

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS



"FENOLOGIA REPRODUCTIVA DE *Gigartina canaliculata* Harvey
(GIGARTINALES, RHODOPHYTA), DURANTE UN CICLO ANUAL EN EL
EJIDO ERENDIRA Y POPOTLA, BAJA CALIFORNIA, MEXICO"



T E S I S
QUE PARA OBTENER EL
TITULO DE
OCEANOLOGO
PRESENTA

MANUEL LOPEZ CARRILLO

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA.

SEPTIEMBRE DE 1990

RESUMEN

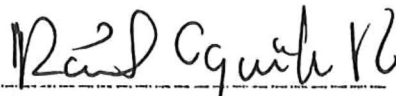
Gigartina canaliculata Harvey representa a un recurso algal marino de gran importancia comercial y económica para Baja California, México. Con el fin de contribuir al conocimiento sobre la biología y ecología reproductiva de *G. canaliculata*, el propósito del presente estudio es llegar a conocer la proporción y cambios en los estados reproductivos y detectar la captación de reclutas sobre un sustrato artificial. Se realizaron muestreos bimensuales a lo largo de un ciclo anual (septiembre 1988-septiembre 1989) en dos estaciones, localizadas en la costa noroccidental de la Península de Baja California, México (Popotla y Ejido Eréndira). Se encontraron plantas reproductivas todo el año, en las dos estaciones. Los valores máximos de fertilidad ocurrieron en verano (julio-septiembre) y valores mínimos en invierno (enero-marzo) en ambas estaciones. Se encontraron diferencias en el predominio de fases reproductivas (plantas cistocárpicas y tetraspóricas) entre las dos estaciones: En Popotla dominaron plantas tetraspóricas y en el Ejido Eréndira plantas cistocárpicas.

En Popotla (Estación semi-protegida), se logró captar reclutas de *G. canaliculata* a los 6 meses de haber introducido el sustrato artificial (noviembre-mayo). De entre los talos desarrollados, se observaron plantas cistocárpicas (plantas gametofitas femeninas fertilizadas) a los 5 meses de haber sido captados (verano). Las tallas promedio alcanzadas fue de 8.25 cm. Por otro lado, en Eréndira (Estación expuesta), no se observaron captaciones de reclutas.

"FENOLOGIA REPRODUCTIVA DE *Gigartina canaliculata* Harvey
(GIGARTINALES RODOPHYTA), DURANTE UN CICLO ANUAL EN EL EJIDO
ERENDIRA Y POPOTLA, BAJA CALIFORNIA, MEXICO"

TESIS
QUE PRESENTA
MANUEL LOPEZ CARRILLO

APROBADO POR:



Presidente del Jurado
OC. Raúl Aguilar Rosas



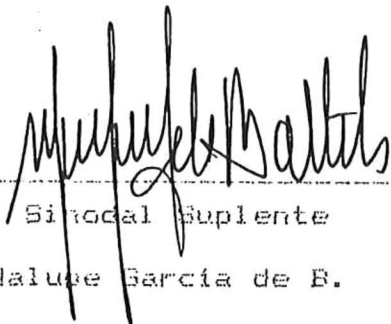
Sinodal Propietario

OC. Guillermo Ballesteros G.



Sinodal Propietario

OC. Isai Pacheco Ruiz



Sinodal Suplente

OC. Guadalupe García de B.



Sinodal Suplente

OC. Luis E. Aguilar Rosas

DEDICATORIA

A mis PADRES Y HERMANOS

Por mantener su confianza, apoyo y
cariño durante todos estos años.

Por su ayuda desinteresada.

M.C. Roberto Millán Nuñez.

Al Sr. José Aguilar y a su esposa Isabel.

A mis Maestros e inseparables Amigos de la Facultad.

AGREDICIMIENTOS

Agradezco plenamente a mi director de tesis OC. Raúl Aguilar Rosas por su enseñanza en la elaboración de mi trabajo de tesis, por sus consejos y amistad.

Al director del proyecto OC. Guillermo Ballesteros Grijalva por su amistad brindada a lo largo de mi carrera y por las facilidades otorgadas para la realización del presente trabajo.

A mis sinodales:

OC. Guillermo Ballesteros Grijalva
OC. Isai Pacheco Ruiz
OC. Luis E. Aguilar Rosas
OC. Guadalupe García de Ballesteros

Por las sugerencias e indicaciones para mejorar este trabajo de tesis.

Mi agradecimiento al compañero Ricardo Barriga por recomendarme ante los directores del proyecto y tesis para que realizara yo este trabajo de tesis. A mis compañeros; Alberto Machado Galindo, Rodolfo Guanes Mercado, David Conal True y Jose Alvarez Castillo por facilitarme los programas y asesorarme en el manejo de estos.

INDICE

1.0.- Introducción.....	1
1.1.- Generalidades	1
1.2.- Objetivos	4
2.0.- Localización y descripción del área de estudio	5
3.0.- Materiales y Metodos	5
3.1.- Fenología reproductiva	5
3.2.- Reclutamiento	8
4.0.- Resultados	11
4.1.- Fenología reproductiva.....	11
4.2.- Reclutamiento	16
5.0.- Discusiones	19
5.1.- Fenología reproductiva	19
5.2.- Reclutamiento	21
6.0.- Conclusiones	23
Literatura Citada	24
Anexo	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.- Localización del área de estudio y Estaciones de muestreo.	6
Figura 2.- Caracterización de la unidad alga de <i>Gigartina canaliculata</i>	9
Figura 3.- Sustrato artificial utilizado para la captación y desarrollo de reclutas de <i>Gigartina canaliculata</i>	10
Figura 4.- Densidad y número de plantas en reproducción/m ² de <i>Gigartina canaliculata</i> durante el periodo de muestreo en Popotla.	12
Figura 5.- Densidad y número de plantas en reproducción/m ² de <i>Gigartina canaliculata</i> durante el periodo de muestreo en el Ejido Erendira.	13
Figura 6a,b,c.- Proporción de las plantas cistocárpicas, tetraspóricas y estériles de <i>G. canaliculata</i> durante el periodo de muestreo en Popotla.	14
Figura 7a,b,c.- Proporción de las plantas cistocárpicas, tetraspóricas y estériles de <i>G. canaliculata</i> durante el periodo de muestreo en Ejido Erendira.	15

LISTA DE TABLAS

TABLA I. Temperaturas en °C registradas durante el ciclo en Popotla y Eréndira 17

TABLA II. Aparición de reclutas de *Gigartina canaliculata* en sustratos artificiales (bloques de concreto) durante cuatro bimestres en Popotla. 19

I.0 .- INTRODUCCION

1.1 GENERALIDADES

En Baja California, se ha incrementado el interés en estudiar las algas que poseen ficocoloides, debido a la importancia económica que representan para la región y el país; además de ser un recurso renovable portador de divisas (Molina-Martínez, 1986). Una de las principales especies que está siendo sometida a explotación es *Gigartina canaliculata* Harvey (Guzmán del Pró, et al., 1986). Esta especie empezó a explotarse en el área de Baja California en el año de 1966, desde entonces, su cosecha representa materia prima de exportación, abasteciendo la industria de los carragenanos de los Estados Unidos de América y eventualmente exportada a países orientales y europeos. En 1966, la exportación de *G. canaliculata* se vio incrementada hasta alcanzar volúmenes superiores a las mil toneladas en peso seco. A partir de 1977 y 1979, se ha tenido un descenso en los niveles de producción, debido a la intensidad del esfuerzo pesquero y al establecimiento de campos turísticos, que han impedido a los pescadores gigartineros el acceso a los campos pesqueros (Molina-Martínez, 1986).

Debido a la gran importancia comercial que tiene *G. canaliculata* como fuente de materia prima para la

extracción de carragenano (Santos, 1980), recientemente se han llevado a cabo estudios relacionados con la ecología (Sousa, 1979; Abbott, 1980; Guzmán del Prado et al., 1986; Labastida-Wood, 1988; Chauvet-Allard, 1989; Ballesteros-Grijalva, et al., 1990), química (Santos, 1980; Ballesteros-Grijalva, et al., 1990; Rivera-Carro, 1987 y Sánchez-Rodríguez, 1989), cultivo y viabilidad de esporas (García-Esquivel, 1986; Pacheco-Ruiz, et al., 1987; Estavillo-Saucedo, 1988; Mc Carthy-Ramírez, 1988; González-Gómez, 1988; Pacheco-Ruiz, et al., 1989) de *Gigartina canaliculata* en California y Baja California.

