

**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**

**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS**  
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE  
CIENCIAS MARINAS  
I. P. N.  
**BIBLIOTECA**

**VARIACION ESTACIONAL DEL CONTENIDO DE  
ALGINATOS EN TRES ESPECIES DE FEOFITAS  
DE BAJA CALIFORNIA SUR**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**BIOLOGO MARINO**

P R E S E N T A:

**GUSTAVO HERNANDEZ CARMONA**



LA PAZ, B. C. S.

1982

**c i c i m a r**

DESEO AGRADECER A LAS SIGUIENTES PERSONAS QUIENES DE UNA -  
FORMA U OTRA COLABORARON CONMIGO PARA LA REALIZACION DE --  
ESTE TRABAJO.

(P) BIOL. RAFAEL CERVANTES DUARTE

(P) BIOL. IGNACIO SANCHEZ RODRIGUEZ

(P) BIOL. RUBEN RODRIGUEZ SANCHEZ


(P) BIOL. ROGELIO GONZALEZ ARMAS

ESTE TRABAJO SE DESARROLLO EN EL LABORATORIO DE TECNOLOGIAS DEL CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS, BAJO LA DIRECCION DE LA BIOL. MA. MARGARITA CASAS VALDEZ, A QUIEN -- AGRADEZCO TODO EL APOYO QUE ME BRINDO PARA - HACER POSIBLE ESTE TRABAJO.

VARIACION ESTACIONAL DEL CONTENIDO DE  
ALGINATOS EN TRES ESPECIES DE FEOFITAS  
DE BAJA CALIFORNIA SUR

## C O N T E N I D O

- I. INTRODUCCION
- II. MATERIAL Y METODOS
- III. RESULTADOS
- IV. DISCUSION
- V. CONCLUSIONES
- VI. RESUMEN
- VII. BIBLIOGRAFIA



I. INTRODUCCION

## I N T R O D U C C I O N

Las algas marinas son fuente de muchos productos, el grado y propósito de su utilización ha cambiado con el tiempo y la localización geográfica. Las algas pardas fueron utilizadas en la obtención de Yodo, Carbonato de Sodio y Potasio; sin embargo como consecuencia del descubrimiento de grandes yacimientos de este tipo de sales, estas industrias se paralizaron casi completamente. (Baardset, -- 1979).

La producción de compuestos orgánicos a partir de las algas comenzó en Japón en el siglo XVII, con la producción de agar a partir de las algas rojas, mientras que en los países de el norte donde las algas rojas se encuentran en menores cantidades empezó la producción de ácido algínico a partir de las algas cafés, misma que ha continuado en la actualidad y se incrementa continuamente.

Las algas se han utilizado en el viejo Continente, Oriente y Europa como alimento humano ya que muchas -- de ellas son excelentes fuentes de potasio, iodo, proteínas, y sustancias esenciales para el crecimiento. Japón es el principal país productor a escala mundial que emplea algas marinas como alimento directo para el hombre. El -- consumo mundial de algas como alimento humano ha aumentado a lo largo de los años, en la actualidad se estima que el consumo es de un millón de toneladas anuales. (Jensen, --- 1977).

El uso de las algas como fuente de coloides se practica casi exclusivamente en los países industrializados: E.U.A., países de Europa y Japón, en los cuales existe una industria altamente desarrollada cuyos principales productos son: Agar-agar, alginatos, carragenanos y furcellaran. Entre estos el agar es el más estable en el mercado mundial, pues resulta indispensable en medicina, bacteriología y la industria alimenticia.

En la actualidad se utilizan anualmente a nivel mundial 700.000 ton húmedas de algas para la producción -- de polisácaridos, (Jensen 1977)

La producción de alginatos se concentra princi-- palmente en Japón, E.U.A., Francia y Noruega. Aunque los alginatos se obtienen de todas las algas cafés, existe so-- lamente un número limitado de especies susceptibles de ex-- plotación industrial; entre las más importantes se encuen-- tran:

Laminaria, Macrocystis, Ascophyllum y Nereocystis

Los ficolóides se emplean por la propiedad que -- tienen de formar soluciones viscosas a concentraciones ba-- jas, por su poder gelificante, por la capacidad de las --- partículas de mantenerse en suspensión, etc.

Otros coloides de propiedades semejantes como la pectina y la gelatina presentan cierta competencia con los ficoloides, sin embargo, el mercado no parece estar satu-- rado, por el contrario, los volúmenes requeridos de acuer-- do con Jensen 1977 tenderán a triplicarse, es decir, se ne-- cesitarán 50,000 ton de alginatos, 30,000 ton de carrage-- nanos y 20,000 ton de agares por año.

Las algas marinas constituyen uno de los princi-- pales recursos marinos renovables con que cuenta la penín-- sula de Baja California, entre éstos podemos citar los -- grandes volúmenes de algas rojas como Gelidium y de algas-- cafés como Macrocystis las que son cosechadas y exporta-- das como materia prima a E.U.A. y Japón, entre otros paí-- ses donde son procesados y exportados posteriormente --- a México y otros países latinoamericanos, teniendo ésto co-- mo consecuencia una gran pérdida de divisas para el país ya-- que México no industrializa su materia prima.

De la extraordinaria riqueza de algas de esta re-- gión del país, uno de los grupos de mayor importancia por-- su abundancia y contenido de alginatos, laminaran, manitol



yodo y fucoidina, es el grupo de las feofitas, (Casas, --- 1975), Macrocystis pyrifera es la especie de mayor impor-- tancia por su espectacular abundancia y alto contenido de alginatos.

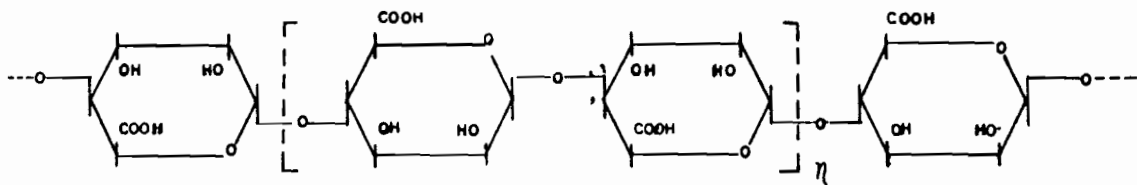
El término alginatos se emplea para denominar -- un conjunto lineal de  $\alpha$  - L - Gulorono -  $\beta$  - D manuro nas, ligados por enlaces (1 - 4), de composición muy variã da y de estructura secuencial. En su forma ácida se le de-- nomina ácido algínico, el cual es un polímero lineal del - ácido D manurónico y del ácido L-Gulorónico unidos por en-- lace (1,4) Beta y Alfa respectivamente.

La molécula de ácido algínico puede estar com--- puesta de bloques de residuos de ácido gulorónico, resi--- duos de ácido manurónico y zonas donde predominan ambos de una manera alternada. ( fig. 1 )

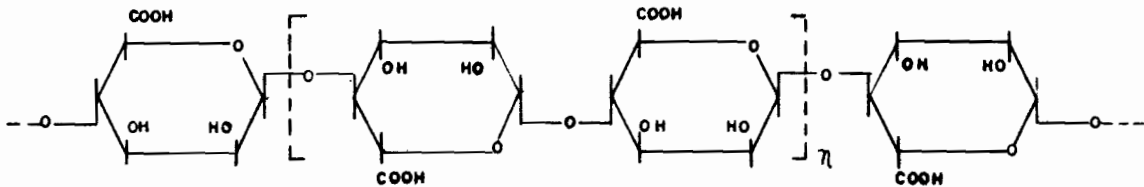
Hasta donde se sabe los alginatos constituyen el principal material "esquelético" de las algas cafés, sien-- do su principal papel estructural, ya que se localizan so-- bre todo en la matriz intercelular y también en la pared-- celular.

En su estado natural los alginatos se encuentran como una mezcla de sales de todos los cationes que se en-- cuentran en el agua de mar siendo los principales -----  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{Ca}^{2+}$ .

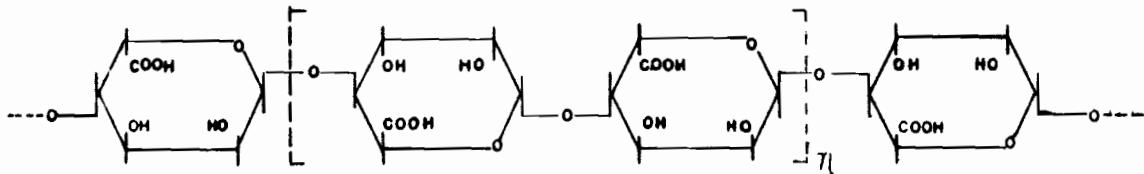
Mientras las sales "puras" de alginatos de -----  $\text{Na}^+$  y  $\text{Mg}^{2+}$  son solubles en agua a baja fuerza iónica, los alginatos en su forma natural se encuentran principalmente como un gel insoluble debido a los enlaces cruzados por -- los iones  $\text{Ca}^{2+}$  y en mucho menor proporción por los iones -  $\text{Sr}^{2+}$  presentes en el agua de mar, los cuales se encuentran ligados aún más fuertemente. (Painter, 1981; comunicaciõn-- personal).



A. -- BLOQUES DE ACIDOS MANURONICO Y GULURONICO ALTERNADOS



B. -- BLOQUES DE ACIDO MANURONICO



C. -- BLOQUES DE ACIDO GULURONICO

FIG. 1 ESTRUCTURA DE LA MOLECULA DE ACIDO ALGINICO MOSTRANDO LAS DIFERENTES PARTES DELAS QUE ESTA CONSTITUIDA

Los enlaces cruzados son los responsables de la mayor parte de la rigidez de los tejidos. Los geles en su estado natural presentan una estructura supramolecular, la cual se pierde irreversiblemente cuando son desplazados -- los enlaces cruzados, como ocurre en la desnaturalización de las proteínas. (Painter, 1981: comunicación personal).

El contenido de ácido algínico ha sido extensamente estudiado en diferentes países por varios autores -- (Durairatnam, 1969, Greenius, 1967, Black, 1948, 1949, -- Haug, 1964 y otros), ocupándose de un cierto número de especies y entre éstas las de interés comercial.

El ácido algínico constituye del 14 al 40% de -- los sólidos secos de las algas (percival y McDowel, 1967), dependiendo del género y de las condiciones de crecimiento. Posicionalmente casi no hay diferencia en la localización -- de los alginatos dentro del cuerpo del alga.

La cantidad de ácido algínico no permanece constante ya que experimenta variaciones estacionales, las cuales pueden diferir de un lugar a otro, debido a que están relacionadas con diversos factores como son: la exposición al oleaje, las corrientes, nutrientes, estado de desarrollo, profundidades y temperatura, siendo este último el de mayor importancia, ya que los alginatos son -- elaborados como un producto del metabolismo. (Percival y -- McDowel, 1967).

Como se ha mencionado la constitución química de las algas, y en este caso los alginatos, tienen variaciones estacionales, por lo tanto es de gran importancia conocer estas variaciones para que las algas puedan dar mayores rendimientos al ser cosechadas en el período apropiado, particularmente en el caso de ser empleadas como materia -- prima para una industria.

## OBJETIVO

El propósito del presente trabajo fue la determinación de la variación estacional en el contenido de algas en tres de las especies de Feofitas más comunes y -- abundantes de Baja California Sur.

## DESCRIPCION DE LAS AREAS DE MUESTREO (fig-2)

### Bahía Tortugas.

Se encuentra localizada entre las coordenadas -- geográficas  $27^{\circ} 40' 30''$  latitud norte y  $114^{\circ} 8' 10''$  longitud oeste ( fig. 3)

La boca de la bahía tiene aproximadamente 3 Km y una profundidad de 28 m. En esta zona la costa en general es muy heterogénea, con playas de roca metamórfica, algunas con rocas sueltas, canto rodado y gravas.

Se encuentran grandes formaciones rocosas infralitorales, y pronunciados acantilados que penetran en el mar hasta una profundidad de 23 m, lo cual favorece la presencia de especies pesqueras importantes como el abulón, la langosta y las algas.

Según datos proporcionados por la Secretaría de Pesca para 1980, la temperatura de fondo más baja se registró en el mes de abril con  $14^{\circ}\text{C}$ , y se incrementa hasta llegar a  $19.5^{\circ}\text{C}$  en noviembre y posteriormente empieza a descender. La temperatura superficial se mantiene más o menos constante durante los meses de marzo a junio y se incrementa de julio a noviembre.

