

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

Escuela Superior de Ciencias Marinas

## ESTUDIO INTEGRAL TECNOLOGICO SOBRE EL APROVECHAMIENTO DE Macrocystis pyrifera (L) C. Agardh 1820 COMO COMPLEMENTO ALIMENTICIO AVIAR

T E S I S

QUE PARA OPTAR AL TITULO DE

O C E A N O L O G O

P R E S E N T A

**HERNAN MATEUS VALDES**

Ensenada, Baja California 1972

A MIS PADRES

HERMANOS Y

ABUELOS

## AGRADECIMIENTOS

Al tratar distintos temas en un trabajo que integra las ramas tecnológicas de la industrialización de un producto, se depende de la cooperación, consejo e información de muchas personas.

Por su valiosa e imprescindible asesoría en este trabajo, estoy particularmente agradecido con el Profesor Quim. Ricardo Suárez Isla, director de tesis; así como con el Ing. Armándo García González por sus importantes contribuciones a esta tesis; con los Oceanólogos Carlos de Alba y Katsuo Nishikawa, por su crítica positiva; al Ing. Luís García Cacho, Ing. Humberto Zamora, Biol. Sergio Guzmán y señor Armándo Gallego, por la información, datos y tiempo que me proporcionaron durante el desarrollo del presente trabajo.

## I N D I C E

- I.= INTRODUCCION
  - A.- OBJETIVO
  - B.- ANTECEDENTES
  
- II.= INFORMACION GENERAL
  - A.- IMPORTANCIA DEL RECURSO
  - B.- POSICION TAXONOMICA Y DESCRIPCION DEL GENERO
  - C.- MORFOLOGIA EXTERNA
  - D.- MORFOLOGIA INTERNA
  - E.- DISTRIBUCION GEOGRAFICA Y FACTORES HIDROGRAFICOS QUE LA AFECTAN
  - F.- DISPONIBILIDAD
  - G.- METODOS DE COSECHA Y SU EFECTO EN LOS MANTOS
  
- III.= COMPOSICION QUIMICA Y PROCESO
  - A.- MATERIAL
  - B.- ANALISIS QUIMICO DE Macrocystis pyrifera
  - C.- ANALISIS DE LA MATERIA HUMEDA
  - D.- ANALISIS DE LA HARINA DE ALGAS (materia seca)
  - E.- PROCESAMIENTO
  - F.- DIAGRAMA DE FLUJO
  - G.- DIAGRAMA DE PROCESO
  - H.- RENDIMIENTO Y RESULTADOS
  - I.- COSTO DEL CONSUMO DE ENERGIA
  - J.- REQUERIMIENTOS ALIMENTICIOS PARA AVES DE CORRAL
  - K.- ESTUDIO DEL MERCADO
  - L.- COSTO DE PRODUCCION
  
- IV.= CONCLUSIONES
  
- V.= BIBLIOGRAFIA

## 1.- INTRODUCCION

### OBJETIVO.=

Considerando que la potencialidad de los recursos de nuestras costas se ha visto malgastada por deficiencias, fruto de la carencia de estudios tecnologicos de captura y proceso, trato en el presente trabajo de desarrollar metodos de obtencion y beneficio con el fin de que esas riquezas naturales sean aprovechadas a su maximo.

Al observar que muchos de nuestros recursos naturales sufren en la actualidad o una explotacion en demasia o son completamente ignorados, vemos que ha llegado el momento de emprender estudios de organismos de potenciales alimenticios y aun mas, estudios para promover tecnicas de proceso adecuadas a las características regionales. Considero que con ello puede contribuirse a una diversificacion industrial, y al lograr esto, debera haber consecuentemente un mayor aprovechamiento de los recursos ya explotados.

El balance de la relacion entre potencialidad productiva e industrializacion de dichos productos, en la actualidad, es muy bajo y el panorama es mas desolador cuando, sustentando un solo criterio (alimento humano), ignoramos o pretendemos ignorar los renglones relacionados a algas, crustaceos y a una infinidad de peces y moluscos que no son reconocidos como alimento humano y por lo tanto, desechados.

