bajo Bordes

De todas la series instaladas solo se obtuvo reclutamiento de individuos de *Gigartina* en las series de enero y marzo, es decir las series instaladas en verano. En las demás series de adocretos instalados en la pradera no se observó presencia de discos ni frondas de *Gigartina* (Fig. 16). En la serie instalada en enero se registraron individuos en los controles de mayo, julio, octubre y noviembre (Fig. 17 A y B). El mayor número de reclutas se registró en el mes de julio con un promedio de 23 ± 9 talos/200 cm² y el menor en noviembre con $7,0 \pm 2,9$ talos/200 cm². El reclutamiento obtenido en el mes de julio probablemente corresponde a que durante el mes de mayo en Bajo Bordes, se encuentra abundante material reproductivo del cual el 65% corresponde a material tetraspórico y 34% a material cistocárpico, de manera que se podría sugerir que del reclutamiento obtenido habría un mayor número de gametofitos, lo mismo ocurre en el mes de noviembre.

En la serie de marzo se observó reclutamiento en los meses de octubre y noviembre con valores que fluctuaron entre 2,7 y 8,7 talos/200 cm² respectivamente. El reclutamiento obtenido en estos dos meses probablemente



corresponde en mayor proporción a gametofitos ya que la fase tetraspórica es mas abundante desde septiembre hasta noviembre.

Reclutamiento en Santa Ana

No hubo reclutamiento en ninguna de las 6 series de adocretos instaladas en la pradera correspondientes a las cuatro estaciones: verano otoño invierno y primavera. En esta pradera es característico encontrar mayor cantidad de material vegetativo durante casi todo el año. De las fases reproductivas la más abundante es la fase cistocárpica en todos los meses muestreados, sin embargo no se observó asentamiento ni germinación en ninguna época del año. Esto podría deberse a que el material reproductivo se encuentra en baja proporción durante todo el año tanto en densidad como en biomasa.

Reclutamiento en Fanny

De todas las series instaladas en la pradera sólo hubo reclutamiento en dos series. En la serie de diciembre de 1999 y abril del 2000, correspondientes a verano y otoño, se observaron discos y pequeños talos de *Gigartina*. En la serie de diciembre solo se detectaron discos y talos en el control efectuado en junio y noviembre, contabilizándose $4,7 \pm 2,2$ talos/200 cm² y $1 \pm 0,8$ talos/200 cm², respectivamente (Fig. 18). En la serie de abril se detectaron discos en el control efectuado en septiembre, $0,7 \pm 0,7$ talos/200 cm². En las otras series no se encontraron individuos en ninguno de los adocretos controlados. La proporción de fases reproductivas en esta pradera es muy similar (aproximadamente 50%) lo que sugiere que podría obtenerse un reclutamiento de ambas fases en proporciones similares.



Reclutamiento en Los Pinos

De las series instaladas en la pradera hubo reclutamiento sólo en la serie de febrero. Se observó en el control del mes de junio un promedio de $3,7 \pm 1,8$ talos/200 cm² (Fig. 19). En esta pradera en los meses de verano hay una mayor proporción de frondas cistocárpicas, por lo que las frondas reclutadas en los adocretos podrían corresponder a tetrasporofitos casi en su totalidad. Es importante señalar que esta pradera la dinámica de fondo hizo que se embancaran los sustratos (adocretos), lo que no permitió localizar en los controles las series de diciembre, junio y agosto. En las otras series no se encontraron individuos en ninguno de los adocretos controlados.



b) Época de viabilidad de tetrasporas y de carposporas de *Gigartina* en las 4 praderas de la XII Región.

Se observó diferencias, tanto en la madurez de las estructuras reproductivas de cada fase de *Gigartina*, como en la liberación de esporas de los talos tetrasporofíticos y cistocárpicos recolectados en las diferentes estaciones del año y en las 4 praderas en estudio. Frondas tetraspóricas presentaron soros maduros y liberaron tetrasporas en las 4 estaciones del año en las praderas de Bajo Bordes, Fanny y Santa Ana, no así en la pradera de Los Pinos, en donde se obtuvo liberación de tetrasporas sólo en verano e invierno. En esta pradera, en primavera las frondas recolectadas presentaron soros inmaduros y no se obtuvo liberación de las esporas. En otoño, no se encontró material reproductivo tetraspórico.

Las frondas cistocárpicas presentaron cistocarpos maduros y liberaron carposporas en las praderas de Santa Ana y Los Pinos, en las estaciones de otoño, invierno y primavera, mientras que, en las praderas de Bajo Bordes y Fanny, la esporulación ocurrió en otoño e invierno. Las 4 praderas en estudio, presentaron en verano, frondas cistocárpicas con cistocarpos inmaduros. En primavera, en la pradera de Bajo Bordes se obtuvo frondas con cistocarpos inmaduros y en Fanny no se encontró frondas cistocárpicas.

La pradera de Bajo Bordes presentó viabilidad de tetrasporas en las 4 estaciones del año. Los porcentajes de viabilidad fluctuaron en el orden del 62% a un 91 % en las estaciones de verano, otoño y primavera y entre 35% a un 74 % en invierno a 5°C, en las diferentes irradiaciones ensayadas (Fig A,B y C). Los porcentajes de viabilidad de tetrasporas a 10°C fueron inferiores al 25% en las estaciones de otoño e invierno y menores a un 66% de viabilidad de tetrasporas en las estaciones de primavera y verano, en las tres irradiaciones (Fig 20A, B y C). Las



carpósporas, presentaron al igual que tetrásporas, en la pradera de Bajo Bordes, una viabilidad más alta en otoño a 5°C y fluctuó entre un 76% a un 88 % y fue más alta a 6 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Fig. 20A) y en invierno fue en un rango de 33% a 74% en 6 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, sin embargo a 10°C, los porcentajes fluctuaron entre un 3% a un 8% en otoño y de un 7 a un 13% en invierno, este rango se da en las tres irradiaciones ensayadas (Fig. 20A, B y C)

La viabilidad de tetrásporas en la pradera de Santa Ana, fue menos variable en las estaciones de verano, invierno y primavera y fluctuó de 55% a 78% en 5°C, en las tres irradiaciones, sin embargo en otoño la viabilidad bajo en un rango de 36% a un 46% en 5°C, en las 3 irradiaciones (Fig. 21A, B y C). En 10°C, los porcentajes de viabilidad fueron más variables y se dieron en un rango de un 59% a un 78% en primavera, el valor máximo se obtuvo a 6 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, de un 39% a un 52%, en verano, el valor máximo se obtuvo en 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, y en invierno y otoño la viabilidad no fue mayor a un 8% en 18 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, (Fig. 21A, B y C). La viabilidad de carposporas en Santa Ana fue baja en otoño con un máximo de 11% a 6 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, en comparación a lo obtenido en las estaciones de invierno y primavera, en donde se obtuvieron los valores máximos de viabilidad de 78% y 96%, respectivamente, en 6 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Fig. 21A). En 10°C la viabilidad fue fluctuante y los valores máximos de viabilidad estimados fueron de un 11% en otoño, un 85 % en invierno y de un 50% en primavera en las irradiaciones de 6 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, en las dos primeras estaciones mencionadas y en 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, en primavera (Fig. 21A, B y C).

Una situación más variable, en los valores de los porcentajes de viabilidad se observó en la pradera de Fanny, la viabilidad de tetrásporas a 5°C, fluctuó de un 53% a un 100% en las estaciones de primavera y verano y fue mayor a 18 y 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$ y en un rango de 30% a un 47% en las estaciones de otoño e



invierno en 18 y 6 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectivamente (Fig. 22A, B y C). En 10°C, se observó una variación similar según las estaciones y fue de un 72% a un 85% en primavera y verano en las irradiaciones de 18 y 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectivamente, y de un 10% a 50% en otoño e invierno, en las irradiaciones de 6 y 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectivamente (Fig. 22A, B y C). En la pradera de Fanny, la viabilidad de carposporas a 5°C, fluctuó en un rango de 35% a 65% en otoño, en las irradiaciones de 25 y 18 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectivamente, y de 49% a un 55% en invierno en las irradiaciones de 6 y 18 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectivamente. En 10°C, la viabilidad fue más baja en otoño y fluctuaron en un rango de 8% a 11% en las irradiaciones ensayadas y en invierno fue de 38% a un 48% en las tres irradiaciones, siendo más alta a 6 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Fig. 22A, B y C).

En la pradera de Los Pinos, se observó una alta fluctuación en los porcentajes de viabilidad de tetrasporas, no así en la viabilidad de carposporas. En la estación de verano, la viabilidad a 5°C, fluctuó en un rango de 65% a 93% en 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectivamente y en invierno en un rango de 60% a 75% a 18 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectivamente. A 10°C, los porcentajes fueron poco variables según las irradiaciones ensayadas y fue de un 58% a 65% en verano y de un 42% a 58% en invierno (Fig. 23A, B y C). En 5°C, los porcentajes de viabilidad de carposporas en otoño, invierno y primavera, fluctuaron de un 43% a un 65% a 6 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, en un rango de 50% a un 69% en 18 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, y en un rango de 37% a 68% a 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Fig. 23A, B y C). En 10°C, la viabilidad fluctuó de un 49% en invierno a un 67% en otoño a 6 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$ y de un 42% en invierno a un 61% en primavera a 18 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, a 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, se estimó un rango de 37% en invierno a un 55% en primavera. En general, en esta pradera se observa escasa variación en los porcentajes de viabilidad de ambos tipos de esporas en las diferentes irradiaciones ensayadas (Fig. 23A, B y C).



Tabla 9 Análisis de varianza de 5 vías (pradera, estación, fase, temperatura y luz), del porcentaje de viabilidad en las praderas de Bajo Bordes, Santa Ana, Fanny y Los Pinos.

Efecto	df error	MS efecto	df error	MS error	F	p-nivel
1	3*	3824.8*	1536*	316.3989*	12.0885*	.000000*
2	3*	27691.4*	1536*	316.3989*	87.5204*	.000000*
3	1*	195726.6*	1536*	316.3989*	618.6073*	.000000*
4	1*	115645.5*	1536*	316.3989*	365.5055*	.000000*
5	2	489.8	1536	316.3989	1.5479	.213026
12	9*	22613.1*	1536*	316.3989*	71.4702*	0.000000*
13	3*	50091.9*	1536*	316.3989*	158.3189*	0.000000*
23	3*	118176.7*	1536*	316.3989*	373.5053*	0.000000*
14	3*	17582.5*	1536*	316.3989*	55.5707*	0.000000*
24	3*	9692.1*	1536*	316.3989*	30.6325*	.000000*
34	1*	1505.9*	1536*	316.3989*	4.7595*	.029288*
15	6	257.0	1536	316.3989	.8124	.560203
25	6*	2040.0*	1536*	316.3989*	6.4477*	.000001*
35	2	801.7	1536	316.3989	2.5339	.079684
45	2	286.3	1536	316.3989	.9049	.404817
123	9*	32765.7*	1536*	316.3989*	103.5587*	0.000000*
124	9*	6463.3*	1536*	316.3989*	20.4278*	0.000000*
134	3*	1770.8*	1536*	316.3989*	5.5966*	.000813*
234	3*	1792.6*	1536*	316.3989*	5.6656*	.000738*
125	18*	598.9*	1536*	316.3989*	1.8928*	.013060*
135	6	323.6	1536	316.3989	1.0228	.408505*
235	6*	978.8*	1536*	316.3989*	3.0936*	.005150*
145	6*	1240.5*	1536	316.3989	3.9208	.000680
245	6	225.3	1536	316.3989	.7122	.639786
345	2	9.2	1536	316.3989	.0291	.971280
1234	9*	3297.3*	1536*	316.3989*	10.4214*	.000000*
1235	18*	582.1*	1536*	316.3989*	1.8397*	.017006*
1245	18*	838.8*	1536*	316.3989*	2.6511*	.000195*
1345	6	348.9	1536	316.3989	1.1026	.358416
2345	6	262.5	1536	316.3989	8298	.546766
12345	18*	586.6*	1536*	316.3989*	1.8539*	.015854*



De acuerdo a los resultados de viabilidad, tanto de tetrasporas como de carposporas, en las diferentes condiciones de temperatura e irradiación ensayadas y al análisis de ANOVA (Tabla 9), se observa que hay diferencias significativas ($P < 0.05$) entre praderas, estación, tipo de esporas y temperatura, además en la interacción de estos factores. En la interacción tipo de esporas y temperatura, se observa que las esporas son más viables y sobreviven en un mayor porcentaje en 5°C , que en las condiciones de 10°C . La interacción de tipo de esporas y temperatura, en datos agrupados, permite confirmar que la viabilidad de tetrasporas en ambas temperaturas es de aproximadamente un orden de magnitud superior en 5°C y en aproximadamente dos ordenes de magnitud superior en 10°C . Las diferencias de porcentajes de viabilidad entre esporas son significativas ($P < 0.05$), de acuerdo los resultados, se desprende que las tetrasporas son más viables que las carposporas. El análisis no arroja diferencias significativas de la viabilidad de las tetrasporas y carposporas cultivadas en diferentes irradiaciones. La interacción entre viabilidad de esporas y estaciones, muestra que es significativamente distinta, a excepción de invierno y primavera, en donde se dan porcentajes mayores de viabilidad de esporas que en las estaciones de verano y otoño.

Al analizar la comparación de medias (Scheffe, $\alpha = 0.05$), entre praderas, con relación a tipo de esporas y estación, muestra que hay diferencias significativas en los porcentajes de viabilidad de tetrasporas de Bajo Bordes entre las estaciones de verano, invierno y primavera y entre invierno y primavera, no existiendo diferencias en los porcentajes de viabilidad entre las estaciones de verano, otoño y primavera (Fig. 24A). En la pradera de Fanny se observó diferencias significativas entre las estaciones de verano, otoño y primavera y entre invierno y primavera, no así entre otoño e invierno y entre primavera y verano. La pradera de Santa Ana, muestra diferencias en la viabilidad de tetrasporas, en verano, otoño e invierno,



pero no entre invierno y primavera. La pradera de Los Pinos, muestra diferencias significativas entre verano, otoño e invierno (Fig. 24A), no es posible establecer este análisis en las estación de primavera con el resto de las estaciones, debido a que no había soros tetrasporangiales maduros, y no se realizó la experiencia de viabilidad con este tipo de esporas. Las praderas de Bajo Bordes, Santa Ana y Fanny, muestran, para el caso de viabilidad de tetrasporas, una producción continua de tetrasporas en las estaciones de primavera y verano y menor producción en las estaciones de otoño e invierno (Fig. 24A).

El análisis de comparación de medias de los porcentajes de viabilidad de carposporas (Fig. 24B), es posible realizarlo en las estaciones de otoño e invierno en las 4 praderas, observándose que no hay diferencias significativas en estas estaciones en las praderas de Bajo Bordes, Fanny y Los Pinos, tampoco se observó diferencias en invierno y primavera en las praderas de Santa Ana y Los Pinos, sólo se observó diferencias en la viabilidad de carposporas en otoño e invierno en Santa Ana (Fig. 24B).

c) Epoca de germinación de tetrasporas y de carposporas de *Gigartina*, en 4 praderas de la XII región.

De acuerdo a los resultados de germinación obtenidos, no se observó germinación de tetrasporas después de 10 días de cultivo en condiciones de 5°C, y a 6, 18 y 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$ en las estaciones de verano, otoño, invierno y primavera en la pradera de Bajo Bordes. Lo mismo se observó en verano y otoño en la pradera de Fanny, verano, otoño y primavera en la pradera de Santa Ana y en verano en la pradera de Los Pinos.



Generalmente, se observó que estas esporas se mantuvieron vivas y sin adherirse al fondo de la cápsula, lo que impidió que germinaran, en esas condiciones de cultivo. Una situación similar se observó con tetrasporas cultivadas a 10°C y en las mismas irradiaciones, en otoño en las praderas de Santa Ana y Fanny, y en verano en la pradera de Los Pinos.

La germinación de tetrasporas en la pradera de Bajo Bordes, se observó sólo a 10°C y se estimó en el rango de un 7% a un 27 % en verano e invierno y de un 47% a un 60% en primavera. Los mayores porcentajes se dieron en esta última estación en las tres irradiaciones ensayadas (Fig. 25A, B y C). La germinación de carposporas en esta pradera, presentó los valores máximos en otoño e invierno y fueron de 8% y 13%, respectivamente, en las irradiaciones de 25 y 18 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$. (Fig. 25A, B y C).

En la pradera de Santa Ana, se observó también germinación de tetrasporas en verano a 10°C, obteniéndose un valor máximo de 17 % en 18 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$. En otoño, no se observó germinación de esporas en ambas temperaturas ensayadas. En invierno, se observa germinación de tetrasporas en 5°C con un valor máximo de 9% en 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, y a 10°C con un valor máximo de 28% también en 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$. En primavera, no se observó germinación de tetrasporas a 5°C y sólo ocurrió a 10°C en un rango de 47% en 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, a un 76% en 6 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Fig. 26A, B y C).

En la pradera de Fanny, los porcentajes de germinación de tetrasporas se obtuvieron a 5°C en invierno y primavera, con valores máximos de germinación de 10% en invierno y 56% en primavera, en ambas estaciones a 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$. En 10°C, se observó germinación en verano, invierno y primavera, en las tres irradiaciones, con valores máximos en verano de 88% en 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, de 32%



en $18 \mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, en invierno y de 66% en $18 \mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, en primavera. No se observó germinación de tetrasporas en 5°C en verano y en ambas temperaturas en otoño (Fig, 27A, B y C). La germinación de carposporas en esta pradera, se observó sólo en la estación de invierno en ambas temperaturas, con valores máximos de 20% a 5°C y en $18 \mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, y de 40% a 10°C y en $6 \mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Fig. 27A, B y C).

En la pradera de Los Pinos, sólo se obtuvo germinación de tetrasporas en la estación de invierno en ambas temperaturas, con valores máximos de 23% en $18 \mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$ y de 58% en $6 \mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$. La germinación de carposporas se observó en otoño, invierno y primavera. En 5°C , la germinación fue de 15% a 17% en invierno en las irradiaciones de 6 y $25 \mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectivamente y sólo se observó 2.9% de germinación en $25 \mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$. En 10°C , se obtuvieron valores máximos de germinación de carposporas en otoño de 67% en $6 \mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, y en primavera de 56% en 18 y $25 \mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Fig. 28B y C). En invierno, se obtuvo un rango de germinación de 36% a un 48% en 25 y $6 \mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectivamente (Fig, 28A, B y C). En la figura 29, se muestran etapas de desarrollo y germinación de tetrasporas y de carposporas cultivadas a 5°C y 10°C en las irradiaciones de 6, 18 y $25 \mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

No se observó germinación de carposporas en la pradera de Bajo Bordes, en otoño e invierno en las condiciones de cultivo de 5°C , lo mismo se observó en carposporas de la pradera de Santa Ana y Fanny, en la estación de otoño en ambas temperaturas ensayadas y en las carposporas de pradera Los Pinos cultivadas a 5°C en otoño.



Tabla 10 Análisis de varianza de 5 vías (pradera, estación, fase, temperatura y luz), del porcentaje de germinación en las praderas de Bajo Bordes, Santa Ana, Fanny y Los Pinos.

Efecto	df error	MS efecto	df error	MS error	F	p-nivel
1	3*	7236.0*	1536*	59.53444*	121.544*	0.000000*
2	3*	22870.2*	1536*	59.53444*	384.152*	0.000000*
3	1*	15638.9*	1536*	59.53444*	262.686*	0.000000*
4	1*	133573.8*	1536*	59.53444*	2243.638*	0.000000*
5	2*	182.2*	1536*	59.53444*	3.060*	.47163*
12	9*	9171.8*	1536*	59.53444*	154.059*	0.000000*
13	3*	22100.5*	1536*	59.53444*	371.223*	0.000000*
23	3*	15260.8*	1536*	59.53444*	256.335*	0.000000*
14	3*	429.6*	1536*	59.53444*	7.216*	.000083*
24	3*	4674.1*	1536*	59.53444*	78.511*	0.000000*
34	1*	7181.7*	1536*	59.53444*	120.630*	.000000*
15	6	75.8	1536	59.53444	1.272	.266836
25	6*	466.1*	1536*	59.53444*	7.829*	.000000*
35	2	6.0	1536	59.53444	.100	.904536
45	2	112.9	1536	59.53444	1.896	.150472
123	9*	6527.3*	1536*	59.53444*	109.639*	0.000000*
124	9*	7927.9*	1536*	59.53444*	133.166*	0.000000*
134	3*	13664.8*	1536*	59.53444*	229.528*	0.000000*
234	3*	8003.6*	1536*	59.53444*	134.436*	0.000000*
125	18*	327.0*	1536*	59.53444*	5.493*	.000000*
135	6*	354.4*	1536*	59.53444*	5.953*	.000004*
235	6*	372.6*	1536*	59.53444*	6.258*	.000002*
145	6	99.9	1536	59.53444	1.679	.122424
245	6*	428.5*	1536*	59.53444*	7.198*	.000000*
345	2	48.0*	1536	59.53444	.807	.446422
1234	9*	3980.0*	1536*	59.53444*	66.852*	0.000000*
1235	18*	350.9*	1536*	59.53444*	5.895*	.000000*
1245	18*	323.0*	1536*	59.53444*	5.438*	.000000*
1345	6*	191.2*	1536*	59.53444*	3.212*	.003875*
2345	6*	627.6*	1536*	59.53444*	10.542*	.000000*
12345	18*	192.9*	1536*	59.53444*	3.240*	.000005*

Los resultados del análisis de ANOVA (tabla 10), muestran que hay diferencias significativas ($P < 0.05$) en los porcentajes de germinación entre las praderas, en las estaciones, tipo de esporas y temperaturas. La germinación de carposporas y de tetrasporas de *Gigartina*, es mayor en las condiciones de 10°C, la germinación de ambos tipos de esporas es mayor en tres a cuatro órdenes de magnitud a



10°C que a 5°C. En las condiciones de cultivo ensayadas, se encontró que las tetrasporas mostraron mayor germinación que las carposporas en las diferentes praderas. No se observó diferencias significativas en las diferentes irradiaciones ensayadas. En cuanto a la estacionalidad, son todas distintas entre sí, observándose que las esporas germinan en uno a dos órdenes de magnitud más en las estaciones de invierno y primavera, que en las estaciones de verano y otoño. También se obtuvo diferencias significativas en las interacciones entre pradera, estación, tipo de esporas y temperatura. Con respecto a la comparación de los porcentajes de germinación entre praderas, el análisis demostró que las esporas de la pradera de Fanny tienen mayor porcentaje de germinación que las otras tres praderas y los menores porcentajes de germinación se observaron en las esporas de Bajo Bordes en las diferentes condiciones ensayadas.

Al analizar la comparación de medias (Scheffe, $\alpha = 0.05$), entre praderas, con relación a tipo de esporas y estación, muestra que hay diferencias significativas en los porcentajes de germinación de tetrasporas de Bajo Bordes entre las estaciones de verano, otoño e invierno con primavera. Lo mismo ocurre con la germinación de tetrasporas de pradera Fanny y de pradera Santa Ana, hay diferencias significativas ($\alpha = 0.05$), entre las estaciones de verano, invierno y primavera. En invierno en donde se obtuvo germinación de tetrasporas en las 4 praderas, se observan diferencias significativas entre las praderas de Bajo Bordes con Fanny y Los Pinos, pero no con Santa Ana, tampoco entre Fanny y Santa Ana (Fig. 30A).

Con respecto a la germinación de carposporas, en el mismo tipo de interacción descrito para tetrasporas, se observa que la viabilidad de carposporas de Bajo Bordes, en las estaciones de otoño e invierno, no muestran diferencias significativas. La viabilidad de carposporas graficadas (Fig. 30B), para la pradera de Fanny, no es comparable debido a que hubo diferentes razones por las cuales,



se dio el valor cero para las estaciones de verano, otoño y primavera. Las mismas razones afectaron los valores cero en las estaciones de verano y otoño en la pradera de Santa Ana. En esta misma pradera no se observan diferencias significativas en la germinación de carposporas en las estaciones de invierno y primavera. En la pradera de Los Pinos, no se observan diferencias significativas en las estaciones de otoño e invierno, pero si entre estas estaciones con primavera (Fig. 30B). En invierno, en donde se obtuvo germinación de carposporas en todas las praderas, se observa que hay diferencias significativas en la germinación de carposporas entre la pradera de Bajo Bordes con las praderas de Fanny, Santa Ana y Los Pinos, no existiendo diferencias en estas tres últimas praderas en invierno (Fig. 30B).

Las conclusiones del análisis estadístico realizado con los resultados de viabilidad y germinación, deben ser interpretadas con precaución debido a que en la mayoría de las praderas hubo carencia de datos en algunas estaciones. Debe considerarse que no se obtuvo muestras con frondas reproductivas maduras en todas las estaciones, o bien hubo muestras pero sus estructuras reproductivas, ya sea soros tetrasporangiales o cistocarpos estaban inmaduras, y en otros casos hubo estructuras reproductivas maduras, pero no hubo esporulación, también ocurrió que hubo esporulación y se observó viabilidad de las esporas, pero éstas no germinaron. Estos eventos en el análisis se tomaron como valor cero lo que puede producir problemas de interpretación de la significancia del parámetro en consideración.



d) Estimar el crecimiento de frondas secundarias.

De los controles efectuados los resultados muestran que en 3 de las 4 praderas se ha obtenido crecimiento en las frondas secundarias. En la figura 31A se muestran los resultados de crecimiento acumulado promedio de frondas secundarias de la localidad de Bajo Bordes, se observa que al inicio de la experiencia (enero) el tamaño promedio de las frondas era de $0.9 \pm 0.3 \text{ cm}^2$, y en el control del mes de noviembre se alcanza un tamaño de $34.0 \pm 8.1 \text{ cm}^2$. En la figura 31B se presenta la tasa de crecimiento diario por periodo y se observa que la mayor tasa de crecimiento se presenta en verano $2.4 \pm 0.40 \%$ diario y la menor en invierno con un 0.5% de crecimiento diario.

En la figura 32A se muestran los resultados de crecimiento acumulado promedio de frondas secundarias de la localidad de Santa Ana, se observa que al inicio de la experiencia (diciembre) el tamaño promedio de las frondas era de $1.3 \pm 0.3 \text{ cm}^2$, y en el control del mes de noviembre se alcanza un tamaño de $149.6 \pm \text{xx} \text{ cm}^2$. En la figura 32B se muestran las tasas de crecimiento diario que indican un mayor crecimiento en los meses de verano y primavera y un crecimiento muy bajo en los meses de invierno. Esto indica que la especie tendría un claro crecimiento estacional. La tasa mayor se produce en verano y corresponde a 2.7% diario.

En la figura 33A se muestran los resultados de crecimiento de frondas secundarias de la localidad de Fanny, se observa que al inicio de la experiencia (diciembre) el tamaño promedio de las frondas era de $0.8 \pm 0.1 \text{ cm}^2$, y en el control del mes de noviembre alcanzan un tamaño promedio de $19.3 \pm 18.5 \text{ cm}^2$. En esta localidad se obtuvo los valores promedio más pequeños de tamaño de frondas secundarias y a su vez los valores menores de tasas de crecimiento diario (Fig. 33B). Alcanzando una tasa máxima de solo un 1.1% de crecimiento diario.



En la pradera de Los Pinos se realizaron en tres oportunidades las experiencias de crecimiento de frondas secundarias, (diciembre de 1999, febrero del 2000 y agosto del 2000). Las experiencias no se encontraron en los controles posteriores, debido a que por la dinámica del sector, los sustratos se embancaron o se perdieron por las fuertes corrientes. Los tamaños iniciales de las plantas fluctuaron entre 11 ± 3.1 y 38.9 ± 4.5 cm².



5.3 Determinación del (los) período (s) de máxima biomasa de las fases reproductivas de luga en la XII Región

a) Reconocimiento de praderas de importancia comercial

El reconocimiento de praderas de lugas realizados en diferentes localidades de la XII Región, permitió corroborar los antecedentes obtenidos de las empresas y pescadores artesanales involucrados en la explotación y comercialización de lugas, en relación a que solo *Gigartina skottsbergii* constituye un interés comercial en la zona. En el reconocimiento de praderas de luga realizado en las diferentes localidades, no se observó praderas de *Sarcothalia crispata*.

En Puerto Natales, se realizó un reconocimiento de praderas en Bajo Bordes, Seno Unión (52°03'47,2"S; 73°31'37,4"W), Isla Vancouver (51°25'57,5"S; 74°17'36,5W), Grupo Solari (51°25'57,5"S; 74°17'36,5W) y Seno de las Montañas (52°00"S; 73°19'42"W). De los lugares prospectados se encontró sólo presencia de *Gigartina skottsbergii*, no constituyendo praderas en Isla Vancouver y Grupo Solari, sobre macizo rocoso entre 12 y 21m de profundidad y entre 3-10m respectivamente, en Seno Montaña no se encontró el recurso. En Bajo Bordes se determinó la presencia de una pradera de *Gigartina* la que fue caracterizada y evaluada.

En Punta Arenas, se constató la presencia de praderas en las siguientes localidades: Santa Ana (53°38'30"S;71°55'00"W), San Isidro (53°47'30"S;71°58'00"W), Isla Carlos III (53°34'50,2"S;72°21'56,3"W) y Estuario Fanny (53°06'50"S;73°20'00"W), ubicado en el Seno Otway, estas fueron caracterizadas y evaluadas. De las áreas prospectadas, en la isla Carlos III, no se encontró praderas, solo existe presencia del alga *Gigartina skottsbergii*.



b) Caracterización de las praderas

1. Pradera de Bajo Bordes, Seno Unión.

La pradera de *Gigartina skottsbergii* ubicada en Bajo Bordes Seno Unión (52°04'13"S: 73°31'41,9"S), tiene una superficie de 1,4 há. (Fig. 34). Las frondas de *Gigartina* se desarrollan como epizoicas sobre valvas de cholgas (*Aulacomya ater*) a una profundidad de 7 a 10 m (Tabla 13). La salinidad superficial del agua fue de 28,7‰ y a 7 m de profundidad, es de 29 ‰. La temperatura superficial fue de 6,4 °C y en el fondo marino 6,5 °C. La transparencia medida fue de 8 metros. La pradera está expuesta a los vientos del Sur. El régimen de marea se caracteriza por un rango de marea en sicigia de 2,01m. Este valor se consideró tomando como referencia Caleta Columbine, I. Newton Canal Santa María, siendo el Puerto Patrón, Bahía Orange.

Tabla 11. Profundidad y transparencia del agua en la pradera de Bajo Bordes en diciembre de 1999.

Transecto	Hora	Profundidad Máxima	Hora	Profundidad Mínima	Transparencia
1	11:35	8,5 m	11:00	9,5m	8m
2	14:00	7m	13:15	10,7m	
3	15:15	7.5m	16:00	10m	



2. Pradera de Santa Ana

La pradera de Santa Ana ($53^{\circ}38'30''S; 71^{\circ}55'00''W$) está ubicada en el Estrecho de Magallanes. La pradera evaluada tiene una área de 3,8 há (Fig. 35). Las frondas se desarrollan sobre macizo rocoso y secundariamente sobre clastos. Se distribuye a profundidad de 3 a 20 m de profundidad (Tabla 12). La salinidad superficial fue de 32 ‰ y a 15 m de profundidad 32,3 ‰, la temperatura superficial en el área fue de 6,6°C y a 15m de profundidad de 6.7°C. La transparencia máxima fue de 12 m. Es una área expuesta al este. En Santa Ana el régimen de mareas está caracterizado, por un rango de mareas en sicigia de 1,8 m, valor determinado considerando el Pto. San Juan de la Posesión y como Puerto Patrón Punta Arenas.

Tabla 12. Profundidad y transparencia del agua en la pradera de Sta. Ana en de 1999.

Transecto	Hora	Profundidad Mínima	Hora	Profundidad Máxima	Transparencia
1	9:28	3m	10:16	10m	8m
2	10:20	2,5m	10:58	8m	
3	11:06	2,5m	11:45	9m	
4	12:00	4,6m	12:25	13m	
5	13:01	5,6m	13:25	20m	
6	13:36	4,6m	14:08	18m	
7	14:22	3m	14:57	12m	
8	15:35	3m	16:07	11m	



3. Pradera de San Isidro

Esta pradera está ubicada en el Estrecho de Magallanes ($53^{\circ}47'30''S, 71^{\circ}58'00''W$). La pradera evaluada corresponde al sector costero tiene una área de 1,2 há. (Fig. 36). Las frondas se desarrollan sobre macizo rocoso y secundariamente sobre clastos de roca. La pradera se distribuye a profundidad de 2,5 a 10,5 m de profundidad Tabla 13. La salinidad superficial fue de 32,7 ‰ y a 10 m de profundidad 32,8 ‰, la temperatura superficial en el área fue de 6,7°C y a 10m de profundidad de 6,5°C. La transparencia determinada en el área fue de 8 m. Es una área expuesta a vientos del este. El régimen de marea está caracterizado por un rango en sicigia de 1,52 m, determinado a través de la localidad del Pto. San Antonio en el Estrecho de Magallanes, siendo el Puerto Patrón Punta Arenas.

Tabla 13. Profundidad y transparencia del agua en la Pradera de San Isidro en de 1999.

Transecto	Hora	Profundidad Máxima	Hora	Profundidad Máxima	Transparencia
1	11:06	2.5m	11:25	5m	8m
2	11:35	2,5m	12:15	10.5m	
3	12:30	2,5m	13:13	5.5m	

La pradera de San Isidro no se siguió en el tiempo, ya que, se encontraba muy próxima a la localidad de Santa Ana. Esta última se seleccionó por presentar una pradera de mayor tamaño.



4. Pradera Fanny, Seno Otway.

Esta pradera se encuentra ubicada en el Seno Otway ($53^{\circ}06'50''$ S; $73^{\circ}20'00''$ W). La pradera evaluada tiene una área de 4,5 há (Fig. 37). Las frondas de *Gigartina* se desarrollan sobre *Aulacomya ater*. Esta población se distribuye a una profundidad de 5,7 a 10,8 m (Tabla 14). La salinidad superficial fue de 30,6 ‰ y a 9 m 31,2 ‰ (Fig. 16). La temperatura superficial fue de 8,6°C y a 9 m 7,7°C. La transparencia medida en el área fue de 6 m. Es una área expuesta a los vientos del este y oeste y protegida de los vientos del norte y sur. En el estuario Fanny, el régimen de marea está caracterizado por un rango de marea en sicigia de 2,5 m, determinado a través de la localidad de Caleta Ocasión siendo el Puerto Patrón Bahía Orange.

Tabla 14. Profundidad y transparencia del agua en la Pradera de Fanny en de 1999.

	Mínima		Máxima		
Transecto	Hora	Profundidad	Hora	Profundidad	Transparencia
1	15:10	6,0m	16:40	10,8m	6m
2	17:07	5,7m	17:50	9,8m	

5.- Pradera de Los Pinos, Estrecho de Magallanes

La pradera de *Gigartina* del sector Los Pinos, se encuentra ubicada en el Estrecho de Magallanes ($52^{\circ}53'39''$ S; $70^{\circ}49'40''$ W) (Fig. 38). Las frondas se desarrollan sobre sustratos rocosos tipo canto rodado. La profundidad a la que se encuentra la pradera es entre 10 y 12 m. La salinidad superficial fue de 24,8 ‰ y a 11 m la salinidad es de 23,8 ‰. La temperatura superficial fue de 8,9°C y la temperatura de fondo fue de 9,3°C. El régimen de marea está caracterizado por un rango de marea en sicigia de



2,1 m, este valor se consideró tomando como referencia el Puerto Zenteno y como puerto Patrón Punta Arenas.

La pradera se encuentra ubicada en un lugar expuesto al viento de todas las direcciones, puesto que el continente no tiene relieve importante, es plano y la Isla Isabel que se encuentra cercana no ofrece protección al área.



Condiciones Abióticas de las praderas en el tiempo

En las figuras 39A, B y C se entrega la información de transparencia de agua en las localidades de Bajo Bordes, Santa Ana, y Fanny. En la pradera de Bajo Bordes la transparencia del agua es estable entre 7-8 m durante todo el año. En la pradera de Santa Ana esta es variable, siendo menor en verano, entre 6-8 m mientras que hacia el otoño e invierno aumenta hasta más de 16 m. En la pradera de Fanny ocurre una situación similar con incremento de la transparencia durante los meses de otoño e invierno los cuales coinciden con una menor productividad.

En la figura 40 A y B se ilustran los resultados de temperatura y salinidad superficial y de fondo para la localidad de Bajo Bordes. Durante los meses de verano la temperatura superficial del agua es de 10°C y hacia el otoño esta disminuye paulatinamente hasta alcanzar un mínimo en el mes de septiembre, posteriormente incrementa levemente. La salinidad a inicios del verano es de 27‰ y posteriormente disminuye a 25 para recuperar en los meses siguientes valores similares al verano. Los datos de temperatura y salinidad de fondo siguen un patrón similar.

En la figura 41A y B se presentan los resultados de temperatura y salinidad superficial y de fondo para la localidad de Santa Ana. Se observa que la temperatura en los meses de verano es superior a los meses de invierno y que durante la primavera se encuentran las temperaturas más bajas, cerca de 6°C, en superficie y fondo. La salinidad es mayor que en la localidad de Bajo Bordes y se mantiene relativamente constante durante el año, alrededor de 31-33‰.

En la figura 42A y B se entregan los resultados de temperatura y salinidad superficial y de fondo para la localidad de Fanny. En esta localidad se produce una variación de temperatura durante el año. En verano se alcanzan las temperaturas más altas mientras que, hacia el otoño e invierno estas disminuyen, alcanzando un mínimo en



el mes de septiembre. La temperatura de fondo se comporta en forma similar. La salinidad varía considerablemente, ya que en verano durante el mes de febrero se alcanzan valores de hasta casi 35‰, los cuales disminuyen en los meses de otoño invierno alcanzando un mínimo en la primavera con 26‰

En la figura 43A y B se presentan los resultados de temperatura y salinidad superficial y de fondo para la localidad de Los Pinos. La temperatura superficial y la de fondo fluctuaron en un rango similar de valores. En verano la temperatura fluctuó entre 8,9 y 10°C, luego en invierno disminuyó a temperaturas de 4 a 5 °C e incrementó en primavera a 10°C. La salinidad superficial es variable obteniéndose valores máximos en verano 33‰ y mínimos en primavera 10‰. Los valores de salinidad del agua en el fondo fueron menores en diciembre (24,8‰) y durante el resto del año esta fluctuó entre 31‰ y 33‰.

