

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

"VARIACION ESTACIONAL DEL RENDIMIENTO DE CARRAGENANO
EXTRAIDO DE Eucheuma uncinatum, SETCHELL & GARDNER
(RODOPHYTA) DE BAHIA DE LOS ANGELES, B.C."

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
O C E A N O L O G O
PRESENTA
FELIPE CORREA DIAZ

Ensenada, Baja California, Octubre de 1987

R E S U M E N

El alga roja Euclima uncinatum es considerada como una fuente potencial de carragenano la cual no ha sido explotada en México. Carragenano, es el término genérico de una familia de galactanos sulfatados, usados en la industria alimenticia como agentes espesantes, estabilizadores y gelantes. En el presente estudio se analizaron muestras colectadas, de un mismo manto, a lo largo de un año para conocer la variación estacional del rendimiento de carragenano en E. uncinatum. Los análisis de plantas colectadas aproximadamente cada dos meses, mostraron una variación en el rendimiento de 32 a 42% con valores mínimos en invierno-primavera y máximos en verano-otoño. Los rendimientos exhibieron una clara correlación con la temperatura. No se notaron diferencias en el rendimiento de carragenano de plantas femeninas y estériles. El análisis de infrarrojo confirmó que el polisacárido producido por esta especie corresponde a un Iota-carragenano.

"VARIACION ESTACIONAL DEL RENDIMIENTO DE CARRAGENANO
EXTRAIDO DE Eucheuma uncinatum, SETCHELL & GARDNER
(RODOPHYTA) DE BAHIA DE LOS ANGELES, B.C."

T E S I S
QUE PRESENTA:
FELIPE CORREA DIAZ

Aprobada por:

Presidente del Jurado
M.C. José A. Zertuche González

Sinodal Propietario
Dr. Héctor Rivera Carro

Sinodal Propietario
Quim. Irma E. Soria Mercado

Sinodal Suplente
Oc. Guadalupe G. de Ballesteros

Sinodal Suplente
Oc. Raúl Aguilar Rosas

A MIS HIJOS:

ERICK ALONSO Y FELIPE

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fué llevado a cabo en el Instituto de Investigaciones Oceanológicas (I.I.O.), dentro del proyecto "Maricultura y Extracción Química de Algas de Interés Comercial en B.C.". Agradesco a mi asesor de tesis, M.C. José A. Zertuche por su gran apoyo durante la realización de este trabajo. Igualmente, agradezco a mis sinodales; Dr. Héctor Rivera, Quim. Irma E. Soria, Oc. Guadalupe G. de Ballesteros y Oc. Raúl Aguilar, la revisión crítica del escrito.

Un especial reconocimiento al Dr. Héctor Rivera por alentarme en este campo y por su ayuda en cada una de las etapas experimentales.

El presente trabajo no hubiera sido posible de realizar sin la ayuda desinteresada del P.O. Adán Castillo y de los Almacenistas Armando Abaroa, Epigmenio Gámez e Ignacio Herrera, compañeros de trabajo y buenos amigos.

Agradesco a mis amigos Oc. Zaúl García, P.O. Marco A. González, P.O. Virginia Alcantara y Silvia Gómez (estudiante de oceanología), su ayuda en los trabajos de laboratorio; al Dr. Miguel Avalos, por su asesoría en el manejo de los programas de graficado; al personal del centro de cálculo del I.I.O. por sus oportunas observaciones.

I N D I C E

A. INTRODUCCION	
A.1. Introducci3n-----	1
A.2. Objetivo-----	4
B. MATERIALES Y METODOS-----	6
C. RESULTADOS Y DISCUSIONES-----	10
D. CONCLUSIONES-----	19
E. BIBLIOGRAFIA-----	20
F. ANEXO I-----	27
G. ANEXO II-----	33

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Fig 1:	Estructuras del carragenano idealizadas-----	5
Fig 2:	Temperatura del medio y rendimiento de carragenano en <u>E. uncinatum</u> .-----	15
Fig 3:	Rendimiento de carragenano en plantas individuales de <u>E. uncinatum</u> .-----	16
Fig 4:	Comparación del rendimiento de carragenano entre las muestras estériles de <u>E. uncinatum</u> .-----	17
Fig 5:	Comparación de los espectros de infrarrojo de los Iota carragenanos de <u>E. uncinatum</u> .-----	18
Tabla I:	Variación estacional del rendimiento de carragenano en <u>E. uncinatum</u> .-----	15
Tabla II:	Rendimiento de carragenano en plantas individuales; femeninas y estériles de <u>E. uncinatum</u> .-----	16
Tabla III:	Rendimiento de carragenano, profundidad y temperatura del medio en las muestras estériles; "junio somera" y "junio profunda"-----	17

INTRODUCCION

Eucheuma es un género de la familia Solieriaceae (orden Gigartinales), de amplia distribución pantropical comercialmente importante por su contenido de carragenano (Dawes et al, 1977a). El cultivo de algunas especies de Eucheuma, en el mar de china, provee más del 40% de la materia prima para la industria mundial del carragenano (Rabanal & Trono, 1983; Laite & Ricohermoso, 1981).

El término carragenano se refiere a una familia de polisacáridos sulfatados, que se usan en la industria alimenticia como agentes gelantes, espezantes y estabilizadores (S.A.T.I.A, 1981; Marine Colloids, 1981).

El carragenano esta constituido por cadenas lineales de unidades D-galactopiranosas enlazadas, alternadamente, a través de las posiciones α (1--> 3) y β (1--> 4) (Greer & Yaphe, 1984). La unidad 4- α -D-galactopiranosas (unidad B, Fig 1) puede encontrarse en forma de 1,6-anhidro- α -D-galactosa. Además el grupo hemiéster sulfato puede sustituir cualquier hidroxilo libre en las unidades monosacáridas (Painter, 1983).

Rees y colaboradores (1968) introdujeron un sistema de nomenclatura en el cual, las letras griegas; Kappa, Lambda,

Nú, Iota, Mú y Epsilon, refieren a las unidades disacáridas, idealizadas, del carragenano (Smith & Cook, 1953; Rees, 1963; Anderson et al, 1968; Stancioff & Stanley, 1969) Fig 1.

Nuestro país cuenta con recursos algales, como fuente potencial para la extracción de carragenano, entre los cuales destacan los mantos naturales de Eucheuma uncinatum, en el Golfo de California (Blanco et al, 1982). Sin embargo, México se encuentra entre los países importadores de carragenano, con una demanda interna en aumento (Banco Mexicano del Comercio Exterior, 1987, I.M.C.E, 1985) ver Anexo I.