Lo anterior trae consecuentemente una baja productividad alimenticia y una necesidad de planeación sistemática de nuestra potencialidad económica; como: creando nuevas industrias en la región, siendo de primera necesidad las que al transformar los productos marinos, acarreen una evolución técnica y económica en la entidad.

La solución de estos problemas, esta en la orientación y asesoría que por parte de técnicos preparados en la materia, se obtenga.

La intención de este trabajo, asimilando las directrices que se me han dado, es poder contribuir a dicha evolución, describiendo para ello las técnicas apropiadas para la explotación integral de uno de los recursos existentes en Baja California, Macrocystis pyrifera, y en el caso de su obtención, utilizar el producto de dicha explotación como un complemento alimenticio aviar.

#### ANTECEDENTES.=

Para llegar a la conclusión de usarlo como complemento alimenticio aviar, era necesario revisar lo que sobre Macrocystis pyrifera y exigencias, son necesarias para su explotación integral. Por estudios científicos y técnicos se conocen las cualidades y la disponibilidad de M. pyrifera en nuestras costas; también es sabido que las técnicas actuales de beneficiamiento requieren de grandes volúmenes de agua dulce; esta última condición nos lleva a pensar que esto no es aceptable para nuestra región, obligandonos a realizar una investigación orientada a la práctica y así tratar de solucionar esta problemática.

Inicialmente basandose en lo que los habitantes de ciertas Islas del Pacífico Sur hacían para la obtención por secado al sol de algunas algas pardas, para utilizarlas como alimento para ganado bovino, porcino y lanar. Chapman (1950) y posteriormente Newton (1951, 1963) llevaron basado en lo anterior, estudios exhaustivos sobre la aplicación de ciertas algas pardas de la zona de entre mareas destinadas al mismo fin.

Inquietos por estos usos, Siffert y Wood (1956), efectuaron estudios sobre el valor y contenido de constituyentes químicos menores, entre ellos Na, K, P, Mn, con una nueva tónica; el combatir cierto tipo de anemias.

W. J. North (1947, 1957b, 1958, 1961a, 1963, 1964a, 1964c, 1965, 1966, 1967, 1968, 1969, 1970, 1971) interesándose más a fondo en la morfología, fisiología y habitat de Macrocystis pyrifera en costas de California (Alta y Baja) amplía en una forma casi decisiva la descripción y medio ambiente del alga.

Interesándose en algas pardas, principalmente Macrocystis sp. son muchos los científicos que sobre fisiología de estas algas han realizado estudios, mencionando entre ellos a Turner (1809), Agardh (1839) quien identificó a M. pyrifera, Harvey (1851), Smith y Whitting (1895), Gardner (1903), Sykes (1908), Hoffman (1911), Setchel (1912), Neushul (1959), y Parker (1965).

Conjuntamente con ellos Scagel (1947), realizó estudios sobre el crecimiento y los factores relacionados a ello en Macrocystis

sp. interesado en todos estos estudios, Clendenning (1958,1961), amplió lo que sobre Macrocystis sp. existía, hablándonos sobre el desarrollo apical y el de las hojas maduras en esta alga; y como tratando de coronar todo lo investigado, Neushul en 1963 habla sobre el desarrollo de esporofitos jóvenes de Macrocystis sp.

En las investigaciones relacionadas con el recurso ficológico regional y estudios estadísticos sobre las algas pardas, incluyendo a M. pyrifera, el Instituto Nacional de Biología Pesquera (hoy Instituto Nacional de Pesca) a través de sus investigadores S. Guzmán y H. Chapa (1965), proporcionan datos al respecto

Ante estos antecedentes, se inicia el estudio de beneficio y valor potencial de las algas pardas. Argentina, por conducto de Chirife y Gardner (1968), estudian el secado por medio de métodos artificiales en algas pardas (Macrocystis pyrifera) En 1959 el Dr. Vaughan se interesó en el metabolismo de los carbohidratos en M. pyrifera, realizando la identificación de los mismos.