A pesar de que existen estudios relacionados con la biología, ecología y química de *G. canaliculata*, uno de los aspectos que no ha recibido la debida importancia es la fenología reproductiva de esta alga (Guzmán del Prado, et al., 1986). La escasa información que se tiene sobre la fenología reproductiva en Baja California, se ha generado a partir de trabajos no enfocados directamente con este objetivo. Guzmán del Prado, et al., (1986), reportan en general para la costa occidental de la península de Baja California, que durante la época de primavera (marzo-mayo) se manifiesta de manera más frecuente la presencia de plantas gametofitas y en el verano las plantas tetraspóricas son las que dominan con talos muy ramificados. Por otro lado, Labastida (1989) y Ballesteros-

Grijalva, et al., (1990), al realizar un estudio sobre la variación estacional de plantas gametofitas femeninas maduras (plantas cistocárpicas) y material estéril (compuesto de plantas tetrasporóicas, gametofitas masculinas y esteriles), en el ejido Eréndira y Popotla, Baja California; encontraron que las plantas gametofitas femeninas dominan en el verano y otoño, para ambas estaciones.

Abbott (1980) al estimar la abundancia por fase reproductivas de *G. canaliculata* en California central (Monterey bay), encontró que los valores de biomasa de plantas cistocárpicas fueron menor que el de las plantas tetrasporóicas durante el otoño e invierno, mientras que para la primavera y el verano los valores de plantas tetrasporóicas son menores.

Estudios realizados en los miembros del Orden Gigartinales, han demostrado que el tipo y frecuencia de fases reproductivas varían estacionalmente y geográficamente (Doyle, 1976; Hansen, 1977; Hansen y Hoyle, 1978; Dyck, et al., 1985). Estos patrones de cambio en la estructura poblacional, son ocasionados por factores bióticos (eficiencia reproductiva, pastoreo) y abióticos (acción del oleaje, temperatura, efecto de desecación) (Dyck, et al., 1985).

Debido a la importancia económica de *G. canaliculata* para nuestra región y tomando en cuenta que los antecedentes sobre la fenología reproductiva, reportan diferencias en el dominio temporal de cierta fase (fase tetrasporofita y carposporofita). Cuál es realmente el tipo y frecuencia de fase reproductiva que existe en las poblaciones de *G. canaliculata* en Baja California, varían estacional y geográficamente.

Se ha comprobado en *G. canaliculata*, bajo condiciones de laboratorio que existen expulsiones de esporas durante todo el año y un potencial reproductivo alto para ambas fases (García-Esquivel, 1986; Pacheco-Ruiz, et al., 1999). En base a lo anterior se esperaría la aparición de reclutas todo el año, bajo condiciones naturales. Sin embargo, no siempre se detecta la presencia de juveniles "in situ" (McCarthy-Ramírez, 1988). Es posible que las condiciones del medio ambiente no permitan la captación de reclutas de *G. canaliculata* y que la viabilidad de las esporas no se presente durante todo el año.

OBJETIVOS

1.- Determinar la proporción y cambios en las fases reproductivas de *Gigartina canaliculata* Harvey, durante un ciclo anual en el Ejido Eréndira y Popotla Baja California, México.

2.- Detectar la captación de reclutas de *Gigartina canaliculata* sobre sustratos artificiales.

2.0 .- LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra localizada en la costa noroccidental de la Península de Baja California, México. En esta área, se eligieron dos estaciones de muestreo de acuerdo a la presencia de extensos mantos de *G. canaliculata* y a la accesibilidad, con diferente grado de exposición al oleaje (Fig.1). Popotla se encuentra ubicada entre los 32° 16' de latitud norte y 117° 01' de longitud oeste. Se caracteriza por ser una playa rocosa semiprotégida con pequeños acantilados. Por otro lado, el Ejido Eréndira se encuentra localizado entre los 31° 17' de latitud norte, 116° 25' de longitud oeste, esta localidad presenta oleaje de alta energía y es influenciada por surgencias, las cuales bañan la franja litoral de aguas frías, proporcionando altas concentraciones de nutrientes (Fernández y Aldeco, 1981).

3.0 .-MATERIALES Y METODOS

3.1 .- FENOLOGIA REPRODUCTIVA

Se realizaron muestreos bimensuales durante un ciclo anual (septiembre de 1988 a septiembre de 1989). Durante cada colecta se tomaron 30 muestras al azar de la zona intermareal. Se utilizó como arte de muestreo un cuadrante de 25 x 25 cm (Sokal y Rohlf, 1969). De cada cuadrante fueron desprendidas todas las unidades-alga existentes con

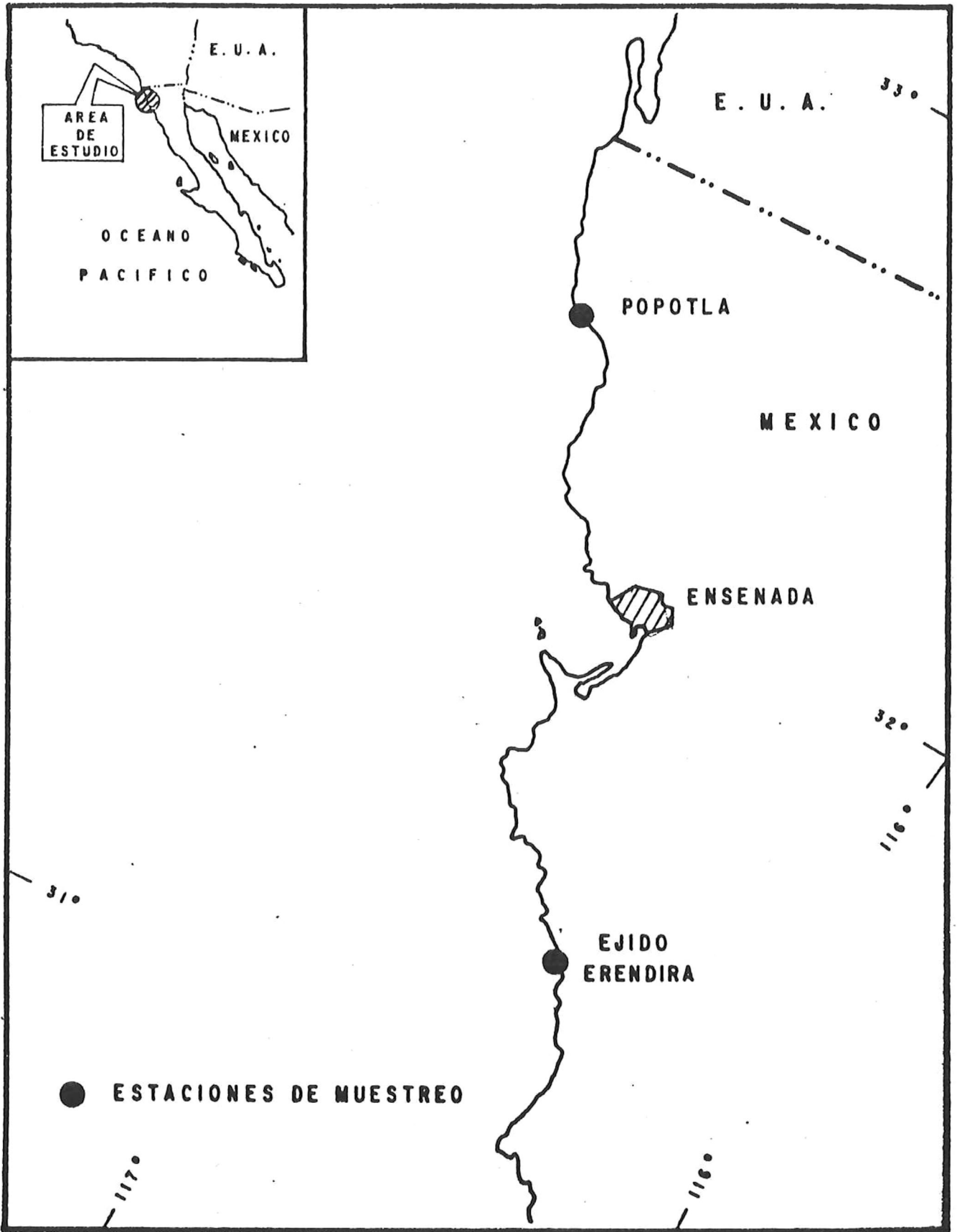


FIG. 1.- Localización del área de estudio.

la ayuda de una espátula gruesa. Cada muestra incluía una etiqueta, indicando el número de unidades-alga y la estación de muestreo. Se utilizó una unidad-alga que fue definida como el "conjunto de ejes (10-20 ejes) que emergen del sustrato en forma agrupada" (Fig. 2), cada unidad-alga se recolectó por separado en bolsas, reuniendo todos los ejes que la componían (Romo y Alveal, 1979).

Una vez en el laboratorio, el análisis de las muestras comprendió: La identificación y registro del tipo de fase reproductiva de cada unidad-alga, a través de un microscopio estereoscópico y una lámpara de luz blanca (45 W). Las fases reproductivas analizadas incluyeron: plantas cistocárpicas (plantas gametofitas femeninas fertilizadas), plantas tetraspóricas y plantas estériles (aquellas en las cuales externamente no se evidenció estar en reproducción).

