

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE
BAJA CALIFORNIA

Escuela Superior de Ciencias Marinas



ANALISIS DEL ALGINATO DE Egregia menziesii,
COLECTADA EN LAS LOCALIDADES DE
SAN MIGUEL Y PUNTA BANDA B.C.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

O C E A N O L O G O

P R E S E N T A

MA. DE LOURDES BARRIENTOS

ENSENADA, B. C.

AGOSTO

DE

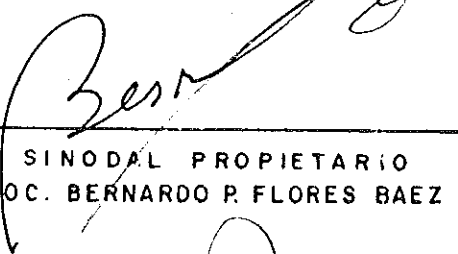
1986

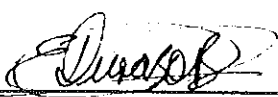
ANALISIS DEL ALGINATO DE Egregia menziesii,
COLECTADA EN LAS LOCALIDADES DE
SAN MIGUEL Y PUNTA BANDA B. C.

T E S I S
QUE PRESENTA :
MA. DE LOURDES BARRIENTOS

A PROBADA POR :


PRESIDENTE DEL JURADO
Q.F.B. GRACIELA GUERRA RIVAS


SINODAL PROPIETARIO
OC. BERNARDO P. FLORES BAEZ


SINODAL PROPIETARIO
Q.F.B. EDUARDO DURAZO BELTRAN


SINODAL SUPLENTE
ING. ARMANDO RODRIGUEZ PINAL


SINODAL SUPLENTE
Q.F.B. SONIA MALDONADO RADILLO

AGRADECIMIENTOS

Para los sinodales

Q.F.B. Eduardo Durazo Beltrán

Q.F.B. Sonia Maldonado Radillo

Ing. Quim. Armando Rodríguez Final

Por el gran interés que manifestaron en la revisión de esta tesis.

A mi directora:

Q.F.B. Graciela Guerra Rivas

Por su valiosa ayuda y por la acertada orientación en este trabajo.

A mis maestros:

Dr. Hector Rivera Carro

Dr. Bjorn Larsen

Q.F.B. Gerardo Blanco Sánchez

Por sus inapreciables enseñanzas y por haberme permitido participar en el Proyecto "La Explotación de los Recursos Algales" que dió origen a este trabajo.

Con agradecimiento para:

M. en C. Román Lizarraga A.

Dc. Guadalupe G. de Ballesteros

Por el apoyo económico y técnico, permitiéndome utilizar las instalaciones del Instituto de Investigaciones Oceanológicas y de la Escuela Superior de Ciencias Marinas.

Muy especialmente para:

Oc. Sylvia Echauri Rodríguez

Por su apoyo incondicional y desinteresado, así como también por los acertados consejos en el procesamiento de este trabajo.

Para:

C. P. Fernando A. Bustillos Rico

Por la ayuda desinteresada, así como también por el interés manifestado para la elaboración de esta tesis, permitiéndome el acceso a Desarrollo de Sistemas de Información Computarizados.

Para:

El personal técnico de Desarrollo de Sistemas de Información Computarizados por el procesamiento de este trabajo.

I N D I C E

	página
1 INTRODUCCION	1
1.1 Estructura del Acido Algínico	2
1.2 Descripción de la Especie en Estudio ...	5
1.3 Antecedentes	8
1.4 Objetivo	14
2 MATERIALES Y METODOS	15
2.1 Area de Estudio	15
2.2 Recolección de Especímenes	17
2.3 ANALISIS PROXIMAL	17
2.3.1 Humedad	17
2.3.2 Cenizas	18
2.3.3 Proteínas	18
2.3.4 Fibra Cruda	19
2.3.5 Lípidos	19
2.4 Extracción de Alginato	19
2.5 Cuantificación del Acido Algínico.....	20
2.6 Caracterización del Acido Algínico.....	20
2.6.1 Determinación Cuantitativa de Acidos Urónicos	20
2.6.2 Determinación de Bloques	21
2.6.3 Viscosidad	21
2.6.4 Determinación de Carbohidratos Totales ..	22
2.6.5 Determinación de los Acidos Urónicos por el Método del Orcinol	22

	2.6.6	Análisis Estadístico	23
3		RESULTADOS	24
4		DISCUSION	31
5		CONCLUSION	36
6		RECOMENDACIONES	38
7		LITERATURA CITADA	39

LISTA DE FIGURAS Y GRAFICAS

	página
Fig. No. 1. Componentes Estructurales del Acido Algínico	3
Fig. No. 2. <i>Egregia menziesii</i>	6
Fig. No. 3. Localización del Area de Estudio ..	16
Gráfica No. 1 Explotación de Algas Cafés en Baja California	10
Gráfica No. 2 Importación de Acido Algínico en México	12

LISTA DE TABLAS

	página
Tabla I	Análisis Proximal de <i>Egaregia menziesii</i> Colectada en San Miguel B. C. 25
Tabla I A	Parámetros Hidrológicos de San Miguel B.C.. 25
Tabla II	Análisis Proximal de <i>Egaregia menziesii</i> , Colectada en Punta Banda B. C. 26
Tabla II B	Parámetros Hidrológicos de Punta Banda B.C.. 26
Tabla III	Contenido y Caracterización del Alginato de <i>Egaregia menziesii</i> Colectada en Punta Banda B. C. 28
Tabla IV	Contenido y Caracterización del Alginato de <i>Egaregia menziesii</i> , Colectado en San Miguel B.C. 29

RESUMEN

Se coleccionaron ejemplares de Egregia menziesii en las áreas de San Miguel y Punta Banda B. C., con el propósito de efectuar el análisis químico de esta especie, así como la caracterización de su alginato. Los resultados de la cuantificación del alginato de sodio fueron de $38.06\% \pm 0.20$ en San Miguel y de $35.37\% \pm 0.01$ en Punta Banda, indicando estos valores que la explotación de Egregia menziesii como fuente de alginatos es bastante aceptable. El análisis estadístico reveló que no hay diferencias apreciables en la composición química de esta especie y en la caracterización de su alginato, no obstante que las algas colectadas procedieron de zonas diferentes con ambientes de alta exposición y semiprotegido respectivamente.

1 INTRODUCCION

La importancia de las algas marinas se debe principalmente a su alto contenido de sales y minerales, que hacen posible su utilización como suplemento nutritivo en la industria alimenticia, así como también por sus carbohidratos, los cuales por formar estados coloidales presentan propiedades espesantes, viscosas, gelificantes y estabilizadoras que son usadas ampliamente por las industrias de lácteos y derivados, farmacéutica, dental y textil. Entre los coloides algales más utilizados figuran el Agar y Carragenano en algas rojas, y Acido Algínico en algas cafés.

El principal constituyente de los carbohidratos de algas cafés, fue descubierto por Stanford en 1881, cuando aplicó su tratamiento con carbonato de calcio en frondas de Laminaria sp. obteniendo una sustancia mucilaginososa, a la que él nombró "algina" (Citado por Haug, 1964). Actualmente se conoce como algina o alginato a la sal soluble del ácido algínico. (Le Vring et al, 1969).

