



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
BAJA CALIFORNIA**
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

**ESTUDIO DE LA COMPOSICION QUIMICA DEL ALGA
Gigartina caniculata (HARV. RHODOPHYCEAE,
GIGARTINALES) DURANTE UN CICLO ANUAL, EN
DOS LOCALIDADES DE BAJA CALIFORNIA.**



TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
OCEANOLOGO
PRESENTA
SANDRA LUZ ALVAREZ AGRAMONT

Ensenada, B.C.

Diciembre de 1990

" Estudio de la composición química del alga Gigartina canaliculata
(Harv. Rhodophyceae, Gigartinales) durante un ciclo anual,
en dos localidades de Baja California. "

T E S I S


QUE PRESENTA

SANDRA LUZ ALVAREZ AGRANONT

APROBADA POR:



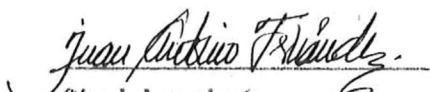
Presidente del Jurado
Q.F.B. Eduardo Durazo Beltrán



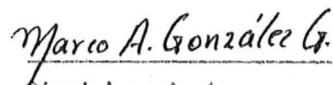
Sinodal Propietario
Q.F.B. Graciela Guerra R.



Sinodal Propietario
Dc. Guillermo Ballesteros G.



Sinodal suplente
Dc. Juan Antonio Fernández A.



Sinodal suplente
Dc. Marco A. González G.

R E S U M E N

Gigartina canaliculata Harv. (Rhodophyceae, Gigartinales), se colectó cada dos meses en Popotla y en Ejido Erendira B.C., durante el período de septiembre de 1988 a septiembre de 1989. Se evaluó la composición química proximal, el contenido de carragenano y las características físicas y químicas del ficocoloide de plantas cistocárpicas (PC) y resto de material (constituido por plantas tetrasporofitas, estériles y masculinas) (RM). El análisis proximal mostró que los constituyentes mayoritarios fueron: carbohidratos, cenizas y proteínas; la cuantificación de carragenano presentó un rendimiento mayor en verano en las dos localidades, para gametofito (47.91%) y material estéril (43.89%); presentándose en invierno la mayor fuerza de gel, atribuible a un bajo contenido de sulfatos y alto de 3,6 anhidrogalactosa en los ficocoloides. Se determinó que las fracciones solubles presentaron carragenano tipo lambda y los insolubles tipo kappa, siendo mayoritarias durante todo el ciclo las fracciones insolubles (61.7% a 95.7%).

DEDICATORIA

A DIOS POR HABERME
PERMITIDO LLEGAR,
HASTA EL FINAL DE
UN COMIENZO.

Y MUY EN ESPECIAL :

A MIS DOS GRANDES AMORES

A MI PADRE: Sr. Oscar Alvarez Obeso
A MI MADRE: Sra. Alicia Agramont de A.

POR SU APOYO,

PACIENCIA,

COMPRESION Y AMOR.

DE AYER, HOY Y SIEMPRE.

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA, A LA F.C.M. POR LA AYUDA BRINDADA EN LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

A LOS SINODALES:

Q.F.B.: EDUARDO DURAZO BELTRAN

Q.F.B.: GRACIELA GUERRA RIVAS

OC.: GUILLERMO BALLESTEROS GRIJALVA

OC.: JUAN ANTONIO FERNANDEZ APANGO

OC.: MARCO AURELIO GONZALEZ GOMEZ

GRACIAS, POR SU COLABORACION PARA QUE ESTE TRABAJO LLEGARA A SU FINAL.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS QUE ESTUVIERON CONMIGO, ESPECIALMENTE A:

- * LOS QUE ME PRESTARON SU COMPUTADORA, HOJAS E IMPRESORA " Oc. MARELA BELTRAN, AL Sr. DE FINANZAS DE LA GENERACION XXVII Oc. FELIPE FRAUSTO, Oc. Marco A. Glez. Q.F.B. Graciela Guerra Rivas.
- * " DISEÑO COPIAS Y PAPEL " (Av. 9 y Ruiz) POR SU APOYO EN CREDITO, (ya que me cayo del cielo).
- * A MI COMADRE ANA POR SU AMISTAD y por haberme recomendado esta tesis.
- * A UD. MAESTRA GRACIELA POR HABERME DADO UN ESPACIO PARA TRABAJAR EN SU LABORATORIO, (ya que mi tesis no es parte de sus proyectos), POR TODAS LAS PORRAS QUE MEDIO PARA QUE TERMINARA MI TESIS (ya que estuve a punto de dejarla), así COMO TAMBIEN JUNTO CON ANA MARIA ÍÑIGUEZ Y VOLY GARCÍA por haberme acompañado en asuntos policiacos choques y demas

I N D I C E

	PAGINAS
1.- INTRODUCCION	1
2.- OBJETIVO	7
3.- AREA DE ESTUDIO.....	8
4.- MATERIALES Y METODOS	10
4.1.- MUESTREO	10
4.2.- ACONDICIONAMIENTO DE LAS MUESTRAS	10
4.3.- ANALISIS PROXIMAL	11
4.3.1.- HUMEDAD	11
4.3.2.- CENIZAS	11
4.3.3.- LIPIDOS	11
4.3.4.- PROTEINAS	11
4.3.5.- FIBRA CRUDA	11
4.3.6.- CARBOHIDRATOS	12
5.- EXTRACCION Y CARACTERIZACION DEL CARRAGENANO	12
5.1.- AISLAMIENTO DEL POLISACARIDO	12
5.2.- 3,6 ANHIDROGALACTOSA	12
5.3.- SULFATOS	12
5.4.- FRACCIONACION	12
5.5.- FUERZA DE GEL	13
6.- ANALISIS ESTADISTICO	13
7.- RESULTADOS	14
7.1.- COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL	14
7.2.- INDICE DE PROTEINA ENTRE CARBOHIDRATO	19
7.3.- CARACTERIZACION Y CUANTIFICACION DE CARRAGENANO ..	22
8.- DISCUSIONES	24
9.- CONCLUSIONES	28
10.- BIBLIOGRAFIA	39

INDICE DE TABLAS Y GRAFICAS

	PAGINAS
FIGURA 1.- AREA DE ESTUDIO	9
TABLA I.- COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL EN EJIDO ERENDIRA	15
GRAFICA 1.- VARIACION ANUAL DE LOS CONSTITUYENTES QUIMICOS EN <u>G. canaliculata</u> en Ejido Erendira	16
TABLA II.- COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL EN POPOTLA	17
GRAFICA 2.- VARIACION ANUAL DE LOS CONSTITUYENTES QUIMICOS EN <u>G. canaliculata</u> en Popotla	18
TABLA III.- PROMEDIOS ANUALES Y COEFICIENTES DE VARIACION DE LOS CONSTITUYENTES QUIMICOS EN ERENDIRA Y POOTLA	20
TABLA IV.- INDICE DE % PROTEINAS / % CARBOHIDRATOS	21
TABLA V.- CUANTIFICACION Y CARACTERIZACION DE CARRAGENANO EN ERENDIRA	23
TABLA VI.- CUANTIFICACION Y CARACTERIZACION DE CARRAGENANO EN POOTLA	23

1.- I N T R O D U C C I O N

Las algas marinas han sido utilizadas por el hombre a través de su historia, especialmente en los países orientales, donde se les ha dado uso como alimento, medicinas, fertilizantes y forrajes. Actualmente, las algas marinas también son utilizadas como materia prima en la industria de los ficocoloides, en donde se extraen productos tales como el agar, alginatos y carragenanos. Nuestro país cuenta con recursos algales de importancia comercial a lo largo de la costa occidental de Baja California, los cuales se utilizan como materia prima para la extracción de ficocoloides tales como los carragenanos a partir de especies de la familia Gigartinaceae (Aguilar-Rosas et al, 1982).