La variación en el número de plantas en reproducción por metro cuadrado se obtuvo multiplicando el porcentaje de plantas en reproducción por el promedio de plantas por metro cuadrado (Hay y Norris, 1984)

Se tomaron registros de temperatura con termógrafos (Ryan, J, con precisión de ± 0.6 °C ± 0.2 min/día), colocados en la zona intermareal inferior y protegidos por estructuras metálicas de aproximadamente 90 kg de peso. Los termógrafos fueron calibrados antes y después de su uso.

3.2 RECLUTAMIENTO

Para conocer la secuencia de captación y desarrollo de reclutas, se colocaron entre los mantos de *G. canaliculata* en la parte media de la zona intermareal, dos bloques de concreto de 30x30 cm y 12 cm de altura, con surcos en la parte superior de 9 cm de distancia entre cresta y cresta (Foster, 1975) (Fig. 3). Se colocaron dos bloques en cada estación de muestreo en noviembre, enero, marzo, mayo. A partir del segundo bimestre de su colocación se removió todo el material algal existente en una cuarta parte de la superficie, todo el material fue colocado en una bolsa, para su posterior análisis en el laboratorio. Una vez en el laboratorio, cada muestra fue revisada cuidadosamente a través de un microscopio estereoscópico (Bausch and Lomb). Se registraron la talla y el número de plantas de *G. canaliculata*.

Usando el porcentaje de plantas cistocárpicas, tetraspóricas y estériles durante cada periodo de muestreo, se aplicó la prueba de Wilcoxon (Zar, 1974) para determinar las diferencias significativas entre las fases reproductivas de cada Estación y entre Estaciones (Ver anexo 3).



FIG. 2.- Caracterización de la unidad-alga de Gigartina canaliculata Harvey.
(Escala: Tamaño natural).

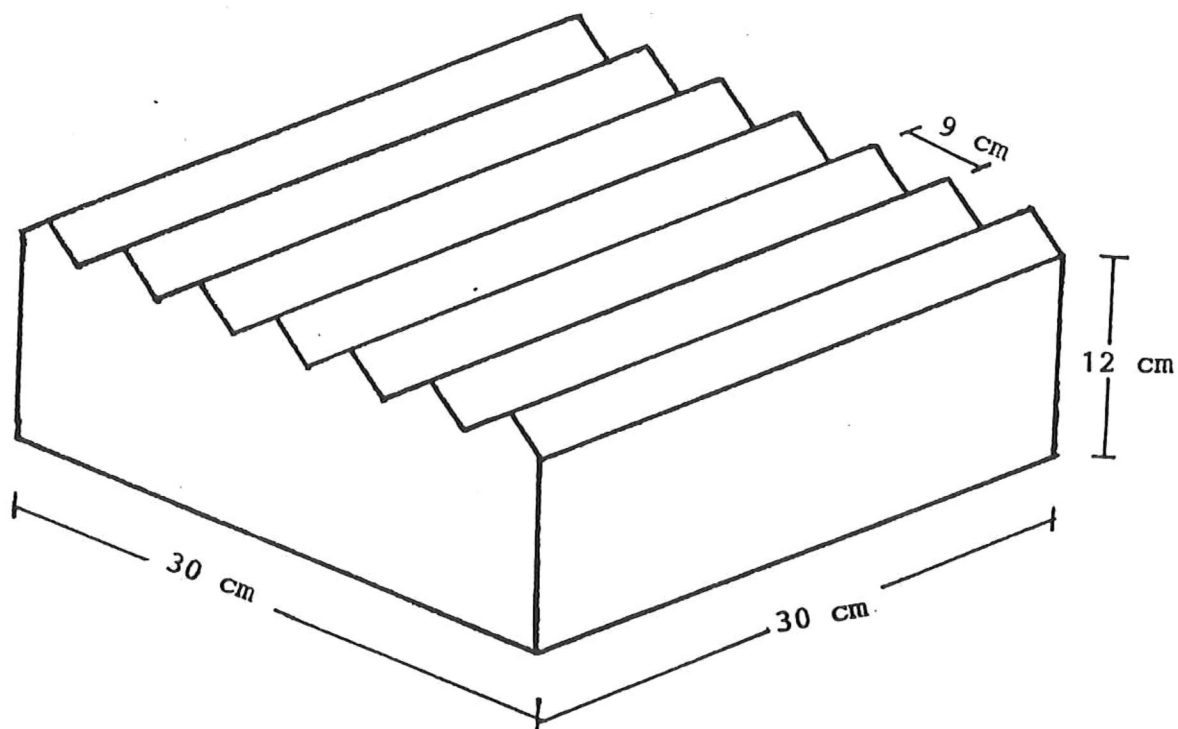


FIG. 3.- Sustrato artificial utilizado en la captación y desarrollo de reclutas de Gigartina canaliculata Harvey.

4.0 .- RESULTADOS

4.1 .- FENOLOGIA REPRODUCTIVA

Se observaron plantas en estado reproductivo de *Gigartina canaliculata* durante todo el año. Valores altos de fertilidad (número de plantas en reproducción) se observaron en verano y bajos en invierno para ambas Estaciones (Figs. 4 y 5).

Las plantas cistocárpicas presentaron valores máximos de 25.6% y 51.7% en verano (septiembre), para Popotla y Eréndira, respectivamente. Por otro lado, valores mínimos se presentaron en invierno (enero-marzo) de 1.7% en Popotla y de 20.7% a finales de invierno (marzo) en Eréndira (Figs. 6 y 7).

Las plantas tetraspóricas presentaron su valor máximo a finales de verano (septiembre), con un valor de 55.7% para Popotla y 37.9% en Eréndira. Valores mínimos se encontraron en el invierno (enero-marzo), para Popotla de 4.3% y 5.3% en Eréndira (Figs. 6 y 7).

Las plantas estériles se encontraron en mayor número en invierno (enero-marzo) con valores de 93.2% para Popotla y 67.4% para Eréndira; los valores mínimos se presentaron a finales de verano (septiembre) con 20.9% para Popotla y 10.3% en Eréndira (Figs. 6 y 7).

En Popotla dominaron las plantas tetraspóricas sobre cistocárpicas. Mientras que en el Ejido Eréndira se observó

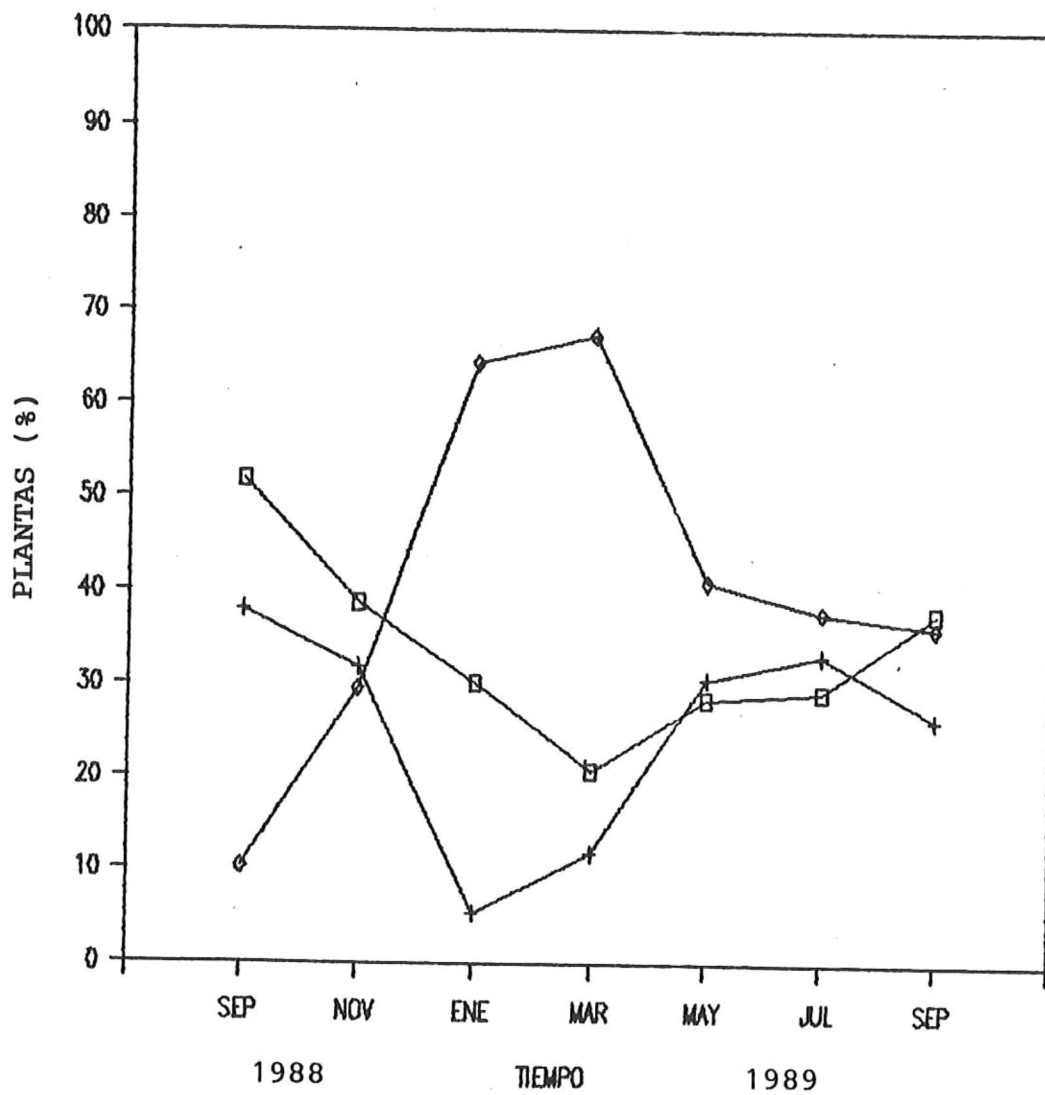


Fig. 7.- Proporción de plantas cistocárpicas (□), tetraspóricas (+) y estériles (◇) de *Gigartina canaliculata* durante el periodo de muestreo en el Ejido Eréndira.

