

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE  
BAJA CALIFORNIA**

**Escuela Superior de Ciencias Marinas**



VARIACIONES INDIVIDUALES EN LA COMPOSICION  
QUIMICA Y DETERMINACION DEL TAMAÑO MINIMO  
DE MUESTRA EN MANTOS DE Macrocystis pyrifera (L.) C. Ag.

**T E S I S**

Que para obtener el Título de

**O C E A N O L O G O**

Presenta

**JORGE GUADALUPE GONZALEZ FRAGOSO**

Ensenada, B. C., Agosto de 1983

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA  
ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS MARINAS

Variaciones Individuales en la Composición Química  
y Determinación del Tamaño Mínimo de Muestra  
en mantos de Macrocystis pyrifera (L.) C. Ag.

T E S I S  
que para obtener el título de  
O C E A N O L O G O  
p r e s e n t a  
JORGE GUADALUPE GONZALEZ FRAGOSO

A M I S P A D R E S

con todo cariño y admiraci6n

A M I S H E R M A N O S Y H E R M A N A S

con mucho cari6o

A C A R O

por su apoyo y comprensi6n

## A G R A D E C I M I E N T O S

Agradezco al Oc. Héctor D. Rivera Carro la oportunidad brindada para iniciarme en el estudio de las Algas Marinas.

De igual manera, mi más sincero agradecimiento al Q.F.B. Gerardo Blanco Sánchez por su interés de guiarme en la elección del tema de tesis, así como por su valiosa asesoría para desarrollar la parte experimental de este trabajo mientras fungió como mi Director de Tesis.

Al Dr. Björn Larsen y a la Q. Kari Robek del Institute of Marine Biochemistry de Trondheim, Noruega por sus valiosas enseñanzas y consejos en el Area de Química de Algas.

Al M. C. Luis Fok Pun por su interés en asesorarme en el trabajo estadístico, siendo también Director de la Tesis hasta el término de la misma.

Al P.O. Gilberto Flores Muñoz por sus acertados consejos durante el trabajo experimental.

Al P.O. Jesús García Constante por la ayuda brindada al colaborar conmigo en el trabajo de muestreo.

A los que fueron mis compañeros en el Proyecto 'La Explotación de los Recursos Algales en Baja California' por su ayuda y compañerismo.

A los maestros que fungieron como sinodales por sus valiosas críticas y consejos.

Un agradecimiento especial al P.O. Adán Castillo García por su ayuda desinteresada y su gran amistad a lo largo del trabajo experimental.

A la Federación Regional de Cooperativas Pesqueras 'Baja California' por la ayuda brindada al facilitarnos transportación aérea a la zona de estudio.

Finalmente, agradezco al personal de la Secretaría de Pesca en Bahía Tortugas por brindarnos hospedaje y trasportarnos en una de sus embarcaciones al lugar de muestreo.

--- I N D I C E ---

1.- INTRODUCCION.....	1
1.1 - Descripción de la especie.....	2
1.2 - Distribución.....	3
1.3 - Variaciones individuales.....	4
1.4 - Variaciones de muestra a muestra.....	5
1.5 - Definición de tamaño de muestra.....	6
1.6 - Conceptos Estadísticos fundamentales.....	6
1.6.1 - Simbología.....	6
1.6.2 - Error Estándar.....	9
1.7 - Importancia del Estudio.....	10
2.- ANTECEDENTES.....	12
3.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
4.- OBJETIVO.....	14
5.- AREA DE ESTUDIO.....	14
6.- METODOS.....	16
6.1 - Método de Muestreo.....	16
6.2 - Tratamiento de las muestras.....	18
6.3 - Análisis de Humedad.....	19
6.4 - Análisis de Cenizas.....	20
6.5 - Cuantificación de Acido Algínico.....	20
6.6 - Determinación del tamaño de muestra.....	23
7.- RESULTADOS.....	24
7.1 - Variaciones individuales.....	24
7.2 - Resultados de humedad.....	25
7.3 - Resultados de cenizas.....	26
7.4 - Resultados de ácido algínico.....	27
7.5 - Resultados de tamaño de muestra.....	28
8.- DISCUSION.....	37
9.- CONCLUSIONES.....	42
10.- RECOMENDACIONES.....	42
11.- BIBLIOGRAFIA.....	43
APENDICE.....	46

## 1.- INTRODUCCION.

Los estudios que se han empezado a llevar a cabo en nuestro país durante los últimos años con respecto a la distribución y abundancia, por un lado, y a la composición química, por otro, de algunas especies de algas marinas (macroalgas) están cobrando importancia. En el transcurso de los últimos dos años, en el proyecto de investigación 'La Explotación de los Recursos Algales en Baja California', que perteneció al Instituto de Investigaciones Oceanológicas (I.I.O.) de la Universidad Autónoma de Baja California (U.A.B.C.), se estuvieron realizando estudios enfocados a evaluar la composición química de diferentes algas de importancia comercial en Baja California. Así mismo se han estado llevando a cabo la determinación de los parámetros de extracción y la caracterización de los ficocoloides obtenidos de estas mismas algas.

Uno de los objetivos complementarios de este proyecto fué la determinación de un tamaño de muestra representativo en mantos de las diferentes especies de algas con las que se estuvo trabajando.

El presente trabajo estuvo enfocado a cubrir este aspecto para la especie Macrocystis pyrifera (L.) C. Ag. La razón por la que se escogió ésta es porque inicialmente se consideró que había una relativa mayor facilidad para desarrollar los objetivos de este tipo de estudios en mantos de esta especie, por razones

tales como: gran tamaño de las plantas, accesibilidad a las zonas de muestreo, etc. y porque existía mayor necesidad en aquel momento de determinar dicho parámetro en esta especie, con el fin de llevar a cabo objetivos posteriores dependientes del tamaño de muestra (Blanco, et al., 1981).

### 1.1 - Descripción de la especie.

La alga café Macrocystis pyrifera (sargazo café, flotante o gigante, como se le conoce comúnmente) pertenece a la Clase Phaeophyceae, Orden Laminariales y a la Familia Lessoniaceae (Abbott y Hollenberg, 1976).

Las plantas de M. pyrifera, en toda su extensión, llegan a medir hasta 47.5 m de longitud. Los estipes por lo regular se ramifican dicotómicamente 4 ó 5 veces cerca de la base, arriba de ésta se presenta división alterna y en la parte apical algunas láminas presentan ramificación pectinada. La fronda terminal de cada estipe se encorva ampliamente cuando crece rápidamente, haciéndose más angosta con la edad, las láminas laterales maduras son rugosas y con márgenes dentados y miden hasta 80 cm de longitud y 40 cm de ancho. Dichas láminas tienen un pequeño neumatocisto basal, que sirve para mantener los largos estipes flotando en la columna de agua y en la superficie (FIG. No. 1).

(Según Guzmán del Proó, et al. 1971.)

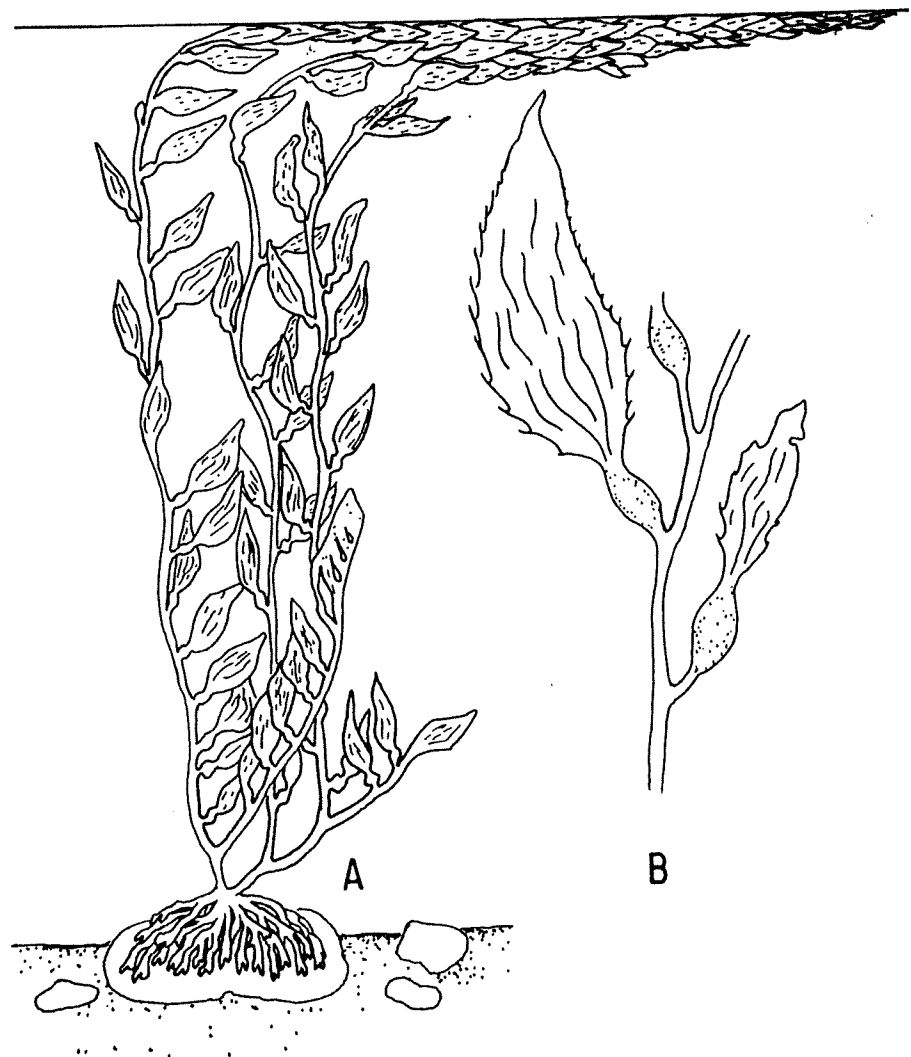


FIG N° 1 .- Planta individual de Macrocyctis pyrifera

A) Hábito de vida

B) Detalle de un estipe ; Láminas provistas de neumatoc basales

Su órgano de fijación se caracteriza por un eje cilíndrico, erecto, del cual sale el hápteron ramificado dicotómicamente, es perene y capaz de regenerar estipes adicionales, resultando una masa grande de estipes y láminas. En cuanto a su reproducción, los esporofitos alcanzan la madurez reproductiva entre la edad de 9 a 12 meses (Bold y Wynne, 1978).