### Bahía Magdalena, B. C. S.

Bahía Magdalena se encuentra localizada en la -- Costa del Pacífico de Baja California Sur, entre los  $24^{\circ} 15'$  y  $25^{\circ} 20'$  latitud norte y  $111^{\circ} 30'$  y  $112^{\circ} 15'$  longitud oeste. (Fig. 4). Se divide en tres zonas diferenciadas -- perfectamente: la zona noroeste de forma irregular, com--

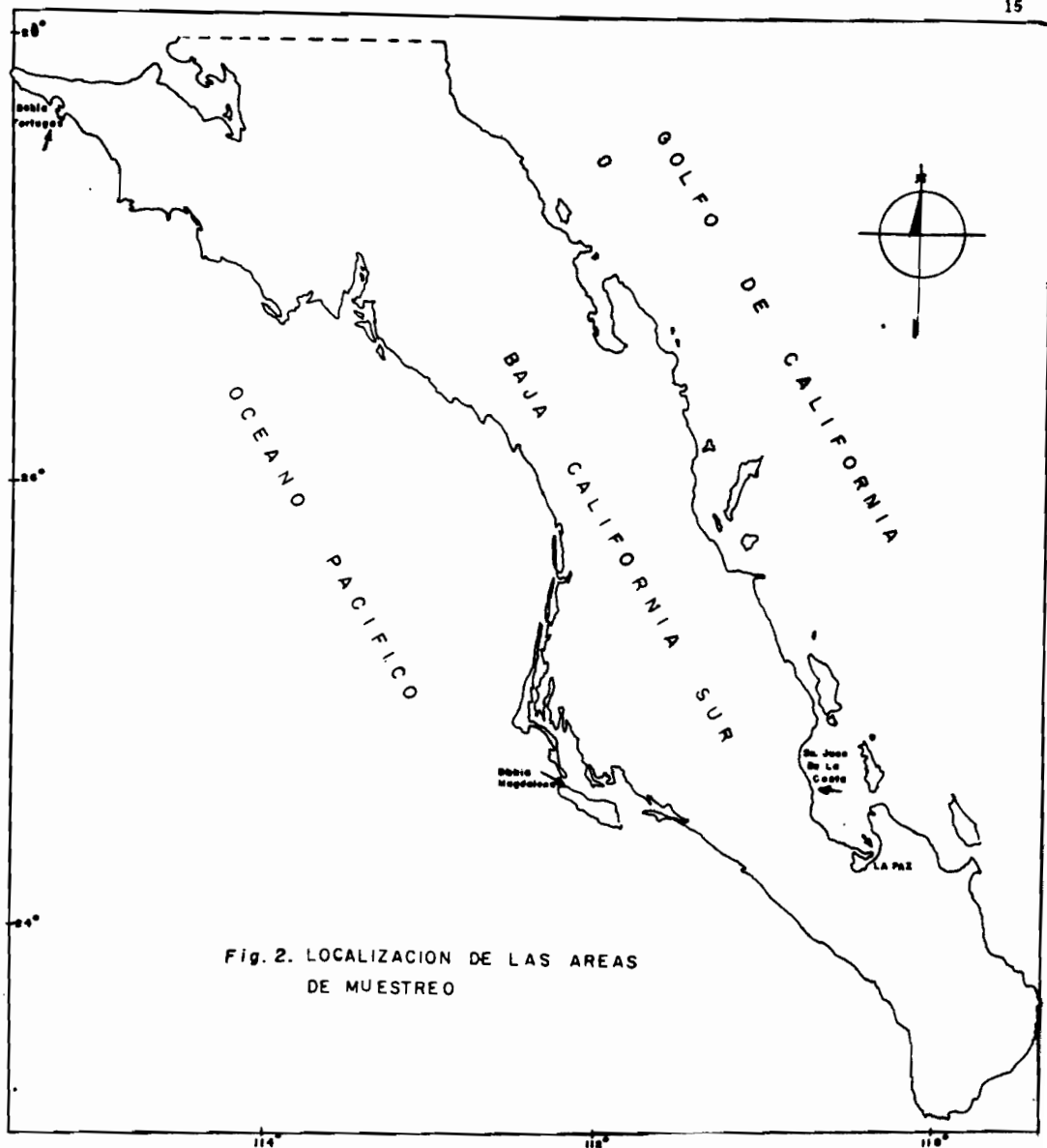
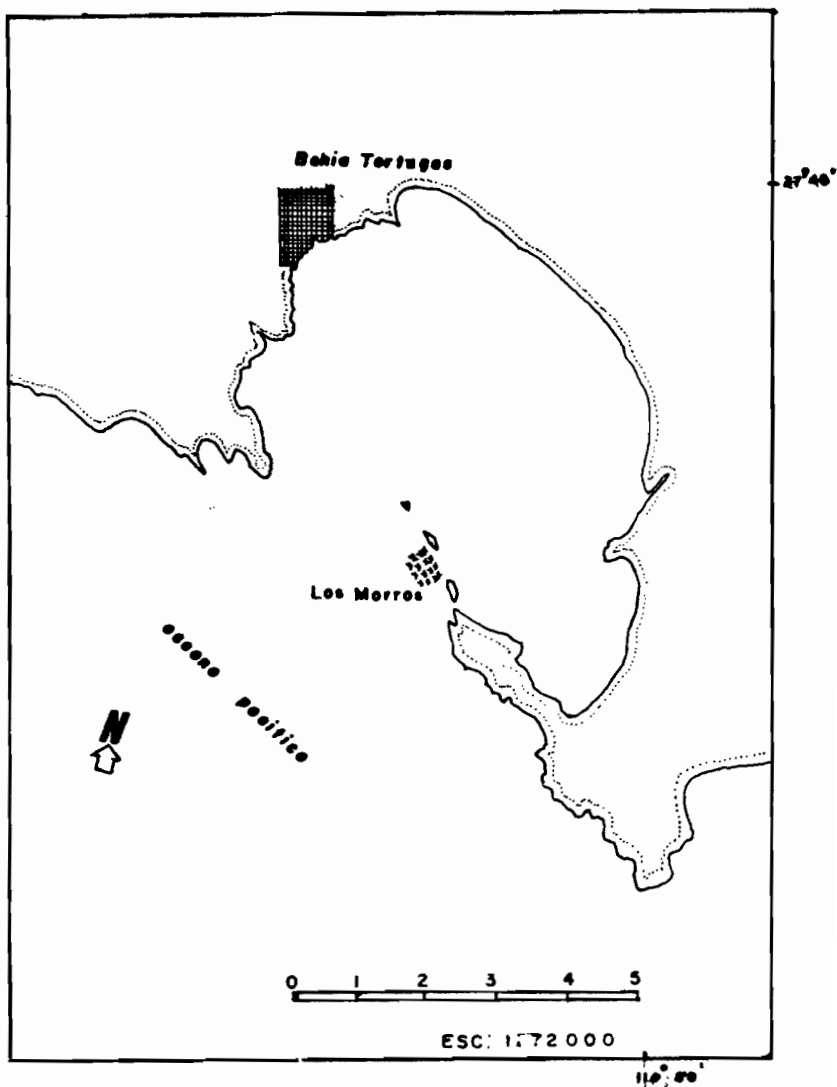
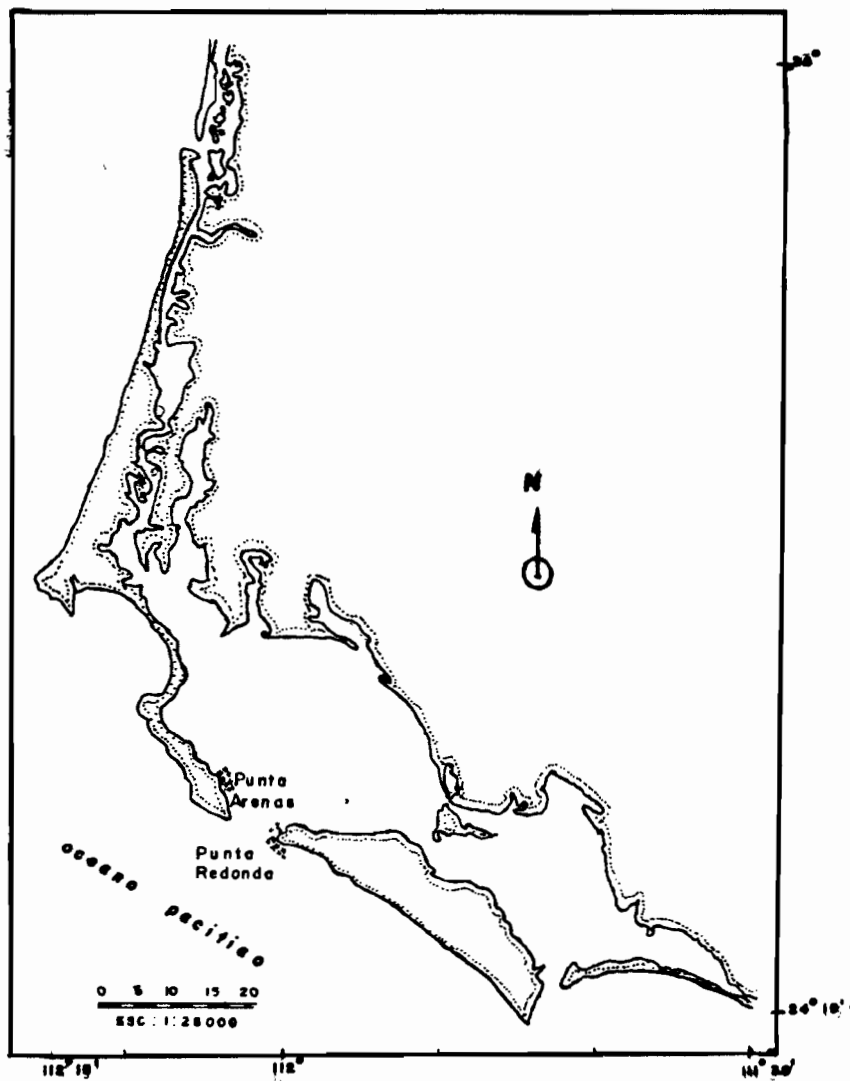


Fig. 2. LOCALIZACION DE LAS AREAS DE MUESTREO



**Fig. 3 Bahía Tortugas**

X  
X Zona de muestreo  
X



**Fig.4 Bahia Magdalena**

X  
X Zona de muestreo  
X

puesta por gran cantidad de esteros, lagunas y canales con profundidades promedio de 3.5 m.; la zona central, denominada propiamente Bahía Magdalena, ---- conectada con el -- océano abierto a través de una boca ancha de 38 m. de profundidad; y la zona sureste, denominada Bahía Almejas, conectada con el mar abierto a través de una boca con profundidades muy someras. Alvarez Borrego (1976).

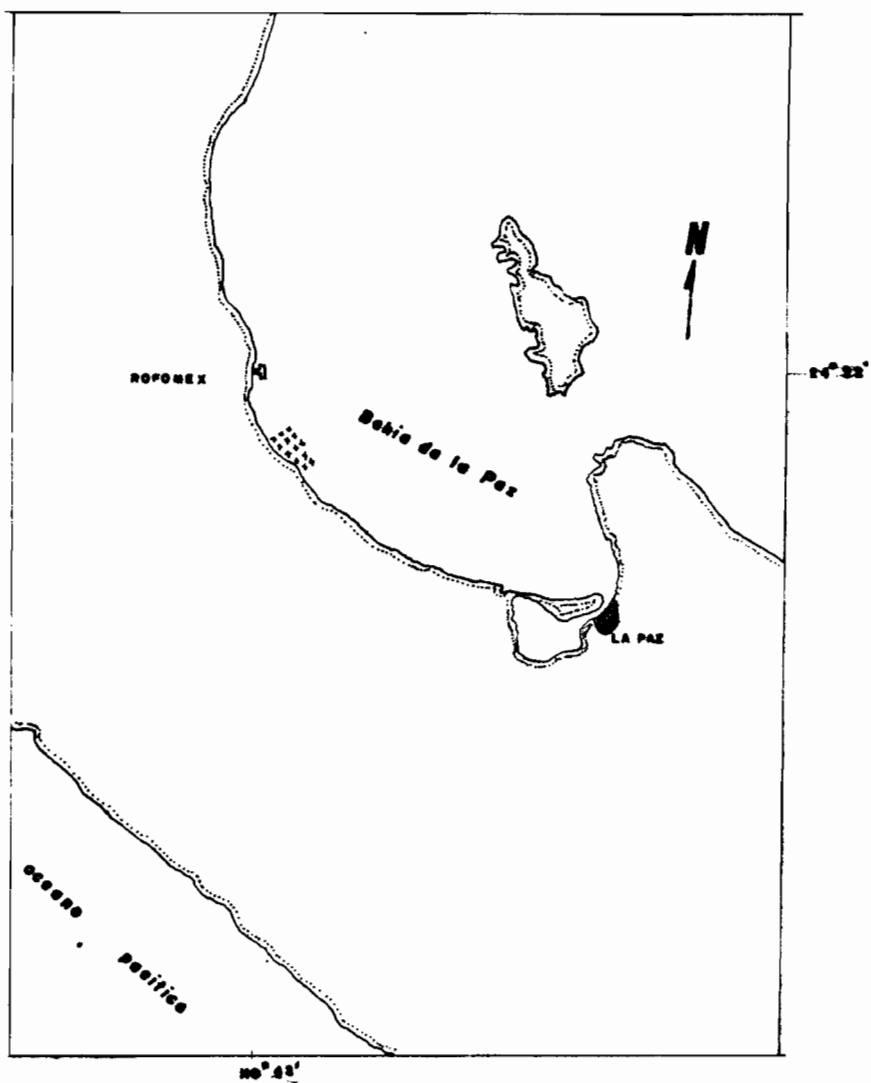
Bahía Magdalena presenta una situación antiestuarina en todo el año, con salinidades más elevadas en el interior que en el océano abierto. Según Alvarez Borrego -- (1976) en la región occidental de la zona central denominada Bahía Magdalena, se presenta un fenómeno en todo el año que semeja las condiciones de surgencias, y que provoca un aporte de nutrientes a la superficie de la bahía, aumentando grandemente su fertilidad.

