

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

PORCIENTO DE COBERTURA, TALLA Y ESTADO
REPRODUCTIVO DEL ALGA ROJA *Chondracanthus spinosus*
(Kützing) Guiry EN PUNTA CABRAS, B.C.

TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

OCEANÓLOGO

PRESENTA

Mayra Giovanna Guadarrama Villalobos

Ensenada, B.C. Junio de 1998


**PORCIENTO DE COBERTURA, TALLA Y ESTADO
REPRODUCTIVO DEL ALGA ROJA *Chondracanthus spinosus*
(KÜTZING) GUIRY EN PUNTA CABRAS, B. C.**

**TESIS
QUE PRESENTA:
MAYRA GIOVANNA GUADARRAMA VILLALOBOS**

APROBADA POR:



M.C. María Guadalupe García Lepe
Directora



M.C. Guillermo Ballesteros Grijalva
Sinodal



M.C. Felipe Correa Díaz
Sinodal

DEDICATORIA

A Dios por permitirme ser y hacer todo lo que he querido en la vida.

A mi padre que, aunque no está físicamente conmigo, vive en mí y es mi mejor ejemplo.

A mi madre a quien le debo todo lo que soy y para quien la palabra gracias se queda corta. No existen palabras para expresarte cuanto te quiero.

A mis hermanos: Rafael, Jesús, Lupita, Fabiola, Marcela y a mi gemela Jesica por compartir conmigo todos mis retos e ilusiones y preocuparse tanto por mí. Los quiero muchísimo.

A Héctor por permitirme ser parte de su vida, apoyarme y ayudarme en todo. Eres el amor de mi vida.

A mi bebita Madián quien, a pesar de ser tan pequeña, me ha enseñado lo más hermoso de esta vida: ser madre.

A Tere, Sonia, Carlos, Malpica y todos mis sobrinos (Laura, Humberto, Alberto, Adriana, Ananza, Iván, Estefany, Daniela y Andrea) porque, sin tener la obligación, se preocuparon por mí y me apoyaron durante toda la carrera.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Baja California y a la Facultad de Ciencias Marinas, por todo lo que aprendí durante estos cinco años.

A todos mis profesores que me tuvieron mucha paciencia y compartieron conmigo sus conocimientos, especialmente a Irma Soria, Dora Waumman, Antonio Trujillo, Francisco Ley Lou y Jorge Ledezma, porque su enseñanza y apoyo no se restringió a las aulas.

A mi directora de tesis, Lupita de Ballesteros, por haberme aceptado como su tesista, por su gran paciencia, apoyo y orientación durante la realización de la presente, por prestarme su computadora y por ser una ejemplar persona.

A mis sinodales M.C. Guillermo Ballesteros y M.C. Felipe Correa por sus acertados consejos y disposición durante la elaboración de la tesis.

A Yunuén Canedo López, porque siempre se preocupó por mí, me escuchó y aconsejó como una hermana.

A Norma Ramos Delgado, por ser una verdadera amiga, por su sinceridad, paciencia y buena voluntad durante estos cinco años, pero sobre todo por hacer de los laboratorios de química toda una aventura.

A Nancy Pérez Morga, por su gran amistad, paciencia, buenos consejos y por haberme ayudado tanto en mis materias.

A Claudia Espinoza Villegas, por ser una amiga incondicional, con un gran corazón, que me hizo pasar muchos ratos agradables.

A Juan Flores Trujillo y Sergio Curiel Ramírez, con quienes pase momentos inolvidables, por preocuparse por mí, cuidarme y aconsejarme como verdaderos hermanos.

A Laura Zizumbo y Fernando Garza por su incondicional amistad y ayuda durante la realización de mi servicio social y de la tesis.

A cada uno de los crudaceos por hacerme pasar tantos ratos agradables, especialmente a Nachito, Alfredo, Lalo y Jesús que tanto me ayudaron en los dos últimos semestres.

A Ensenada y su gente, por su hospitalidad, pero sobre todo porque en ésta tierra lejana aprendí a disfrutar la vida.

ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
HIPÓTESIS	7
OBJETIVO	7
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	7
MATERIALES Y MÉTODOS	9
RESULTADOS	11
DISCUSIONES	21
CONCLUSIONES	27
LITERATURA CITADA	28
ANEXO 1	32
ANEXO 2	33

RESUMEN.

En los meses de junio, julio, octubre, y diciembre de 1996 así como febrero y mayo de 1997, se estudió una población de *Chondracanthus spinosus* (Kützing) Guiry, localizada en Puntas Cabras, Baja California, México, para determinar su porcentaje de cobertura, talla, estructura de talla y fenología reproductiva a lo largo de un ciclo anual. El porcentaje de cobertura se determinó con 36 cuadrantes de 1 m² en seis transectos de acuerdo a lo descrito por Dawes (1986). Para determinar la talla se colectaron 120 plantas que se midieron en centímetros y en función de los tamaños se clasificaron en 49 clases de tamaño, con sus respectivas tasas de crecimiento (k) de acuerdo al método de Petersen (Ricker, 1975). Las 120 plantas se separaron en tetraspóricas, cistocárpicas, masculinas y vegetativas. Con los datos obtenidos de porcentaje de cobertura y talla, se realizaron pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis, y de Tukey para determinar la existencia de diferencias temporales entre los muestreos. Se encontró que el mayor porcentaje de cobertura se alcanzó a finales de primavera, con una media 46.9% y el menor en otoño con una media de 8.4%. La talla máxima (129 cm) se alcanzó en verano, con una media de 53.2 cm y la mínima (6 cm) se registró en otoño, con una media de 20.5 cm. Se encontraron plantas con tallas mayores a las máximas registradas por Abbott y Hollenberg (1976) de 40 cm y Urbietta-González (1982) de 52 cm. Las tasas de crecimiento mayores se registraron

en otoño e invierno en clases de tamaño menores, mientras que las menores, se registraron en primavera-verano en clases de tamaño mayores, los valores negativos de k se observaron en verano-otoño, con una disminución del porcentaje de clases mayores, debido a la presencia de oleaje de tormentas y depositación de arena. La fase tetraspórica predominó durante la mayoría del período de muestreo, seguida de las plantas vegetativas, cistocórpicas y masculinas. A excepción de la fase masculina, las demás fases reproductivas estuvieron presentes durante todo el período de muestreo.

INTRODUCCIÓN.

En Baja California existen varias especies de algas rojas, del Orden Gigartinales de la División Rhodophyta (Abbott y Hollenberg, 1976), que tienen carragenano y que potencialmente pueden ser explotadas para la producción de este ficocoloide, que se utiliza industrialmente como aditivo con cualidades de espesante, estabilizador de emulsiones y agente gelificante. Sin embargo, hasta la fecha en México sólo se ha explotado en mantos naturales desde 1966, la carragenofita *Chondracanthus canaliculatus*.

El resto de las carragenofitas que se encuentran en la costa del Pacífico del estado de Baja California, se caracterizan por presentarse, en el medio natural, en forma de pequeños parches con baja densidad, lo que no justifica su explotación directa. Sin embargo, estas especies tienen un potencial importante para la selección de cepas que posibiliten la instalación de cultivos a gran escala; de manera que, la producción así obtenida sea atractiva por su cantidad y calidad de ficocoloide. Una de estas especies es *Chondracanthus spinosus* (Kützlin) Guiry. Esto significaría empleo a personal de la región tanto en la zona de cultivo, como en la industria de la extracción. Con la disponibilidad de carragenano para nuestro país, se evitaría su importación, la cual en la actualidad asciende a 14 millones de dólares al año (Zertuche-González, 1996). Además debe de considerarse la factibilidad de competir en el mercado extranjero de este ficocoloide que tiene una gran demanda a nivel

mundial. Sin embargo, el establecimiento de una industria que se dedique a la extracción de carragenanos, requiere de información sobre la disponibilidad de materia prima suficiente para su sostenimiento (Zertuche-González, 1996). Esta información sólo puede obtenerse a través del estudio, programado por etapas, de las especies que producen este ficocoloide.