**c) Evaluación inicial de la biomasa****1. Pradera de Bajo Bordes, Seno Unión**

La pradera de Bajo Bordes tiene una área de 1.4 há. La biomasa total estimada proyectada al área total de la pradera fue de 9.362,2±6,7 Kg., constituidas por 4.162,4±4,5 Kg. de alga vegetativa, 1.170,6±1,9 Kg. de alga tetraspórica y 4.035,5±38,6 Kg. de alga cistocárpica.

La biomasa promedio fue de 663,6±0,5 g/m² constituida por frondas vegetativas 295,1±0,3 g/m² tetraspóricas 82,9 ±0,1 g/m² y cistocárpicas 286,3±0,3 (Tabla 15).

Tabla 15. Biomasa promedio (gr/m²) y biomasa proyectada al área total, de la pradera de Bajo Bordes.

Biomasa (gr/m ²)±ee			
Vegetativa	Tetraspórica	Cistocárpica	Total
295,1±0,3	82,9±0,1	286,1±0,3	663,6±0,5
Biomasa (kg)±ee, proyectada al área total			
4.162,4±4,5	1.170,6±1,9	4.035,5±38,6	9.362,2±6,7

Las tallas más frecuentes en las frondas vegetativas son las de 11-20 cm (11,1%) y la de 21-30 cm (10,2%), secundariamente están representadas las tallas de 31-40 cm (7,9%) y 41-50 cm (6,3 %). La tercera clase de talla son los ejemplares de 51-60 cm (3,8%), 1-10 cm (3%) y 61-70 cm (2,9%). Las restantes clases de tallas están representadas en un porcentaje menor a 1%. La talla máxima se encuentra en el intervalo de talla de 191-200 cm que representa el 0,1% del total de frondas muestreadas.



La distribución de frecuencia para las frondas tetraspóricas, nos indicó que la clase de talla más frecuente, está representada en un 6,6% por frondas de 21-30 cm, y secundariamente por frondas de 31-40cm (4,3%) y la de 11-20 cm (3,7%). La tercera clase de talla más frecuente corresponde a las frondas de 41-50 cm (2,2%). Todas las otras clases de talla están representadas con valores menores a 1%. La talla máxima se encuentra en el intervalo de talla de 61-70 cm.

La distribución de frecuencia para las frondas cistocárpicas, está dominada por las frondas de los intervalos de clase 31-40 cm (7,2%) y 21-30 cm (7,1%), secundariamente está representada por frondas de las clases de tallas de 41-50 cm (4,1%) 51-60 cm (3,5%), 11-20 cm (2,9%) y 61-70 cm (2,6%). Una tercera clase de tallas corresponde a las clases de 81-90 cm (1,4%) y a la de 71-80 cm (1,2%). Las restantes tallas corresponden a valores inferiores a 1%. La talla máxima corresponde al intervalo de clase de 131-140 cm.

2. Pradera de Santa Ana

La pradera de Santa Ana tiene una área de 3,8 há. Para esta pradera se determinó una biomasa total de $10.159,8 \pm 4,8$ Kg., de las cuales $5.727,8 \pm 2,7$ Kg. corresponden a alga vegetativa, $1.468,2 \pm 0,3$ Kg. tetraspórica y $2.991,1 \pm 1,7$ Kg. de alga cistocárpica.

La biomasa promedio fue de $263,3 \pm 0,1$ g/m² de las cuales las frondas vegetativas corresponden a $148,5 \pm 0,1$ g/m², las tetraspóricas a $38,1 \pm 0,1$ g/m² y las cistocárpicas a $77,5 \pm 0,1$ g/m² (Tabla 16).

La densidad promedio de frondas fue de $9,1 \pm 0,8$ frondas/m², las vegetativas correspondieron a $6,2 \pm 0,5$ frondas/m², tetraspóricas $1,1 \pm 0,3$ frondas/m² y las cistocárpicas $1,9 \pm 0,8$ frondas/m².



Tabla 16. Biomasa promedio (gr/m^2) y biomasa proyectada al área total, de la pradera de Santa Ana.

Biomasa (gr/m^2) \pm ee			
Vegetativa	Tetraspórica	Cistocárpica	Total
148,5 \pm 0,1	38,1 \pm 0,1	77,5 \pm 0,1	663,6 \pm 0,5
Biomasa (kg) \pm ee, proyectada al área total			
5.727,8 \pm 2,7	1.468,2 \pm 0,3	2.991,1 \pm 1,7	10.159,8 \pm 4,8

Las frondas vegetativas son la fase dominante, las clases de tallas que están mayoritariamente representada corresponden a las de 11-20 cm (29,8%), secundariamente están representadas las tallas de 1-10 cm (12,8%) y 21-30 cm (14,4 %). La tercera clase de talla son los ejemplares de 31-40 cm (7,7%) y la de 41-50 cm (2,4%). Las restantes clases de tallas están representadas en un porcentaje menor a 1%. La talla máxima se encuentra en el intervalo de talla de 71-80 cm que representa el 0,1% del total de frondas muestreadas.

La distribución de frecuencia de tallas para las frondas tetraspóricas, muestra que la clase dominante está representada en un 5,0% por frondas de 21-30 cm y en un 4,9% por frondas de la clase 11-20 cm con un 4,9%. Secundariamente están representadas las frondas de 31-40 cm (1,1%). Las otras clases de talla están representadas con valores menores a 1%. La talla máxima de la fase tetraspórica corresponde al intervalo de talla de 41-50 cm.

Para las frondas cistocárpicas, la clase de talla dominante corresponde a las frondas de 21-30 cm (7,0%) y 11-20 cm (6,2%), secundariamente está representada por la clase de tallas de 31-40cm (4,0%). Una tercera clase de tallas corresponde a las



clases de 41-50 cm (1,8%). Las restantes tallas corresponden a valores inferiores a 1%. La talla máxima de frondas cistocárpicas correspondió a la clase de 61-70 cm.

3. Pradera de San Isidro

La pradera de San Isidro, tiene una área de 1,2 há. La biomasa estimada para esta pradera fue de 3.388,5±4,4 Kg. La biomasa estimada del alga vegetativa correspondió a 1.900,8±3,5 Kg, la tetraspórica a 310,7±1,0 Kg y la cistocárpica a 117,7±2,3 Kg

La biomasa promedio fue de 269,6±0,3 g/m² de las cuales las frondas vegetativas corresponden a 151,2±0,3 g/m², las tetraspóricas a 24,0±0,1 g/m² y las cistocárpicas 93,6±0,2 g/m² (Tabla 17).

Tabla 17. Biomasa promedio (gr/m²) y biomasa proyectada al área total, de la pradera de San Isidro.

Biomasa (gr/m ²)±ee			
Vegetativa	Tetraspórica	Cistocárpica	Total
151,2±0,3	24,7±0,1	93,6±0,2	269,6±0,3
Biomasa (kg)±ee, proyectada al área total			
1.900,8±3,5	310,7±1,0	117,7±2,3	3.388,5±4,4

La densidad promedio de frondas fue de 6,6±0,3 frondas/m², las vegetativas correspondieron a 3,8±0,5 frondas/m², tetraspóricas 0,4±0,4 frondas/m² y las cistocárpicas 2,0±0,4 frondas/m².

Para las frondas vegetativas, el intervalo de clase mayoritariamente representado corresponde a las tallas de 11-20 cm (21,0%) y secundariamente están



representadas las tallas de 1-10 cm (13,6%) y 21-30 cm (14 %). La tercera clase de talla son los ejemplares de 41-50 cm (3,0%), 51-60 cm (1,3%) y 61-70 cm (1,1%). Las restantes clases de tallas están representadas en un porcentaje menor a 1%. La talla máxima se encuentra en el intervalo de talla de 71-80 cm que representa el 0,2% del total de frondas muestreadas.

La distribución de frecuencia de tallas para las frondas tetraspóricas, muestra que la clase dominante está representada en un 5,0% por frondas de 11-20 cm, secundariamente están representadas las frondas de 21-30 cm (3,9%). La tercera clase de talla dominante corresponde a las frondas de 31-40 cm (1,3%) y la talla 1-10 cm (0,6%). Las otras clases de talla están representadas con valores menores a 1%. La talla máxima de la fase tetraspórica corresponde al intervalo de talla de 31-40 cm.

La clase de talla dominante de las frondas cistocárpicas corresponde a 21-30 cm (7,6%) y 11-20 cm (7,1%), secundariamente están representadas las clases de tallas de 31-40 cm (6,7%). Una tercera clase de tallas corresponde a las clases de 1-10 cm (2,2%) y la de 41-50 cm (2,2%). Las restantes tallas corresponden a valores inferiores a 1%. La talla máxima de frondas cistocárpicas correspondió a la clase de 71-80 cm.

4. Pradera Fanny, Seno Otway.

La pradera de Fanny corresponde a una área de 4.5 há. En esta pradera se estimó una biomasa promedio total de $17.482,3 \pm 23,2$ Kg, de las cuales $9.305,4 \pm 16,6$ Kg corresponden a alga vegetativa, $3.282,2 \pm 10,9$ Kg tetraspórica y $4.894,7 \pm 9,4$ Kg de alga cistocárpica.



La biomasa promedio fue de $269,5 \pm 0,3 \text{ g/m}^2$ de las cuales las frondas vegetativas corresponden a $151,2 \pm 0,3 \text{ g/m}^2$ las tetraspóricas a $24,0 \pm 0,1 \text{ g/m}^2$ y las cistocárpicas $93,6 \pm 0,2 \text{ g/m}^2$ (Tabla 18).

Tabla 18. Biomasa promedio (gr/m^2) y biomasa proyectada al área total, de la pradera de Fanny.

Biomasa (gr/m^2) \pm ee			
Vegetativa	Tetraspórica	Cistocárpica	Total
$211,5 \pm 0,4$	$74,6 \pm 0,2$	$111,2 \pm 0,2$	$397,3 \pm 0,5$
Biomasa (kg) \pm ee, proyectada al área total			
$9.305,4 \pm 16,6$	$3.282,2 \pm 10,2$	$4.894,7 \pm 9,5$	$17.482,3 \pm 23,2$

La densidad promedio de frondas fue de $6,6 \pm 0,3 \text{ frondas/m}^2$, las vegetativas correspondieron a $3,8 \pm 0,5 \text{ frondas/m}^2$, tetraspóricas $0,4 \pm 0,4 \text{ frondas/m}^2$ y las cistocárpicas $2,0 \pm 0,4 \text{ frondas/m}^2$.

Para las frondas vegetativas, los intervalos de clase que se encuentran mayoritariamente representada corresponden a las tallas de 11-20 cm (21,0%) y secundariamente están representadas las tallas de 1-10 cm (13,6%) y 21-30 cm (14%). La tercera clase de talla son los ejemplares de 41-50 cm (3,0%), 51-60 cm (1,3%) y 61-70 cm (1,1%). Las restantes clases de tallas están representadas en un porcentaje menor a 1%. La talla máxima se encuentra en el intervalo de talla de 71-80 cm que representa el 0,2% del total de frondas muestreadas.

La distribución de frecuencia de tallas para las frondas tetraspóricas, muestra que la clase dominante está representada en un 5,0% por frondas de 11-20 cm, secundariamente está representada por frondas de 21-30 cm (3,9%). La tercera clase de talla dominante corresponde a las frondas de 31-40 cm (1,3%) y la talla 1-



10 cm (0,6%). Las otras clases de talla están representadas con valores menores a 1%. La talla máxima de la fase tetraspórica corresponde al intervalo de talla de 31-40 cm.

La clase de talla dominante de las frondas cistocárpicas corresponde a 21-30 cm (7,6%) y 11-20 cm (7,1%), secundariamente están representadas las clases de tallas de 31-40 cm (6,7%). Una tercera clase de tallas corresponde a las clases de 1-10 cm (2,2%) y la de 41-50 cm (2,2%). Las restantes tallas corresponden a valores inferiores a 1%. La talla máxima de frondas cistocárpicas correspondió a la clase de 71-80 cm.

5. Pradera de Los Pinos

La pradera de Los Pinos tiene una área de 3,6 há. La biomasa total estimada proyectada al área total de la pradera fue de 4.477 ± 12.1 Kg, constituidas por $1.540,9 \pm 6,2$ Kg de alga vegetativa, $48,3 \pm 6,9$ Kg de alga tetraspórica y $2.888,4 \pm 11,0$ Kg de alga cistocárpica.

La biomasa promedio fue de $122,0 \pm 0,3$ g/m² constituida por frondas vegetativas $42,0 \pm 0,1$ g/m², tetraspóricas $1,3 \pm 0,02$ g/m² y cistocárpicas $79,0 \pm 0,2$ (Tabla 19).

Tabla 19. Biomasa promedio (gr/m²) y biomasa proyectada al área total, de la pradera de Los Pinos.

Biomasa (gr/m ²) \pm ee			
Vegetativa	Tetraspórica	Cistocárpica	Total
42,0 \pm 0,1	1,3 \pm 0,02	79,0 \pm 0,2	122,0 \pm 0,3
Biomasa (kg) \pm ee, proyectada al área total			
1.540,9 \pm 6,2	48,3 \pm 6,9	2.888,4 \pm 11,0	4.477 \pm 12.1



Para las frondas vegetativas, los intervalos de clase que se encontraron mayoritariamente representadas correspondieron a las tallas de 11-20 cm (14,4%) y 31-40 cm (10,2%). Secundariamente se encontraron las tallas de 1-10 cm (7,6%) y 21-30 cm (7,6 %). La tercera clase de talla son los ejemplares de 41-50 cm (3,4%), 51-60 cm (2,5%) y 61-70 cm (1,7%). Las restantes clases de tallas están representadas en un porcentaje menor a 1%. La talla máxima se encuentra en el intervalo de talla de 71-80 cm que representa el 0,8% del total de frondas muestreadas.

Las frondas tetraspóricas se encontraron representadas escasamente por la clase de talla 31-40 (0,8%).

La clase de talla dominante de las frondas cistocárpicas correspondió a 21-30 cm (10,2%) y 31-40 cm (12,7%), secundariamente se encontraron representadas las clases de tallas de 41-50 cm y 51-60 cm con un 8,5%. Una tercera clase de tallas correspondió a la clase 11-20 cm (5,9%) y la de 61-70 cm (3,4%). Las restantes tallas corresponden a valores inferiores a 2%. La talla máxima de frondas cistocárpicas correspondió a la clase de 71-80 cm.



d) Determinación de la biomasa reproductiva de luga en la XII Región.

En el capítulo de metodología y en las figuras 5, 6, 7, y 8 se representa a través de un esquema la forma de cada una de las praderas en estudio y se grafican los puntos de muestreo y los transectos cuando corresponde. El seguimiento de la biomasa reproductiva se inició con un muestreo bimensual para cada una de estas praderas.

1 Pradera de Bajo Bordes

La figura 44 muestra la variación de la biomasa durante el período de estudio. Esta fluctuó entre $335,8 \pm 48,1 \text{ gr/m}^2$ y $1297,3 \pm 104,1 \text{ gr/m}^2$ los cuales corresponden a enero y mayo respectivamente. El mayor peak de biomasa se produce entre los meses de marzo y mayo para luego decrecer hasta un mínimo en agosto e incrementar nuevamente en la primavera. En todos los muestreos realizados aparecen individuos de ambas fases reproductivas tetraspóricos y cistocárpico. La biomasa de frondas tetraspóricas fluctúa entre $77,6 \pm 20,9 \text{ gr/m}^2$ y $606,4 \pm 104,9 \text{ gr/m}^2$, alcanzando en el mes de mayo el valor más alto, el cual supera a la biomasa vegetativa. En cuanto a la biomasa cistocárpica esta fluctúa entre $100,4 \pm 28,1 \text{ gr/m}^2$ y $349,2 \pm 65,3 \text{ gr/m}^2$ siendo el valor de febrero el más alto.

En la figura 45 se grafica la densidad promedio de frondas por mes. Esta fluctúa entre $4,5 \pm 0,4 \text{ frondas/m}^2$ y $13,3 \pm 1,1 \text{ frondas/m}^2$, que corresponden a los meses de enero y mayo respectivamente. Se observa que casi todos los meses los individuos tetraspóricos aparecen en mayor número, con un máximo en el mes de mayo. La densidad promedio de frondas tetraspóricas fluctúa entre $2,2 \text{ frondas/m}^2$ y $7,1 \text{ frondas/m}^2$. En frondas cistocárpicas la densidad es baja y se mantiene inferior a 3 frondas/m^2 , con un valor mínimo en enero de $0,8 \pm 0,2 \text{ gr/m}^2$ y un máximo en mayo $2,7 \pm 0,4 \text{ gr/m}^2$.



La distribución de las frecuencias de las diferentes categorías de talla de la pradera se ilustra en la figura 46A. En todos los muestreos realizados, fue posible encontrar frondas en un rango de tallas de 1 a 110 cm, mayoritariamente las frondas se distribuyen en un rango de tallas de 11 a 50 cm. Las categorías de tallas dominantes durante el período de estudio correspondieron a las tallas de 11-20 cm cuyas frecuencias fluctuaron entre 10,7 y 18,9 % en marzo y enero respectivamente, el rango 21-30cm fluctúa entre 19,9% en enero y 36,3% en, el rango 31-40cm fluctúa entre 16,7% en julio y 27,4% en septiembre y finalmente la talla de 41-50cm con una frecuencia que fluctuó entre 4,3% en julio y 16,3% en enero. Secundariamente se encuentran representadas las categorías de talla de 1-10cm (0,7% marzo - 17% julio), 51-60 cm (4,6% enero-10,9% mayo), 61-70cm (3,6% julio-6,5% octubre) y la de 71-80cm cuya frecuencia fluctuó entre 0,4% y 4,6% en noviembre y enero. Las otras categorías de tallas están representadas bajo un 2 %.

Las frondas vegetativas representan entre un 22,6% a un 45 % de la población total durante el muestreo. En la figura 46B se ilustra la distribución de frecuencias de tallas de las frondas vegetativas durante el período de estudio.

Las frondas vegetativas se distribuyen mayoritariamente en un rango de tallas de 1 a 50 cm (Fig. 46B). La categoría de talla 1-10 cm varió entre 0% en septiembre y 13,3 en julio, la categoría 11-20 cm fluctuó entre 1,4% en marzo y 17,9 % en julio, el rango de 21-30cm fluctuó de 2,7% en julio a 8,2% en marzo, la categoría de 31-40cm varió de 3,7% en mayo a 6% en julio y la de 41 a 50 cm varió entre 0,7% en julio y 4,7% en mayo. Un segundo grupo de tallas lo constituyó el rango de tallas 51-80 cm con valores inferiores a 4%. Las restantes categorías de tallas están representadas con valores de frecuencia inferiores a 1%. La talla mayor está en la categoría de 101-110 cm correspondiente a marzo.



En los muestreos se observó una importante presencia de individuos tetraspóricos distribuidos mayoritariamente en las categorías de talla 11 a 50 cm. La categoría de tallas de 11 a 20 cm fue representada en un 6,2% en marzo y 3,2% en julio, la categoría 21-30cm fue de 11,3 julio y máximo en noviembre 23,8%, la categoría 31-40 cm fluctuó entre 6% en julio y 18,1% en noviembre y la de 41-50cm entre 2,3 julio y 8,7 en enero (Fig 47A). Las otras categorías de tallas son inferiores al 2% registrando su talla máxima en el rango 91-100 en mayo.

Las frondas cistocárpicas están mejor representadas en el rango de tallas 11 a 80 cm, para este rango de tallas las frecuencias fluctuaron entre 0 y 7,1% (Fig. 47B). Las mayores tallas corresponden a la categoría 101-110 cm.

2. Pradera Santa Ana

La figura 48 ilustra la variación de la biomasa en la pradera de Santa Ana durante el período de estudio. El valor de biomasa fluctuó entre $190,8 \pm 26,9 \text{ gr/m}^2$ y $348,2 \pm 43,1 \text{ gr/m}^2$, los cuales corresponden a los meses de noviembre y abril respectivamente. En esta pradera no se observan grandes variaciones estacionales en los niveles de biomasa, si bien hay una disminución de biomasa en los meses de junio y noviembre esta no decae a niveles mínimos. En todos los muestreos realizados aparecen individuos de ambas fases reproductivas. La biomasa de frondas tetraspóricas fluctúa entre $9,1 \pm 5,7 \text{ gr/m}^2$ y $55,4 \pm 20,8 \text{ gr/m}^2$, los que corresponden a los meses de diciembre y abril respectivamente. En cuanto a la biomasa cistocárpica esta fluctúa entre $63,3 \pm 15,6 \text{ gr/m}^2$ y $161,7 \pm 32,2 \text{ gr/m}^2$ siendo el valor de abril el más alto.

En la figura 49 se grafica la densidad promedio de frondas por mes. Esta fluctúa entre $5 \pm 0,7 \text{ frondas/m}^2$ y $13,1 \pm 1,5 \text{ frondas/m}^2$, en los meses de octubre y febrero respectivamente. El mayor número de frondas corresponde a individuos vegetativos.

En la figura se observa que el número de individuos en los diferentes muestreos



Las frondas tetraspóricas están distribuidas principalmente en las categorías de talla 1 a 30 cm (Fig. 51A). La categoría de tallas de 1 a 10 cm fue representada en un 0,6% en diciembre y 13% en junio, la categoría 11-20cm fue de 1.2% en noviembre y 17,3% en agosto, la categoría 21-30 cm fluctuó entre 2,9% en octubre y 6,4% en diciembre. Las otras categorías están representadas por una frecuencia inferior a 5,1%. La mayor talla se presenta en la categoría 61-70-50 cm en diciembre.

Las frondas cistocárpicas están mejor representadas en el rango de tallas 11 a 30 cm (Fig. 51B). Para el rango 11-20cm las frecuencias fluctuaron entre 5,27,% en agosto y 16,7% en octubre, para la categoría de talla 21-30cm las frecuencias fluctuaron entre 3,5% en septiembre y 13,1% en noviembre. Para la categoría de talla 31-40 la frecuencia fue de 1,4% en junio y 5,7 en octubre y para la categoría 1-10cm la frecuencia fue de 0,8% en diciembre y 4,6% en febrero. Las otras categorías están representadas con frecuencia inferior a 3,1%. Las categorías sobre los 80 cm no están representadas. La mayor talla está en 71-80cm en abril.

3. Pradera Fanny, Seno Otway.

La figura 52 ilustra la variación de la biomasa de luga roja durante el período de estudio. En diciembre, el valor de la biomasa total fue de $285,2 \pm 15,3 \text{ gr/m}^2$, esta se incrementó en febrero a $462,8 \pm 68,0 \text{ gr/m}^2$, luego disminuyó a $360,9 \pm 53,8 \text{ gr/m}^2$ en abril. Los valores de biomasa se mantuvieron en un rango de 330 a 350 gr/m^2 desde junio a septiembre, para luego disminuir a $207,3 \pm 42,5 \text{ gr/m}^2$ $144,5 \pm 28,7 \text{ gr/m}^2$ en octubre y noviembre respectivamente. La biomasa máxima se observa en Febrero y la mínima en Noviembre. La biomasa de frondas vegetativas fluctuó entre $162 \pm 40,8 \text{ gr/m}^2$ y $29,9 \pm 9 \text{ gr/m}^2$ en febrero y noviembre respectivamente. La biomasa de frondas tetraspóricas al comienzo del estudio fue de $97,8 \pm 29,6 \text{ gr/m}^2$, esta incrementó a $129,8 \pm 30 \text{ gr/m}^2$ en febrero. En los muestreos siguientes en otoño e invierno los valores de biomasa fluctuaron en un rango de 109 a 77 gr/m^2 ,



posteriormente en octubre la biomasa disminuyó a $39.7 \pm 17.2 \text{ gr/m}^2$. En cuanto a la biomasa cistocárpica esta fluctúa entre $69 \pm 13 \text{ gr/m}^2$ y $170,8 \pm 40,9 \text{ gr/m}^2$ al comienzo de los controles siendo el valor de febrero el más alto, luego disminuye a $107 \pm 27,3 \text{ ind/cm}^2$ en abril para incrementar a $190,6 \pm 68,7 \text{ ind/cm}^2$ en agosto. Posteriormente, los valores de biomasa disminuyen paulatinamente hasta alcanzar un valor mínimo de $69 \pm 23,5 \text{ gr/m}^2$ en noviembre.

En la figura 53 se grafica la densidad promedio de frondas por mes. Esta fluctúa entre $3,5 \pm 0,8 \text{ frondas/m}^2$ y $7,6 \pm 1 \text{ frondas/m}^2$, de los cuales el mayor número de frondas corresponde a individuos vegetativos. En la figura se observa que el número de individuos en los diferentes muestreos es relativamente constante, sin embargo en el mes de abril este disminuye levemente, para después incrementarse en los meses de agosto y septiembre y luego disminuyó, alcanzando un mínimo en el mes de noviembre. La densidad promedio de frondas tetraspóricas fluctúa entre $2,3 \text{ frondas/m}^2$ y $0,7 \text{ frondas/m}^2$ correspondiendo este último valor al mes de noviembre. En frondas cistocárpicas la densidad es baja y fluctúa entre 1 frondas/m^2 y $2,0 \text{ frondas/m}^2$.

La distribución de las frecuencias de las diferentes categorías de talla de la pradera se ilustra en la figura 54A. La mayor frecuencia de tallas se concentra en el rango 1-50 cm. Las categorías de tallas dominantes durante el período de estudio correspondieron a las tallas de 1-10 cm cuyas frecuencias fluctuaron entre 13,8 y 35,6 % en octubre y junio respectivamente, la categoría 11-20cm fluctuó de 30,2% en febrero a 41,2% en agosto, el rango 21-30cm varió de 14,1% en junio a 32,5% en octubre, la talla de 31-40cm presentó una frecuencia que fluctuó entre 8,7% noviembre y 14,1% en febrero y la categoría 41-50cm fue de 2,4 en octubre y 2,4% en diciembre. secundariamente se encuentran representadas las categorías de tallas de 51-80cm con frecuencia inferior a 2,2%.



Las frondas vegetativas se distribuyen mayoritariamente en un rango de tallas de 1 a 40 cm (Fig. 54B). La categoría de talla 1-10 cm varió entre 8,9% en octubre y 30,5% en julio, la categoría 11-20 cm fluctuó de 12,2 en octubre a 23,4% en diciembre, el rango 21-30cm varió de 4,7% en agosto a 16,6% en diciembre y la de 31-40cm fluctuó entre 2,2% en abril y 6,5% en octubre. La segunda categoría de tallas está en el rango 41 a 80 cm con valores menores a 2,8%. La talla mayor está en la categoría de 101 a 110 en febrero.

Las frondas tetraspóricas están distribuidas mayoritariamente en las categorías de talla 1 a 50 cm. La categoría de tallas de 1 a 10 cm fue representada en un 0,6% en diciembre y 4,5% en junio, la categoría 11-20cm fue de 5,8% mínima en noviembre y máximo en agosto 16,3%, la categoría 21-30 cm fluctuó entre 5,6% en agosto y 15,1% en abril, la de 31-40cm varió entre 0,9 septiembre y 6,3 % en febrero y la categoría 41-50cm varió entre 0,9% en agosto y 2,8% en diciembre. (Fig. 54A). Las otras categorías de tallas son inferiores a 1% registrando su talla máxima en el rango 91-100 en agosto.

Las frondas cistocárpicas están mejor representadas en el rango de tallas 11 a 50 cm (Fig. 55B). Para el rango 11-20cm las frecuencias fluctuaron entre 1,7,% en enero y 9,6% en diciembre, para la categoría de talla 21-30cm las frecuencias fluctuaron entre 0,6% en junio y 11,4% en octubre, para el rango 31-40 cm (0,6 % en junio-6,4% en agosto) y para el rango 41-50cm la frecuencia fue de 0,8% en octubre y 3,9% en febrero. De menor importancia son las clases de tallas 1-10cm con una frecuencia de 0,6% en diciembre y 2,4% en octubre) y la categoría 91-100cm con una frecuencia de 0,4% en octubre. Las otras categorías de tallas no están representadas.



4. Pradera Los Pinos

La figura 56 ilustra la variación de biomasa de luga durante el período de estudio. Los valores de biomasa de esta pradera son inferiores a todas las praderas estudiadas. La biomasa promedio en los meses de verano es de 110 g/m^2 , luego disminuye bruscamente a 0 en los meses de invierno, y luego en la primavera comienza a incrementar nuevamente. La fase tetraspórica es poco abundante en esta pradera y en los meses de diciembre, septiembre y octubre tiene valores mínimos. Las frondas cistocárpicas fluctuaron entre $16,8 \pm 7,2$ y $78,9 \pm 16,3 \text{ g/m}^2$ en los meses de octubre y diciembre respectivamente.

En la figura 57 se grafica la densidad promedio de frondas por mes. Esta fluctúa entre $1,2 \pm 0,1$ frondas/ m^2 y $1,7 \pm 0,1$ frondas/ m^2 para los meses de febrero y diciembre respectivamente. En la figura se observa que el número total de individuos en los diferentes muestreos es relativamente constante, sin embargo en el mes de febrero este disminuye levemente. En los meses de invierno entre junio y agosto, la densidad promedio de frondas tetraspóricas fluctúa entre 0 frondas/ m^2 y $0,1$ frondas/ m^2 . En frondas cistocárpicas la densidad es baja y fluctúa entre $0,4$ frondas/ m^2 y $0,9$ frondas/ m^2 .

En la figura 58A, se muestra la distribución de la frecuencia de tallas por mes. Las tallas de esta pradera se distribuyen entre 1 y 110 cm. Las tallas más frecuentes están en el rango de 1-50cm. La categoría más importante es la de 21-30cm. Que fluctuó entre 11,6% en septiembre y 42% en octubre. En los meses de invierno no se encontraron frondas. Las demás categorías de talla están representadas en un rango inferior a un 18%.



Para frondas vegetativas se observa que los individuos se distribuyen entre las tallas 1-10 cm y 101-110 cm (Fig. 58B). Las tallas más frecuentes en la biomasa total de la pradera se distribuyen entre 1-40cm. Las categorías más importantes son 11-20cm con una frecuencia que fluctúa entre 14,4% en diciembre y 26% en octubre, en los meses de invierno no se encontraron frondas y 21-30cm que fluctúa entre 4,7% en febrero y 40% en octubre. Encontrándose frondas de la categoría 81-90cm en febrero. Las otras categorías de tallas están representadas bajo el 16%.

Las frondas tetraspóricas son muy poco frecuentes aparecen esporádicamente y no presentan una tendencia clara (Fig.59A). El tamaño de las frondas fluctúa entre 11 y 110 cm.

En la figura 59B se presenta la frecuencia de las categorías de tallas de frondas cistocárpicas, donde el tamaño fluctuó entre 1 y 80cm. El rango de tallas más importante es el de 21-40cm en el verano.

Análisis Estadístico para biomasa y densidad

La información de densidad (gr/m^2) para las praderas de Fanny, Santa Ana y Bajo Bordes, obtenida en los diferentes meses de muestreo, fue agrupada como estaciones de verano, otoño, invierno y primavera. Posteriormente se realizó un análisis de varianza de dos vías con factores fijos, praderas y estación (Tabla 20). En este análisis no se incluyó la pradera de Los Pinos debido a que ésta presentó un comportamiento diferente porque, fue cosechada durante el muestreo no obteniéndose valores de biomasa en los meses de junio y agosto.



Tabla 20. Análisis de varianza de dos vías (pradera, estación), de la densidad en las praderas de Fanny, Santa Ana y Bajo Bordes.

Efecto	df error	MS efecto	df error	MS error	F	p-nivel
1	2	423.192627	769	29.1517048	14.5169086	.000001
2	3	606.63269	769	29.1517048	20.8095112	.000001
12	6	184.861023	769	29.1517048	6.34134531	.000002

Podemos indicar que para el factor praderas existen diferencias significativas ($p < 0,0001$) considerando todo el período de muestreo ($p < 0,0001$). Esta diferencia está dada por la densidad de la pradera de Fanny que fue menor a las otras praderas (prueba de Scheffe, $p < 0,05$). Por otro lado para el factor estación también se observó diferencias significativas ($p < 0,0001$). Todas las estaciones son diferentes, excepto otoño e invierno que presentan densidades similares y que son mayores que en las otras estaciones, en primavera se presenta la menor densidad (prueba de Scheffe, $p < 0,05$). Para la combinación entre praderas y estación (interacción) se aprecia que existe un comportamiento diferente de las praderas a través del año ($p < 0,0001$).

En la pradera de Bajo Bordes se observó una mayor densidad en otoño que disminuye a valores mínimos en primavera, similar comportamiento tiene Santa Ana, con una máxima densidad en invierno y mínima en primavera, en la pradera de Fanny no se presentan diferencias en las estaciones (prueba de Scheffe $p < 0,05$).

Se realizó un análisis de varianza para densidad de tres vías con factores fijos, (praderas, fase y estación), (Tabla 21), para las praderas de Fanny, Santa Ana y Bajo Bordes. Podemos concluir que hay diferencias significativas ($p < 0,0001$) para cada uno de los factores analizados y también que todas las interacciones son significativas.



Tabla 21. Análisis de varianza de tres vías (pradera, fase, estación), de la densidad en las praderas de Fanny, Santa Ana y Bajo Bordes.

Efecto	df error	MS efecto	df error	MS error	F	p-nivel
1	2	141.064209	2307	8.18302631	17.238636	.000000
2	2	472.740173	2307	8.18302631	57.7708244	.000000
3	3	202.210907	2307	8.18302631	24.7110176	.000000
12	4	365.510651	2307	8.18302631	44.6669312	0.000000
13	6	61.6203423	2307	8.18302631	7.53026342	.000000
23	6	44.0846176	2307	8.18302631	5.38732481	.000015
123	12	18.2014942	2307	8.18302631	2.22429872	.008831

Utilizando la prueba de Sheffe para las comparaciones de medias a posteriori para el factor pradera, se encontró que las diferencias entre las praderas estaban determinadas por la menor densidad de frondas en la pradera de Fanny con relación a las praderas de Bajo Bordes y Santa Ana. Existen diferencias entre todas las fases ($p < 0.001$), las frondas vegetativas son mayores en densidad que las tetraspóricas y que las cistocárpicas. Estas últimas presentan la menor densidad en relación con las demás. Además para el factor estación, el análisis nos indicó que existen diferencias estacionales en la densidad con valores bajos en verano los que se incrementan en otoño invierno y decrecen en primavera. Es importante destacar que no existen diferencias en densidad entre otoño e invierno.

Para la interacción pradera-fase se observó que en las praderas de Fanny y Santa Ana existe una mayor densidad de frondas vegetativas que de frondas reproductivas (tetraspóricas y cistocárpicas). A diferencia de la pradera de Bajo Bordes, donde encontramos una mayor densidad de frondas reproductivas tetraspóricas y menores densidades de frondas vegetativas y cistocárpicas.

Para la interacción pradera-estación, se observó que, en Fanny no existe diferencia estacional en el comportamiento de la densidad al igual que en la pradera de Santa Ana, a excepción de la estación de primavera donde la densidad



disminuye. En cambio en Bajo Bordes la densidad aumentó en otoño se mantuvo en invierno y disminuyó en primavera.

Para la interacción fase-estación se puede indicar que las frondas vegetativas tetraspóricas y cistocárpicas no se comportan de la misma forma. Las vegetativas mantienen una densidad mayor en verano, otoño e invierno para disminuir en primavera. Las frondas tetraspóricas incrementan su densidad en otoño e invierno y decrecen en primavera y las frondas cistocárpicas no mostraron diferencias estacionales y se encuentran en menor densidad que las otra fases en todas las estaciones.

La información de biomasa total obtenida en los diferentes meses de muestreo fueron agrupados como estaciones de verano otoño invierno y primavera. Posteriormente se realizó un análisis de varianza de 3 vías con factores fijos, (praderas, fase y estación) (Tabla 22) para las praderas de Fanny, Santa Ana y Bajo Bordes.

Tabla 22. Análisis de varianza de tres vías (pradera, fase, Estación), de la biomasa en las praderas de Fanny, Santa Ana y Bajo Bordes.

Efecto	df error	MS efecto	df error	MS error	F	p-nivel
1	2	8332556	2307	44271.6992	188.21405	0.000000
2	2	29189.623	2307	44271.6992	0.65932918	.517296
3	3	769569.5	2307	44271.6992	17.3828773	.000000
12	4	992893.813	2307	44271.6992	22.4272804	.000000
13	6	354798.188	2307	44271.6992	8.01410866	.000000
23	6	109546.313	2307	44271.6992	2.47440934	.21773
123	12	85066.7422	2307	44271.6992	1.92147005	.027787

Podemos indicar que para el factor praderas existen diferencias significativas ($p < 0,0001$) entre las praderas considerando todo el período de muestreo ($p < 0,0001$). Esta diferencia está dada por la biomasa de la pradera de Bajo Bordes



que es mayor a las otras praderas (prueba de Scheffe, $p < 0,05$), además se encontró que la pradera de Santa Ana no se diferencia en biomasa de la pradera de Fanny. Para el factor fase, se puede indicar que las diferencias no son significativas entre las frondas vegetativas y las fases tetraspóricas y cistocárpicas.

Por otro lado para el factor estación también se observó diferencias significativas ($p < 0,0001$). Todas las estaciones son diferentes (prueba de Scheffe, $p < 0,05$), excepto verano con invierno. La biomasa alcanza un máximo valor en otoño y un mínimo valor en primavera con valores intermedios de biomasa en verano e invierno.

Para la interacción pradera-fase ($p < 0,0001$) se observó que en la pradera de Bajo Bordes la biomasa de frondas tetraspóricas es mayor que las cistocárpicas y de las vegetativas. En la pradera de Fanny no se encontró diferencias significativas entre las fases y en Santa Ana tampoco se encontraron diferencias entre las fases excepto entre las fases vegetativas que son mayores en biomasa que las tetraspóricas (prueba de Scheffe, $p < 0,05$).

Para la interacción pradera-estación ($p < 0,0001$), se observó que en Fanny y en Santa Ana, no existe diferencia estacional en el comportamiento de la biomasa. En cambio en Bajo Bordes la biomasa aumentó en otoño disminuyó en invierno y primavera (prueba de Scheffe, $p < 0,05$).