Se han observado plantas de M. pyriferá que llevan soros durante todo el año, y la colonización esporofítica de primavera parece ser la mayor (Foster, 1975). Los soros son áreas en donde se localizan muchos esporangios uniloculares y se encuentran en una lámina llamada esporofilo, la cual está ubicada en la parte basal de la planta.

## 1.2 - Distribución.

En lo referente a su distribución, por lo general, a estas algas se les encuentra en extensas agrupaciones (manchas o mantos de sargazo), a lo largo de la costa del Pacífico Norte que corresponde a su rango, sobre un sustrato rocoso. Algunas veces se fijan en arena bastante gruesa o guijarros y a una profundidad que fluctúa entre los 6 y 20 m.

M. pyriferá es la especie de Macrocystis cuyo rango de distribución se extiende más hacia el sur del Pacífico Norte.

Tiene una distribución casi continua (si no hay disturbios), excepto en Baja California, donde está confinada a localidades de agua fría de surgencias. Se le encuentra desde Alaska hasta Bahía Magdalena, Baja California Sur y en Sudamérica. Además, se le ha encontrado en Sudáfrica y el sur de Australia (Abbott y Hollenberg, op cit.)

### 1.3 - Variaciones individuales.

Se refieren a las diferencias encontradas en la composición química de las algas de un individuo a otro dentro de una muestra. Baardseth y Haug (1953) afirman que todo trabajo analítico cuantitativo debe estar precedido por investigaciones que determinen el número de individuos que debe contener una muestra, si es que queremos hacer comparaciones con otras muestras. Ellos mostraron que la composición química de las algas cambia considerablemente de una planta a otra aún siendo de la misma especie.

Además, sugieren que todos los especímenes pertenecientes a la misma muestra se colecten a igual nivel y en la misma área limitada de la costa. Con esto se asegura que cualquier diferencia que pueda encontrarse entre los miembros de una muestra no pueda ser debida a factores ecológicos.

Mencionan que un amplio rango de variación en los valores

de cierto análisis encontrados para una misma especie, indican que la muestra pudo estar compuesta por uno o pocos especímenes, y esto puede causar interferencias en los resultados analíticos obtenidos a partir de ella.

#### 1.4 - Variaciones de muestra a muestra.

Según Hepburn (1971), dentro del mundo botánico, así como hay variaciones individuales, también existen variaciones de una muestra a otra cuando se les considera en conjunto. En base a estas variaciones es necesario por un lado, realizar muestreos con un método tal que la muestra se escoja completamente al azar para que todos los miembros de la población tengan la misma oportunidad de ser muestreados y, por otro lado que dicha muestra sea de un tamaño tal que los análisis que se lleven a cabo en base a ella puedan considerarse representativos del manto algal en su conjunto con el que se esté trabajando.

### 1.5 - Definición de tamaño de muestra.

Se debe entender por tamaño de muestra el número de individuos que debe contener una muestra colectada para obtener resultados representativos en estudios analíticos de tipo cuantitativo y comparativo de una población determinada.

### 1.6 - Conceptos Estadísticos fundamentales.

A los atributos de la muestra se les conoce como Estadísticas, y a los valores de la población se les llama Parámetros. Es así que, en inferencia estadística, colectamos muestras de poblaciones y derivamos estadísticas muestrales, las cuales usamos como base para estimar parámetros desconocidos de la población.

#### 1.6.1 - Simbología. (Scheffler, 1979)

- Letras Griegas para designar Parámetros:

Media de la Población =  $\mu$

Varianza =  $\sigma^2$

Desviación Estándar =  $\sigma$

- Letras Latinas para designar Estadísticas:

Media Muestral =  $\bar{x}$

Varianza Muestral =  $s^2$

Desviación Estándar Muestral =  $S$

Tamaño de la Población =  $N$

Tamaño de la Muestra =  $n$

Intervalo de Confianza = Es una estimación en la cual podemos confiar en que el verdadero porcentaje de la población muestreada está situado en determinado intervalo, de acuerdo al nivel de confianza con el que se trabaje (Snedecor y Cochran, 1980). Al tratar con un intervalo de confianza de 95 %, se indica que si el muestreo se repite indefinidamente, cada muestra dará un nuevo intervalo de confianza, entonces en 95 % de las muestras el intervalo cubrirá el porcentaje verdadero de la población.

A partir de que la población es muy grande y de alguna forma imposible de medir directamente, suponemos que no se conoce  $M$  y tal vez tampoco  $\sigma^2$ . El problema es entonces estimar en base a las estadísticas muestrales  $\bar{x}$  y  $s^2$  los valores de  $M$  y  $\sigma^2$ .

Se afirma que  $\bar{x}$  es una estimación imparcial de  $M$ . Esto es porque si fuéramos a tomar un número infinito de muestras con un tamaño fijo de la población con reemplazo, la media de estas medias muestrales equivaldría a  $M$ .

En cambio, la media de todas las  $s^2$  de una infinidad de muestras no equivaldría a  $\sigma^2$ . De hecho,  $s^2$  tendería a

ser más pequeña que  $\sigma^2$ . Por lo tanto,  $s^2$  es llamada una estimación parcial de  $\sigma^2$  y se calcula como:

$$s^2 = \sum (x_i - \bar{x})^2 / n.$$

Es así que debemos definir una estimación imparcial que sea equivalente, en promedio, al valor del parámetro. Ha sido demostrado que una estimación imparcial de la varianza poblacional puede obtenerse al dividir la suma de cuadrados entre  $n - 1$  (Haber y Runyon, 1969). Entonces, si queremos usar estadísticas derivadas de una muestra como estimadores de la población,  $s^2$  debe ser calculada como:

$$s^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

donde

$\sum$  = sumatoria

$x_i$  = cada uno de los valores experimentales

Por otro lado, si una población tiene una varianza finita ( $\sigma^2$ ) y una media ( $\mu$ ) entonces, a medida que  $n$  aumenta, la distribución de la media de la muestra ( $\bar{x}$ ) tiende a la distribución normal con varianza  $\sigma^2/n$  y media  $\mu$ . Este es el Teorema del Límite Central, sin duda el más importante en Estadística, no solo desde el punto de vista teórico, sino por su gran trascendencia en métodos estadísticos (Ostle, 1981).

Por último, para poder explicar el siguiente punto, hay que mencionar la distribución de medias muestrales, la cual es llamada Distribución Muestral. Es así que  $\mu$  puede referirse también a la distribución de medias muestrales de

tamaño fijo en una población (Scheffler, op cit.).

### 1.6.2 - Error Estándar.

En base a lo anterior, se puede establecer la siguiente relación: la variación que presente una media muestral alrededor de la media poblacional, será menor en tanto que el tamaño de muestra sea mayor. Por otro lado, consideremos a  $S^2 \bar{x}$  como la Varianza de la Distribución de Medias Muestrales. A medida que el tamaño de muestra se aproxima al tamaño real de la población de la cual es tomada,  $S^2 \bar{x}$  disminuye de valor y tiende a desaparecer. Entonces:

$$S^2 \bar{x} = \frac{S^2}{n} \quad \text{de aquí obtenemos que} \quad S \bar{x} = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

que es la desviación estándar de la distribución muestral de medias, la cual se conoce como Error Estándar de la Media. Es tan solo una desviación estándar de medias muestrales en una distribución muestral, en lugar de una distribución de mediciones individuales (Scheffler, op cit.).

### 1.7 - Importancia del Estudio.

La importancia de realizar un estudio de este tipo radica en que los resultados obtenidos del mismo, servirán para llevar a cabo investigaciones destinadas a conocer las variaciones estacionales y geográficas de la composición química de M. pyrifera.

Una vez determinadas estas variaciones, se tendrán los conocimientos suficientes para saber que mantos algales, de acuerdo a su localización, representan una mayor fuente potencial de Acido Algínico. Este es un compuesto de los llamados ficocoloides que se extrae de varias especies de algas café. Además, podremos conocer la o las épocas del año en que el contenido de dicho compuesto es más alto.

Por un lado, en cuanto a las variaciones individuales, Baardseth (1970) menciona que deben tomarse en cuenta para llegar a una definición más precisa de periodos fenológicos y poderlos situar para fines comparativos. Este es un tipo de variación estacional.

Este autor presenta en su trabajo, en varias gráficas, datos de variaciones individuales junto con otros de variaciones estacionales, mostrando la gran relación existente entre los dos parámetros.

Por otro lado, en cuanto al tamaño de muestra, Haug y Jensen (1954) hacen ver la importancia de que las muestras utilizadas contengan gran cantidad de plantas, para poder tener la seguridad de que las variaciones estacionales no están influenciadas por las individuales.

También se sugiere que se determine un tamaño de muestra específico para cada análisis a realizar (Black, et al. 1959). Ej: uno para materia seca, otro para cenizas, etc. De hecho, Hepburn (op cit.) lo hace de esta manera.

En cuanto al interés práctico de estos estudios, Baardseth (op cit.) hace ver que los cambios estacionales en los constituyentes de algas han atraído mucho la atención, ya que son importantes para determinar el mejor tiempo para la cosecha. Así que, un beneficio principal que se obtendría de todos estos estudios, sería el lograr una explotación más adecuada de los mantos de esta especie, aprovechando la riqueza potencial que hoy representan en gran parte de su área de distribución en Baja California. En la actualidad, solo la empresa 'Productos del Pacífico', de Ensenada, B.C. explota el recurso y únicamente los mantos de mayor extensión y densidad que se encuentran desde Islas Coronado (enfrente de Tijuana) hasta El Rosario (Ortega y Zaragoza, 1983).