En la zona central de la bahía se presenta persistentemente un centro de bajas temperaturas registrándose los valores mas bajos en junio con 15.5°C y los valores mas altos en julio y agosto de 24°C.

San Juan de la Costa, B.C.S.

Se localiza dentro de la Bahía de La Paz, entre las coordenadas geográficas: 24°22'30" latitud norte y --- 110°42'00" longitud oeste Fig. 5). La Bahía de La Paz es la más grande del litoral este de la Península de Baja California; la Isla Espíritu Santo y el Canal de San Lorenzo forman el límite Norte de la Bahía y dentro de ella se encuentra la barra del Mogote, que la divide y forma el canal de la Paz. Con lo que respecta a la temperatura del -- agua la Estación Mareográfica del Instituto de Geofísica -- de la UNAM situada en el muelle del canal de La Paz, ha registrado los datos promedio para varios años de observación. (10-12), encontrándose las temperaturas más bajas en enero con 20.5°C llegando a un máximo en agosto y septiembre con 28.7°C y 29.8°C respectivamente y nuevamente empieza a descender (Villamar, 1965).





**Fig.5 San Juan De La Costa**

X X Zona de muestreo  
X

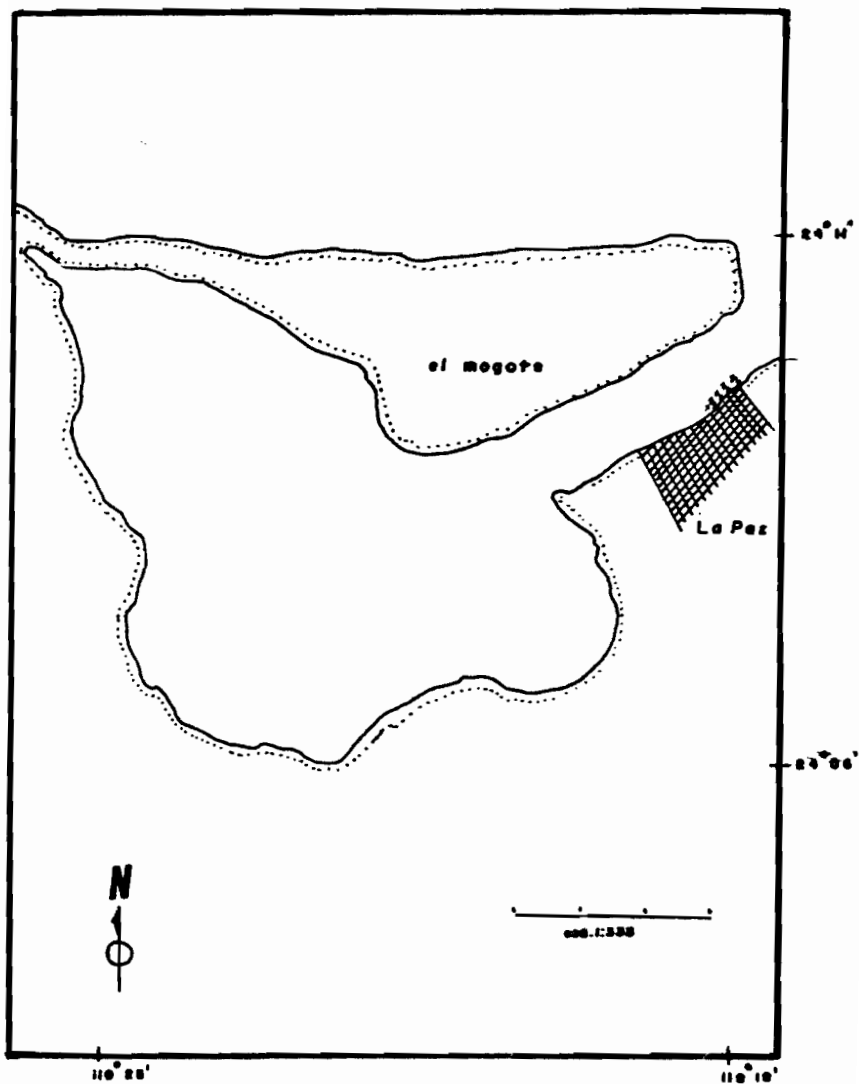
## Ensenada de la Paz, B.C.S.

La Ensenada de La Paz es un cuerpo de agua costero semicerrado, localizado al sur de la Bahía de La Paz -- entre las coordenadas geográficas 24° 11' y 24° 06' latitud norte, y 100° 19' y 110° 25' longitud oeste. (fig - 6).

La Ensenada está separada de la Bahía de la Paz por una barra arenosa de origen marino (denominada localmente "El Mogote") de aproximadamente 2.7 Km. en su parte más amplia. La comunicación de la Ensenada con la Bahía de La Paz es mediante un canal de mareas de aproximadamente 4 Km. de ancho. (Cervantes, 1982).

En primavera y verano la temperatura aumenta regularmente hacia el interior de la Ensenada. Se observa -- generalmente una diferenciación de zonas con temperaturas mayores hacia el sur donde existen amplias zonas someras -- y menores al norte donde existen zonas de mayor profundidad (Espinoza J. 1977 y Guerrero R. et. al 1981 en prensa). La temperatura media anual es de 24.6° C, siendo la mínima registrada en invierno con 19.1°C, y la máxima durante el verano con 34°C. (Villamar, 1965).

La Ensenada de la Paz presenta un valor máximo -- de nutrientes durante primavera y verano, y se puede clasificar como rica en nutrientes. (García, 1978).



**Fig.6**  
**Ensenada de La Paz**

▨ Zona de muestreo

## II. MATERIAL Y METODOS

## A) MATERIAL BIOLÓGICO

Durante el desarrollo del proyecto "Industrialización de Alginatos" en el Departamento de Tecnologías -- del CICIMAR, se realizaron diversas salidas al campo a -- fin de coleccionar el material para dicho proyecto; de acuerdo a las observaciones en estas prospecciones se localizaron las zonas con mayor abundancia de algas cafés, eligiéndose 4 zonas (Fig. 2). para coleccionar 3 de las especies --- más abundantes:

<u>Macrocystis pyrifera</u> :	Bahía Tortugas, B.C. S.
<u>Eisenia Arborea</u> :	Bahía Magdalena , B. C. S.
<u>Sargassum sinicola</u> :	Bahía Magdalena, B.C. S. San Juan de la Costa, B.C. S. Ensenada de La Paz, B.C.S.

### a) DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES

Macrocystis pyrifera (L.) C. Agardh (Fig. 7)

Bahía Tortugas, B. C. S.

Esta alga es una Feofita de la Clase Heterogeraetae que puede alcanzar una longitud de 50 m ó más, en su base se encuentra sujeta a un sustrato generalmente rocoso, por medio de un rizoide, el cual es perenne y de él se desprenden varias ramificaciones llamadas estípites, a lo largo de estos se encuentran los neumatócistos, a partir de los cuales crecen las láminas, éstas cuando son maduras son lanceoladas y con dentículos en el margen.

Su distribución vertical va desde los 2 ó 3 metros hasta profundidades de 40 m. pero generalmente sigue la isobata de las 10 brazas, donde se encuentra formando grandes "bosques" o mantos de "sargazo". En México se --- distribuye desde las Islas Coronado en el Norte de Baja Ca-

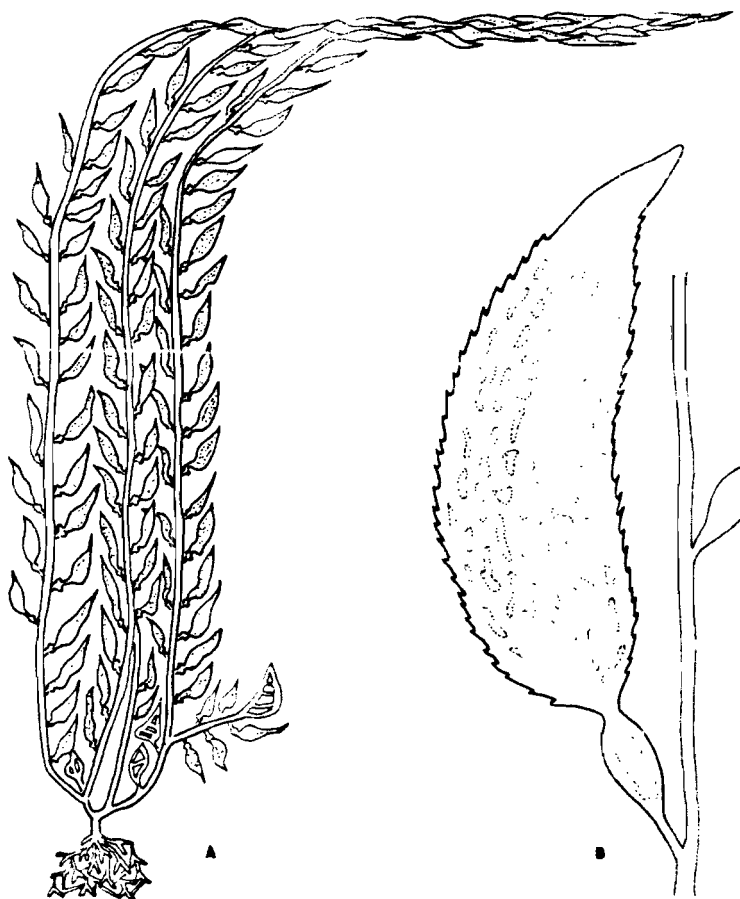
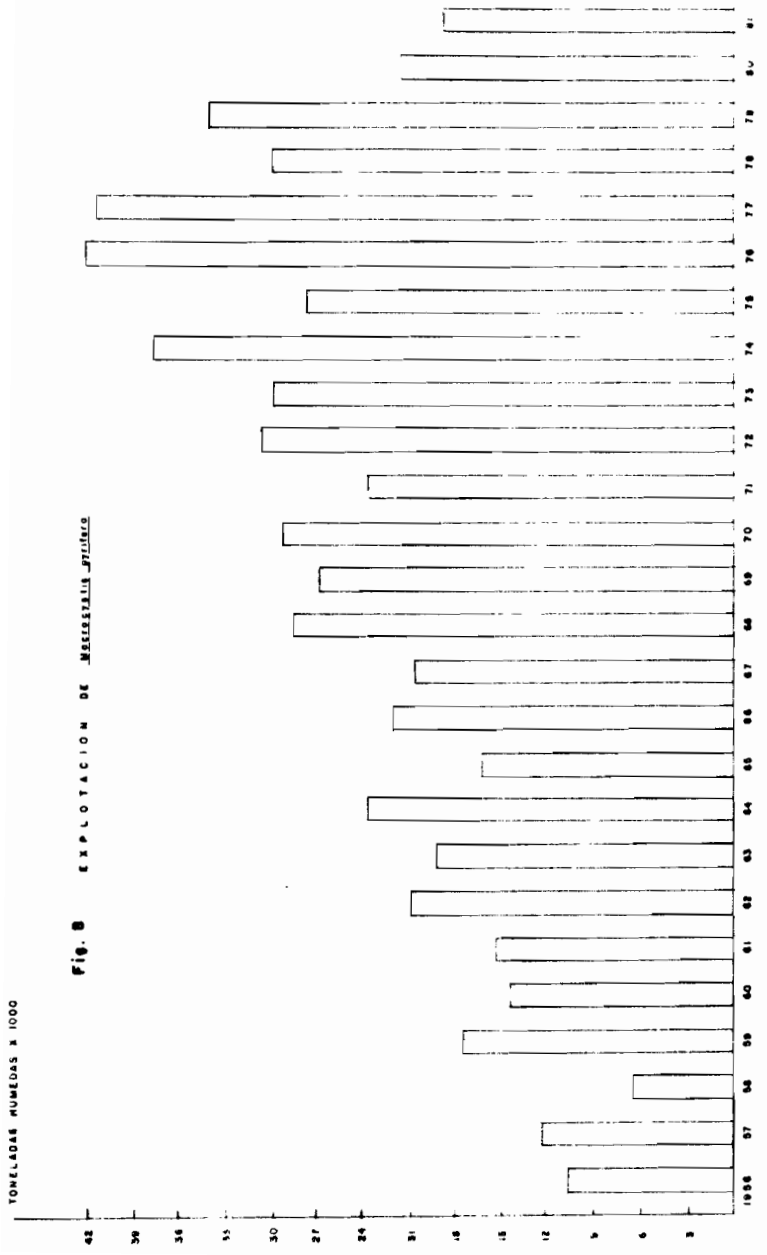
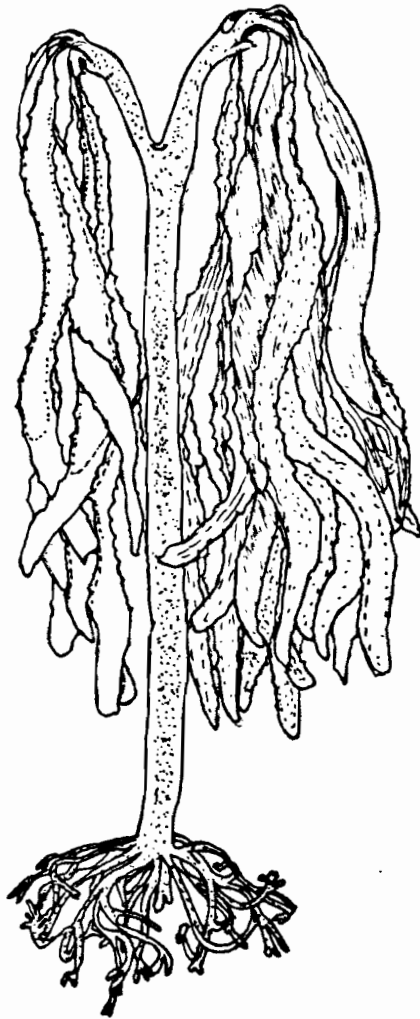