Para la interacción fase-estación se puede indicar que la biomasa de las frondas vegetativas y cistocárpicas no presentan variaciones estacionales a diferencia de las frondas tetraspóricas las que incrementan su biomasa en otoño y decrecen en invierno y primavera (prueba de Scheffe, $p < 0,05$).



Para la interacción fase-pradera y estación, se puede indicar que las praderas de Fanny y Santa Ana no presentan diferencias estacionales de la biomasa entre las diferentes fases a diferencia de la pradera de Bajo Bordes donde la fase tetraspórica presenta un aumento en la biomasa sólo en la época de otoño y decrece en invierno. La fase cistocárpica y las frondas vegetativas en esta pradera no presentan variaciones estacionales de la biomasa (prueba de Scheffe, $p > 0,05$).



6. Discusión y Conclusiones

El estudio taxonómico realizado con ejemplares de las praderas de "luga" de la XII Región permite concluir que se identificaron 2 taxa. Ambos pueden ser fácilmente reconocibles y diferenciables por su morfología externa e interna y corresponden a las especies *Sarcothalia crispata* (Bory) Leister y *Gigartina skottsbergii* Setchell & Gardner.

El recurso luga roja se extrae desde 81 localidades en la XII Región, concentrándose el desembarque de 54 localidades en el puerto de Punta Arenas y 27 en Puerto Natales. La temporada de explotación se extiende desde septiembre a marzo, con un descenso notorio en el mes de enero. Esta disminución está asociada a que durante ese mes en la zona se extrae el erizo que es un recurso de mayor valor comercial.

Los resultados de las actividades de reclutamiento muestran que en la localidad de Bajo Bordes, Fanny y los Pinos el reclutamiento ocurre en verano e inicios de otoño. En la pradera de Santa Ana no hubo reclutamiento en ninguna de las estaciones del año, este fenómeno puede estar asociado a que en esta pradera ocurre una alta presencia de frondas vegetativas y una baja proporción de frondas reproductivas (tanto tetraspóricas como cistocárpicas) a lo largo del año.

Los resultados de crecimiento de frondas secundarias muestran que en las praderas de Bajo Bordes, Santa Ana y Fanny se obtuvo crecimiento. En la pradera de Santa Ana se obtuvo el mayor crecimiento acumulado lográndose al final del período frondas de hasta 149 cm² de tamaño promedio. Las tasas de crecimiento son mayores en la época de verano y disminuyen hacia el invierno en todas las



praderas estudiadas. En la localidad de Santa Ana se lograron los mejores resultados de tasa de crecimiento diario, alcanzando valores de 2,7% para el período de verano.

Las 4 praderas de *Gigartina skottsbergii* de la XII Región, presentaron un comportamiento reproductivo similar en cuanto a la presencia de estructuras reproductivas maduras e inmaduras, no así en la liberación de las esporas y en las respuestas de estas esporas a las condiciones experimentales de cultivo. Las praderas de Bajo Bordes, Santa Ana y Fanny, presentaron frondas tetraspóricas maduras y liberación de carposporas y de tetrasporas en todas las estaciones del año, no así en la pradera de Los Pinos, en donde estuvieron presentes en verano e invierno. En las estaciones de otoño e invierno, se observó en todas las praderas frondas cistocárpicas con cistocarpos maduros y liberación de carposporas, además en las praderas de Santa Ana y Los Pinos esta misma condición reproductiva se observó en primavera.

Las 4 praderas presentaron tetrasporas viables en las 4 estaciones del año, en aquellas praderas en que se recolectó estas frondas reproductivas, observándose diferencias en los porcentajes de viabilidad según pradera y estación. Las 4 praderas presentaron carposporas viables en otoño, invierno y primavera, mientras que verano las frondas cistocárpicas estaban inmaduras.

Ambos tipos de esporas presentaron una mayor viabilidad en condiciones de cultivo de 5°C y generalmente bajo porcentaje de viabilidad en 10°C. Cabe destacar que la información de temperatura del área donde se ubican las praderas en estudio muestra que en otoño, invierno y primavera esta es, en promedio inferior a 7°C, y que solo, en verano se alcanzan temperaturas máximas de 10°C. Los resultados experimentales muestran que la baja temperatura favorece una



condición de latencia de las esporas, sin embargo esta no es suficiente para estimular la germinación, en la mayoría de los casos.

Los resultados de viabilidad y germinación de esporas de *Gigartina*, obtenidos en condiciones de cultivo, además de la información de crecimiento y repoblación obtenida en las praderas de esta especie en el sur de Chile, están demostrando que el crecimiento y reproducción de las poblaciones estudiadas, pueden ocurrir en rangos de condiciones abióticas mayores a los obtenidos por Wiencke & tom Dieck (1990) y Bischoff-Baermann & Wiencke (1996). Sugiriendo con esto que la especie tiene un alto grado de adaptación a un amplio rango de condiciones abióticas, principalmente de temperatura.

No se observó diferencias en los porcentajes de viabilidad de carposporas y de tetrasporas, provenientes de diferentes praderas, con relación a las tres irradiaciones ensayadas en condiciones de laboratorio. La germinación de carposporas y de tetrasporas generalmente ocurrió en condiciones de cultivo de 10°C y no se observó germinación de ambos tipos de esporas en 5°C, a excepción de carposporas y de tetrasporas de las praderas de Santa Ana, Fanny y Los Pinos en las estaciones de invierno y primavera. No se observó una diferencia en el desarrollo y germinación de tetrasporas y de carposporas cultivadas en las irradiaciones de 6, 18 y 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

Las praderas difieren significativamente en densidad siendo la pradera de Los Pinos la que presentó la menor densidad (1 frondas/m²), mientras que las otras praderas tienen densidades mayores de hasta 8,6 frondas/m².

Los períodos de máxima biomasa total solo ocurren en la Pradera de Bajo Bordes y es el verano tardío y otoño lo que indica que tiene un comportamiento estacional



en la producción de biomasa, sin embargo las praderas de Santa Ana y Fanny no presentan grandes variaciones. La pradera de Los Pinos presenta una biomasa fluctuante, que muestra una tendencia poco clara. La biomasa vegetativa es más importante y más abundante en la pradera de Santa Ana, mientras que la biomasa de frondas reproductivas muestra en la pradera de Bajo Bordes que las frondas tetraspóricas son más importantes en biomasa que las cistocárpicas. De acuerdo al análisis estadístico se puede generalizar diciendo que son las frondas tetraspóricas las que incrementan su biomasa a fines del verano y comienzos del otoño, mientras que las frondas vegetativas y cistocárpicas no presentan variaciones estacionales importantes.



7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Avila. M. & M. Seguel. 1993. An overview of seaweed resources in Chile. *Journal of Applied Phycology*. 5: 133-139.
- Bischoff-Baermann, B. & C. Wiencke. 1996. Temperature requirements for growth and survival of Antarctic Rhodophyta. *J. Phycol.* 32: 525-535.
- Bixler. J. H. 1996. Recent developments in manufacturing and marketing carrageenan. *Hidrobiologia*. 362/327: 35-57.
- Hommersand. M.H., Guiry. M.D., Fredericq S., & Leister. G.L. 1993. New perspectives in the taxonomy of the Gigartinaceae (Gigartinales. Rhodophyta). *Hydrobiologia* 260/261:105-120.
- Hommersand. M.H.; Fredericq. S.; Freshwater. D.W. & J. Hughey. 1999. Recent developments in the systematics of the Gigartinaceae (Gigartinales. Rhodophyta) based on rbcL sequence analysis and morphological evidence. *Phycological Research* 47: 139-151.
- Hommersand. M.H.; Fredericq. S. & Freshwater. D.W. 1994. Phylogenetic systematics biogeography of the Gigartinaceae (Gigartinales. Rhodophyta) based on sequence analysis of rbcL. *Bot. Mar.* 37: 193-203.
- Kim. D. H. 1976. A study of the development of cystocarps and tetrasporangial sori in Gigartinaceae (Rhodophyta. Gigartinales). *Nova Hedwigia* 27: 1-146. 237 figs.
- 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.
- 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.



- Setchell. W. A. & I. Gardner 1936. *Iridophycus* gen.nov. and its representation in south america. *Nac. Acad. Sci. Proc.* 22. (8): 469-463.
- Westermeier. R. & J. Sigel 1997. Reproductive patterns of *Gigartina skottsbergii* (Rhodophyta). in Southern Chile. *Phycologia.* 36: (4): 123 (supplement).
- Wiencke, C. & I. tom Dieck. 1990. Temperature requirements for growth and survival of macroalgae from Antarctica and southern Chile. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 59: 157:170.
- Zamorano. J. & R. Westermeier. 1996. Phenology of *Gigartina skottsbergii* (Gigartinaceae. Rodophyta) in Ancud Bay. southern Chile. *Hydrobiologia* 326/327: 253-258.



FIGURAS



Figura 1. Frondas de *Gigartina skottsbergii* sobre valvas de cholgas, en las praderas de Fanny y Bajo Bordes.



Figura 2. Frondas de *Gigartina skottsbergii* sobre sustrato rocoso, en las praderas de Santa Ana y Los Pinos.



Figura 3. *Gigartina skottsbergii* sobre adocretos con masilla epoxica y elástico.

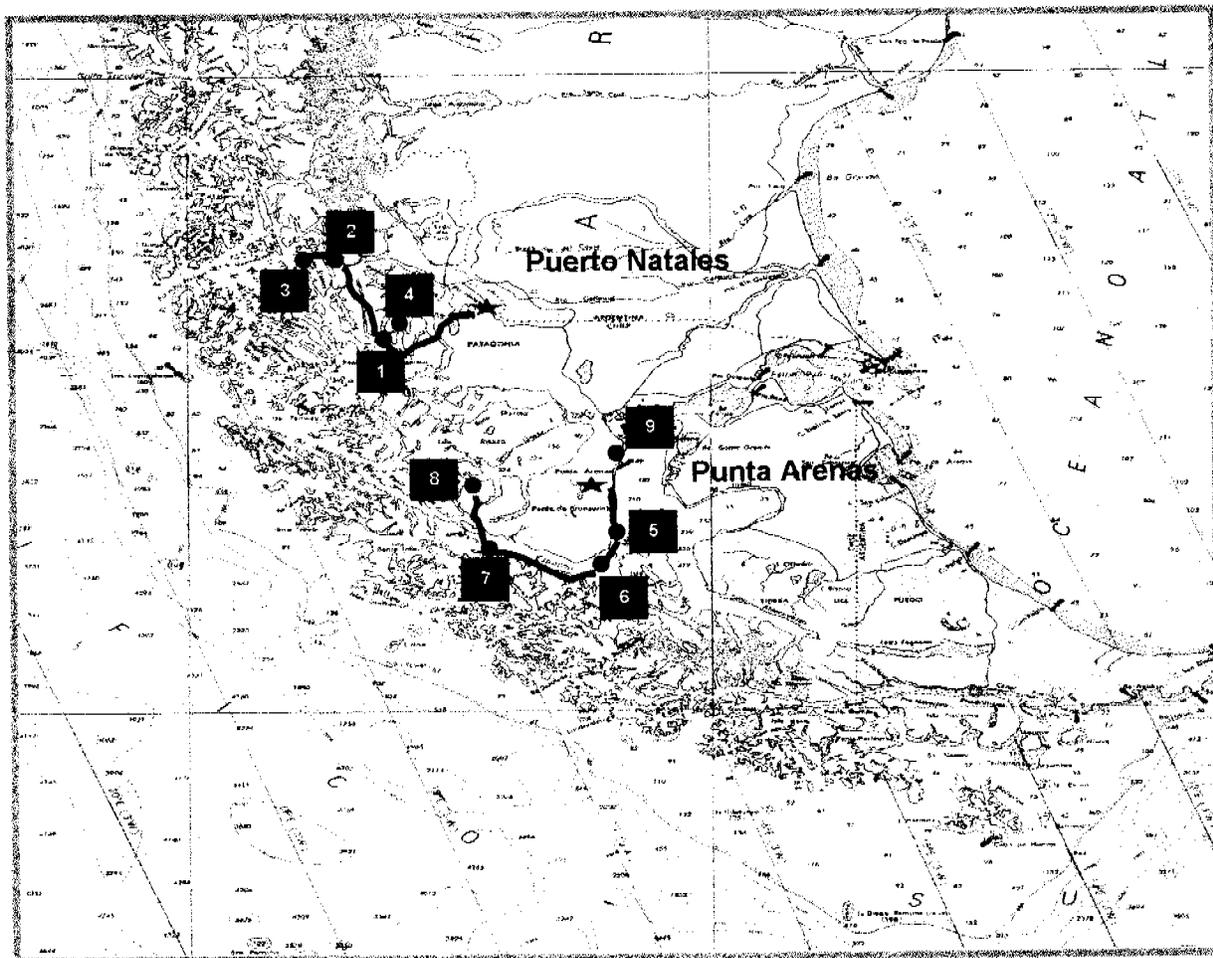
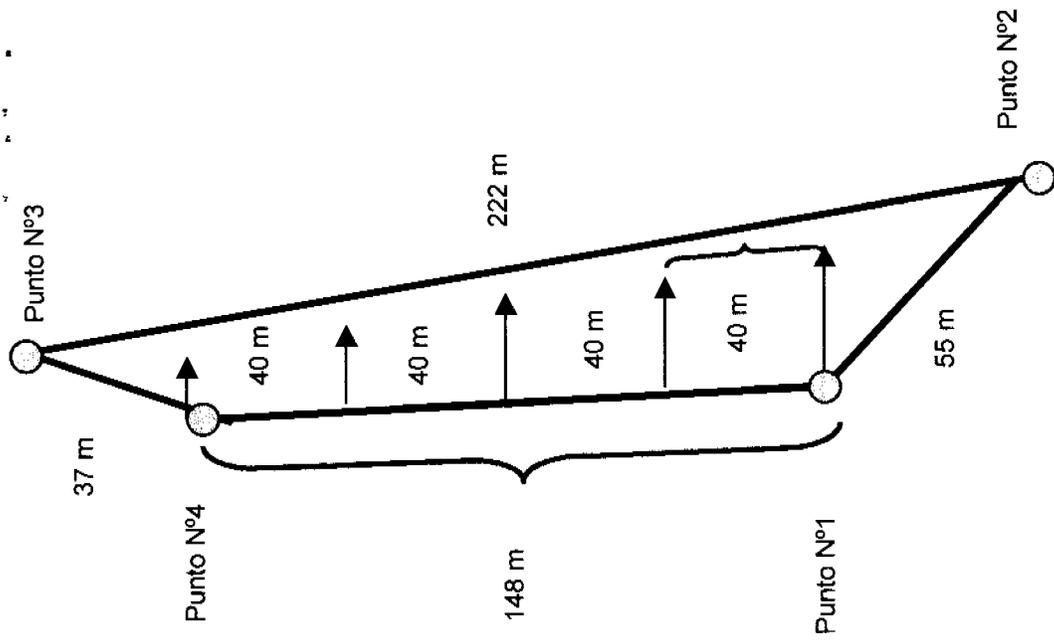


Figura 4. Reconocimiento de praderas de importancia comercial en sector cercano a Puerto Natales: 1) Bajo Bordes 2) Isla Vancouver 3) Grupo Solari 4) Canal Montaña. Sector cercano a Punta Arenas: 5) Santa Ana 6) San Isidro 7) Carlos III 8) Fanny 9) Los Pinos.



	Latitud	Longitud
Punto N°1	52° 04' 01,0" S	73° 31' 38,5" W
Punto N°2	52° 03' 59,4" S	73° 31' 49,7" W
Punto N°3	52° 04' 01,1" S	73° 31' 40,4" W
Punto N°4	52° 04' 01,4" S	73° 31' 48,0" W

Figura 5. Esquema de la pradera de Bajo Bordes, Seno Unión. Las flechas indican el número de transectos. Los vértices(punta amarilla) indican los límites de la pradera, especificando entre los puntos las distancias que corresponden al perímetro de la pradera.

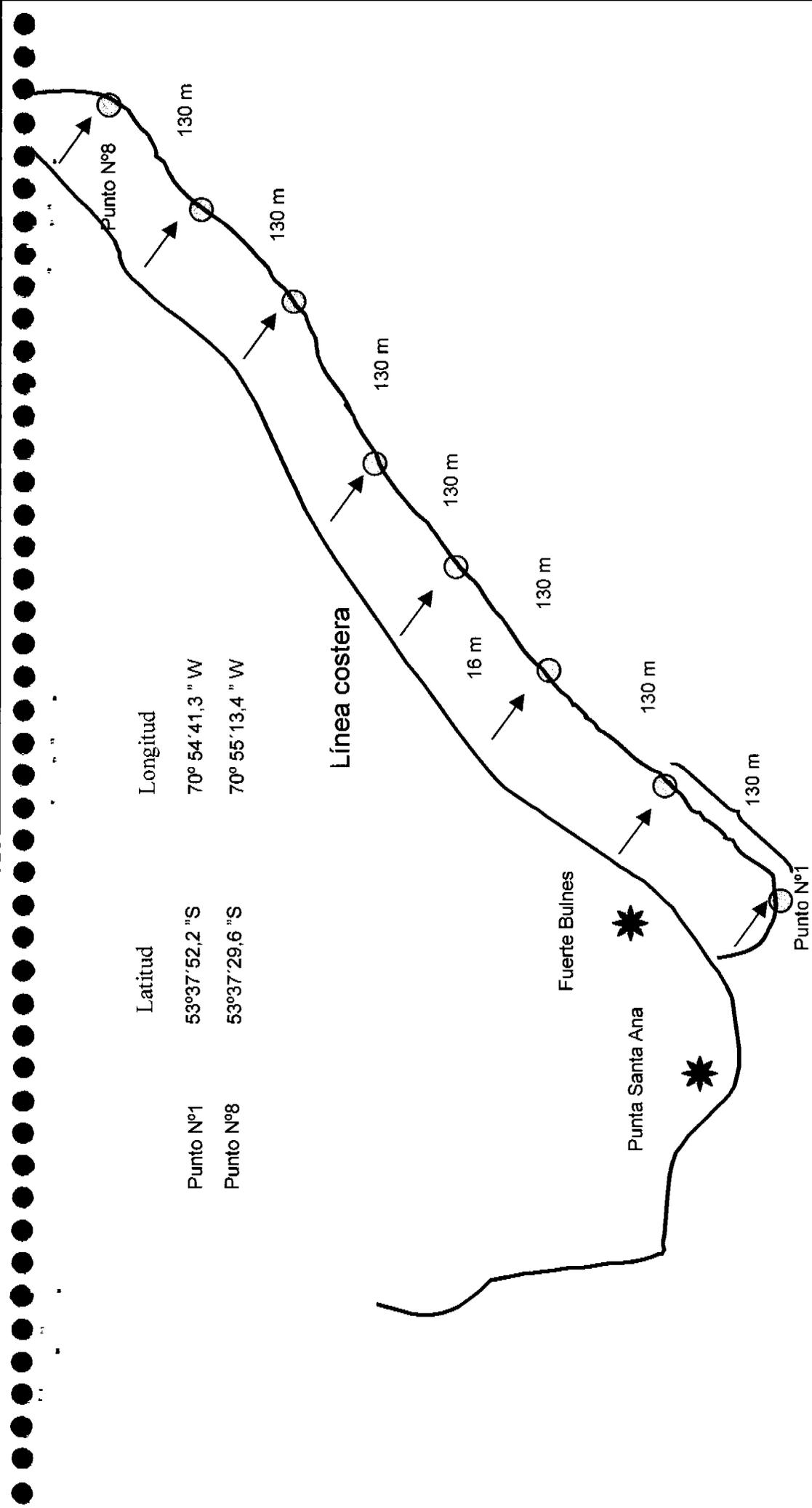


Figura 6. Esquema de la pradera de Santa Ana. Las flechas indican el número de transectos. Los vértices(punta amarilla) indican los límites de la pradera, especificando entre los puntos las distancias que corresponden al perímetro de la pradera.

	Latitud	Longitud
Punto N°1	53°05'19,4 "S	72° 21'53,4 " W
Punto N°2	53°05'21,0 "S	72° 21'51,8 " W
Punto N°3	53°05'24,4 "S	72° 21'50,6 " W
Punto N°4	53°05'25,1 "S	72° 22'02,7 " W
Punto N°5	53°05'25,2 "S	72° 22'03,3 " W
Punto N°6	53°05'24,0 "S	72° 22'05,8 " W
Punto N°7	53°05'21,1 "S	72° 22'04,7 " W

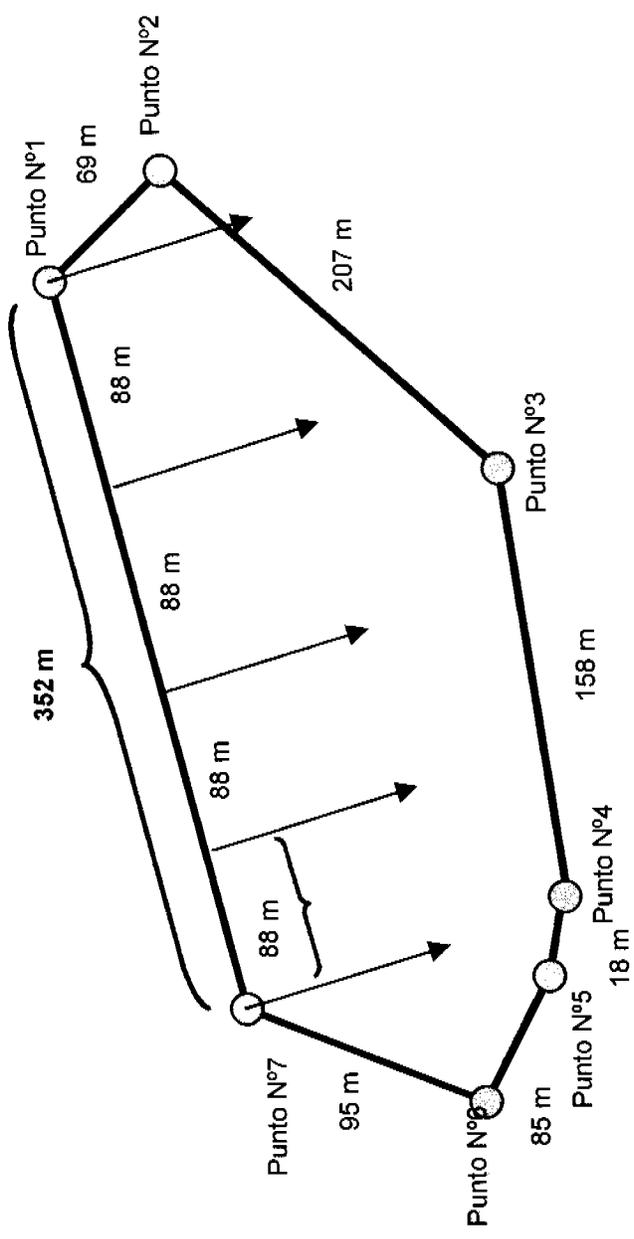


Figura 7. Esquema de la pradera de Fanny, Seno Otway. Las flechas indican el número de transectos. Los vértices (punta amarilla) indican los límites de la pradera, especificando entre los puntos las distancias que corresponden al perímetro de la pradera.

	Latitud	Longitud
Punto N°1	52°53'38,8 "S	70° 49'40,0 " W
Punto N°2	52°53'38,8 "S	70° 49'35,2 " W
Punto N°3	52°53'37,6 "S	70° 49'33,4 " W
Punto N°4	52°53'30,4 "S	70° 49'41,2 " W
Punto N°5	52°53'30,4 "S	70° 49'46,0 " W
Punto N°6	52°53'31,6 "S	70° 49'47,2 " W

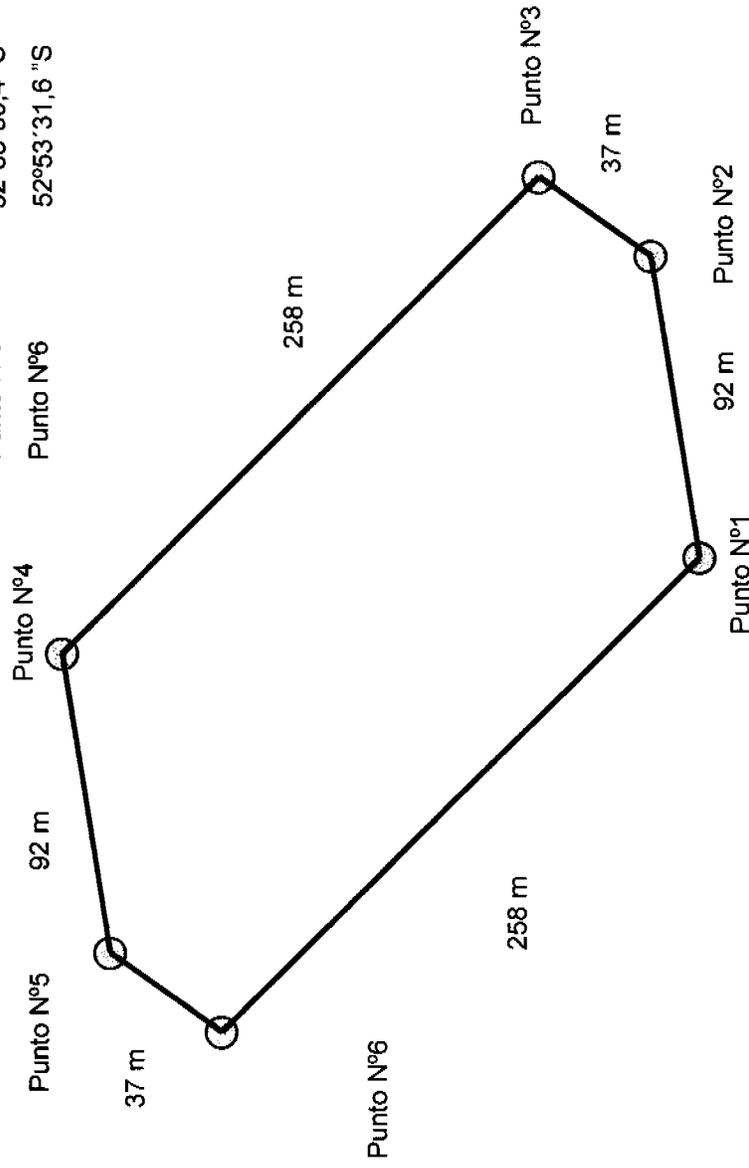


Figura 8. Esquema de la pradera de Los Pinos. Las flechas indican el número de transectos. Los vértices(punta amarilla) indican los límites de la pradera, especificando entre los puntos las distancias que corresponden al perímetro de la pradera.

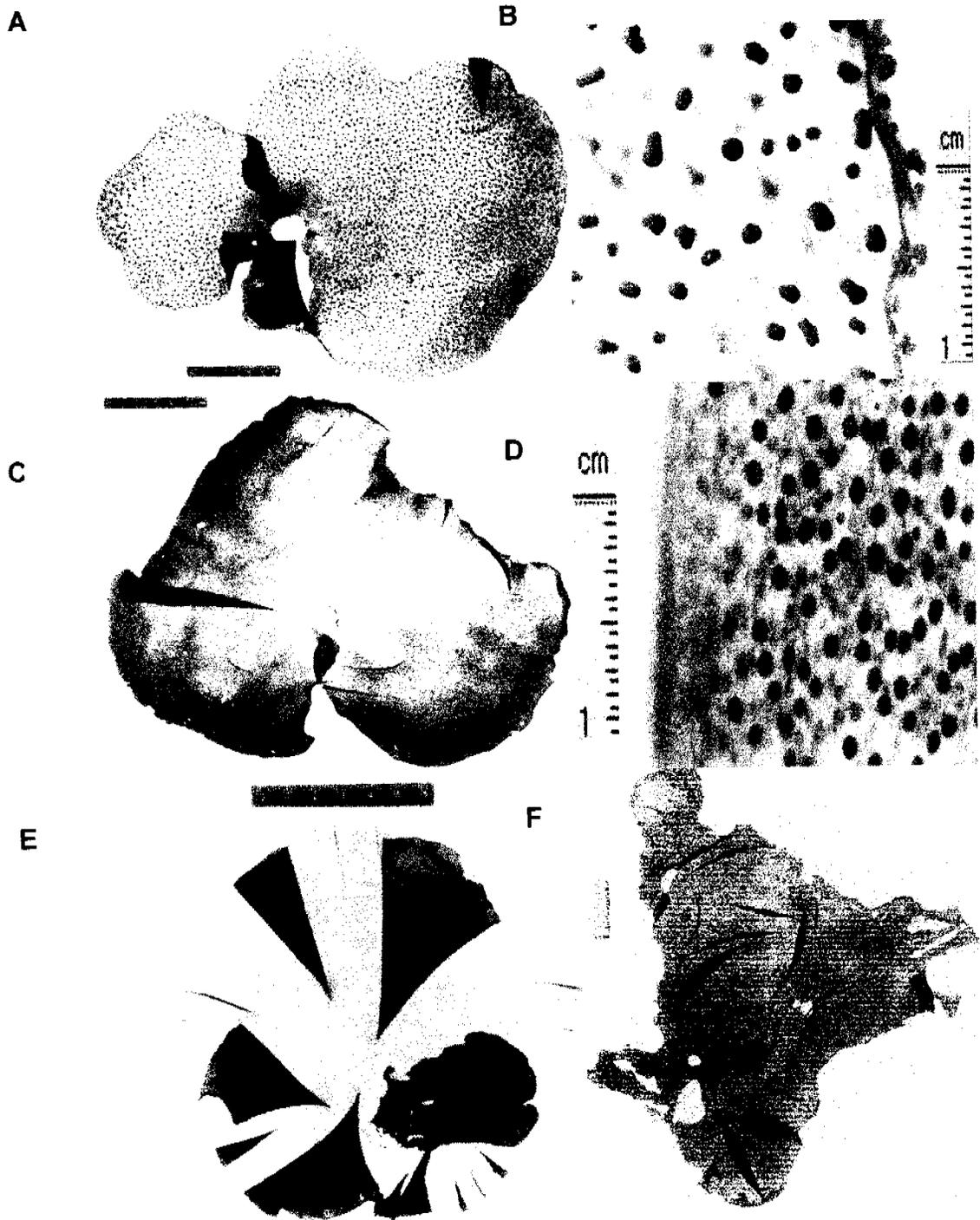


Figura 9. A) Fronda cistocarpica de *G. skottsbergii*. B) Papilas que se proyectan en ambas superficies del talo. C) Fronda tetraspórica madura. D) Soros tetrasporangiales inmersos en el talo. E) Fronda masculina de *G. skottsbergii*. F) *S. crispata* , talo con proliferaciones ciliares cortas.

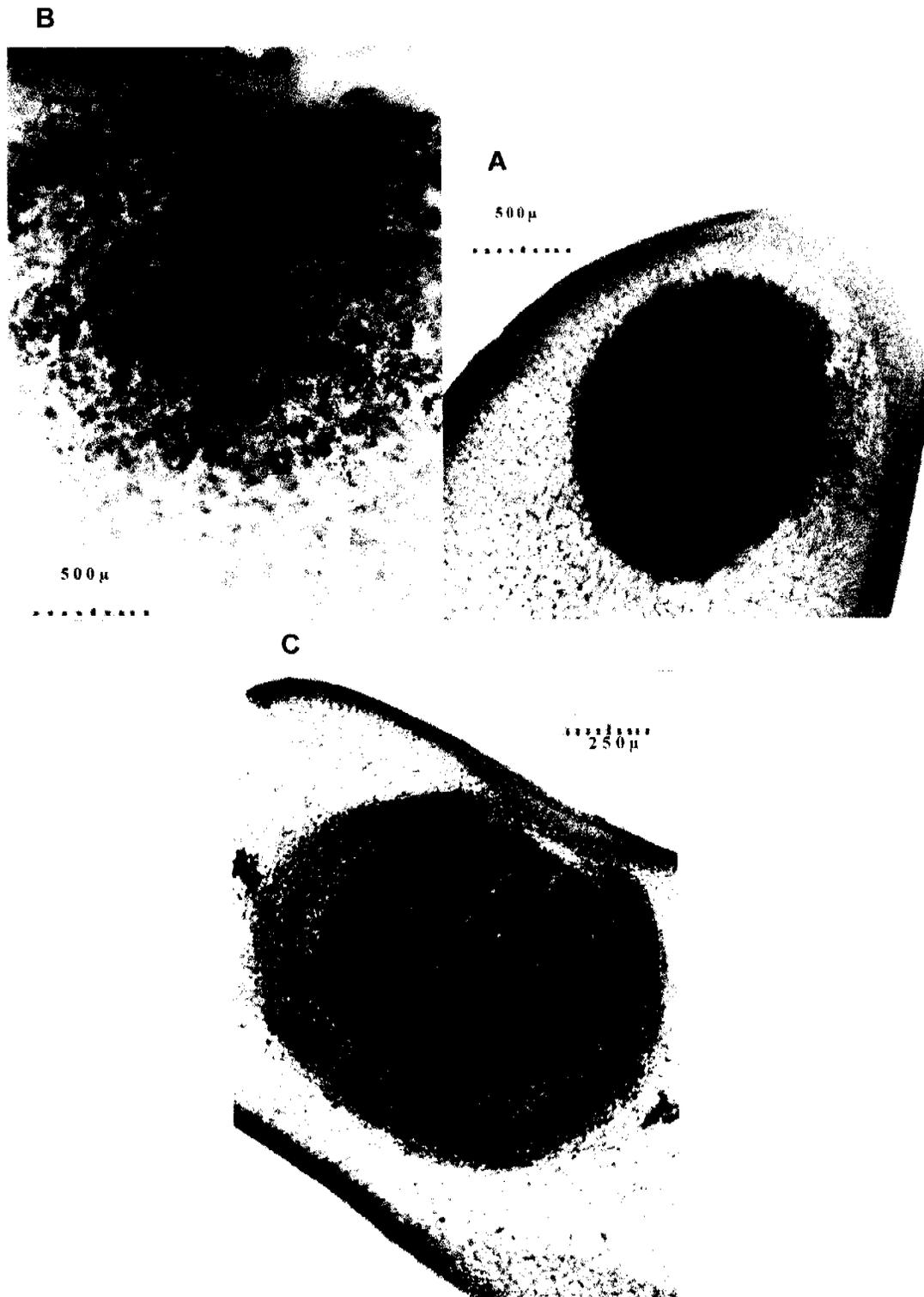


Figura 10. Morfología interna de cistocarpos. A y B Corte histológico de cistocarpio maduro de *Gigartina skottsbergii*, los cuales se desarrollan en el interior de las papilas. C) Cistocarpio maduro de la especie *Sarcothalia crispata*, el cual se origina en el interior del talo y presenta un tejido grueso envolvente o pericarpio.

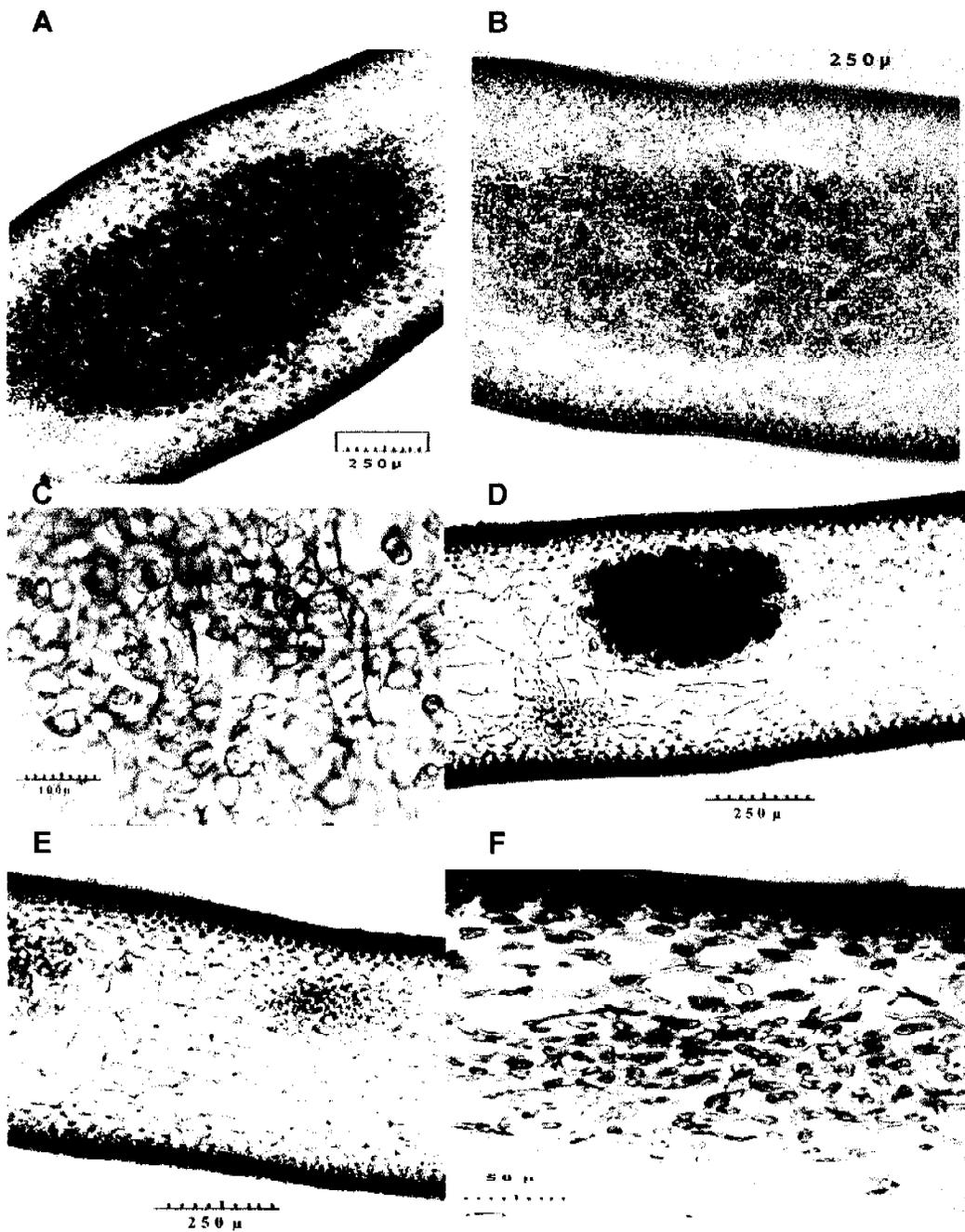


Figura 11. Morfología de tetrasporangios. A, B y C Soros tetrasporangiales en *Gigartina skottsbergii*, los cuales se originan a partir del tejido medular interno. D, E y F Soros tetrasporangiales en *Sarcothalia crispata*, los cuales se desarrollan a partir de tejido medular externo.