Tratando de establecer el valor potencial de algunos constituyentes químicos presentes en algas pardas gigantes, Burd (1915) en Estados Unidos, logró su corroboración, sin embargo habría que constatar el uso de ciertas algas pardas (Macrocystis sp. y Laminaria sp.) y los métodos comerciales de extracción de los mismos y de ello Tseng (1941, 1947) describe estos dos puntos ampliamente.

Finalmente, tratando de encontrar nuevos horizontes a un recurso de la potencialidad de Macrocystis pyrifera, Scott, Neisheim y Young en 1969 hablan sobre la asimilación de ciertos productos alimenticios de

origen marino en la nutriología aviar.

Es mi propósito, dada la composición de Macrocystis pyrifera, de los requerimientos de la nutriología aviar y los medios regionales, utilizar este recurso natural en la industria aviar, que día a día constituye una fuente de riqueza no local, sino Nacional.

## II.- INFORMACION GENERAL

### IMPORTANCIA DEL RECURSO.=

Es Schofield en 1959 el que nos muestra la importancia de la Industria ficológica de California, con marcado interes en la Industria derivada de la utilización de Macrocystis pyrifera. Para ello se remonta al año de 1910, relacionado a fricciones políticas entre Alemania y los Estados Unidos de Norteamérica; el primero productor de potasa y el segundo importador.

Es obvio que los conflictos siempre acarrear soluciones y el conflicto entre las dos potencias anteriormente mencionadas, obligaron al gobierno de los Estados Unidos a realizar estudios exhaustivos a fin de conocer las fuentes potenciales de obtención de potasa, incluyendose en este estudio a las algas pardas: Macrocystis sp., Alaria sp., y Nereocystis sp.

Tal fué el hallazgo, que de estos últimos se obtuvieron, que su explotación (en 1913 fue de 2,500 toneladas húmedas, ascendiendo en una forma tan asombrosa, que en 1916 llegó a la cifra de 130,000 toneladas húmedas) orilló a buscar nuevas fuentes de abastecimiento que fueran capaces de satisfacer sus requerimiento de producción. De esta investigación encontraron esa nueva fuente, localizada en los mantos vírgenes de Baja California.

Esto ocasionó que desde 1956 a 1958, se otorgarían a empresas mexicanas permisos precarios para cosechar la materia prima. La utilidad de esta explotación dejó, una derrama económica en la región a través del pago de los impuestos fiscales correspondientes, los salarios de los empleados y las ganancias de los permisionarios.

Los permisos precarios, se convirtieron a partir de 1958, en una concesión, a la empresa mexicana Productos del Pacífico, S.A., continuando dicha empresa como vendedora de *M. pyrifera*, como materia prima de exportación.

La importancia comercial de este recurso lo demuestra el cuadro siguiente (Fig. 1) :

AÑO	PESO HUMEDO TON. BRUTAS	PESO SECO ESTIMADO TON. BRUTAS	VALOR ESTIMADO M.N.
1958.	3,500	490	437,500.00
1959	17,250	2,420	2,156,250.00
1960	14,300	2,000	1,787,500.00
1961	15,350	2,150	1,918,750.00
1962	20,800	2,900	2,592,000.00
1963	18,850	2,630	2,356,250.00
1964	22,900	3,200	2,662,500.00
1965	16,500	2,310	2,062,500.00
1966	23,100	3,230	2,887,500.00
1967	20,760	2,870	2,540,000.00
1968	28,500	3,900	3,542,500.00
1969	26,800	3,750	3,350,000.00
1970	29,200	4,080	3,650,000.00
1971	25,500	3,570	3,287,500.00

Fig. 1

POSICION TAXONOMICA Y DESCRIPCION DEL GENERO. =

Es una alga perene, de color pardo o café, de ahí su nombre genérico y descriptivo; es descendiente de plantas que sobrevivieron las épocas del hielo, características que no han perdido, ya que habitan en zonas de aguas frías o templadas, cuyas temperaturas fluctúan entre los 10 y 20°C, siendo el máximo tolerable los 26°C, aproximadamente.