Fig:7 Macrocystis pyrifera (L.) C. Agardh.

- A) Se muestra el sargazo gigante en su posición natural, con sus largas y frondosas ramificaciones surgiendo desde el rizoma hasta la superficie del mar.
- B). Laminas como "hojas" mostrando el aerocisto flotador en su base y el margen dentado





**Fig.9** *Eisenia arborea*  
*Areschoug*



California hasta Punta San Hipólito en Baja California Sur.-  
Guzmán del Próo (1969)

Para el presente trabajo esta alga se colectó --  
mensualmente en el año de 1981 de febrero a noviembre. Los  
muestreos se realizaron sobre un mismo manto en un área --  
cercana a la boca de la bahía conocida regionalmente como-  
"Los Morros", cortando las algas manualmente con un cuchillo  
hasta una profundidad de un metro aproximadamente.

Macrocystis pyrifera es cosechada comercialmente desde --  
1956 con una producción de 10,305 ton húmedas, en 1977 al-  
canzó su máximo de producción con 41,700 ton húmedas, re--  
duciéndose en 1981 a 18,935 ton húmedas. (Fig. 8) (comuni-  
cación verbal Guzmán del Próo)

Eisenia arborea Areschoug (fig. 9)  
Bahía Magdalena, B.C.S.

Esta Feofita es la Clase Heterogeneratae, tiene-  
un tamaño en el estado adulto de 1 m de longitud. Presenta  
en su base un rizoide grueso, con ramificaciones entrela--  
zadas y compactas, el espíté es casi cilíndrico en su --  
base pero se vuelve más aplanado en la parte superior; en-  
su parte distal se encuentran las láminas las cuales son -  
enteras cuando jóvenes y posteriormente con la edad se ---  
vuelven lanceoladas, corrugadas en la superficie y con el-  
margen dentado.

Su distribución vertical va desde la zona entre-  
mareas a la infralitoral, siendo más abundante a los 10 m-  
donde se encuentra formando extensas praderas. Es común -  
encontrar esta especie asociada a los mantos de M. pyrife-  
ra. En México se distribuye desde las Islas Coronado en -  
Baja California Norte hasta Bahía Magdalena en Baja Cali-  
fornia Sur.

El muestreo se realizó estacionalmente durante -  
el año de 1980 en las siguientes fechas: febrero (invier--

no), mayo (primavera), agosto (verano) y noviembre (otoño). La zona de colecta se conoce como punta redonda.

Eisenia arborea no se explota comercialmente; sin embargo en Bahía Magdalena es común observar grandes cantidades de esta especie varadas en la playa después de días de tormenta. No se han hecho cálculos de biomasa, pero es indudable que deben existir cantidades comercialmente explotables (Observación personal y comunicación verbal de pescadores). La colecta se realizó por buceo cortando las algas manualmente del sustrato donde se encuentran adheridas.

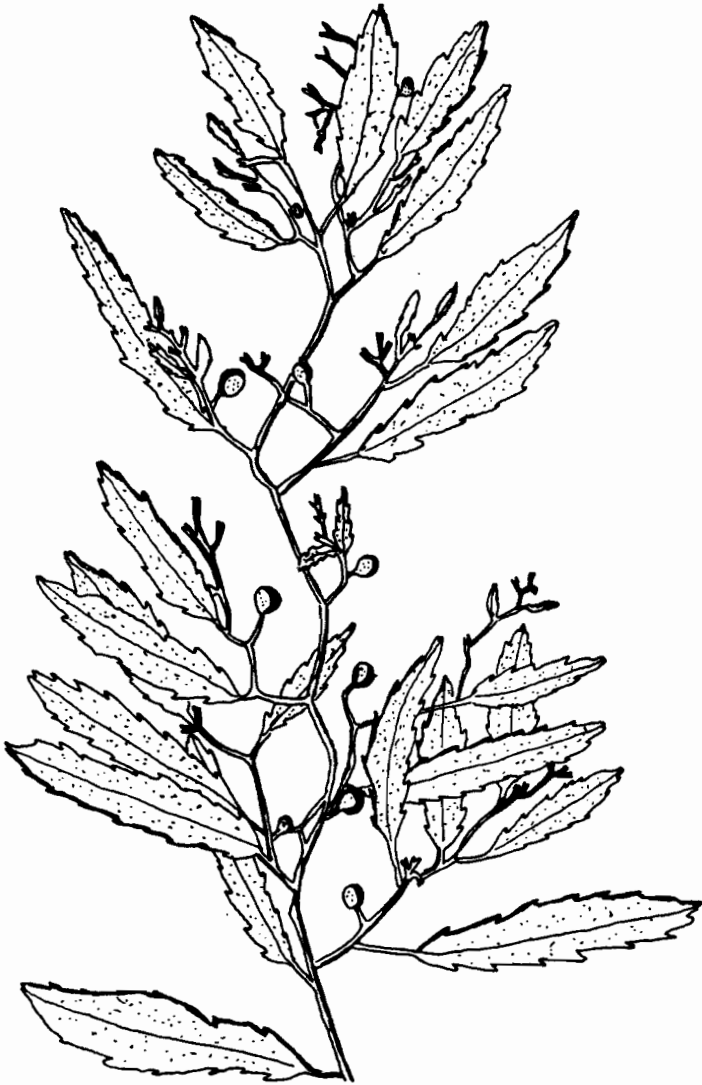
Sargassum sinicola Setchell y Gardner. (fig. 9)

Esta Feofita pertenece a la Clase Ciclosporae, su tamaño en el estado adulto puede llegar a 2 m o más. Se desarrolla principalmente en aguas tropicales, en la zona entre mareas e infralitoral, crece adherida a sustrato rocoso mediante una fijación basal bien diferenciada, a partir de la cual se desprenden varias líneas semejantes a tallos; las líneas se ramifican lateralmente para formar las hojas, las cuales son lanceoladas y con denticulos marginales. Lateralmente en la base de la hoja se desarrollan pequeñas vesículas que le permiten la flotación. Algunas especies de Sargassum son perennes y se regeneran anualmente del rizoides, sin embargo, Sargassum sinicola no pertenece a este tipo ya que se desarrolla rápidamente desde principios del año y desaparece completamente para fines del verano (Hernández, 1981, observación personal).

Sargassum sinicola es una especie poco conocida y la información bibliográfica que se tiene de esta especie es muy escasa.

Aunque nunca se ha evaluado el tonelaje existente, se ha observado grandes volúmenes en Bahía Magdalena, San Juan de la Costa y Malecón de La Paz, donde forman extensas praderas a principios del verano. (Hernández, 1981, observación personal).

La colecta de esta especie se efectuó por buceo-



**Fig.10 *Sargassum sinicola*  
Setchell y Gardner**

desprendiendo manualmente las algas de las rocas donde se encontraban adheridas.

El muestreo se realizó en 3 diferentes localidades:

Bahía Magdalena, B. C. S.

El muestreo se hizo estacionalmente durante el año de 1981. en las siguientes fechas: febrero (invierno), mayo (primavera), agosto (verano) y octubre (otoño). El área de colecta se conoce regionalmente como Punta Arenas.

San Juan de la Costa, B.C.S.

El muestreo se realizó estacionalmente durante el año de 1980 en las siguientes fechas: enero (invierno), marzo (primavera), mayo (primavera), julio (verano) y septiembre (verano). El área de colecta se localiza cerca del muelle de "ROFOMEX".

Bahía de La Paz, B. C. S.

El muestreo se realizó mensualmente durante el año de 1980 desde enero a agosto, ya que en septiembre desapareció casi por completo.

El área de colecta se conoce como malecón de la paz.

Para la identificación de las tres especies se contó con la colaboración personal de la Bióloga María Luisa Chávez-Barrera, especialista en Ficología en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN.

b) Muestreo.

Las muestras que se colectaron estuvieron consti

tuidas por 50 plantas diferentes de cada especie, excepto- para el caso de Macrocystis pyrifera, ya que el enorme -- volumen que representa un sólo individuo completo haría -- casi imposible coleccionar 50 plantas enteras, por lo que se- tomaron sólo pequeñas porciones de cada uno de los 50 individuos diferentes dejando el resto de la planta en el- mar.

## B) REACTIVOS Y EQUIPO DE LABORATORIO

- a) - Reactivos
  - Acido sulfúrico
  - Carbonato de sodio
  - Alcohol etílico 96°
  - Eter anhidro
  
- b) Equipo de laboratorio
  - Molino eléctrico
  - Agitador
  - Balanza analítica Sauter
  - Bomba de vacío
  - Lámparas de 60 watts
  - Soportes universales
  - Anillos
  - Material de cristalería (matraces volumétricos, va- sos, pipetas, embudos, varillas, etc.)

## C) METODO

### a) Tratamiento Previo

Para cada una de las zonas, las algas coleccionadas fue- ron lavadas con abundante agua dulce y puestas a se- car al sol, una vez secas se trató de eliminar al -- máximo los epibiontes que frecuentemente de desarro- llan en ellas. Las algas limpias y secas fueron mo- lidas, quedando de esta maera listas para el análi- sis de laboratorio.

- b) Método de Arne Haug. Haug (1965) para extracción de alginatos de sodio. 10 g de nuestra seca y molida se hidrolizan durante 8-12 horas con 500 ml de ácido sulfúrico 0.2 N en -- agitación constante; se filtra y el residuo se lava con 100 ml de agua destilada, el filtrado se desecha. El residuo se trata con 500 ml de solución de carbonato de sodio al 1% P/V en agitación constante durante 8-12 horas. La mezcla se filtra, para hacer más rápida la filtración se diluye a 1 ó 2 l con agua destilada dependiendo de la viscosidad del alginato en solución; el residuo se desecha y el filtrado se mezcla con un volumen igual de etanol al 96%, agitando con una varilla de vidrio. El precipitado viscoso generalmente se adhiere a la varilla de vidrio casi cuantitativamente y de esta manera se separa -- la mayor parte. Para obtener el resto del precipitado se filtra el remanente no separado. El precipitado se lava dos veces con etanol y dos veces con -- éter, secándolo posteriormente a 30-40°C con lámparas de 60 watts en una campana.

c) Cuantificación

Cada una de las determinaciones se realizó por triplicado, los alginatos una vez secos se pesaron en una balanza analítica Sauter. El peso final se obtuvo sacando el peso promedio de las 3 muestras para cada una de las determinaciones.

d) Análisis del método.