En particular, la especie Gigartina canaliculata ha sido explotada en México, como materia prima para la industria de los carragenanos desde 1966; teniendo el recurso una distribución desde Rosarito Baja California, hasta Bahía Magdalena Baja California Sur (Molina-Martínez, 1986).

En estudios realizados en Gigartinales en distintas localidades y diferentes épocas del año, se han encontrado

variaciones en biomasa, rendimiento, tipo y calidad de los carragenanos (Doty y Santos, 1978). Ballesteros-Grijalva et al. (1987) estimaron biomasa, determinaron fases reproductoras y además realizaron un análisis bromatológico, de Gigartina canaliculata en un ciclo anual en dos localidades de B. Cfa., encontrando máximos porcentajes de reproducción sexual para ambas áreas en verano y principios de otoño; contenido de cenizas, fibra y lípidos no presentaron diferencias significativas durante el ciclo anual. Mathieson y Tveter (1976) evaluaron la variación estacional de carragenano en varias ordenes de Gigartinales encontrando valores máximos de proteínas en marzo (14.9%) y mínimos en junio (4.9%), así mismo en verano para carragenano se encontraron valores máximos (33.5%) y valores mínimos en invierno (20%). Abbott (1980) llevó a cabo un estudio estacional, en California Central, de algunas carragenofitas en diferentes fases del ciclo de vida, encontrando en primavera un contenido máximo de carragenano en la fase gametofita femenina (62.2%) y en tetrasporofito más material estéril (59.1%). Sánchez-Rodríguez (1989), determinó la variación estacional de carragenanos en G. canaliculata de Bahía San Quintín en plantas cistocárpicas y material estéril, encontrando valores máximos en invierno (40.51%) y valores mínimos en verano (35.49%); además la composición proximal mostró

valores máximos en primavera para proteínas (14.58 y 15.36%), fibra cruda (2.023 y 1.863%), lípidos (0.132% y 0.176%) y cenizas (35.47% y 40.11%); los mínimos se presentaron en invierno para cenizas (32.6% y 34.13%), fibra cruda (0.67% y 0.58%) y proteínas de material estéril (11.35%) y en primavera para lípidos (0.176%) y proteínas de gametofito (0.15%)., igualmente en C. crispus se han reportado variaciones estacionales en el contenido de carragenanos con máximos en verano (76%) y mínimas en invierno (62%) (Fuller y Mathieson, 1972).

El carragenano es un polisacárido hidrocoloide sulfatado miembro de la familia de los galactanos. Tiene una amplia aplicación en la industria alimenticia y farmacéutica por sus propiedades estabilizadoras, espesantes, gelificantes, entre otros. (FMC. Marine Colloids, 1977). Su estructura química está compuesta por alfa D-galactopiranososa y Beta D-galactopiranososa enlazadas alternadamente por uniones glicosídicas en las posiciones (1-3) y (1-4), los cuales tienen un alto peso molecular y difieren en el grado y sitios de esterificación por sulfatos en diferentes polianiones de la molécula, en algunos tipos de carragenanos la unidad D-galactopiranososa se encuentra en forma 3,6 anhidro (Percival y McDowell, 1967; Towle, 1973).

De acuerdo al grado de sulfatación los carragenanos se encuentran clasificados en tres familias. La familia kappa que comprende las fracciones: iota, mu, nu y kappa donde el residuo B-D-galactopiranososa está sulfatado en el C₄, la familia lambda integrada por los carragenanos: Xi, theta y Pi donde los residuos de B-D-galactopiranososa están sulfatados en el C₂, y la familia beta integrada por los carragenanos gamma y beta. (Greer y Yaphe, 1984). G. canaliculata esta constituida por carragenano tipo kappa y lambda, teniendo el carragenano kappa la característica de formar geles fuertes, por lo que se considera como un recurso con alta demanda comercial (McCandless et al, 1983; Sánchez-Rodríguez, 1989).

Stancioff y Stanley (1969), determinaron la composición química de G. canaliculata de California, y encontraron un contenido de 30-70% de fracción lambda carragenano, con absorciones características en espectroscopia de IR en los 820 a 850, 930 y 1024 cm⁻¹. Lawson et al (1973) en un estudio sobre galactanos sulfatados de 12 carragenofitas entre ellas G. canaliculata evaluaron sus carragenanos, caracterizándolos como kappa y lambda; estando constituido el kappa por galactosa 4-sulfato (40%) 3,6 anhidrogalactosa-2-Sulfato (7%) y el

lambda carragenano por galactosa-2-Sulfato (86%), galactosa 2,6-disulfato (6%), 3,6 anhidrogalactosa (8%).

McCandless et al. (1983) reportaron para G. canaliculata de California en fase de tetrasporofita un contenido de 50.2-51% de carragenano y 6.6% de 3,6 anhidrogalactosa y 38 % de sulfatos, caracterizándose como Epsilon-carragenano por espectroscopia de IR. En gametofitas el carragenano insoluble en KCl presentó un contenido de 21% de 3,6 anhidro galactosa y 23% de sulfatos, caracterizándose como un híbrido K(i) .

Rivera Carro et al. (1987) determinaron la variación estacional y geográfica de la composición química de los carragenanos de G. canaliculata de Rosarito y el Rosario B. C., sin encontrar diferencias significativas en los contenidos de carragenanos en las localidades en cuestión, sin embargo se encontraron diferencias en la relación de 3,6 anhidrogalactosa entre grupo sulfato entre los carragenanos de gametofitos y esporofitos.

En la caracterización de carragenanos de G. canaliculata de Baja California se han reportado valores de 3,6 anhidrogalactosa de 23.6% (Zazueta-Gutiérrez, 1988), 38.2% (González-Gómez, 1988), y 25.70% (Sánchez-Rodríguez,

1989); sulfatos con 22% en muestras de tanques de cultivo (Gonzalez-Gómez, 1988), 16.38% en gametofitos y 21.10% en material estéril (Sánchez-Rodríguez, 1989); en espectroscopia de IR, para el carragenano no fraccionado, se han reportado bandas características a 795, 805, 840, 845, 925, 930 cm^{-1} (Zazueta-Gutiérrez, 1988; Sánchez-Rodríguez, 1989).

Considerando la necesidad de contar con información sobre las características y factores que influyen en la composición de algas de importancia comercial, el presente trabajo tuvo como propósito estimar la influencia de la variación geográfica y estacional sobre la composición química de Gigartina canaliculata así como cuantificar y caracterizar carragenanos en plantas cistocárpicas (PC) y resto de material (RM).

2.- O B J E T I V O

Evaluar la composición química proximal, contenido, propiedades físicas y químicas del carragenano de Gigartina canaliculata en dos localidades de Baja California durante un ciclo anual para plantas cistocárpicas (PC) y para resto de material (RM).

3.- DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO:

Las zonas de estudio se localizan en el Ejido Eréndira y Popotla Baja California. La primera se encuentra ubicada a 80 kilómetros al Sur de la ciudad de Ensenada; a los $31^{\circ}17'$ de latitud Norte y a los $116^{\circ}25'$ de longitud Oeste. Esta zona se caracteriza por presentar oleaje de alta energía y eventos de surgencias. La segunda se sitúa a 80 Kms. al norte de la ciudad de Ensenada, localizada a los $32^{\circ}16'$ de latitud Norte y $117^{\circ}01'$ de longitud Oeste. La zona se caracteriza por ser una playa rocosa semiprotégida y con presencia de pequeños acantilados (fig.1).