La ocurrencia del ácido algínico en forma natural es como una sal en estado coloidal, asociada a diferentes cationes que se encuentran en el agua de mar, siendo los principales Ca^{+2} , Mg^{+2} , Sr^{+2} y Na^{+1} (Smidsrod, 1973). Su localización reside en la pared y matriz celular del alga, cumpliendo funciones de sostén y flotabilidad; así como de

intercambiador iónico con el medio marino. (Smidsrod, 1973)

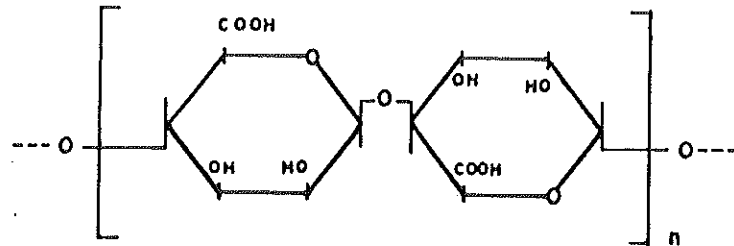
1.1 ESTRUCTURA DEL ACIDO ALGINICO

El ácido algínico ha sido estudiado por varios investigadores entre los que destacan Nelson y Cretcher en 1926 (Citados por Haug, 1964), por el descubrimiento del ácido manurónico como unidad monomérica. Posteriormente Hirst et al, (1939) agregaron que el ácido manurónico presentaba una configuración dextro (D), con el grupo OH del primer átomo de carbono en posición beta (B), estando unidas estas unidades monoméricas por enlaces glucosídicos 1-4. De igual forma Chanda et al (1952) concluyó que la configuración completa para el ácido gulurónico era alfa-levo (α -L) confirmando la presencia de uniones glucosídicas 1-4 (Fig. No. 1).

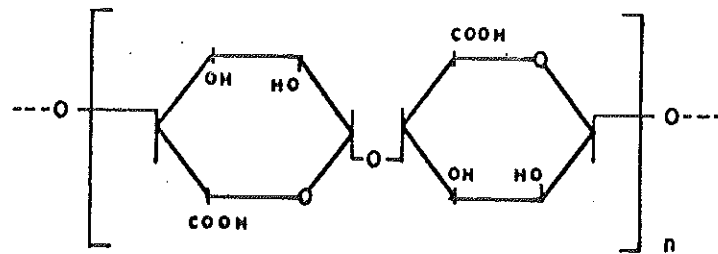
Como se mencionó anteriormente, el ácido algínico se halla como una sal insoluble en estado coloidal asociado a cationes divalentes principalmente, teniendo una mayor afinidad con el calcio (Smidsrod, 1973). En base a las propiedades de intercambio iónico que presenta este compuesto, el alginato insoluble puede ser transformado en su forma soluble y de esta manera efectuarse la extracción. (Haug, 1959).

En la extracción del alginato están implicados dos

A.- RESIDUOS DE ACIDO MANURONICO Y ACIDO GULURONICO ALTERADOS



B.- BLOQUES DE ACIDO MANURONICO



C.- BLOQUES DE ACIDO GULURONICO

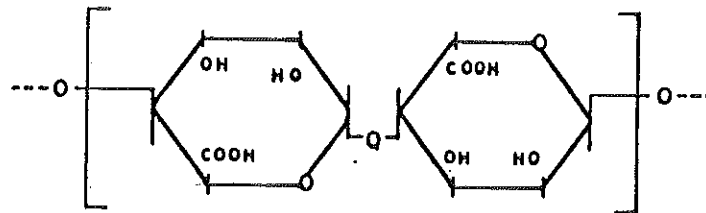
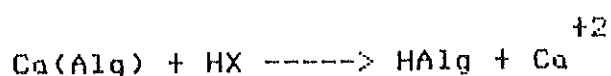


FIG. No. 1- COMPONENTES ESTRUCTURALES DEL ACIDO ALGINICO .

procesos: a) una pre-extracción ácida con el objeto de eliminar impurezas y transformarlo como ácido libre, y b) Una solubilización mediante la acción de sales de cationes monovalentes. A continuación se muestran las reacciones que toman lugar en los dos procesos anteriores.

a) Pre-extracción ácida



b) Solubilización



Las propiedades viscosas de los alginatos, así como su acción gelificante, estabilizadora y espesante son de gran utilidad en la industria, ya que sus aplicaciones en la elaboración de helados, productos lácteos y farmacéuticos son muy variados. (Le Vring et al, 1969).

Sin embargo estas propiedades se ven afectadas por la proporción de los bloques de ácidos urónicos que lo forman, así como por la relación de los mismos. Es por eso que el análisis fisicoquímico de los alginatos es de gran importancia, ya que actúan como indicadores para decidir si un alginato es de mayor o menor calidad (Haug et al, 1973).

Debido a que el alginato cumple funciones de sostén y de intercambiador iónico con el medio marino, es importante mencionar algunas generalidades acerca del ejemplar del presente trabajo.

1.2 DESCRIPCION DE LA ESPECIE EN ESTUDIO

Egregia menziesii (Fig.No.2) es una alga feofita de color verde olivo que pertenece al orden de las Laminariales y de la Familia Alariaceae. Como todas las algas café está adherida al sustrato rocoso mediante un órgano de fijación o rizoides. Su talo es esporangial maduro, con algunas ramificaciones largas y delgadas y está densamente cubierto por hojas laminadas; llegando a alcanzar una longitud de 5 a 15 m. El estipe es delgado y mide entre 1 y 3.5 cm de ancho, mostrando ramificaciones que se inician en el primer metro de la base. La superficie del estipe puede ser lisa o parcialmente cubierta por tubérculos que varían de cortos y abultados a largos y delgados, presentando además pequeñas cámaras de aire o pneumatocistos que actúan como flotadores en el alga. La reproducción de esta especie se efectúa por medio de esporangios, pudiendo hallarse en cualquier época del año especialmente en el mes de abril y noviembre. La distribución de esta especie abarca desde las costas de Alaska hasta Punta Eugenia en Baja California, habitando en la región infralitoral con predilección por los