Los procesos químicos que se suceden durante la extracción de los alginatos ha sido discutido muy pocas veces, Haug ( 1964 ) y generalmente se investigan los efectos de las variaciones del método ya --

bien conocido. Sin embargo, Wasserman (1948) citado por Haug (1964), estudió el "engrosamiento continuo" de las algas cafés después de un lavado con agua o un ácido y un subsecuente tratamiento con una solución de diferentes tipos de sales, concluyendo que el continuo "engrosamiento" (extracción de alginato) debe ser considerado como una reacción de intercambio iónico y procesos de difusión; basado en estas investigaciones concluyó que el ácido algínico se encuentra en las algas cafés como una sal insoluble con calcio y magnesio como iones más importantes; esta conclusión fue apoyada por Andersen (1955) y Hoffmann y Andersen (1955) citados por Haug (1964); quienes trabajando con geles de alginato y secciones de algas cafés con luz polarizada, encontraron que los alginatos se encuentran en su forma nativa como una sal de metales divalentes.

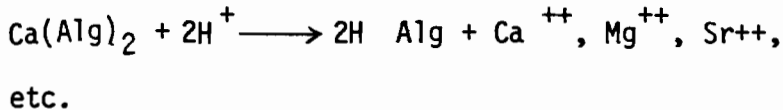
Actualmente se sabe que el alginato se encuentra como una mezcla de todos los Cationes que se encuentran en el agua de mar, siendo los principales  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  ca. Por lo que, la extracción del alginato debe ser considerada como un proceso de dos etapas: una transformación de alginato insoluble a alginato soluble, por ejemplo alginato de sodio, seguido por una difusión de alginato soluble.

Estas etapas son controladas por factores tales como el tratamiento mecánico de la suspensión, el tamaño de las partículas del alga y el tiempo de permanencia de los reactivos, los cuales han sido investigados por Myklestad (1968). En el presente trabajo no se ha investigado la razón de extracción y se usó un tiempo de extracción (Haug, 1964) lo suficientemente largo como para permitir que se llegue al equilibrio.

La transformación de alginato insoluble a una sal soluble se puede llevar a cabo en un proceso de dos etapas de intercambio iónico:

## 1. Pre-extracción.

Esta etapa fue introducida por Kretting (1896), - citado por Haug (1964), en la cual emplea un ácido diluido con el fin de reemplazar los metales - alcalino-terreos por el ion hidrógeno en el grupo carboxido de las unidades monoméricas.

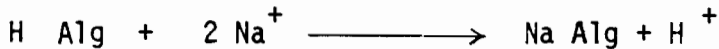


En esta etapa el alginato es convertido a la forma de ácido algínico el cual permanece insoluble dentro del alga.

El símbolo Alg. Se emplea aquí para representar - la unidad monomérica  $\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_4\text{COO}^-$  ya sea de la configuración manurónico o gulorónico.

## 2. Extracción

En esta etapa el ácido algínico es convertido a - la forma soluble de alginato de sodio mediante -- una neutralización del ácido algínico con una sal alcalina de sodio (el sodio puede ser sustituido por otros iones produciendo otros alginatos solubles, por ejemplo, potasio o amonio).



La precipitación del alginato presente puede llevarse a cabo mediante la adición de ácido, cloruro de calcio o etanol; las dos primeras formas de precipitación son empleadas en la industria, mientras que el etanol es empleado más comúnmente para propósitos de laboratorio.



El proceso de extracción que se describe en el método empleado en el presente trabajo se basa en estos principios, y aunque existen otros métodos de cuantificación indirectos, éste parece ser lo suficientemente confiable y accesible a las posibilidades del laboratorio.

### III. RESULTADOS

### Variaciones encontradas:

Existe una considerable variación en el contenido de alginatos de las distintas especies de feofitas aquí -- estudiadas, con valores que oscilan entre 17 y 37% en base a peso seco.

#### Macrocystis Pyrifera. Bahía Tortugas, B.C.S.

Esta especie presenta una amplia variación (26.5 - 37.6%, encontrándose los valores más bajos en otoño ---- (noviembre) e invierno (enero) con 26.6% y 26.5% respectivamente, Tabla 1, Fig. 11. Los valores máximos fueron encontrados en primavera y verano, encontrándose el valor máximo en junio con 37.6% y julio con 35.9%, sin embargo los valores comprendidos entre el período de abril a septiembre -- dan valores por arriba del 30% lo cual parece ser un rendimiento alto en comparación con otras materias primas.

#### Eisenia arborea., Bahía Magdalena, B.C.S.

Para esta especie las variaciones en concentración del contenido de alginatos son mucho menores (24.6 -- 28.6%) en comparación a lo encontrado para las otras especies.

Inversamente a lo encontrado en Macrocystis pyrifera, los valores más bajos se encuentran en la primavera (mayo) y el verano (agosto), con 24.6% y 26.2% respectivamente; mientras que los valores máximos se encuentran en el otoño (noviembre) e invierno (febrero), con 28.6% y --- 27.1% respectivamente. Tabla 2. fig. 12.

#### Sargassum sinicola., Bahía Magdalena, B.C.S.

Esta especie en esta localidad presenta la variación más grande (17.2 - 35.9%). Tabla 3. Fig. 13.

Los valores más bajos se encontraron en el invierno, incrementándose rápidamente hasta el verano donde alcanza un máximo y vuelve a descender en el otoño, época en que desaparece.

El valor más bajo se encontró en febrero (invierno) con 17.2%, llegando a su máximo en agosto (verano) con 35.9%. Cabe hacerse notar que este valor es muy próximo al máximo encontrado para M. pyrifera (37.6) en junio, -- lo que nos conduce a pensar que durante el verano la concentración en el contenido de alginatos para esta especie es muy alta como para pensar en ella como una fuente complementaria de materia prima para la futura industrialización de los alginatos en México.

#### Sargassum sinicola., San Juan de la Costa, B.C.S.

La variación encontrada para esta especie va de 17.2% a 26.2%, lo cual parece ser considerable. En este caso encontramos los valores mínimos en otoño e invierno, y los valores máximos se encontraron a principios de la primavera y en verano.

Los valores más bajos se encuentran en enero (invierno) con 22.8% cuando el alga empieza su desarrollo y en septiembre (otoño), con 17.2% cuando las algas empiezan a desaparecer. Tabla 4, fig. 14.

Los valores máximos corresponden a marzo, con el inicio de la primavera, 26.2% y a julio (verano) con 25.3%. El grado de variación en este caso es de 9%, la cual es una diferencia significativa.

#### Sargassum sinicola., La Paz, B.C.S.

La variación estacional del contenido de alginatos para esta especie en esta localidad resulta más compleja de lo que cabría esperarse de acuerdo a lo encontrado -

en las otras dos localidades para la misma especie.

Al inicio del año, enero (invierno), encontramos un mínimo de 16.5%, ésto es cuando las algas empiezan a -- aparecer; al inicio de la primavera en marzo, encontramos un primer máximo con una concentración de 27.6% y a mediados de la primavera, en mayo, la concentración decrece -- drásticamente hasta 20.4% y nuevamente se incrementa a finales de la primavera, en junio, con un segundo máximo de 27.2%, finalmente en julio (verano) decrece su concentración a 19% y a partir de este tiempo las algas desaparecen. Tabla 5, Fig. 15.

Se pensó que este extraño comportamiento podría deberse a algún error en el análisis de laboratorio o bien en el muestreo, por lo que se repitió nuevamente la determinación en el laboratorio para el mes de mayo, y el resultado fue nuevamente un valor bajo de 20%.

Se colecto nuevamente esta especie en mayo de -- 1982 y se obtuvo el mismo rendimiento, concluyendo que el valor encontrado es correcto y que algún factor aún no --- bien conocido, tal como una baja de nutrientes o bien la época de reproducción debe afectar la composición química de las algas en este período. Cabe hacer mención de que -- este descenso brusco en mayo, se presente también en el -- mismo mes para la misma especie en San Juan de la Costa, - B.C.S., aunque con una variación menso pronunciada.

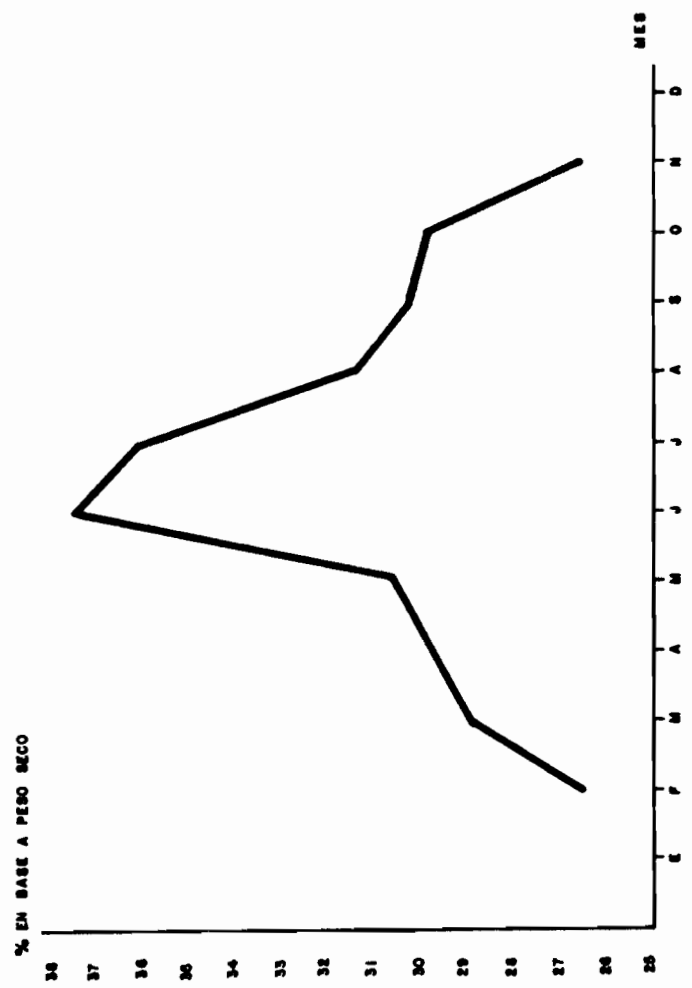
## TABLA 1

ESPECIE: Macrocystis pyrifera (L.) c. Agardh.

LOCALIDAD: Bahía Tortugas, B.C.S.

FECHA	RENDIMIENTO DE ALGINATOS EN % (EN BASE A PESO SECO)
3 FEB 1981	26.56
28 MAR 1981	28.94
23 MAY 1980	30.64
9 JUN 1981	37.60
13 JUL 1981	35.95
9 AGO 1981	31.52
9 SEP 1981	30.36
10 OCT 1981	29.97
23 NOV 1981	26.62

**Fig. 11** VARIACION ESTACIONAL DEL CONTENIDO DE ALBIMINOS DE MERESFALLE BULLIS DE SAHIA TORTUSAS S. C. S.



## TABLA 2

ESPECIE: Eisenia arborea Areschoug.

LOCALIDAD: Bahía Magdalena, B. C. S.

ESTACION DEL AÑO (FECHA)	RENDIMIENTO DE ALGINATOS EN % (EN BASE A PESO SECO)
INVIERNO ( 1 FEB 1980)	27.19
PRIMAVERA (9 MAY 1980)	24.65
VERANO (8 AGO 1980)	26.28
OTOÑO (19NOV 1980)	28.64



Fig. 12 VARIACION ESTACIONAL DEL CONTENIDO DE ALSINATOS DE ELIENIA SUBEAS DE BAHIA MAGDALENA S. C. S.