Gigartina canaliculata se localiza desde el mesolitoral inferior hasta el mesolitoral medio, se distribuye con mayor abundancia en la zona expuesta al oleaje, mide poco más de 25 cm de altura y es de color púrpura olivo. (Ortega, 1977).

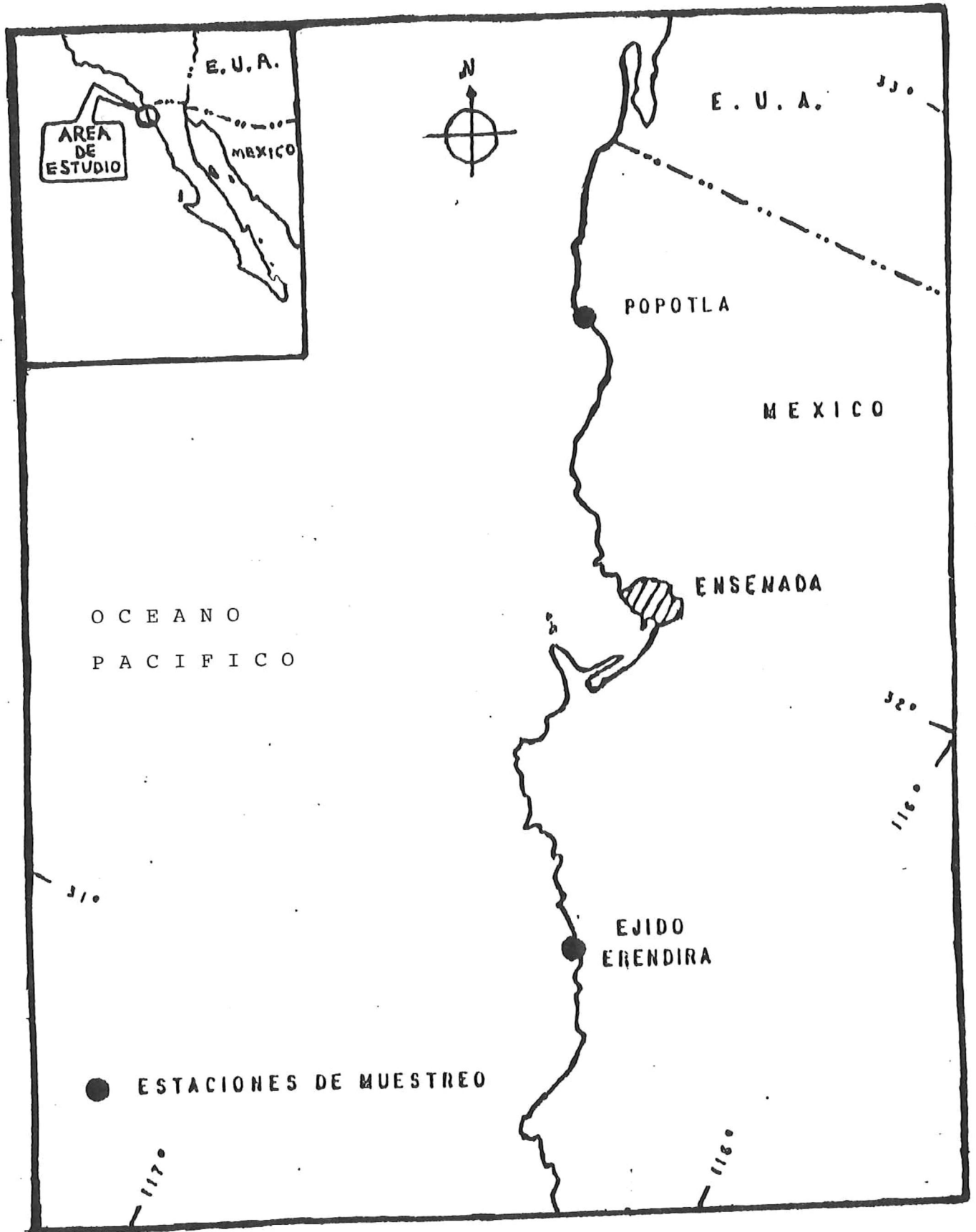


FIG. 1.- Localización del área de estudio.

4.- MATERIALES Y METODOS:

4.1- M U E S T R E O

Se realizaron muestreos bimensuales desde septiembre de 1988 a septiembre de 1989 en Ejido Eréndira y Popotla, B. C. Se utilizaron 2 bolsas de plástico; en una se depositaron 30 muestras colectadas al azar de (PC) y en la otra también 30 muestras pero de (RM). El trabajo de colecta y clasificación fue realizado, por la Sección de Botánica Marina del Proyecto "Relaciones Funcionales entre la Temperatura, Energía del Oleaje y el Comportamiento de G. canaliculata Harv. (Rhodophyceae, Gigartinales) en Baja California", de la Facultad de Ciencias Marinas, de la Universidad Autónoma de Baja California.

4.2.- ACONDICIONAMIENTO DE LAS MUESTRAS

Las muestras clasificadas en (PC) y (RM) posteriormente se lavaron para la eliminación de sales y epifitas, secándose al sol por 48 hrs. y en seguida en estufa a 40 °C por 48 horas. Una vez secas se sometieron a molido en un molino Whyley con malla de tamizado de 1.0 mm y se almacenaron en bolsas de plástico a temperatura ambiente.

4.3.- A N A L I S I S P R O X I M A L

4.3.1.- H U M E D A D:

Se evaluó como la pérdida de peso de la muestra al ser sometida a 110 °C por más de 3 hrs. (A.O.A.C., 1984).

4.3.2.- C E N I Z A S:

Se determinó como el peso del residuo después de la calcinación a 550 °C por 12 hrs de la muestra (A.O.A.C., 1984).

4.3.3.- L I P I D O S:

Se analizó mediante el método de extracción con éter etílico con extractor Soxhlet por 8 hrs. (Larsen, 1979).

4.3.4.- P R O T E I N A S:

Se evaluó utilizando el método Micro-Kjeldahl, utilizando la relación %N por 6.25 (A.O.A.C. 1984).

4.3.5.- F I B R A C R U D A:

Se determinó mediante hidrólisis ácida (H_2SO_4 1.5%) y alcalina (NaOH 2.5%) y posterior secado y calcinación del residuo (Larsen, 1978).

4.3.6.- C A R B O H I D R A T O S:

Se determinó mediante la resta al 100% de la suma de todos los constituyentes químicos del análisis proximal.

5.- EXTRACCION Y CARACTERIZACION DE CARRAGENANOS

5.1.- AISLAMIENTO DEL POLISACARIDO:

Se extrajo según el método de Mc.Candless et al. (1982).

5.2.- 3,6 ANHIDROGALACTOSA:

Se analizó mediante el método espectrofotométrico de Yaphe y Arsenault, utilizando fructosa como estandar (Craigie y Leigh 1978).

5.3.- S U L F A T O S:

Se evaluó por turbidimetría utilizando cloruro de bario y gelatina mediante el método descrito por Craigie et al. (1984).

5.4.- F R A C C I O N A C I O N:

Se determinó la solubilidad del carragenano en KCl 0.3 M. mediante el método descrito por Smith y Cook (1953).

5.5- FUERZA DE GEL:

Se analizó utilizando solución de carragenano al 2% en KCl al 0.2%, mediante el uso de una balanza de 2 platos y una varilla metálica según lo planteado por Pernas et al (1967) y Abbot y Chapman (1981).

6.- ANALISIS ESTADISTICO:

Los valores obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis, posteriormente se les aplicó la prueba de Tukey para establecer los meses con diferencia significativa (Zar, 1984). Para estas pruebas estadísticas se eligió un nivel de significancia de $\alpha=0.05$, a los promedios anuales de los constituyentes químicos se les determinó su coeficiente de variación.