Contrariamente a lo observado en otras especies de Gigartinales, en donde los tipos Kappa, Mú, Iota y Nú carragenanos se encuentran en distintas proporciones en algas en fase gametofita y el tipo Lambda en algas en fase esporofita (Painter, 1983), en el género Eucheuma las diferentes fases reproductivas no difieren en el tipo de carragenano presentando, principalmente, los tipos: Iota (Stancioff & Stanley, 1969; Dawes et al, 1977a; Dawes et al, 1977b; Dawes, 1979; Beilich et al, 1981; Feats, 1981; Painter, 1983), Kappa (Doty, 1973; Doty & Santos, 1978;

Dominguez-Malagón, 1977), y Nú (Stancioff & Stanley, 1969; Bellion et al, 1981).

Dawes (1977) publicó valores de variación estacional del rendimiento de carragenano, con máximos en verano y mínimos en invierno, en algunas especies del género Eucheuma de Florida (Dawes, et al, 1977b). Variaciones similares han sido reportadas para Chondrus crispus (Fuller & Mathieson, 1972).

Comparando con otras especies productoras de carragenano, E. uncinatum ha sido poco estudiada. En 1969 Stancioff y Stanley demuestran que E. uncinatum produce el carragenano tipo Iota y además descubren su precursor; el Nú-carragenano (Stancioff & Stanley, 1969). En 1977 Dawes y colaboradores al analizar varias muestras de E. uncinatum, colectadas en tres diferentes localidades del Golfo de California en abril de 1976, publicaron rendimientos de carragenano de 30.7 a 40.7% y además observaron que en la composición química de E. uncinatum no se presentaron variaciones entre plantas tetraspóricas y cistocárpicas (Dawes et al., 1977a). Después de estos trabajos, se han investigado aspectos bioquímicos y fisiológicos más particulares de esta especie (Dawes., 1979, Peats., 1981, Polne., 1981). Aunque, en ninguno de estos trabajos se estudió la variación del rendimiento de carragenano a lo largo de un ciclo anual.

Para conocer las variaciones, en el contenido de carragenano, debidas al estado sexual de la alga y a la estación del año, se realizaron extracciones cuantitativas en 20 muestras de E. uncinatum colectadas, de mayo de 1985 a mayo de 1986, en Bahía de los Angeles, Baja California. El carragenano purificado fue analizado cualitativamente por espectrofotometria de infrarrojo.

OBJETIVO

Conocer la variación estacional del rendimiento y tipo de carragenano producido por E. uncinatum, de Bahía de los Angeles, Baja California.

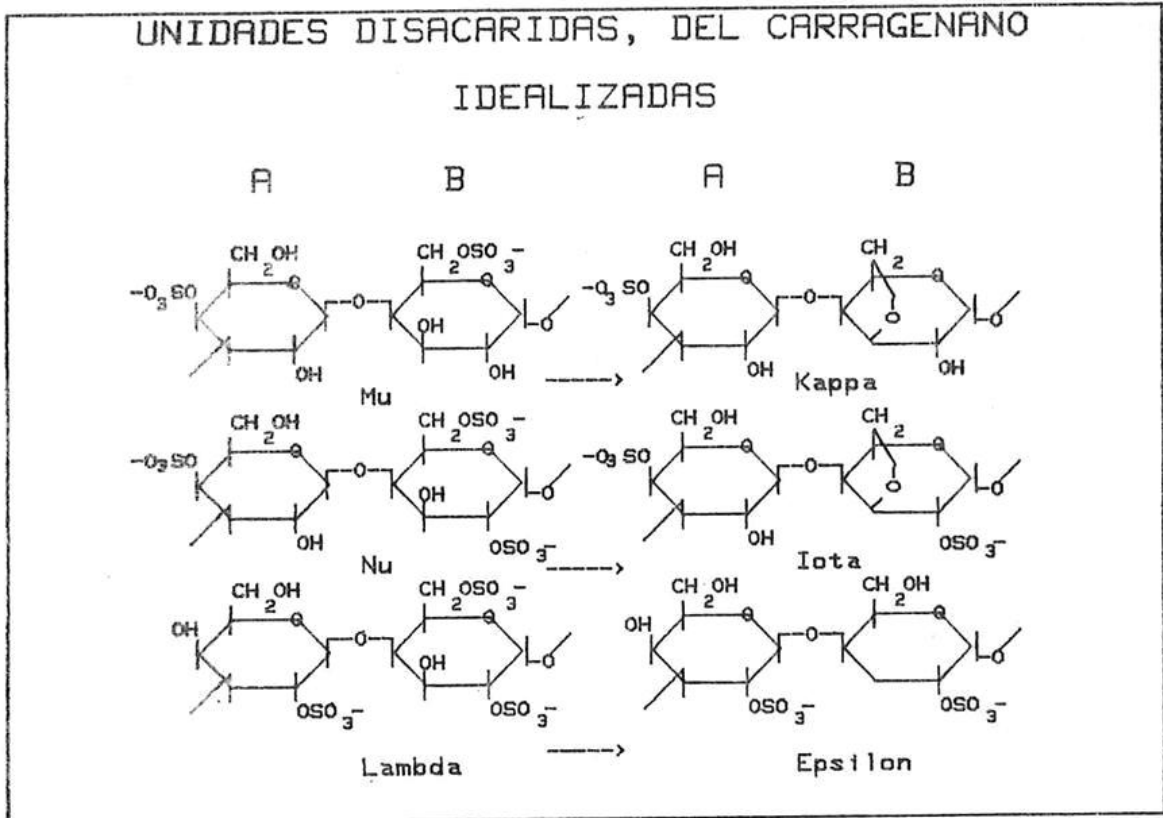


Figura 1. Estructuras del carragenano idealizadas.

MATERIALES Y METODOS

* Colecta de Muestras *

Se colectó E. uncinatum, de mayo de 1985 a mayo de 1986, de un manto localizado en el interior de Bahía de los Angeles a 7 Km al norte del poblado, en un lugar conocido como Playa la Silica. El muestreo se efectuó sobre un transecto fijo perpendicular a la línea de costa. El transecto se dividió en 4 zonas; la 1ª abarcó desde el nivel de baja mar medio hasta 20 metros de distancia, la 2ª de 20 a 70 metros, la 3ª de 70 a 120 y la 4ª de 120 a 155 metros de distancia. Estas distancias (20, 70, 120 y 155 metros) corresponden en profundidad, con respecto al nivel medio de mareas, a: 2, 3, 4.5 y 6 metros, respectivamente

Las muestras generales representan la mezcla de ramas, de entre los 10 y 20 cm de longitud, colectadas de diferentes plantas a lo largo del manto. En el mes de noviembre, debido a la poca disponibilidad de material, se colectaron solamente pequeños talos sueltos.