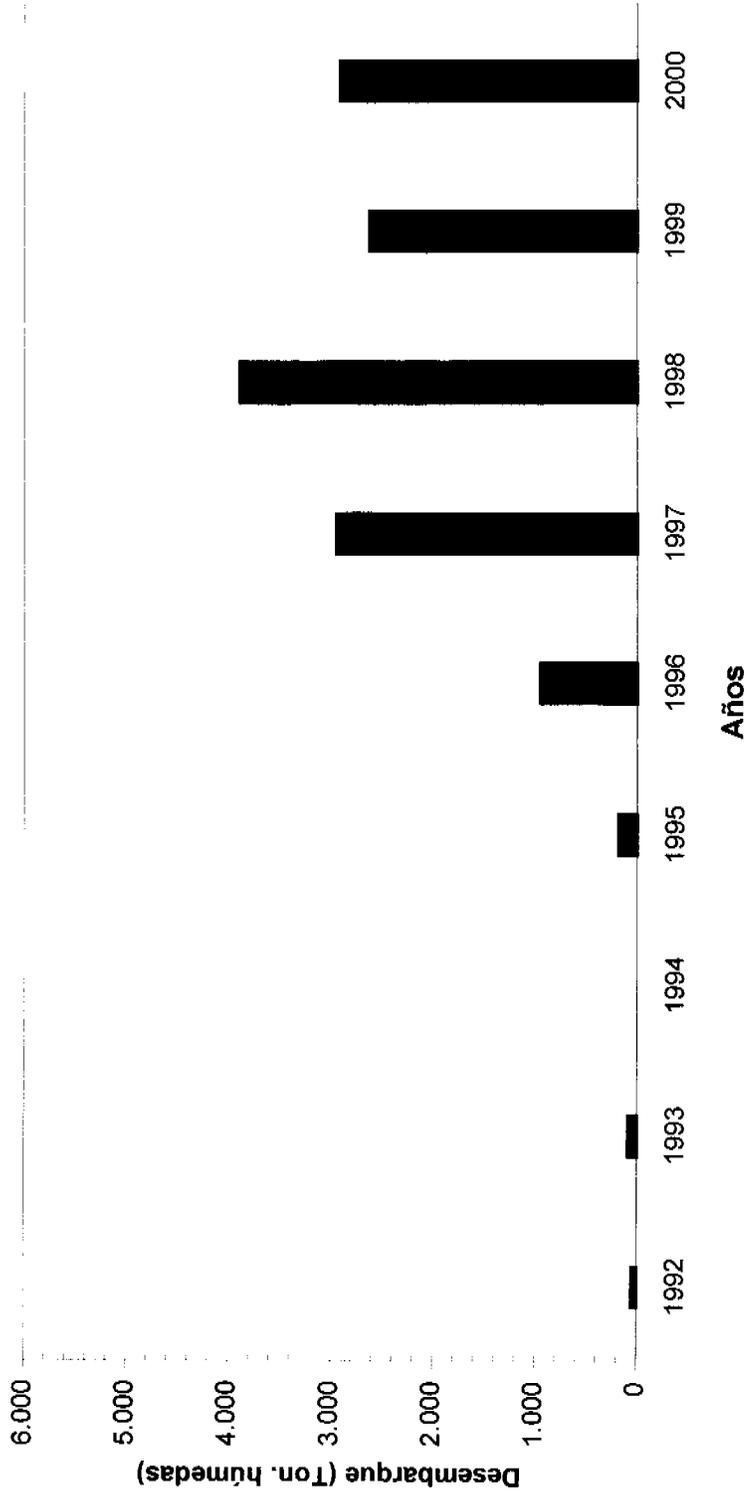


Figura 12. Desembarque de *Gigartina skottsbergii* en la XII Región, registro obtenido de Sernapesca XII.

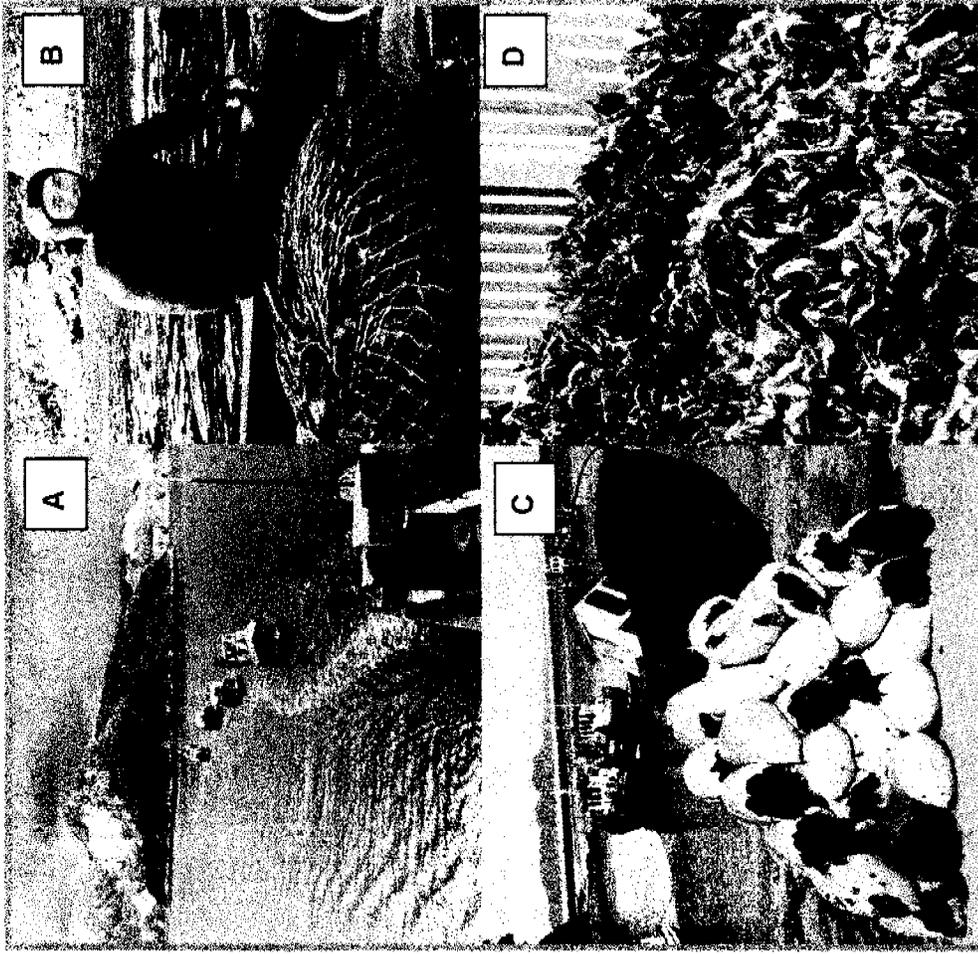


Figura 13. A) Acarreo de embarcaciones menores a los lugares de extracción de luga. B) Extracción de luga mediante buceo hooka. C) Desembarque de luga roja en Bahía Mansa. D) Bodega de acopio de luga roja.

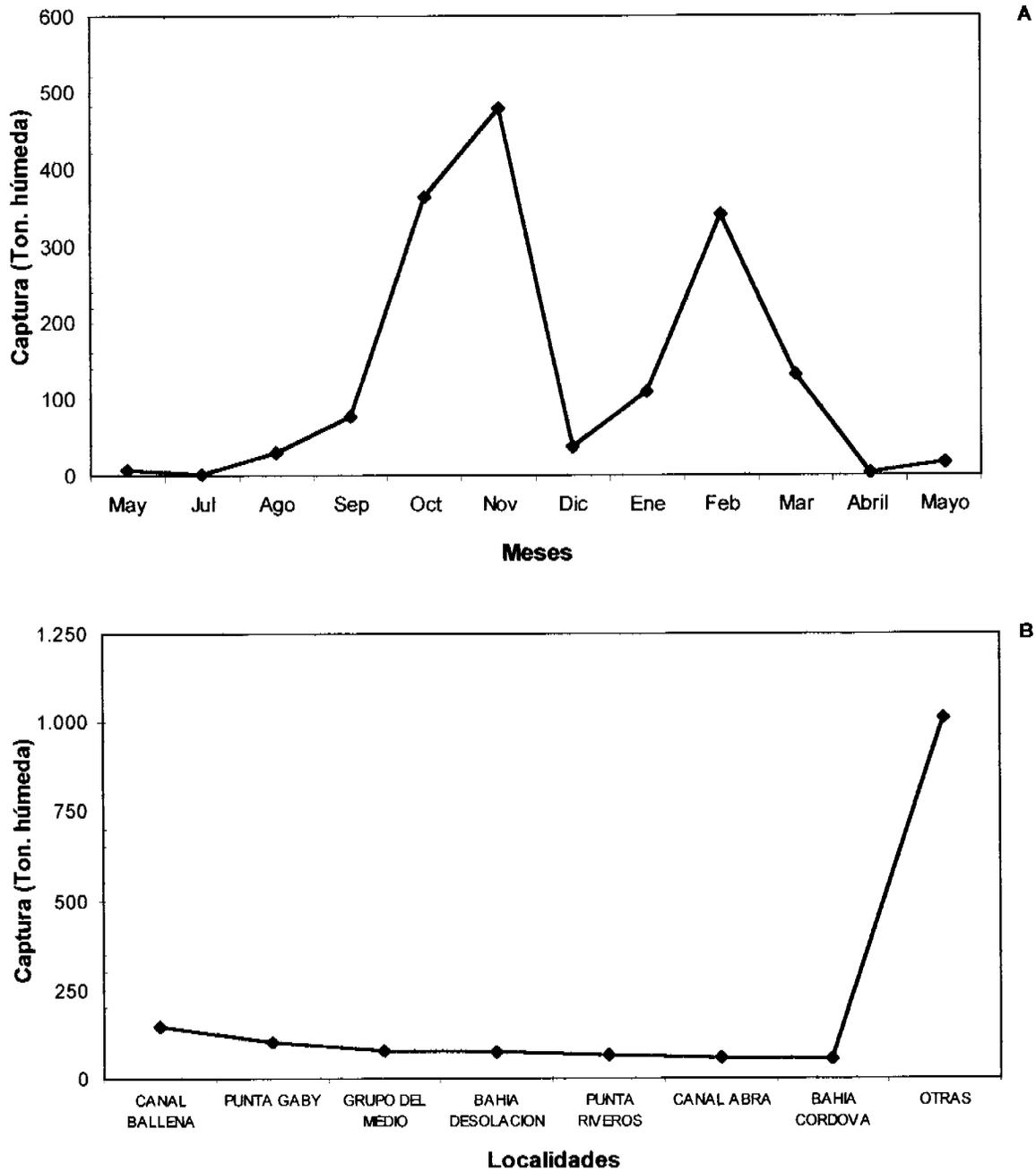


Figura 14. Desembarque en el Puerto de Punta Arenas de *Gigartina skottsbergii*, para la temporada (1999-2000). A) Captura mensual. B) Captura por localidad.

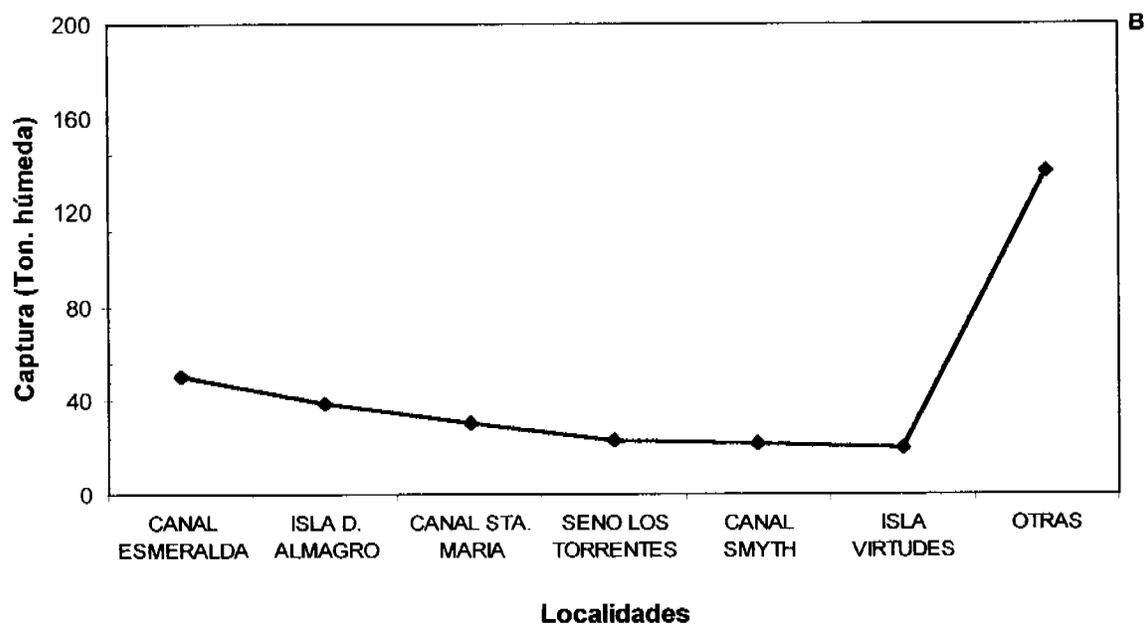
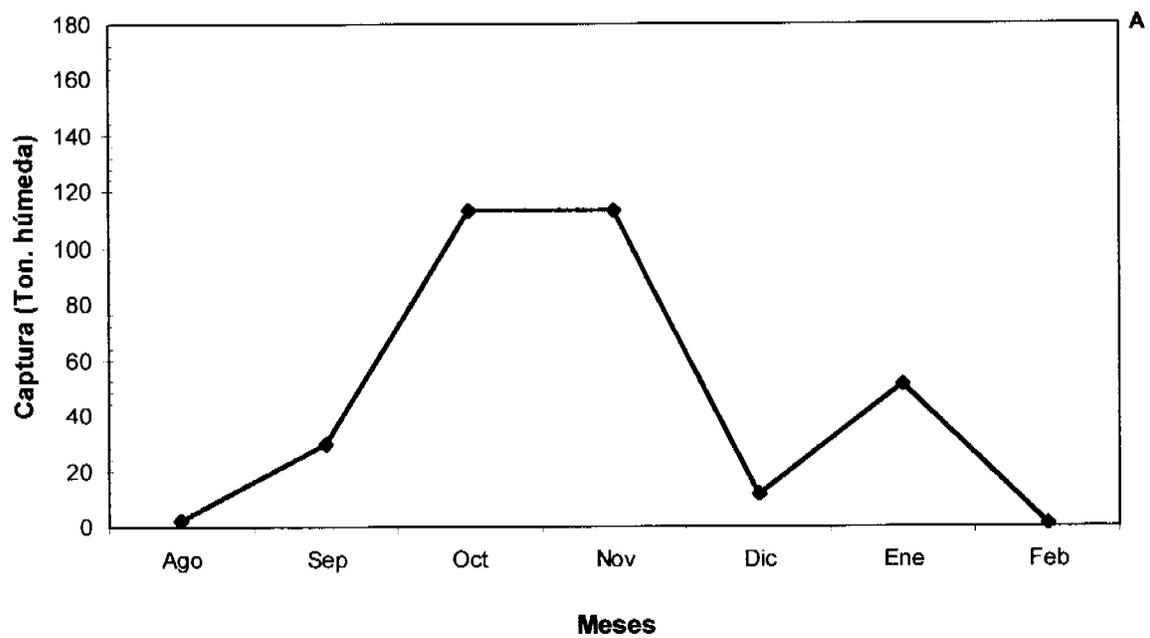


Figura 15. Desembarque en Puerto Natales de *Gigartina skottsbergii*, para la temporada (1999-2000). A) Captura mensual. B) Captura por localidad.

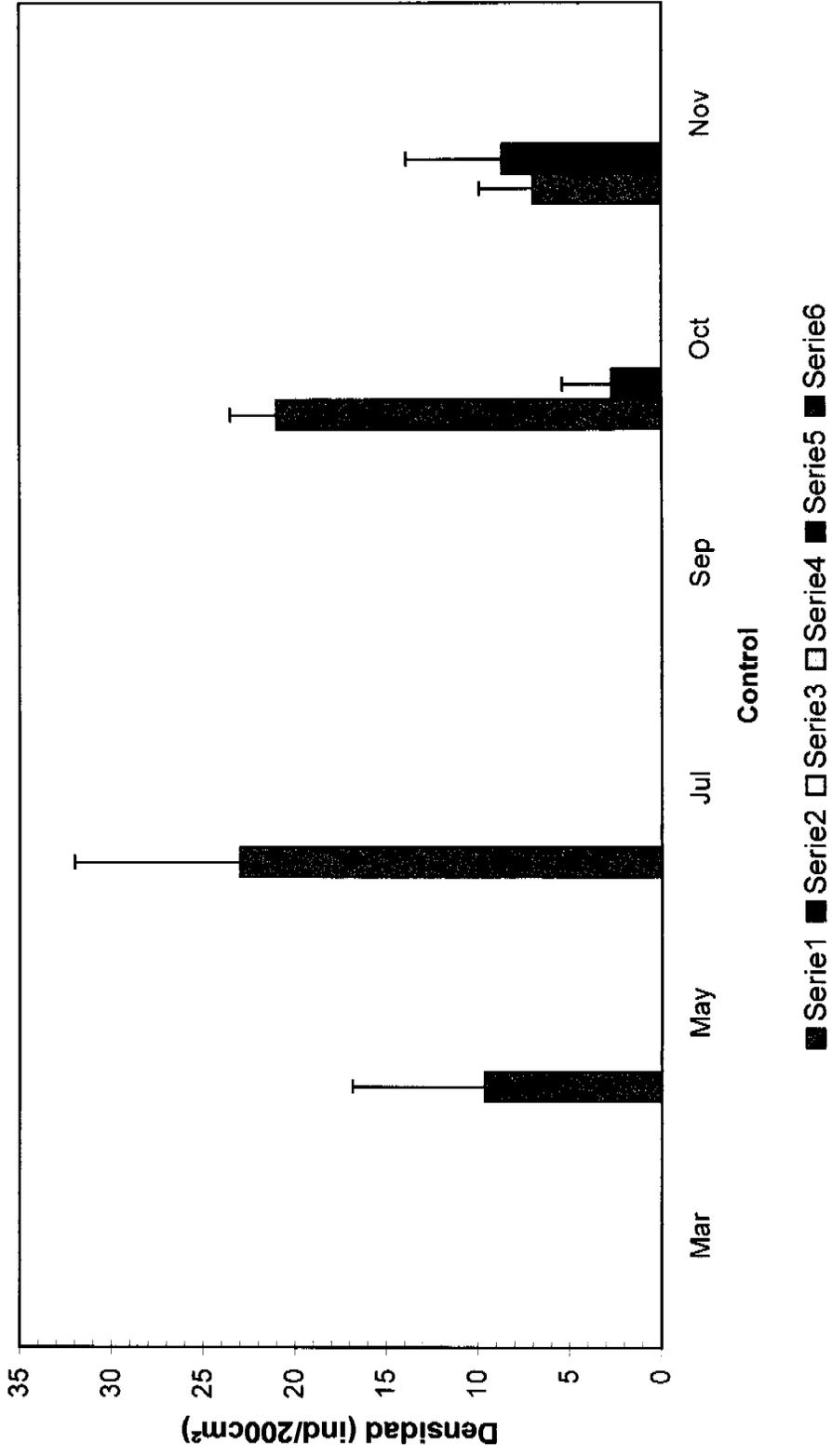


Figura 16. Reclutamiento de luga roja en la pradera de Bajo Bordes. Se indica la fecha de instalación de las series experimentales y su control ($\pm ee$).

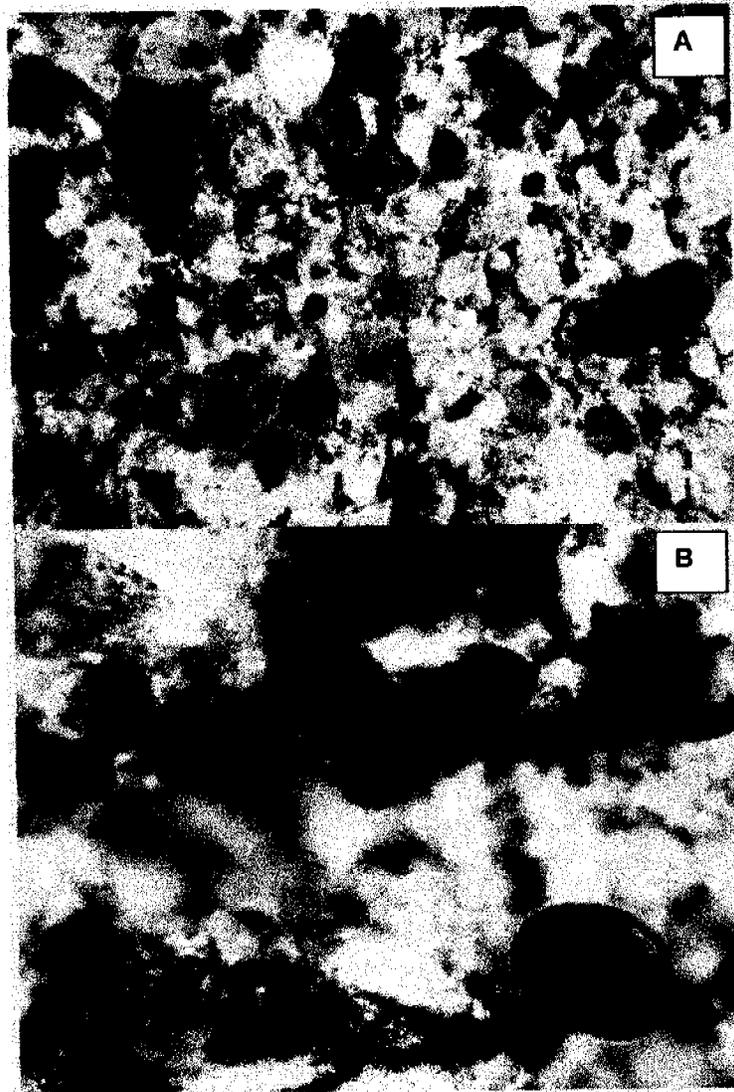


Figura 17. Reclutamiento de *Gigartina skottsbergii* sobre adocretos de cemento. A) Vista general del adocreto con discos y frondas de *Gigartina skottsbergii*. B) Vista en detalle de una fronda de *Gigartina skottsbergii* sobre adocreto.

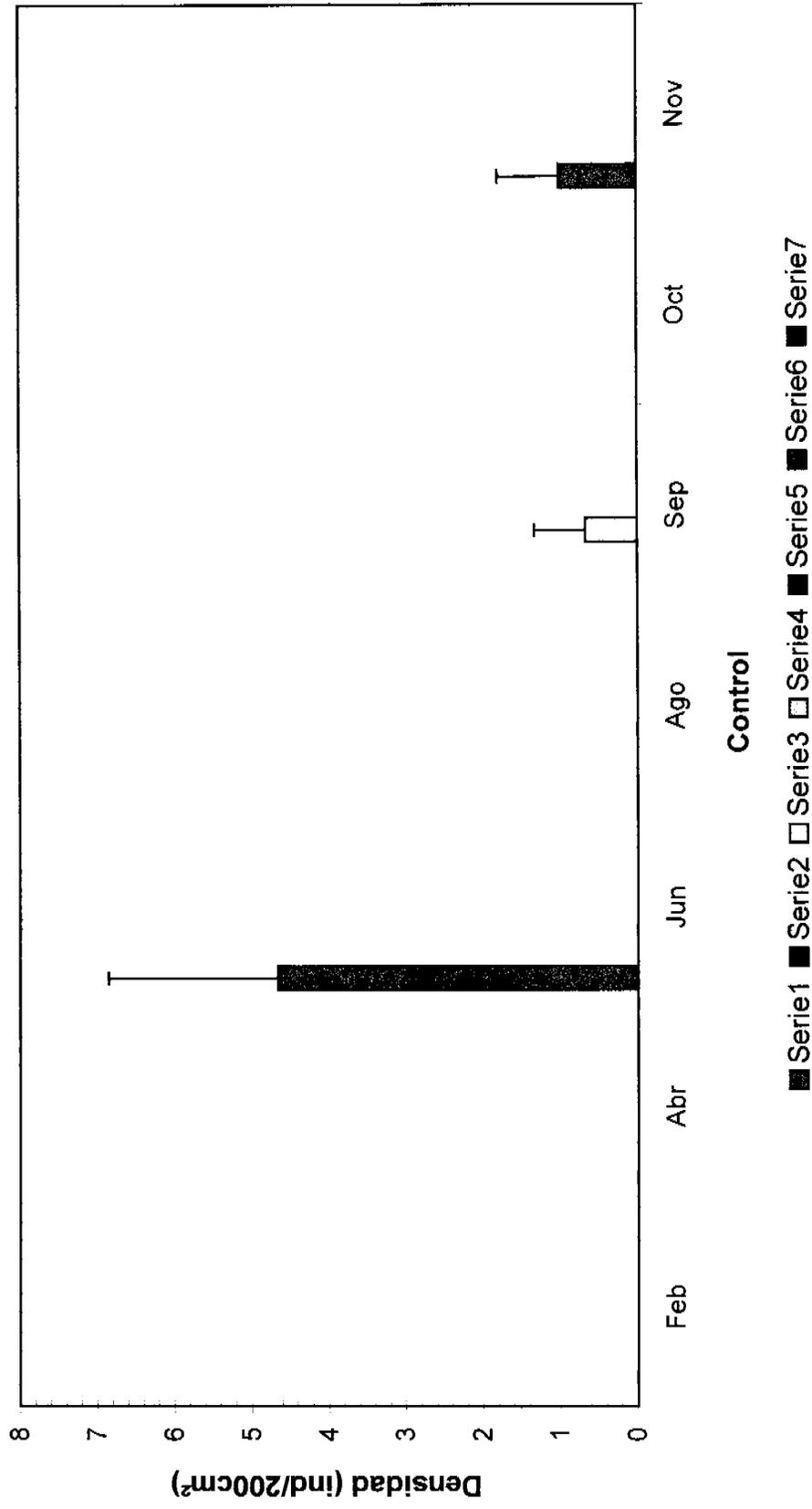
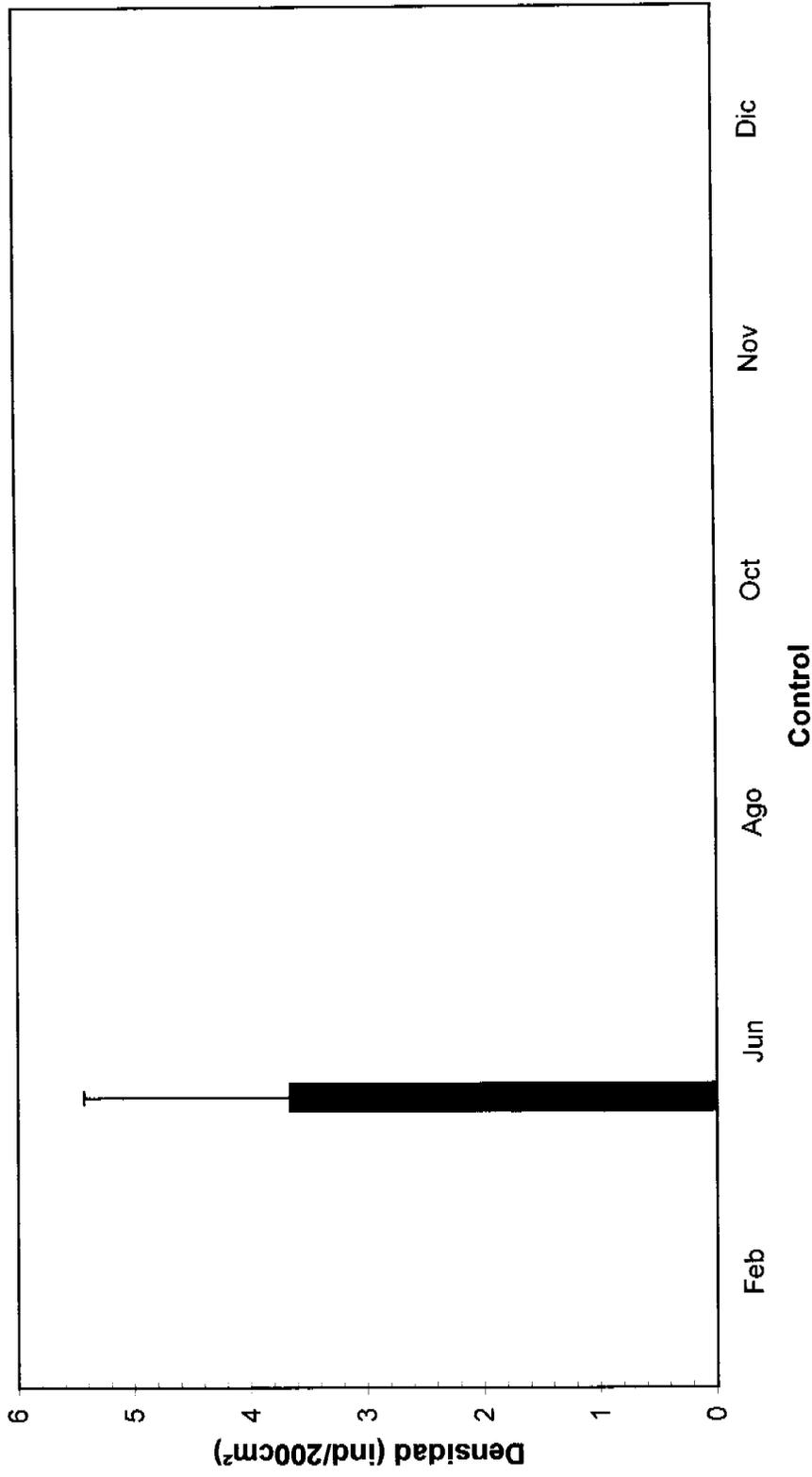


Figura 18. Reclutamiento de luga roja en la pradera de Fanny. Se indica la fecha de instalación de las series experimentales y su control ($\pm ee$).



■ Serie1 ■ Serie2 □ Serie3 □ Serie4 ■ Serie5 ■ Serie6 ■ Serie7

Figura 19. Reclutamiento de luga roja en la pradera de Los Pinos. Se indica la fecha de instalación de las series experimentales y su control (± ee).

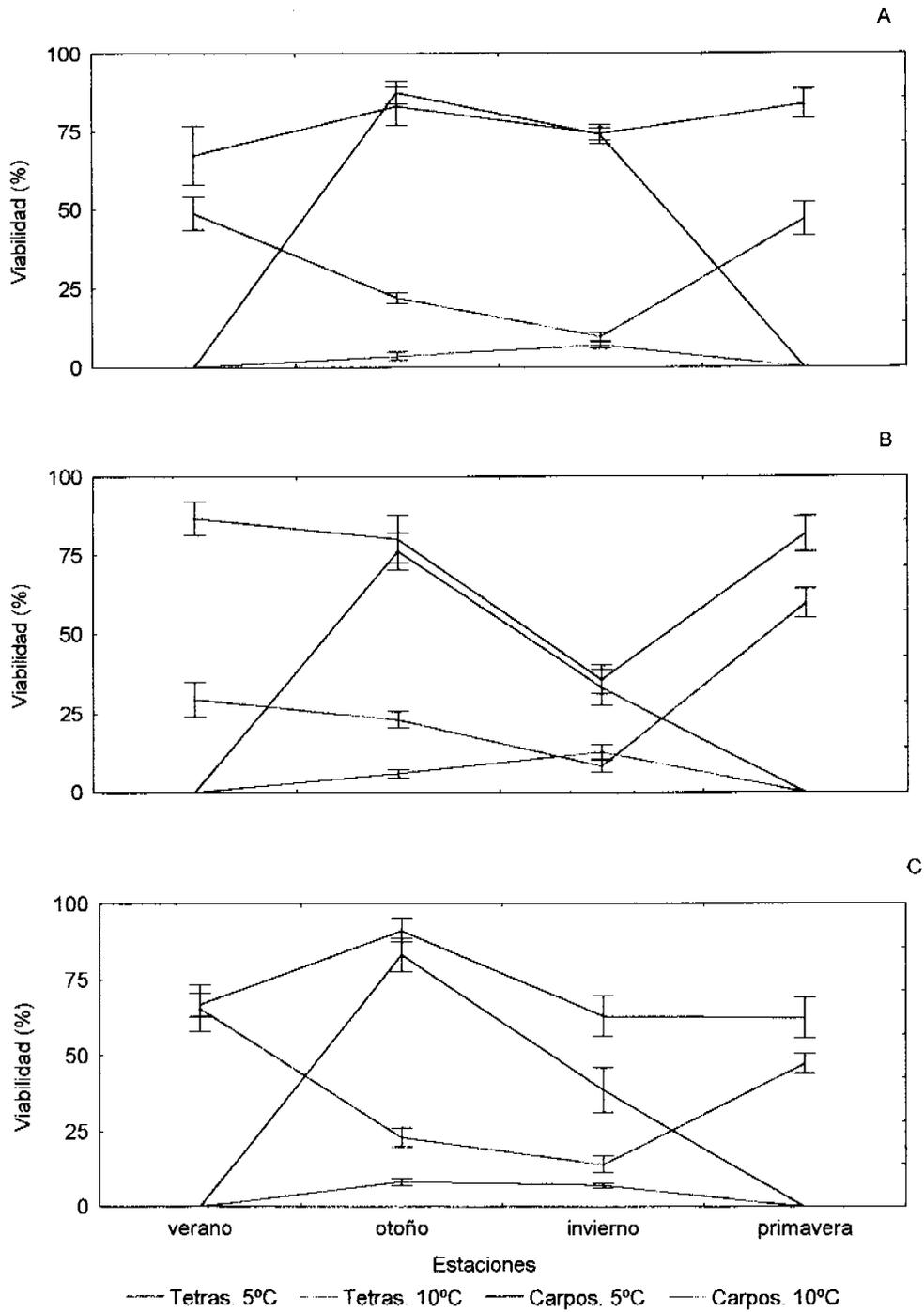


Figura 20. Porcentajes de viabilidad ($\pm ee$) de tetrasporas (Tetras.) y carposporas (Carpos.) de la pradera de Bajo Bordes, obtenidos a 5°C y 10°C, en las irradiaciones de: A) 6 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, B) 18 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, C) 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

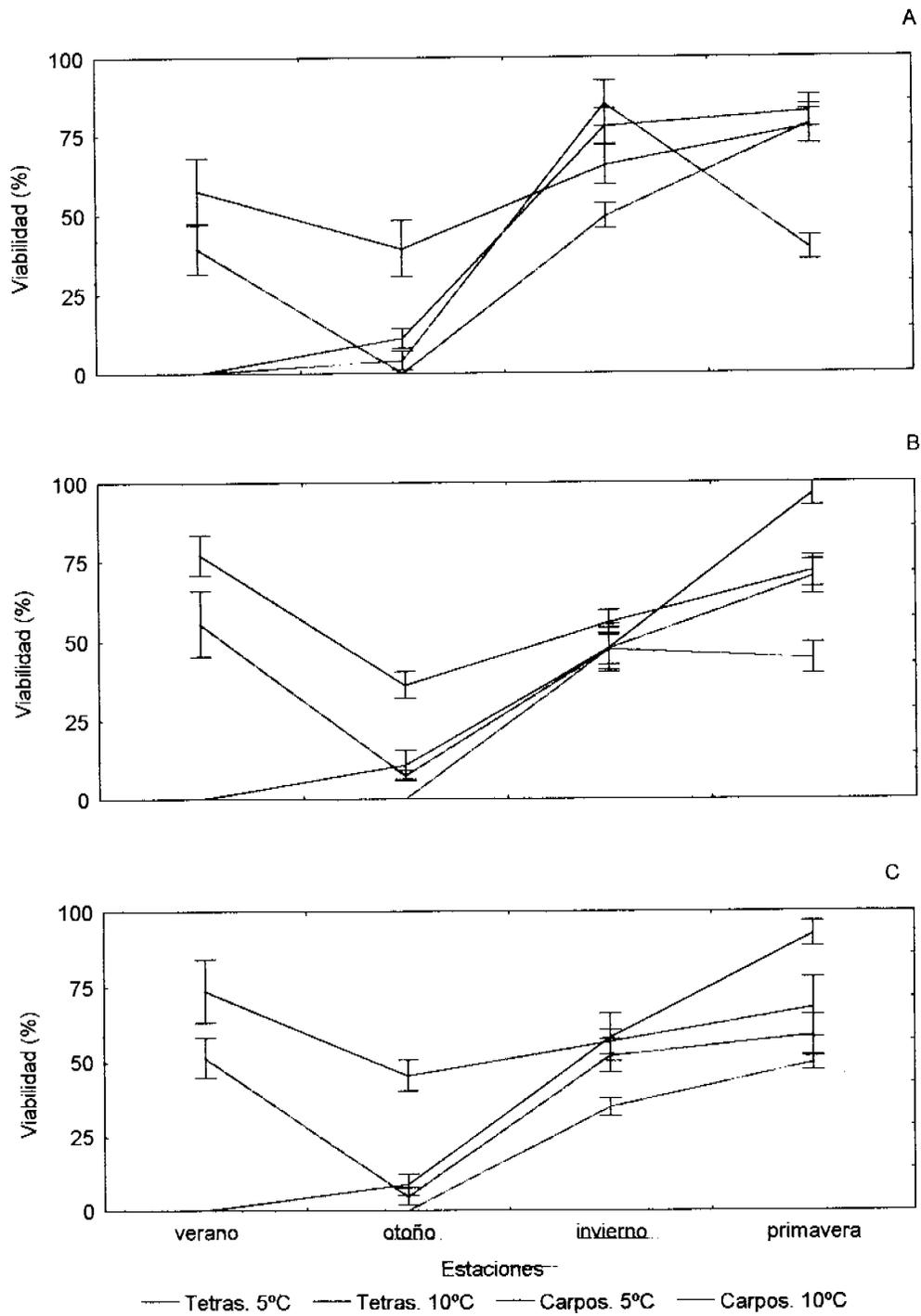


Figura 21. Porcentajes de viabilidad ($\pm ee$) de tetrasporas (Tetras.) y carposporas (Carpos.) de la pradera de Santa Ana, obtenidos a 5°C y 10°C, en las irradiaciones de: A) 6 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, B) 18 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, C) 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