7.- R E S U L T A D O S

7.1.- COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL.

Los constituyentes de mayor proporción encontrados en el análisis proximal en Ejido Eréndira (tabla I) y (Gráfica 1), para plantas cistocárpicas (PC) y resto de material (RM) estuvieron integrados por carbohidratos cenizas y proteínas. Obteniéndose para (PC) los valores máximos: para cenizas en septiembre 31.6%, para proteínas en marzo 20.78%, para fibra cruda en septiembre 5.18%, y para lípidos en septiembre 0.716%, mientras que (RM) presento en mayo para cenizas 32.2%, para proteínas en noviembre 22.09%, para fibra cruda en septiembre 4.11% y para lípidos en septiembre 0.5%. Los valores mínimos para PC y PT+ME se presentaron en julio para proteínas (15.6% y 14.6%), cenizas (17.8% y 17.9%), fibra cruda (1.08% y 0.9%), y lípidos (0.1% y 0.1%).

En Popotla se presentó un comportamiento similar (tabla II) y (Gráfica 2), en donde los constituyentes predominantes fueron carbohidratos cenizas y proteínas, obteniéndose para (PC) los valores máximos para cenizas en mayo 32.8%, para proteínas en marzo 19.8%, para fibra cruda

TABLA I.- COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL EN BASE SECA, DE *Gigartina canaliculata* EN EJIDO ERENDIRA BAJA CALIFORNIA.

%		SEPTIEMBRE 88		NOVIEMBRE 88		ENERO 89		MARZO 89		MAYO 89		JULIO 89		SEPTIEMBRE 89	
		PC	RH	PC	RH	PC	RH	PC	RH	PC	RH	PC	RH	PC	RH
CENIZAS	X	31.69	29.37	30.57	25.47	27.46	31.44	30.94	31.41	31.08	32.27	17.87	17.93	28.36	29.47
	S	0.339	0.100	0.297	0.437	0.010	0.070	0.085	0.075	0.099	0.001	0.098	0.980	0.200	0.253
PROTEINAS	X	19.64	18.54	19.44	22.09	19.15	19.56	20.78	21.47	20.54	19.10	15.66	14.62	15.96	15.85
	S	0.008	0.164	0.091	0.174	0.200	0.085	0.011	0.056	0.104	0.304	0.506	1.28	0.338	1.147
F. CRUDA	X	5.182	4.111	1.995	2.097	2.638	2.579	1.949	3.989	1.265	2.674	1.082	0.932	2.481	2.311
	S	0.010	0.095	0.095	0.206	0.242	0.131	0.095	0.099	0.009	0.008	0.024	0.093	0.262	0.105
LIPIDOS	X	0.716	0.204	0.185	0.326	0.267	0.251	0.393	0.377	0.479	0.247	0.559	0.141	0.502	0.421
	S	0.101	0.174	0.026	1.243	0.205	0.010	0.088	0.199	0.098	0.172	0.180	0.975	0.195	0.082
CARBO.	X	42.75	47.40	52.19	49.98	50.47	46.16	45.92	42.73	46.63	45.70	65.17	66.16	52.69	51.94
	S	1.274	0.895	0.847	0.087	0.054	0.231	0.077	0.714	0.423	0.066	0.212	0.104	1.052	0.099

X= PROMEDIO

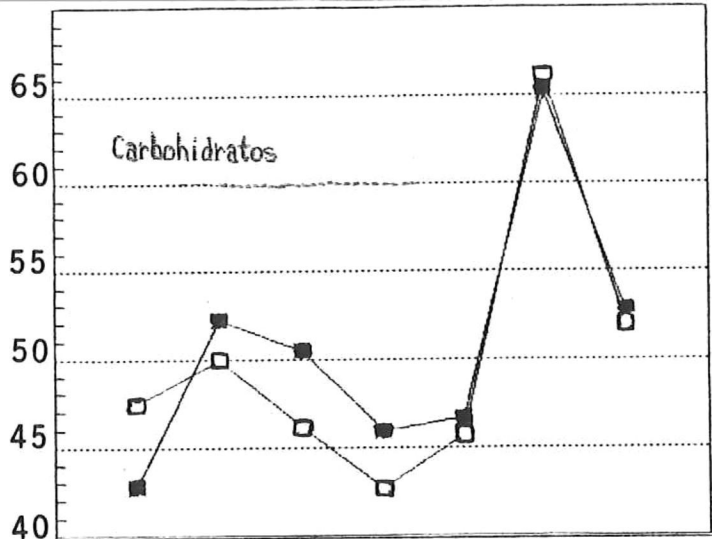
S= DESVIACION ESTANDAR

CARBO= CARBOHIDRATOS

PC= PLANTAS CISTOCARPICAS

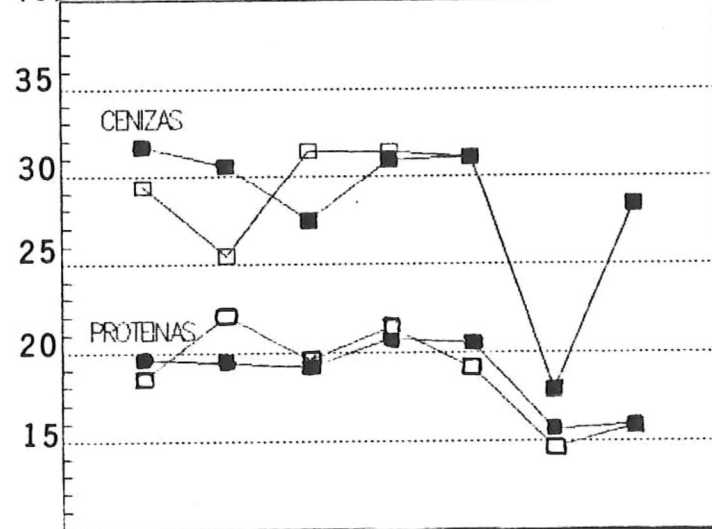
RH= RESTO DE MATERIAL

A)

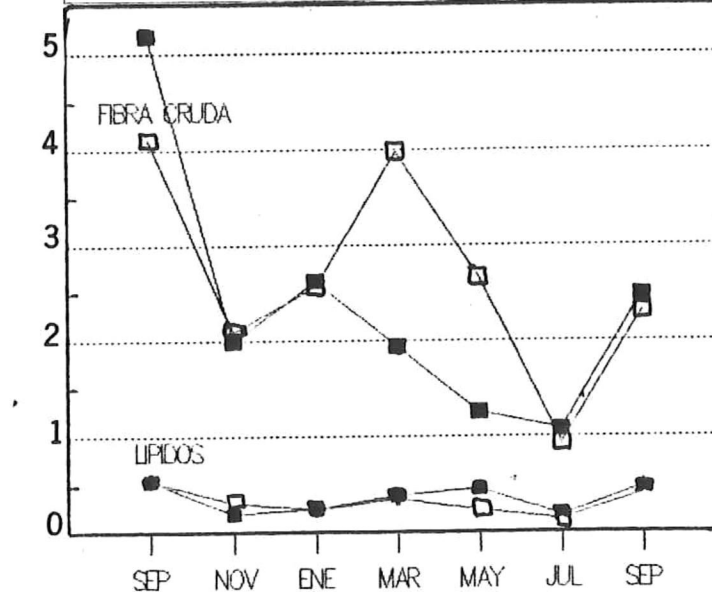


B)

%



C)



1988-89

Gráfica 1.- Variación anual de los constituyentes químicos en *Gigartina canaliculata* para :
 A) Carbohidratos, B) Cenizas y Proteínas
 C) Fibra cruda y lípidos en Ejido Erendira Baja California.