## 2.- ANTECEDENTES.

Según De la Campa (1974) la explotación en nuestro país de M.pyriferá (sargazo gigante) se inició desde 1956. Desde entonces, esta pesquería fué en aumento hasta 1978 y ha disminuído en los últimos años (Anuario Estadístico Pesquero 1981). Esto no implica una disminución del recurso, ya que el esfuerzo pesquero también ha sido menor que en los años anteriores.

En lo referente a estudios similares, deben mencionarse dos principales: uno realizado por Baardseth y Haug (op cit.) sobre variaciones individuales en algunas especies de algas café, resaltando la confiabilidad de los resultados analíticos obtenidos, y otro sobre la determinación de un tamaño de muestra para M.pyriferá en base a análisis de humedad y cenizas de cierta cantidad de individuos y utilizando diferentes partes de la planta (Hepburn, op cit.).

Así también, se han hecho estudios aquí en la región de Baja California que muestran la utilidad de esta alga como complemento para forrajes (Mateus, 1972) así como para procesarla, extrayendo de ella ácido alginico, el cual se utiliza en la industria farmacéutica y de alimentos enlatados (Ortega y Zaragoza, op cit.).

### 3.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Cochran (1977) afirma que cuando se planea un muestreo, siempre se llega al momento en el que hay que decidir respecto al tamaño de muestra, y esta decisión es importante.

Una muestra de tamaño inadecuado implica que, si la elegimos demasiado grande, haremos un gasto excedente de recursos y, si es muy pequeña, la utilidad de nuestros resultados se va a ver disminuida. Solo en el primer caso podríamos confiar en los resultados obtenidos de los análisis posteriores para fines comparativos.

Mientras más herramientas se tengan para encontrar el tamaño de muestra será mejor, ya que una información completa procedente de varias fuentes dotará de mayor confiabilidad a nuestros resultados.

Scheffler (op cit.) menciona que se puede hacer la afirmación general de que muestras grandes son más útiles que otras pequeñas, si aquellas no son parciales. Una muestra pequeña imparcial es infinitamente más útil que una grande parcial.

Es así que, la característica más importante de una muestra no es su tamaño, sino el grado en el que represente con exactitud la población a la que pertenece.

Bardseth y Haug (op cit.) plantean que las muestras que tienen pocos, o tal vez un solo individuo, no podrán dar, como regla general, información confiable acerca de la influencia de factores tales como profundidad, latitud o época del año en la composición química de las algas.

Por último, se espera que la información obtenida de este tipo de estudios como el que ahora se presenta y los que se derivan del mismo, ayudaría en gran manera a explotar el recurso de la forma más adecuada (Baardseth, op cit.)

#### 4.- OBJETIVO.

El objetivo principal del presente estudio es determinar las variaciones individuales de los componentes químicos humedad, cenizas y ácido alginico y el tamaño mínimo de muestra en un manto de M. pyrifera.

#### 5.- AREA DE ESTUDIO.

El manto muestreado se encuentra al noroeste de Bahía Tortugas, Baja California Sur, entre las localidades denominadas La Piedra Sargacera y La Piedra de Trini, que corresponden al meridiano  $114^{\circ} 55'$  LONG.W y el paralelo  $27^{\circ} 40'$  LAT.N,

aproximadamente (FIG. No. 2 y No. 3). Dicho manto tiene una longitud y una anchura aproximadas de 3 Km. y 100 m., respectivamente y se encuentra a una distancia aproximada de 60 m de la costa.

El sustrato en el que están fijadas las plantas es de arena gruesa y en algunos casos rocoso. La profundidad a la que se encuentra el manto varía dentro de un rango que va de 4.60 m a 15.25 m.

Esta zona se encuentra dentro de un área bastante amplia de surgencias relativamente débiles que tienen lugar en diversos puntos desde San Diego a Bahía Magdalena (C.C.O.F.I., 1958). En agosto, la surgencia de Baja California es débil y a principios de año ocurre su máximo, las temperaturas del agua son afectadas con estas surgencias.

La única razón por la que se muestreó en el manto mencionado fue la facilidad de traslado al sitio de muestreo, teniendo la seguridad de poder trabajar con mantos de la región, ya que no se explotan comercialmente. Además, se tenía el antecedente de que aquellos mantos son muy extensos y con gran cantidad de plantas (Guzmán del Proó, et al., 1971). Esta fue una característica adecuada para efectuar este trabajo. En cambio, en la zona de Ensenada no se tenía la seguridad de encontrar un manto bien desarrollado y de gran tamaño, ya que se explotan, podándose cada determinado tiempo.