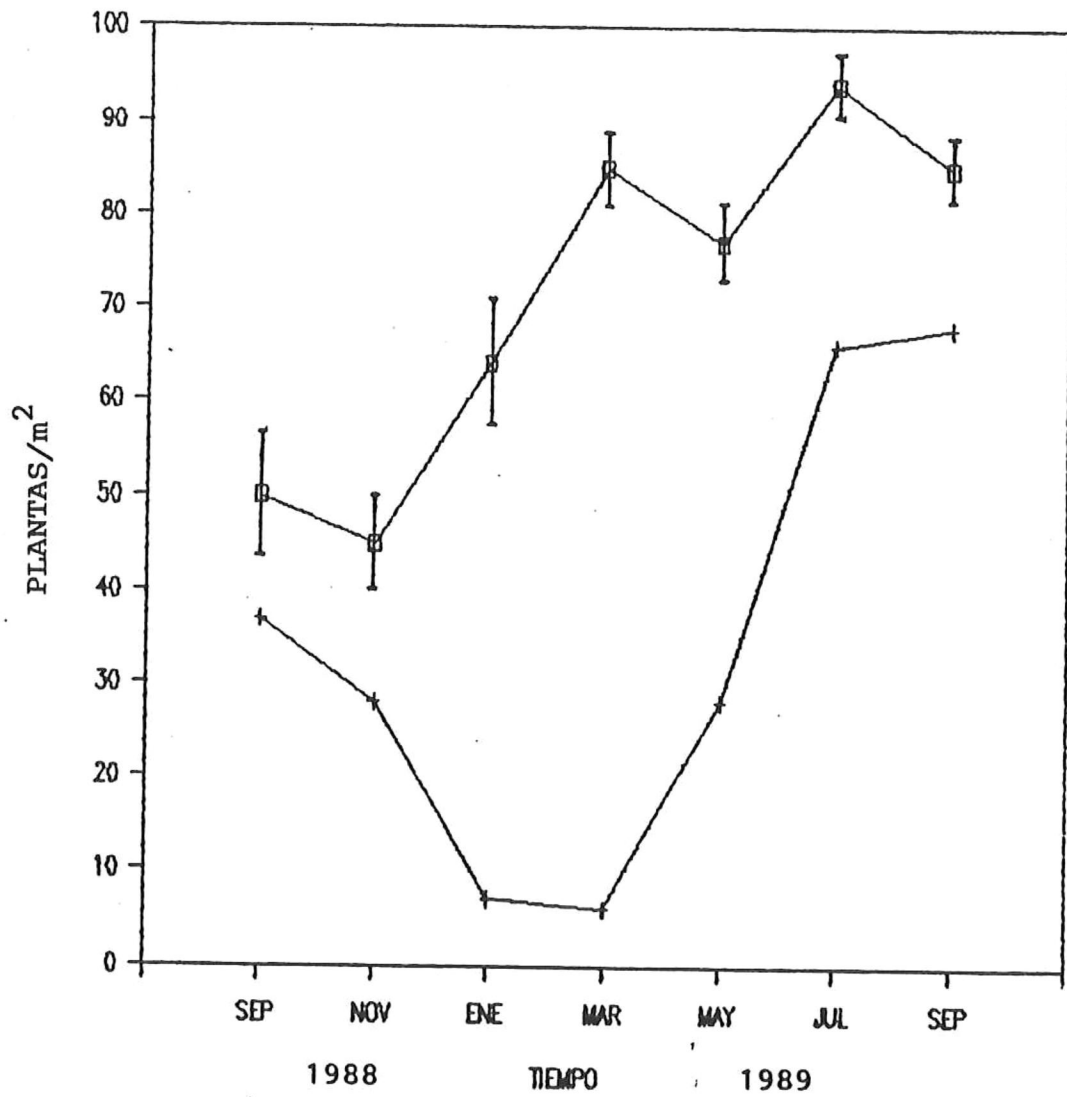


FIG. 4.- Densidad (□) y Número de plantas en reproducción/m² (+) de *Gigartina canaliculata* durante el periodo de muestreo en Popotla. (+ Intervalo de confianza al 95%).

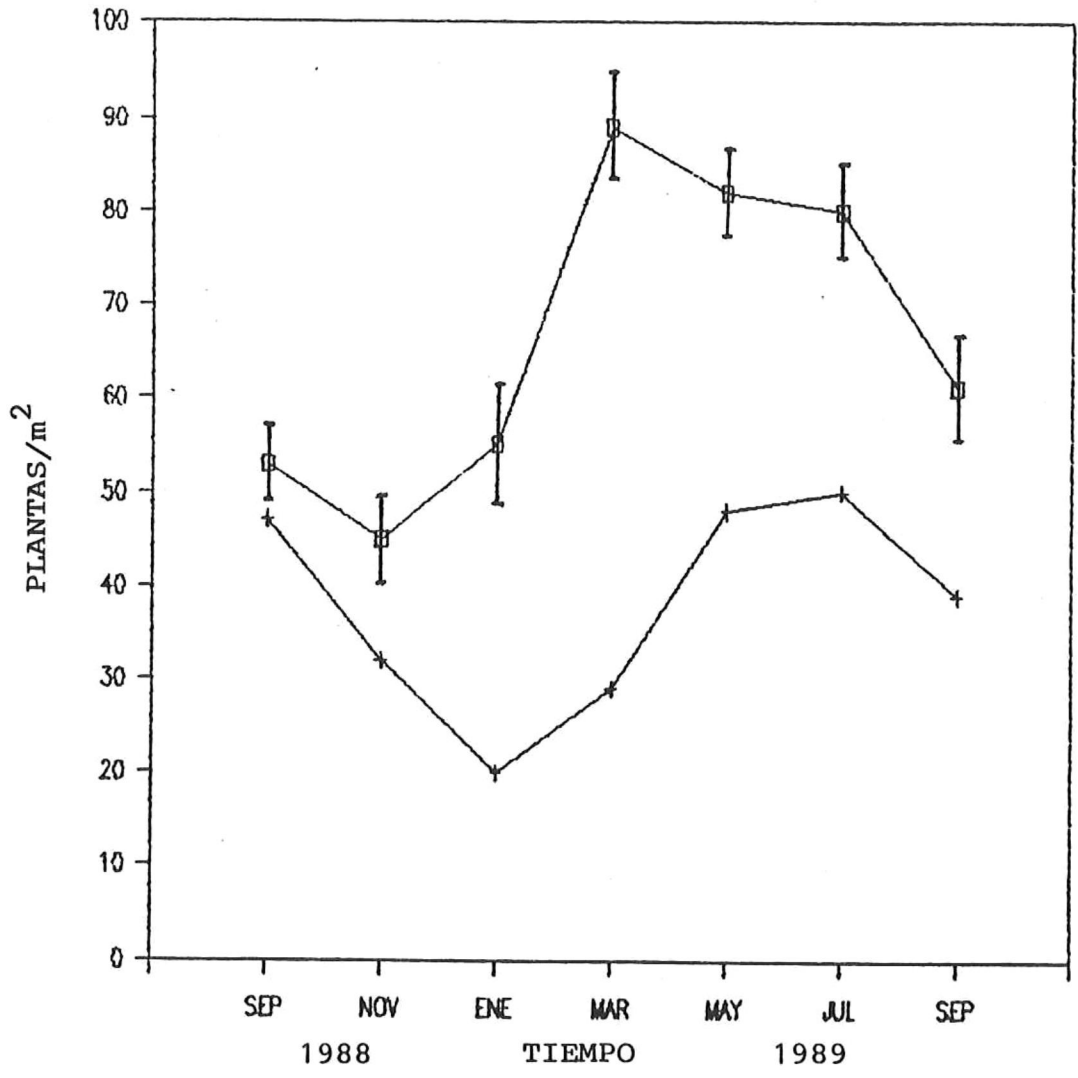


Fig. 5.- Densidad (□) y Número de plantas en reproducción/m² (+) de Gigartina canaliculata durante el periodo de muestreo en el Ejido Eréndira. (+) Intervalo de confianza al 95%.