Para conocer las variaciones, en el contenido de carragenano, debidas a las diferencias entre planta y planta y entre femeninas (cistocárpicas) y estériles (aparentemente), en el mes de junio, se colectaron, en la

parte más densa del manto, plantas enteras; 3 femeninas y 3 estériles. En julio se colectaron 3 femeninas y 2 estériles.

En el mes de junio se seleccionaron 2 grupos de muestras: "junio somera estéril" y "junio profunda estéril". El primer grupo se conformó por la mezcla de 24 ramas colectadas, de diferentes plantas, entre la 1ª y 2ª zona y el segundo por la mezcla de 20 ramas colectadas entre la 3ª y 4ª zona. La unión de estos dos grupos representa a la muestra "junio general".

Las temperaturas que se presentan en este trabajo representan, respectivamente, los promedios de las temperaturas registradas a lo largo del manto en cada mes de muestreo. Estas temperaturas exhibieron una variación máxima de 1.5 °C, con excepción del mes de mayo de 1986 que presentó un intervalo de 2.4 °C (Zertuche-González *et al*, en preparación).

Las plantas seleccionadas se dejaron secar al sol para su preservación.

* Análisis de Carragenano *

I Extracción de Carragenano

Dos gramos de muestra algal se cocieron a 85°C, en 350ml de solución amortiguadora de acetato de sodio (pH 7-7.5), durante dos horas con agitación continua. Después de esto el extracto fue filtrado en tela (popelina) y el residuo sólido se volvió a extraer, en las mismas condiciones, por dos horas más. El segundo extracto fue filtrado sobre tela y el residuo sólido fue eliminado. Se combinaron los dos extractos, el producto se filtró con papel Whatman # 2 y tierra de diatomeas y se concentró a presión reducida hasta 1/4 de su volumen original. Al extracto concentrado se le agregaron 3.7g de cloruro de potasio (KCl) y se precipitó el carragenano por adición de etanol al 80% (v/v) en exceso. El precipitado se lavó 3 veces con etanol al 30% (v/v) saturado de KCl, con etanol al 70% hasta eliminar exceso de cloruros, con etanol al 80% hasta eliminar cloruros (prueba negativa con nitrato de plata) y por último 3 veces con etanol anhidro. Después de lavarlo se eliminó el etanol mediante destilación a presión reducida. El carragenano producido se secó, sobre sulfato de calcio anhidro, en "estufa de vacío" a 75°C durante 12 horas.

II Análisis de Infrarrojo

Se disolvieron .152g de carragenano en 7ml de agua destilada y se aforaron a 10ml. 1ml de esta solución fué vertido sobre una navecilla de poliestireno de 12ml de volumen y se dejó secar la solución a 45°C, durante 12 horas, en estufa de convección. Después de ésto, la película formada se colocó en un bastidor y se analizó con un espectrofotómetro de infrarrojo "Perkin-Elmer" modelo 1330.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los rendimientos de carragenano en muestras de E. uncinatum colectadas en Bahía de los Angeles, a lo largo de un ciclo anual, presentaron una variación de 31.8 a 41.7% (tabla I). Este intervalo es similar al de las muestras de E. uncinatum colectadas, en abril de 1976, en tres localidades del Golfo de California; 30.7 a 40.7% (Dawes et al , 1977a). En este trabajo el intervalo del rendimiento de carragenano fué de un 10%, mientras que los intervalos de las especies de Eucheuma de Florida fueron de 25% para E. isiforme, 22% para E. bahia honda* y 22% para E. nodum, con rendimientos de 57 a 82%, 52 a 74% y 53 a 75%, respectivamente (Dawes et al, 1977b). Se Observó un modelo de variación estacional parecido a los modelos publicados para Eucheuma de Florida, o sea rendimientos máximos en verano y mínimos en invierno. En contraste, Penniman (1983) publicó que el rendimiento de agar de Gracilaria tikvahiae exhibe un modelo de variación estacional, con máximos en invierno y mínimos en verano (Penniman, 1983). Se observó una clara correlación entre la temperatura del medio y el rendimiento de carragenano (Fig 2). Aunque, en noviembre hubo un desfase, ya que la temperatura del medio fue baja (19 °C) y el rendimiento de carragenano alto (41.7%). En

noviembre la biomasa de E. uncinatum exhibió niveles mínimos (Zertuche-González et al, en preparación) y después de este mes el rendimiento de carragenano decayó bruscamente.

Aunque se observaron diferencias en los contenidos de carragenano entre plantas estériles y femeninas de un mismo mes (junio y julio) estas diferencias no son significativas debido al alto rango de variación individual (Tabla II, Fig 3). Resultados similares han sido publicados para especies de Eucheuma de Florida (Dawes et al, 1977b), para C. crispus (Fuller & Methiesen, 1972) y para el agar de G. tikvahiae (Penniman, 1983). A pesar de que en E. uncinatum no se presentaron diferencias en los rendimientos de carragenano entre plantas estériles y femeninas, la proporción de estas fases en los mantos fué muy diferente. En los meses de junio, julio y septiembre, los mantos se constituyeron de un 86 a 89% de plantas estériles y de un 11 a 14% de femeninas (Zertuche-González et al, en preparación).

Al comparar entre las muestras "junio somera estéril" y "junio profunda estéril" se encontro que los valores, de rendimiento de carragenano y temperatura del medio, fueron mayores en la muestra somera (Tabla III, Fig 4).

En todos los casos se observó que ha mayor temperatura mayor rendimiento de carragenano. Similarmente, Craigie y

Wen (1984) divulgaron que las partes maduras de las plantas de G. tikvahiae que se desarrollaron, en laboratorio, a temperatura de 27 °C contenían un porcentaje de agar más elevado que las plantas desarrolladas a 17 °C (Craigie & Wen, 1984). Este comportamiento se manifestó también en plantas de C. crispus cultivadas en laboratorio, observando que las temperaturas altas favorecen la producción de carragenano (Simpson & Shacklock, 1978).