Especie ruda y fuerte, conocida generalmente como " sargazo gigante ", habita en aguas de corrientes fuertes; en algunos casos en zonas de rompientes (Cabo Tórtola, Bahía Tortugas, B.C.S.). Llega a tener dimensiones que pasan los treinta metros de longitud, en mantos que ocupan superficies hasta centenares de kilómetros cuadrados.

El " sargazo gigante " pertenece de acuerdo a (Linneaus) L.C.

Agardh 1820 a:

PHYLLUM	PHAEOPHYTA
CLASSIS	HETEROGENERATAE
ORDO	LAMINARIALES
FAMILIA	Lessoniaceae
GENUS	<u>Macrocystis</u>
SPECIES	<u>pyrifera</u>

Segun Bory, existen dos especies afines identificadas, ambas localizadas entre California y Sitka Alaska, U.S.A. y son: M. integrifolia y M. augustifolia.

MORFOLOGIA EXTERNA. =

El esporofito es macroscópico, de gran tamaño y perene, cuyo ri-

zoma posee ramificaciones dicotomicas llamadas hapteras. El estipe (talo) es largo, delgado, cilindrico y flexible; pueden existir de dos a cuatro estipes en un mismo rizoma, formando varios estipes principales de gran longitud.

Las laminas son corrugadas y petioladas, cada una de ellas posee un neumatocisto globoso, periforme o fusiforme, localizado entre el petiolo y la parte terminal de la lamina. Estos neumatocistos llenos de gas son los que le dan flotabilidad al follaje de la planta.

La reproduccion es alterna, diplohaplonta, heteromorfica, tipica en la mayoria de las algas pardas. El gametofito asexual es conspicuo, los gametofitos sexuales, microscopicos, dioicos. La fusion de los gametos es oogama.

#### MORFOLOGIA EXTERNA. =

La caracteristica estructural mas conspicua de las algas marinas macroscopicas en general, es su organizacion celular.

El protoplasma, esta envuelto por una o varias capas de material inerte, conocido como pared celular. La composicion quimica de esta pared son principalmente carbohidratos. Estos carbohidratos pertenecen a dos categorias dependiendo de sus caracteristicas particulares de solubilidad o insolubilidad en agua hirviendo.

Los carbohidratos solubles en agua caliente son los polisacaridos productores de geles, tales como la algina y carragenina. Los carbohidratos insolubles en agua, son generalmente del tipo de la celulosa.

La región de crecimiento más activo y de gran división celular es el ápice. La zona meristemática más activa, se encuentra en una delgada banda adyacente a la porción mas anterior del estipe y se le conoce como lámina cimitarra.

El estipe, posee tejidos diferenciados; el meristodermo esta formado por tres o cinco capas celulares gruesas. El cortex, esta formado por más de treinta capas de células. El espesor de la médula y el cortex, en un estipe maduro, varia, siendo más grueso en el primero.

La fronda es de tamaño variable, cada lámina está sostenida por un estipe individual, cuya estructura es esencialmente igual a la del estipe de la planta.

Existen láminas basales diferenciadas llamadas "esporofilos", que poseen estructuras reproductoras llamados "esporangios", cuyo número varia de 16 a 32. Estos esporangios se encuentran localizados en áreas particulares de color pardusco y se denominan "soros".

#### DISTRIBUCION GEOGRAFICA Y FACTORES HIDROGRAFICOS QUE LA AFECTAN. =

Los mantos de Macrocystis sp. se encuentran distribuidos en aguas templadas; en el Hemisferio Sur, adyacentes a las masas continentales y alrededor de muchas islas sub-antárticas; en el Hemisferio Norte su distribución es típica de muchos organismos que habitan la zona templada sur (Ekman, 1953) ya que ocurren únicamente en la costa este del Océano Pacífico Norte.