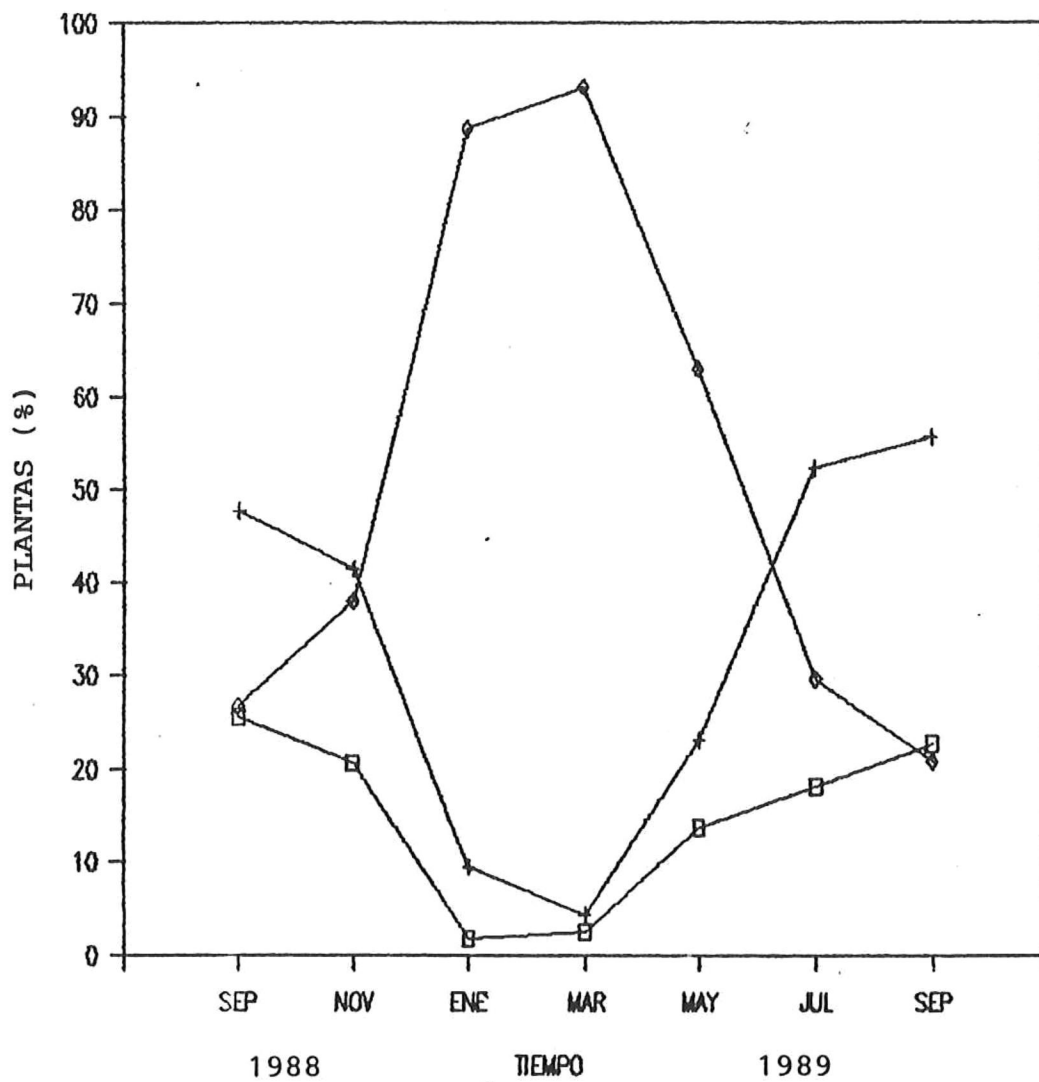


Fig. 6.- Proporción de plantas cistocárpicas (□), tetraspóricas (+) y estériles (◇) de *Gigartina canaliculata* durante el periodo de muestreo en Popotla.

el predominio de plantas cistocárpicas sobre tetraspóricas (Figs. 6 y 7).

En Popotla se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) entre las plantas cistocárpicas y tetraspóricas; no se encontraron diferencias significativas entre plantas tetraspóricas y estériles ($P < 0.05$); cistocárpicas y estériles ($P < 0.05$). Por otro lado, en el Ejido Eréndira no se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las fases (Anexo III)..

Al comparar los porcentajes de plantas cistocárpicas, tetraspóricas y estériles encontradas en ambas estaciones (Popotla y Ejido Eréndira), se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre plantas cistocárpicas. No así en las otras fases.

Las temperaturas máximas se presentaron en verano con 17°C para Popotla y de 15.5°C en Eréndira; las mínimas se presentaron en el invierno, siendo de 12°C para ambas Estaciones (Tabla I).

4.2 .- RECLUTAMIENTO

La captación y desarrollo de reclutas de *G. canaliculata* no tuvo una misma respuesta en las dos estaciones analizadas. En Popotla, se observaron reclutas por primera vez en el mes de mayo, después de transcurridos 6 meses de haber introducido el sustrato artificial (noviembre). La captación de nuevos reclutas continuó hasta

Tabla I. Temperaturas registradas en Popotla y Ejido Eréndira durante el ciclo de muestreo.

	FECHA	POPOTLA	ERENDIRA
1988	SEP	16.5	15.5
	NOV	13.5	15.5
1989	ENE	12.0	12.0
	MAR	12.0	12.0
	MAY	15.0	14.0
	JUL	16.0	14.0
	SEP	17.0	15.0

septiembre. El haber encontrado plantas con cistocarpos nos indica que los reclutas captados en primavera se reproducen hasta finales del verano, siendo 6 meses aproximadamente cuando se alcanza el periodo reproductivo bajo condiciones apropiadas para el alga (Tabla II).

Por otro lado, en el Ejido Eréndira no se detectaron reclutas de *G. canaliculata*.

El anexo 1 y 2, muestra la sucesión de la flora algal encontrada en Popotla y Ejido Eréndira, respectivamente.

5.0 .- DISCUSION

5.1 .- FENOLOGIA REPRODUCTIVA

El comportamiento reproductivo de *G. canaliculata* en las Estaciones analizadas (Popotla y Ejido Eréndira), fue similar. La máxima fertilidad (numero de plantas en reproducción) se presentó a finales de verano y las mínimas en invierno (Figs. 4 y 5). Plantas estériles formaron una proporción grande numericamente de la población durante el invierno (enero-marzo) (Figs. 6 y 7). En las mismas localidades, Labastida-Wood (1988) habia reportado máximos valores de fertilidad en la misma época del año, considerando solamente plantas cistocárpicas. Este mismo patrón o comportamiento, se ha reportado para *Gigartina stellata* (Burns y Mathieson, 1972), y para *I. cordata* (Hansen y Doyle, 1976).

Amplias variaciones en la proporción de fases reproductivas en poblaciones de algas rojas, son muy comunes (Craigie y Pringle, 1978; Abbott, 1980). El predominio de plantas tetraspóricas sobre plantas cistocárpicas han sido observadas en poblaciones de *I. cordata* de California (Hansen y Doyle, 1976); en *Gelidium robustum* (Barilotti y Silverthorn, 1972; Guzmán del Prado y de la Campa Guzmán, 1977; Rodríguez y Espinoza, 1997) en Baja California (México) y California. Por otro lado, el predominio de plantas cistocárpicas sobre plantas tetraspóricas han sido reportados para *Gracilaria verrucosa* en Chile (Dellarossa, 1974); y para *I. flaccida* en California (Abbott, 1980). Las diferencias encontradas entre las plantas tetraspóricas y cistocárpicas de *G. canaliculata* en las dos Estaciones de muestreo analizadas (fig. 6 y 7), nos permiten suponer que las poblaciones de *G. canaliculata* a lo largo de la costa occidental de Baja California, se comportan de diferente manera, tal como lo hace señalar Dick et al. (1985), al encontrar diferencias en la proporción de plantas gametofitas y tetraspóricas en poblaciones de *Iridaea cordata* a lo largo de las costas de Oregon y California. Señalando, que las plantas tetraspóricas predominan en el norte (Oregon septentrional) y gametofitas dominan en el Sur (California Central). West y Hommersand (1981) indican que las diferencias en las

proporciones de fases, es el resultado de algunas causas no relacionadas directamente con los diferentes ciclos de vida, sino a las características locales como: temperatura, grado de exposición al oleaje, herbivorismo, ubicación en la zona litoral (Montalva y Santelices, 1991; Foster y Schiel, 1985).