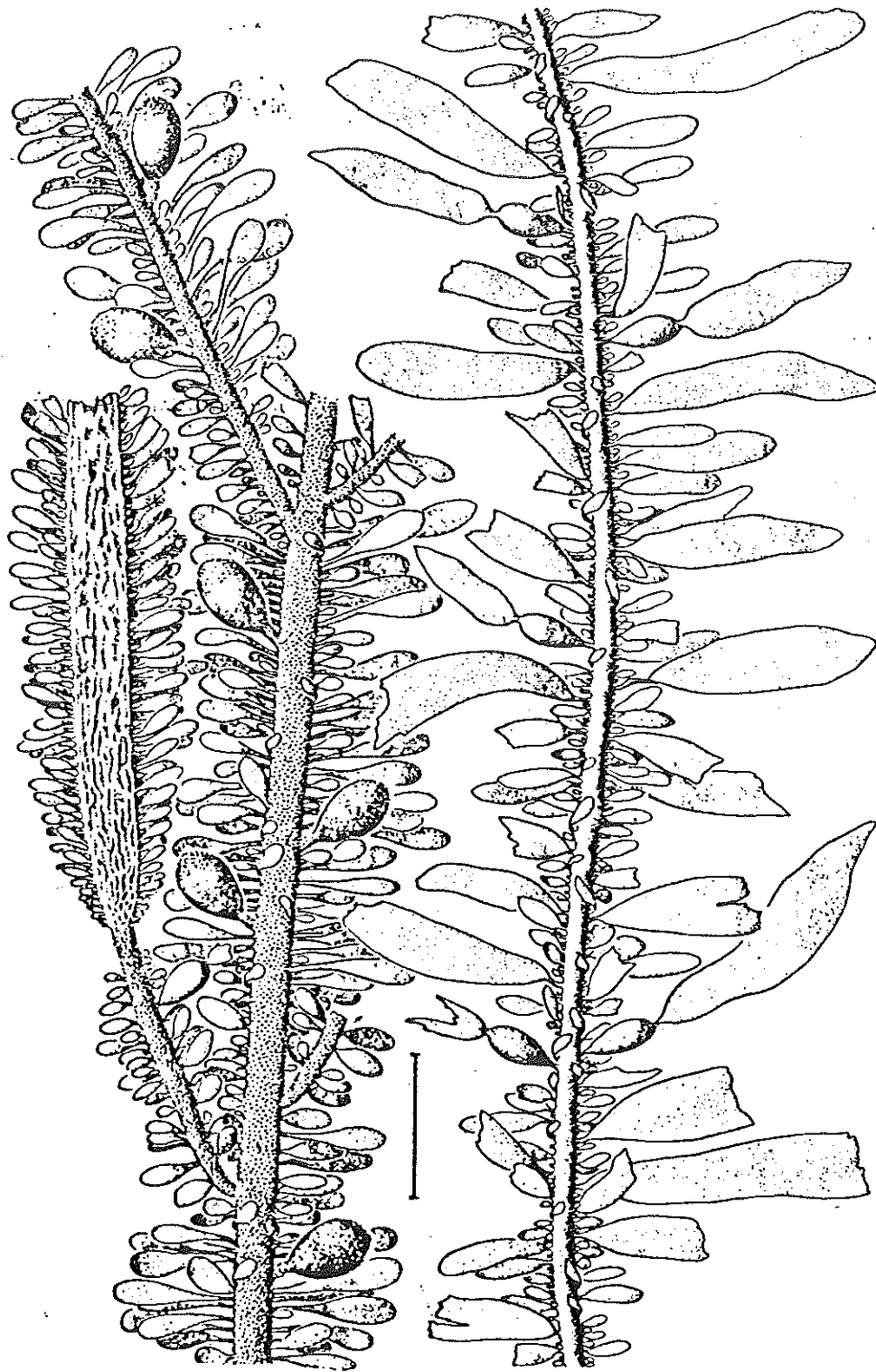


Fig. No. 2 *Egregia menziesii*

(Según Abbott y Hollenberg, 1978).

ambientes rocosos protegidos y semiprotegidos. (Abbott y Hollenberg, 1978).

1.3 ANTECEDENTES

Las costas de Baja California están localizadas en una zona templada donde reciben aportes de agua fría procedentes de la Corriente de California (Dawson, 1944), y en donde se manifiestan fenómenos de surgencias que ocasionan un descenso en la temperatura del agua y una mayor concentración de nutrientes (Chávez-García, 1975). La ocurrencia de surgencias en la Bahía de Todos Santos aumenta en los meses de mayor intensidad solar, siendo típicas las que se presentan frente a las costas de San Miguel y de Punta Banda en el mes de junio. (Cabrera-Muro, 1974; Hubbs, 1963).

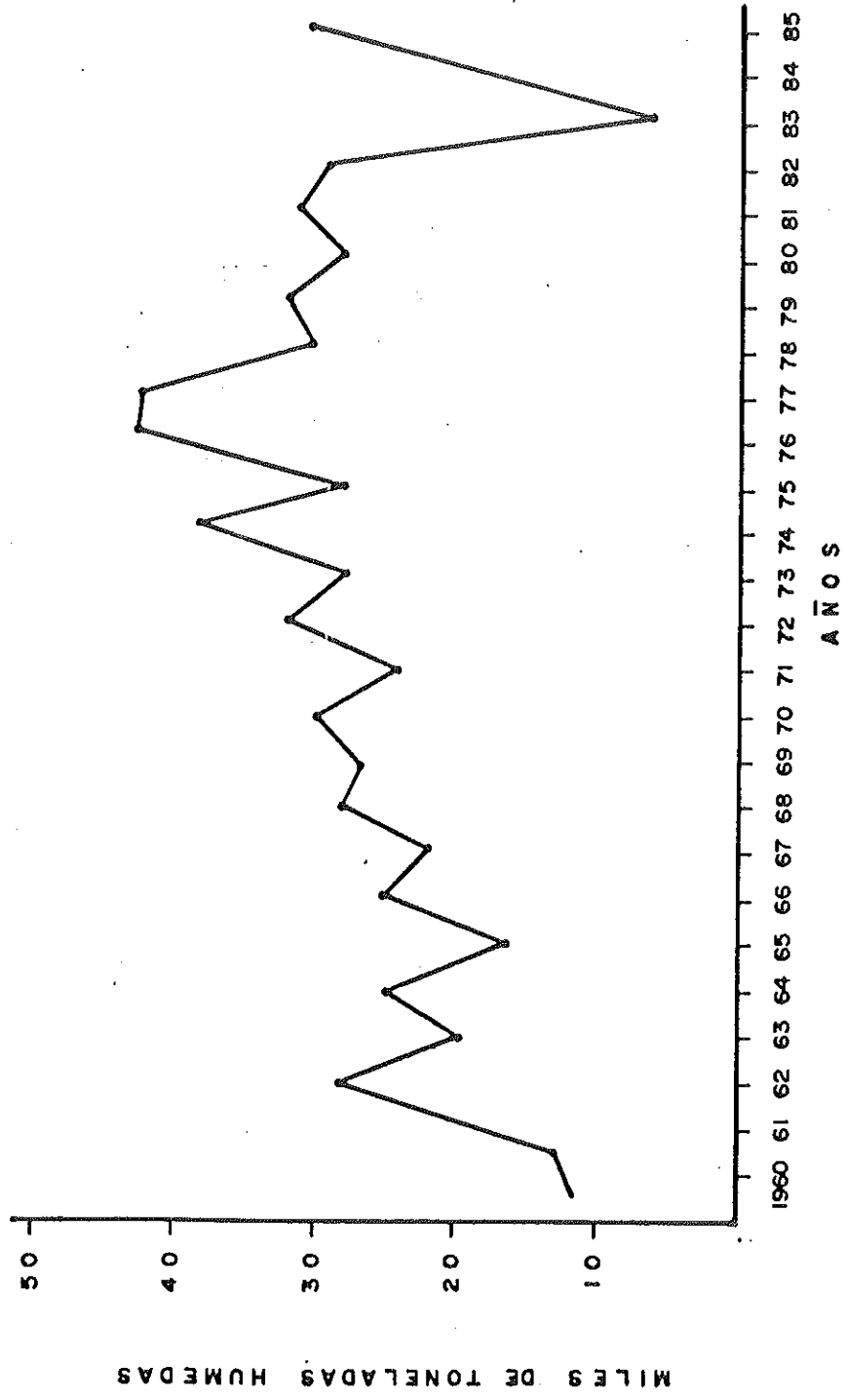
Debido a lo anterior, la costa noroccidental de Baja California presenta condiciones favorables para el desarrollo de algas caféas o pardas, cuyos mantos llegan a medir varios kilómetros de longitud (Pacheco-Ruiz, 1982).

El conocimiento acerca de los recursos algales en general en nuestro país es muy reducido, no obstante que la ocurrencia de algas marinas en las costas mexicanas es alta, y en especial la de algas pardas o caféas, (Ibid) siendo conveniente realizar estudios de carácter químico-biológico para obtener la mayor cantidad de información y mejorar el aprovechamiento de los recursos naturales que se presentan en las costas de México. (Instituto de Investigaciones Oceanológicas, 1980).