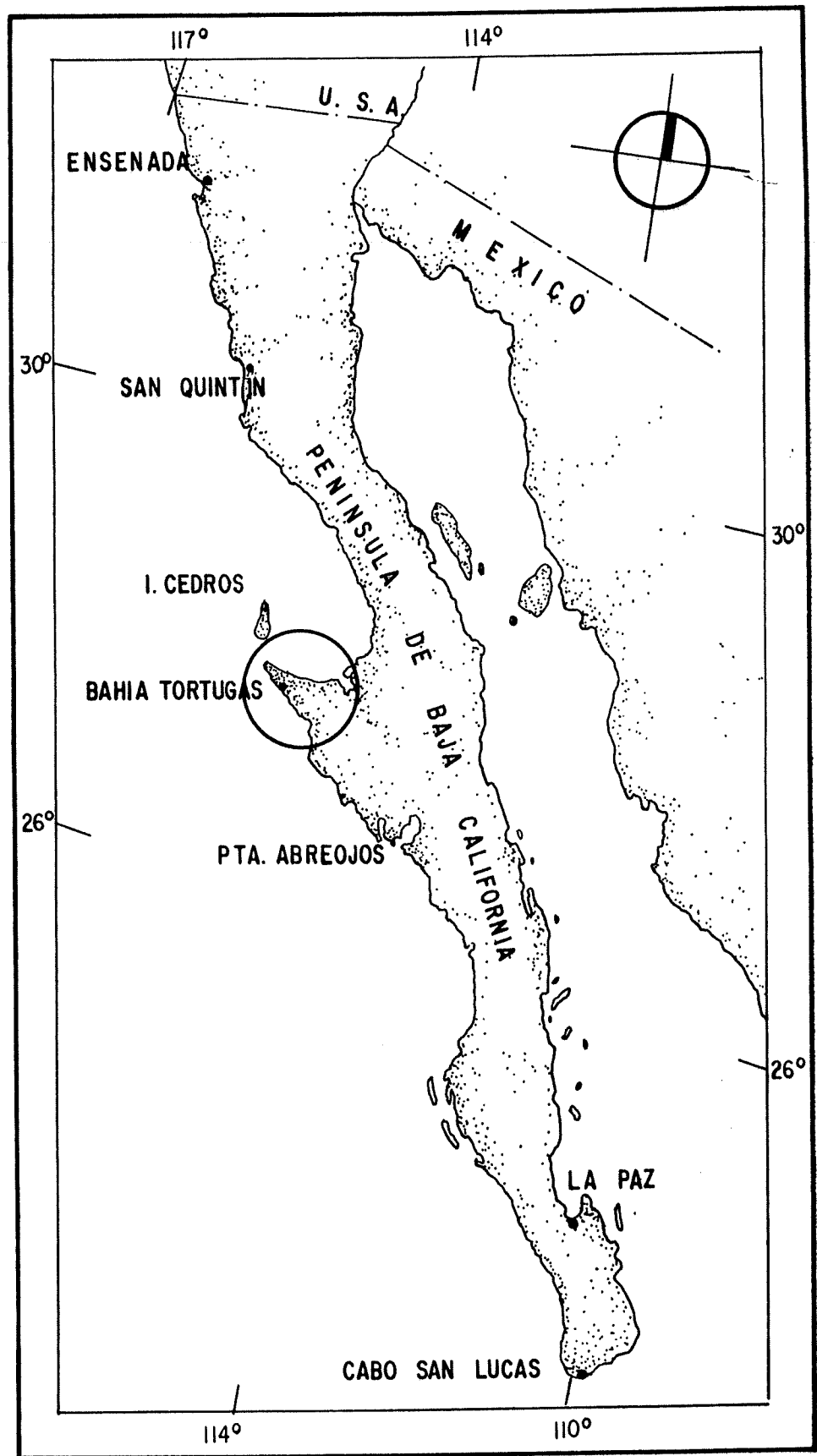


FIG N° 2.- Localización del área de estudio

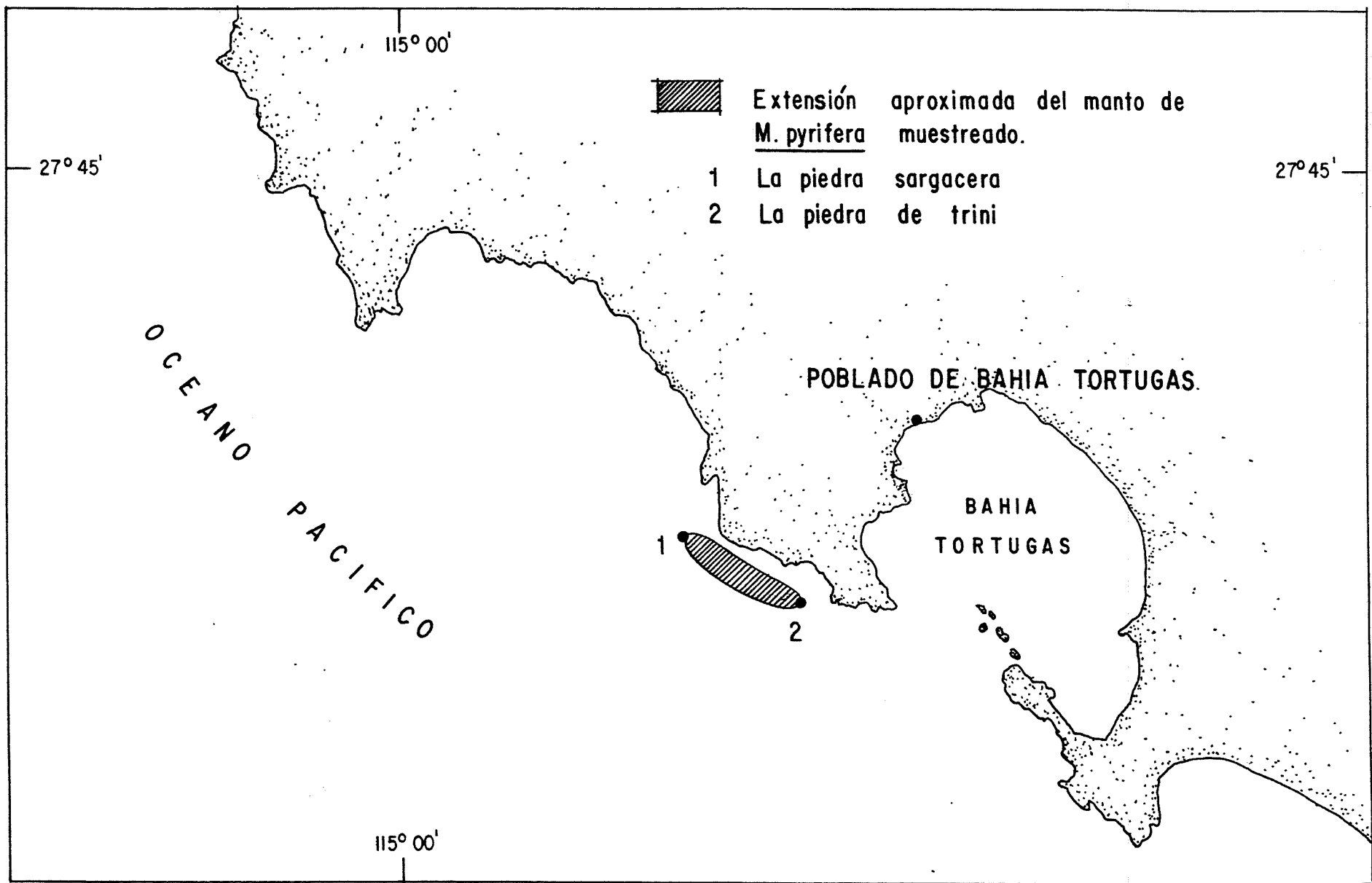


FIG N° 3.- Area de estudio

## 6.- METODOS.

### 6.1 - Método de Muestreo.

El muestreo que se utilizó fue uno de tipo estratificado, según el cual la población se divide en subpoblaciones llamadas estratos para después extraer una muestra simple de cada estrato (Ostle, op cit.). En la práctica, si se toma una muestra simple aleatoria de cada estrato, el método completo es conocido como muestreo estratificado aleatorio (Cochran, op cit.). Este método utiliza alguna información disponible sobre la población y trata de diseñar una muestra más eficiente que la obtenida por el método simple al azar (Chou, 1977).

Se pensó que este era el procedimiento más adecuado debido principalmente al tamaño de la población, es decir, a la gran cantidad de plantas que la conformaban, lo cual hacía muy difícil aplicar un muestreo simple al azar.

El método aleatorio permitió que todas las plantas tuvieran la misma oportunidad de ser muestreadas, evitando así que el muestreo fuera parcial. Esto hubiera dado lugar a que se colectaran los individuos con las mejores características externas.

Las muestras que se analizaron para desarrollar el objetivo de este estudio fueron colectadas de un mismo manto de M. pyrifera y el método consistió básicamente en lo siguiente:

- Se dividió el manto en 5 transectos transversales. La forma en que se hizo fue recorriéndolo en lancha, por afuera y a lo largo, a velocidad constante. Se tomó el tiempo total del recorrido y se dividió entre cinco, de tal manera que la distancia en tiempo entre uno y otro transecto resultara ser la misma. Como la longitud aproximada del manto es de 3 km, la distancia entre los transectos fue de 600 m.

Cada transecto representa un estrato de la población, y el hecho de que hayan sido cinco es porque se consideró que eran suficientes para abarcar toda el área del manto. Además, no hubiera sido posible transportar más plantas por el gran tamaño que llegan a alcanzar.

- Se colectó un individuo al azar en cada uno de los transectos elegidos. Por la parte de afuera del manto, en los puntos correspondientes, se hicieron inmersiones hasta el fondo. A partir de ahí, se nadó en línea recta y en sentido transversal al manto, y la primera planta que se encontró de frente en cada recorrido fue la que se muestreó.

Siguiendo las plantas desde el fondo, se cortaron a un metro por debajo de la superficie, aproximadamente. La razón

por la que se colectó de esta manera es porque no se considera necesario extraer los ejemplares completos, ya que lo que nos interesa es determinar las variaciones individuales, y éstas son importantes solo en la parte más joven de la planta, o sea, en la que está más superficial (Baardseth y Haug, op cit.). Además, no hubiera sido posible transportar las cinco plantas completas en la embarcación.

La fecha del muestreo fue el 5 de febrero de 1982, por lo que los datos obtenidos pueden considerarse representativos de invierno. La duración aproximada del muestreo fue de 3 horas, de las 9 a las 12 de la mañana, teniendo un día despejado y el mar claro y tranquilo.

#### 6.2 - Tratamiento de las muestras.

El tratamiento al que se sometieron las muestras después de su colecta y antes de los análisis de laboratorio es importante para la obtención de resultados confiables. El propósito principal de dicho tratamiento era por un lado, dejar a las muestras en condiciones adecuadas para manejarlas en el laboratorio y por otro lado evitar la descomposición de la materia orgánica (Chirife y Gardner, 1968). El método completo consistió en lo siguiente:

a) Las muestras colectadas se extendieron bajo el sol

para eliminar el exceso de agua, después se lavaron con agua dulce y así eliminar el exceso de sal (1a. fase de secado).

b) Cada estipe de las cinco plantas se cortó en pequeños pedazos para después homegenizarlos lo más posible.

c) Se tomó una alícuota de cada estipe, las cuales se metieron a un secador especial de algas a una temperatura aproximada de 35°C y por un tiempo estimado de cuatro días, hasta que desapareciera todo rasgo externo de humedad y las muestras estuvieran en condiciones de ser molidas. Este secador funciona a base de un sistema de aereación y un regulador de temperatura (2a. fase de secado). En este paso se eliminó otra cantidad considerable de agua.

- Una vez secas las muestras se molieron, y se recuperaron las partículas de 2 mm y menores con el objetivo de que tuvieran la mayor superficie de contacto posible para que los análisis de laboratorio fueran más exactos.

### 6.3 - Análisis de Humedad (A.O.A.C., 1975).

Se toman 2 g de muestra seca y molida y se colocan en un crisol previamente llevado a peso constante. La muestra se mete a una estufa con una temperatura de 105°C durante 3 - 4 horas hasta llevarla a peso constante. La diferencia entre el

peso inicial y el final representa la humedad que contiene la muestra. El resultado se presenta como porcentaje del peso húmedo o fresco.

#### 6.4 - Análisis de Cenizas (Larsen, 1978).

Se utiliza la misma muestra del análisis anterior, una vez eliminada la humedad y logrado el peso constante. Este es el peso seco. Se coloca la muestra en una mufla con temperatura de 400°C durante 6 horas por lo menos, hasta lograr peso constante. El peso final representa la cantidad de cenizas que contiene la muestra, una vez restado el peso del crisol. El resultado se expresa como porcentaje del peso seco.

#### 6.5 - Cuantificación de Acido Algínico. Método del Acetato de Calcio (Haug, 1964).

a) Pesar exactamente 100 mg de muestra seca y molida. Colocarla en un embudo con filtro de fibra de vidrio asegurado por abajo con una manguera cerrada con unas pinzas y permitir la extracción con 10 ml de HCl 0.2 N durante toda la noche. Drenar la solución y lavar el exceso de ácido con agua destilada.

b) Asegurar de nuevo la manguera y agregar 10 ml de

solución de Acetato de Calcio 0.03 M y dejarla que permanezca durante toda la noche (la muestra deberá estar completamente cubierta por la solución).

c) Drenar esta solución, asegurar la manguera y agregar otros 10 ml de sol. de Acetato de Calcio. Dejar en reposo por 30 minutos, drenar y lavar perfectamente con agua destilada para remover el exceso de calcio. Se requieren cinco enjuagues, por lo menos, de 30.min. cada uno.

d) Asegurar la manguera y agregar 10 ml de H Cl 0.2 N. Dejar en reposo por dos horas y coleccionar el líquido en un matraz volumétrico de 50 ml. Repetir la operación por un tiempo de 30 min. y drenar en el mismo matraz.

e) Enjuagar bien el embudo con agua destilada, drenar en el matraz y aforar. Aliquotas de 15 ml de esta solución se usan para el análisis de Calcio.

f) La alícuota a ser analizada se neutraliza a un pH entre 7 y 8 con Hidróxido de Amonio concentrado. Agregar 1 ml de solución de Mg Na<sub>2</sub> EDTA 0.1 M y agua destilada hasta un volumen total aprox. de 80 ml. Añadir 2 ml de amortiguador y 3 - 4 gotas de solución indicadora. Titular con solución de Na<sub>2</sub> EDTA 0.01 M hasta un color azul permanente.