El comportamiento reproductivo y la variación de temperaturas, son proporcionales (Tabla I). Conforme se eleva la temperatura hacia el verano, se incrementa el número de plantas en estado reproductivo, mientras que un número reducido se observan hacia los meses de invierno con valores de temperatura mínimos.

5.2 .- RECLUTAMIENTO

El reclutamiento de *G. canaliculata* en Popotla, se presentó en la primavera y verano, alcanzando el mayor número de reclutas en verano (Tabla II). Este resultado coincide con lo ya reportado por Sousa (1979,1991), para *G. canaliculata* en California, al señalar un reclutamiento por esporas estacional; después de la caída de *Ulva* a causa del fuerte invierno, reportando que la cobertura por reclutamiento de *G. canaliculata* se incrementa durante los meses favorables de verano, donde los talos crecen rápidamente para declinar en los meses difíciles de invierno. Por otro lado, Pacheco, et al .(1999), reportan

valores máximos de expulsión de esporas para *G. canaliculata* en verano y mínimos en invierno.

De acuerdo con Sousa (1979,1981), la captación de reclutas de *G. canaliculata*, se presentan después de una sucesión de especie de algas, en donde *Ulva* sp. es la primera colonizadora, para posteriormente dar paso a la incorporación de algas perennes como *G. canaliculata*. Este mismo comportamiento se observó en Popotla.

Comparando lo anterior contra la ausencia de reclutamiento en el Ejido Eréndira, es posible que éste sea el resultado de las condiciones del medio ambiente que regulan la viabilidad de esporas (Pacheco-Ruiz, et al., 1989). En Popotla, las condiciones del medio ambiente permiten la captación de reclutas de *G. canaliculata*, esto indica que el mantenimiento de esta población se lleva a cabo, mediante una reproducción sexual y asexual; Sin embargo, no se descarta la reproducción vegetativa mediante la formación y crecimiento de nuevos ejes a partir de la porción basal perenne. Por otro lado, el hecho de no haberse observado reclutas en el Ejido Eréndira, posiblemente sea el resultado de las condiciones del medio ambiente que no permiten la viabilidad de las esporas, siendo la reproducción vegetativa la manera de mantener esta población. Además, en el Ejido Eréndira se pudo

observar que *Ulva* sp. fue más persistente que en Popotla (ANEXO 2), lo que posiblemente sea otra de las causas que no permitieron la captación de esporas y posterior desarrollo de plantas de *Gigartina canaliculata*, como lo ha señalado Sousa (1979).

Los resultados de reclutamiento de *G. canaliculata*, sugieren que es posible captar reclutas (esporas) del medio ambiente natural y aplicarlo al maricultivo de esta especie.

6.- CONCLUSIONES

- 1.- Las poblaciones de *G. canaliculata* presentan plantas en estado reproductivo todo el año, con valores máximos de fertilidad en verano y mínimos en invierno.
- 2.- Se encontraron diferencias en el predominio de fases reproductivas entre las poblaciones analizadas. En Popotla dominan plantas tetraspóricas sobre plantas cistocárpicas. Mientras que en el Ejido Eréndira, dominan plantas cistocárpicas sobre plantas tetraspóricas.
- 3.- La captación de reclutas de *G. canaliculata* se presenta en primavera y verano en Popotla, mientras que en el Ejido Eréndira no se presenta.

LITERATURA CITADA

- Abbott, I.A., 1980. Some field and laboratory studies on colloid producing red algae in Central California. *Aquat. Bot.*, 8:255-266.
- Aguilar-Rosas, M.A., 1982. Un estudio sobre las algas marinas bentónicas de Baja California, México. Tesis licenciatura F.C.M. de la U.A.B.C., 139 pp.
- Ballesteros-Grijalva, G. E. Durazo-Beltrán y J. Labastida-Woods, 1990. Abundancia de *Gigartina canaliculata*, Harvey, en el Ejido Eréndira y Popotla, B.C., México *Ciencias Marinas* Vol 16(1):23-24.
- Barilotti, D.C. and W. Silverthorn, 1972. A resource management study of *Gelidium robustum*. *Proc. Intl. seaweed symp.*, 7:255-261.
- Burns R. L. and Mathieson A. C., 1972. Ecological studies of economic red algae III. Growth and reproduction of natural and harvested populations of *Gigartina stellata* (Stackhouse) Batters in New Hampshire. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* Vol.9:77-95 pp
- Chauvet-Allard G.P., 1988. Estimación de abundancia del alga *Gigartina canaliculata* Harv. (Rhodophyceae, Gigartinales), en Bahía San Quintín B.C. Tesis Profesional. F. C. M. de la U.A.B.C., 31 pp
- Craigie J. S. and Pringlew J.D., 1978. Spatial distribution of tetrasporophytes and gametophytes in four Marine populations of *Chondrus crispus*. *Can. J. of Bot.* vol. 56(22):2910-2940 pp.
- Dellarossa, V. 1974. Estudios ecológicos sobre *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfus, 1950, en Bahía San Dichato, Chile, Tesis para optar al título de Licenciado en Biología Universidad de Concepción, 143 pp.
- Dyck L., De Wreede R.E. and D. Garbary, 1985. Life history phases in *Iridea cordata* (Gigartinales): relative abundance and distribution from British Columbia to California. *Jap. J. phycol.*, 33:225-232.

- Estavillo-Saucedo, Ma. de L., 1988. Efecto de algunos factores abióticos sobre la liberación de esporas en *Gigartina canaliculata* Harv. (Rhodophyceae; Gigartinales), bajo condiciones controladas. Tesis de licenciatura F.C.M. de la U.A.B.C. Ensenada, B.C. 31 pp.
- García-Esquivel, Z., 1986. Estudios sobre expulsión y viabilidad de esporas en el alga roja *Gigartina canaliculata* Harv. Tesis profesional. F. C. M. de la U.A.B.C., 48 pp
- Guzmán Del Proó, S.A. y S. De La Campa De Guzmán, 1977. *Gelidium robustum* (Forideophyceae), and agarophyte of Baja California, México. Int. Seaweed Symp. 9, 303-308.
- Guzmán del Proó, S. A., M. Casas Valdez, A. Díaz Carrillo, M. L. Díaz López, Pineda Barrera, M. E. Sánchez Rodríguez, 1986. Diagnóstico sobre las Investigaciones y Explotación de las Algas Marinas en México. Inv. Mar. CICIMAR. 3(II):1-63
- Fernández, M.E. y J. Aldeco Ramírez, 1991. Estudio de algunos parámetros hidrológicos en una zona costera del Ejido Eréndira, B.C. Tesis profesional. F.C.M. de la U.A.B.C., 44 pp
- Foster, M.S. and D.R. Schiel, 1985. The Ecology of giant Kelp forests in California: A community profile. U.S. Fish Wildl. Service Biol. Rep. 95 (7.2) 152 pp.
- Foster, M.S., 1975. Regulation of algal community development in a *Macrocystis pyrifera* forest. Mar. Biol. 32:331-342 pp
- Hansen, J.E., 1977. Ecology and natural history of *Iridaea cordata* (Gigartinales, Rhodophyta) Growth, J. phycol. 13, 395-402.
- Hansen, J.E. and W.T. Doyle, 1976. Ecology and natural history of *Iridaea cordata* (Rhodophyta; Gigartinaceae): Population Structure. J. phycol. 12:273 -278.
- Hay, M.E. and J.N. Norris, 1984. Seasonal reproduction and abundance of six sympatric species of *Gracilaria* Grev. (Gracilariaceae; Rhodophyta) on a Caribbean subtidal sand plain. Hydrobiologia 116/117:63-94.