Para poder llevar a cabo la explotación racional de estos recursos se requiere de información básica de algunos atributos poblacionales como la variación anual de su abundancia, talla, reproducción vegetativa y por esporas (Poblete *et al.*, 1985).

El porcentaje de cobertura, como una medida de la abundancia, y la talla son dos atributos básicos para el conocimiento demográfico de una población. En el siguiente orden de importancia está la fenología, esto es, la proporción que existe entre las fases de su ciclo de reproducción por alternancia de generaciones (cistocárpicas, masculinas, tetraspóricas y vegetativas o inmaduras). Otros aspectos importantes para avanzar en el conocimiento de estas poblaciones, con fines de manejo y cultivo, son: la época y tipo de reproducción ya sea por esporas o vegetativa.

C. spinosus se distribuye desde Monterey, California, EUA hasta Isla Magdalena, Baja California Sur, México. Presenta un talo pesado, grueso, de color púrpura al negro rojizo, crece en delgados manojos aislados sobre estipes cortos, frecuentemente divididos dicotómicamente o unilateralmente (Fig. 1). Las papilas superficiales decurrentes hacia arriba, las papilas tetrasporangiales

y espermatangiales son simples; las papilas cistocárpicas se dividen muchas veces, nacen a lo largo de los márgenes de las caras planas de las láminas, cada papila con 3-5 cistocarpos (Abbott y Hollenberg, 1976).

Los estudios de esta alga que se han realizado hasta ahora, se restringen a su descripción taxonómica, distribución y caracterización puntual de carragenanos (Urbieta-González, 1982; Correa-Díaz, *et al.*, 1990; McCandless *et al.*, 1989; Aguilar-Rosas y Aguilar-Rosas, 1994), por lo que existe una gran necesidad de estudiar su ecología a lo largo del tiempo.

En el área de este estudio, Punta Cabras, B. C. se ha observado la ocurrencia de esta alga en el mesolitoral inferior, generalmente asociada al pasto marino *Phyllospadix* sp, con una talla máxima de 52 cm de longitud. Se ha reportado la presencia de plantas cistocárpicas durante todo el año y tetraspóricas principalmente en agosto (Urbieta-González, 1982).

El estudio programado de los atributos poblacionales de esta especie, proveerá de información sobre su disponibilidad para la selección de cepas que posibiliten su cultivo.

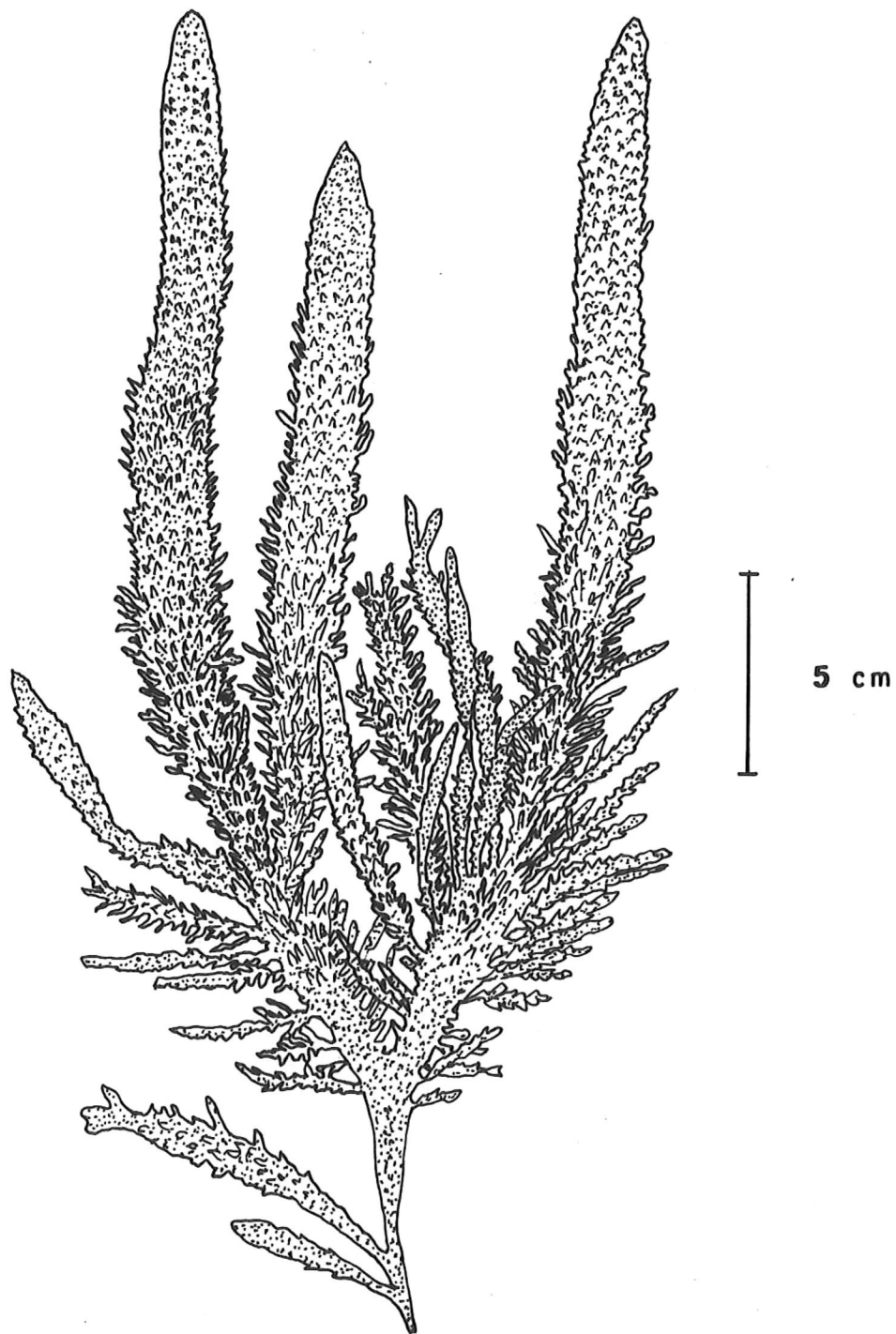


Fig. 1.- Chondracanthus spinosus (Kützlin) Guiry .
En sinonimia con Gigartina spinosa (Tomado
de Abbott y Hollenberg , 1976).

HIPÓTESIS.

Con base en estudios realizados en especies similares, se espera que los atributos poblacionales a estudiar varíen a lo largo de un ciclo anual. Respecto al porcentaje de cobertura y las tallas mayores se piensa que se presentarán en primavera-verano y las menores en otoño-invierno. Mientras que la fenología reproductiva presentará las plantas cistocárpicas más abundantes en los meses fríos (otoño-invierno) y las tetraspóricas en los meses cálidos (primavera-verano).

OBJETIVO.

Determinar a lo largo de un ciclo anual los siguientes atributos poblacionales de *C. spinosus*: porcentaje de cobertura, talla promedio, estructura de tallas, así como su fenología reproductiva.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

El área de estudio se encuentra localizada en Punta Cabras, en la costa del Ejido Eréndira, Baja California, a los 31°20'11" de latitud N y a los 116°28'22" de longitud O, a 80 Km al sur de Ensenada (Fig. 2).