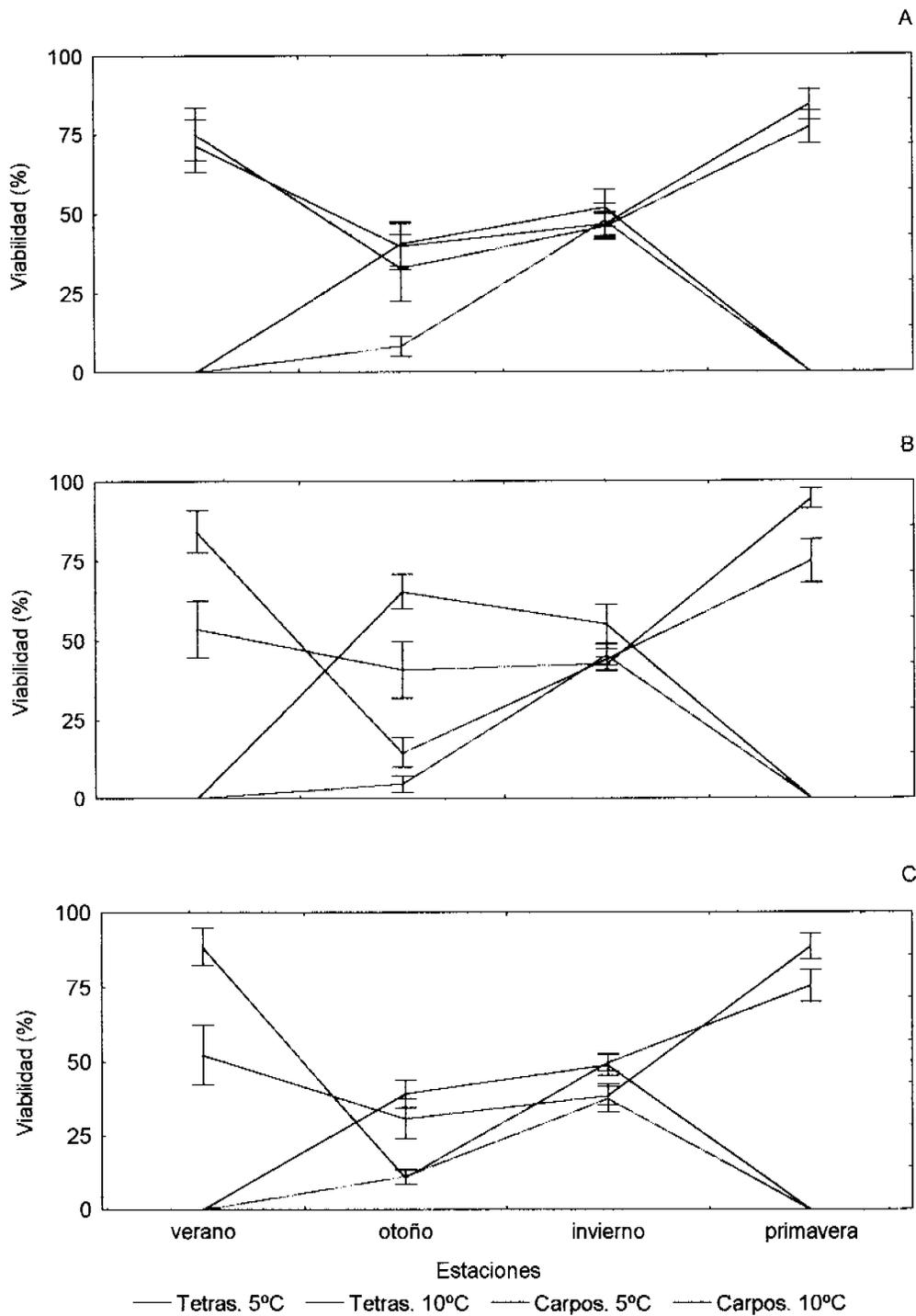


Figura 22. Porcentajes de viabilidad ($\pm ee$) de tetrasporas (Tetras.) y carposporas (Carpos.) de la pradera de Fanny, obtenidos a 5°C y 10°C, en las irradiaciones de: A) 6 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, B) 18 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, C) 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

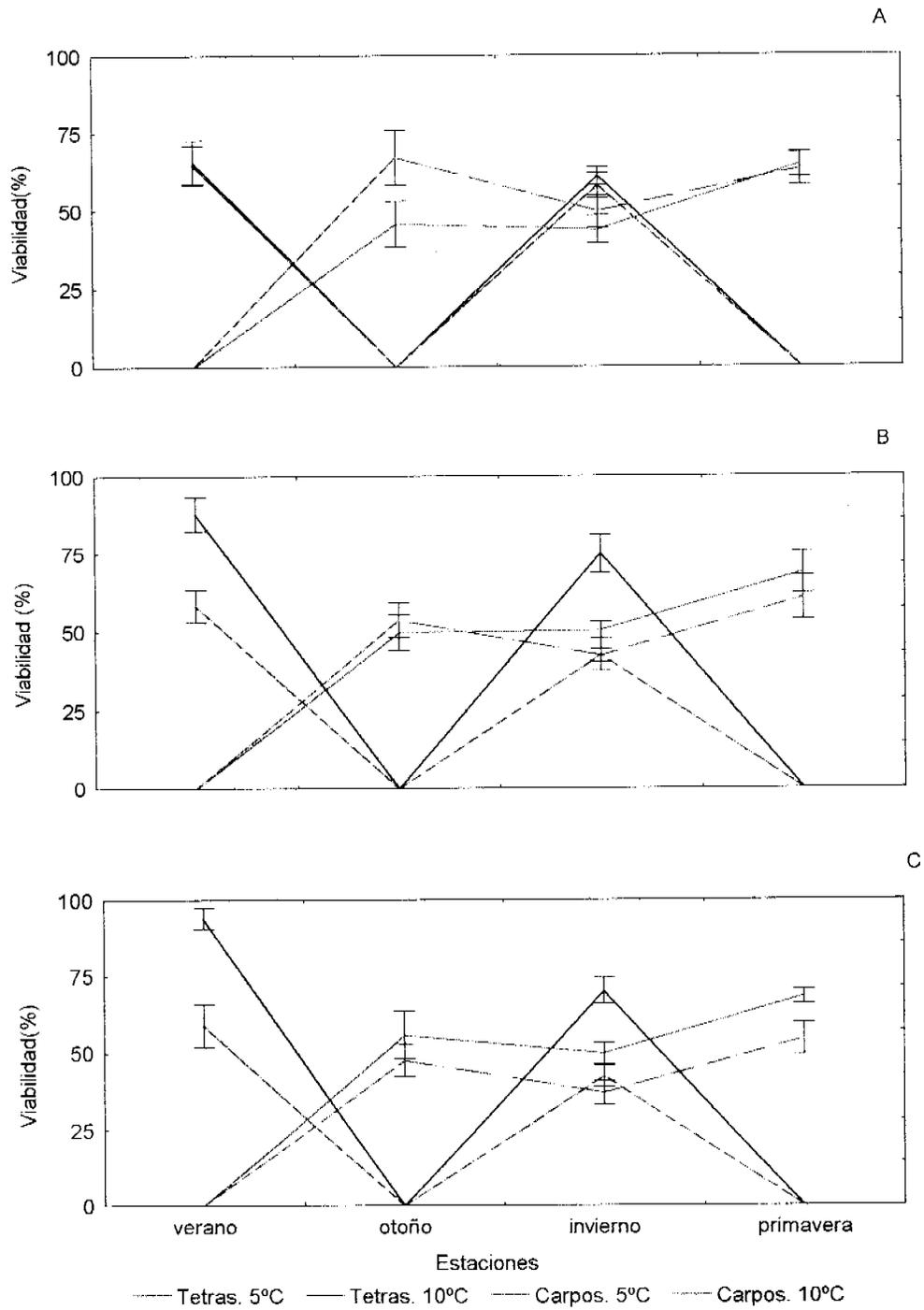


Figura 23. Porcentajes de viabilidad ($\pm ee$) de tetrasporas (Tetras.) y carposporas (Carpos.) de la pradera de Los Pinos, obtenidos a 5°C y 10°C, en las irradiaciones de: A) 6 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, B) 18 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, C) 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

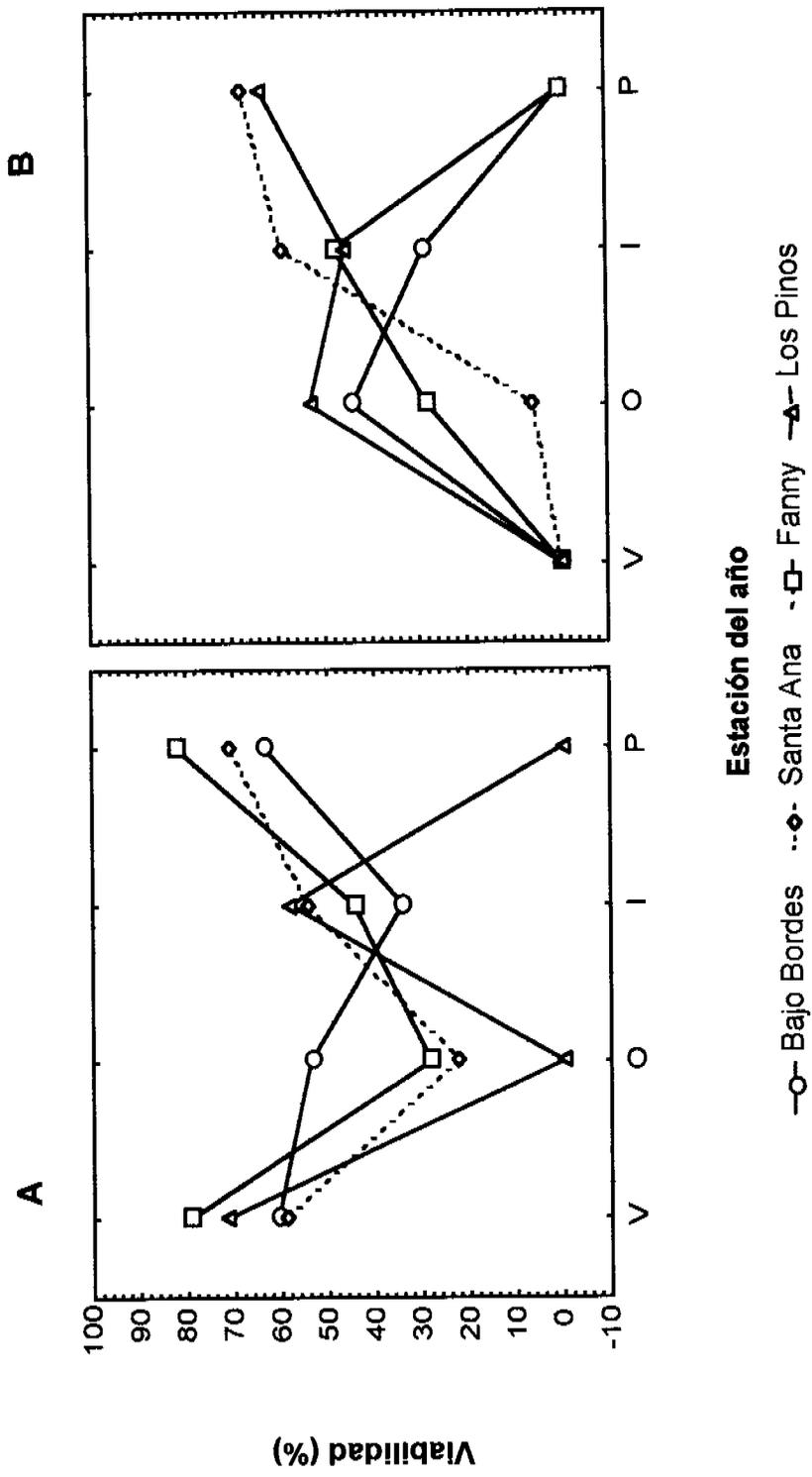


Figura 24. Comparación de los porcentajes de viabilidad de esporas, tipos de esporas (tetrasporas y carposporas) en interacción con las praderas y estaciones del año. A) Interacción de tetrasporas, pradera y estación B) Interacción de carposporas, praderas y estación.

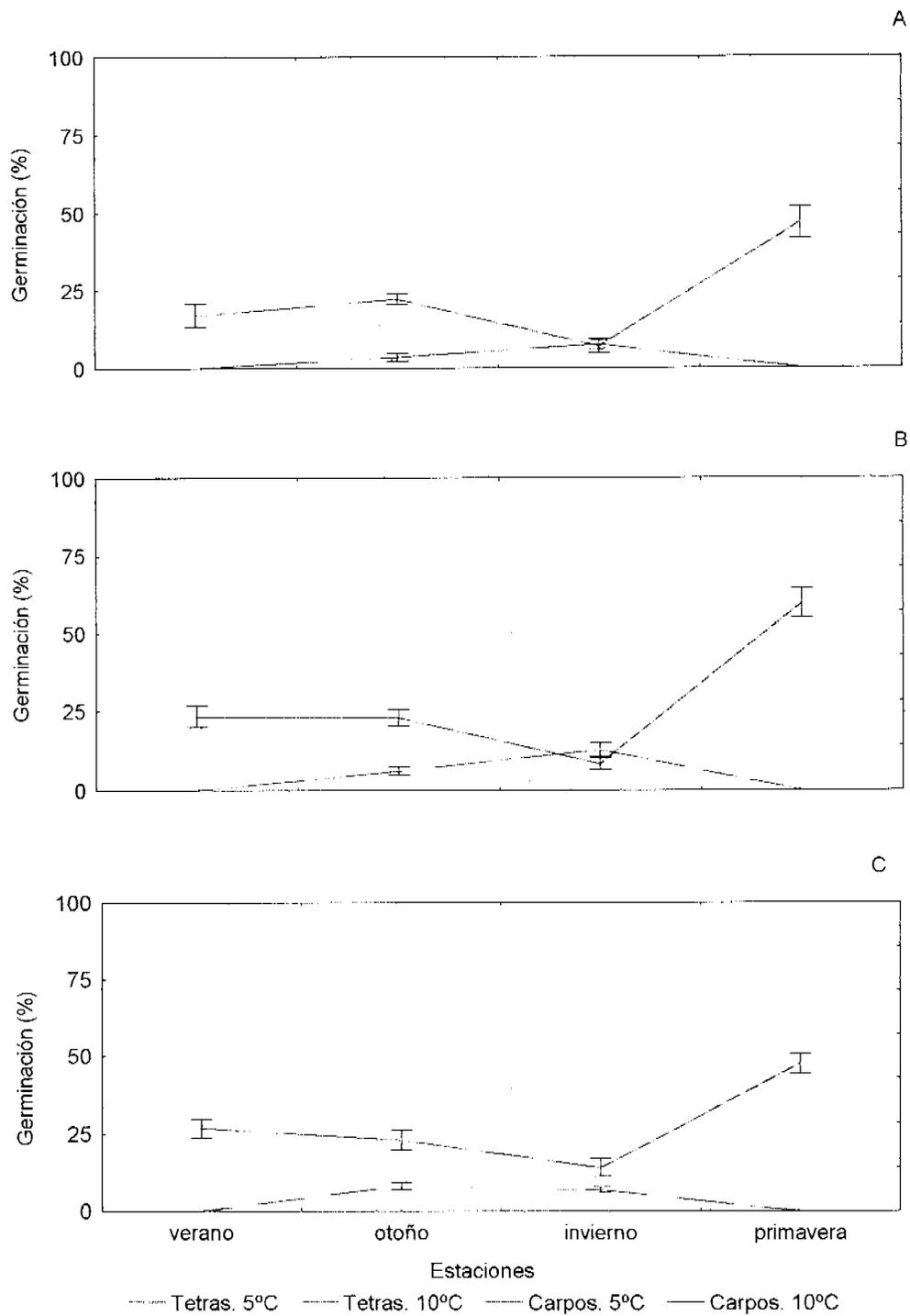


Figura 25. Porcentajes de germinación ($\pm ee$) de tetrasporas (Tetras.) y carposporas (Carpos.) de la pradera de Bajo Bordes, obtenidos a 5°C y 10°C, en las irradiaciones de: A) 6 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, B) 18 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, C) 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

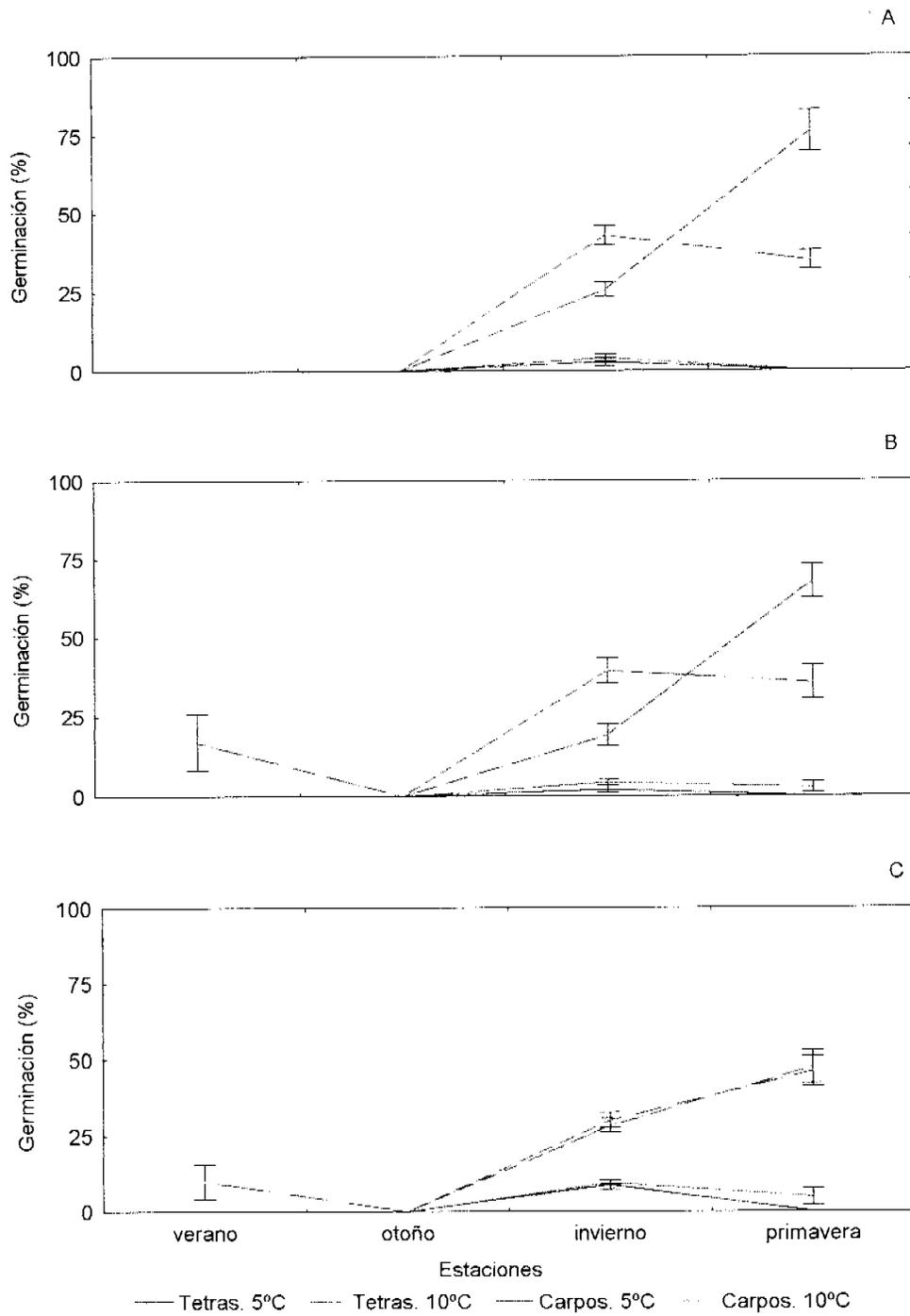


Figura 26. Porcentajes de germinación ($\pm ee$) de tetrasporas (Tetras.) y carposporas (Carpos.) de la pradera de Santa Ana, obtenidos a 5°C y 10°C, en las irradiaciones de: A) 6 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, B) 18 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, C) 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

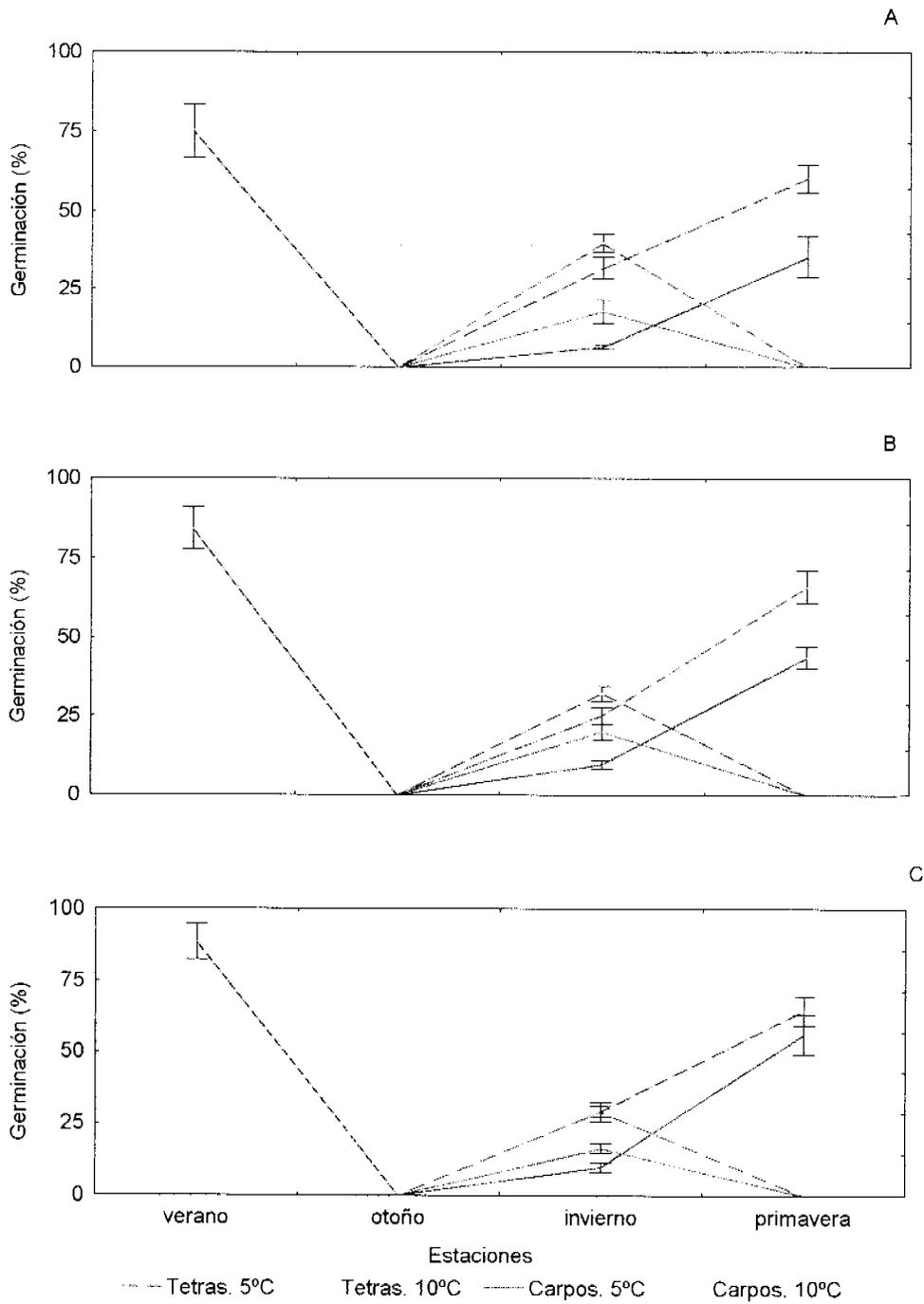


Figura 27. Porcentajes de germinación ($\pm ee$) de tetrasporas (Tetras.) y carposporas (Carpos.) de la pradera de Fanny, obtenidos a 5°C y 10°C, en las irradiaciones de: A) 6 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, B) 18 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, C) 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

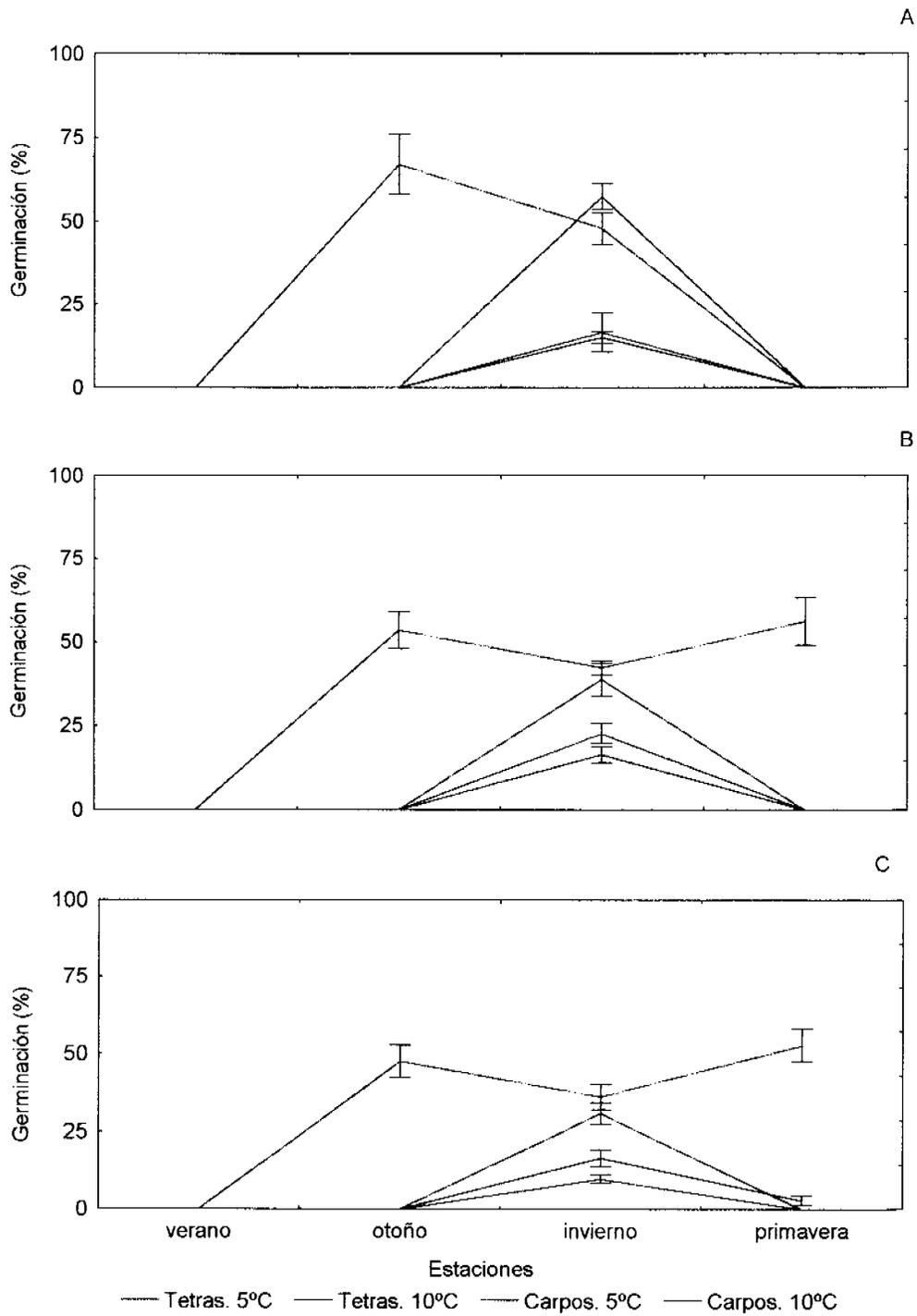


Figura 28. Porcentajes de germinación ($\pm ee$) de tetrasporas (Tetras.) y carposporas (Carpos.) de la pradera de Los Pinos, obtenidos a 5°C y 10°C, en las irradiaciones de: A) 6 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, B) 18 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$, C) 25 $\mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

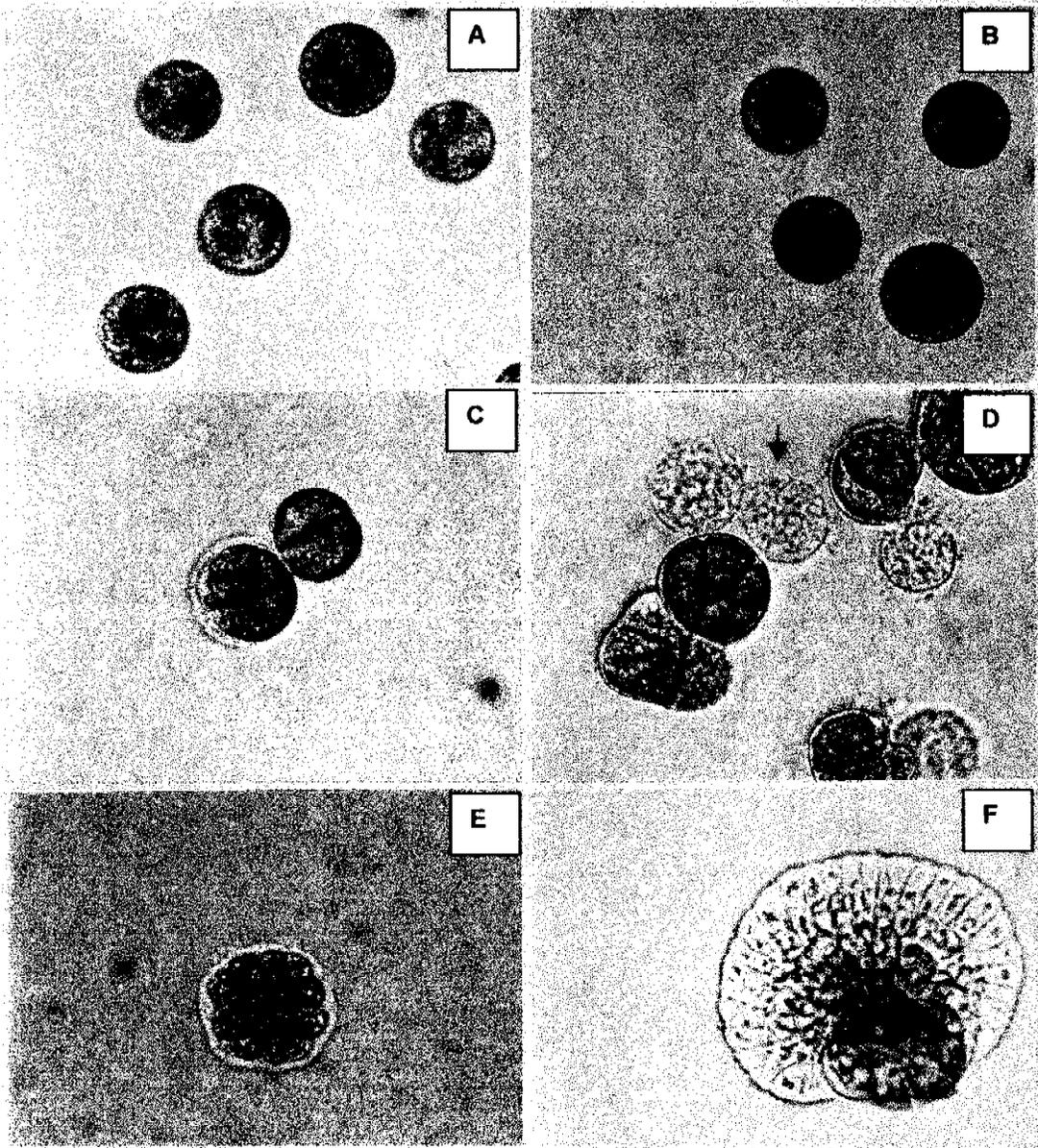


Figura 29. Desarrollo y germinación de tetrasporas y carposporas en condiciones de 10°C , $25 \mu\text{molesm}^{-2}\text{s}^{-1}$, 8 horas luz, 16 horas oscuridad. A) Tetrasporas con diámetro de 18 a $25 \mu\text{m}$. B) Carposporas con un diámetro de 20 a $25 \mu\text{m}$. C) Tetrasporas con 1 y 2 divisiones. D) Carposporas en desarrollo e inicio de formación de disco adherente, se observan también carposporas muertas (flecha). E) Formación de disco desde del desarrollo de tetrasporas (diámetro del disco $28 \mu\text{m}$). F) Formación de disco a partir desde el desarrollo de carposporas (diámetro del disco $100 \mu\text{m}$).

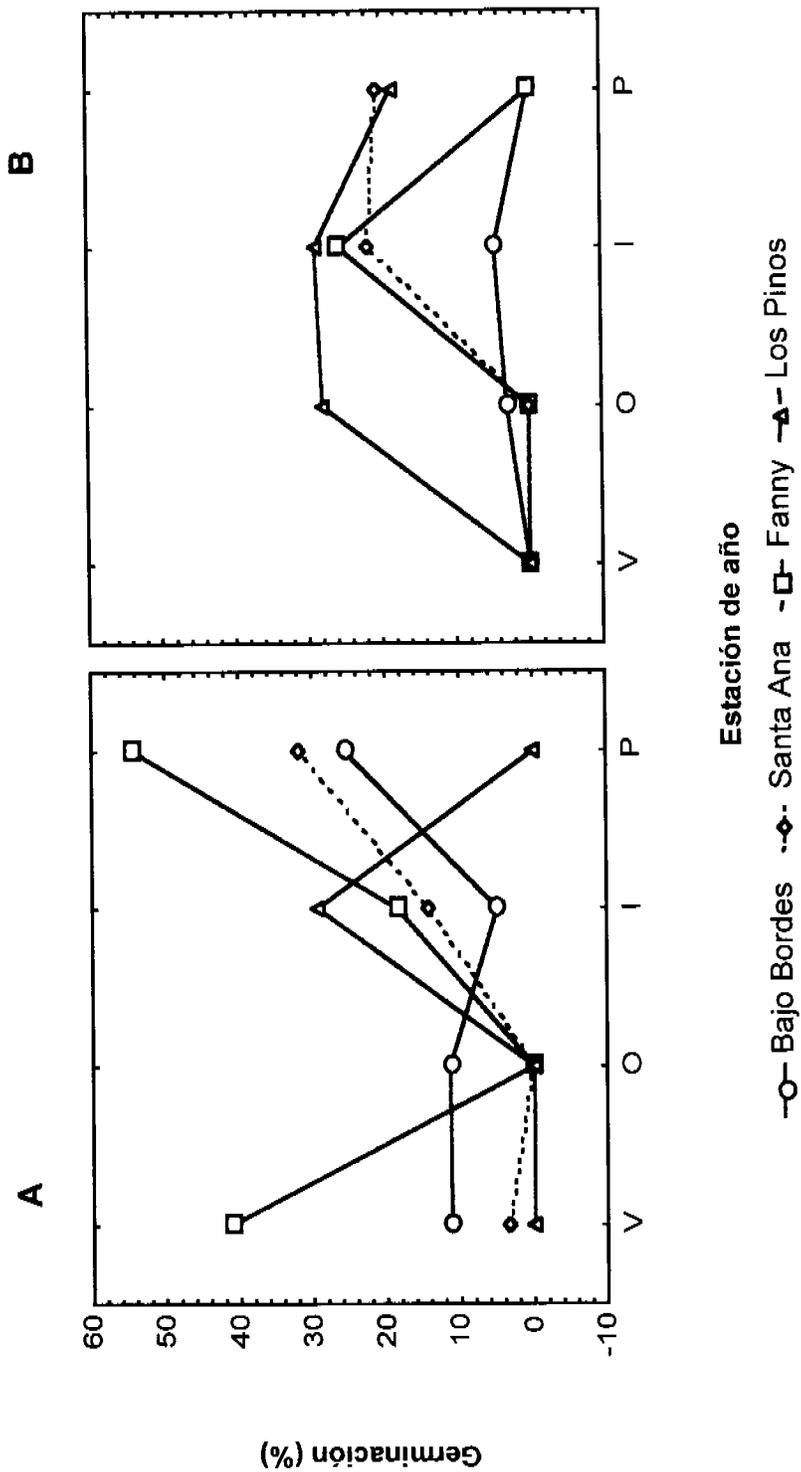


Figura 30. Comparación de los porcentajes de germinación de tetrasporas y carposporas en interacción con praderas y estaciones del año. A) Interacción de tetrasporas, pradera y estación B) Interacción de carposporas, praderas y estación.