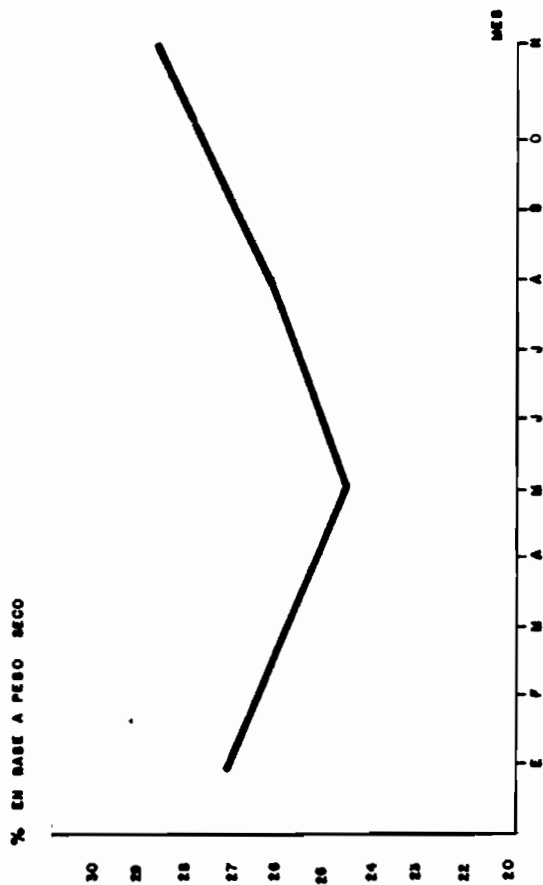
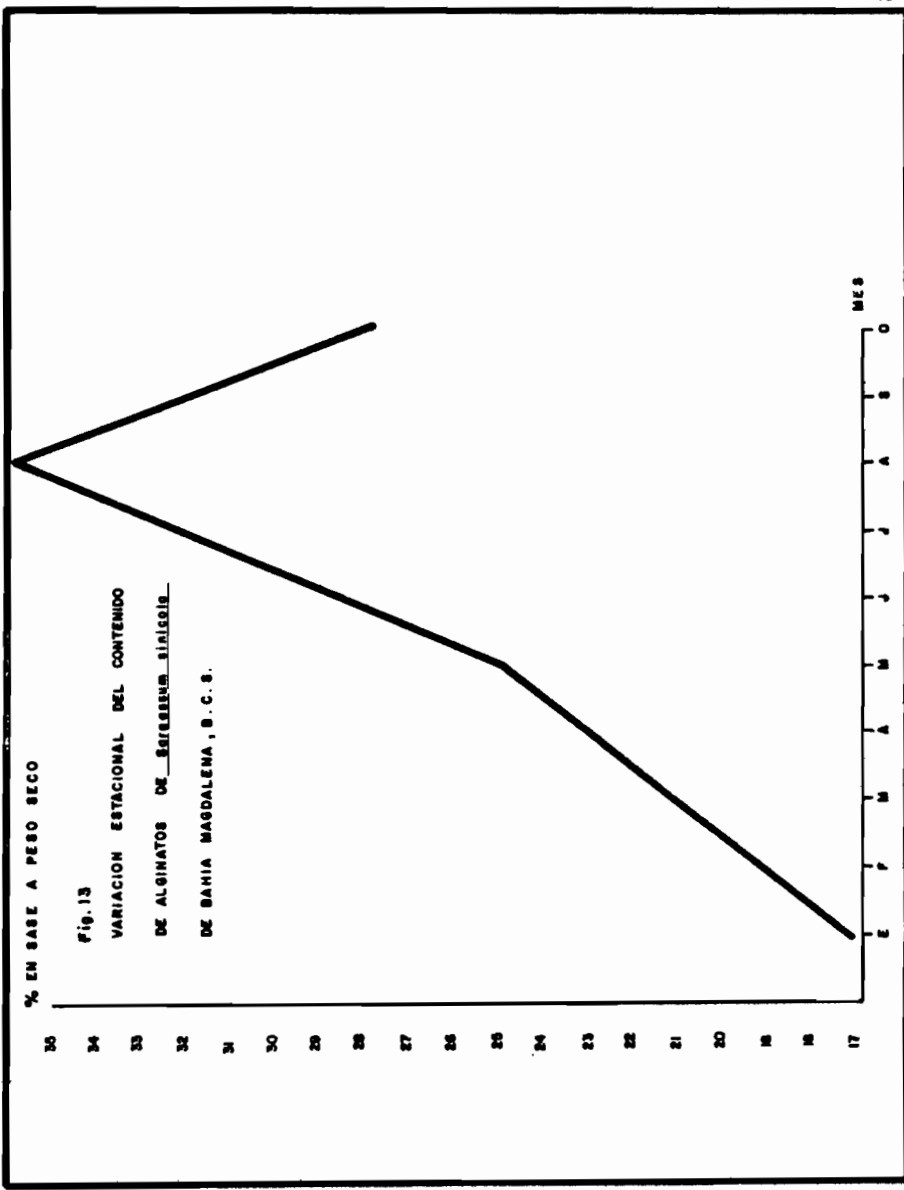


TABLA 3

ESPECIE: Sargassum sinicola setchell y Gardner

LOCALIDAD: Bahía Magdalena, B.C.S.

ESTACION DEL AÑO (FECHA)	RENDIMIENTO DE ALGINATOS EN % (EN BASE A PESO SECO)
INVIERNO (1 FEB 1980)	17.29
PRIMAVERA (9 MAY 1980)	25.02
VERANO (8 AGO 1980)	35.90
OTOÑO (10 OCT 1980)	27.95



% EN SASE A PESO SECO

Fig. 13  
VARIACION ESTACIONAL DEL CONTENIDO  
DE ALGINATOS DE SFERSSENUM SINISOLA  
DE BAHIA MAGDALENA, S. C. S.

MES

O

S

A

J

J

M

A

M

F

E

## TABLA 4

ESPECIE: Sargassum sinicola Setchell y Gardner.

LOCALIDAD: San Juan de la Costa, B.C.S.

ESTACION DEL AÑO (FECHA)	RENDIMIENTO DE ALGINATOS EN % (EN BASE A PESO SECO)
INVIERNO (22 ENE 1980)	22.8
PRIMAVERA (26 MAR 1980)	22.27
(29 MAY 1980)	23.32
VERANO (11 JUL 1980)	25.31
(10 SEP 1980)	17.20

Fig. 14 VARIACION ESTACIONAL DEL CONTENIDO DE ALGINATOS DE SARGUERA EN LA COSTA B.C.S.

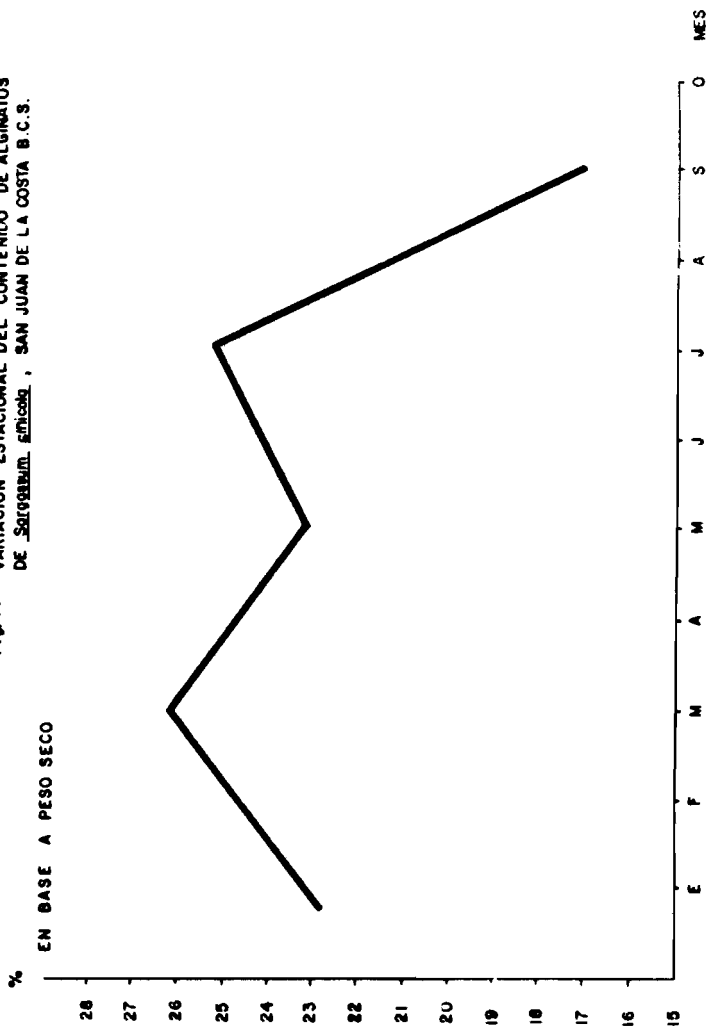


TABLA 5

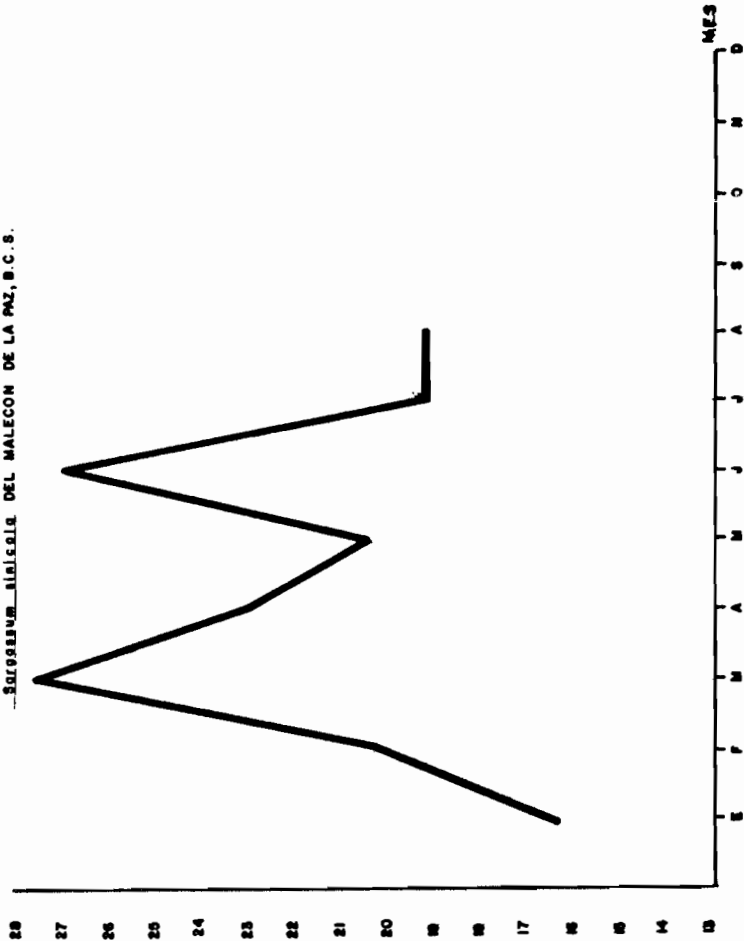
ESPECIE: Sargassum sinicola Setchell y Gardner.

LOCALIDAD: Bahía de la Paz, B.C.S. (malecón)

FECHA	RENDIMIENTO DE ALGINATOS EN % (EN BASE APESO SECO)
16 ENE 1980	16.50
25 FEB 1980	20.26
26 MAR 1980	27.73
20 ABR 1980	23.20
21 MAY 1980	20.45
13 JUN 1980	27.21
11 JUL 1980	19.23
5 AGO 1980	19.20

Fig. 15  
 VARIACION ESTACIONAL DEL CONTENIDO DE ALGIMATOS  
 SUCSESUM HIELELE DEL MALECON DE LA PAZ, B.C.S.

% EN BASE A PESO SECO



#### IV. DISCUSSION



## Análisis del Muestreo.

Para un estudio cuantitativo es de fundamental importancia la colecta; dado que la composición química de las algas cafés puede variar considerablemente de una planta a otra aunque hayan crecido juntas en la costa y se colecten simultáneamente. Esto significa que los resultados analíticos basados en material de pocos individuos resulta inadecuado para propósitos comparativos. Baardseth y Haug (1953), mencionan que los resultados analíticos deben ser precedidos de una investigación para determinar el número de individuos de los cuales debe constar la muestra, previniendo que las conclusiones con muestras que contengan muy pocos o quizá un sólo ejemplar no puedan dar información confiable acerca de la influencia sobre la variación en la composición química de las algas, y por lo mismo de los alginatos, debido a factores tales como época del año, profundidad o latitud. Baardseth y Haug (1953) encuentran en el análisis de ácido algínico con el mismo material, -- una variación tan amplia que va del 17.7% al 25.1%, lo -- cual no puede ser atribuido solamente a errores experimentales; finalmente enfatizan la necesidad de usar una muestra grande para propósitos comparativos; con una muestra de 50 individuos el análisis del contenido de ácido algínico puede fluctuar dentro de un intervalo de 1.4%

Por esta razón en el presente trabajo se colectaron 50 plantas diferentes para cada una de las especies en las diferentes zonas, a fin de disminuir al máximo las interferencias debidas a la variación individual.