La explotación de las algas cafés como fuente de obtención de alginatos a nivel comercial se inició en 1930, figurando los Estados Unidos e Inglaterra como los primeros productores. En la década de 1950 se calculó la producción mundial de alginatos en 7 000 toneladas. Para la década de 1960 la cifra anterior se duplicó, las estimaciones revelaron que la compañía Kelco de San Diego Cal. acaparó entre la mitad y un tercio de la producción mundial. (Haug, 1964).

En nuestro país, la explotación de algas marinas comenzó en 1941, con la utilización de las algas rojas y posteriormente con la de algas cafés (Gráfica No. 1) y verdes (Secretaría de Pesca, 1986). Actualmente se explotan las especies de Gigartina sp., Gelidium robustum, Ulva lactuca, Egrecia menziesii y Macrocystis pyrifera; sobresaliendo esta última por los grandes volúmenes de cosecha (Ibid). La mayoría de estas especies se exportan como materia prima a los Estados Unidos y Japón, con la excepción de Gelidium robustum que es procesada para la obtención de agar crudo y de Egrecia menziesii que se destina para consumo humano en nuestro país. (Ibid)

Según los estudios de biomasa y densidad hechos por Guzmán del Proo (Citado por Mateus-Valdez, 1972) el recurso de M. pyrifera puede ser cosechado hasta 50,000 toneladas anuales en Baja California, si se agrega a la explotación



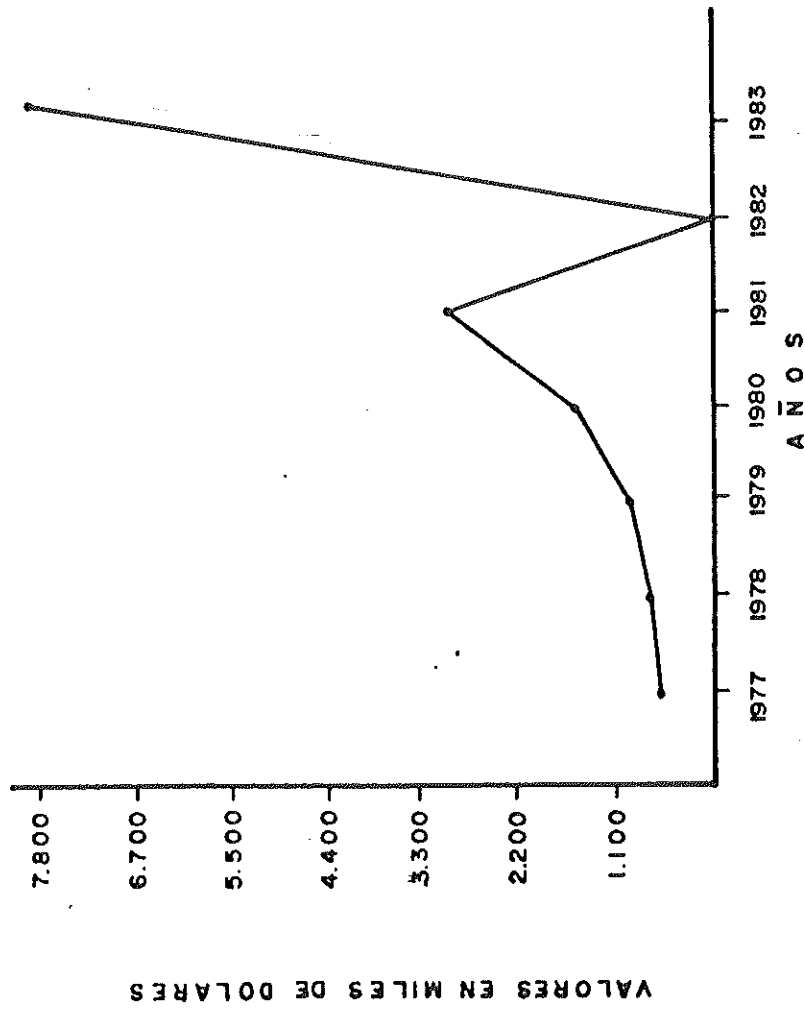
GRAFICA No.1- EXPLOTACION DE ALGAS CAFES EN BAJA CALIFORNIA (SECRETARIA DE PESCA, 1986)

los mantos localizados en la parte media de la península y de Punta San Hipólito.

La cosecha de *Egrecia menziesii* con fines comerciales, se inició en 1983, estando concesionada al Sr. Ignacio Beamonte, efectuándose en forma manual debido a los problemas que se presentan por estar situada en la zona infralitoral. A pesar de esto, en ese año se cosecharon 210.755 toneladas húmedas y en 1984 esta cifra disminuyó a 2.649 toneladas. Es importante mencionar que este decremento no se puede atribuir en forma alguna a una escasez del recurso, sino debido a que actualmente sólo un pescador interviene en la cosecha. Una vez que el alga está en tierra, se somete a un proceso de secado y molido, con el fin de obtener una harina fina; con la cual se elaboran cápsulas que actúan como suplemento alimenticio, y que se destinan al consumo humano en nuestro país. (Beamonte, 1986).

La ocurrencia de *Egrecia menziesii* en la costa noroccidental de Baja California es alta, según los estudios realizados por Aguilar-Rosas (1982) y por Pacheco-Ruiz (1982), abarcando una distribución desde Playas de Tijuana hasta la zona anexa a Punta Morro y desde Punta Santo Tomás hasta Peñasco la Lobera; formando mantos que se asocian con *Macrocystis pyrifera*.

La demanda de ácido algínico por México se muestra en la gráfica No. 2, en la cual se puede observar un crecimiento paulatino hasta 1981, sin embargo en 1982 no se



GRAFICA No.2- IMPORTACION DE ACIDO ALGINICO EN MEXICO.
(IMCE, 1984)

registró ninguna importación de este producto, mientras que en el siguiente año la importación ascendió a 7.638 dólares. (Instituto Mexicano de Comercio Exterior, 1984).

1.4 OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo es establecer las diferencias entre la composición química de Egregia menziesii procedente de San Miguel y de Punta Banda B.C., así como efectuar el análisis fisicoquímico de su alginato.

2 MATERIALES Y METODOS

2.1 AREA DE ESTUDIO

La Bahía de Todos Santos está situada en la costa oeste de la península de Baja California, entre los $31^{\circ} 40'$ y $31^{\circ} 55'$ latitud N y entre los $116^{\circ} 50'$ y $116^{\circ} 36'$ longitud W (Fig. No.3), abarcando un área de 25 000 hectáreas con 18 km de largo y 14 km de ancho. Al suroeste está limitada por Punta Banda y las Islas Todos Santos, al norte por Punta San Miguel y al oeste por el puerto de Ensenada B.C. (Secretaría de Marina, 1974).

Los criterios que se utilizaron para seleccionar las estaciones fueron en base a la exposición de las algas al oleaje, para lo cual se escogieron las áreas de San Miguel por estar situado en la parte norte de la Bahía, caracterizándose por ser una zona de alta energía y que muestra una playa formada por cantiles erosionados; y el área de Punta Banda que se encuentra en el sur de la Bahía, la cual es una zona semiprotegida en la que predomina el sustrato rocoso. (Pacheco-Ruiz, 1982).

La primera estación de colecta se ubicó en Punta Banda a 300 m de la Bufadora localizada a $30^{\circ} 43'$ latitud N y $116^{\circ} 43'$ longitud W, mientras que la segunda estación correspondió a San Miguel ubicada a 200 m de la caseta de cobre, situada a $31^{\circ} 53'$ latitud N y $116^{\circ} 42'$ longitud W.