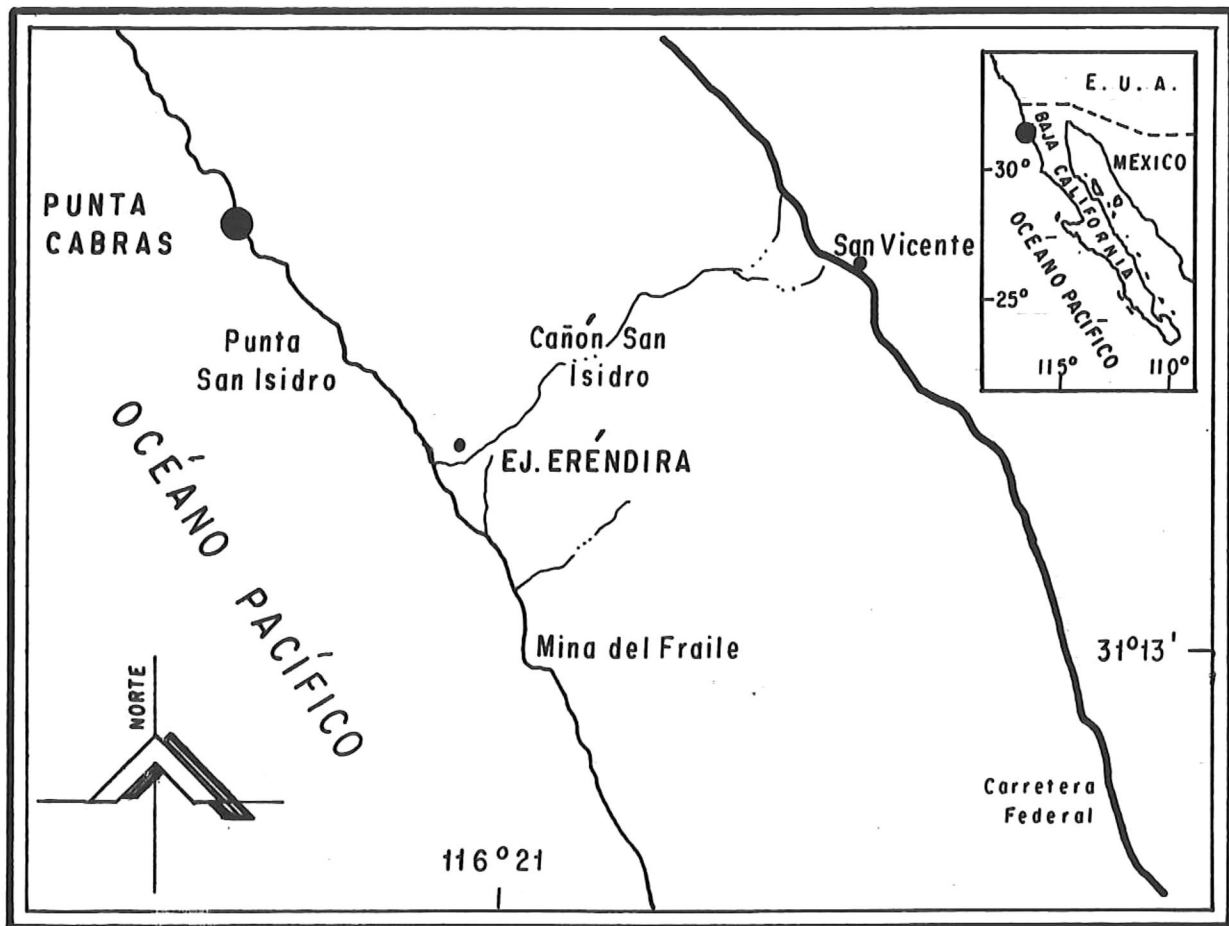


Figura 2. Localización del área de estudio. ●

Se caracteriza por ser una zona rocosa constituida, en el mesolitoral superior, por arenisca y rocas sedimentarias, en la parte media y baja del mesolitoral se encuentran playas de bolsillo con la presencia de canales y pozas de marea, algunas áreas están protegidas, por lo que se observa depositación de arena (Urbieta-González, 1982). Está expuesta a la acción del oleaje fuerte (paralelo a la costa) y tormentas (otoño-invierno), además se presentan surgencias intensas (marzo-agosto) que disminuyen la temperatura del agua y aumentan la concentración de nutrimentos esenciales para la fotosíntesis (Fernández-Mejía y Aldeco-Ramírez, 1981).

MATERIALES Y MÉTODOS.

El área de muestreo es una playa de bolsillo con fondo rocoso-arenoso, fue delimitada en función de la distribución y tamaño de las plantas de la especie en un viaje de prospección efectuado en marzo de 1996.

Los muestreos se realizaron a lo largo de un ciclo anual, en los meses de junio, julio, octubre y diciembre de 1996, así como febrero y mayo de 1997.

Para determinar el porcentaje de cobertura se colocaron seis transectos perpendiculares a la costa, con una longitud de 10 m cada uno y con una separación de 1 m entre sí. Los transectos fueron colocados en el mismo lugar en cada muestreo, mediante el uso de puntos fijos en la costa. En cada transecto se muestrearon seis cuadrantes colocados en sitios seleccionados

con números aleatorios, cada cuadrante de PVC del 1 m² se dividió, con separadores de cuerda, en cien cuadros de 10 cm². De acuerdo al número de cruces internos (81) en donde se presentó la planta, se calculó el porcentaje de cobertura de cada uno de los cuadrantes, según lo descrito por Dawes (1986).

Para determinar la talla se colectaron al azar, fuera del área marcada para el porcentaje de cobertura, 120 plantas (manojos) a las que posteriormente se les midió la longitud en centímetros de la fronda más larga, con una regla graduada de hasta 0.5 cm de exactitud. En función de los tamaños que presentaron las plantas a lo largo del año se clasificaron en 49 clases de tamaño, que fueron establecidas cada 1.9 cm, desde la clase 1, de 6 a 7.9 cm hasta la clase 49, que comprende a las plantas ≥ 102 cm, con el fin de obtener la máxima sensibilidad modal de las curvas mensuales y sus respectivas tasas de crecimiento (k) de acuerdo al método de Petersen (Ricker, 1975).

Para conocer la fenología reproductiva, a estas mismas 120 plantas, se les determinó el estado reproductivo con un microscopio estereoscópico. Las muestras se definieron como tetraspóricas, cistocárpicas (gametofito femenino), masculinas (gametofito masculino) y vegetativas, correspondiendo estas últimas a plantas que no presentaron estructuras reproductivas.

Debido a que los datos de porcentaje de cobertura y talla no presentaron normalidad ni homogeneidad de varianzas, se les aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, para determinar la existencia de diferencias temporales entre los muestreos. Posteriormente se utilizó la prueba "post hoc"

de Tukey de diferencia de rangos, para determinar en qué meses se presentaron estas diferencias. Para el análisis de Kruskal-Wallis se usó el paquete estadístico Statistica versión 4.5 y el análisis de Tukey se realizó manualmente (Zar, 1974)

RESULTADOS.

Los resultados de por ciento de cobertura mostraron una curva monomodal con un valor máximo a finales de primavera (junio de 1996), con una media de 46.9%, que descendió durante el verano (julio de 1996) y que alcanzó el mínimo a mediados de otoño (octubre de 1996), con una media de 8.4%, se recuperó de finales de otoño a la primavera del siguiente año (diciembre de 1996, febrero y mayo de 1997) (Fig. 3).