A pesar de que las investigaciones sobre las algas marinas de Baja California no han sido muy frecuentes se han realizado algunos trabajos para determinar el contenido de alginatos de Macrocystis, Wright (1948) citado por Greenius (1967), reporta el alginato obtenido de algunas muestras de Baja California, obteniendo una variación que va del 14.1 - 27% de alginato de sodio para Macrocystis integrifolia y de 17.3 a 24.4% para Nereocystis luetkeana Wost (1952) citado por Greenius (1967), estudió la variación estacional en el contenido para Macroystis, obtenien

do un intervalo de 14 - 36% de alginato de sodio con una tendencia de incremento en el verano. Estas variaciones concuerdan con lo encontrado aquí para M. pyrifera de Bahía Tortugas, que presenta una variación de 26.5 - 37.6% de alginato de sodio, encontrándose los valores máximos en primavera y verano.

En México Casas (1975, 1982) reporta el alginato obtenido para diferentes especies en diferentes partes del país, encontrando valores que van desde 17% para Sargassum fluitan colectado en Conzumel, Quintana Roo, en invierno hasta 39% para M. pyrifera de Ensenada, B.C. colectada a principios de la primavera, valores que también concuerdan con los obtenidos en este trabajo.

### Factores que afectan las variaciones del contenido de alginatos

Se han hecho algunos estudios acerca de los factores que afectan la composición química de las algas cañes; para muchas especies se ha visto que la composición depende de la estación del año, del hábitat, la profundidad y el estado de desarrollo. La mayoría de los trabajos han sido hechos en especies de importancia comercial como las laminariales (Black, 1948, 1950; Haug, 1954, 1955; Jensen, 1956; Villegas, 1962; Cardinal, 1977), y las fucales (Chauham, 1969, Durairatnam 196; Shah, 1967; Berard, 1973).

La cantidad de los diferentes constituyentes de las algas, puede ser considerado como el resultado de un número de reacciones enzimáticas y procesos de difusión, los cuales son influenciados en diferentes formas por las muchas variables que afectan la planta. Percival (1967).

Los principales factores que influyen en la tasa de crecimiento, y por tanto en la composición química de las algas son: la temperatura del agua, la cantidad de luz disponible para la fotosíntesis y la concentración de nutrientes en el agua. Estos factores varían con la localización geográfica y con la estación del año, y puede esperarse que tengan algunas diferencias de valores de un año-

a otro. Adicionalmente están interrelacionados, ya que -- la cantidad de luz afecta tanto la luz disponible para la fotosíntesis como la temperatura del agua, y la concentración de nutrientes que es altamente dependiente de los movimientos de las diferentes capas de agua, debidos a los cambios de temperatura. Percival (1967).

### Macrocystis pyrifera

La variación estacional del contenido de alginatos encontrada para esta feofita puede ser explicada con -- base en los factores mencionados por Percival (1967).

Los datos de temperaturas del agua (proporcionados por P. Guereña del Instituto de Investigaciones Pesqueras de Bahía Tortugas, B.C.S., no publicados) para el año de 1980, muestran que los valores más bajos de temperatura superficial del agua, se encuentran durante el período de primavera y parte del verano con una variación de febrero a agosto entre 15 y 17°C, siendo este mismo período donde se encontró una mayor concentración del contenido de alginatos (30.6-37.6%) mientras que los valores más altos de temperatura se encuentran a finales del verano, otoño e invierno, con un grado de variación de mediados de agosto a febrero de 19.5 a 22°C, encontrándose en este período los valores más bajos en concentración del contenido de alginatos, --- (26.5 - 29.9%)

M. pyrifera es un alga predominante de aguas frías; en el sur de California su presencia se empobrece a temperaturas arriba de 20°C, especialmente si el agua caliente persiste por varias semanas. Por el contrario, en Bahía Tortugas, esta especie florece en aguas que alcanzan los 26°C por varias semanas al final del verano (North, 1957), y además tiene una mayor capacidad fotosintética que la misma especie de La Jolla, California. (Clendinning, 1958).

Ya que M. pyrifera es una alga predominantemente de aguas frías su desarrollo puede ser favorecido durante este período cuando el agua es más fría; también la canti--

dad de luz, que alcanza sus valores máximos en verano, en cuanto a intensidad y duración, interviene en gran parte -- a que haya un aumento en la tasa de crecimiento, además, -- los altos valores en concentración del contenido de alginatos desde principios de la primavera pueden ser atribuidos a un buen suministro de nutrientes, principalmente fosfatos y nitratos, traídos por sugerencias de las aguas más profundas con los cambios de temperatura durante el invierno. La variación en composición de toda la fronda durante el período de rápido crecimiento puede ser debido en gran parte a los cambios en proporción de los tejidos nuevos y viejos.

### Eisenia Arborea

Esta especie también es predominantemente de aguas frías, y sus variaciones pueden ser explicadas como en el caso de M. pyrifera con base en los valores de temperatura y nutrientes.

Alvarez Borrego (1976), reporta las temperaturas registradas en Bahía Magdalena, encontrando los valores más bajos de temperatura en junio de (15.5°C), para lo que él llama zona central de la bahía, la cual está muy cerca de nuestra área de colecta, y los valores máximos en julio y agosto con 23-24°C para nuestra área de colecta; y menciona además que en la zona central se encuentra una persistente baja de temperaturas durante todo el año, presentándose en esta zona un fenómeno que semeja las condiciones de surgencia en octubre, marzo y junio. Finalmente menciona que los vientos predominantes del Noroeste pueden provocar un acarreo del agua superficial hacia el centro de Bahía Magdalena, misma que debió suplirse con agua profunda con más bajos valores de temperatura, salinidad, oxígeno y pH y más alta concentración de nutrientes.

Los valores máximos de temperatura reportados --- 23-24°C en julio y agosto concuerdan con los mínimos en concentración de alginatos de 24.6% para mayo y 26.2% para agosto.

No se tienen los datos de temperatura para el período noviembre-febrero, pero es probable que en la zona central de la bahía, donde se realizó la colecta, haya un considerable descenso de la temperatura ya que al parecer ésta es la tendencia, y éste sea el principal factor que intervenga para el ligero aumento en concentración de alginatos

Las condiciones de baja temperatura durante todo el año, la situación de surgencias y el aporte de nutrientes y por lo tanto su alta fertilidad, pueden ser la causa de que en esta zona *E. arborea* no presente variaciones muy amplias en el contenido de alginatos (24.6 - 27.1%).

### Sargassum sinicola

Aunque las Fucales tienen los mismos constituyentes que las Laminariales, no es raro que la proporción y las variaciones estacionales en el contenido de alginatos sean bastante diferentes, ya que las fucales se desarrolla en ambientes distintos. Esta especie en particular, la encontramos más cerca de la costa en aguas más someras, donde se presenta variaciones de temperatura muy amplias e incluso en mareas bajas quedan parcialmente expuestas al aire.

Bahía Magdalena.- En esta zona la variación estacional del contenido de alginatos para *S. sinicola* muestra su máximo en el verano, lo cual puede ser atribuido a que el incremento de temperaturas desde inicios de la primavera produzca un rápido desarrollo de las algas, ya que esta especie es predominantemente de aguas tropicales. Su rápido desarrollo puede ser atribuido a la alta fertilidad de esta zona producto de las surgencias que se presentan.

Para principios de otoño su concentración baja nuevamente, esto puede ser debido a que las plantas maduras van perdiendo algunas partes que son arrancadas por el oleaje, especialmente las "hojas", dejando el estipite con

muy pocas de ellas.

San Juan de la Costa, B.C.S. y Malecón de la Paz, B.C.S.- Las variaciones encontradas para S. sinicola en estas dos localidades más o menos cercanas son similares, aunque para el caso de La Paz las variaciones son más pronunciadas, pero en ambos casos encontramos dos máximos, -- uno a principios de la primavera y otro en el verano, presentandose una baja relativa entre este período.

El primer máximo puede ser explicado como en los otros casos en base a las temperaturas del agua, y ya que se trata de una especie básicamente tropical, su desarrollo se ve favorecido con los altos valores de temperatura que se registran durante el verano.

Durante los meses de abril y mayo se observa un descenso en la concentración del contenido de alginatos. Este tipo de variaciones ha sido encontrado para otras especies de fucas, Black (1949), para las cuales se exponen algunas teorías que explican este fenómeno. Se ha propuesto que la luz es un factor importante, ya que durante el verano cuando la luz es muy intensa, disminuye la fotosíntesis.

Por otra parte este tipo de comportamiento se presenta cuando ocurre un descenso brusco en la cantidad de nutrientes del agua donde habitan, especialmente los nitratos y fosfatos. Black (1949), indica que la concentración de nitratos y fosfatos son de gran influencia, y encuentra 2 períodos de vigoroso crecimiento, primero cuando la concentración de nutrientes es alta en la primavera y un segundo período cuando hay un enfriamiento de las capas superficiales causando surgencias de agua y el rompimiento de las capas isotermales, regenerando los nutrientes en la capa fotosintética.

Un reporte de la URSS State Oceanographical Institute en 1931 citado por Black, 1949 sobre las algas a lo

largo del Mar Blanco, indica que durante la esporogénesis que empieza en julio y termina en agosto se nota un descenso en la tasa de crecimiento.

El problema es sin duda complejo, con muchos factores interdependientes, resulta difícil poder dar una explicación clara para estas variaciones. Cervantes (1982) encuentra para el malecón de La Paz en una área cercana al manto muestreado una concentración de fosfatos de superficie de 2.0 g. at/l para mayo, descendiendo la concentración a 1.43 g at/l en junio y nuevamente aumenta en julio a 2.12 g. at/l. Estas variaciones aunque no se apegan totalmente a las variaciones del contenido de alginatos nos muestran que existen este tipo de fluctuaciones y podrían tener alguna relación con la variación del contenido de alginatos.

Las variaciones en el contenido de alginatos para las especies de Feofitas aquí estudiadas tienen diferencias marcadas entre una y otra; es decir se presentan intervalos de variación que pueden ser tan pequeños como 4% para Eisenia arborea o tan grandes como 18% para Sargassum sinicola en Bahía Magdalena.

Macrocystis pyrifera en Bahía Tortugas, presenta un intervalo de variación intermedio con 11%. Asimismo se observa que también pueden existir grandes diferencias en las variaciones para la misma especie en diferentes localidades, como fue el caso de S. Sinicola con un intervalo de variación de 18% en Bahía Magdalena, 11.2% en la Paz y 9% en San Juan de la Costa.

Adicionalmente a los intervalos de variación encontramos diferencias en cuanto a los períodos de máximos y mínimos de concentración. Para las Laminariales, Macrocystis y Eisenia los períodos de máxima concentración son en el verano para la primera y en el invierno para la segunda, las cuales pueden ser como ya se ha mencionado, debidas a la presencia de condiciones más favorables para

su desarrollo, como podría ser la temperatura, que se comporta de manera inversa en estas dos áreas.

Como se ha venido mencionando, los factores ambientales pueden influir fuertemente sobre las variaciones estacionales; ésto se comprueba con el comportamiento de S. Sinicola en Bahía Magdalena, donde presenta un sólo --- máximo en agosto, lo cual se ha explicado debido al incremento de temperatura y al aporte de nutrientes que se presenta durante todo el año, la misma especie en otras áreas como San Juan de la Costa y La Paz cercanas entre sí, presenta dos máximos a lo largo de su período en mayo y julio, en este caso otros factores además de la temperatura deben intervenir. y este puede ser los nutrientes presentes en el agua de mar, o la intensidad de la luz.

Aunque existen grandes cantidades de algas cafés disponibles a lo largo de la costa de Baja California, no se les ha empleado como una fuente de materia prima para extracción de alginatos en México. Esto puede ser debido a que no ha sido lo suficientemente estudiadas desde el punto -- de vista químico. La revisión bibliográfica muestra que -- los mayores progresos se han hecho en el campo de la botánica, pero poco se ha hecho para conocer la variación estacional en la constitución química de las algas, la cual -- afecta en gran forma su valor comercial. Como cualquier -- industria futura, basada en algas, dependerá de un conocimiento de la variación estacional de sus constituyentes como son los alginatos para elegir el período apropiado de -- cosecha de éstas.



## V. - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Existe una considerable variación estacional en el contenido de alginatos de Macrocystis pyrifera y Sargassum sinicola, mientras que la variación encontrada para Eisenia arborea no es significativa.

Los grados de variación para las diferentes especies son las siguientes:

- M. pyrifera de Bahía tortugas, B.C.S., 26.5% (invierno) a 37.6% (verano)
- E. arborea de Bahía Magdalena, B.C.S., 24.6% (primavera a 28.6% (otoño).
- S. sinicola de Bahía Magdalena, B.C.S., 17.2% (invierno) a 35.9% (verano).
- S. sinicola de San Juan de la Costa, B.C.S., 17.2% (verano a 26.2% (primavera).

Existe una marcada diferencia entre las variaciones encontradas para las diferentes especies aquí estudiadas e incluso existen diferencias en las variaciones dentro de la misma especie para diferentes localidades: estas diferencias son en cuanto a grados de concentración y períodos de máximos y mínimos.