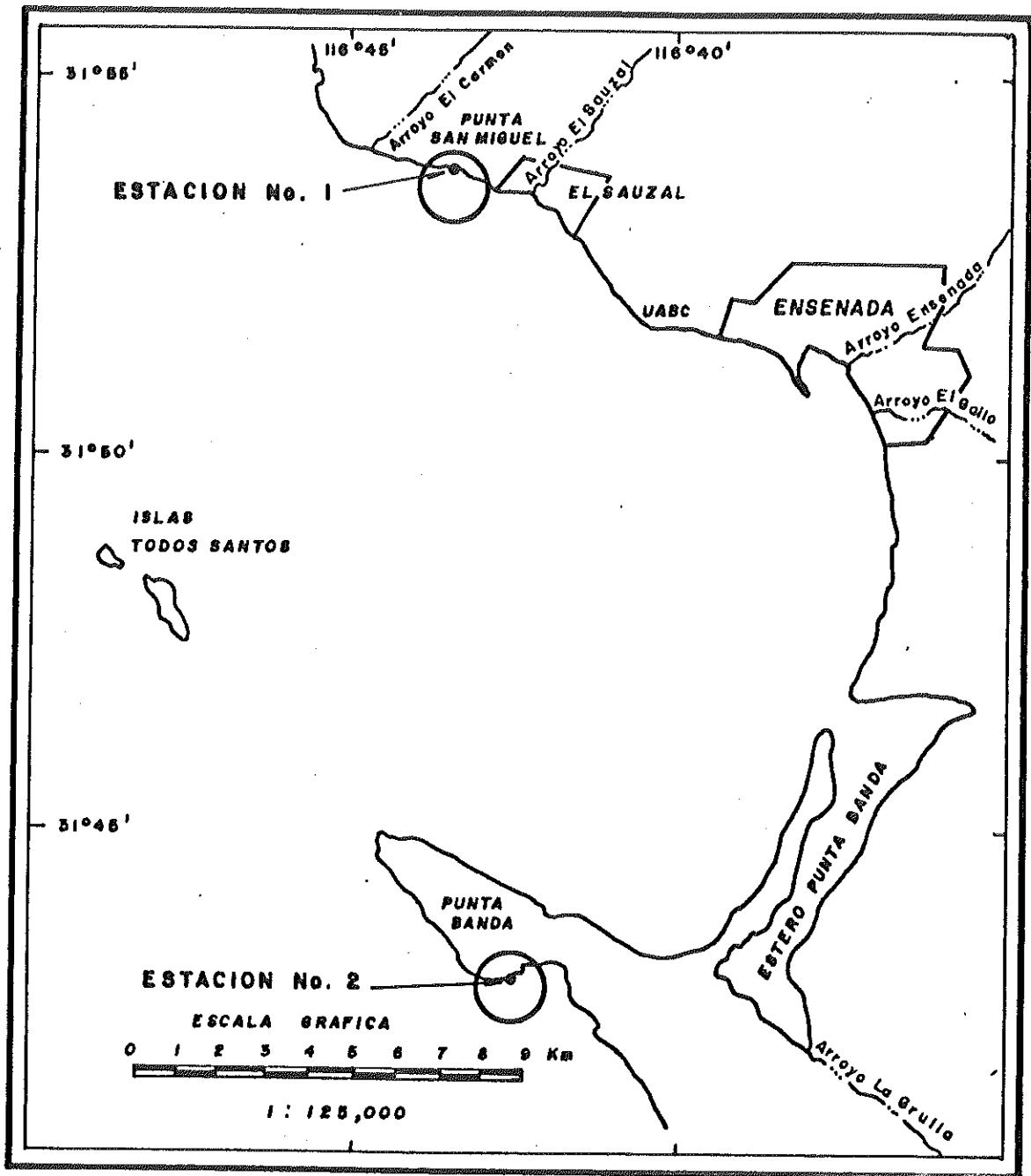


FIG.- 3 - LOCALIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO.

2.2 RECOLECCION DE ESPECIMENES

La recolección de especímenes se efectuó los días 4 y 5 del mes de octubre de 1982, según el método de Baardseth y Haug (1953). Para ello se tomaron 50 ejemplares de Egregia menziesii de la zona infralitoral en las localidades de San Miguel y Punta Banda B.C., teniendo cuidado de cortar alrededor de 1 m a partir del extremo superior del alga; luego se limpiaron de la presencia de organismos y se lavaron con agua de mar. Los parámetros hidrológicos que se midieron fueron pH, temperatura y salinidad.

Una vez hecho lo anterior las algas fueron sometidas a un proceso de secado durante 24 horas a 40 C^o, con objeto de facilitar la molienda y reportar los resultados sobre harina de alga seca. Posteriormente se seleccionaron partículas de tamaño 0.5 mm mediante el tamizado de la harina, finalmente se almacenaron en recipientes de plástico colocándose en un refrigerador hasta iniciar las determinaciones químicas, cuyos análisis se efectuaron por triplicado.

2.3 ANALISIS PROXIMAL

2.3.1 HUMEDAD

La determinación de humedad se efectuó según el método A.O.A.C. (1970) a 105 C^o durante 12 horas, realizando la

cuantificación por gravimetría. Una vez hecho lo anterior se separaron alrededor de 500 gr de esta harina de alga seca para efectuar las determinaciones químicas.

2.3.2 CENIZAS

Una vez cuantificada la humedad, se procedió a calcular el contenido de minerales presentes en el alga según el método A.O.A.C. (1970), mediante la ignición de la materia orgánica. Para ello se colocó la muestra en una mufla a 550 °C durante 6 horas, cuantificando el contenido de cenizas por gravimetría.

2.3.3 PROTEINAS

Este análisis se realizó según el método A.O.A.C. (1970), en el cual fue necesario efectuar la digestión ácida de la muestra, con el propósito de transformar el nitrógeno orgánico, en una sal de amoníaco. Posteriormente se aplicó un proceso de destilación Kjeldnal en el que fue desprendido amoníaco, siendo absorbido por una sal ácida conocida, finalmente el amoníaco liberado fue cuantificado mediante una titulación con ácido valorado. El contenido de proteínas fue estimado en forma indirecta por la cantidad de nitrógeno orgánico presente, multiplicando el valor resultante por 6.25.

2.3.4 FIBRA CRUDA

La muestra se trató según el método de Hellebust y Craigie (1978), el cual estima como fibra cruda al material no degradable del alga, resultante de las digestiones ácidas y alcalinas con el objeto de eliminar los compuestos alcali y ácido solubles. Finalmente la muestra se colocó en una mufla a 450 C durante 6 horas, realizando la cuantificación por gravimetría.

2.3.5 LIPIDOS

La determinación de lípidos se efectuó según el método A.O.A.C. (1970), mediante un extractor soxhlet empleando éter de petróleo como solvente. El proceso de extracción se realizó durante 12 horas, calculando el contenido de grasas por gravimetría.

2.4 EXTRACCION DE ALGINATO

La muestra se trató según el método de Haug (1964), el cual aprovecha las propiedades de intercambio iónico para solubilizar el alginato insoluble y extraerlo. El alga se trató con HCl 0.2 N en un reactor de intercambio iónico, posteriormente se lavo y neutralizó con NaOH 1 M dejando en proceso de extracción durante 12 horas. Después se filtró y

precipitó el alginato de sodio con alcohol de caña, posteriormente se calculó el rendimiento de alginato de sodio extraído por gravimetría.