Fuller y Mathiesen (1972) al comparar la producción estacional de carragenano en poblaciones de C. crispus de Canadá y de New Hampshire, observaron que las poblaciones de Canadá (Norte) contenían concentraciones más bajas que las de New Hampshire (Sur). Estas diferencias las interpretaron en base a los parámetros ambientales, principalmente temperatura (Fuller & Mathiesen, 1972).

Por la interpretación, en el espectro de Infrarrojo (IR), de las bandas de absorción características de los carragenanos (Fig 5, Anexo II), se confirmó que en E. uncinatum predomina el carragenano tipo Iota (Dawes et al 1977a; Dawes, 1979; Peats, 1981; Stancioff & Stanley, 1969). Además, no se presentaron diferencias en las bandas particulares del Iota-carragenano; 930 cm^{-1} (4- α -3, 6 anhidro-D-galactosa), 845-850 cm^{-1} (3- β - D-galactosa-4-sulfato) y 805 cm^{-1} (4- α -3, 6 anhidro-D-galactosa-2-sulfato), entre las muestras somera y profunda; femeninas

y estériles ni entre las de meses fríos y cálidos; febrero vs septiembre, Fig 5.

Los espectros de Infrarrojo solo presentaron diferencias en la banda de los 970 cm^{-1} . Esta banda fue más notoria en las muestras; febrero-86, mayo-86, junio femenina y junio estéril: somera y profunda, en comparación con las muestras de julio; femenina y estéril y septiembre. La banda de los 970 cm^{-1} es una señal latente la cual sobresale, al disminuir la absorbancia en la región de los 1000 a 980 cm^{-1} , por efecto de la desulfatación, alcalina, en el C6 de las unidades 4- α -D-galactosa-2, 6-disulfato (unidad B del tipo Nú, Fig 1) presentes en el polisacárido, para formar 4- α -3, 6-anhidro-D-galactosa-2-sulfato (unidad B del tipo Iota, Fig 1), (Dawes *et al*, 1977a).

En el espectro de IR, de la fracción insoluble en KCl (3M), del Iota-carragenano de *E. uncinatum*, publicado por Stancioff y Stanley (1969), se distingue la banda de los 970 cm^{-1} . Mientras que en el espectro de la fracción soluble, de esta misma muestra, no se aprecia esta banda (Stancioff & Stanley., 1969)

Dawes y colaboradores (1977a, 1977b) divulgaron la presencia de la banda de los 970 cm^{-1} en los espectros de IR de los Iota-carragenanos extraídos de especies de *Eucheuma* de Florida y de *E. uncinatum* del Golfo de California. Además, observaron una mayor notoriedad de

esta banda en los espectros de los carragenanos producidos bajo condiciones alcalinas (Dawes et al, 1977b; Dawes et al, 1977a).

El realce de la banda de los 970 cm^{-1} , después del tratamiento alcalino (Dawes et al, 1977b; Dawes et al, 1977a) y la presencia de esta banda en la fracción del Iota-carragenano insoluble en KCl (3M) (Stancioff & Stanley, 1969) indican que las formas del Iota-carragenano menos sulfatadas poseen una banda de los 970 cm^{-1} más evidente. En base a estos resultados es posible suponer, en este estudio, que E. uncinatum produjo un Iota-carragenano más puro en las muestras desarrolladas a menor temperatura; febrero-86 ($16\text{ }^{\circ}\text{C}$), mayo-86 ($19\text{ }^{\circ}\text{C}$), junio femenina ($19\text{ }^{\circ}\text{C}$) y junio estéril: somera ($21\text{ }^{\circ}\text{C}$) y profunda ($19\text{ }^{\circ}\text{C}$), en comparación con las muestras de mayor temperatura; julio: femenina y estéril ($25\text{ }^{\circ}\text{C}$) y septiembre ($27\text{ }^{\circ}\text{C}$). Análogamente, Craigie & Wen (1984) publicaron que el contenido de grupos hemiéster sulfato del agar, extraído bajo condiciones alcalinas, de G. tikvahiae cultivada en laboratorio fue mayor en las plantas desarrolladas a $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ en comparación con las plantas desarrolladas a 22 y $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Craigie & Wen, 1984). Penniman (1983) publicó que la concentración de grupos éster-sulfato en el agar de G. tikvahiae, de New Hampshire, fué mayor en verano y menor en invierno (Penniman, 1983).

Tabla I. Variación estacional del rendimiento de carragenano en E. uncinatum.

EXTRACCION DE CARRAGENANO		
MUESTRA ALGAL	RENDIMIENTO (%)	TEMPERATURA (C)
MAYO DE 1985	31.8	16.2
JUNIO	37.9	18.7
JULIO	40.7	25.0
SEPTIEMBRE	40.9	26.9
NOVIEMBRE	41.7	19.8
FEBRERO DE 1986	32.1	16.3
ABRIL DE 1986	32.9	15.7
MAYO DE 1986	36.8	19.8