- Hoyle D. M., 1978. Reproductive phenology and growth rates in two species of *Gracilaria* from Hawaii. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. Vol. 35: 273-283 pp.
- Labastida-Woods, J. U., 1988. Estimación de la abundancia y observaciones de las fases reproductoras de *Gigartina canaliculata* Harv. (Rhodophyceae, Gigartinales), En el ejido Eréndira y Popotla, Baja California. Tesis Profesional F.C.M. de la U.B.C., 45 pp.
- Mc Carthy-Ramírez, R.G., 1988. Crecimiento de *Gigartina canaliculata* Harv. en dos artes de cultivo, en la región de San Quintín. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. U.A.B.C. Ensenada, B.C. 33.
- Molina-Martínez, J., 1986. Notas sobre tres especies de algas marinas: *Macrocystis pyrifera*, *Gelidium robustum* y *Gigartina canaliculata* de interés comercial en la costa occidental de Baja California, México. En: Contribuciones Biológicas y Tecnológico-Pesqueras. Secretaría de Pesca. Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de Investigación Pesquera. Ensenada, B. C., México. Documento Técnico Informativo No 3:16-39 pp.
- Montalva, S. and B. Santelices, 1991. Interspecific interference among species of *Gracilaria tikvahiae* Mc Lachlan (Gigartinales, Rhodophyta) in the great Bay Estuary, New Hampshire. Bot. Mar. 29:147-154.
- May, G., 1986. Life history variación in a predominatly gametophytic population of *Iridaea cordata* (Gigartinales, Rhodophyta) J. phycol 22: 449-445
- Pacheco-Ruiz, I., Z. García-Esquivel y L. E. Aguilar-Rosas, 1987. Cultivo de juveniles de *Gigartina canaliculata* Harv. (Rhodophyceae, Gigartinales) en el Ejido Eréndira y Popotla, Baja California. En: Resúmenes. VII congreso Nacional de la Pesca. Ensenada, B. C. , 436 pp.
- Pacheco-Ruiz, I., Z. García-Esquivel and Luis E. Aguilar-Rosas, 1989. Spore discharge in the carragenophyte *Gigartina canaliculata* Harvey (Rhodophyta, Gigartinales) J. Exp. Mar. Biol. Ecol 126:293-299

- Rivera-Carro, H., E. Hernández-Garibay y J. Guardado-Puentes, 1987. Estudio de la variación estacional y geográfica de la composición química de los carragenanos de *Gigartina canaliculata* de dos localidades de Baja Cfa. En: Resúmenes del VII Congreso Nal. de Oceanografía, Inst. Nal. de Pesca, Ensenada B.C. P. 436.
- Rodríguez-Garza, H. y Espinoza Avalos, 1987. Variación de fases reproductivas de *Gelidium robustum* Gard. Holl: y Abbott en 7 mantos algales de la Península de Baja California, México CICIMAR vol 3 (2).
- Romo, D. H. y Alveal V. K., 1979. Estudios Poblacionales en la pradera de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss de Isla de los Reyes. Bahía de Concepción. CIENC Y TEC DEL MAR CONA 4:15 - 26
- Sánchez-Rodríguez, J., 1989. Caracterización de carragenanos del alga *Gigartina canaliculata* Harvey (Rhodophyceae, Gigartinales) a lo largo de un ciclo anual, en la Bahía San Quintín, Baja California, México. Tesis Profesional F.C.M. de la U.A.B.C., 39 pp.
- Santos, G.A., 1980. Quality of carrageenan y agar. En: Abbott, I.A., M.S. Foster and L.F. Eklund (Eds.), Pacific sea weed Aquaculture, California Sea Grant Program, U.S.C.D., pp 123-129.
- Sokal, R.R. and F.J. Rohlf, 1969. Biometry. W. H. Freeman, San Francisco 832 pp.
- Suto, S., 1950. Studies on Shedding, Swimming and fixing of the spores of seaweeds. Bul. Jap. Soc. Sci. Fish., 16:1-9.
- Sousa, W.P., 1979. Experimental investigations of disturbance and ecological Succession in a rocky intertidal algal community. Ecol. Monogr. 49 (3):227-254
- Sousa, W.P., 1981. Latitudinal variation in intertidal algal community structure: the influence of grazing and vegetative propagation. Oecologia (Berl.), 48:297-307.
- West, J. and H. Hommersand, 1981. Rhodopyta: Life histories. Capítulo 4. En: the Biology of seaweeds.

C.S. Lobban y M.J. Wynne (Eds). Blackwell
Scientific publ. London, 133-193 pp.

Zar, J.H., 1974. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Inc.,
Englewood Cliffs. Nj.:620 pp.

ANEXO I

TABLA . APARICION DE RECLUTAS (*) EN BLOQUES DE CONCRETO COLOCADOS (#) DURANTE CUATRO BIMESTRES EN POPOTLA.

LISTA DE ESPECIES EN ORDEN DE APARICION		(#)					
		N	E	MR	MY	JL	S
Giffordia	mitcheliae		*				
Porphyra	sp.		*	*	*		
Ulva	sp.		*	*	*	*	*
Scytosiphon	lomentaria			*			
Enteromorpha	intestinalis			*	*		
Cladophora	sp.			*	*	*	*
Colpomenia	sinuosa				*		
Bosiella	sp.				*		
Corallina	sp.				*		
Heterosiphonia	secunda				*		
Pterosiphonia	sp.				*		
Polysiphonia	sp.				*		
Coeloseira	sp.				*	*	
Gigartina	canaliculata				*	*	*
Gigartina	exasperata				*	*	*
Egregia	menziesii				*	*	*
Gelidium	sp.					*	*
Laurencia	spectabilis						*
Rodoglossum	affine						*
Lithothrix	aspergillum						*
		(#)					
Ulva	sp.			*	*		
Enteromorpha	intestinalis				*		
Hickia	mitcheliae				*		
Scytosiphon	lomentaria				*		
Porphyra	sp.				*		
Heterosiphonia	secunda				*		
Gigartina	canaliculata					*	
Colpomenia	sinuosa					*	
Egregia	menziesii					*	
Coeloseira	sp.					*	
Laurencia	spectabilis					*	
		(#)					
Ulva	sp.				*	*	*
Scytosiphon	lomentaria					*	
Colpomenia	sinuosa					*	
Porphyra	sp.					*	
		(#)					
Porphyra	sp.					*	
Ulva	sp.					*	*

TABLA . APARICION DE RECLUTAS (*) EN UN SUSTRATO ARTIFICIAL
(BLOQUES DE CONCRETO) COLOCADOS (#) DURANTE CUATRO
BIMESTRES EN ERENDIRA.

LISTA DE ESPECIES EN		(#)					
ORDEN DE APARICION		N	E	MA	MY	J	S
Ulva	sp.		*	#	*	*	*
Porphyra	sp.			*	*		
Laminaria	setchellii				*		*
Plocamium	cartilagineum				*		*
Pterosiphonia	baileyi				*		*
Laurencia	spetabilis				*		*
Niemburgia	andersoniana				*		*
Bossiella	sp.				*		*
			(#)				
Ulva	sp.			*	*	*	*
Enteromorpha	intestinalis				*		
Chloropelta	caespitosa				*		
				(#)			
Porphyra	sp.				*		
Ulva	sp.				*	*	*
					(#)		
Ulva	sp.					*	*

ANEXO II

PRUEBA DE WILCOXON (MUESTRAS DEPENDIENTES, PEQUEÑAS: DE DOS COLAS) COMPARACION ENTRE LAS TRES FASES A ESTUDIO EN POPOTLA.

FECHA	TETRASPORICA	ESTERIL	A-B	I A-B I	RANGO
SEP	47.67	26.74	20.93	20.93	2
NOV	41.37	37.93	3.44	3.44	1
ENE	9.56	88.69	79.13	79.13	6
MAR	4.34	93.16	-88.82	88.82	7
MAY	23.18	63.16	-39.96	23.18	4
JUL	52.27	29.54	22.73	22.73	3
SEP	55.69	20.88	34.81	34.81	5

$H_0: A = B$ $T+ = 11$ $T_{\alpha, 05} = 2$
 $H_A: A \neq B$ $T- = 17$

NO EXISTEN EVIDENCIAS PARA CONCLUIR QUE EXISTEN DIFERENCIAS ENTRE TETRASPORICAS Y ESTERILES PARA UN 5% DE SIGNIFICANCIA.

PRUEBA DE WILCOXON (MUESTRAS DEPENDIENTES, PEQUEÑAS; DE DOS COLAS.

FECHA	TETRAPO RICA	CISTOCAR PICA	A-B	I A-B I	RANGO
1988 SEP	47.67	25.58	22.09	22.09	5
NOV	41.37	20.68	20.69	20.69	4
1989 ENE	9.56	7.83	7.83	7.83	2
MAR	4.32	1.84	1.84	1.84	1
MAY	23.18	9.42	9.42	9.42	3
JUL	52.27	34.09	34.09	34.09	7
SEP	55.69	32.91	32.91	32.91	6

$H_0: A = B$ $T+ = 29$ $T_{\alpha, 05} = 2$
 $H_A: A \neq B$ $T- = 0$

EXISTEN EVIDENCIAS PARA CONCLUIR QUE HAY DIFERENCIAS ENTRE TETRASPORICAS Y CISTOCARPICAS PARA UN 5 % DE SIGNIFICANCIA.

PRUEBA DE WILCOXON (MUESTRAS DEPENDIENTES PEQUEÑAS; DE DOS COLAS.

FECHA	CISTOCAR PICA	ESTERIL	A-B	I A-B I	RANGO
1988 SEP	26.74	25.58	1.16	1.16	1
NOV	37.93	20.68	17.25	17.25	4
1989 ENE	88.69	1.73	86.96	86.96	6
MAR	93.16	2.48	90.68	90.68	7
MAY	63.04	13.76	49.28	49.28	5
JUL	29.54	18.18	11.36	11.36	3
SEP	20.88	22.78	-1.9	1.9	2

28

H₀: A = B
H_A: A ≠ B

T+ = 26
T- = 2

T 6, 05 - 2

NO EXISTEN EVIDENCIAS PARA CONCLUIR QUE EXISTEN DIFERENCIAS ENTRE CISTOCARPICAS Y ESTERILES PARA UN 5 % DE SIGNIFICANCIA.