2.5 CUANTIFICACION DE ACIDO ALGINICO

Este método se realizó según Cameron et al (Citados por Haug, 1964), el cual estima la cantidad de ácido algínico en el alga sin extraerlo. Para ello es necesario remover con HCl los cationes divalentes asociados al alginato, posteriormente se agregó acetato de calcio, con el propósito de incorporar el Ca^{+2} al ácido algínico, y de esta forma efectuar la cuantificación de este coloide por la cantidad de calcio presente.

2.6 CARACTERIZACION DEL ACIDO ALGINICO

2.6.1 DETERMINACION CUANTITATIVA DE ACIDOS URONICOS

Este análisis se realizó según el método de Haug y Larsen (1962), el cual cuantifica los ácidos D-manurónico y L-gulurónico estimando una relación de los mismos en la molécula del alginato. Para ello se hidrolizó la muestra y posteriormente se separó en columnas de intercambio iónico; analizando las fracciones por el método del orcinol. La

relación de los ácidos urónicos se multiplica por un factor de 0.66, el cual compensa la destrucción de los mismos en la hidrólisis.

2.6.2 DETERMINACION DE BLOQUES

La muestra se trató según el método de Haug et al (1974), el cual consiste en la separación de los bloques constituídos por los ácidos D-manurónico (MM), L-gulurónico y por la secuencia alternada de ambos ácidos urónicos (MG), mediante una hidrólisis ácida seguida de una precipitación fraccionada. La cuantificación de los bloques se realizó usando el método del fenol sulfúrico, el cual nos indica el porcentaje en que se encuentran en el coloide.

2.6.3 VISCOSIDAD

La muestra de alginato se trató según el método de Haug y Smidsrod (1962), el cual determina como viscosidad al tiempo que tarda en recorrer una distancia fija la solución problema. Las mediciones de viscosidad se efectuaron en un viscosímetro capilar Ubbelohde No. 2, calculando la viscosidad intrínseca por extrapolación de la viscosidad específica entre la concentración cuando ésta tiende a cero.

A continuación se muestran las ecuaciones empleadas en el cálculo de la viscosidad intrínseca:

$$\text{Viscosidad relativa (nr)} = \frac{\text{tiempo del coloide}}{\text{tiempo del solvente}}$$

$$\text{Viscosidad específica (nsp)} = nr - 1$$

$$\text{Viscosidad intrínseca} = \text{nsp} / \text{concentración (c)}$$

cuando $c \rightarrow 0$

2.6.4 DETERMINACION DE CARBOHIDRATOS TOTALES

Se determinó por el método de Dubois et al (1956), elaborando una curva de calibración de glucosa, cuyas concentraciones fueron de 5-60 microgramos/ml, empleando fenol y H_2SO_4 . La lectura de los tubos se realizó en un espectrofotómetro Bausch & Lomb a 485 nm.

2.6.5 DETERMINACION DE LOS ACIDOS URONICOS POR EL METODO DEL ORCINOL

Se determinó por el método de Hellebust y Craigie (1978), elaborando la curva estándar con ácido galacturónico usando concentraciones finales entre 5 y 60 microgramos/ml.

Posteriormente se agregó el reactivo de orcinol y se colocaron los tubos en un baño de ebullición, con objeto de hidrolizar el polisacárido y realizar la lectura de los tubos en un espectrofotómetro Bausch & Lomb a 675 nm.

2.6.6 ANALISIS ESTADISTICO DE LOS DATOS

Los análisis estadísticos que se usaron fueron la media y desviación estándar obtenida de las determinaciones químicas efectuadas por triplicado, así como también se aplicó la prueba no paramétrica de Wilcoxon. La prueba de Wilcoxon puede afirmar o rechazar, que dos muestras independientes que han sido extraídas de diferentes poblaciones presentan la misma distribución. (Siegel, 1983).

3 RESULTADOS

Los resultados del análisis proximal de *Egrecia menziesii* procedente de San Miguel y de Punta Banda B.C., se muestra en las tablas I y II, en donde se aprecia que el contenido de humedad en la harina de algas fue de 10.30 ± 0.20 en la muestra de Punta Banda, mientras que en la de San Miguel se obtuvo $10.40\% \pm 0.13$.

Los valores de cenizas fueron más altos para las algas colectadas en Punta Banda, pues se cuantificó $28.63\% \pm 0.22$ y en San Miguel esta cifra fue de $26.20\% \pm 0.20$.

El porcentaje de proteínas se mostró mayor en las algas procedentes de San Miguel, ya que presentaron un valor de $13.96\% \pm 0.06$.

En cuanto a la determinación de fibra se observan cantidades de $11.06\% \pm 0.01$ en Punta Banda y de $10.90\% \pm 0.10$ en San Miguel, aparentemente hubo un mayor contenido de este constituyente en la muestra de Punta Banda, en la cual la desviación estándar resultó insignificante comparada con la de San Miguel.

El contenido de carbohidratos se mostró mayor en las algas colectadas en Punta Banda, cuyo valor fue de $39.58\% \pm 0.10$ y en la muestra de San Miguel esta cantidad fue de $38.54\% \pm 0.10$.

TABLA I A.- ANALISIS PROXIMAL DE Egregia menziesii COLECTADA EN SAN MIGUEL, B. C.

HARINA DE ALGA EN BASE SECA	MEDIA	DESV. ESTANDAR
% HUMEDAD	10.40	‡ 0.13
% CENIZAS	26.20	‡ 0.20
% PROTEINAS	13.96	‡ 0.06
% FIBRA CRUDA	10.90	‡ 0.10
% CARBOHIDRATOS	38.54	‡ 0.10
% LIPIDOS	1.88	‡ 0.12

TABLA I B.- PARAMETROS HIDROLOGICOS DE SAN MIGUEL, B. C.

TEMPERATURA	19.05 °C
SALINIDAD	33.53 ‰
P H	8.05

TABLA II A.- ANALISIS PROXIMAL DE Egregia menziesii, COLECTADA EN PUNTA BANDA, B.C.

HARINA DE ALGA EN BASE SECA	MEDIA	DESV. ESTANDAR
% HUMEDAD	10.30	± 0.20
% CENIZAS	28.63	± 0.22
% PROTEINAS	10.43	± 0.38
% FIBRA CRUDA	11.06	± 0.01
% CARBOHIDRATOS	39.58	± 0.10
% LIPIDOS	1.48	± 0.11

TABLA II B.- PARAMETROS HIDROLOGICOS DE PUNTA BANDA, B.C.

TEMPERATURA	18.00 °C
SALINIDAD	33.26 ‰
P H	7.8

Los resultados del contenido y caracterización del alginato de *Egregia menziesii* se pueden apreciar en las tablas III y IV, en donde los valores del ácido algínico expresados como alginato de sodio fueron de $35.37\% \pm 0.01$ en Punta Banda y de $38.06\% \pm 0.20$ en San Miguel, como se observa el porcentaje fue mayor en esta última, de igual manera la desviación estándar calculada fue más alta en esta muestra.

La relación de los ácidos D-manurónico y L-gulurónico (M/G) fue de 0.92 ± 0.01 en Punta Banda y de 1.2 ± 0.03 en San Miguel, resultando ligeramente mayor en esta última con muy pocas variaciones en sus desviaciones estándar.

En cuanto a la determinación de bloques los valores fueron iguales en ambas muestras, obteniéndose $36\% \pm 0.19$ de bloques MG, $31\% \pm 0.06$ de bloques MM y $33\% \pm 0.20$ de bloques GG presentando un mayor contenido de la secuencia alternada (MG).