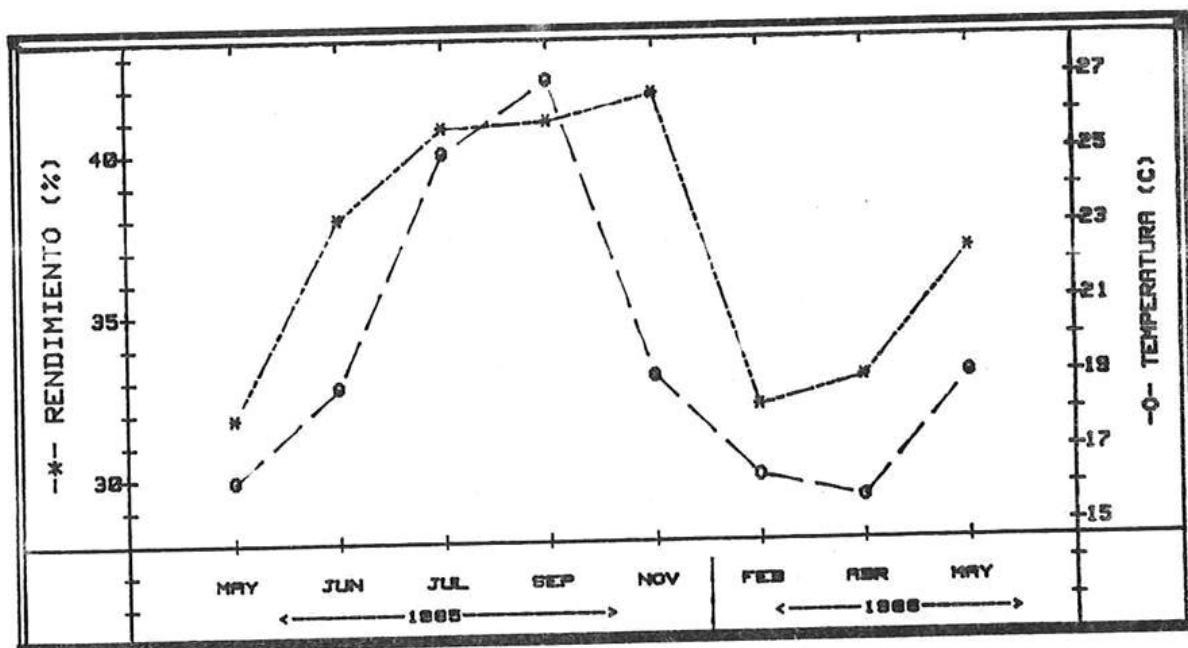


Figura 2. Temperatura del medio y rendimiento de carragenano en E. uncinatum.

Tabla II. Rendimiento de carragenano en plantas individuales; femeninas y estériles de E. uncinatum.

EXTRACCION DE CARRAGENANO			
MUESTRA ALGAL	RENDIMIENTO (%)	PROMEDIO	TEMPERATURA IN SITU (*)
JUNIO ESTERIL 1	24.2 %	JUNIO ESTERIL 28.6 %	JUNIO 18.7*
JUNIO ESTERIL 2	33.9 %		
JUNIO ESTERIL 3	27.8 %		
JUNIO FEMENINA 1	27.8 %	JUNIO FEMENINA 30.6 %	
JUNIO FEMENINA 2	35.4 %		
JUNIO FEMENINA 3	28.5 %		
JULIO ESTERIL 1	39.0 %	JULIO ESTERIL 37.7 %	JULIO 25.0*
JULIO ESTERIL 2	36.5 %		
JULIO FEMENINA 1	40.7 %	JULIO FEMENINA 40.3 %	
JULIO FEMENINA 2	37.3 %		
JULIO FEMENINA 3	42.8 %		

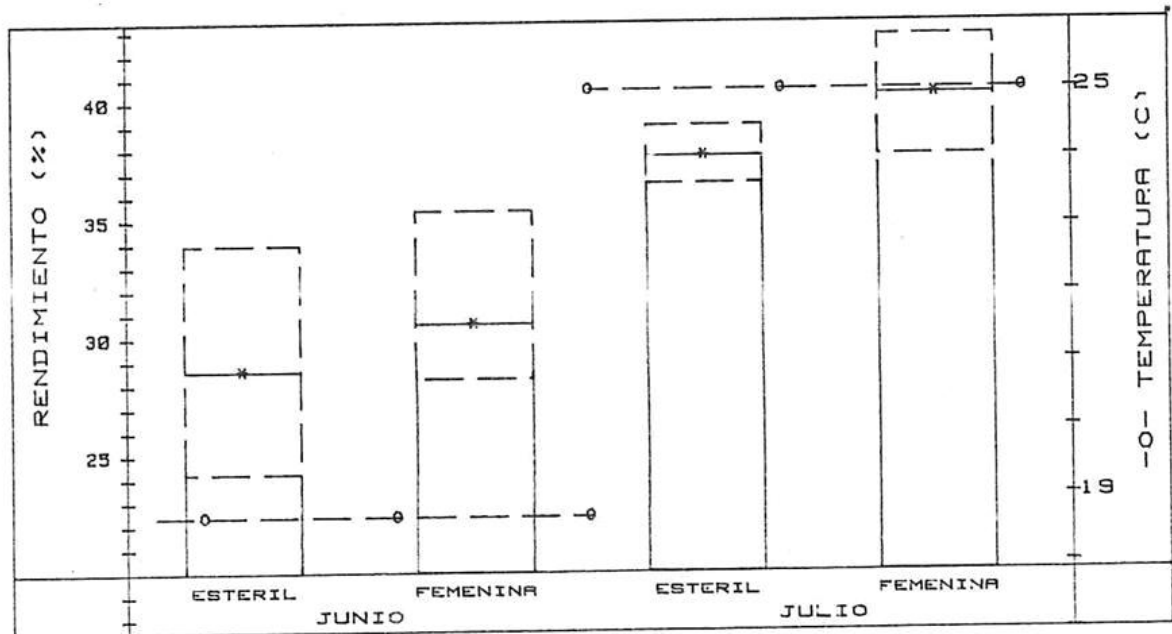


Fig 3. Rendimiento de carragenano en E. uncinatum. - - -, rango de variación individual; --*--, valor promedio del rendimiento; - -o- -, temperatura del medio.

Tabla III. Rendimiento de carragenano, profundidad y temperatura del medio en las muestras estériles; "junio somera" y "junio profunda".

EXTRACCION DE CARRAGENANO			
PROFUNDIDAD (m)	TEMPERATURA (C)	MUESTRA ALGAL	RENDIMIENTO (%)
1.5	21.0		
1.8	21.0	JUNIO ESTERIL SOMERA	39.0
2.4	20.0		
2.7	20.0		
3.0	19.5		
3.3	19.0	JUNIO ESTERIL PROFUNDA	36.9
5.5	19.0		
5.8	18.5		