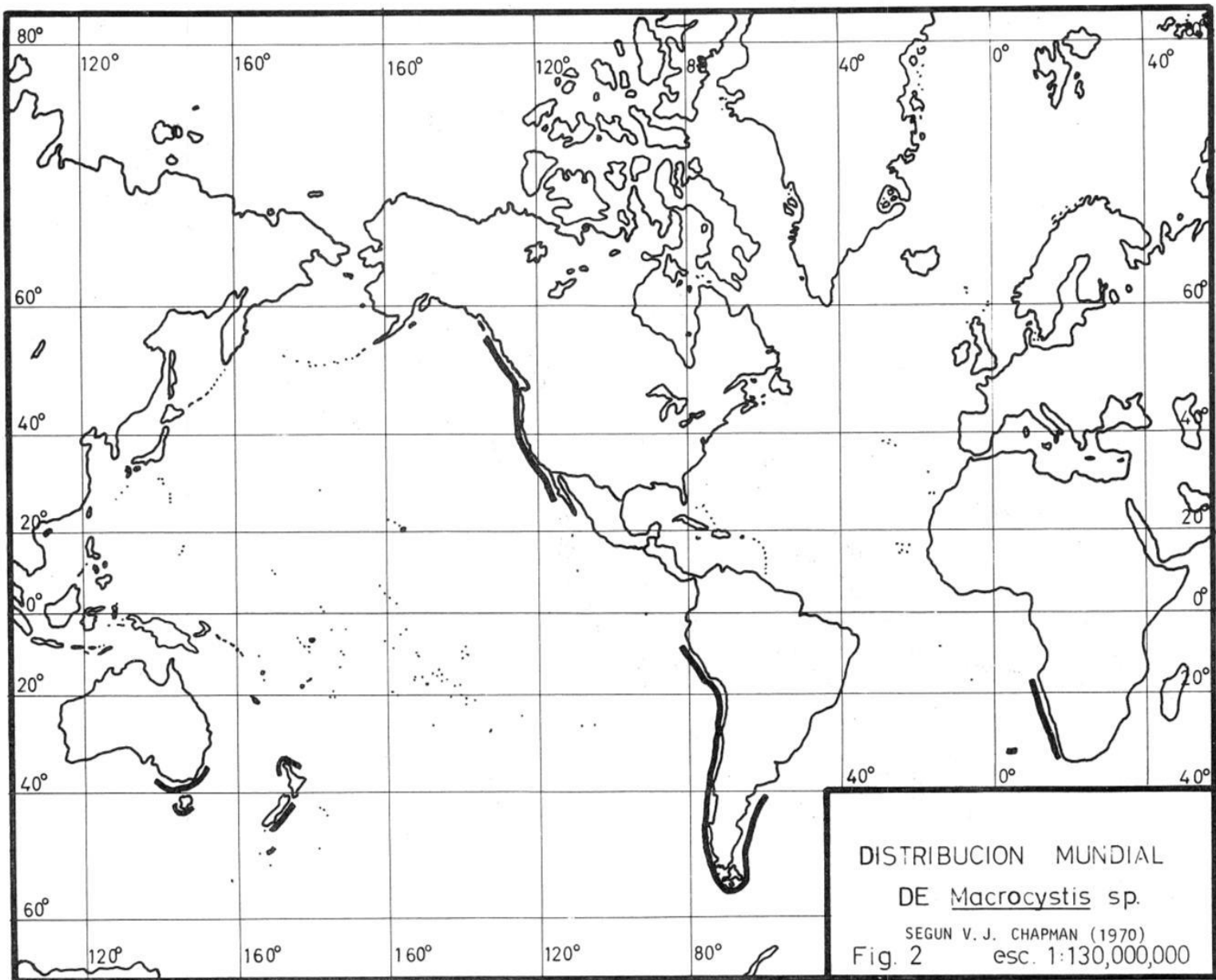
Esta distribución bipolar o antitropical, es probablemente el

resultado de un "puente" de agua fría que conecto las costas litorales del Oeste de Sudamérica con las costas del Este del Océano Pacífico Norte durante el cuaternario o antes (cf. Hubbs, 1952); originándose posteriormente una migración, que bien pudo haber sido en cualesquier sentido, hacia el norte o hacia el sur, por lo tanto haberse originado la especie en cualquier Hemisferio; sin embargo, una mayor y más amplia distribución en el Hemisferio Sur, favorece la idea de su evolución en esos parajes.