Los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis practicada reveló diferencias significativas ($p=0.000$), por lo que se realizó la prueba "post hoc" no paramétrica de Tukey, de diferencia de rangos, para determinar entre qué meses se presentaron estas diferencias (Anexo 1). Este análisis mostró que el por ciento de cobertura de finales de primavera de 1996 (junio), con una mediana de 46.9%, fue diferente a los demás meses a excepción del correspondiente a primavera de 1997 (mayo), cuya media fue de 34.9%, mientras que otoño de 1996 (octubre), con una media de 8.4%, presentó

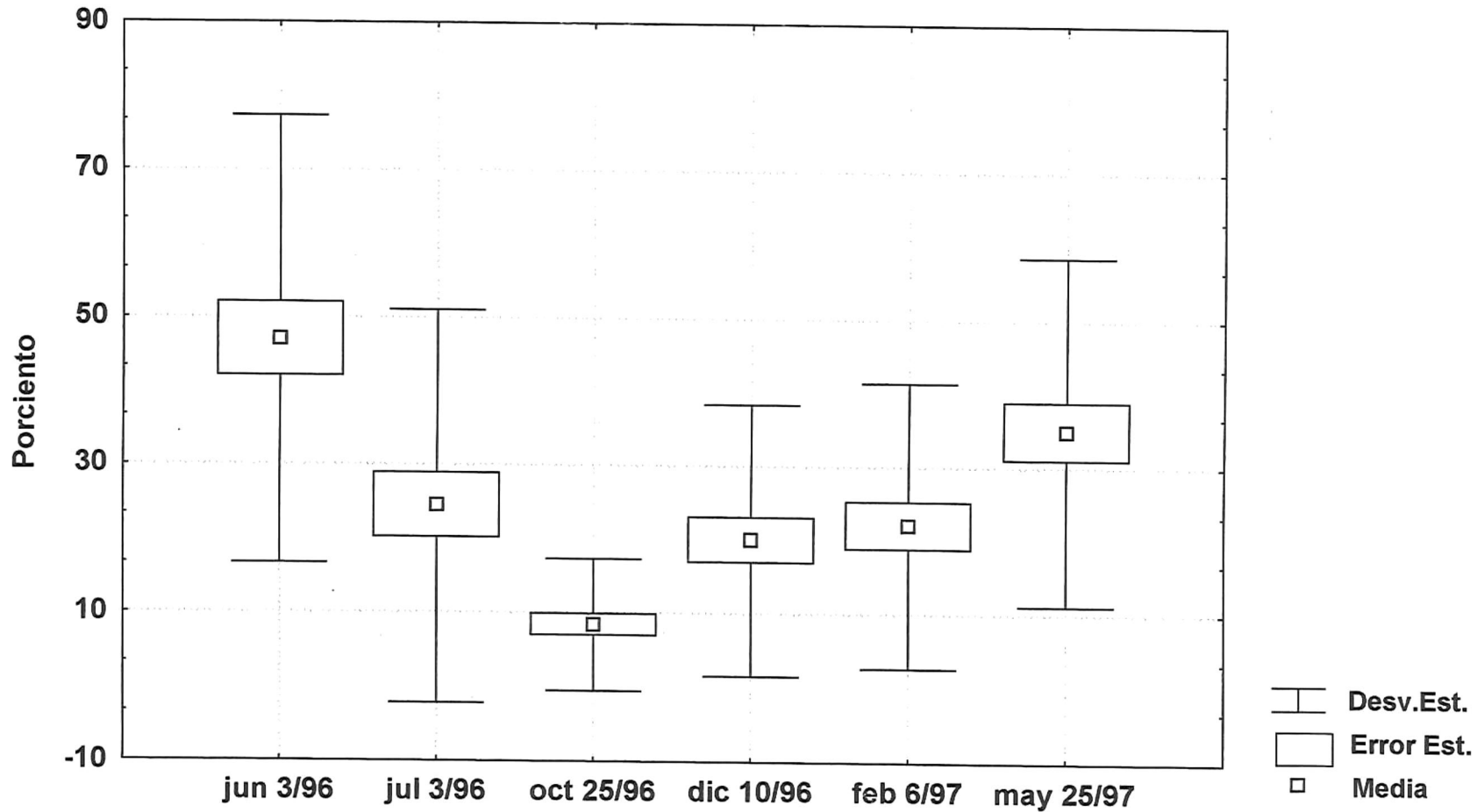


Fig. 3 Porcentaje de cobertura a lo largo del período de muestreo de *Chondracanthus spinosus*

diferencias con invierno y primavera de 1997 (febrero y mayo), cuyas medias fueron de 22.0% y 34.9% respectivamente. El análisis mostró la presencia de los siguientes grupos homogéneos: primavera de 1996 (junio) con primavera de 1997 (mayo); verano de 1996 (julio) con otoño de 1996 (octubre y diciembre), finales de invierno de 1997 (febrero) y primavera de 1997 (mayo); otoño con invierno (octubre y diciembre de 1996 y febrero de 1997) y por último finales de invierno de 1997 (febrero) con finales de otoño de 1996 (diciembre) y primavera de 1997 (mayo) (Tabla 1).

El comportamiento de la talla promedio, a lo largo del muestreo, presentó un comportamiento monomodal. La talla máxima (129 cm) se alcanzó a principios de verano (julio de 1996) con una media de 53.2 cm y la talla mínima (6 cm) se observó en otoño (octubre de 1996) con una media de 20.5 cm (Fig. 4). Los resultados de la prueba Kruskal-Wallis mostró la existencia de diferencias significativas ($p=0.000$) por lo que también se aplicó la prueba “*post hoc*” de Tukey (Anexo 2).

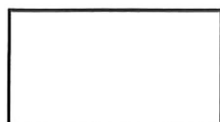
La prueba “*post hoc*” reveló la presencia de los siguientes grupos homogéneos: primavera-verano de 1996 (junio-julio) con la primavera de 1997 (mayo); y por último finales de otoño de 1996 (diciembre) con finales de invierno y primavera de 1997 (febrero y mayo). El otoño de 1996 (octubre) presentó diferencias significativas con el resto de los muestreos (Tabla 2).

Tabla 1.- Meses entre los cuales existen diferencias temporales en el porcentaje de cobertura de *Chondracantus spinosus*.

MES	JUNIO (1996)	JULIO (1996)	OCTUBRE (1996)	DICIEMBRE (1996)	FEBRERO (1997)	MAYO (1997)
JUNIO (1996)		*	*	*	*	
JULIO (1996)						
OCTUBRE (1996)					*	*
DICIEMBRE (1996)						
FEBRERO (1997)						
MAYO (1997)						



Diferentes



Iguales

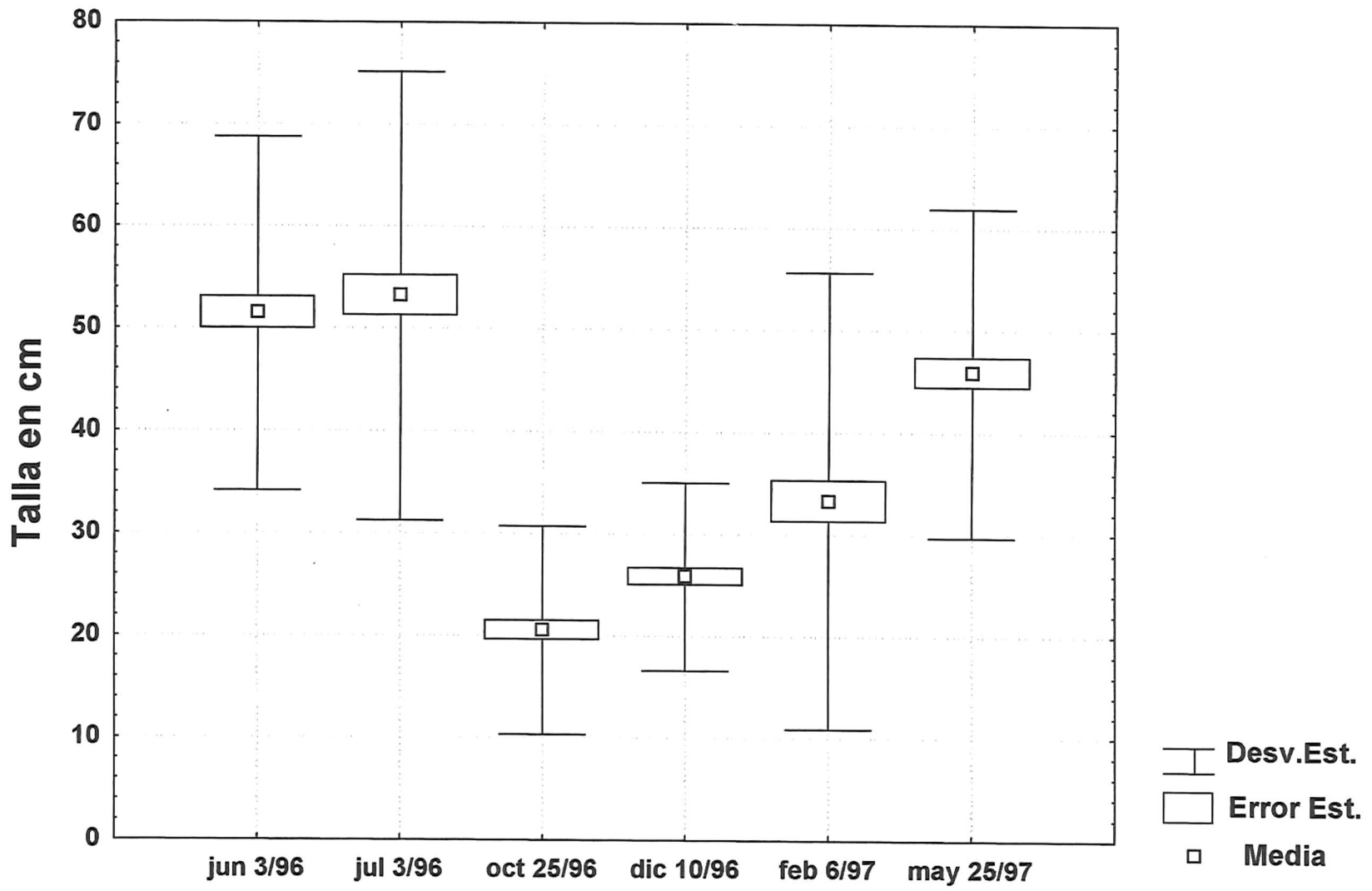
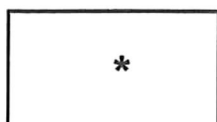