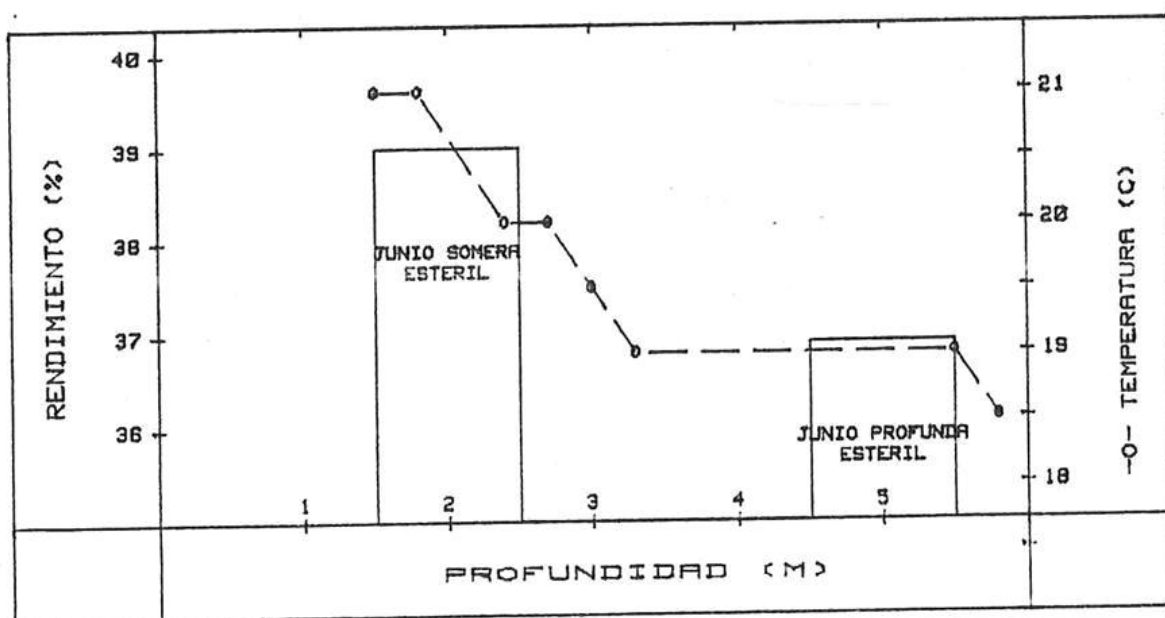


Fig 4. Comparación entre el rendimiento de carragenano entre las muestras estériles de E. uncinatum.

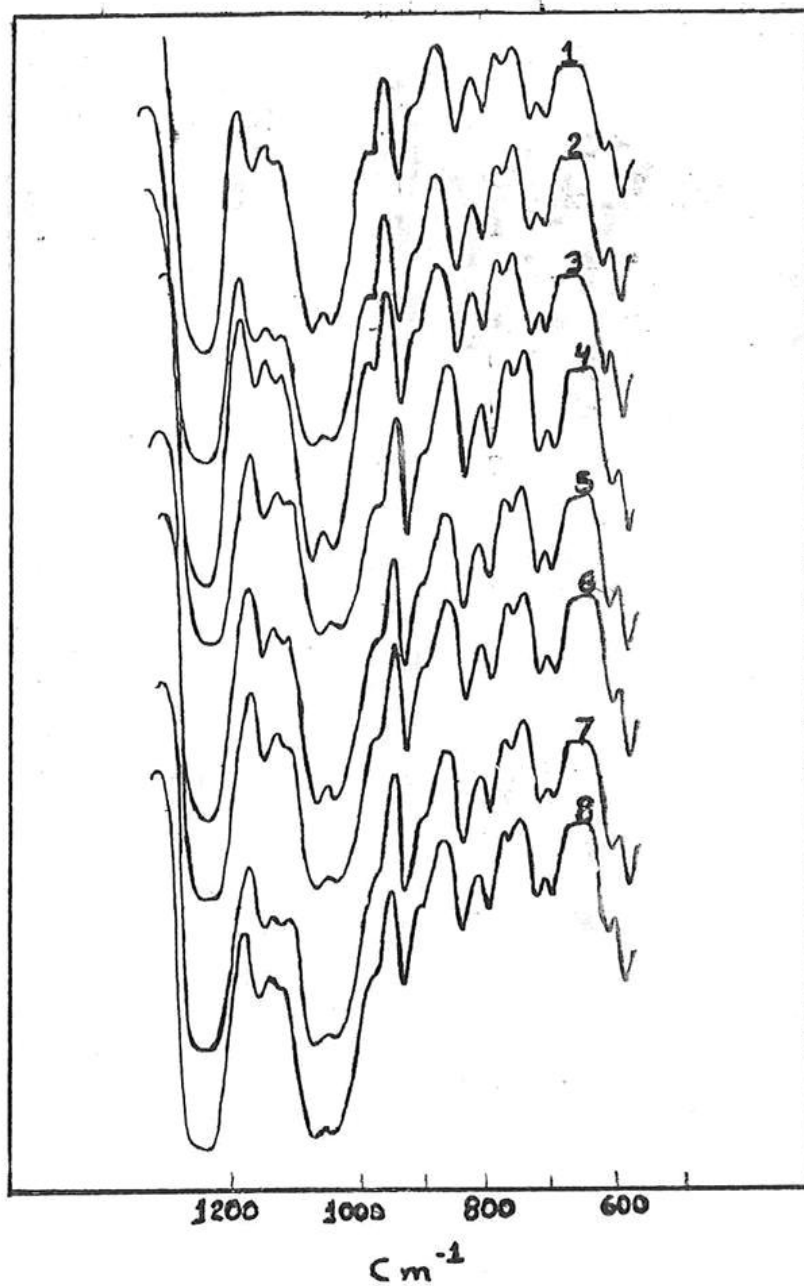


Figura 5. Comparación de los espectros de IR, de los Iota-carragenanos, de algunas muestras de *E. uncinatum*. 1, febrero de 1986; 2, mayo de 1986; 3, junio femenina 3; 4, junio somera estéril; 5, junio profunda estéril; 6, julio estéril 2; 7, julio femenina 1; 8, septiembre (1985).

CONCLUSIONES

El rendimiento de carragenano en Eucheuma uncinatum, a lo largo del ciclo anual mayo de 1985 - mayo de 1986, presentó una variación de 31.8 a 41.7% con valores máximos en verano-otoño y mínimos en invierno-primavera.

Se exhibió una correlación directa entre la temperatura y el rendimiento de carragenano de E uncinatum.

No se observaron diferencias en los contenidos de carragenano entre plantas estériles y femeninas.

En E. uncinatum el carragenano tipo Iota predominó a lo largo del ciclo anual mayo 1985- mayo 1986.

BIBLIOGRAFIA

Anderson N.S, T.C.S Dolan, C.J Lawson, A Penman & D.A Rees .
(1968). Carrageenans. V. The Masked Repeating
Structures of Lambda and Mu-carrageenans. Carbohydr.
res. 7. 468.

Banco Mexicano del Comercio Exterior.,(1987). Importación
de Carragenina. en: "Fracción Arancelaria 1303-A0016 ,
I-Pr-T, I-Pr-Em-Pa-T". Tijuana, México.

Bellion C, G.K Hamer & W Yaphe., (1981). Analysis of Kappa-
Iota Hybrid Carrageenans with Kappa-carrageenase,
Iota-carrageenase and ^{13}C N.M.R . In:"Proc.
Int. Seaweed. Symp". 10. 379- 384.