Parte de las muestras se analizaron por duplicado y otras por triplicado, obteniéndose en ambos casos un promedio del

volúmen de titulante utilizado en cada muestra.

Para calcular la cantidad de ácido algínico contenido en la muestra se utiliza la siguiente relación:

$$\text{meq alg/g} = \frac{(\text{vol. 1}) (N) (\text{No. eq.}) (\text{vol. 2/vol. 3})}{\text{g muestra}}$$

donde:

m eq alg/g = miliequivalentes de ácido algínico por gramo

vol. 1 = volúmen de  $\text{Na}_2$  EDTA utilizado en la titulación

vol. 2 = volúmen total de aforamiento (50 ml)

vol. 3 = volúmen de la alícuota utilizada

N = normalidad de  $\text{Na}_2$  EDTA

No. eq. = número de equivalentes de  $\text{Na}_2$  EDTA

como:

$$1 \text{ m eq de ácido algínico} = 194 \text{ mg}$$

entonces:

$$(\text{m eq alg/g}) (194 \text{ mg}) = \text{mg de ácido algínico contenidos en un gramo de muestra}$$

Para expresar el resultado en porcentaje, esta cifra se divide entre diez, ya que  $1000 \text{ mg} = 100 \%$

## 6.6 - Determinación del tamaño de muestra.

Para su obtención se utilizaron algunas de las estadísticas de cada uno de los análisis, las cuales se sometieron a un modelo estadístico similar al que utilizó Hepburn (op cit.), el cual se expresa de la siguiente manera:

$$m_i = \left( \frac{2 S}{\bar{S}_x} \right)^2 \quad \text{de donde} \quad m = \frac{m_i}{\bar{e}}$$

obtenemos

donde:

$m_i$  = número de individuos dentro de la muestra  
(tamaño de muestra inicial)

$m$  = número de individuos por muestra  
(tamaño de muestra definitivo)

$\bar{e}$  = número promedio de estipes por planta

El coeficiente 2 que antecede a la desviación estándar (S) en este modelo, corresponde al valor redondeado de 1.96 obtenido en la tabla de Areas de Curvas Normales, cuando establecemos un límite de confianza del 95 %.

## 7.- RESULTADOS.

### 7.1 - Variaciones individuales.

Los datos obtenidos en los análisis realizados se presentan en las TABLAS I, IV y VII, en las cuales cada columna representa a las plantas muestreadas en los cinco transectos y que vienen a representar a todo el manto algal con el que se trabajó.

Cada observación individual corresponde a un solo estipe de la planta en su conjunto. Como puede observarse en estas tablas, el número de estipes por planta es muy variable. Además, en las TABLAS II, V y VIII se presentan los resultados de las estadísticas básicas para cada transecto y en las TABLAS III, VI y IX se presentan para el total de los mismos. Esto se hizo en cada uno de los análisis.

Por otro lado, se obtuvieron datos para observar la variación del contenido de ácido algínico dentro de un mismo estipe de la planta del transecto No. 4. Para este efecto, se hicieron nueve análisis repetitivos en la muestra de dicho estipe, calculándose las mismas estadísticas que en los casos anteriores (TABLA No. X).

Como información complementaria, se realizaron pruebas 't' de Student para observar si las medias de los tres análisis eran significativamente diferentes. El objetivo principal de comprobar estas diferencias estadísticas fue justificar la obtención de un tamaño mínimo de muestra para cada análisis. Los resultados se presentan en la TABLA No. XI.

#### 7.2 - Resultados de humedad.

El valor promedio fue de 6.52 % (TABLA No. III). Con respecto al rango de variación de los datos, puede analizarse el histograma que muestra la distribución de frecuencias de los valores de humedad, en el cual se observa que dicho rango se amplía hacia los valores más altos, quedando algunos de ellos aislados del resto (Fig. No. 4). A pesar de esta diferencia por la que hay una mayor cantidad de datos al lado izquierdo de la media muestral ( $\bar{x}$ ), puede observarse que los datos están más o menos distribuidos normalmente.

En cuanto al Coeficiente de Variación de humedad (CV = 18.3 %) es considerablemente alto comparado con el de cenizas (CV = 6.7 %), el cual es el menor de los correspondientes a los tres análisis. Con respecto a las pruebas 't' para comparar los datos de humedad con los de cenizas y con los de ácido algínico (TABLA No. XI), puede observarse que hay

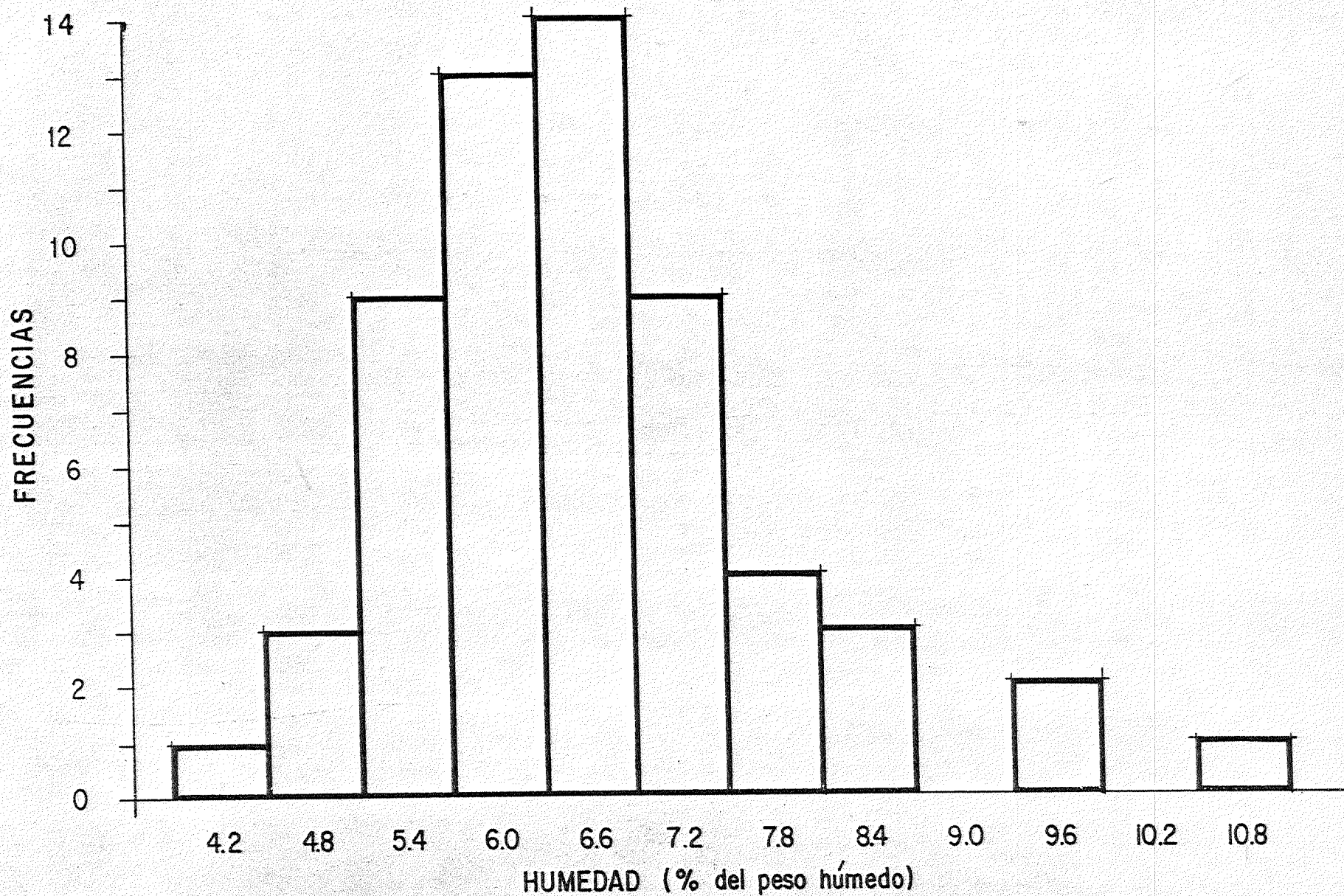


FIG.- 4.- Histograma de la distribución de frecuencias para los valores de humedad en las muestras de Macrocyctis pyrifera

diferencia significativa entre las medias de los tres análisis.

### 7.3 - Resultados de cenizas.

La media de los resultados fué de 54.44 %. El error experimental fué mayor que en el análisis de humedad, como puede verse en el rango de variación que va desde 47.60 a 65.65 % (TABLA No. IV), y en los valores de la desviación estándar (S) y del error estándar ( $S\bar{x}$ ) que son mayores para cenizas (TABLAS III y VI).

Con respecto a la distribución de frecuencias de los valores de cenizas, puede revisarse el histograma correspondiente (FIG. No. 5). Encontramos un comportamiento parecido al de humedad en el que se observa que los valores más altos se extienden ligeramente hacia la derecha, donde quedaron aislados los mayores. Aún así, puede decirse que los datos se distribuyen aproximadamente de manera normal.