PRUEBA DE WILCOXON (MUESTRAS DEPENDIENTES PEQUEÑAS; DE DOS COLAS) ENTRE LAS TRES FASES A ESTUDIO EN ERENDIRA.

FECHA	TETRASPORICA	ESTERIL	A-B	I A-B I	RANGO
1988 SEP	37.93	10.34	27.59	27.59	5
NOV	31.81	29.54	2.27	2.27	1
1989 ENE	5.32	64.51	-59.19	59.19	7
MAR	11.83	67.45	-55.62	55.62	6
MAY	30.55	40.97	-10.42	10.42	4
JUL	33.11	37.74	-4.63	4.63	2
SEP	26.22	36.06	-9.84	9.84	3

29

H₀: A = B
H_A: A ≠ B

T+ = 6
T- = 22

T 6, 05 - 2

NO EXISTEN EVIDENCIAS PARA CONCLUIR QUE EXISTEN DIFERENCIAS ENTRE TETRASPORICAS Y ESTERILES PARA UN 5 % DE SIGNIFICANCIA.

PRUEBA DE WILCOXON (MUESTRAS DEPENDIENTES PEQUEÑAS; DE DOS COLAS.

FECHA	TETRAPO RICA	CISTOCAR PICA	A-B	I A-B I	RANGO
1988 SEP	37.93	51.72	-13.79	13.79	5
NOV	31.81	38.63	-6.82	6.82	4
1989 ENE	5.32	30.1	-24.78	24.78	7
MAR	11.83	20.71	-9.88	9.88	3
MAY	30.55	28.47	2.08	2.08	1
JUL	33.11	29.13	3.98	3.98	2
SEP	26.22	37.7	-11.48	11.48	6

28

HO: A = B T+ = 3 T 6, 05 - 2
HA: A ≠ B T- = 25

NO EXISTEN EVIDENCIAS PARA CONCLUIR QUE EXISTEN DIFERENCIAS TETRASPORICAS Y CISTOCARPICAS PARA UN 5 % DE SIGNIFICANCIA.

PRUEBA DE WILCOXON (MUESTRAS DEPENDIENTES PEQUEÑAS; DE DOS COLAS.

FECHA	CISTOCAR PICA	ESTERIL	A-B	I A-B I	RANGO
1988 SEP	10.34	51.72	-41.38	41.38	6
NOV	29.54	38.63	-9.09	9.09	2
1989 ENE	64.51	30.1	34.41	34.41	5
MAR	67.45	20.71	46.74	46.74	7
MAY	40.97	28.47	12.5	12.5	4
JUL	37.74	29.13	8.61	8.61	3
SEP	36.66	37.7	-1.64	1.64	1

29

HO: A = B T+ = 19 T 6, 05 - 2
HA: A ≠ B T- = 9

NO EXISTEN EVIDENCIAS PARA CONCLUIR QUE EXISTEN DIFERENCIAS CISTOCARPICAS Y ESTERIL PARA UN 5 % DE SIGNIFICANCIA.

PRUEBAS DE WILCOXON (MUESTRAS INDEPENDIENTES PEQUEÑAS: DE DOS COLAS COMPARACION ENTRE LAS TRES FASES A ESTUDIO EN POPOTLA.

FECHA TETRASPORICAS VS ESTERILES POPOTLA.

FECHA	TETRASPORICA	RANQUEO	ESTERILE	RANQUEO
SEP	47.67	9	26.74	5
NOV	41.37	8	37.93	7
ENE	9.56	2	88.93	13
MAR	4.34	1	93.14	14
MAY	23.18	4	63.04	12
JUL	52.27	10	29.54	6
SEP	55.69	11	20.88	3
		TA = 45	TB = 40	

RESULTADOS DE LAS (T) CRITICAS (INFERIOR Y SUPERIOR) AL 5% PARA DOS COLAS.

TI = 37 TS = 68

H0: TETRASPORICA = ESTERIL
HA: TETRASPORICA ≠ ESTERIL

NO SE RECHAZA LA HIPOTESIS NULA, POR TANTO NO DIFIEREN SIGNIFICATIVAMENTE LAS TETRASPORICAS DE LAS ESTERILES EN POPOTLA.

FECHA TETRASPORICAS VS CISTOCARPICAS

FECHA	TETRASPORICA	RANQUEO	CISTOCARPICA	RANQUEO
SEP	47.67	11	25.58	9
NOV	41.37	10	20.69	5
ENE	9.56	4	1.73	1
MAR	4.32	3	2.49	2
MAY	23.18	8	13.76	5
JUL	52.27	12	19.19	6
SEP	55.69	13	22.78	7
		TA = 61	TB = 35	

RESULTADOS DE LAS (T) CRITICAS (INFERIOR Y SUPERIOR) AL 5% PARA DOS COLAS.

TI = 37 TS = 68

H0: TETRASPORICA = CISTOCARPICA
HA: TETRASPORICA ≠ CISTOCARPICA

NO SE RECHAZA LA HIPOTESIS NULA, POR TANTO NO DIFIEREN SIGNIFICATIVAMENTE LA TETRASPORICA DE LA ESTERIL EN POPOTLA.

PRUEBA DE WILCONXON (MUESTRAS INDEPENDIENTES, PEQUEÑAS; DE DOS COLAS) COMPARACION ENTRE LOS % DE LAS DOS ESTACIONES.

TETRAPORICAS

	FECHA	POPOTLA	RANQUEO	ERENDIRA	RANQUEO
1988	SEP	47.67	12	37.93	10
	NOV	41.37	11	31.91	9
1989	ENE	9.56	3	5.32	2
	MAR	4.34	1	11.93	4
	MAY	23.18	5	30.55	7
	JUL	52.27	13	33.11	9
	SEP	55.69	14	26.22	6
		TA=	59	TB=	46

RESULTADOS DE LAS T CRITICAS (INFERIOR Y SUPERIOR) ALFA DE 5% PARA DOS COLAS.

TI=37 TS=68

DIFERENTE

H0: POPOTLA = ERENDIRA
 HA: POPOTLA ≠ ERENDIRA

NO SE RECHAZA LA HIPOTESIS NULA, POR TANTO NO DIFIEREN SIGNIFICATIVAMENTE LAS TETRAPORICAS DE LAS DOS ESTACIONES.

PRUEBA DE WILCONXON (MESTRAS INDEPENDIENTES PEQUEÑAS; DE DOS COLAS COMPARACION ENTRE LOS % DE LAS DOS ESTACIONES.

CISTOCARPICAS

	FECHA	POPOTLA	RANQUEO	ERENDIRA	RANQUEO
1988	SEP	25.58	8	51.72	14
	NOV	20.68	5	38.63	13
1989	ENE	1.73	1	30.1	11
	MAR	2.48	2	20.71	6
	MAY	13.76	3	28.47	9
	JUL	18.18	4	29.13	10
	SEP	22.78	7	37.7	12
		TA=	30	TB=	75

RESULTADOS DE LAS (T) CRITICAS (INFERIO Y SUPERIOR) AL 5% PARA DOS COLAS.

TI=37 TS=68

H0: POPOTLA = ERENDIRA
 HA: POPOTLA ≠ ERENDIRA

SI SE RECHAZA LA HIPOTESIS NULA, POR TANTO SI EXISTE DIFERENCIA ENTRE LAS CISTOCARPICAS DE LAS DOS ESTACIONES.

PRUEBA DE WILCOXON (MUESTRAS INDEPENDIENTES, PEQUEÑAS; DE DOS COLAS) COMPARACION ENTRE LOS % DE LAS DOS ESTACIONES.

ESTERILES

	FECHA	POPOTLA	RANQUEO	ERENDIRA	RANQUEO
1988	SEP	26.74	3	10.34	1
	NOV	37.93	8	29.54	4.5
1989	ENE	88.69	14	64.51	11
	MAR	93.16	13	67.45	12
	MAY	63.04	10	40.97	9
	JUL	29.54	4.5	37.74	7
	SEP	20.88	2	36.06	6

TA = 54.5

TB = 50.5

RESULTADOS DE LAS (T) CRITICAS (INFERIOR Y SUPERIOR) AL 5% PARA DOS COLAS.

TI = 37

TS = 68

H0: POPOTLA = ERENDIRA

HA: POPOTLA ≠ ERENDIRA

NO SE RECHAZA LA HIPOTESIS NULA, POR TANTO NO EXISTE DIFERENCIA ENTRE LAS ESTERILES DE LAS DOS ESTACIONES.