■ Plantas cistocarpicas □ Resto de material

TABLA II.- COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL EN BASE SECA, DE *Gigartina canaliculata* EN POPOTLA BAJA CALIFORNIA.

%		SEPTIEMBRE 88		NOVIEMBRE 88		ENERO 89		MARZO 89		MAYO 89		JULIO 89		SEPTIEMBRE 89	
		PC	RH	PC	RH	PC	RH	PC	RH	PC	RH	PC	RH	PC	RH
CENIZAS	X	31.25	28.56	27.29	28.96	30.90	32.37	29.98	31.90	32.87	32.97	19.35	19.26	28.36	28.57
	S	0.200	0.091	0.211	0.165	0.142	0.077	0.262	0.017	0.099	0.009	0.194	0.152	0.105	0.203
PROTEINAS	X	19.72	27.83	17.74	18.06	18.07	17.30	19.80	19.47	18.41	18.75	15.11	13.59	13.97	15.69
	S	0.091	0.190	0.178	0.109	0.072	0.019	0.009	0.074	0.189	0.017	0.054	0.025	0.829	0.297
F. CRUDA	X	3.579	4.353	2.615	2.694	2.554	2.445	2.896	4.456	1.608	1.976	1.070	0.998	3.684	2.604
	S	0.099	0.017	0.101	0.105	0.243	0.024	0.175	0.007	0.329	0.090	0.026	0.003	0.099	0.262
LIPIDOS	X	0.581	0.551	0.369	0.276	0.273	0.370	0.391	0.240	0.877	0.637	0.234	0.227	0.484	0.410
	S	0.099	0.263	0.162	0.098	0.146	0.100	0.074	0.095	0.199	0.273	0.075	0.197	0.192	0.163
CARBO.	X	44.68	48.69	52.10	50.00	48.20	47.51	46.07	43.92	46.22	45.66	64.08	65.87	53.49	52.52
	S	0.772	0.961	0.222	0.487	1.096	0.972	1.552	0.114	0.871	0.887	0.655	1.424	0.030	0.378

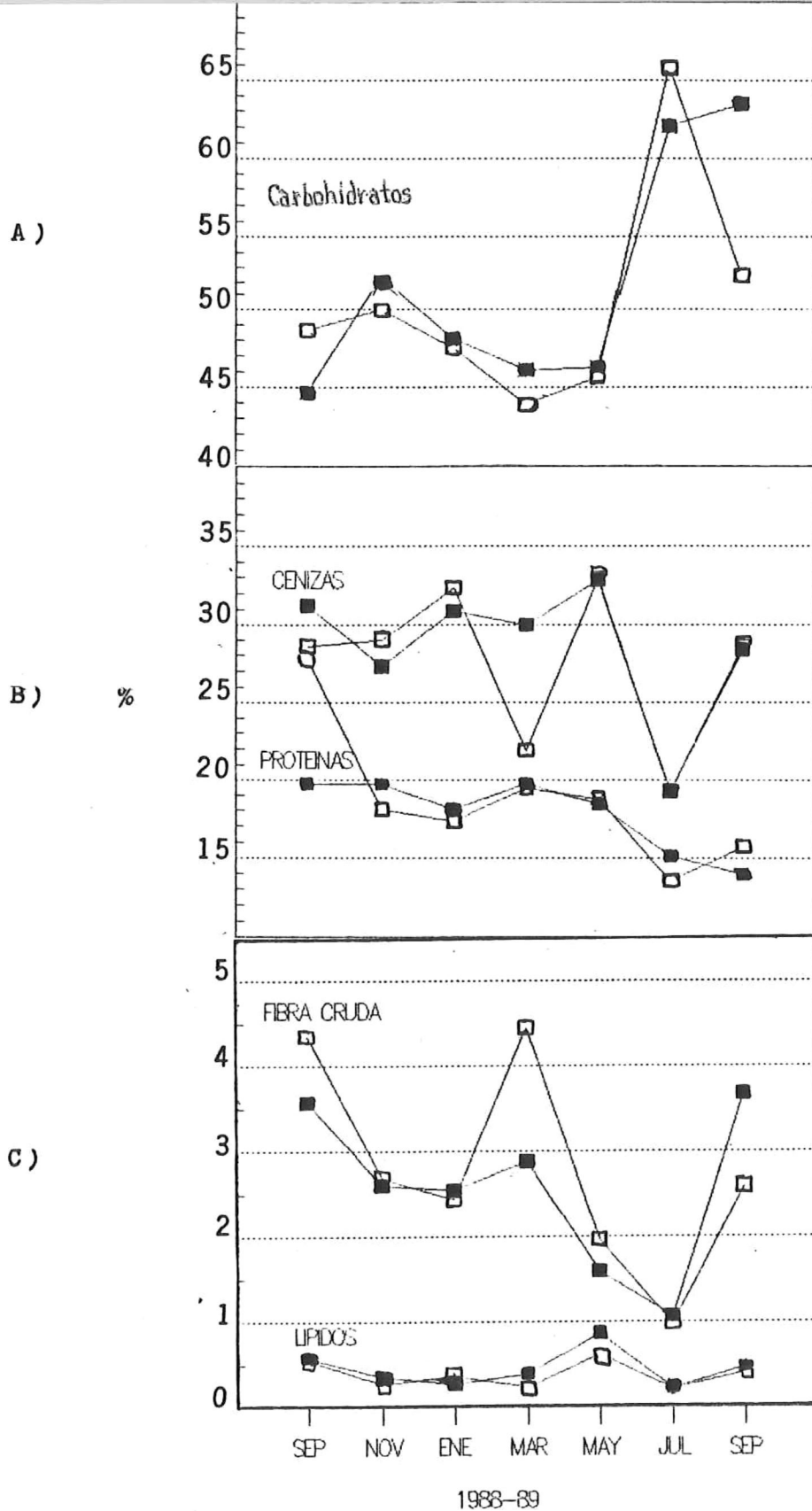
X= PROMEDIO

S= DESVIACION ESTANDAR

CARBO.= CARBOHIDRATOS

PC= PLANTAS CISTOCARPICAS

RH= RESTO DE MATERIAL



Gráfica 2.- Variación anual de los constituyentes químicos en *Gigartina canaliculata* para:
 A) Carbohidratos B) Cenizas y Proteínas
 C) Fibra cruda y lípidos en Popotla B.C.

■ Plantas Cistocarpicas □ Resto de material

en septiembre 3.5%, y para lípidos en mayo 0.8%, mientras que para (PC) presentó para cenizas en mayo 32.9%, para proteínas en marzo 19.1%, para fibra cruda en septiembre 4.3%, y para lípidos en mayo 0.6%. Los valores mínimos para (PC) y (RM) se presentaron en julio para proteínas (15.1% y 13.5%) cenizas (19.3% y 19.2%), y fibra cruda (1.07% y 0.9%), y lípidos (0.2% y 0.3%) respectivamente.

De todos los constituyentes del análisis proximal, fibra cruda y lípidos presentaron los mayores coeficientes de variación (CV) que van aproximadamente de 35 a 54% en cambio carbohidratos, cenizas y proteínas presentaron una variación menor que fue de 4.18 a 16.5% a lo largo del ciclo anual en las dos localidades (tabla III)., también se encontró que la composición química proximal de las muestras (PC y RM) no presentaron diferencias significativas apreciables durante este ciclo anual para las dos localidades.

7.2.- INDICE DE PROTEINA ENTRE CARBOHIDRATO

El índice de % proteínas / % carbohidratos presentó en Ejido Eréndira el máximo en septiembre para (PC) (0.4414), mientras que para (RM) se ubicó en el mes de marzo (0.4433). Popotla presentó similitud, con valores máximos en septiembre y marzo en la fase (PC) (0.4594 y 0.4525) y en marzo para (RM) (0.5024). Los valores mínimos en Ejido

TABLA III.- PROMEDIO ANUAL Y COEFICIENTE DE VARIACION DE LOS CONSTITUYENTES QUIMICOS DE Gigartina canaliculata DE POPOILA Y EJIDO ERENDIRA B.C.