Blanco G.A Zaragoza, G Ortega, E Hernández & J González.
(1982). Segundo Informe de Avance del Proyecto.
En: "La Explotación de los Recursos Algales de Baja
California". E.S.C.M. U.A.B.C, Ensenada B.C, México.

Blackwell J, D Vasko & J.L Koenig., (1970). Infrared and Raman Spectra of the Cellulose from the Cell Wall of Valonia ventricosa. In: "J. Appl. Phys". 41. 4375.

Craigie J.S & C Leigh., (1978). Carrageenans and Agars. In: "Handbook of Physiological and Biochemical Method". Hellebust and Craigie (Ed). Cambridge Univ Press. Cambridge. 110.

Craigie J.S & Z. C Wen., (1984). Effects of temperature and tissue age on gel strength and composition of agar from Gracilaria tikvahiae (Rhodophyceae). Can. J. Bot. 62: 1665- 1670.

Dawes C.J., (1979). Physiological and Biochemical Comparisons of Eucheuma spp (Florideophyceae) Yielding Iota-carrageenan. In: "Proc. Int. Seaweeds. Symp". 9. 199.

Dawes C.J., N.F Stanley & R.E Moon., (1977a). Physiological and Biochemical Studies on the Iota-carrageenans Producing Red Alga Eucheuma uncinatum Setchell & Gardner from the Gulf of California. *Botanica Marina* Vol, XX. 437.

Dawes C.J., N.F Stanley & D.J Stancioff., (1977b). Seasonal and Reproductive Aspects of Plant Chemistry, and Iota-carrageenan from Floridean Eucheuma (Rhodophyta, Gigartinales). *Botanica Marina*. Vol XX. 137.

Dominguez-Malagón J., (1977). "Economics of Culturing and Harvesting the Carrageenan producing Red Alga; Eucheuma cottonii (tambalang), in Coconut is. Hawaii". *Botany* 651. *Marine Agronomy. Univ. of Hawaii at Manoa*.

Doty M.S., (1973). "Eucheuma Farming for Carrageenan". *Univ of Hawaii. Sea Grant Report UNIHI*SEAGRANT*AR 73-02.21*.

Doty M.S & G.A Santos., (1978). "Carrageenan from Tetrasporic and Cystocarpic Eucheuma Species". *Aquat. Bot.* 4. 143.

Fuller S.W. & A.C. Mathieson. (1972). Ecological Studies of Economic Red Algae. IV. Variations of Carrageenan Concentration and Properties in C. crispus J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 10: 49-58

Greer C.W. & W. Yaphe. (1984). Characterization of Hybrid Beta-Kappa-Gamma) Carrageenan from Euclidean gelatinae Agardh (Rhodophyta, Solieriaceae) Using Carrageenases, Infrared and ^{13}C -Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy. Botanica Marina, Vol. XXVII, pp. 473-478

I.M.C.E., (1985). Importación de Carragenano. En: Fracción Arancelaria 1303-A0016, Producto carragenano. Tijuana B.C, México.

Laite P & M. Ricohermoso., (1981). Revolutionary Impact of Euclidean Cultivation in the China Sea on the Carrageenan Industry. In: "Proc. Int. Seaweed. Symp". 10. 595-599.

Mollion J., (1980). Infrared and Chemical Studies of the Carrageenan from Anatheca montagnei Schmitz, (Solieriaceae) from Senegal, West Africa. *Botanica Marina*. Vol XXIII. 197-199.

Marine Colloids Inc., (1981). "Carrageenan". Springfield, New Jersey 07081.

Painter T.J., (1983). Algal Polysaccharides. In: "The Polysaccharides". Vol 2. Aspinall G.O (Ed). Academic Press Inc. New York. 195.

Peats S., (1981). The Infrared Spectra of Carrageenans Extracted from Various Algae. In: "Proc. Int Seaweed. Symp". 10. 595.

Penniman C. A., (1983). Ecology of Gracilaria tikvahiae MacLachlan (Gigartinales, Rhodophyta) in the Great Bay Estuary. New Hampshire. Tesis Doctoral (Ph. D.) B.S. (Biology), University of Maine at Orono. pp 88- 181.

- Polne M., (1981). Studies in Domestication of Eucheuma uncinatum . In: "Proc. Int. Seaweed. Symp".10. 619-624.
- Rabanal H.R & G.C Trono., (1983). Seaweeds in Asia: a Resource Waiting for Development. In:"Infofish Marketing Digest". 4. 19-26.
- Rees D.A., (1963). The Carrageenan System of Polysaccharides. In: "J. Chem. Soc". 1821.
- S.A.T.I.A., (1981). "The Carrageenan". Paris, Francia.
- Simpson F.J & P.F. Shacklock. (1979). The Cultivation of Chondrus crispus. Efecct of Temperatura on Growth and Carrageenan production. Botanica Marina. Vol XXII, pp 295-298.
- Stancioff D.J & N.F Stanley., (1969). Infrared and Chemical Studies of Algal Polysaccharides. In: "Proc. Int. Seaweed. Symp". 6. 595.
- Smith D.B & W.H Cook., (1953). Arch. Biochem. Biophys. 45.

Zertuche-González J. A, I. Pacheco-Ruiz & B. H Brinkhuis.,
Crecimiento "In Situ" y Ciclo de Vida de Eucheuma
uncinatum (Rodophyta) Solieriaceae. (en preparación).

ANEXO I

IMPORTACION DE CARRAGENANO EN
MEXICO

FELIPE CORREA DIAZ

TESIS DE GRADO PARA OBTENER EL TITULO
DE OCEANOLOGO

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

Ensenada B.C.