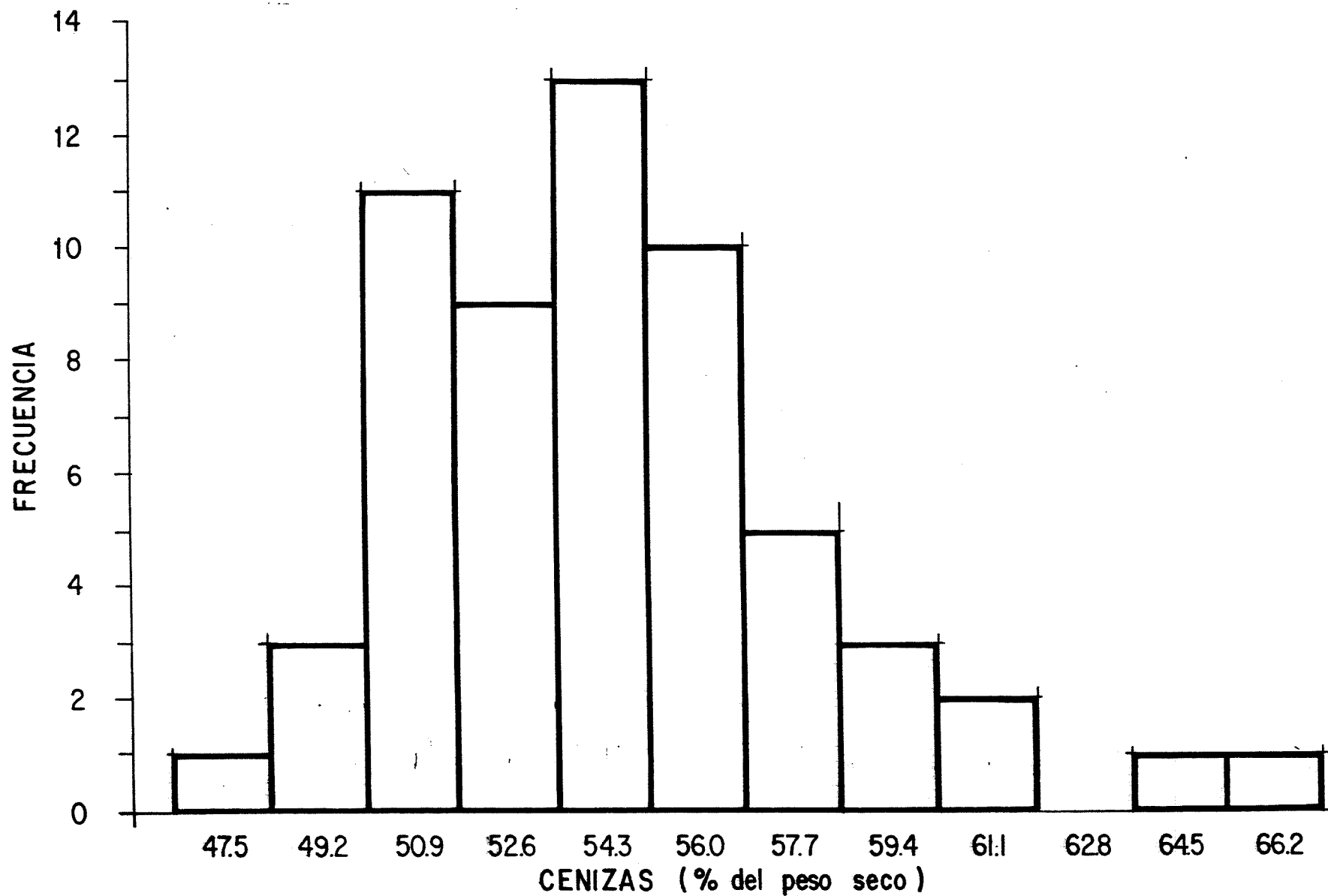


FIG 5.— Histograma de la distribución de frecuencias para los valores de cenizas en las muestras de *Macrocyctis pyrifera*.

#### 7.4 - Resultados de ácido algínico.

Los valores obtenidos se distribuyen en un rango de variación bastante amplio que va de 10.28 a 34.70 % (TABLA No. VII) con un valor promedio de 22.62 % (TABLA No. IX). Es así que el coeficiente de variación de los datos de ácido algínico fue el más alto de todos (CV = 22.7 %).

Con respecto a los resultados del contenido de ácido algínico dentro de un mismo estipe (TABLA No. X), se observa que el rango de variación va de 20.08 a 22.78 %, con una media de 21.1 %.

La distribución de frecuencias de los valores de ácido algínico puede observarse en otro histograma (FIG. No. 6). A diferencia de las otras dos distribuciones, en ésta hay una mayor concentración de datos del lado derecho de la media muestral, lo que muestra la tendencia a valores más altos que la media. Los datos se distribuyen más o menos normalmente.

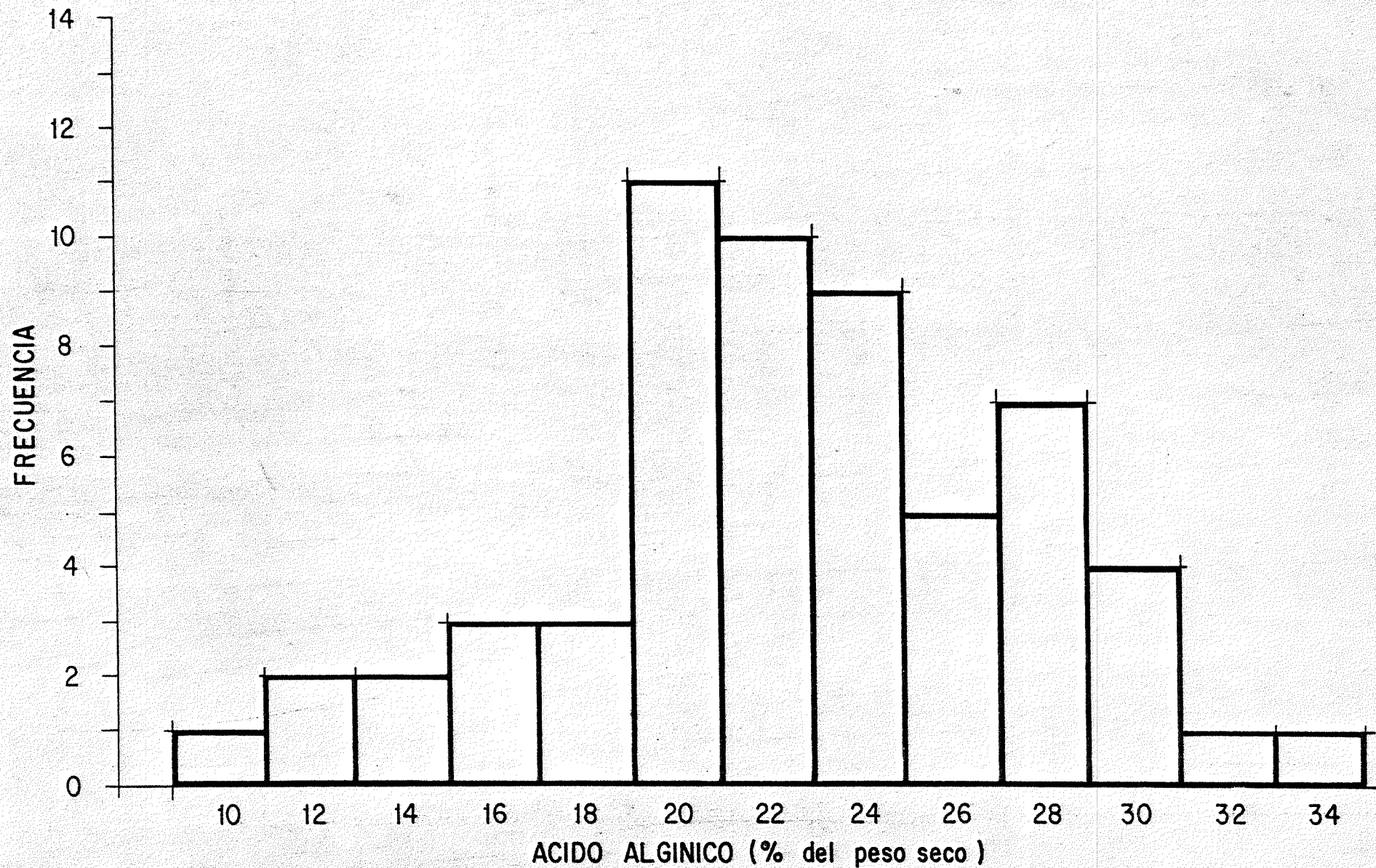


FIG.- 6 Histograma de la distribución de frecuencias para los valores de ácido algínico en las muestras de Macrocyctis pyrifera

#### 7.5 - Resultados de tamaño de muestra.

En los tres análisis se obtuvo prácticamente el mismo valor poco arriba de 20 individuos por muestra, lo que hace ver que las estadísticas empleadas para obtener este dato actúan en forma proporcional y así lograr el mismo resultado. Los valores obtenidos se encuentran al final de las estadísticas básicas de cada uno de los análisis (TABLAS III, VI y IX).

TABLA No. I.- RESULTADOS DEL ANALISIS DE HUMEDAD PARA  
M. pyrifera (% del Peso Húmedo).

TRANSECTOS				
1	2	3	4	5
9.35	5.50	6.70	6.00	10.75
9.30	6.60	8.10	7.55	7.20
6.70	7.30	6.70	8.20	6.75
7.00	6.65	5.15	6.25	7.60
6.00	5.40	5.20	6.15	
6.35	6.50	7.40	7.80	
7.05	6.60	6.05	5.70	
6.35	6.30	8.25	5.60	
	5.75	5.60	6.05	
	5.95	6.95	6.25	
	5.10	4.95	5.40	
	4.75	4.65	6.35	
		6.40	7.15	
		6.25	7.35	
			6.95	
			5.75	
			4.25	
			5.70	
			6.35	
			5.25	
			7.70	

TABLA No. II.- ESTADISTICAS INDIVIDUALES  
DEL ANALISIS DE HUMEDAD.

EST	1	2	3	4	5
n	8	12	14	21	4
$\bar{x}$	7.262	6.033	6.311	6.369	8.075
s	1.320	0.751	1.131	0.983	1.817
$s\bar{x}$	0.467	0.217	0.302	0.214	0.908

TABLA No. III.- ESTADISTICAS BASICAS DEL  
ANALISIS DE HUMEDAD.

$$n = 59$$

$$s = 1.192$$

$$\bar{x} = 6.523$$

$$s\bar{x} = 0.155$$

Intervalo de Confianza del 95 % para  $\mu$  :

$$6.219 < \mu < 6.827$$

Coefficiente de Variación (CV) = 18.3 %

Tamaño Mínimo de Muestra:

$$m_i = \left( \frac{2 \times 1.192}{0.155} \right)^2$$

$$\bar{e} = 11.8$$

$$m_i = 236.566$$

$$m = \frac{m_i}{\bar{e}} = \frac{236.566}{11.8}$$

$m = 20.05$
-------------

TABLA No. IV.- RESULTADOS DEL ANALISIS DE CENIZAS  
PARA *M. pyrifera* (% del Peso Seco).