CONSTITUYENTES	P O P O I L A		E R E N D I R A		
	PC	RM	PC	RM	
CARBOHIDRATOS	-				
	X	50.69	50.99	50.72	50.01
	CV	12.33	13.24	4.18	14.29
CENIZAS	-				
	X	28.57	28.94	28.28	28.19
	CV	14.47	14.93	15.83	16.63
PROTEINAS	-				
	X	17.55	17.24	18.74	18.78
	CV	11.17	10.73	10.29	13.23
FIBRA CRUDA	-				
	X	0.91	1.15	1.27	1.02
	CV	35.47	41.27	54.15	38.24
LIPIDOS	-				
	X	0.45	0.38	0.39	0.33
	CV	44.21	35.75	44.98	38.28

X= PROMEDIO

PC= PLANTAS CISTOCARPICAS

CV= COEFICIENTE DE VARIACION

RM= RESTO DE MATERIAL

TABLA IV.- INDICE DE % PROTEINAS / % DE CARBOHIDRATOS EN Gigartina canaliculata.
DE POPOTLA Y EJIDO ERENDIRA, B.C.

MUESTRAS	EJIDO ERENDIRA		POPOTLA	
	PC	RM	PC	RM
SEPTIEMBRE-88	0.4414	0.3663	0.4594	0.3911
NOVIEMBRE	0.3406	0.3612	0.3795	0.4239
ENERO	0.3748	0.3641	0.3795	0.4239
MARZO	0.4297	0.4433	0.4525	0.5024
MAYO	0.3983	0.4107	0.4405	0.4180
JULIO	0.2358	0.2403	0.2403	0.2240
SEPTIEMBRE-89	0.2611	0.2987	0.3029	0.3052

PC= PANTLAS CISTOCARPICAS

RM= RESTO DE MATERIAL

Eréndira se encontraron en julio para (PC) y (RM) (0.2358 y 0.2403), un comportamiento similar se observó en las muestras de Popotla (0.2403 y 0.2240) (Tabla IV).

7.3.- CARACTERIZACION Y CUANTIFICACION DE CARRAGENANO

En la cuantificación y caracterización de carragenano para (PC) en Ejido Eréndira (tabla V), se obtuvieron valores de rendimiento en julio (47.5%), para 3,6 anhidrogalactosa en noviembre (31.6%), para sulfatos en septiembre (24.7%), y en fuerza de gel en enero (66.4%), para (RM) se obtuvieron en rendimiento en julio (43.2%), para 3,6 anhidrogalactosa en noviembre (26.8%). Para sulfatos en septiembre (30.1%) y en fuerza de gel en enero (51.0%). Los valores mínimos para (PC) en contenido de carragenanos se obtuvieron en mayo (41.4%) para sulfatos en enero (20.5%), para fuerza de gel en mayo (51.1%) y 3,6 anhidrogalactosa en septiembre (23.2%); para (RM) el rendimiento mínimo de carragenano se obtuvo en mayo (38.5%), para sulfatos en noviembre (23.6%), para fuerza de gel en marzo (15.2%) y para 3,6 anhidrogalactosa en julio (16.33%).

En cuanto a cuantificación y caracterización de carragenano de muestras de Popotla (tabla VI), los valores

TABLA V.- CUANTIFICACION Y CARACTERIZACION DE CARRAGENANOS DE *Gigartina canaliculata* EN EJIDO ERENDIRA BAJA CALIFORNIA.

MUESTREO		CARRAGENANOS	3,6 ANHIDROGALACTOSA	SULFATOS	SOLUBILIDAD EN KCl 0.3M		FUERZA DE
		%	%	%	% SOLUBLE	% INSOLUBLE	GEL g/cm ²
SEP. 88	PC	44.272	23.21	27.21	22.45	76.10	59.06
	RN	40.977	24.59	29.65	27.85	72.15	48.14
NOV. 88	PC	45.276	31.65	20.60	14.01	84.32	60.24
	RN	41.507	26.87	23.26	18.37	80.51	48.48
ENERO 89	PC	42.903	29.47	20.57	4.45	95.72	66.43
	RN	41.507	19.93	23.66	23.1	75.23	51.07
MARZO 89	PC	44.757	28.10	23.38	13.85	83.76	56.20
	RN	42.439	18.42	25.49	27.43	70.09	15.22
MAYO 89	PC	41.469	26.65	23.57	25.02	74.23	54.19
	RN	38.511	17.57	27.14	39.37	61.25	18.01
JULIO 89	PC	47.584	25.25	24.75	30.53	67.03	43.04
	RN	43.258	16.33	28.15	40.01	57.65	25.20
SEP. 89	PC	44.000	24.24	25.40	20.36	73.26	60.25
	RN	38.897	23.58	30.14	23.43	70.23	46.83

PC= PLANTAS CISTOCARPICAS

RN= RESTO DE MATERIAL

TABLA VI.- CUANTIFICACION Y CARACTERIZACION DE CARRAGENANOS DE *Gigartina canaliculata* EN POPOTLA BAJA CALIFORNIA.

MUESTREO		CARRAGENANOS	3,6 ANHIDROGALACTOSA	SULFATOS	SOLUBILIDAD EN KCl 0.3M		FUERZA DE
		%	%	%	% SOLUBLE	% INSOLUBLE	GEL g/cm ²
SEP. 88	PC	44.379	22.19	20.07	18.96	82.54	60.09
	RN	39.981	20.14	30.12	21.84	68.16	50.52
NOV. 88	PC	45.093	30.42	20.64	11.34	79.66	61.35
	RN	40.946	23.00	22.84	17.73	80.30	52.06
ENERO 89	PC	43.240	29.73	21.58	3.26	95.48	68.45
	RN	41.016	17.48	23.34	15.78	87.22	53.27
MARZO 89	PC	44.153	27.52	23.12	12.97	86.03	58.43
	RN	40.287	16.22	24.32	18.32	83.68	14.72
MAYO 89	PC	46.171	25.81	24.77	20.67	77.58	55.80
	RN	42.985	17.48	26.22	28.38	69.36	18.65
JULIO 89	PC	48.240	25.05	25.78	21.60	68.17	57.18
	RN	44.530	15.74	27.03	44.77	65.33	20.69
SEP. 89	PC	43.276	23.53	24.46	19.97	78.17	61.44
	RN	38.880	18.57	29.56	25.63	65.64	49.14

PC= PLANTAS CISTOCARPICAS

RN= RESTO DE MATERIAL

máximos en contenido de carragenanos para (PC) se presentaron en julio (48.2%), para 3,6 anhidro galactosa en noviembre (30.4%), para sulfatos en julio (25.7%), y para fuerza de gel en enero (68.4%); en (RM) se encontró contenido mínimo de carragenano en julio (48.2%), para 3,6 anhidro galactosa en noviembre (23.0%), para sulfatos en septiembre (30.1%) y fuerza de gel en septiembre (50.5%). Los valores mínimos para (PC) se obtuvieron en enero y septiembre (43.24% y 43.27%), para 3,6 anhidro galactosa en septiembre (22.19%), para sulfatos en septiembre (20.0%) y fuerza de gel en mayo (55.8%); mientras que en (RM) se encontró un contenido mínimo de carragenano en septiembre (38.8%), para 3,6 anhidro galactosa en julio (15.7%), para sulfatos en noviembre (22.8%) y fuerza de gel en mayo (14.7%). El análisis estadístico no presentó diferencias en el rendimiento de carragenano para (PC) y (RM) durante el ciclo anual, para las dos localidades.