Fig. 4 Talla promedio a lo largo del período de muestreo de *Chondracanthus spinosus*

Tabla 2.- Meses entre los cuales existen diferencias temporales en la talla de *Chondracantus spinosus*.

MES	JUNIO (1996)	JULIO (1996)	OCTUBRE (1996)	DICIEMBRE (1996)	FEBRERO (1997)	MAYO (1997)
JUNIO (1996)			*	*	*	
JULIO (1996)			*	*	*	
OCTUBRE (1996)					*	*
DICIEMBRE (1996)						*
FEBRERO (1997)						*
MAYO (1997)						



Diferentes



Iguales

Las curvas obtenidas con la distribución de frecuencias de las clases de talla establecidas fueron polimodales (Fig. 5) y se observan cuatro diferentes corrimientos de clase: el primero es de primavera a verano de 1996 (junio-julio), con valores de k de -0.06 hasta 0.25 en las clases de la 7 a la 44. El segundo corrimiento va de verano-otoño de 1996 (julio-octubre), donde todas las tasas de crecimiento fueron negativas (-0.12 a -0.08) y se presentaron en las clases de la 3 a la 31. El tercero se presentó de verano de 1996 a invierno de 1997 (octubre-febrero), donde se presentaron los valores de k desde 0.0 hasta 0.29, que fue el valor de k más alto registrado durante el período de muestreo, en las tallas 3 a la 19. El cuarto de invierno a primavera de 1997 (febrero-mayo), con tasas de crecimiento bajas (0 a 0.05) en las tallas 5 a la 31. Las curvas correspondientes a primavera de 1996 (junio) y primavera de 1997 (mayo) presentaron un comportamiento muy similar.

En este estudio estuvieron presentes durante todo el período de muestreo las clases de tamaño de la 8 a la 18 (20 a 41.9 cm). Estas clases dominaron durante los meses de octubre y diciembre de 1996 y febrero de 1997 a excepción de los meses de junio y julio de 1996 y mayo de 1997, donde también se presentaron clases mayores.

La fase tetraspórica predominó durante la mayoría del período de muestreo y presentó un comportamiento bimodal. El primer máximo se alcanzó a finales de primavera (junio de 1996) con el 64.2% de la población y el segundo se registró a finales del otoño (diciembre de 1996), donde representó

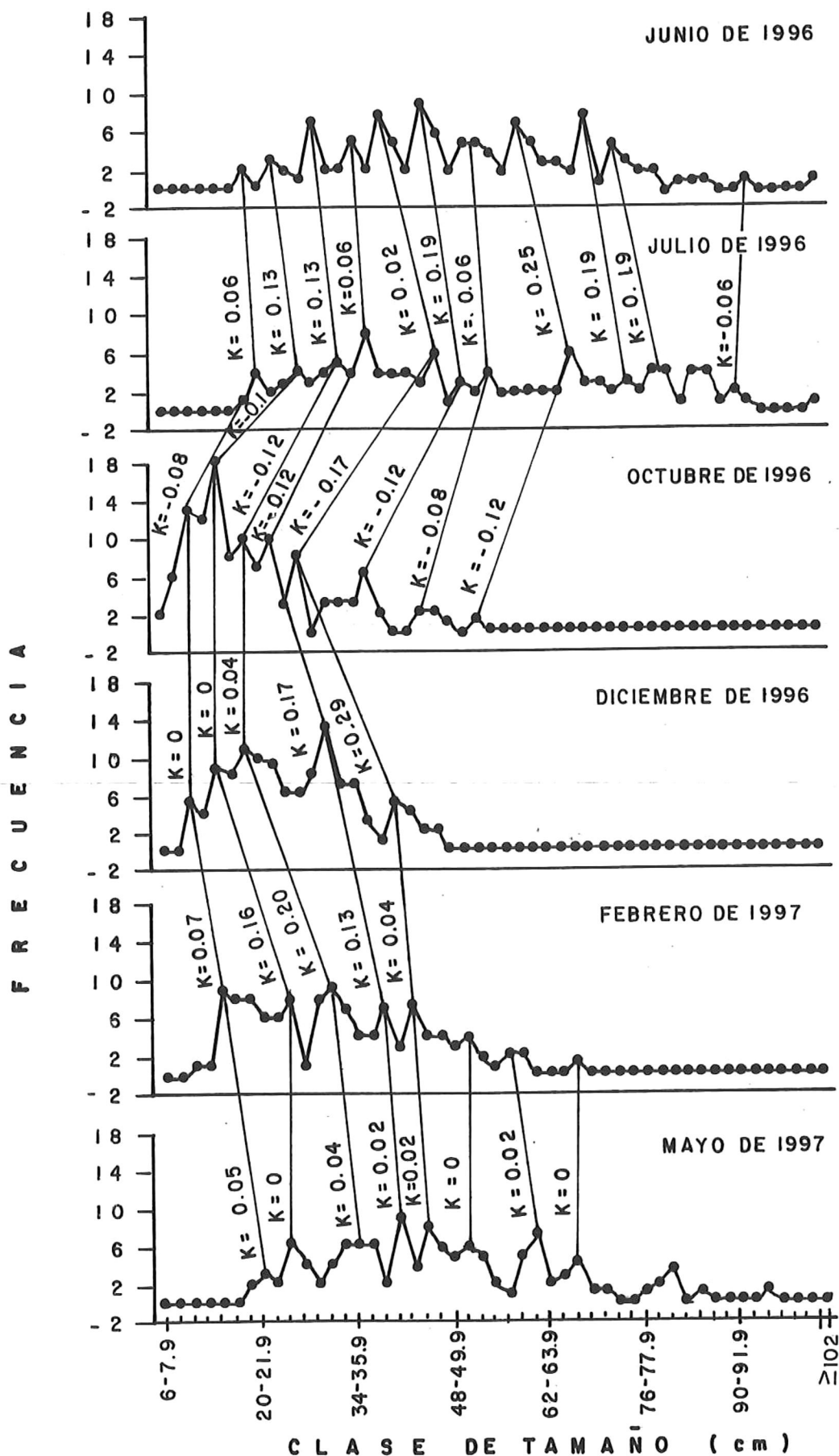


Fig. 5. Frecuencia de las clases de tamaño 1 a la 49 (1.9 cm en cada clase) de la población de Chondracanthus spinosus, con la aplicación del método de Petersen (Ricker, 1975), durante el período de muestreo.

el 80.8% de la población. Los porcentajes mínimos de 37.5% y 31.7%, se registraron en otoño (octubre de 1996) y mediados de primavera del año siguiente (mayo de 1997).