Los principales factores que influyen en la variación del contenido de alginatos son: la temperatura del agua, la cantidad de luz disponible para la fotosíntesis y la concentración de nutrientes en el agua.

De acuerdo a las variaciones del contenido de alginatos encontrados en este trabajo se recomiendan los siguientes períodos como los más apropiados para la cosecha; los cuales están supeditados a los resultados de los estu-

dios de la variación en biomasa de estas especies.

Macrocystis pyrifera, Bahía Tortugas, B.C.S.

El período más apropiado para la cosecha de esta especie en esta zona es durante la primavera y el verano, e incluso podría prolongarse hasta octubre donde todavía-- encontramos una concentración alta (29.9%).

Eisenia arborea, Bahía Magdalena, B.C.S.

La variación en el contenido de alginatos para esta especie en esta localidad es muy baja (4%); por lo -- que esta alga podría cosecharse durante todo el año, ya -- que es perenne; sin embargo se recomienda que se coseche -- sólo en el período otoño-invierno, donde se encontraron -- los valores máximos en concentración de alginatos, para -- permitir que tenga un período de recuperación.

Sargassum sinicola, Bahía Magdalena, B.C.S.

El período más apropiado para la cosecha de esta alga en esta localidad es durante el verano, es decir en -- el período de junio a septiembre, ya que antes de junio su concentración aún permanece baja (25%) y tiende a incremen-- tarse, y después de agosto, que es cuando alcanza su máxi-- ma concentración (35.9%), las algas empezarán a desprender se del sustrato y se vararán por sí solas en las playas, -- desaprovechándose irremediablemente este recurso.

Sargassum sinicola, (San Juan de la Costa. B.C.S.)

Los valores encontrados para esta especie son -- más bajos que los encontrados para las otras especies, in-- cluso para la misma especie en Bahía Magdalena y La Paz.

El período más apropiado para la cosecha es de -- marzo a julio, y aunque existe un mínimo relativo entre es

te período, no es lo suficientemente grande (3%) como para que deba tomarse en cuenta.

Sargassum sinicola, La Paz, B.C.S.

Es difícil recomendar el mejor período de cosecha de esta alga, dado su extraño comportamiento en la concentración del contenido de alginatos, sin embargo, de acuerdo con las observaciones de biomasa realizadas durante los muestreos, encontramos que desde el mes de abril ya se encuentran grandes mantos cubriendo la costa de la bahía y algunas islas cercanas (comunicación personal de los pescadores), y para fines de julio se empieza a desprender del sustrato y permanece flotando durante algún tiempo y finalmente se varan en la playa, por lo que sería recomendable que su cosecha se realizara durante el mes de junio cuando tienen una alta concentración en el contenido de alginatos y subbiomasa es considerable.

En CICIMAR se están realizando estudios para determinar la biomasa cosechable y su variación estacional en Macrocystis pyrifera, los cuales darán una visión más completa al recurso y se podrá definir en forma más específica el período apropiado para su cosecha.

Para Eisenia arborea no se ha realizado ningún estudio de biomasa, pero durante las colectas del material observamos que se encuentra en cantidades considerables, por lo que se considera importante que éstas sean evaluadas.

Adicionalmente es recomendable el estudio de regeneración para estas dos especies que son perennes, con el fin de fortalecer aún más las recomendaciones de los períodos de cosecha, de manera tal que se establezca el tiempo requerido para su recuperación.

Sargassum sinicola, es una especie poco conocida, en el sentido de que llame la atención como un recurso potencial;

sin embargo, de acuerdo a observaciones personales y por comentarios de los pescadores, existen volúmenes considerables de esta alga, que si bien puede no ser la principal materia prima para una industria, pueden ser una fuente -- adicional durante un corto período, la cual de cualquier forma si no es aprovechada se perderá en las playas.

Se recomienda el estudio de la biomasa y su variación estacional, a fin de determinar si son susceptibles de explotación y apoyar con estos datos los mejores períodos de cosecha.

Se apoya la recomendación de Guzmán del Proo -- (1971) y Casas (1975, 1982), en la promoción de una planta piloto como una primera etapa para la industrialización -- de los alginatos.

VI. - R E S U M E N

## RESUMEN

Se estudió la variación estacional del contenido de alginatos de Macrocystis pyrifera, Sargassum sinicola y Eisenia arborea, tres especies de Feofitas de Baja California Sur, encontrándose para las dos primeras una amplia variación que va de 17 - 35.9%. La variación encontrada en Eisenia arborea no fue significativa.

Se relacionan estas variaciones con los parámetros ambientales donde habitan. Se recomiendan los mejores períodos de cosecha para cada una de las especies estudiadas en base a la variación del contenido de alginatos.

## VII. BIBLIOGRAFIA.



## BIBLIOGRAFIA

- Abbot I and Hollemberg, 1976. Marine algae of California, - Stanford University press, Stan---ford, California, U.S.A., p. 121 - 277.
- Alvarez Borrego S., 1976. Características Hidroquímicas -- en Bahía Magdalena, B.C.S. Ciencias Marinas, en colección de reimpre--sos, Coor. Academica del CISECE Ba--ja California, México p. 27-43
- Baardseth E. and Haug A., 1953. Individual variation of -- some constituentes in brown algae, and releability of Analytical re--sults. Norwegian Inst. of Seaweed -- Res. Nor Way, Report. No. 2 21 p..
- Baardseth E. 1979. Investigaciones sobre algas mari--nas de importancia industrial. Cur--so "Industrialización de los recur--sos algales". U.A.B.C. Unidad de -- Ciencias Marinas Ensenada, México- 18 p.
- Berard, Therriault, et. Cardinal, 1973. Variations de la - teneur en acide alginique des fuca--cées de l'estuaire du Saint Laurent (Québéq) en fonction de certain -- facteurs ecologiques, Université - Laval, Québec 10e, Canada in Bota--nica Marina, Vol. XX, fasc 4, p. - 96-102.
- Black W.A.P., 1948. The seasonal variation in chemical- constitution of some of the subli--ttoral seaweeds common to scotlan. Part. I. Laminaria clustoni. J. -- Soc. Chem, Ind., London, 67, p. -- 165-168

I. P. N.  
 B. I. C. A.

- Black W.A.P., 1949      The seasonal variation in chemical constitution of some of the littoral seaweeds common to Scotlan, --- Part. II, Fucus serratus, Fucus spiralis y Pelvetia canaliculata. J. soc. Chem. Ind. London, 67, p.-140-148.
- Cardinal A. et Breton, Provencher 1977. Variations de la teneur en acide alginique de laminariales de l'estuarie maritime du Saint-Lauren (Québec), Université-Laval, Quebec 10, Quebec, Canada, - in Botanica Marina, Vol. XX, fasc. 4, p. 243-251.
- Casas Valdez M. 1975. Extracción, cuantificación y caracterización parcial de alginatos procedentes de seis especies de Phaeophyta de las costas de México Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I.P.N., Tesis Profesional, México, 38 p.
- Casas Valdez M, 1982. Avance para la industrialización de los alginatos en México, CICI--MAR. Serie Técnica No. 1, México.
- Cervantes Duarter, 1982. Distribución de nutrientes en la Ensenada de la Paz, B.C.S., durante el período primavera-verano de 1981 Tesis Profesional. CICIMAR, Méx. 119. p.
- Clendening 1958. Physiology and Biochemistry of -- giant Kelp kelp Inv. prog. Quart.-prog. rpt. 1 april 30 june 1958, - Niv. Calif. Inst. Mar. Res., U.S.A. IMR ref. 58 - 10, p. 25-35.

- Champan V.J., 1962 Seaweed and their uses, 2a. edición, Methuen and Co. L.T.D., London, p. 202-209.
- Chauham, V.D., 1969 Variation in alginic acid content - with growth stage in two species - of Sargassum, Central Salt I Marine chem. Res. Inst. Bhanayor (India) in Bot. Marina. Vol. XIII, -- 1970, p. 5-58.
- Dawson, Y.E., 1966. Marine Botany and Introduction, -- Edit. Holt, Rinehart and Winston, Inc. p. 202-317.
- Drairatnam M. and Groro J., 1969. Seasonal variation of -- alginic acid content in Sargassum-cervicone Greville from hikkadu--wa, Fish, Bull. Res. Stn, Ceylon-Vol. 20. No. 2, p. 169-170.
- Espinoza Avalos, J. 1977. Parámetros hidrológicos de la -- Ensenada de La Paz, B.C.S. en Primavera y verano. Tesis de licenciatura.
- García p. 1978. La distribución superficial de --- Nitratos y silicatos en la Ensenada de La Paz., Baja California Sur. - Tesis de licenciatura 79 p.
- Greenius A.W. 1967., The General Statuts of the seaweed -- industry in British Coloumbia, --- British Columbia Res. council, for dep. of fish. of Canada Ottawa 56-p.
- Guerrero, R. Cervantes, R. Escalona R. 1981, variación estacional de la temperatura, salinidad, oxígeno y ph en la Ensenada de La Paz, B.C.S., México.

- Guzmán de Proo , 1969. Los recursos vegetales marinos de - Baja California, México, seaweed - simposium sixth international, --- Santiago de Compostela, Madrid, p. 685-690.
- Guzmán del Proo, de la Campana S.S., Granados J.L., 1971.- El Sargazo gigante (Macrocystis -- pyrifer) y su explotación en Baja California Rev. Sc. Méx. Hist. -- Nat., 32: p. 15-55.
- Harold and Wynne, 1978 Introduction to the algae, Pretice, inc., Engle wood cliffs, New Jersey, p. 267-343.
- Haug A. and Jensen A., 1954. Seasonal Variations in the chemicals composition of Alaria esculenta, Laminaria sacharina, Laminaria hyperborea and Laminaria digitata fom Norway, Nowegian Institute of Seaweed Research, Report. No. 4, p. 1-24.
- Haug A. and Jensen A., 1955. Seasonal variation in chemical composition of Laminaria digitata from deferent parts of the -- Norwegian coast, Sec. Ind. seaweed symp. Pargamon press, London, p. - 10-15.
- Haug. A., 1964. Composition and propoerties of alginates, Institute of Marine Biochemistry - University of Trondheim, Norway, - 120 p.
- Haug A. 1965. Alginic acid in Whistler. Roy L. and Wolfrom (ed.), Methods in Carbohydrate -- chemistry, V. Analysis and prepara toion of sugar, Academic press New Yor and London 1962. p. 69-73

- Huerta M. L., 1960 Aprovechamiento de las algas marinas, - Boletín de la sociedad Botánica -- de México No. 25. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del I.P.N.- México, D.F.
- Jensen A., 1977. Industrial utilization of seaweeds in -- the post, present and future, Institute of Marine Biochemistry, University of Trondheim, Norway, en -- seaweed syposium in Santa Barbará, California, p. 17 - 34.
- Kaliaprumal N. and Kalimonthys S., 1976. Changes in Growth, Reproduction, Alginic acid and Mannitol contents of Turbinaria decurrens Borg, Central Marine fish. - Res. Inst. Mandapam Comp. India, - in Bot. Mar. Bol. XIX., p. 161-178.
- Myklestad, S., 1968. Ion-exchange of Brown algae I. Institute of Marine Biochemistry, University of Trondheim Norway, p. -- 30-36.
- Nort, J.W., 1957. Experimental ecology Kelp Inv. Prog., Ann, Rpt. 1956-57, Univ. Calif., Inst.- Mar. Res., IMR ref 57-4, p. 11-24.
- North, J.W., 1971. The biology of gigant kelp beds (Macrocystis) in California, ed. W.J. -- North. Vova Hedwigia, 600 p.
- Percival E. and McDowel R.H., 1967. Chemistry and Enzymology of Marine algal Polisacharides, London and New York, Academic press, 219 p.

- Shah, Nody and Rao. 1967. Seasonal variation of viscosity of sodium alginate from Sargassum- spp. and the preparation of high - viscosity alginates, Indian Journal of Technology, Vol. 5, No. 8 p. 269-270.
- Villamar A.C., 1965. Fauna Malacologia de la Bahía de La Paz, B.C.S. con notas ecológicas - anuales del Inst. Nal. de Inv. --- Biol. Pesq. Vol. 1. p. 115-122.
- Villegas Javier, 1962 Variación estacional del contenido de ácido algínico en Laminaria -- ochroleuca, Inst. Español de Oceanografía, Departamento de Oceanografía, Madrid, p. 3-7.
- Volesky , B., Zajic, J.E. and Knetting, 1970. "Algal ----- Productos" in J.E. Zajic Properties and products of algal. Edit. Plenum press, New York, p. 49-77.

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE  
CIENCIAS MARINAS  
I. P. N.  
BIBLIOTECA