11.- D I S C U S I O N E S

El análisis proximal de Gigartina canaliculata en el Ejido Eréndira y Popotla para (PC) y (RM) presentó similitud con lo reportado por Sánchez Rodríguez (1989) para muestras de Bahía San Quintín, donde se observó que los macroconstituyentes como carbohidratos, cenizas y proteínas conformaron cerca del 95% de los sólidos totales del alga.

Comparando las razón estacional de % proteínas / % carbohidratos en los dos tipos de muestra se puede inferir que existe una correlación con el estado de desarrollo de las mismas (Dawes et al, 1974) para (PC) y (RM) en Ejido Eréndira y Popotla, se presentaron valores altos en marzo y mayo por lo que se infiere una fase de crecimiento rápido a finales de invierno a principios de verano, presentando valores mínimos en julio. En la mayoría de las carragenofitas se ha observado que los rendimientos de coloides pueden variar estacionalmente debido a las condiciones ambientales y métodos de extracción (Mathieson y Tveter, 1975). En este trabajo se encontraron valores máximos en verano y mínimos en primavera y otoño. En general durante el ciclo anual se pudo observar que al tenerse un alto ritmo de crecimiento se tuvo como consecuencia una baja en contenido de carragenano y sulfatos así como un alto contenido en 3,6 anhidroglactosa

y alto valor en fuerza de gel; esto se debe a que cuando existe un medio rico en nutrientes, los metabolitos producidos en la fotosíntesis, que entran al ciclo del Acido Tricarboxílico, son transformados en su mayor parte a compuestos precursores de proteínas y una menor parte destinada a la síntesis de carbohidratos (Deboer, 1979; Raven 1974; Neish et al., 1977).

El comportamiento en contenido de carragenano de G. canaliculata fué similar a lo reportado por Pickmere et al. (1975) donde no se observaron diferencias significativas en el rendimiento, durante un período anual de muestreo en tres especies de Gigartina; El rendimiento del alga fue alto en las dos localidades, teniendo para (PC) y (RM) en Eréndira valores de 47.58% y 43.25%, y en Popotla 48.24% y 44.53% respectivamente, estos valores no difieren de los reportados por McCandless et al., (1983a) (50.2 a 51.0%), Abbott (1980) (50.6%), Zazueta-Gutierrez (1988) (42.6%) y por Sánchez-Rodríguez (1989) (40.05% en (PC) y 38.73% en (RM), para la especie en cuestión.

No se observaron diferencias en rendimiento para el contenido de 3,6 anhidrogalactosa en ninguna de las dos localidades ni en ninguna de las dos plantas; sin embargo se observó que el porcentaje en (PC) fue mayor que en (RM), esto es similar a trabajos realizados sobre especies de Gigartina en donde se han reportado en (RM)

concentraciones de 3,6 anhidrogalactosa menores que las encontradas en (PC) (Dawes et al, 1977; McCandless et al, 1973; Sánchez-Rodríguez, 1989).

Se observó una relación inversa entre el contenido de sulfatos y la 3,6 anhidrogalactosa en (PC) para las dos localidades. Esto confirma el hallazgo de una alta fuerza de gel, ya que altas concentraciones de 3,6 de anhidrogalactosa y bajas concentraciones de sulfato son propicias para la formación de un gel de buena calidad (Sandford y Baird, 1983). Por otra parte, el carragenano de muestras de (RM) no producen un gel de buena calidad, debido a que la concentración de sulfatos es mayor que la 3,6 anhidrogalactosa. La variación de la fuerza de gel entre las muestras se asoció así mismo a su capacidad de solubilización en KCl (Pernas et al., 1967; McCandless et al., 1983). Las muestras de (PC) de Ejido Eréndira y Popotla presentaron la mayor fuerza de gel en invierno (60.21gr/cm² y 61.35gr/cm²), mientras que los valores disminuyeron en verano, este comportamiento fue similar a lo encontrado por Abbott (1980) para (PC) de G. canaliculata de California con valores bajos en primavera y valores altos en invierno. A lo largo del ciclo anual las fracciones de carragenanos insolubles en KCl se mostraron mayoritarias, en (PC) y (RM), esto es similar a lo reportado por Sánchez-Rodríguez (1989); infiriéndose la

presencia de carragenano tipo K (kappa) o k(i) (kappa-iota) en fracción insoluble, mientras la soluble puede presentar un carragenano tipo lambda o epsilon. En general, se ha demostrado que en el género de las Gigartinales existen diferencias en el carragenano producido por las diferentes fases reproductivas, ocurriendo en (PC) fracciones de la familia kappa o híbrido kappa-iota carragenano, mientras que en (RM) las fracciones pueden ser lambda, epsilon o pi (McCandless et al 1983); por lo tanto la dominancia de las fracciones insolubles en las muestras analizadas, conduce a plantear que los gametofitos maduros e inmaduros son predominantes en las poblaciones evaluadas, teniéndose dominancia de éstos en verano y otoño en ambas zonas. (Ballesteros-Grijalva et al, 1990).

Tomando como referencia una muestra de bactoagar (210 gr/cm²), se encontró en los carragenanos no fraccionados una fuerza de gel menor; por lo que los ficocoloides de G. canaliculata se presentan con baja capacidad como sustituto de agar para medios microbiológicos; González-Gómez (1988), Zazueta-Gutiérrez (1988) y Sánchez-Rodríguez (1989) encontraron una característica similar en geles de Gigartina canaliculata de B.C.

10.- C O N C L U S I O N E S

Los constituyentes mayoritarios de composición proximal para el Ejido Eréndira y Popotla fueron los carbohidratos, cenizas y proteínas.

El contenido de carbohidratos y carragenanos para el Ejido Eréndira y Popotla de (PC) y (RM) no presentaron mucha diferencia en rendimiento durante el ciclo anual.

La mayor fuerza de gel se presentó en invierno para (PC) y (RM) en las dos localidades.

Los carragenanos de (PC) y (RM) en el Ejido Eréndira y Popotla, presentaron como mayoritaria a la fracción insoluble en KCl 0.3M en relación a la fracción soluble.

Los carragenanos fracción insoluble en KCl 0.3M en el Ejido Eréndira y Popotla, presentaron fracciones gelificantes del tipo kappa.

Las fracciones solubles en KCl 0.3M, presentaron carragenanos de la fracción lambda (no gelificante).

11.- B I B L I O G R A F I A

- Abbott, L. A. 1980. Some fields and laboratory studies on colloids producing red algae in Central California. *Aquat. Bot.* 8:255-266.
- Abbott, I. A. y Chapman A., 1981. Evaluation of kappa carragenan as a substitute for agar in microbiological media. *Arch. Microbiol.* 128:385-359.
- Aguilar-Rosas, L. E., Aguilar Rosas, R., Pacheco-Ruiz, I., B. Garcia E., Aguilar-Rosas M.A. y Urbieta-González E., 1982. Algas de importancia económica de la región noroccidental de Baja California, México. *Ciencias Marinas*, 8:49-63.
- A.O.A.C., 1984. *Official Methods of Analysis*. 14th ed. Washington D.C.
- Ballesteros-Grijalva, G., Durazo-Beltrán E., y Labastida-Woods., 1987. Estimación de abundancia, fases reproductoras y análisis bromatológicos de Gigartina canaliculata Harv. (Rhodophyceae,

Gigartinales) en el Ejido Erendira y Popotla B.C.
En: Resúmenes del VII Congreso Nacional de
Oceanografía, Inst. Nal. de Pesca, Ensenada, B.C.
p.131.