La fase cistocárpica presentó también un comportamiento bimodal, sin embargo, fue menos dominante que la fase tetraspórica y vegetativa, durante la mayoría del período de muestreo, a excepción del mes de mayo de 1997. El primer máximo lo alcanzó en otoño (octubre de 1996) y el segundo en primavera (mayo de 1997), con el 20.8% y 38.3% de la población respectivamente. Los porcentajes mínimos de 11.7% y 5.8%, se presentaron a finales de la primavera (junio de 1996) y finales de otoño (diciembre de 1996). Los porcentajes de las fases cistocárpica y tetraspórica fueron inversas entre sí.

La fase masculina se presentó en menor porcentaje y alcanzó su máximo, que coincidió con el máximo de la fase cistocárpica, en la primavera (mayo de 1997), donde representaron al 10% de la población y registraron porcentajes mínimos de 0% a finales de otoño y mediados de invierno (diciembre de 1996 y febrero de 1997).

La fase vegetativa predominó durante todo el período de muestreo sobre la fase masculina y cistocárpica, a excepción de esta última en la primavera de 1997 (mayo). Registró un comportamiento bimodal, donde el primer máximo se presentó en otoño (octubre de 1996) con el 39.2% y coincidió con el menor porcentaje de la fase tetraspórica. El segundo máximo se registró en invierno (febrero de 1997), donde representó el 30% de la población. Los porcentajes

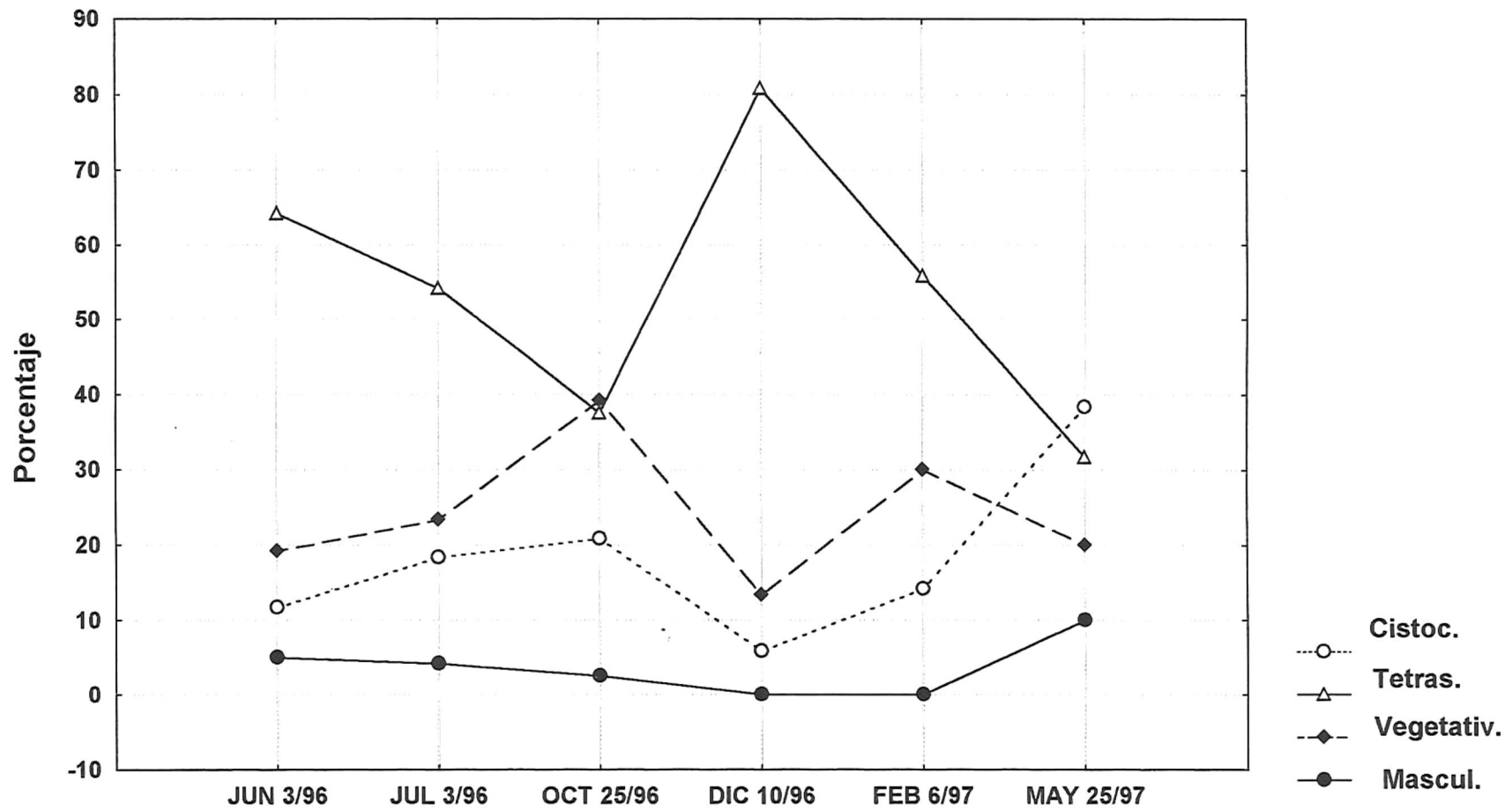


Fig. 6 Fases reproductivas a lo largo del período de muestreo de *Chondracanthus spinosus*

mínimos se registraron a finales de la primavera (junio de 1996) con el 19.6% y finales de otoño (diciembre de 1996) con el 13.3% de la población (Fig. 6).

DISCUSIONES.

El porcentaje de cobertura de la población tuvo una distribución monomodal. Presentó el máximo de cobertura durante los meses de primavera (junio de 1996 y mayo de 1997) y el mínimo en otoño (octubre de 1996), lo que se relaciona directamente con los valores de talla obtenidos, pues la talla máxima se presentó a principios del verano (julio de 1996) y la mínima en otoño (octubre de 1996). La talla máxima obtenida (129 cm) resultó mayor que la reportada por Abbott y Hollenberg (1976) de 40 cm y Urbieta-González (1982) de 52 cm.

Numerosos investigadores han correlacionado los cambios observados en el crecimiento y reproducción de la vegetación algal con las variaciones de algunos factores ambientales, fundamentalmente luz y temperatura, encontrando que los óptimos de crecimiento y reproducción se producen en los meses de verano temprano, cuando los valores de temperatura del agua y de la radiación solar son más altos (Sanntelices, 1977; Mathieson y Burns, 1975; Lobban y Wynne, 1981 y Round, 1981 citados en Poblete *et al.*, 1985).

En este trabajo se postula un comportamiento estacional para *C. spinosus* con valores máximos de cobertura y talla en primavera-verano,

relacionados con la duración del día y la presencia de surgencias intensas, que disminuyen la temperatura del agua y aumentan la concentración de nutrimentos esenciales para la fotosíntesis (Fernández-Mejía y Aldeco-Ramírez, 1981) y con valores mínimos en otoño relacionados con la presencia de oleaje de tormentas y depositación de arena, observada para este período en el área de muestreo, que cubre y erosiona a las plantas, provocando una disminución en su tamaño. Estos resultados concuerdan con lo obtenido por Poblete *et al*, (1985) en estudios de crecimiento y fenología reproductiva de *Iridea ciliata*, donde obtienen un incremento de biomasa correlacionado con el aumento de la radiación solar y el fotoperiodo y una disminución en los valores de biomasa y longitud influenciados por los temporales y marejadas que remueve los talos de la pradera y por la depositación de arena.