En la determinación de la viscosidad intrínseca se obtuvieron cantidades más altas en la muestra procedente de San Miguel, cuyo valor fue de $10.41 \text{ dl/gr} \pm 0.29$.

Como se puede apreciar en las tablas I, II, III Y IV las desviaciones estándar obtenidas en cada una de las determinaciones químicas no fueron muy grandes, por lo tanto al comparar los resultados de las muestras de Punta Banda y de San Miguel, las posibles diferencias que pudieran existir

**TABLA III.- CONTENIDO Y CARACTERIZACION
DEL ALGINATO DE Egregia menziesii
COLECTADA EN PUNTA BANDA, B.C.**

HARINA DE ALGA EN BASE SECA	MEDIA	DESV. ESTANDAR
% ALGINATO DE SODIO EXTRAIDO	34.42	± 0.01
% CUANTIFICACION DE ALGINATO DE SODIO	35.37	± 0.01
% RELACION M/G	0.92	± 0.01
% BLOQUES MG	36.00	± 0.19
BLOQUES MM	31.00	± 0.06
BLOQUES GG	33.00	± 0.20
VISCOSIDAD	8.73 dl/gr	± 0.47

TABLA IV.— CONTENIDO Y CARACTERIZACION
 DEL ALGINATO DE Egregia menziesii
 COLECTADA EN SAN MIGUEL, B. C.

HARINA DE ALGA EN BASE SECA	MEDIA	DESV. ESTANDAR
% ALGINATO DE SODIO EXTRAIDO	37.05	± 0.08
% CUANTIFICACION DE ALGINATO DE SODIO	38.06	± 0.20
% RELACION M/G	1.2	± 0.03
% BLOQUES MG	36.00	± 0.19
BLOQUES MM	31.00	± 0.06
BLOQUES GG	33.00	± 0.20
VISCOSIDAD	10.41 dl/gr	± 0.29

se vuelven insignificantes al aplicar la prueba no paramétrica de Wilcoxon, con un intervalo de confianza de 95% no obstante que las algas fueron extraídas de medios ambientes expuesto y semiprotegido situados en diferentes zonas.

Los parámetros hidrológicos de Punta Banda se aprecian en la tabla IB, en la cual aparece una temperatura de 18°C, con salinidad de 33.26% y pH 7.8, mientras que en San Miguel (Tabla IIB) la temperatura fue de 19.05 C, con salinidad de 33.53 % y pH 8.05.

Como puede apreciarse en las Tablas I y II se muestran los resultados del análisis proximal de Egrecia menziesii en los que destacan como constituyentes principales los carbohidratos, cenizas, proteínas y fibras crudas.

El contenido de carbohidratos en esta especie fue alto en relación a los demás componentes, como era de esperarse ya que incluyen a los polisacáridos de reserva y estructurales; tales como manitol y ácido algínico.

Los minerales determinados en forma de cenizas se manifestaron altos, al igual que los carbohidratos sobresalen por el segundo componente en importancia en el análisis proximal. Comparando los valores de cenizas en las muestras de Punta Banda y de San Miguel B.C., se observa que este contenido fue mayor en Punta Banda siendo de 28.63% \pm 0.22, sin embargo las algas colectadas en San Miguel tenían más edad que las de Punta Banda, según el análisis efectuado por Pacheco-Ruiz (1982), por lo tanto los resultados de esta determinación no confirman que los porcentajes de cenizas se ven incrementados con la edad del tejido de los organismos, tal como lo sugiere Beardseth (1953) para otras algas caféas como es el caso de Laminaria sp.

En el estudio realizado sobre Egrecia menziesii el resultado obtenido podría señalar que las algas colectadas

en otoño contenían alta cantidad de minerales y carbohidratos, sin embargo no es posible afirmarlo ya que no se efectuaron análisis de variación estacional para determinar con exactitud las fluctuaciones a lo largo del año. A pesar de esto, los valores de cenizas en esta especie fueron considerados como para destinar su utilización para consumo humano, aprovechándose como una fuente de minerales.

Al comparar los porcentajes de cenizas de Egrecia menziesii, con los reportados para algas cafés, observamos que estos fueron menores, ya que Mateus (1972) encontró 33% en una harina con 86.70% de sólidos totales, para Macrocystis pyrifera, mientras que González-Fragoso (1983) menciona 54.44% en una harina con 93.48% de sólidos totales para la misma especie.

La diferencia entre una y otra muestra son muy pequeñas pero esta disparidad se vuelve insignificante al aplicar la prueba de Wilcoxon, la cual nos indica que no hay variaciones significativas no obstante que las algas fueron colectadas en diferentes ambientes.

Los contenidos de proteínas se mostraron concordantes en relación con otros estudios realizados en algas cafés, ya que Jensen y Haug (1956) mencionan hasta 13% para Laminaria digitata. Al comparar la magnitud de las cifras de esta determinación con otros análisis efectuados en Egrecia menziesii, se nota claramente que su contenido proteico no es sobresaliente como para centrar su utilización de esta especie en base a este análisis.

Como era de esperarse los resultados de la determinación de fibra cruda se mostraron superiores al 10% en la harina de algas analizada, lo cual es lógico puesto que los representantes de las algas cafés son organismos de gran tamaño; por lo que necesitan de una mayor cantidad de fibra para soportar su peso, ya que se ha llegado a encontrar ejemplares hasta de 15 m en *Egregia menziesii* (Abbott y Hollenberg, 1978). El contenido de esta determinación en esta especie fue ligeramente mayor en la muestra de San Miguel, lo cual se podría relacionar con la talla de los organismos colectados en esa zona.

La cantidad de lípidos constituyeron el componente de menor magnitud en el análisis proximal, lo cual resulta concordante con lo reportado para algas cafés, ya que algunas de ellas presentan valores más bajos del 1%. (Jensen y Haug, 1956).

En las Tablas III y IV aparecen los resultados de la extracción de alginato de sodio, y la cuantificación del mismo en el alga sin extraerlo. Al comparar estos valores en la muestra de Punta Banda, observamos un porcentaje de extracción de 34.42 ± 0.01 , contra $35.37\% \pm 0.01$ de alginato de sodio, sin extraerlo. Por otro lado en la muestra de San Miguel se obtuvo $37.05\% \pm 0.08$ de alginato de sodio con un resultado de la cuantificación por el método del acetato de calcio de $38.06\% \pm 0.20$. Como puede apreciarse las cifras mencionadas de estos dos análisis son muy cercanas, por lo

que los resultados podrían indicar que la pérdida de material utilizado en la extracción fue mínima y que la precipitación del alginato de sodio empleando alcohol de caña fue bastante satisfactorio, lo cual podría ser aprovechado por la industria de coloides algales, ya que una limitante son los grandes volúmenes de alcohol usados.

Los resultados de la caracterización se muestran en las tablas III y IV, donde se aprecia que la relación M/G fue muy similar en las muestras analizadas, indicando que sus proporciones están muy cercanas a la unidad.

En la determinación de bloques se obtuvieron 36% para la secuencia alternada, 33% de bloques de ácido L-gulurónico y 31% para bloques de ácido D-manurónico. Es importante mencionar que los organismos colectados eran de mediana edad (Pacheco-Ruiz, 1984), por lo tanto es posible que esta fuera la causa de una mayor proporción de la secuencia alternada, ya que en otras algas cafés también se han reportado un mayor contenido de bloques MG, tal es el caso de Ascophyllum nodosum que presenta entre 27 a 68%. (Haug et al, 1974).