1987

IMPORTACION DE CARRAGENANO EN MEXICO

DATOS DEL INSTITUTO MEXICANO DEL COMERCIO EXTERIOR

Periodo: enero-diciembre 1982/1983

Clave: I-PT-T, GO1 04-10-84

Fracción Arancelaria: 1303-A016

Valor: en dolares

Volumen 1982	Volumen 1983	Valor 1982	Valor 1983
212,770 Kg	210,770 Kg	1,512,539	1,749,267

Periodo: enero-junio 1983/1984

Clave: I-PR-T, FO1 10-16-84

Volumen 1983	Volumen 1984	Valor 1983	Valor 1984
96,022 Kg	180,450 Kg	824,687	1,698,936

DATOS DEL BANCO MEXICANO DEL COMERCIO EXTERIOR

Periodo: enero-junio 1985/1986

Clave: I-PR-T, GO1 22-NOV-86

Volumen 1985	Volumen 1986	Valor 1985	Valor 1986
188,919 Kg	335,982 Kg	1,440,468	2,915,716

DATOS DEL BANCO MEXICANO DEL COMERCIO EXTERIOR

IMPORTACION DE CARRAGENANO; PAIS-EMPRESA-PRODUCTO

Periodo: enero-junio 1985/1986

Clave: I-PR-PA-EM-A-34

PAIS: ALEMANIA OCCIDENTAL

EMPRESA	Kg 85	Kg 86	\$ 85	\$ 86
ANDERSON CLAYTON		6,000		56,757
IND GUADALAJARA		1,250		8,787
GRINDSTED DE MEX		1,000		6,716
PROD ALIM DIET				
RELAMPAGO	11,000	10,000	57,754	46,652
PROD ALIM ENVASES		3,000		14,783
PROD QUIMO VEGETALES	1,060		6,253	
SALCHICHONERIA FRITZ		3,000		27,399
<u>PRODUCTO TOTAL</u>	<u>12,060</u>	<u>24,250</u>	<u>63,996</u>	<u>161,184</u>

PAIS: DINAMARCA

EMPRESA	Kg 85	Kg 86	\$ 85	\$ 86
ANDERSON CLAYTON	83,000	91,500	667,802	833,725
88888		2,660		11,814
DIST MAT PRIM ALIM				
IZTAPALAPA	500		2,724	
GOMAS Y COLOIDES		532		2,443
INT FLAVOR FRAGRANC	50		481	
MARCAS ALIM INTERN	3,500	14,500	18,019	89,029
MAT PRIM LA UNION	1,000		5,959	
PROD ALIM DIET				
RELAMPAGO	5,000	5,320	25,497	25,346
QUIMICA HERCULES	36,553	44,870	264,777	348,504
PRODUCTO TOTAL	136,553	163,432	1,022,039	1,334,080

PAIS: ESPAÑA

EMPRESA	Kg 85	Kg 86	\$ 85	\$ 86
EMP EMB LOS ANGELES		500		791

PAIS: ESTADOS UNIDOS

EMPRESA	Kg 85-	Kg 86	\$ 85	\$ 86
AGARMEX		2,000		22,137
ANDERSON CLAYTON		67,716		675,534
ALIMENTARIOS TEC	2,631	6,350	32,908	68,651
BEECHAM DE MEXICO	97	423	1,299	1,874
BEECHAM FARMACEUTICA	301		4,165	
CARNATION DE MEXICO	1,195	1,195	23,625	23,625
CIA MED LA CAMPANA		91		1,188
IND FISICOS UNIDOS	23		146	
FELICIANO PASTRANA G	500		2,667	
GRAL FOODS DE MEX	17,420	28,941	149,463	244,581
INT FLAVOR FRAGRANC		200		2,135
LAB ASOCIADOS	215	209	3,815	3,574
LAB SANFER	560	838	8,173	12,289
LACTO PROD LA LOMA		1,088		13,972
LECHE IND CONASUPO		13,518		171,036
MARCAS ALIM INTERN	7,485	499	70,746	3,488
PROD ALIM DIET				
RELAMPAGO		10,640		51,477
PROD BASICOS FENS	5		23	

PRODUCTOS MAIZ	1,800		10,121	
QUIMICA HERCULES	3,650	12,179	22,692	110,483
TECNOQUIM ALIMENTARIA		22		290
WYETH VALES	125	91	2,793	1,463
<u>PRODUCTO TOTAL</u>	<u>36,807</u>	<u>146,800</u>	<u>332,636</u>	<u>1,407,707</u>

PAIS: FRANCIA

EMPRESA	Kg 85	Kg 86	\$ 85	\$ 86
DROMEX	3,500		21,797	
GOMAS NATURALES		1,000		11,954
<u>PRODUCTO TOTAL</u>	<u>3,500</u>	<u>1,000</u>	<u>21,797</u>	<u>11,954</u>

ANEXO II

INTERPRETACION DEL ESPECTRO
DE INFRARROJO DEL
IOTA-CARRAGENANO DE Eucheuma
uncinatum

FELIPE CORREA DIAZ

TESIS DE GRADO PARA OBTENER EL TITULO
DE OCEANOLOGO

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

Ensenada B.C.

1987

* ANALISIS DE INFRA-ROJO *

Señales Características de los Iota-Carragenanos de

E. uncinatum , Fig. 5:

* 1240cm^{-1} .- Esta banda representa el alargamiento del grupo S-O y es característica en todos los polisacáridos sulfatados (Painter., 1983, Rees., 1963, Craigie & Leigh., 1978, Dawes et al., 1977a, Dawes et al., 1977b, Perlin & Casu., 1982).

* 1070 cm^{-1} .- Esta banda (junto con la de 930 cm^{-1}) se atribuye a la 3, 6 anhidro-galactosa (3, 6 AG) de la unidad $4-\alpha-\underline{\text{D}}$ -galactopiranosil (B) (Mollion., 1980, Stancioff & Stanley., 1969).

* 970 cm^{-1} .- Esta banda forma una estructura de doblete junto con la banda de los 930 cm^{-1} y su presencia se relaciona con una desulfatación de la galactosa-6-sulfato para formar 3, 6 AG en la unidad B (Dawes et al., 1977a, Dawes et al., 1977b).

* 930 cm^{-1} .- Indica el enlace, éter, del grupo C-O de la 3, 6 anhidro- $\underline{\text{D}}$ -galactosa, en la unidad B (Craigie & Leigh., 1978, Dawes et al., 1977a, Dawes et al., 1977b, Stancioff & Stanley., 1969).

* 845 cm^{-1} .- Representa a los enlaces del grupo, secundario axial, C-O-S de la D-galactosa, en la unidad 3- β -D-galactopiranosil (A), sulfatada en C^4 (Craigie & Leigh., 1978, Dawes et al., 1977a, Dawes et al., 1977b, Stanciff & Stanley., 1969).

* 800 cm^{-1} .- Representa a los enlaces del grupo C-O-S de la 3, 6 anhidro-D-galactosa, en la unidad B, sulfatada en la posición C^2 (Painter., 1983, Craigie & Wong., 1979, Craigie & Leigh., 1978, Dawes et al., 1977a, Dawes et al., 1977b, Peats., 1981, Stancioff & Stanley., 1969).

* 770-580 cm^{-1} .- Este grupo de señales indican el balanceo del grupo libre, CH_2 , en el C^6 de la D-galactosa, (Blackwell et al., 1970).