TRANSECTOS				
1	2	3	4	5
50.75	55.65	58.45	51.25	50.30
52.60	54.25	52.95	50.50	50.40
51.90	49.55	56.10	52.70	47.60
53.95	53.45	60.65	49.20	50.50
56.85	54.00	59.75	55.50	
53.10	54.10	55.05	54.45	
51.15	51.60	59.80	56.55	
50.35	53.35	50.55	53.95	
	56.05	59.00	57.35	
	55.15	54.50	52.10	
	56.40	53.90	56.30	
	49.45	61.65	55.45	
		54.15	52.30	
		53.65	51.40	
			55.60	
			58.20	
			64.35	
			58.40	
			54.90	
			65.65	
			53.25	

TABLA No. V.- ESTADISTICAS INDIVIDUALES  
DEL ANALISIS DE CENIZAS.

EST	1	2	3	4	5
n	8	12	14	21	4
$\bar{x}$	52.581	53.583	56.439	55.207	49.70
s	2.112	2.316	3.395	4.114	1.402
$s\bar{x}$	0.747	0.669	0.907	0.898	0.701

TABLA No. VI.- ESTADISTICAS BASICAS DEL  
ANALISIS DE CENIZAS.

$$n = 59$$

$$s = 3.666$$

$$\bar{x} = 54.44$$

$$s\bar{x} = 0.477$$

Intervalo de Confianza del 95 % para  $\mu$  :

$$53.505 < \mu < 55.375$$

Coefficiente de Variación (CV) = 6.7 %

Tamaño Mínimo de Muestra:

$$m_i = \left( \frac{2 \times 3.666}{0.477} \right)^2$$

$$\bar{e} = 11.8$$

$$m_i = 236.270$$

$$m = \frac{m_i}{\bar{e}} = \frac{236.270}{11.8}$$

$m = 20.02$
-------------

TABLA No. VII.- RESULTADOS DEL ANALISIS DE ACIDO ALGINICO PARA *M. pyrifera* (% del Peso Seco).

TRANSECTOS				
1	2	3	4	5
25.09	15.06	20.07	21.23	30.40
22.20	18.67	29.26	24.13	23.16
20.60	26.35	27.02	24.32	22.68
20.85	13.29	24.13	22.00	27.22
18.92	20.56	14.99	21.04	
23.55	23.98	26.99	20.46	
22.20	19.28	20.56	24.42	
22.78	15.42	26.48	19.71	
	20.56	16.71	28.71	
	11.13	24.42	23.98	
	10.28	17.99	19.71	
	21.41	12.85	26.99	
		32.57	29.12	
		28.71	34.70	
			28.27	
			27.84	
			19.28	
			21.85	
			27.84	
			21.41	
			29.59	

TABLA No. VIII.- ESTADISTICAS INDIVIDUALES DEL ANALISIS DE ACIDO ALGINICO.

EST	1	2	3	4	5
n	8	12	14	21	4
$\bar{x}$	22.024	17.999	23.054	24.60	23.865
s	1.905	5.014	5.930	4.165	3.645
$s\bar{x}$	0.674	1.447	1.585	0.909	1.822

TABLA No. IX.- ESTADISTICAS BASICAS DEL  
ANALISIS DE ACIDO ALGINICO.

$$n = 59$$

$$s = 5.140$$

$$\bar{x} = 22.627$$

$$s\bar{x} = 0.669$$

Intervalo de Confianza del 95 % para  $\mu$  :

$$21.316 < \mu < 23.938$$

Coefficiente de Variación (CV) = 22.7 %

Tamaño Mínimo de Muestra:

$$m_i = \left( \frac{2 \times 5.14}{0.669} \right)^2$$

$$\bar{e} = 11.8$$

$$m_i = 236.121$$

$$m = \frac{m_i}{\bar{e}} = \frac{236.121}{11.8}$$

$m = 20.01$
-------------

TABLA No. X.- Resultados obtenidos para observar la variación del Contenido de Acido Algínico dentro de un mismo estipe de la planta del Transecto No. 4

a) Valores del Contenido de Acido Algínico  
(% del Peso Seco):

20.46	20.08
21.23	22.78
21.62	20.46
20.85	21.23
21.23	

b) Datos Estadísticos:

$$n = 9$$

$$s = 0.7957$$

$$\bar{x} = 21.10$$

$$s\bar{x} = 0.265$$

c) Coeficiente de Variación (CV) = 3.8 %

d) Intervalo de Confianza del 95 % para  $\mu$  :

$$20.581 < \mu < 21.619$$

e) Intervalo de Confianza del 99 % para  $\mu$  :

$$20.416 < \mu < 21.784$$

TABLA No. XI.- Resultados de las Pruebas 't' realizadas para comprobar la diferencia entre las medias de los tres análisis (Cuando se asume que las varianzas no son iguales).

ANALISIS	G. L. APROX	t calc	t crit	NIVEL SIGNIF	INTER. CONF.
HUMEDAD VS CENIZAS	70	-95.5	1.994	0.05 %	-48.970, -46.9152
HUMEDAD VS AC. ALG.	64	-23.445	2.0	0.05 %	-17.4757, -14.7307
CENIZAS VS AC. ALG.	104	38.709	1.982	0.05 %	30.1828, 33.4430

## 8.- DISCUSION.

En cuanto al área de estudio, ya se mencionó que se encuentra en una zona de surgencias. Uno de los hechos observados en los estudios realizados por C.C.O.F.I., op cit. fué que entre Punta Concepción, California y Punta Abreojos, Baja California Sur dichas surgencias incrementan los rangos estacionales de temperatura y salinidad. El área de Bahía Tortugas queda dentro de estos límites.

En base a lo anterior, se ha encontrado que uno de los factores que más severamente actúa limitando la existencia y distribución de los mantos de algas, es la temperatura. Para el caso de M.pyrifera, se sabe que temperaturas entre 20° y 25°C son limitantes para su desarrollo (Guzmán del Probo, op cit.). Sin embargo, los mantos que se encuentran al sur de la península de B. C., en especial los de la zona de Bahía Tortugas y Parte norte de Bahía Vizcaino, viven perfectamente a temperaturas de 26°C en ciertas épocas del año.

Se ha reconocido, en base a técnicas de cultivo y trasplante, que las plantas de M.pyrifera de Baja California tienen una tolerancia mayor a temperaturas elevadas que plantas de la misma especie de cualquier otra región más al norte del Pacífico Oriental (North, 1972).

Con respecto a los valores de humedad, estos fueron

relativamente bajos si se toma en cuenta que la mayor parte de la composición química de las algas es agua. Se asume que esto se debió a que una gran cantidad de agua fué eliminada durante el proceso de secado a 35°C. Se cree que dicha agua es la que se encontraba en los espacios intercelulares. Es así que, la humedad que se detectó en este análisis, corresponde al resto del agua que solo pudo eliminarse a una temperatura de 105 C (arriba del punto de evaporación del agua). Esta otra cantidad correspondería al interior de las células, por lo que es la última en evaporarse.

Se considera que el rango de variación del total de datos fué relativamente amplio, y una razón puede ser el error experimental.

En cuanto a los valores de cenizas, puede decirse que fueron mayores de lo esperado, de acuerdo a los estudios realizados por Mateus (op cit.) quien obtuvo una media de 33.0 %, con un rango que varía entre 30 y 43.4 % utilizando plantas de M. pyrifera de la zona de Ensenada, B. C. En los análisis de cenizas que realizaron Ortega y Zaragoza (op cit.) se obtuvieron valores que varían entre el 28.55 y 29.20 %, con un promedio de 28.84 % a partir de plantas de la zona de Bahía Tortugas, al igual que las utilizadas para el presente estudio.

La diferencia que hubo en el rango de variación (47.60 a 65.65 %) y el hecho de haber obtenido valores tan altos, no pudo deberse tan solo a errores experimentales, ya que se hicieron

algunas pruebas del método y no hubo modificaciones considerables en los resultados. Es así que todas las muestras se sometieron a una temperatura mayor de 400°C dentro de la mufla, de acuerdo al método. Al observarse los valores resultantes tan altos, a cierta cantidad de muestras se les repitió el análisis en una mufla diferente, primero a la misma temperatura y después se aumentó a 550° C sin haber una variación considerable en los resultados. Se sabe que la proporción de tejido joven y viejo puede variar de una planta a otra y se ha comprobado que el tejido viejo tiene mayor cantidad de cenizas que el joven (Baardseth y Haug, op cit.). Es así que puede pensarse que las plantas de los transectos 3 y 4, las cuales presentaron los valores más altos, tenían una mayor proporción de tejido viejo que las otras tres.

Ahora, el hecho de que el coeficiente de variación de cenizas sea menor que el de humedad, puede deberse a que la cantidad de agua contenida en la planta tiene mayores fluctuaciones que las cenizas de la misma, las cuales forman parte integral de la composición química.

Observando los resultados de ácido algínico, en base al rango de variación tan amplio (10.28 a 34.70 %) y a los valores de la desviación estándar y el error estándar comparados con los de humedad y cenizas, puede afirmarse que el error experimental de este método es mayor que el de los otros dos. En relación con el rango de variación de los datos de ácido algínico dentro de un mismo estipe, se cree que la diferencia entre los valores

obtenidos debió haber sido menor por ser un análisis repetitivo en una misma muestra.