El valor de la viscosidad intrínseca en la muestra de Punta Banda fue de 8.73 dl/gr y en San Miguel fue de 10.41 dl/gr, sin embargo en relación con otras algas cafés se mostraron menores, tal es el caso de Laminaria hyperborea, cuya viscosidad intrínseca fue de 19.30. (Haug, 1964) mientras que Ortega y Zaragoza (1983) citan entre 11.9 y 16 dl/gr para Macrocystis pyrifera.

La viscosidad es una propiedad física que está estrechamente relacionada con la proporción de los ácidos urónicos (Smidsrod, 1973). En el caso de los bloques MG en esta especie observamos que es mayor que los dos restantes, por lo tanto esto podría indicar que su alginato es más viscoso, tendiendo a formar geles muy flexibles.

El análisis estadístico efectuado, demostró que no hay diferencias apreciables en la composición química de Egregia menziesii; a pesar de que las algas colectadas procedían de San Miguel que se caracteriza por ser una zona de alta energía, y de Punta Banda, cuyo medio de exposición es semiprotegido, por lo tanto en este trabajo no fue posible determinar si existen variaciones en el contenido de ácido algínico y de la composición química en general, no obstante que las algas localizadas en sitios de alta exposición presentan mayor contenido de ácido algínico, como mecanismo natural para aumentar la flexibilidad del organismo. (Cardinal y Brenton, 1977).

Es posible que las diferencias no apreciadas en este trabajo, se debieron a que los parámetros hidrológicos a lo largo del año son muy similares ya que las dos áreas de colecta se caracterizan por ser zonas adyacentes a surgencias (Chávez-García, 1975; Cabrera-Muro, 1975; y Hubbs, 1963), mostrando un máxima ocurrencia frente a las costas de San Miguel y Punta Banda en junio. (Morales-Zúñiga, 1977).

5 CONCLUSION

A pesar de que este trabajo es de carácter preliminar, es posible concluir que las diferencias existentes en la composición química de *Egrecia menziesii*; así como en la caracterización y cuantificación de su alginato no son significativas, no obstante que se colectaron en dos áreas diferentes.

En base a los resultados del análisis proximal de esta especie, se puede sugerir que su utilización como suplemento alimenticio no debe centrarse en su contenido proteico, sólo como una fuente de minerales que tienden a balancear una dieta constituida por alimentos pobres en éstos.

La cantidad de alginato de sodio obtenido y el resultado de la cuantificación en el alga señalan que el rendimiento en esta especie es alto, no obstante que se sustituyó el alcohol etílico anhidro por alcohol de caña, lo cual podría ser aprovechado por la industria de alginatos para reducir los costos de producción.

El análisis efectuado en la caracterización del alginato sugiere que debido a los valores de la relación M/G, así como de la determinación de bloques y de su viscosidad intrínseca, el recurso de *Egrecia menziesii* es una especie conveniente para la obtención de alginatos. Ya que debido a una mayor cantidad de la secuencia alternada

7 L I T E R A T U R A C I T A D A

- Abbott, I. A. and Hollenberg, G. S. 1978. Marine Algal of California. Stanford University Press. 2a.Ed.
- Aguilar-Rosas, R. 1982. Identificación y Distribución de las Algas Marinas del Estero de Punta Banda, Baja California, México. Ciencias Marinas. Vol.8. No. 1. pgs. 78-87.
- Association of Official Analytical Chemists. 1970. Official Methods of Analysis, Washington, D.C. 11 th Ed.
- Boardseth, E. and Haug, A. 1953. Individual Variation of Some Constituents in Brown Algae and Reliability of Analytical Results. Report No. 2 Norwegian Institute of Seaweed Research.
- Beamonte, I. 1986. Comunicación Personal. La Milpa. Ensenada B.C.
- Cabrera-Muro, H.R. 1974. Distribución de Temperaturas en Bahía de Todos Santos. Tesis E.S.C.M. UABC Ensenada B.C.
- Cardinal, A. et Brenton M.P. 1977. Variations de la Teneur en Acide Alginique des Laminariales de L'estuaire Maritime du Saint-Laurent (Quebec). Botanica Marina. Vol. 20, pgs. 243,251.
- Chanda, S. K., Percival, E. J. and Ross, A. T. 1952. The Structure of Alginic Acid II. Journal Chemistry Society. pgs. 1833-1837.1

- Haug, A. and Larsen, B. 1962. Quantitative Determination of Uronic Acid Composition of Alginates. *Acta Chemica Scandinavica*, 16: pgs. 1569-1578.
- Haug, A. 1964. Composition and Properties of Alginates. Report No. 30. Norwegian Institute of Seaweed Research.
- Haug, A., Larsen, B. and Smidsrod, O. 1974. Uronic Acid Sequence in Alginate from Different Sources. *Carbohydrate Research*, 32: pgs. 217-225.
- Hellebust, J. A. and Craigie, J. S. 1978. *Handbook of Phycological Methods*. Cambridge University Press, New York.
- Hirst, E. L., Jones, J. K. N. and Jones, W. O. 1939. The Structure of Alginic Acid I. *Journal Chemistry Society*, pgs. 1880-1885.
- Hubbs, C. and Hubbs, L. 1963. Shoreline Surface Water Temperature Data Between La Jolla California and Punta Banda Baja California. 1955-1961. Scripps Contribution.
- Instituto de Investigaciones Oceanológicas, 1980. Informe del Proyecto "La Explotación de los Recursos Algales". No publicado.
- Instituto Mexicano de Comercio Exterior, 1984. Delegación Tijuana B. C.

- Jensen, A. and Haug, A. 1956. Geographical and Seasonal Variation in the Chemical Composition of Laminaria digitata from the Norwegian Coasts. Report No. 14. Norwegian Institute of Seaweed Research.
- Le Vring, I., Hoppe, A. and Schmidt, E. 1969. Marine Algae. A Survey of Research and Utilization. De Gruyter & Co. Hamburg.
- Mateus-Valdez, H. 1972. Estudio Integral Tecnológico sobre el Aprovechamiento de Macrocystis pyrifera (L). C. Agard. 1820. Como Suplemento Alimenticio Aviar. Tesis. E.S.C.M. U.A.B.C.
- Morales-Zuñiga, C. 1977. Variaciones Estacionales de la Temperatura en la Bahía de Todos Santos, B. C. Ciencias Marinas. Vol. 4 No. 1. pgs. 23-33.
- Ortega, C. G. y Zaragoza, G. A. 1983. Determinación de los Parámetros de Extracción de Acido Algínico del Alga Café Macrocystis pyrifera. Tesis. E.S.C.M. U.A.B.C. Ensenada, B. C.
- Pacheco-Ruiz, I. 1982. Algas Pardas (Phaeophyta) de la Costa del Pacífico entre Bahía Todos Santos y la Frontera con Estados Unidos de América. Ciencias Marinas. Vol. 8 No. 1. pgs. 64-77.
- Pacheco-Ruiz, I. 1984. Comunicación Personal. Instituto de Investigaciones Oceanológicas. Ensenada, B. C.

- Secretaría de Pesca. 1986. Cosecha de Algas Pardas de 1960 a 1986. Ensenada, B. C.
- Secretaría de Marina, 1974. Estudio Geográfico de la Región de Ensenada, B. C. pgs. 144-146.
- Siegel, S. 1983. Estadística no Paramétrica Aplicada a las Ciencias de la Conducta. Editorial Trillas. Ba. Ed. México. pgs. 155-165.
- Smidsrod, O. 1973. Molecular Basis for Some Physical Properties of Alginates in the Gel State. Faraday Discussion of the Chemical Society. No. 57. pgs. 263-275.