Ballesteros-Grijalva, G., Labastida-Woods. y Durazo-Beltrán
E. 1990. Abundancia de Gigartina canaliculata,
Harv. en el Ejido Erendira y Popotla, B.C. México.
Ciencias Marinas Vol.16(1):23-27.

Craigie, J. S. y Leigh C., 1978. Carrageenans and agars.
En: J. Hellebust y J.S. Craigie(Eds.), "Handbook of
Phycological Methods, Cambridge University Press,
Cambridge. pp. 109-131.

Craigie, J. S., Wen Z. C. and Van Der Meer J. P., 1984
Interspecific and nutritionally determined
variations in the composition of agar from
Gracilaria sp. Botánica Marina 27(2) 55-61.

Dawes, J. M., Clinton, J., Lawrence J. M., Cheney D. P.,
and Mathieson A.C. 1974. Ecological studies of
Floridean Eucheuma (Rhodophyta, Gigartinales).III
seasonal variation of carrageenan, total
carbohydrate, protein, and lipid.

- Dawes, C. J., Stanley N. F. and Stancioff D. J., 1977. Seasonal and reproductive aspect of plant chemistry, and carragenan from floridian Eucheuma (Rhodophyta, Gigartinales) *Botanica Marina* 20:137-147.
- DeBoer, J. 1979. Effects of nitrogen enrichment on growth rate and phycocolloid content in Gracilaria folifera and Neogardhiella baylei (Florideophyceae). *Proc. Intl. seaweed Symp.* 9:263-271.
- Doty, M. S. and Santos G. A. 1978. Carrageenan from tetrasporic and cystocarpic Eucheuma species. *Aquat. Bot.* 4:143.
- FMC-Marine Colloids. 1977. Carragenans, marine colloid. Monograph number one. Rockland, Marine. U.S.A. 36pp.
- Fogg, G. E. 1964. Environmental conditions and the pattern of metabolism in algae. In: D. Jackson, (Ed), "Algae and Man". Plenum Press, New York, N. Y., 77-85pp.

- Fuller, S. W. and Mathieson A. C. 1972. Ecological studies of economic red algae IV. variations of carrageenan concentration and properties in Chondrus crispus Stachouse. *Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 10:49-58.
- González-Gómez, M. A. 1988. Efecto de los nitratos en el crecimiento y producción de carragenano de Gigartina canaliculata en tanques de cultivo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas, U.A.B.C., Ensenada B.C., México. 35pp.
- Greer C. W. and Yaphe W. 1984. Characterization of hybrid (Betha, Kappa and Gamma), carrageenan from Eucheuma gelatinae J. Agardh (Rhodophyta, Solieriaceae) using Carrageenases infrared and C-NMR spectroscopy. *Bot. Mar.* 27:473-478.
- Larsen, B. 1978. Brown seaweeds: analysis of ash, fiber, iodine and mannitol. En: J. A. Hellebust y J. S. Craigie (Eds.), "Handbook of Phycological Methods". Cambridge University Press Cambridge. pp181-188.
- Larsen, B. 1979. Manual de métodos de Laboratorio. Curso Industrialización y Utilización Racional de los Recursos Algales de B. C. Norte. Evaluación Química

11 de Julio 27-Julio. Unidad de Ciencias Marinas,
U.A.B.C. Ensenada B. C. (No publicado).

- Lawson, J., D. A. Rees, Stancioff D. J. and Stanley N.F.
1973. Carrageenans. Part. VIII. Repeating
structures of galactan sulphates from Furcellaria
fastigiata, Gigartina canaliculata, Gigartina
chamissoi, Gigartina atropurpurea, Ahnfeltia
durvillaei, Gimnogrionus furcellatus, Eucheuma
cottonii, Eucheuma isiforme, Eucheuma uncinatum,
Agardhiella tenera, Pachymenia hymantophora and
Gloiopeltis cervicornis. J. Chem. Soc.
PerkinI:2177-2182.
- Mathieson, C. and Tveter E. 1976. Carrageenan ecology of
Chondrus crispus Stackhouse Aquat. Bot., 1:25-43.
- McCandless, E. L., Craigie, J. S. and Walter J. A. 1973.
Carrageenans in the gametophytic and sporophytic
stages of Chondrus crispus. Planta, 112:201-212.
- McCandless, E., West J. A. and Gufry M. D. 1982.
Carragenan patterns in the Phylloporaceae.
Biochemical Systematics and Biology, Vol.10 No.
4, pp 275-284.

- Mc.Candless, E. L., West J. A. and Guiry M.O. 1983. Carrageenan patterns in the Gigartinaceae. *Biochem. Syst. Biol* 2(3):175-182.
- Molina-Martinez, J. 1986. Notas sobre tres especies de algas marinas: Macrocystis pyrifera, Gelidium robustum y Gigartina canaliculata; de interés comercial en la costa de occidente B.C. México. En *Contribuciones Biológicas y Tecnológico Pesqueras Sec. de Pesca, I.N.P., Centro Regional de Investigación Pesquera, Ensenada B.C., México.* Documento Informativo #3 16-39pp.
- Neish, A. C., Shacklock P. F., Fox C. y Sympson S. F. 1977. The cultivation of Chondrus crispus. Factors affecting growth under greenhouse conditions. *Can. J. Bot.*, 55:2263-2271.
- Ortega, M. 1977. Pelo de cochi. Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. A.C. Com. 15pp.
- Percival E. and McDowell H., 1967. Chemistry and enzymology of marine algae polisaccharides. Academic Press. London. p312.

- Pernas, A. J., Smidsrod O., Larsen, B. and Haug A. 1967
Chemical heterogeneity with potassium chloride.
Acta Chem. Scand. 21(1)98-110.
- Pickemere, S. E., Parsons M. J. and Bailey, R. W. 1975.
Variations in carrageenans levels and composition
in the three New Zealand species of Gigartina. N.
Z. J. Sci. 18:585-595.
- Raven, J. A. 1974. Carbon dioxide fixation. In: W.D.P.
Stewart. (Ed.) Algal Physiology and Biochemistry
Blakwell Scientific Publications, Oxford. pp.443-
455.
- Rivera-Carro, H. Hernandez E. y Puentes J. G., 1987,
Estudio de la variación estacional y geográfica de
la composición de los carragenanos de Gigartina
canaliculata de dos localidades de B.C. En:
Resúmenes del VII Congreso Nal. de Oceanografía,
Inst. Nal. de Pesca, Ensenada B.C. p.146.
- Sandford P. A. and Baird, J. 1983. Industrial utilization
of polysaccharides. In: The Polysaccharides, G. O.
Aspinal (Ed.) Chapt.7. Academic Press. New York.

- Sánchez-Rodríguez, 1989. Caracterización de carragenanos del alga Gigartina canaliculata (Harv. Rhodophyceae, Gigartinales) a lo largo de un ciclo anual, en la Bahía San Quintín, B.C., México. Tesis de Licenciatura. F.C.M. U.A.B.C. Ensenada B. C.
- Smith, D.B. and Cook, W. 1953. Fractionation of carrageenin. Arch. Biochem. Biophys. 45:232-233.
- Stancioff, T. and Stanley, F. 1969. Infrared and chemical studies on algal polysaccharides. Proc. Intl. Seaweed Symp. 6:595-609.
- Towle, G. A. 1973. Carrageenan. In: R. L. Whistler (Ed.), "Industrial gums polysaccharides and derivatives. Chapter 5, Academic Press. New York.
- Zar, J. H. 1984. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Inc. New Jersey. 718 pp.
- Zazueta-Gutiérrez, E. 1988. Estudio químico de los carragenanos de cuatro especies de Gigartina. Tesis de Licenciatura F.C.M., U.A.B.C. Ensenada, B.C. México. 42pp.