Los valores bajos de k obtenidos para los meses de junio-julio de 1996 y febrero-mayo de 1997 indican una etapa de bajo crecimiento, a pesar de que se registran las clases de tamaño mayores. De julio a octubre de 1996 los valores de k llegan a ser negativos y se observa un mayor porcentaje de clases menores y una disminución del porcentaje de clases mayores. Gómez y Westermeier (1991) indican que la estructura de tallas de *Mazzaella laminarioides* está determinada por la pérdida de las frondas más grandes, principalmente durante el otoño e invierno debido a factores ambientales (García-Lepe, 1997). Por lo que los valores de k negativos se pueden deber, por un lado, a la presencia de oleaje de tormentas y por otro, a la depositación

de arena observada en este estudio, que dañan a las plantas en sus partes apicales y producen una inversión de tallas mayores hacia tallas menores. En consecuencia, de octubre de 1996 a febrero de 1997, se obtienen las mayores tasas de crecimiento en clases de tamaño menores, como una respuesta de recuperación de la población y el crecimiento se detiene cuando las plantas alcanzan las tallas mayores, por lo que se obtienen las k menores en primavera-verano (junio-julio de 1996 y febrero-mayo de 1997). Esto coincide con lo obtenido por Hansen y Doyle (1976), para *Iridea cordata*, que obtienen un incremento en la frecuencia de talos en clases de tamaño mayores en primavera, culminando en verano con los talos más grandes, mientras que la distribución de otoño e invierno estuvieron caracterizadas por talos pequeños, es decir la distribución de la primavera muestra un notable incremento en las clases de tamaño, lo cual provococa una predominancia de tallas mayores en verano y una disminución en otoño e invierno. Además estos autores encontraron una relación directa de biomasa con clases de tamaño, lo que concuerda con nuestros resultados de relación directa entre el porcentaje de cobertura y la talla.

Se observa también una falta de reclutamiento en los meses de junio y julio de 1996 y mayo de 1997, evidenciado por la ausencia total de las clases menores, estos períodos coinciden con las épocas de mayor crecimiento y la presencia de tallas mayores.

La fase tetraspórica predominó durante la mayoría del período de muestreo. La fase cistocárpica fue menos dominante que la fase tetraspórica y vegetativa, durante la mayoría del período de muestreo, a excepción del mes de mayo de 1997. La fase masculina no estuvo presente durante todo el período, pues no se observaron plantas masculinas a finales de otoño (diciembre de 1996) ni a finales de invierno (febrero de 1997). Por último, la fase vegetativa predominó durante todo el muestreo sobre la fase masculina y durante la mayoría del muestreo sobre la fase cistocárpica, a excepción de la primavera de 1997 (mayo).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Narasimha-Rao (1995) para las algas rojas de La India, *Bostrychia tenella*, *Caloglossa leprieurii* y *Catenella impudica*, Hansen y Doyle (1976) para *Iridea cordata* y por Rodríguez-Garza (1987) para *Gelidium robustum*, donde la fase tetraspórica fue siempre la más frecuente, seguida de las plantas vegetativas y por último la fase cistocárpica, que tuvo menor representación.

El predominio de la fase tetraspórica ha sido ampliamente reportada en las algas rojas en general (Kain, 1982; Hay y Norris, 1984 y Kain, 1986 citados en Rodríguez-Garza, 1987). Kain (1982) sugirió que la mayor frecuencia de la fase tetraspórica se debía a que la condición diploide está genéticamente mejor capacitada para responder a las presiones del ambiente. Johnstone y Feeney (citados por Rodríguez-Garza, 1987) sugirieron que las carposporas tienen

mayor supervivencia que las tetrasporas, hasta la madurez, lo cual hace que exista un mayor número de plantas tetraspóricas.

Hansen y Doyle (1976) mencionan que la dominancia de las plantas tetraspóricas de *Iridaea cordata*, ha sido atribuida, entre otros a los siguientes factores: alta mortalidad de tetrasporas que evita el establecimiento de fases sexuales; condiciones ambientales adversas; ocupación del sublitoral; y germinación de plantas tetraspóricas.

Por otro lado, los resultados obtenidos con las proporciones de las fases reproductivas, no coinciden con lo observado en *Chondracanthus canaliculatus* por García-Lepe (1995) y Simental-Trinidad (1996) en zonas cercanas al área de estudio, quienes encontraron que la fase cistocárpica fue más abundante en los meses fríos (noviembre a abril) y las tetraspóricas en los meses cálidos (mayo a octubre).

Rodríguez-Garza (1987) menciona que la proporción de fases reproductivas, en algunas especies, depende en gran medida de factores ambientales y de su distribución latitudinal. Dick (1985) en sus trabajos sobre poblaciones de *Iridaea cordata* a lo largo de las costas de Oregon y California, en los Estados Unidos, demostraron que en general la fase tetraspórica dominó en latitudes más al norte y la gametofita en zonas más al sur. El mismo autor también encontró que la abundancia de fases reproductivas dependía de la intensidad del oleaje; encontrándose más plantas gametofitas en un sitio protegido y tetraspóricas en un sitio expuesto (Rodríguez-Garza, 1987) lo cual

observamos en nuestra área de estudio que se caracteriza por ser una zona expuesta.

Resulta difícil comparar los resultados obtenidos en *C. spinosus* con otras especies algales, debido a que no hay información sobre esta especie. Sin embargo, las comparaciones que se hicieron en los párrafos anteriores fueron con especies similares (Gigartinales).

CONCLUSIONES.

- 1) Existieron diferencias temporales en el porcentaje de cobertura y talla de *C. spinosus*.
- 2) La talla máxima observada fue de 129 cm, por lo que se encontraron tallas mayores a las máximas registradas por Abbott y Hollenberg (1976) de 40 cm y Urbietta-González (1982) de 52 cm.
- 3) Se obtuvieron 49 clases de tamaño, de las cuales estuvieron presentes durante todo el período de muestreo las clases de tamaño de la 8 a la 18 (20 a 41.9 cm).
- 4) Las mayores tasas de crecimiento (k) se registraron en otoño e invierno (octubre de 1996 a febrero de 1997) en clases de tamaño menores, mientras que las menores tasas de crecimiento, se registraron en primavera-verano (junio-julio de 1996 y febrero-mayo de 1997) en clases de tamaño mayores.
- 5) Los valores negativos de k se observaron en verano-otoño (julio-octubre de 1996), con una disminución del porcentaje de clases mayores, debido a la presencia de oleaje de tormentas y depositación de arena.
- 6) La fase tetraspórica predominó durante la mayoría del período de muestreo, seguida de las plantas vegetativas, cistocárpicas y masculinas.

LITERATURA CITADA.

- Abbott, I. A. and Hollenberg, G. J. (1976). *Marine Algae of California*. Stanford University Press, Stanford, California, 518 pp.
- Aguilar-Rosas, R. y Aguilar-Rosas, M. A. (1994). Estudio florístico de las algas marinas bentónicas del Ejido San José, Baja California, México. *Ciencias Marinas* 20(4):511-534.
- Correa-Díaz F., Aguilar-Rosas R. y Aguilar-Rosas L. E. (1990). Infrared analysis of eleven carrageenophytes from Baja California, Mexico. *Hydrobiologia* 204/205: 609-614.
- Dawes, C. J. (1986). *Botánica marina*. Limusa, México, D.F., 673 pp.
- Fernández-Mejía, E. y Aldeco-Ramírez J. (1981). Estudio de algunos parámetros hidrológicos en una zona costera del ejido Eréndira, B.C. Tesis profesional, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, B.C., México 44pp.
- García-Lepe, M. G. (1995). Estrategias de permanencia y estudios poblacionales del alga roja *Gigartina canaliculata* Harvey en Baja California, México . Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, B.C., México, 34 pp.