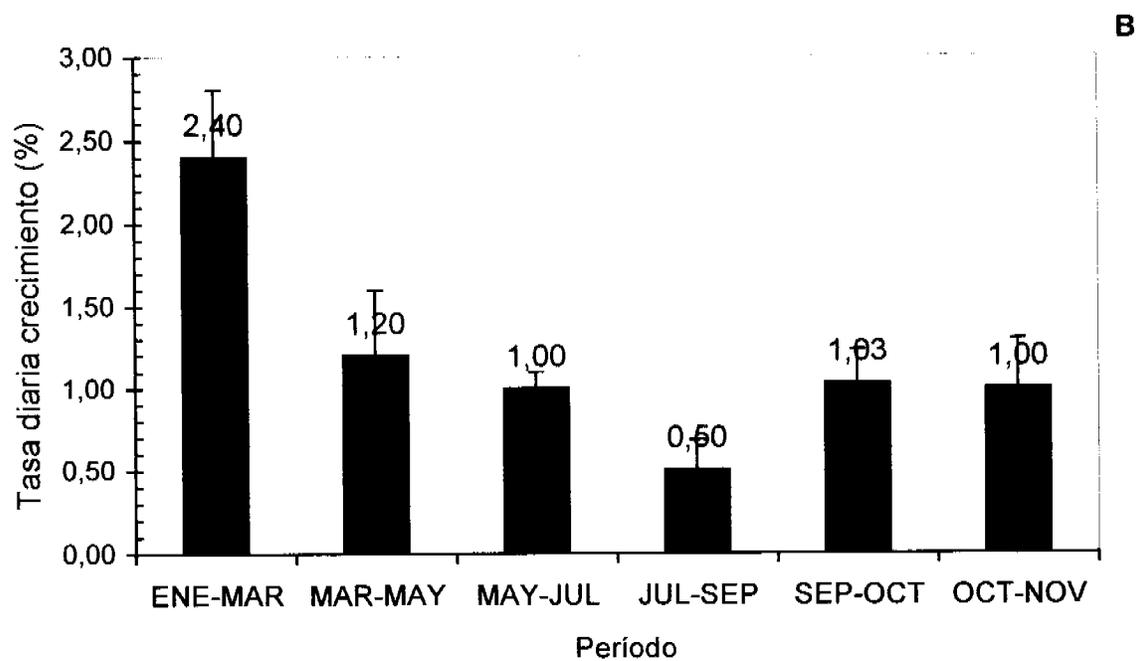
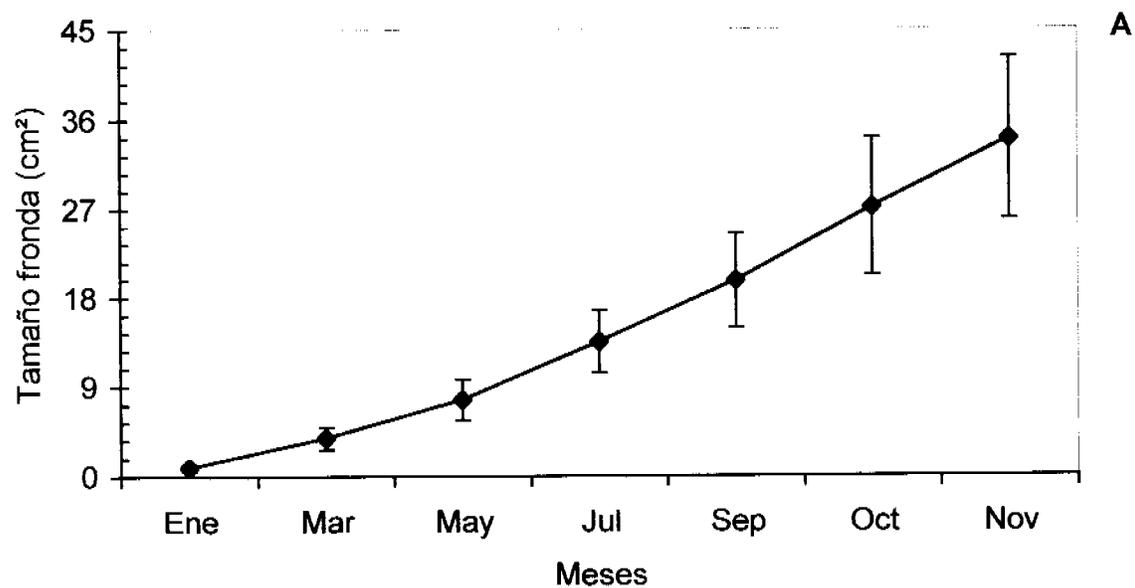


Figura 31. A) Crecimiento acumulado promedio de la localidad de Bajo Bordes (\pm ee). B) Tasa de crecimiento por período para la localidad de Bajo Bordes (\pm ee).

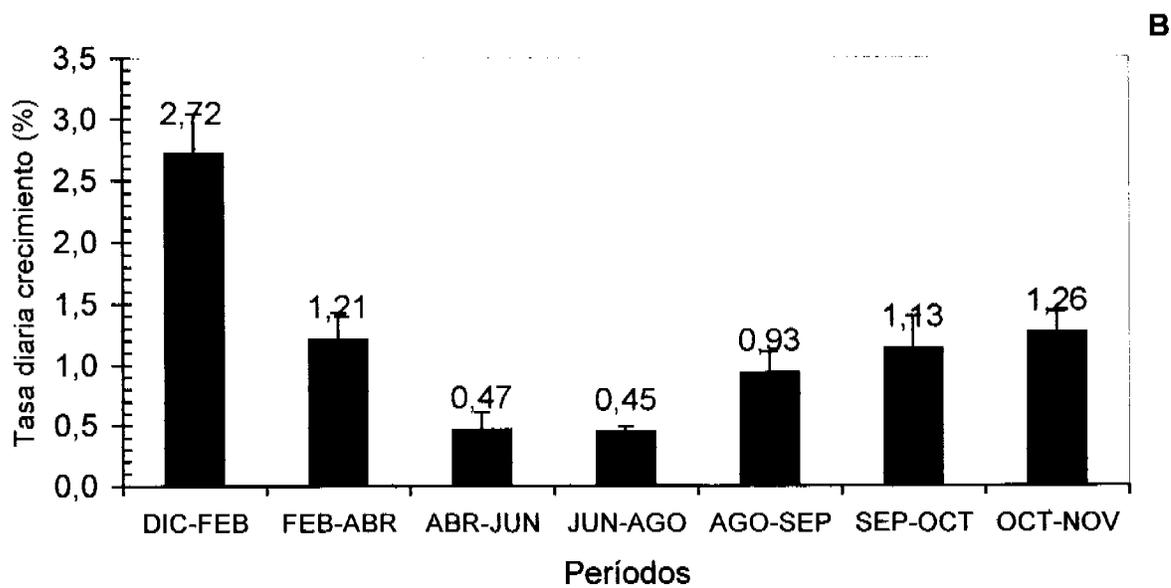
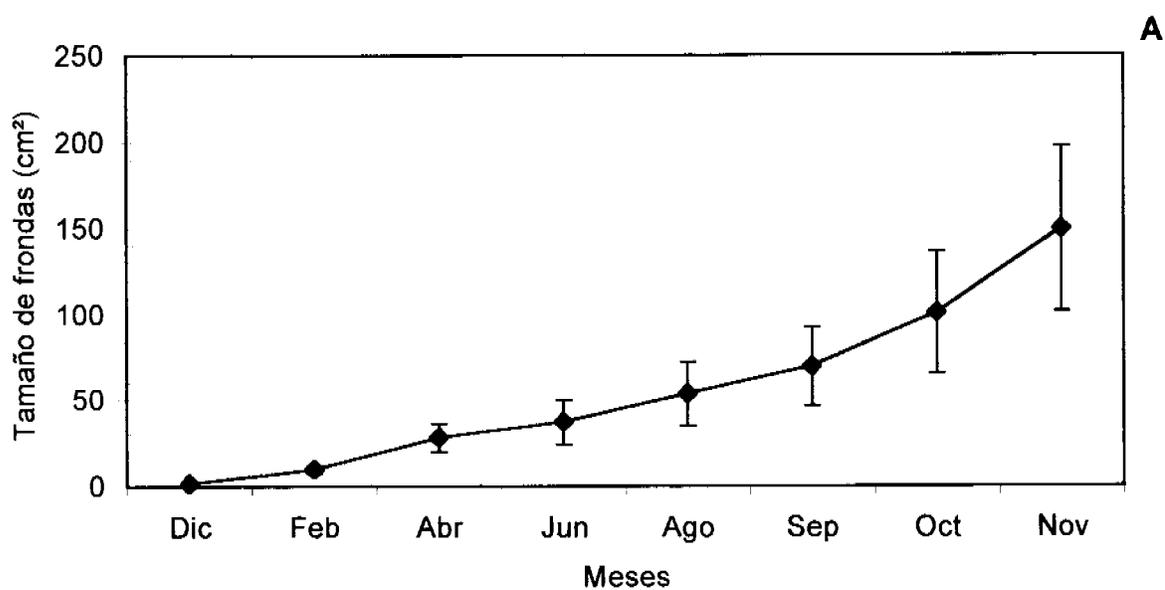


Figura 32. A) Crecimiento acumulado promedio de la localidad de Santa Ana (\pm ee). B) Tasa de crecimiento por período para la localidad de Santa Ana. (\pm ee).

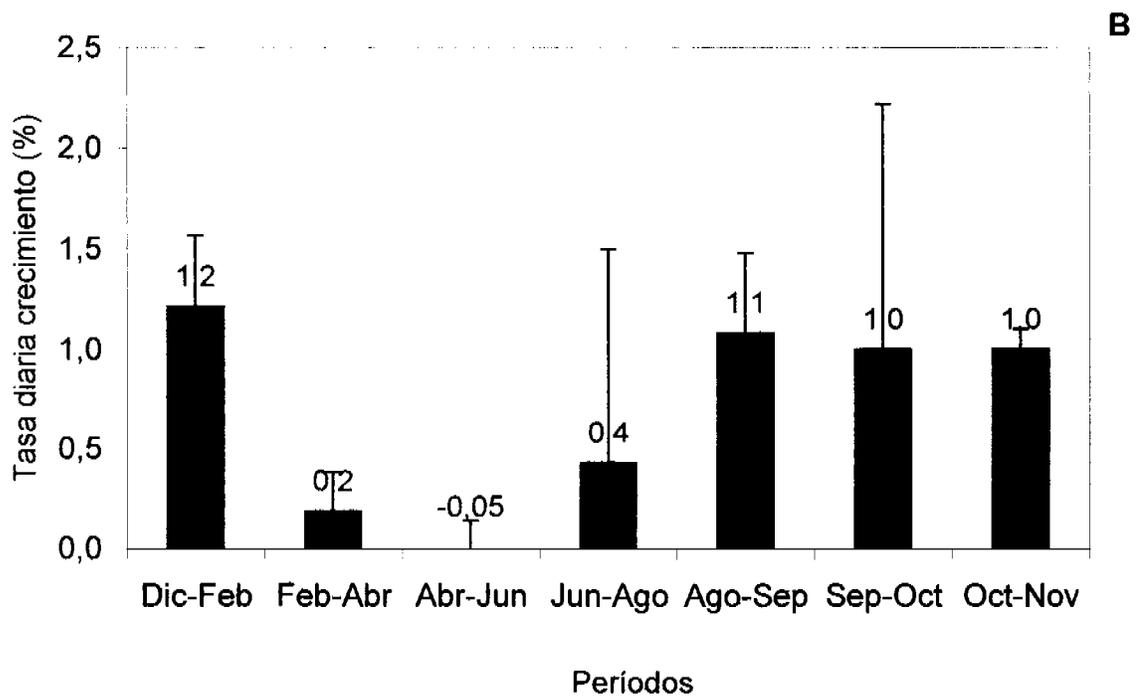
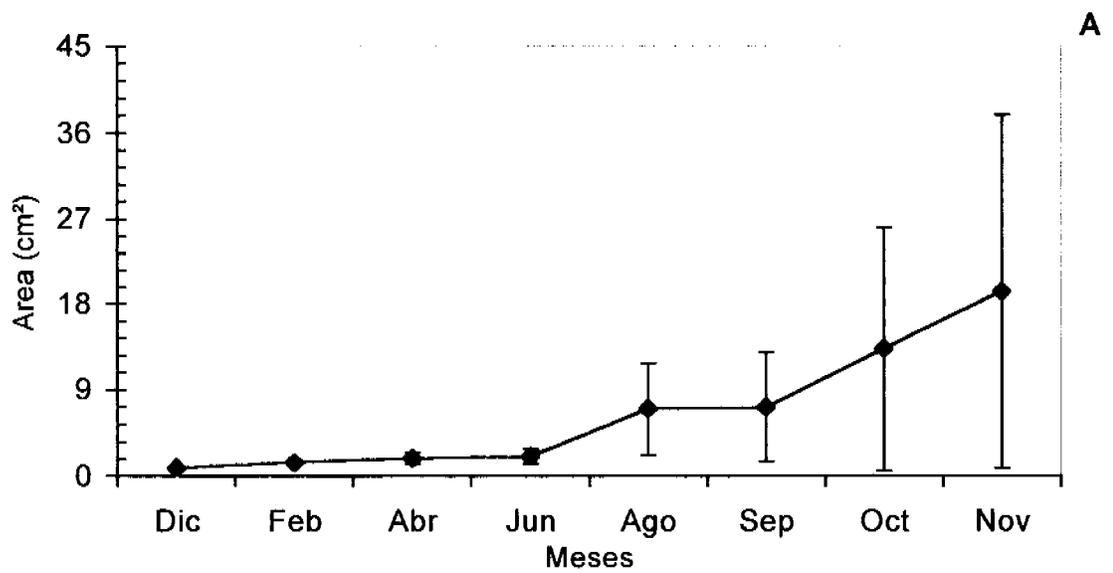


Figura 33. A) Crecimiento acumulado promedio de la localidad de Fanny (\pm ee).
 B) Tasa de crecimiento por período para la localidad de Fanny (\pm ee).

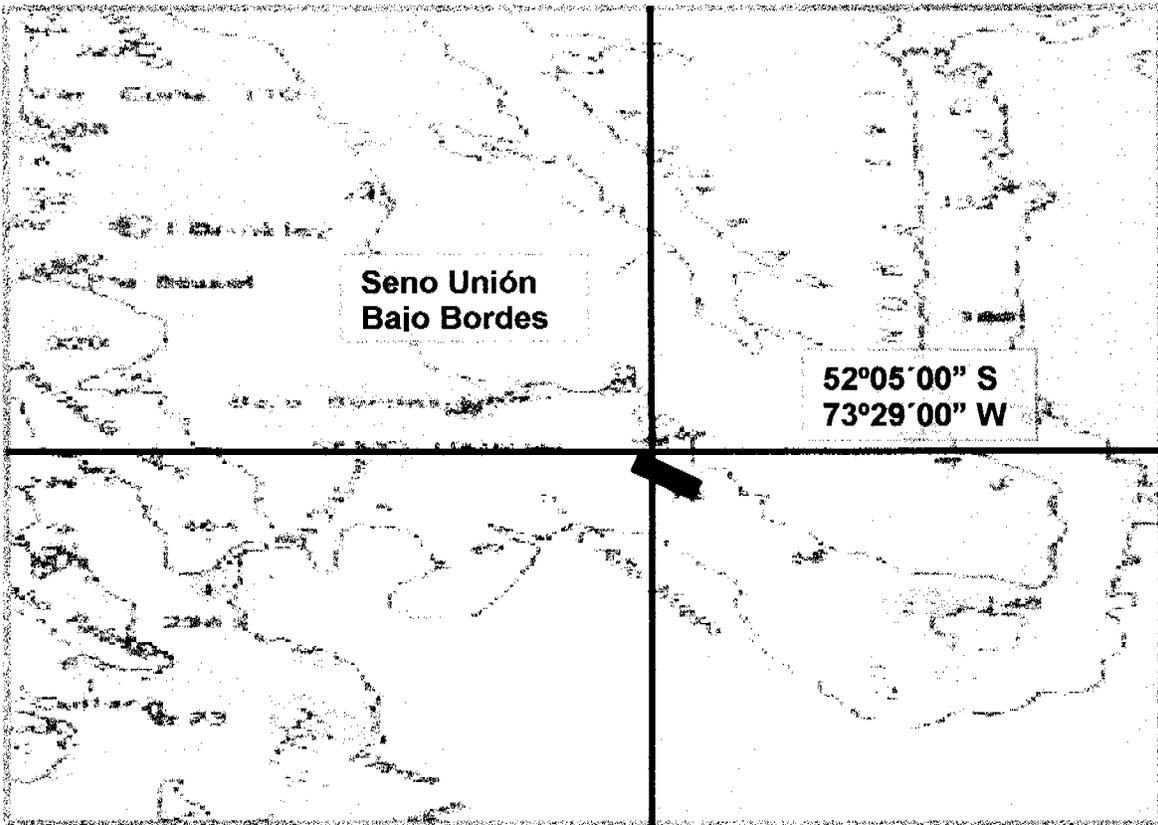
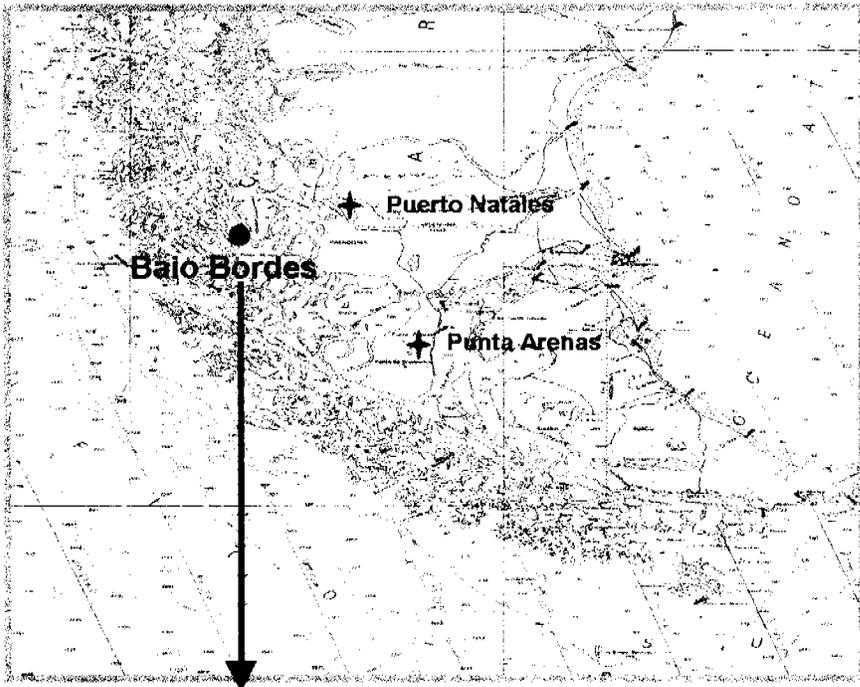


Figura 34. Localización de la pradera de Bajo Bordes.

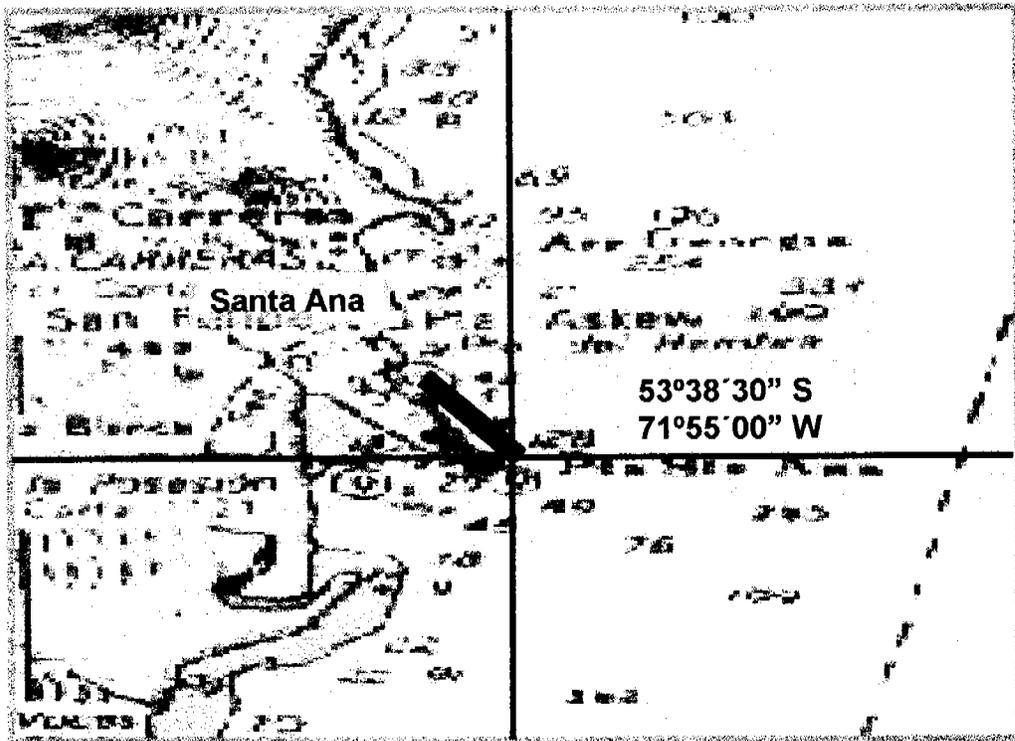
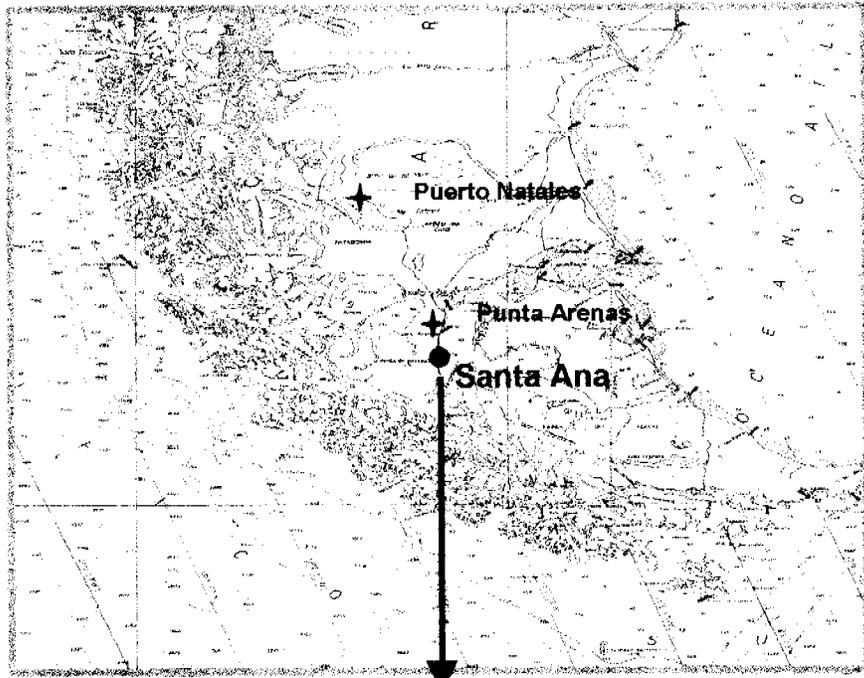


Figura 35. Localización de la pradera de Santa Ana.

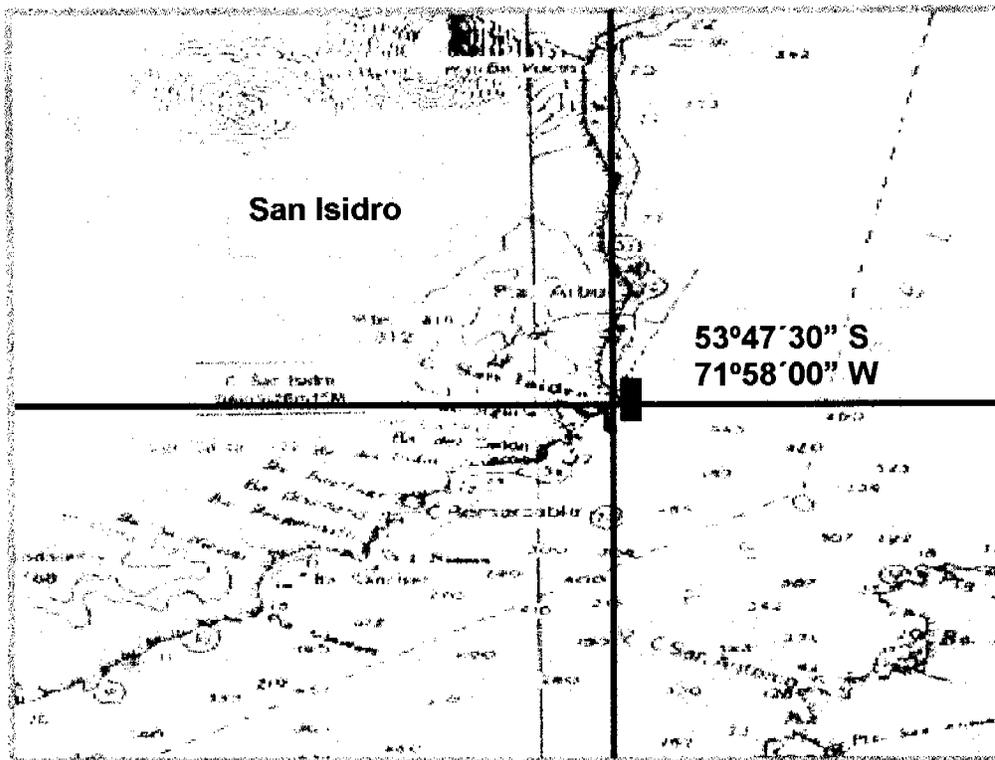
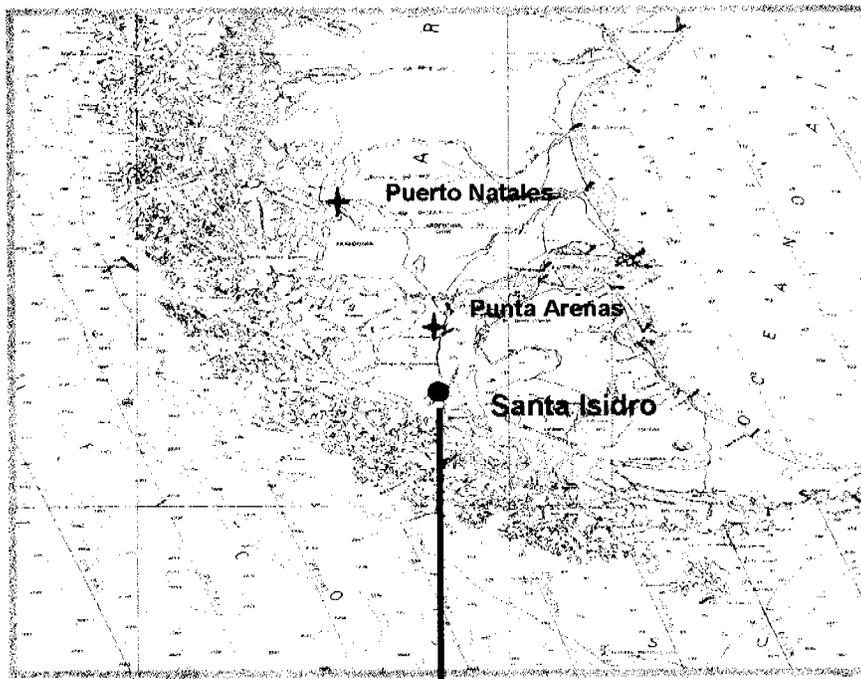


Figura 36. Localización de la pradera de San Isidro.

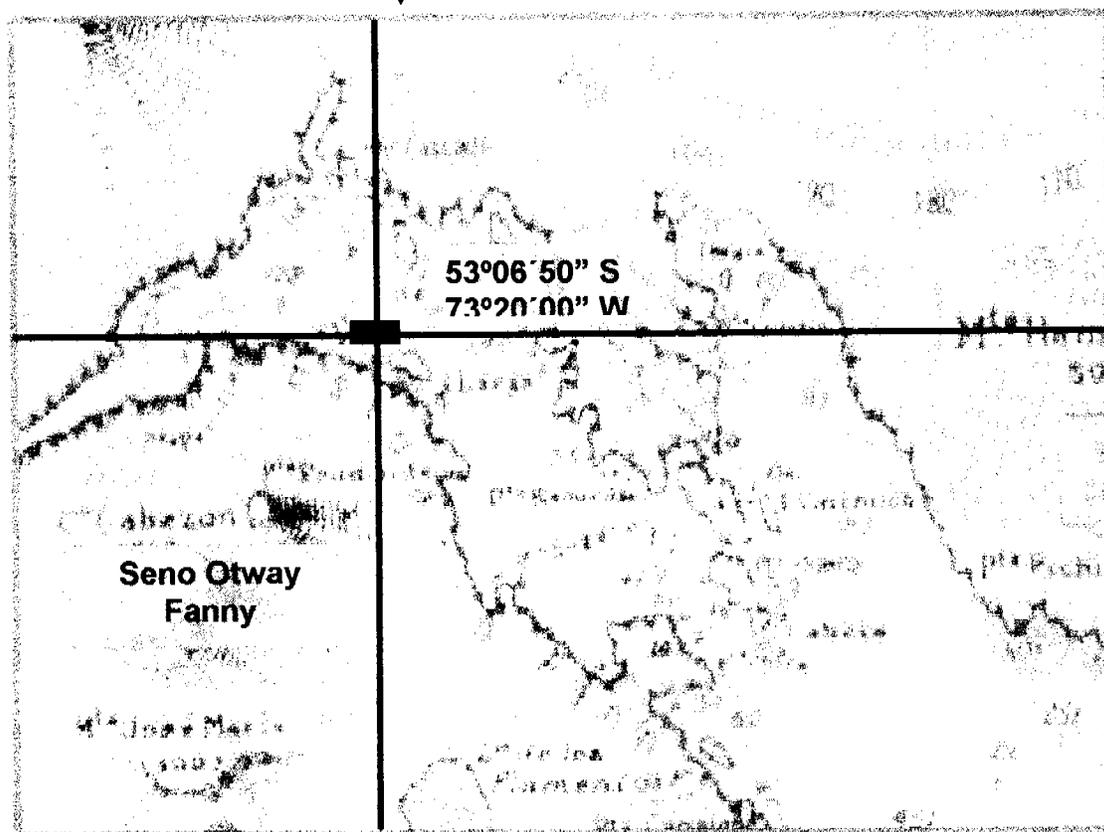
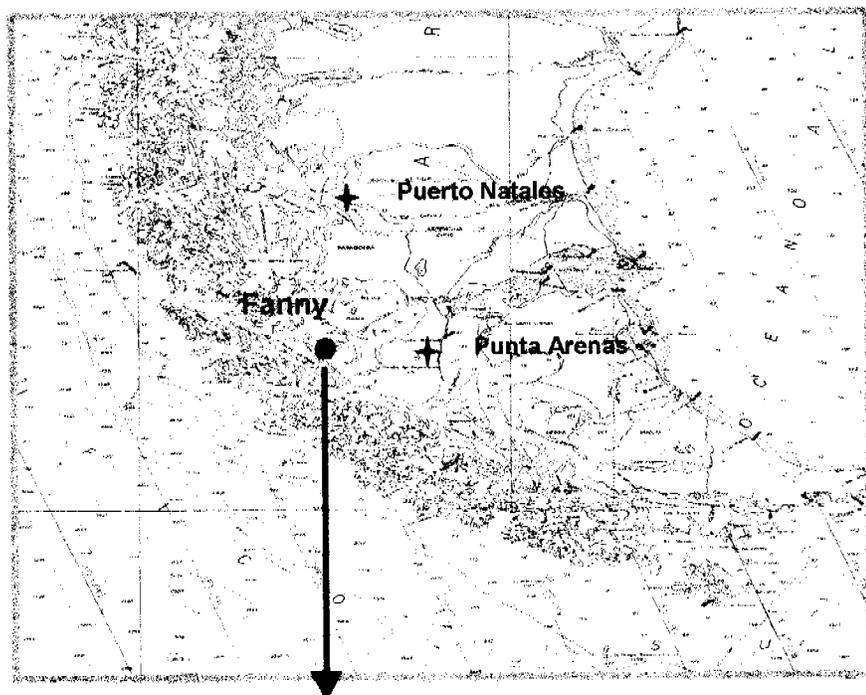


Figura 37. Localización de la pradera de Fanny.

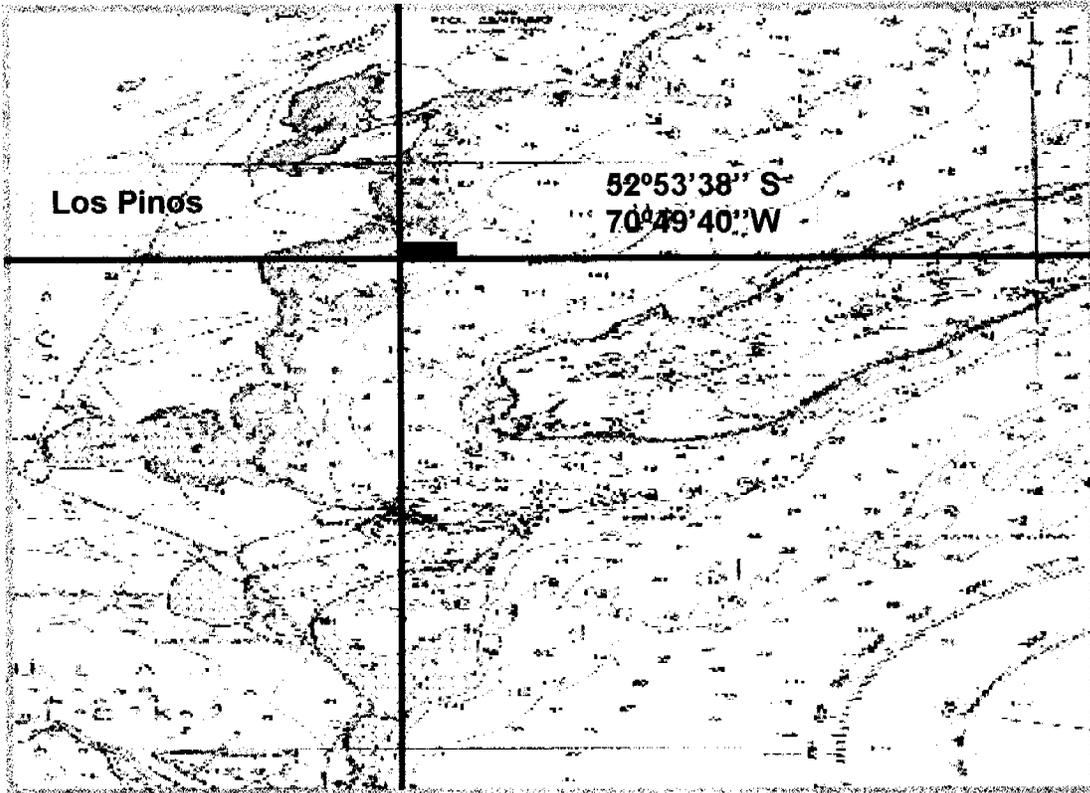
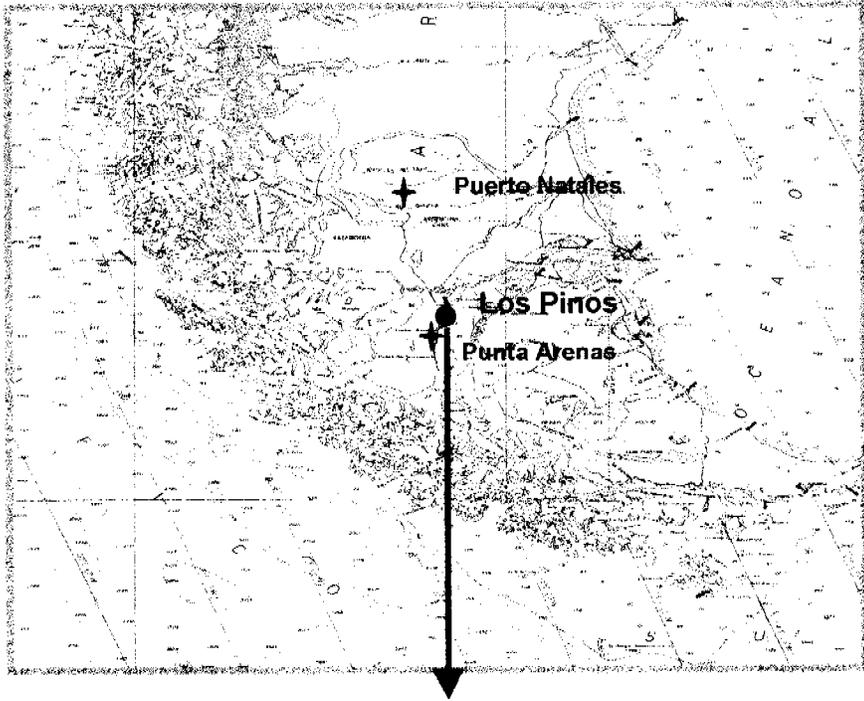


Figura 38. Localización de la pradera de Los Pinos.

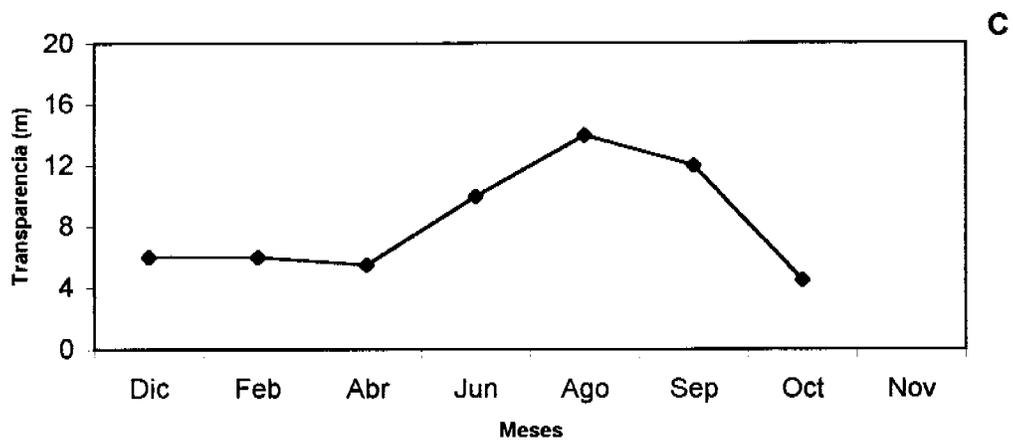
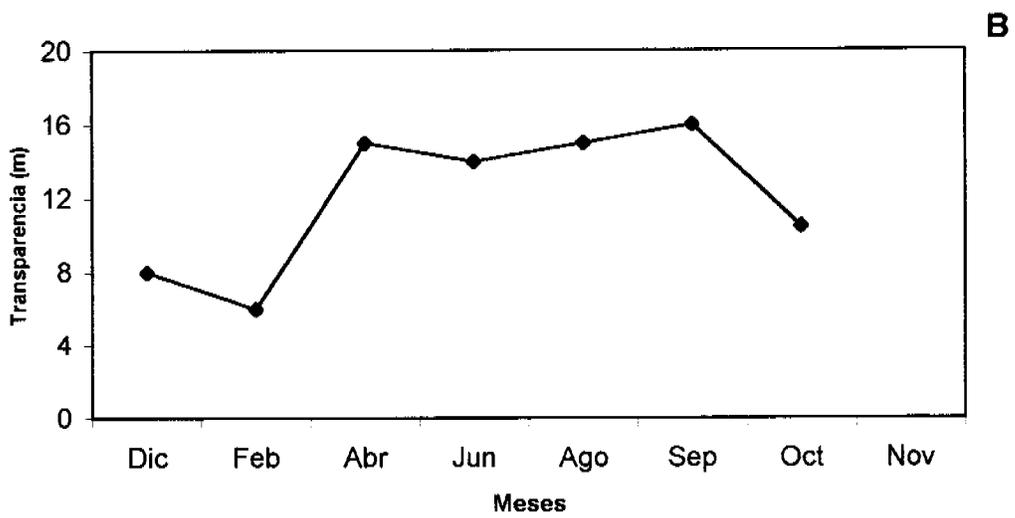
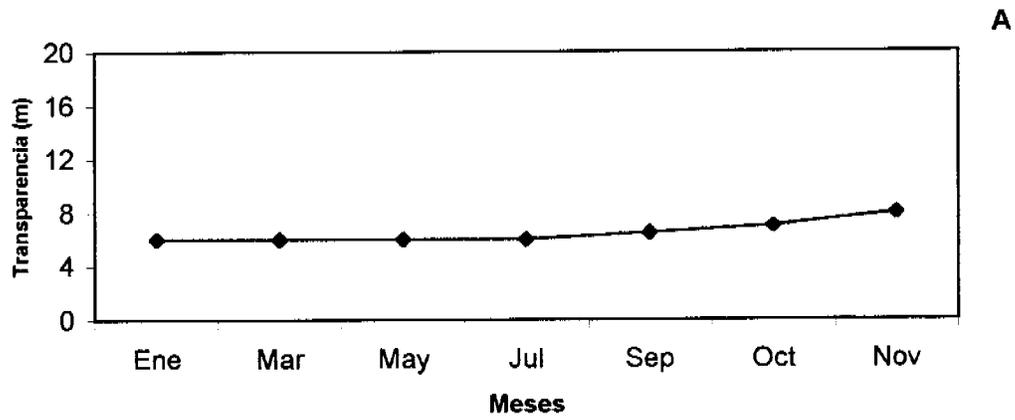


Figura 39. Transparencia del agua en las praderas seleccionadas. A) Pradera Bajo Bordes B) Pradera Santa Ana C) Pradera de Fanny.