No se explica el comportamiento del método con precisión, y no puede deberse tan solo a errores experimentales. Algo similar sucedió en el estudio realizado por Baardseth y Haug (op cit.). Posiblemente haya interferencia en los resultados por parte de compuestos también presentes en las algas cafées, tales como los fenólicos, laminarén y manitol (Hellebust y Craigie, 1978).

En cuanto al tamaño de muestra obtenido, es evidente que se necesitaría coleccionar una gran cantidad de plantas, tomando en cuenta que la mayoría de ellas son bastante grandes. Sin embargo, mucho trabajo puede ahorrarse si se colecta la menor porción posible de cada planta, en lugar de hacerlo de un metro debajo de la superficie en adelante. No hay inconveniente en muestrear de esta manera si se toma en cuenta que la parte más joven de la planta es la que debe interesarnos para fines experimentales y en la industria.

Fue necesario determinar el tamaño mínimo de muestra para cada uno de los análisis debido a la diferencia significativa encontrada entre sus medias ( $\bar{x}$ ) por medio de las pruebas 't' realizadas. Si no hubiera habido esta diferencia, podría argumentarse que es suficiente determinar el tamaño de muestra solo para uno de los análisis. Además, solo así podía tenerse la seguridad de que el resultado no fuera muy variable y poder confiar en él para aplicarlo en los muestreos de cualquier

estudio posterior. En particular, como este dato se obtuvo con el objetivo de realizar estudios para conocer variaciones de la composición química de la especie, era importante obtenerlo en base a diferentes análisis de dicha composición.

Por último, se observó claramente la necesidad de definir con la mayor precisión el tipo de análisis estadístico al que deben someterse los datos obtenidos en los análisis realizados. Esto es porque existen muchas maneras de trabajar las estadísticas, pruebas para comparar resultados, modelos estadísticos, etc. Nuestra preocupación debe ser elegir lo que realmente nos va a ser útil y adaptarlo a las necesidades de nuestro estudio, de acuerdo a los objetivos propuestos.

## 9.- CONCLUSIONES.

- Las medias de los análisis de humedad, cenizas y ácido alginico son significativamente diferentes.

- Es necesario obtener un tamaño mínimo de muestra para cada uno de los análisis.

- Se necesita coleccionar una muestra con 20 individuos mínimo en cada manto de M. pyrifera para que sea representativa de toda la población.

## 10.- RECOMENDACIONES.

- De acuerdo al objetivo principal de este estudio, se recomienda directamente que los datos obtenidos de tamaño de muestra se apliquen en los muestreos que hayan de realizarse para llevar a cabo los estudios de Variaciones Estacional y Geográfica de la Composición Química de Macrocystis pyrifera, y en especial de Acido Alginico en toda su área de distribución de la Península de Baja California.

- También se recomienda hacer un estudio completo de Cuantificación de Biomasa en los principales mantos de esta especie y así poder evaluar la capacidad potencial del recurso para ser explotado.

## 11.- BIBLIOGRAFIA.

Abbott, I.A.- Hollenberg, G.J. (1976). Marine Algae of California. Stanford University Press. Stanford, Cal. U.S.A. 827 pp.

American Official Analysis Chemistry.(A.O.A.C.,1975). Washington,D.C.

Anuario Estadístico Pesquero 1981. (1982). Secretaría de Pesca. Dirección General de Informática y Estadística. México, D.F.

Baardseth, E. y Haug, A. (1953). Individual Variation of Some Constituents in Brown Algae and Reliability of Analytical Results. Norwegian Institute of Seaweed Research. Report No. 2

Baardseth, E. (1970). Seasonal Variation in Ascophyllum nodosum (L. Le Jol.) in the Trondheimsfjord with respect to the absolute Live and Dry Weight and the Relative Contents of Dry Matter, Ash and Fruit Bodies. Botánica Marina XIII:13-22

Black, W.A.P., Richardson, W.D. y Walker, F.T. (1959). Chemical and Growth Gradients of Laminaria cloustoni (L.) (L. hiperborea fosl.). The Economic Proceedings of the Royal Dublin Society. Vol. 4 No. 8:137-49

Blanco, G., Zaragoza, A., Ortega, G., González, J. y Torres, A. (1981). La Explotación de los Recursos Algales en Baja California. Informe al Inst. de Invest. Ocean. (I.I.O.) de la U.A.B.C. Ensenada, B.C. No Publicado.

Bold, H.C. y Wynne, M.J. (1978). Introduction to the Algae. Structure and Reproduction. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, U.S.A. 706 pp.

Calif. Coop. Oceanic Fisheries Investigations (C.C.O.F.I., 1958). Progress Report 1. July 1956 to January 1958. The Winds over the North-Eastern Pacific Ocean and their Effect upon the Water.

Chirife, J. y Gardner, R.G. (1968). Características del Secado de Algas de la especie: Macrocystis pyrifera. Proc. Intl. Seaweed Symp. 6:671-684

Cochran, W. G. (1977). Técnicas de Muestreo. 2a. Ed. C.E.C.S.A. México, D.F. 513 pp.

De la Campa, S. (1974). El Sargazo Gigante. La Cosecha

de Algas Comerciales en B.C. Instituto Nacional de Pesca. Serie Divulgación. 6:7-10

Foster, M.S. (1975). Algal Succession in a Macrocystis pyrifera Forest. Mar. Biol. 32:313-329

Guzmán del Probo, S., De la Campa, S. y Granados, J.L. (1971). El Sargazo Gigante (Macrocystis pyrifera) y su Explotación en Baja California. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. XXXII:15-49

Haber, A y Runyon, R.P. (1969). General Statistics. Addison-Wesley Publ. Co. Reading, Mass. U.S.A. 351 pp.

Haug, A. y Jensen, A. (1954). Seasonal Variations in the Chemical Composition of Alaria esculenta, Laminaria sacharina, Laminaria hyperborea and Laminaria digitata from Northern Norway. Norwegian Institute of Seaweed Research. Report No. 4

Haug, A. (1964). Composition and Properties of Alginates. Norwegian Institute of Seaweed Research. Report No. 30

Hellebust, J.A. y Craigie, J.S. (1978). Handbook of Phycological Methods. Physiological and Biochemical Methods. Phycological Society of America, Inc. Cambridge University Press.

Hepburn, M. (1971). Variaciones Individuales de Macrocystis pyrifera (Phaeophyta). Centro de Investigación de Biología Marina. Buenos Aires, Argentina. Contribución Científica No. 67.

Larsen, B. (1978). Brown Seaweeds. Analysis of Ash, Fiber, Iodine and Mannitol. Handbook of Phycological Methods. Physiological and Biochemical Methods. 17:182-188.

Mateus, H. (1972). Estudio Integral Tecnológico sobre el Aprovechamiento de Macrocystis pyrifera (L.) C. Agardh 1820 como Complemento Alimenticio Aviar. TESIS. Escuela Superior de Ciencias Marinas, U.A.B.C. 66 pp.

North, W.J. (1972). Observations on Populations of Macrocystis. In Contributions to the Systematics of Benthic Marine Algae of the North Pacific (Ed., I.A. Abbott and M. Kurogi). Japan. Soc. Phycol., Kobe pp. 75-92

Ortega, G. y Zaragoza, A. (1983). Determinación de los Parámetros de Extracción de Acido Algínico del Alga Café Macrocystis pyrifera. TESIS. Escuela Superior de Ciencias Marinas, U.A.B.C. 103 pp.

Ostle, B. (1981). Estadística Aplicada. Técnicas de la Estadística Moderna, cuando y donde aplicarlas. Ed. Limusa, S.A. México, D.F. 630 pp.

Scheffler, W. C. (1979). Statistics for the Biological Sciences. 2nd. Ed. Addison-Wesley Publ. Co. Reading, Mass. U.S.A. 227 pp.

Snedecor, G.W. y Cochran, W.G. (1980). Métodos Estadísticos. C.E.C.S.A. México, D.F. 703 pp.

Chou, Ya-Lun (1977). Análisis Estadístico. 2a. ed. Ed. Interamericana, S.A. México, D.F. 808 pp.

## APENDICE

## MATERIALES Y EQUIPO

## A.- Equipo de Buceo Autónomo:

Tanque de aire comprimido para 2100 lb/pulg<sup>2</sup> de presión

Regulador de aire con manómetro integrado

Arnes para el tanque

Chaleco Compensador

Profundímetro

Traje Húmedo de Neopreno. Medida 1/4 de pulg

Cinto con 25 lb de plomos

Visor, Aletas y Snorkel

Cuchillo de Buceo

## B.- Material y Equipo de Laboratorio:

Crisoles de porcelana de 15 ml

Desecadores con llave para vacío

1 pinzas

1 Molino ARTHUR H. THOMAS, CO.

1 Balanza METTLER MOD. P163

1 Estufa GCA/PRECISION SCIENTIFIC (THELCO) MOD. 17

1 Termómetro con rango mayor de 100°C

1 Mufla de laboratorio LINDBERG MOD. 51849

1 Potenciómetro PHOTOVOLT MOD. 126 A

Cápsulas para pesar

Espátulas

Embudos con filtro de fibra de vidrio

Pipetas de 1, 5, 10 y 25 ml

Bureta de 10 ml

Soportes con pinzas

Vidriería en general

C.- Reactivos:

Acido Clorhídrico H Cl

Solución Estándar de Calcio 1000 ppm

Hidróxido de Amonio NH<sub>4</sub> OH

Cloruro de Amonio NH<sub>4</sub> Cl amortiguador  
pH = 10

Acetato de Calcio Ca Ac<sub>2</sub>

EDTA 0.1 M (estándar) Na<sub>2</sub> EDTA

EDTA (sal disódica de magnesio) Mg Na<sub>2</sub> EDTA

Negro de Eriocromo T

Trietanolamina } Indicador

Etanol