- García-Lepe, M.G., Ballesteros-Grijalva, G., Zertuche-González J.A. y Chee-Barragán A. (1997). Variación anual de talla y fenología reproductiva del alga roja *Chondracanthus canaliculatus* (Hervey) Guiry en Punta San Isidro, Baja California, México. *Ciencias marinas*, 23(4):449-462.
- Gómez, I. y Westermeier, R. (1991). Frond regrowth from basal disc in *Iridea laminarioides* (Rhodophyta, Gigartinales) at Mehuín, southern Chile. *Marine ecology*. 73:83-91.
- Hansen, J. E. (1977). Ecology and natural history of *Iridea cordata* (Gigartinales, Rhodophyta) Growth. *J. Phycol.* 13: 395-402.
- Hansen, J. E. y Doyle, W. T. (1976). Ecology and natural history of *Iridea cordata* (Rhodophyta; Gigartinaceae): population structure. *Journal of phycology*, 12(3):273-278.
- Hannach, G. y Santelices, B. (1985). Ecological differences between the isomorphic reproductive phases of two species of *Iridea* (Rhodophyta:Gigartinales). *Marine Ecology*, 22:291-303.
- Luxoro, C y Santelices, B. (1989). Additional evidence for ecological differences among isomorphic reproductive phases of *Iridea laminarioides* (Rhodophyta: Gigartinales). *J. Phycol.* 25:206-212.
- Nelson, W. A. (1989). Phenology of *Gracilaria sordida* W. Nelson populations. reproductive status, plant and population size. *Botanica marina*. 32:41-51.

- May, G. (1986). Life history variations in a predominantly gametophytic population of *Iridea cordata* (Gigartinaceae, rhodophyta). *J. Phycol.* 22:448-455.
- McCandless, E. L., West, J. A. y Guiry, M. O. (1983). Carrageenan patterns in the Gigartinaceae. *Biochem. Syst. Biol.* 2(3):175-182.
- Narashimha-Rao, Mohan. (1995). Seasonal growth, biomass, and reproductive behavior of three species of red algae in Godavari estuary, India. *J. phycol.* 31: 209-214.
- Poblete, A., Candía, A., Inostroza, I. y Ugarte, R. (1985). Crecimiento y fenología reproductiva de *Iridea ciliata* Kützing, (Rhodophyta, Gigartinales) en una pradera submareal. *Biología Pesquera*, 14: 23-31.
- Simental-Trinidad, J. A. (1996). Estructura de talas de *Chondracanthus canaliculatus* Harvey (Rhodophyta, Gigartinaceae): comparación vertical y temporal en una población de Baja California. Tesis profesional, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada. B.C., México, 33 pp.
- Ricker, W.E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Canada*, 191 pp.
- Rodríguez-Garza, H. y Espinoza-Avalos, J. (1987). Variación de fases reproductivas de *Gelidium robustum* Gard. Holl: y Abbott en 7 mantos algales de la península de Baja California, México. *Inv. Mar.* 3(2): 79-86.

- Santelices, B. y Martínez, E. A. (1997). Hierarchical analysis of reproductive potential in *Mazzaella laminarioides* (Gigartinaceae, Rhodophyta). *Phycologia*. 36(3):195-207.
- Urbietta-González, E. (1982). Estudio estacional de las algas bentónicas de la costa del ejido Erendira, B. C. Tesis profesional, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada. B.C., México, 113 pp.
- Zar, J. H. (1974). *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J., 620 pp.
- Wreede, R. E. y Green, L. (1990). Patterns of gametophyte dominance of *Iridea splendens* (Rhodophyta) in Vancouver Harbour, Vancouver, British Columbia, Canada. *Journal of applied phycology*, 2:27-34.
- Zertuche-González, J. A. (1996). Feasibility for the establishing a carrageenan industry in Mexico. *Hydrobiologia* 326/327: 381-386.

ANEXO 1

Prueba de Tukey realizada al porciento de cobertura:

Tabla 1.- Suma de rangos obtenidos por muestreo.

Mes	Suma de rangos
junio	5515.0
julio	3583.5
octubre	2202.0
diciembre	3493.0
febrero	3751.5
mayo	4891.0

$$SE = \sqrt{\frac{n(nk)(nk+1)}{12}}$$

Comparación	Diferencia de rangos	SE	q	p	q _{0.05, ∞, 6}	Conclusión
junio-octubre	3313.0	374.98	8.83	6	4.096	Se rechaza Ho
junio-diciembre	2022.0	374.98	5.39	5	4.096	Se rechaza Ho
junio-julio	1931.5	374.98	5.5	4	4.096	Se rechaza Ho
junio-febrero	1763.5	374.98	4.70	3	4.096	Se rechaza Ho
junio-mayo	624.0	374.98	1.66	2	4.096	Se acepta Ho
mayo-octubre	2689.0	374.98	7.17	5	4.096	Se rechaza Ho
mayo-diciembre	1398.0	374.98	3.72	4	4.096	Se acepta Ho
mayo-julio	1307.5	374.98	3.48	3	4.096	Se acepta Ho
mayo-febrero	1139.5	374.98	3.03	2	4.096	Se acepta Ho
febrero-octubre	1549.5	374.98	4.13	4	4.096	Se rechaza Ho
febrero-diciembre	258.5	374.98	0.68	3	4.096	Se acepta Ho
febrero-julio	168.0	374.98	0.44	2	4.096	Se acepta Ho
julio-octubre	1381.5	374.98	3.68	3	4.096	Se acepta Ho
julio-diciembre	90.5	374.98	0.24	2	4.096	Se acepta Ho
diciembre-octubre	1291.0	374.98	3.44	2	4.096	Se acepta Ho

ANEXO 2

Prueba de Tukey realizada a la talla:

Tabla 1.- Suma de rangos obtenidos por muestreo.

Mes	Suma de rangos
junio	61274.5
julio	60503.0
octubre	18343.0
diciembre	27461.5
febrero	36517.0
mayo	55461.0

$$SE = \sqrt{\frac{n(nk)(nk+1)}{12}}$$

Comparación	Diferencia de rangos	SE	q	p	q _{0.05, ∞, 6}	Conclusión
junio-octubre	42931.5	2278.42	18.84	6	4.096	Se rechaza Ho
junio-diciembre	33813.0	2278.42	14.84	5	4.096	Se rechaza Ho
junio-febrero	24757.5	2278.42	10.866	4	4.096	Se rechaza Ho
junio-mayo	5813.5	2278.42	2.55	3	4.096	Se acepta Ho
junio-julio	771.5	2278.42	0.338	2	4.096	Se acepta Ho
julio-octubre	42160.0	2278.42	18.504	5	4.096	Se rechaza Ho
julio-diciembre	33041.5	2278.42	14.501	4	4.096	Se rechaza Ho
julio-febrero	23986.0	2278.42	10.527	3	4.096	Se rechaza Ho
julio-mayo	5042.0	2278.42	2.2129	2	4.096	Se acepta Ho
mayo-octubre	37118.0	2278.42	16.291	4	4.096	Se rechaza Ho
mayo-diciembre	27999.5	2278.42	12.28	3	4.096	Se rechaza Ho
mayo-febrero	18944.0	2278.42	8.314	2	4.096	Se rechaza Ho
febrero-octubre	18174.0	2278.42	7.976	3	4.096	Se rechaza Ho
febrero-diciembre	9055.5	2278.42	3.974	2	4.096	Se acepta Ho
diciembre-octubre	9118.5	2278.42	4.002	2	4.096	Se acepta Ho