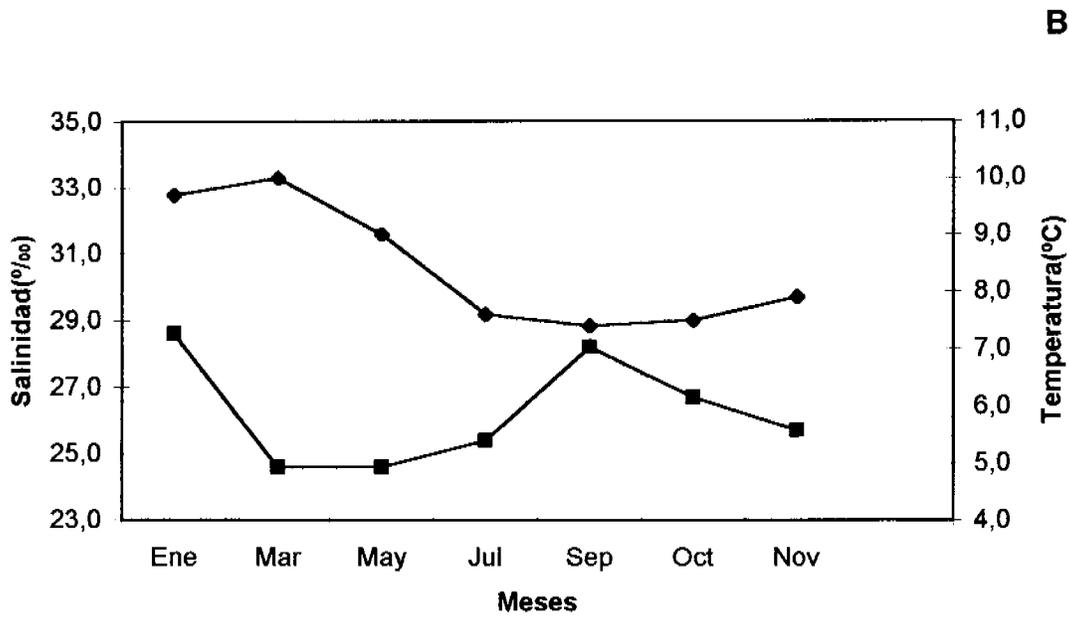
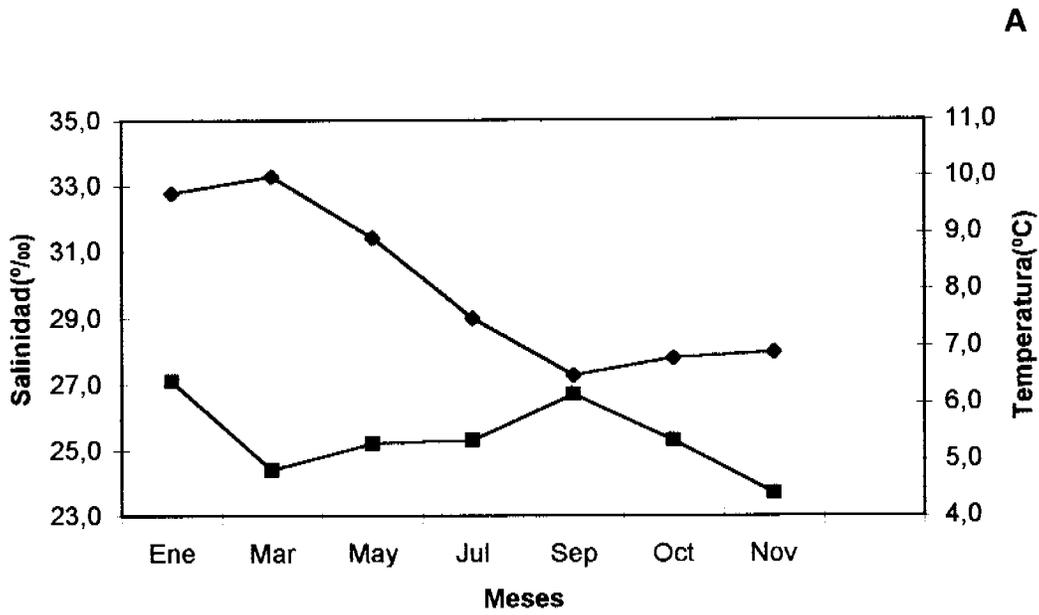


Figura 40. Temperatura y Salinidad de la pradera de Bajo Bordes
 A) Temperatura y Salinidad superficial B) Temperatura y Salinidad de Fondo.

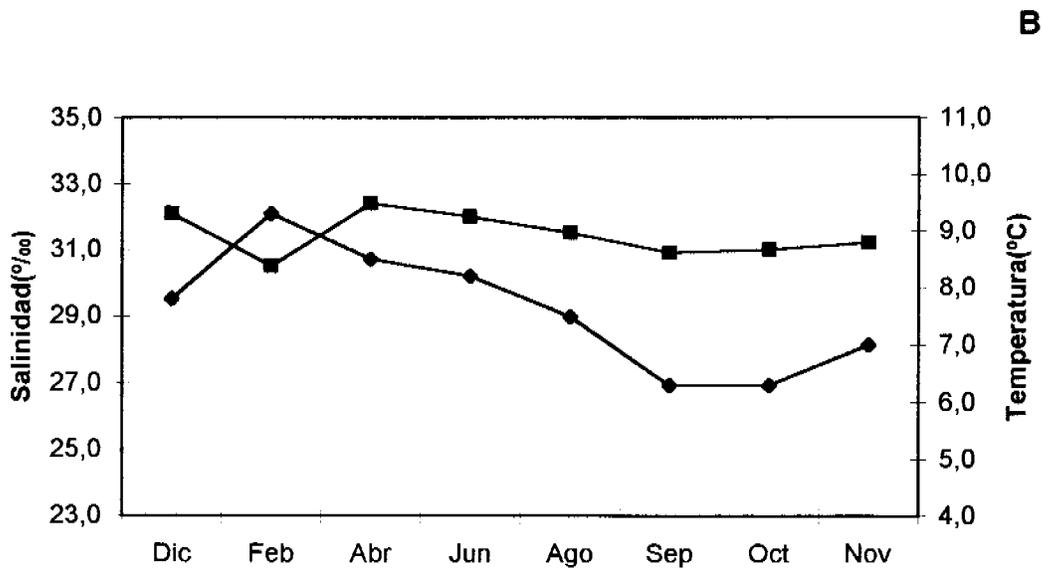
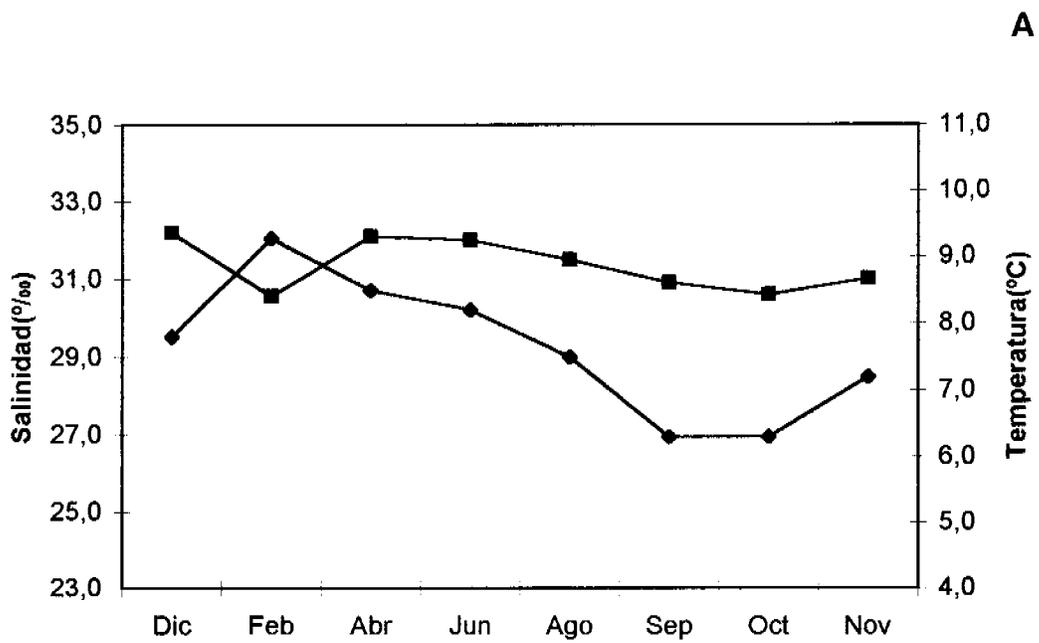


Figura 41. Temperatura y Salinidad de la pradera de Sta. Ana. A) Temperatura y Salinidad superficial B) Temperatura y Salinidad de Fondo.

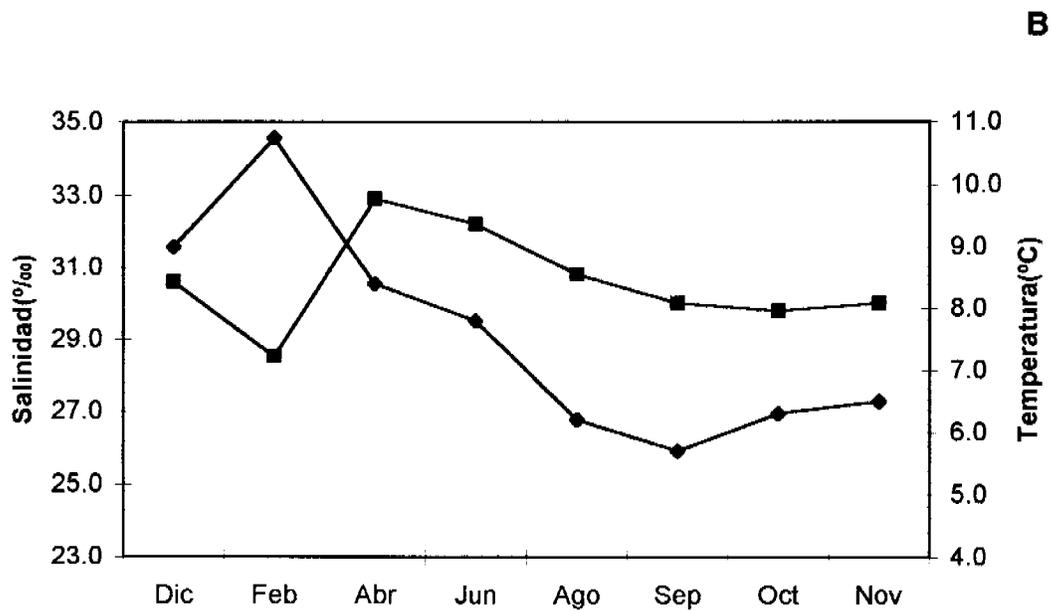
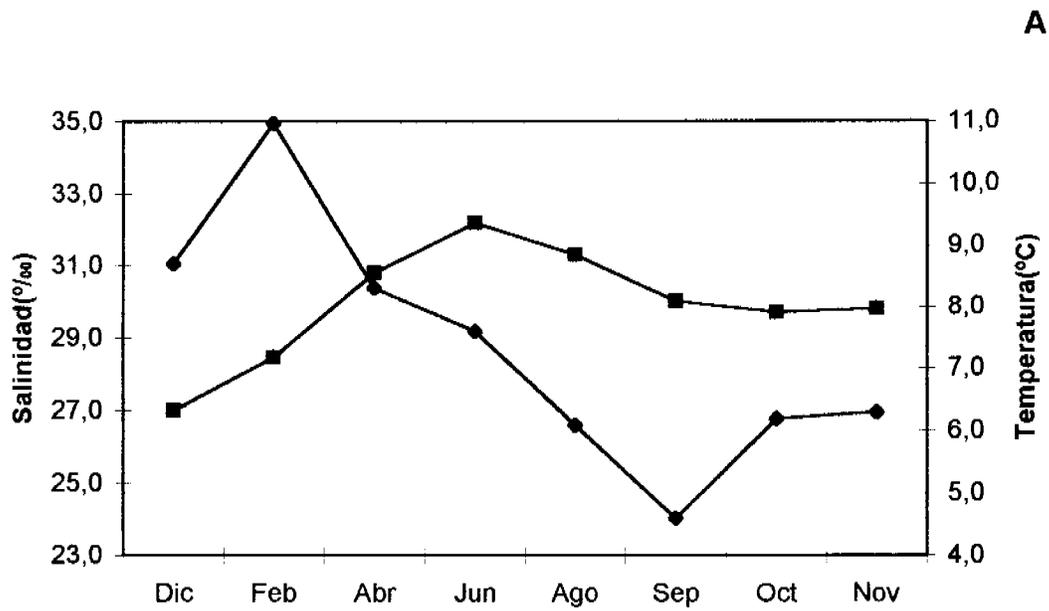
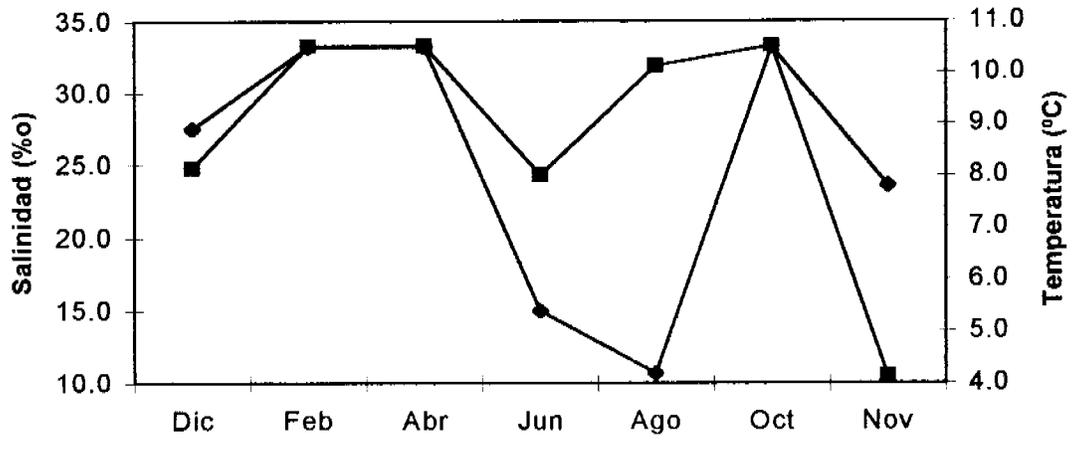


Figura 42. Temperatura y Salinidad de la pradera de Fanny. A) Temperatura y Salinidad superficial. B) Temperatura y Salinidad de Fondo.

A



B

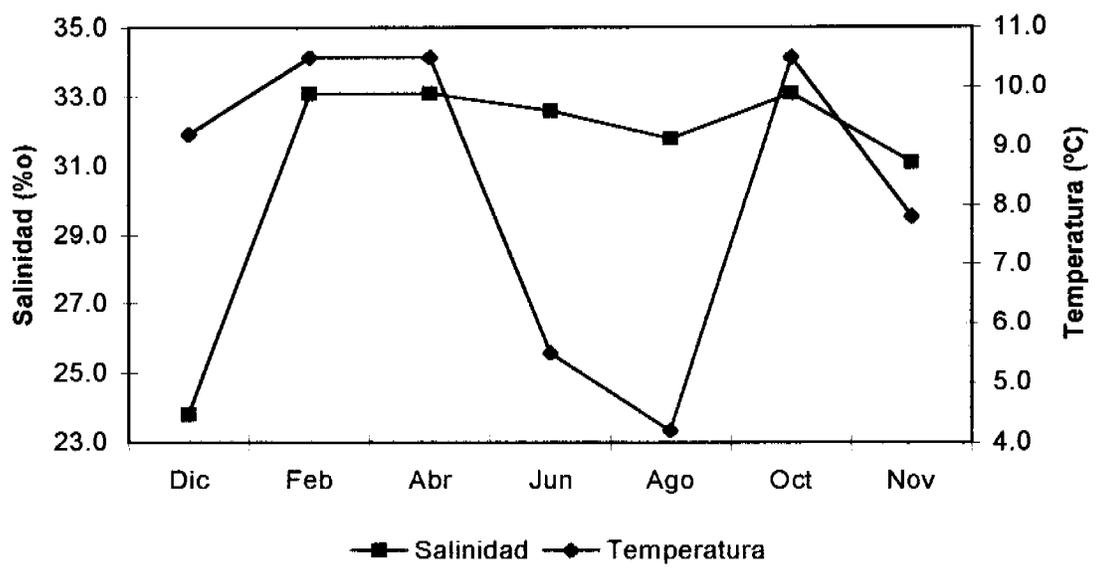


Figura 43. Temperatura y Salinidad de la pradera de Los Pinos. A) Temperatura y Salinidad superficial. B) Temperatura y Salinidad de Fondo.

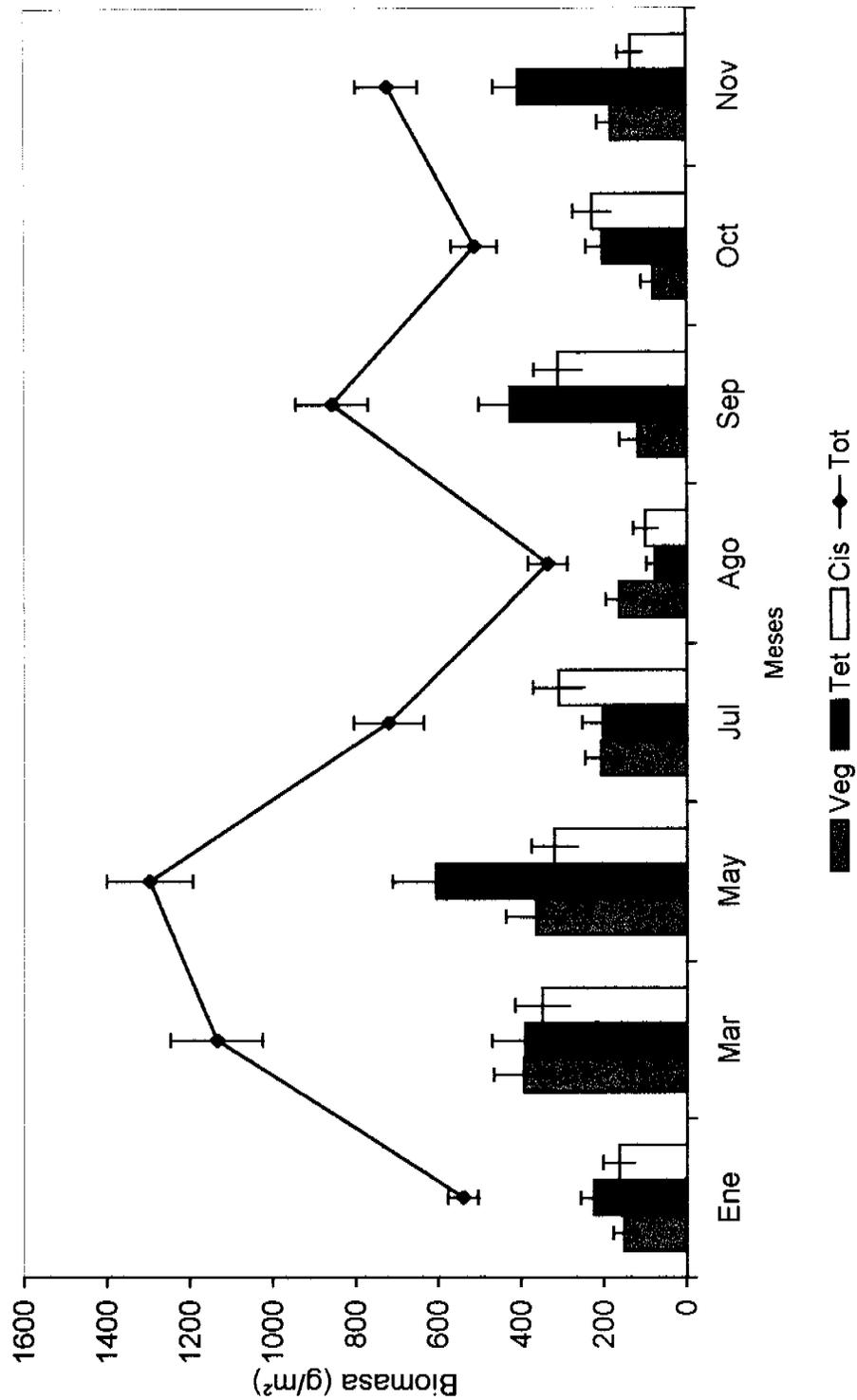


Figura 44. Biomasa total promedio expresada en g/m² de Bajo Bordes.

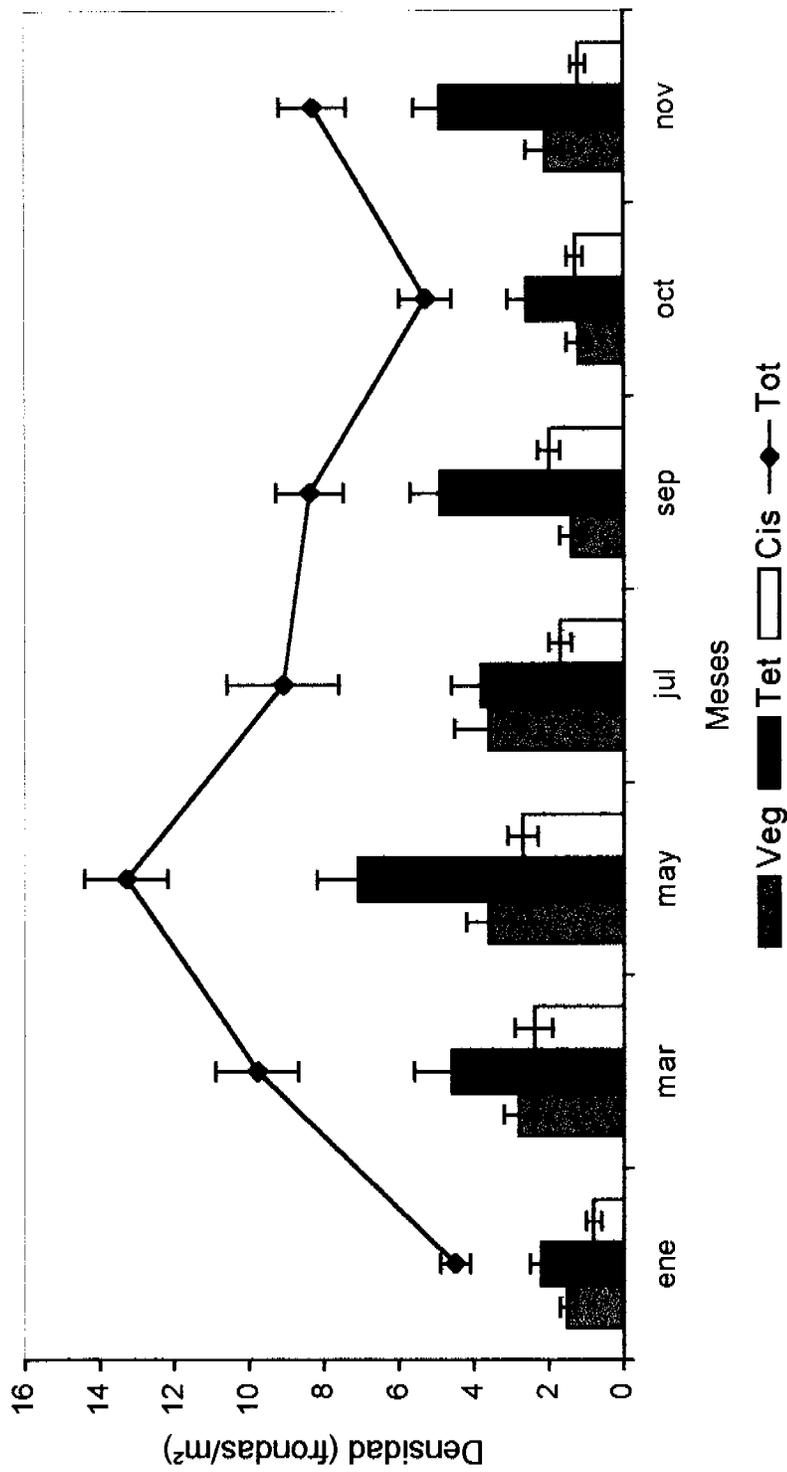


Figura 45. Densidad total promedio expresada como frondas/m² de Bajo Bordes.

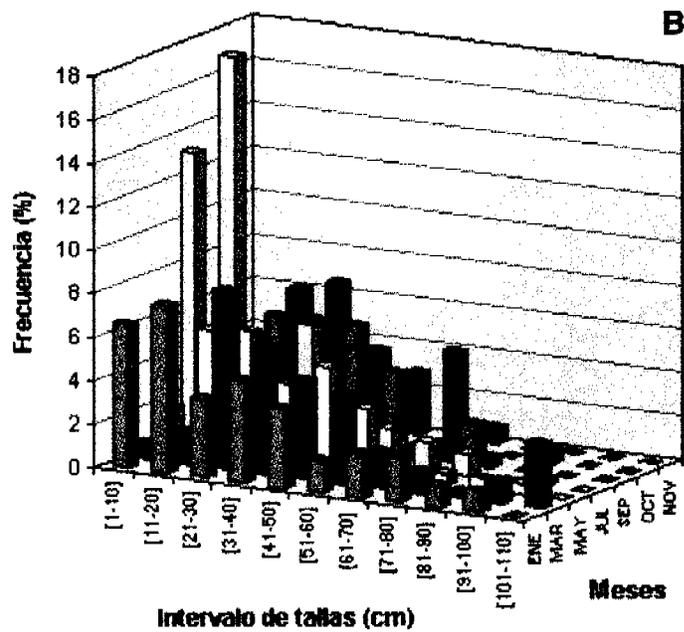
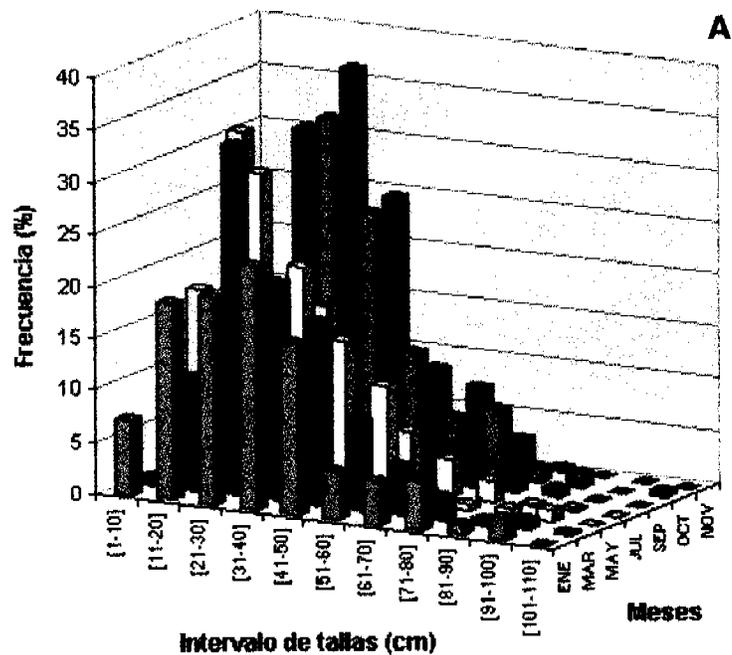


Figura 46. Frecuencia de tallas (%) de las frondas de luga roja muestreadas en la pradera de Bajo Bordes. A) Frecuencia total que incluye todas las fases B) Frecuencia de las frondas vegetativas.

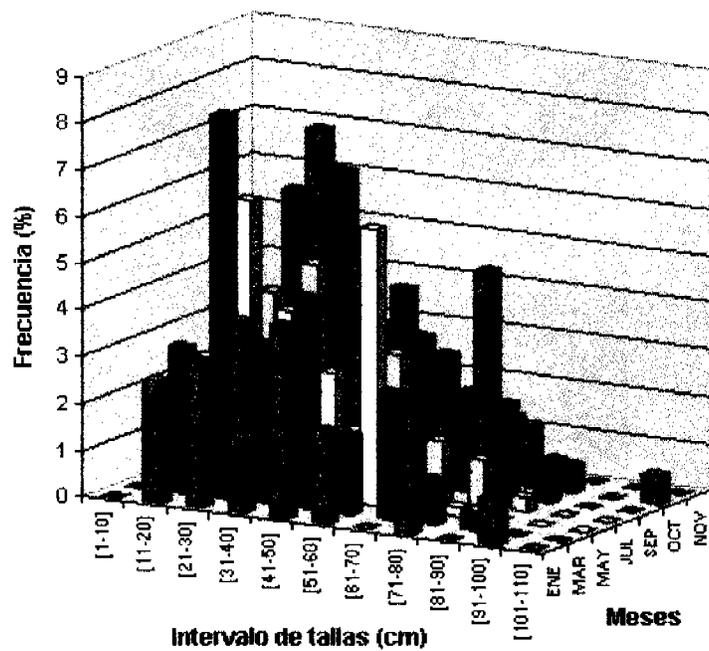
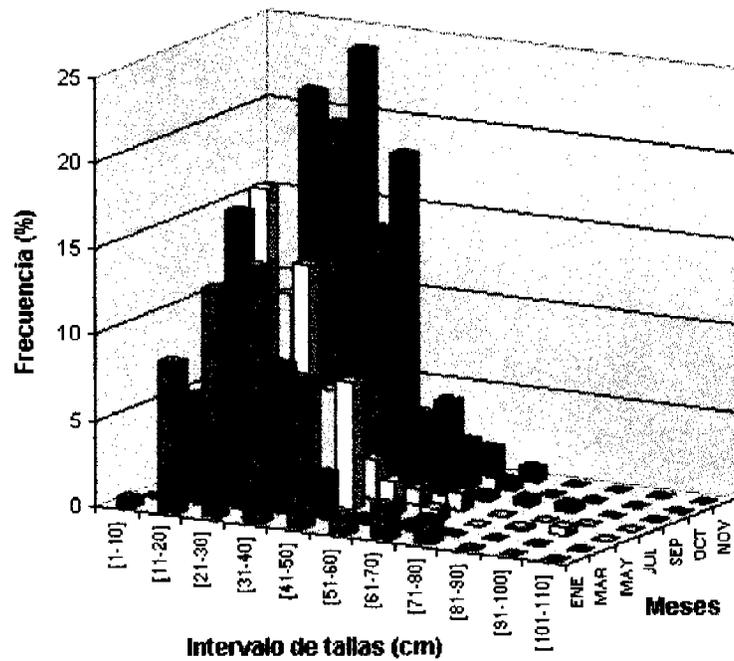


Figura 47. Frecuencia de tallas (%) de las frondas de luga roja muestreadas en la pradera de Bajo Bordes. A) Frecuencia de frondas tetrasporicas B) Frecuencia de las frondas cistocarpicas. Se indican los meses muestreados.

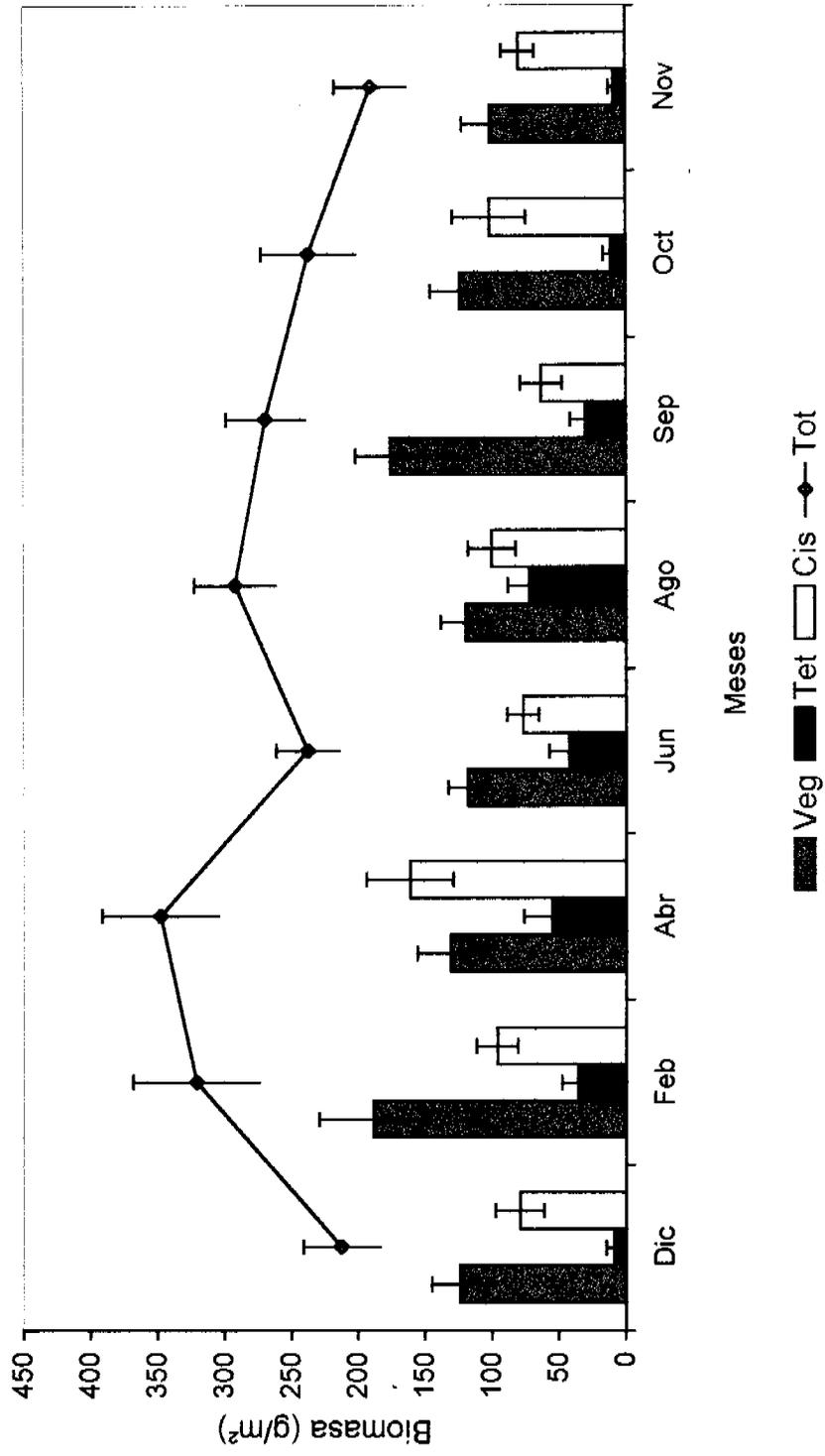


Figura 48. Biomasa total promedio expresada en g/m² de Santa Ana.

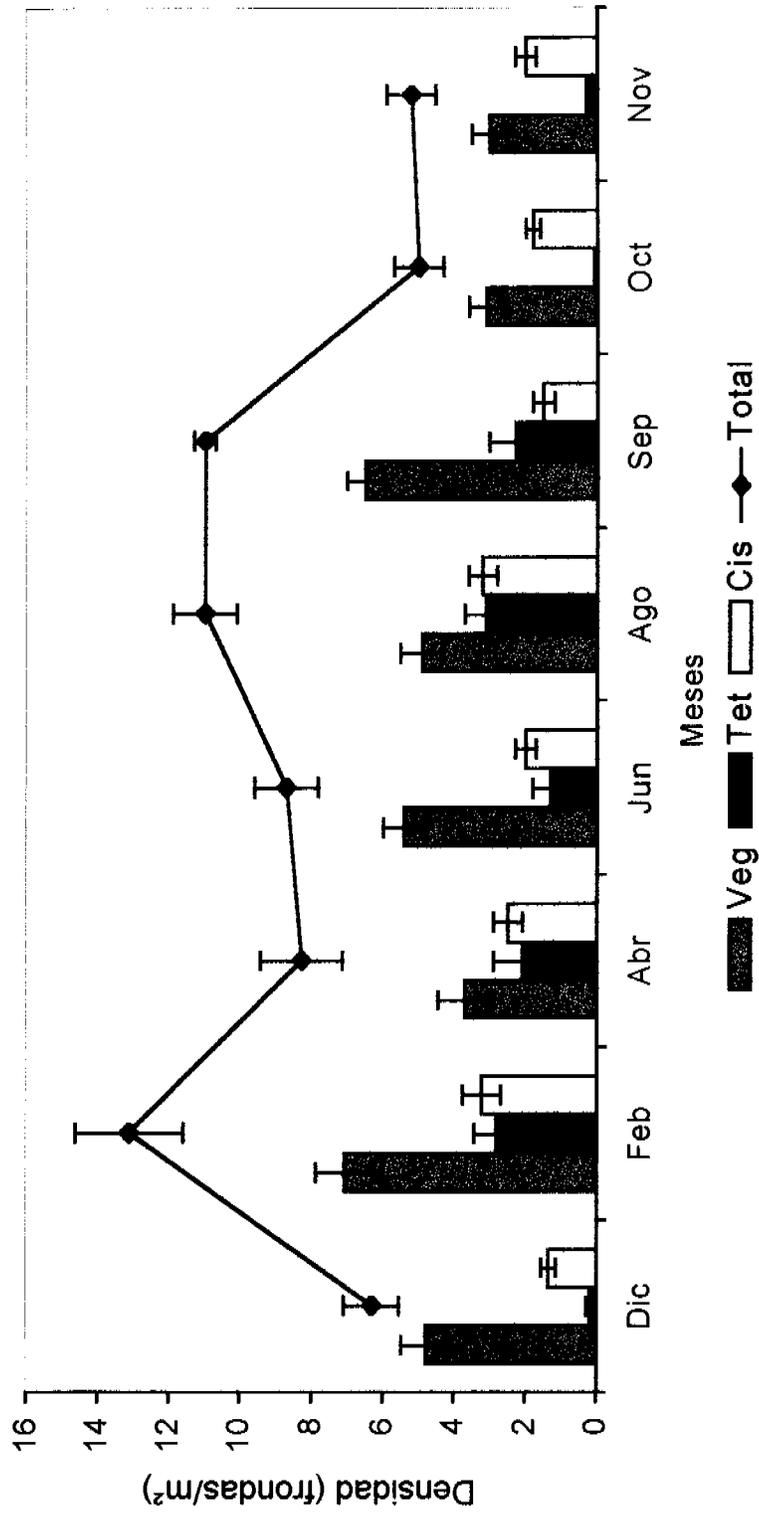


Figura 49. Densidad total promedio expresada como frondas/m² de Santa Ana.

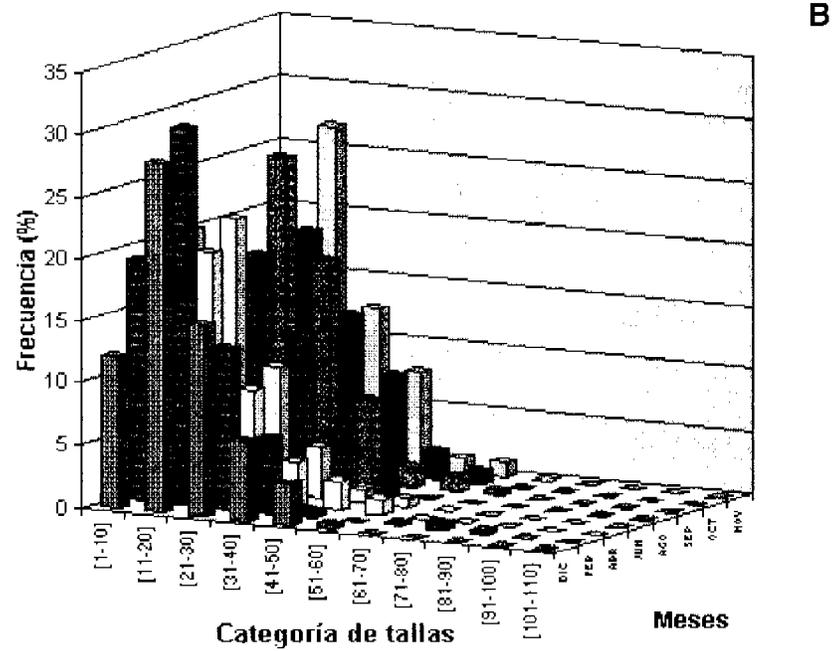
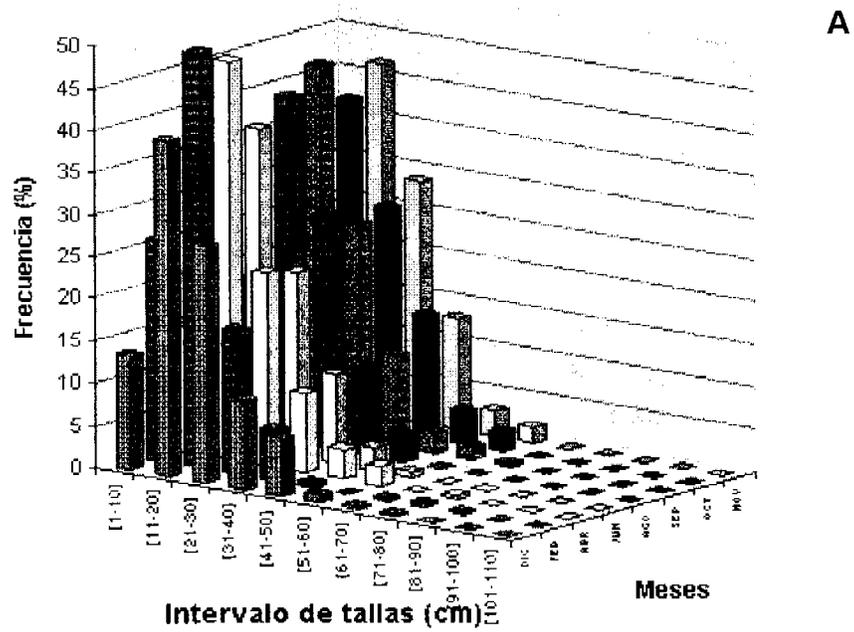


Figura 50. Frecuencia de tallas (%) de las frondas de luga roja muestreadas en la pradera de Santa Ana. A) Frecuencia total que incluye todas las fases B) Frecuencia de las frondas vegetativas.

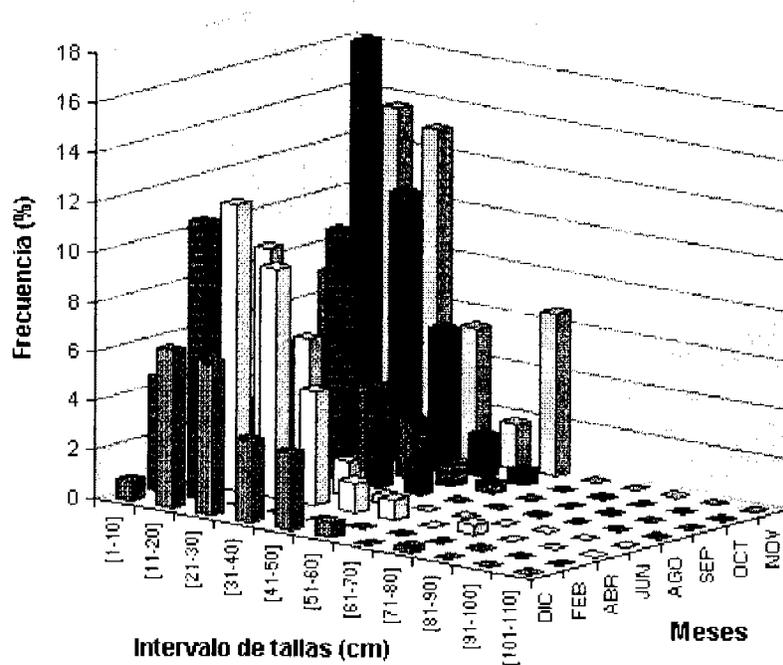
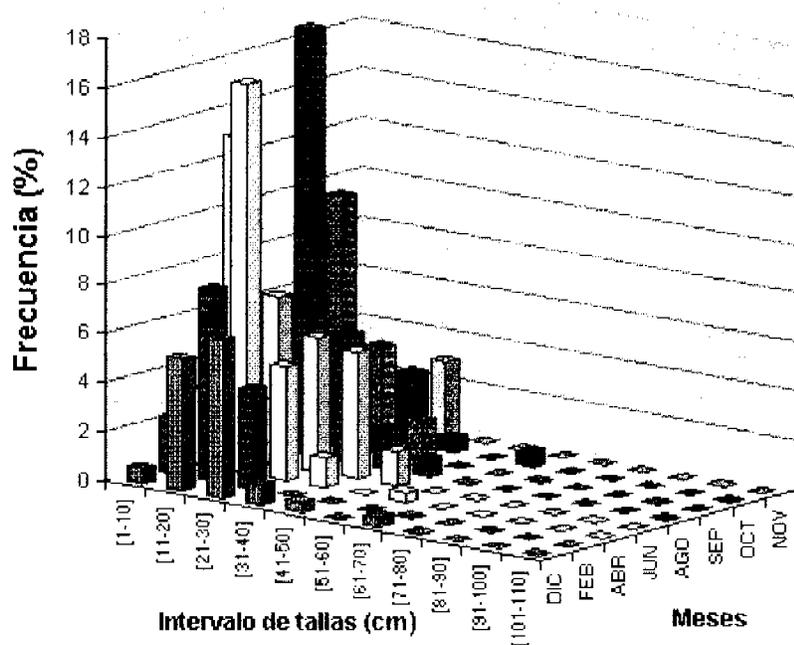


Figura 51 Frecuencia de tallas (%) de las frondas de luga roja muestreadas en la pradera de Santa Ana. A) Frecuencia de frondas tetrasporicas B) Frecuencia de las frondas cistocarpicas. Se indican los meses muestreados.

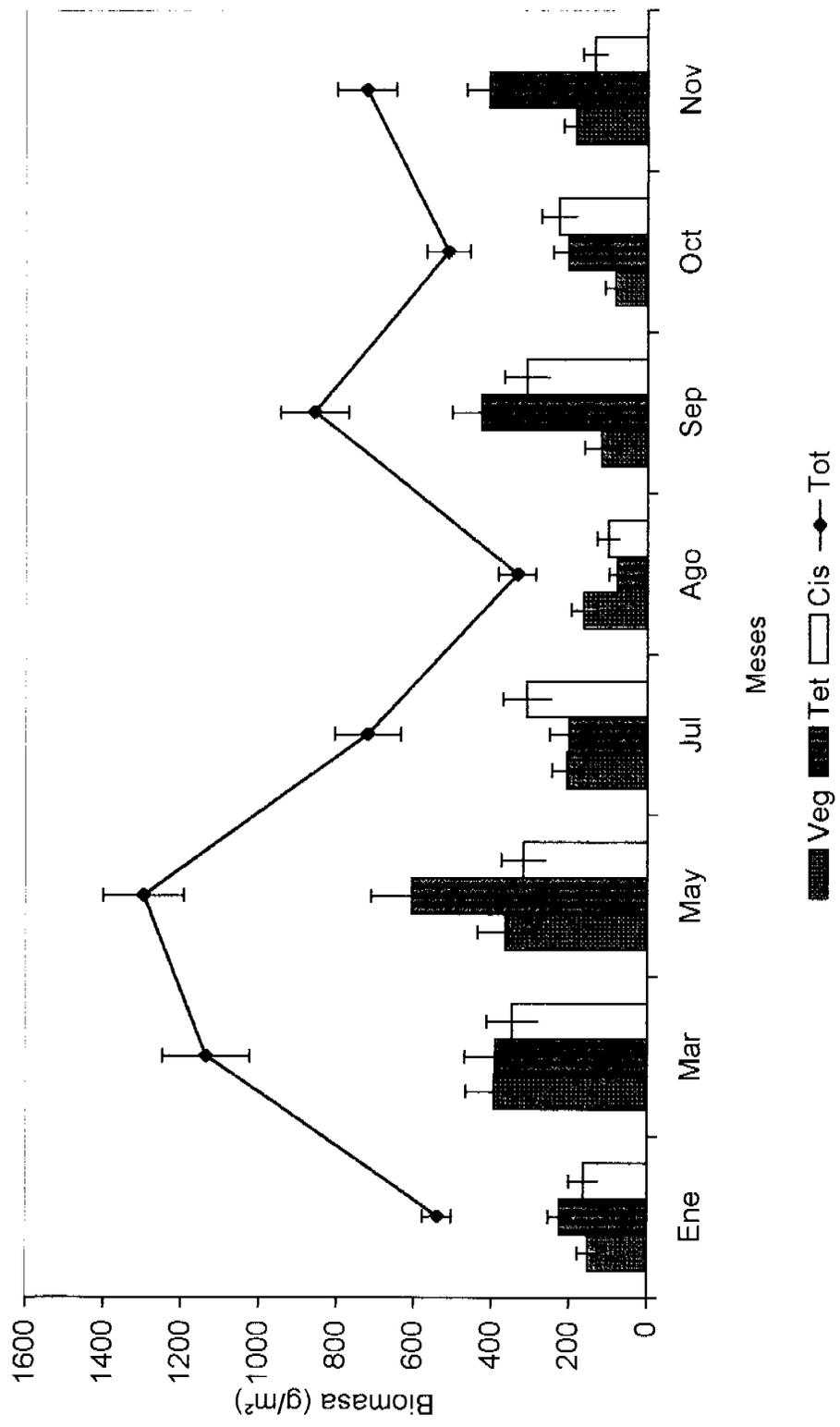


Figura 52. Biomasa total promedio expresada en g/m² de Fanny.

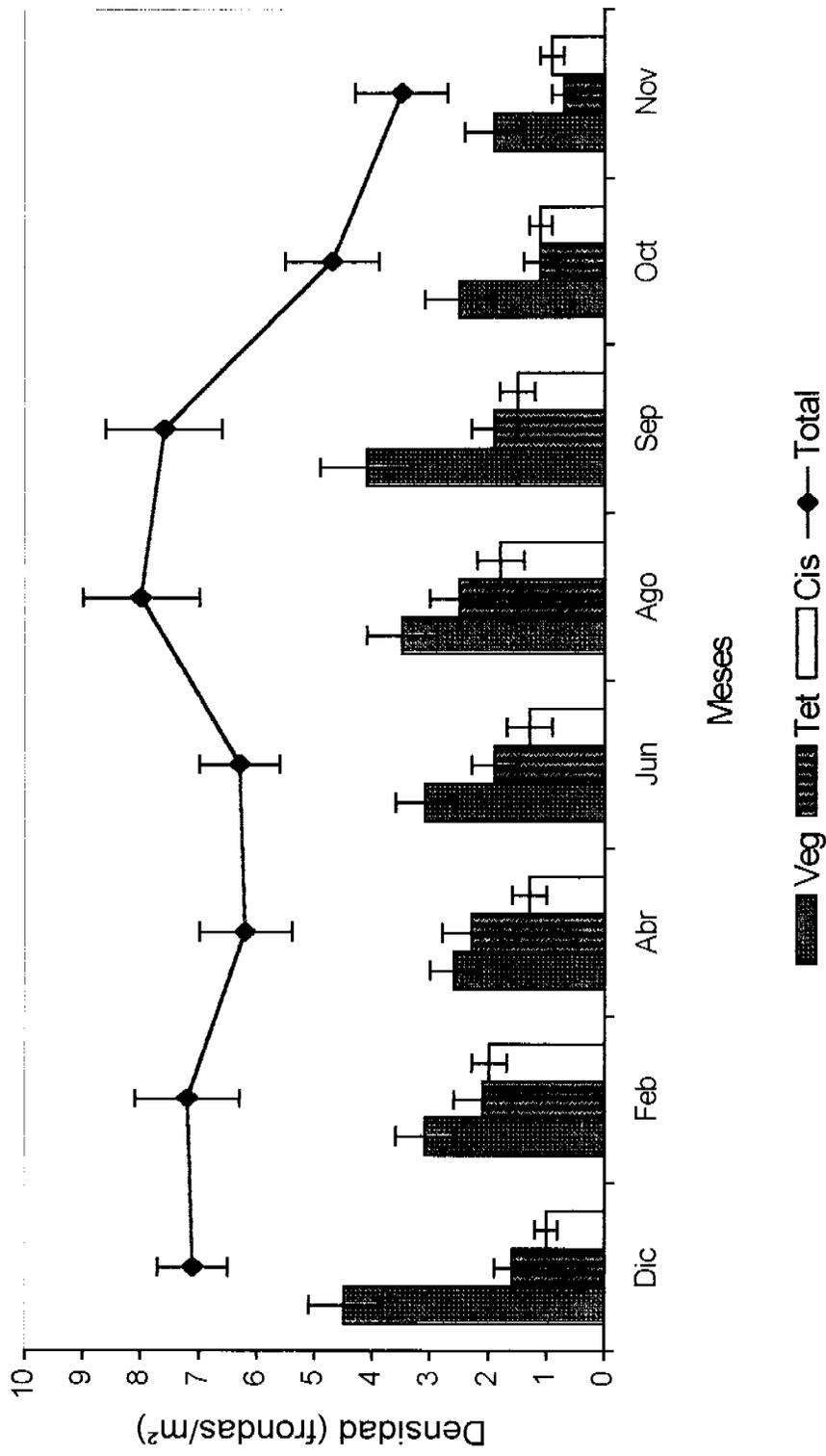


Figura 53. Densidad total promedio expresada como frondas/m² de Fanny.

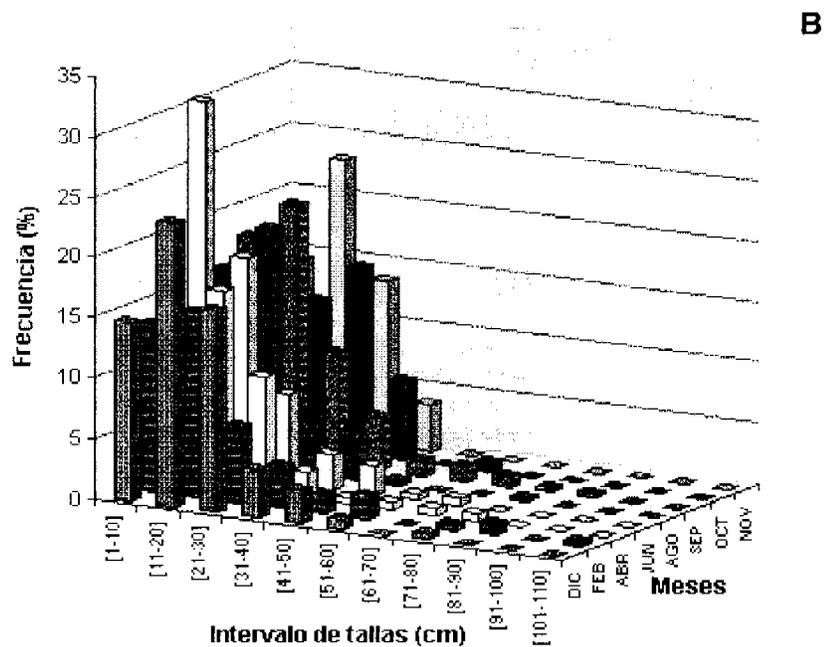
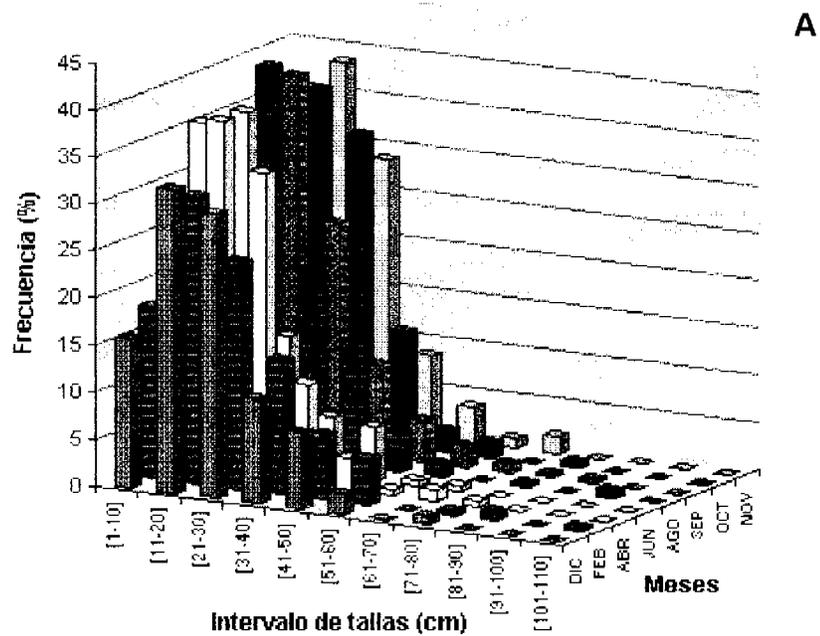


Figura 54. Frecuencia de tallas (%) de las frondas de luga roja muestreadas en la pradera de Fanny. A) Frecuencia total que incluye todas las fases B) Frecuencia de las frondas vegetativas.

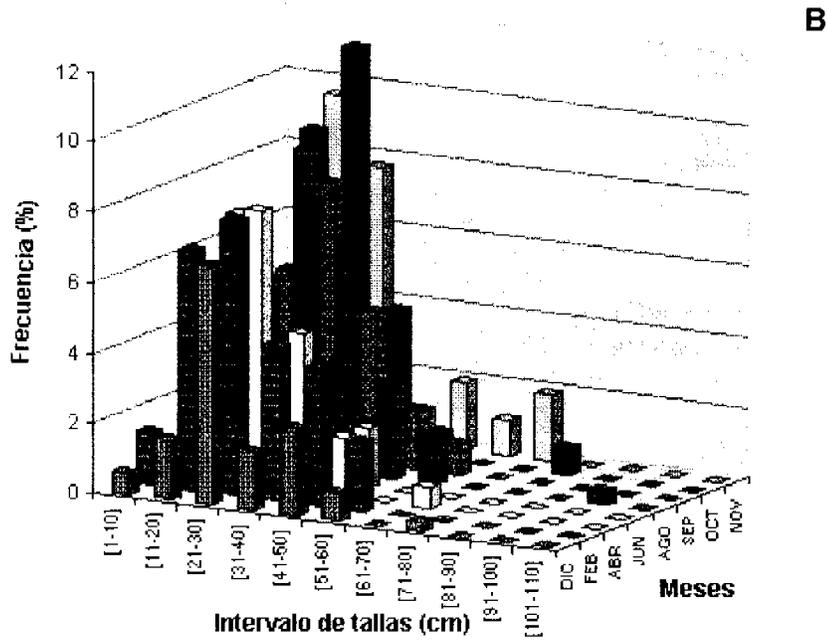
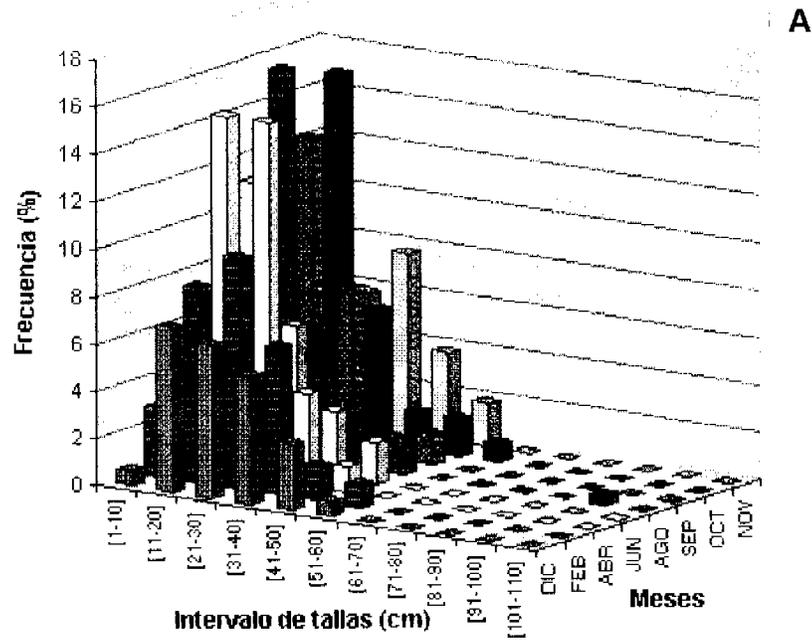


Figura 55. Frecuencia de tallas (%) de las frondas de luga roja muestreadas en la pradera de Fanny. A) Frecuencia de frondas tetrasporicas B) Frecuencia de las frondas cistocarpicas. Se indican los meses muestreados.

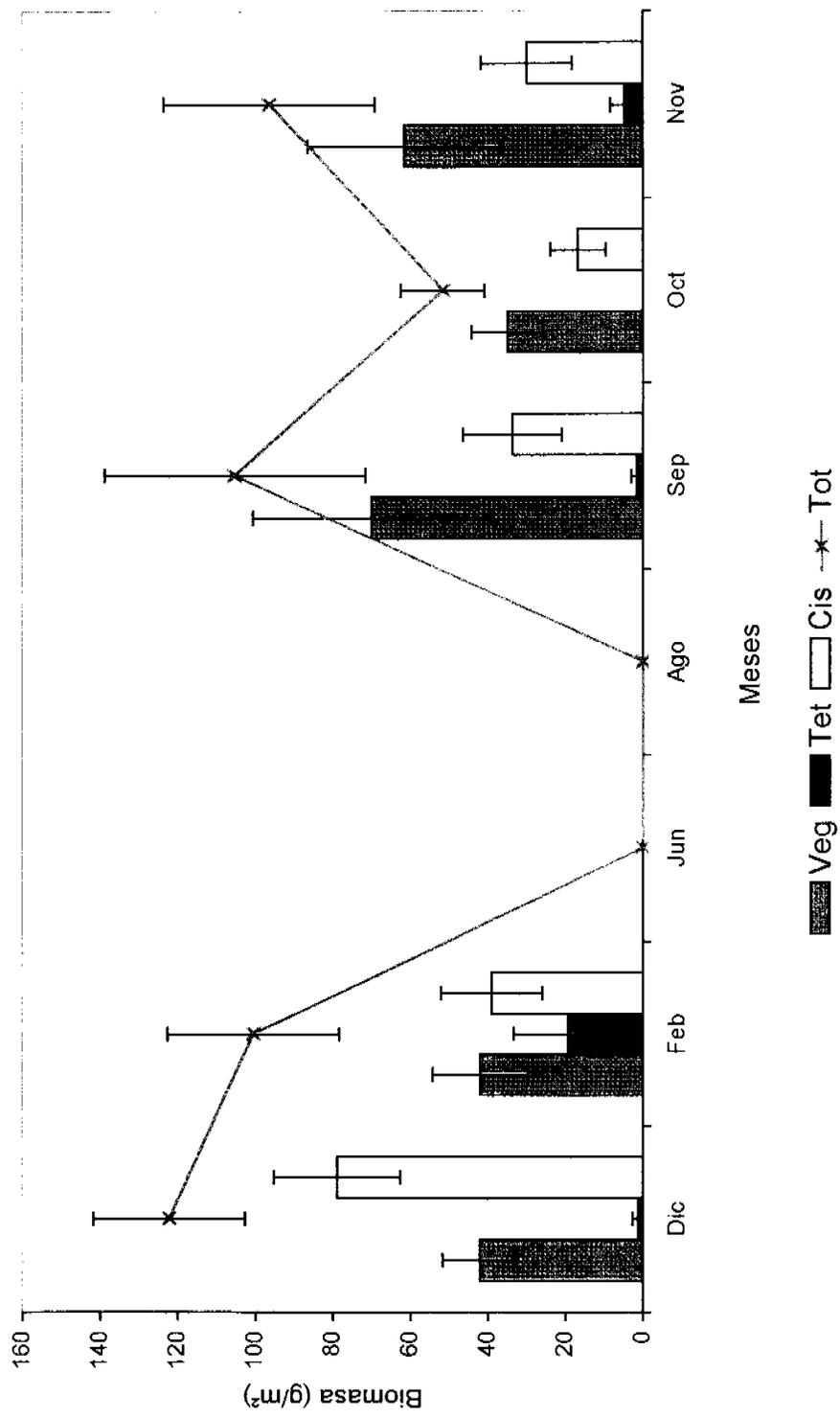


Figura 56. Biomasa total promedio expresada en g/m² de Los Pinos.

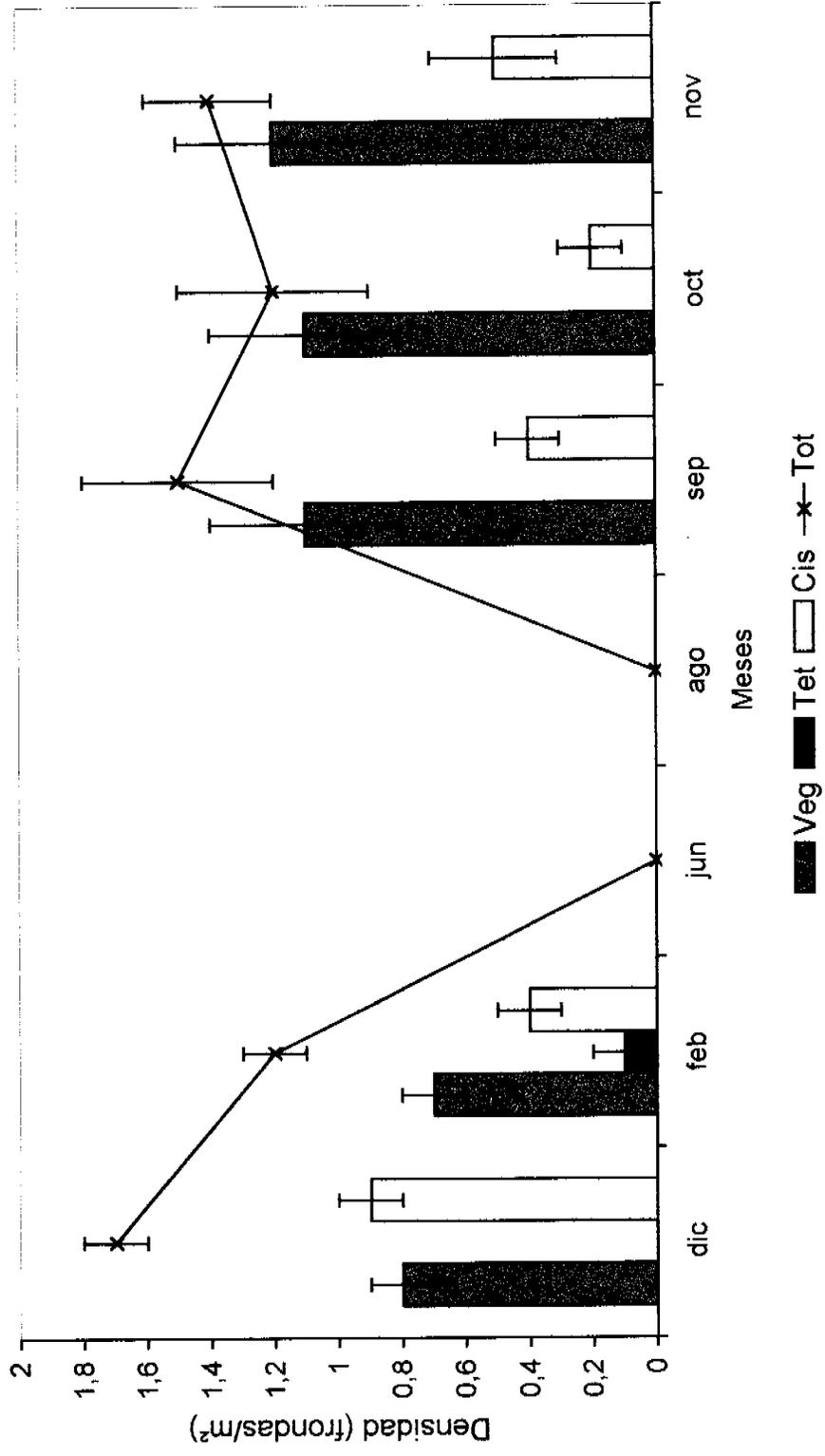


Figura 57. Densidad total promedio expresada como frondas/m² de Los Pinos.

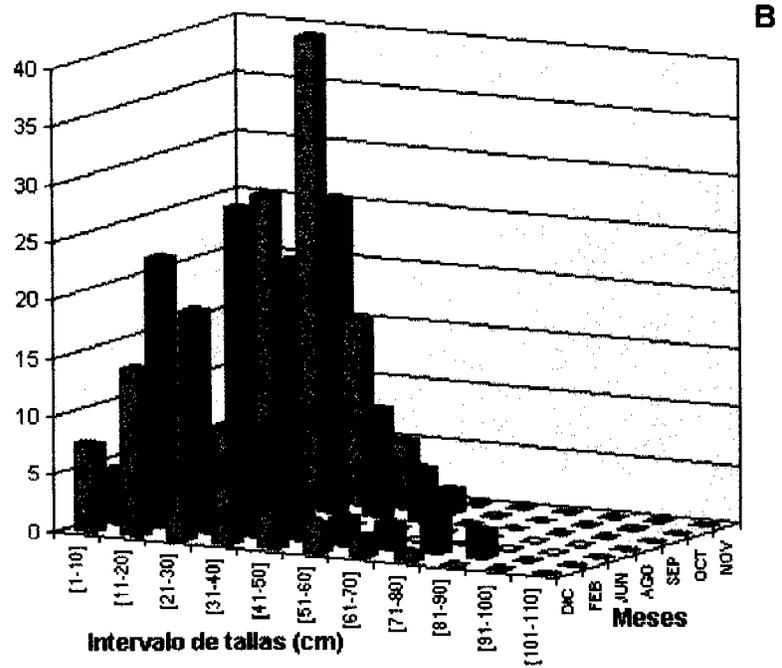
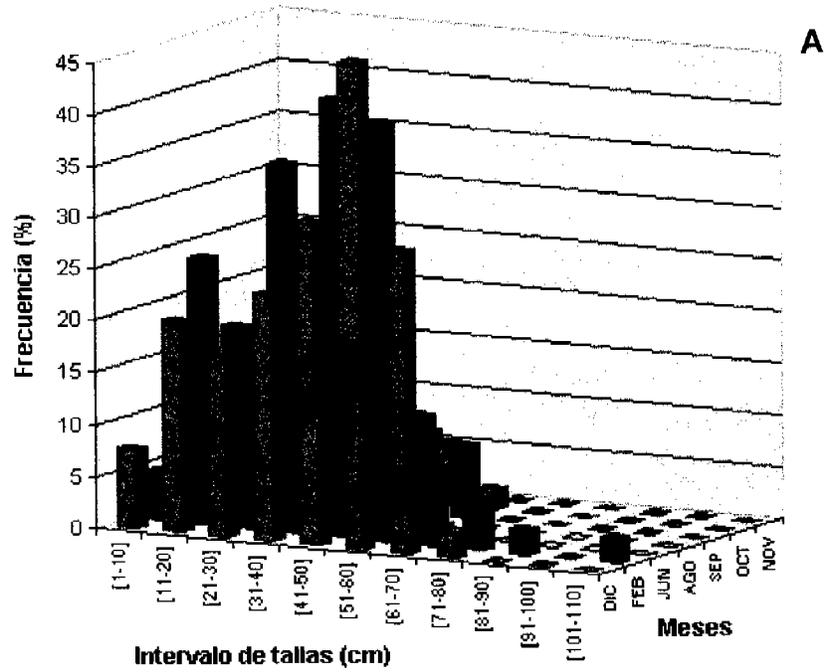


Figura 58. Frecuencia de tallas (%) de las frondas de luga roja muestreadas en la pradera de Los Pinos. A) Frecuencia total que incluye todas las fases B) Frecuencia de las frondas vegetativas.

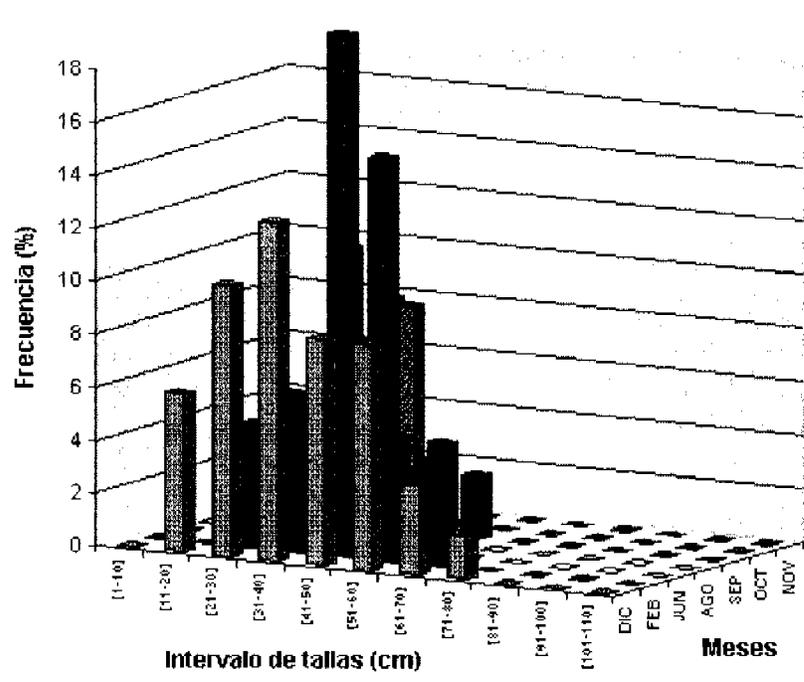
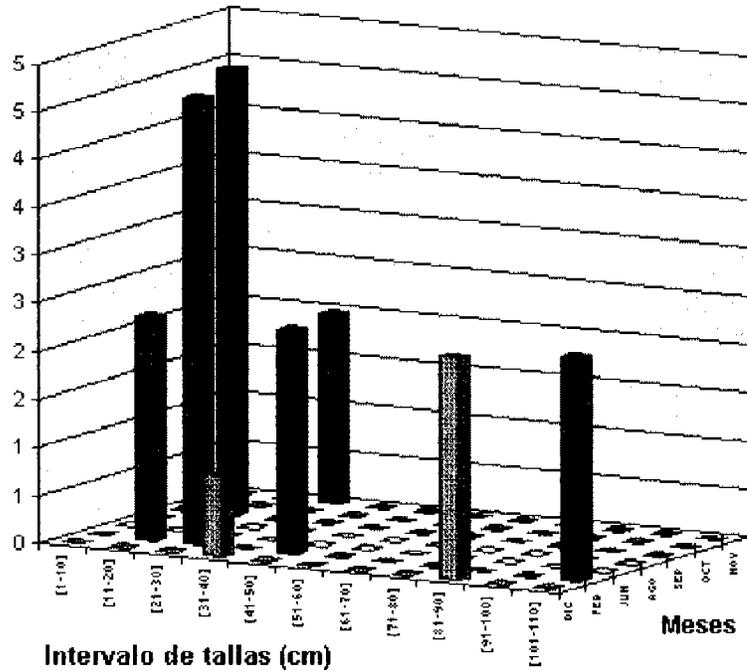


Figura 59. Frecuencia de tallas (%) de las frondas de luga roja muestreadas en la pradera de Los Pinos. A) Frecuencia de frondas tetrasporicas B) Frecuencia de las frondas cistocarpicas. Se indican los meses muestreados.