Macrocystis sp. se encuentra en las costas de Australia, Sud-Africa, Sur América (Argentina, Chile y Perú) (Fig. 2); en el Pacífico Norte, en su costa oriental, su distribución abarca desde la Lat, 55°N (Sitka, Alaska; M. integrifolia) hasta la Lat, 27°N (Punta San Hipólito, B.C.S.; M. pyrifer). (Fig. 3). El área de explotación en nuestras costas abarca desde la Lat, 32°N (Punta Mezquite, Islas Coronado, B.C.) hasta una Lat, 30°N (Isla San Martín, B.C.). (Fig. 4).

Los factores físicos, químicos, dinámicos y biológicos interactúan en un determinado medio ambiente, afectando la composición de la flora y fauna, influyendo notablemente en su distribución relativa y geográfica.

Factores físicos como la luz, cuya distinta composición al penetrar en las capas de agua, producen diferentes eficiencias en las algas obteniéndose diversas cantidades de materia orgánica sintetizada. Debido a estas características de penetración lumínica, producto de su longitud de onda, tenemos una distribución diferencial entre las algas. (figs. 5a, 5b, 5c).



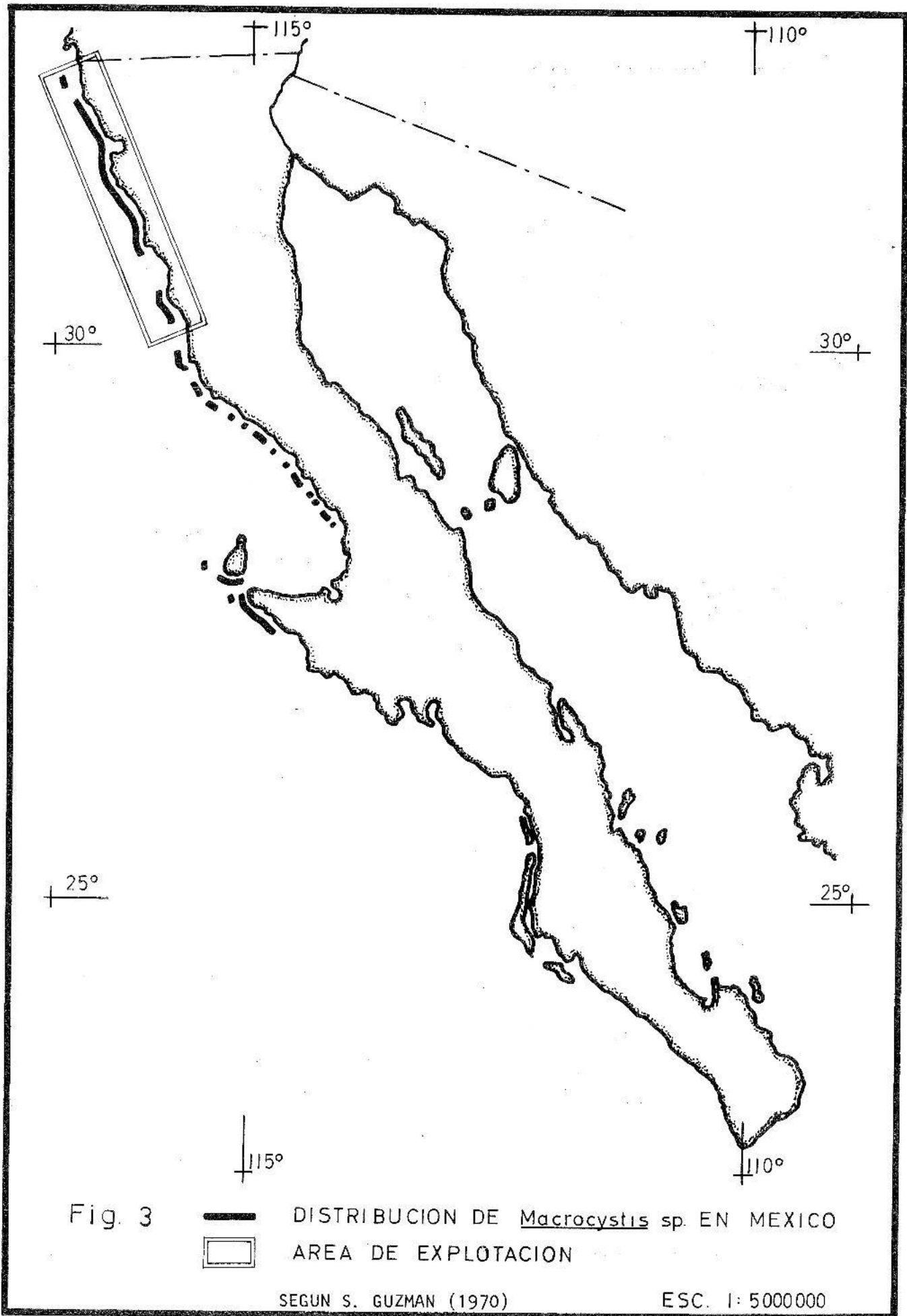


Fig. 3

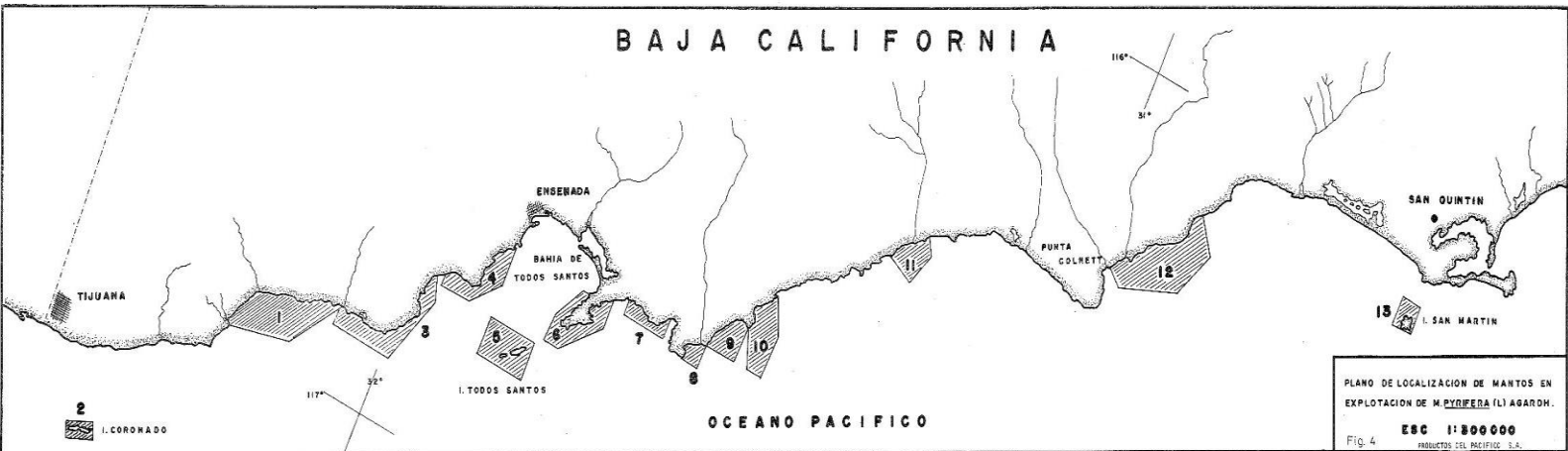


DISTRIBUCION DE *Macrocyctis* sp. EN MEXICO  
 AREA DE EXPLOTACION

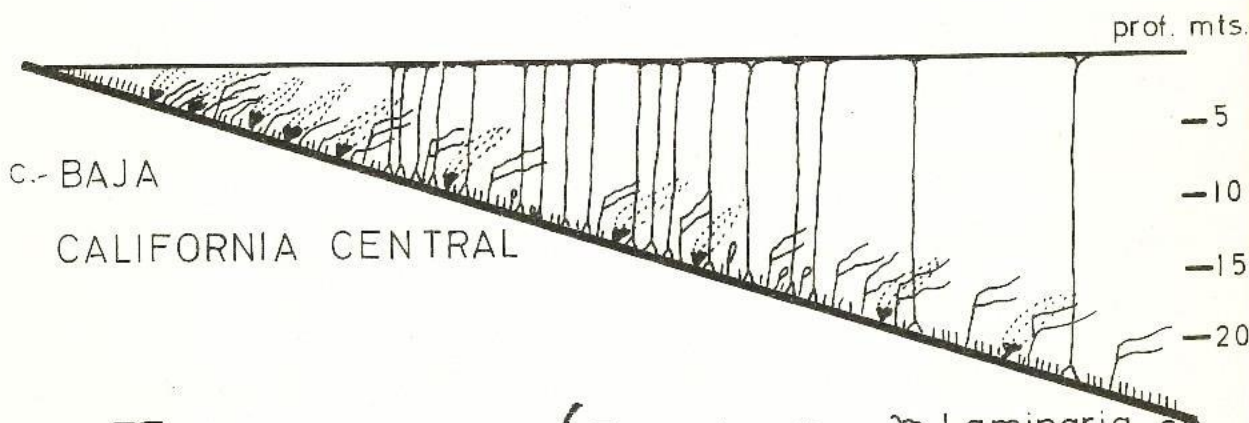
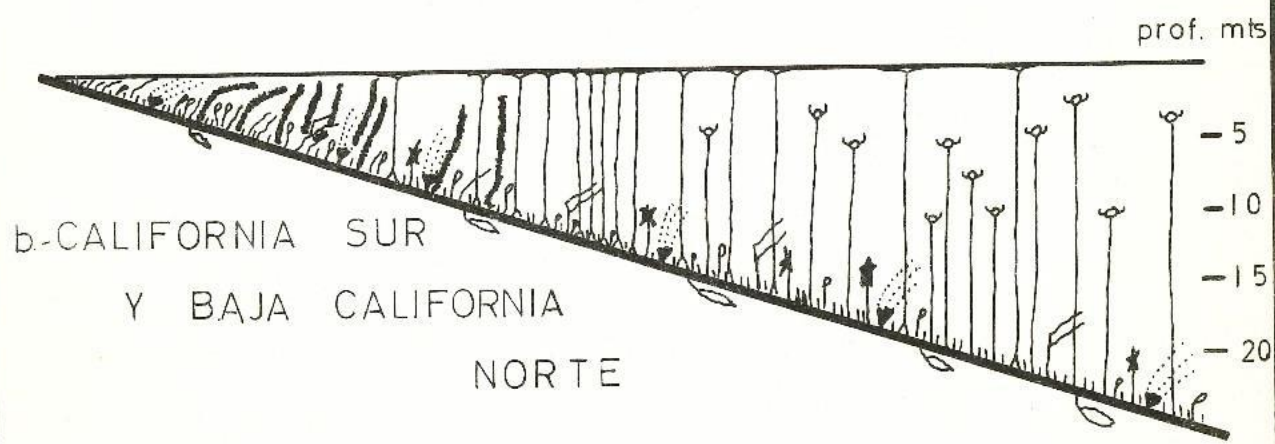
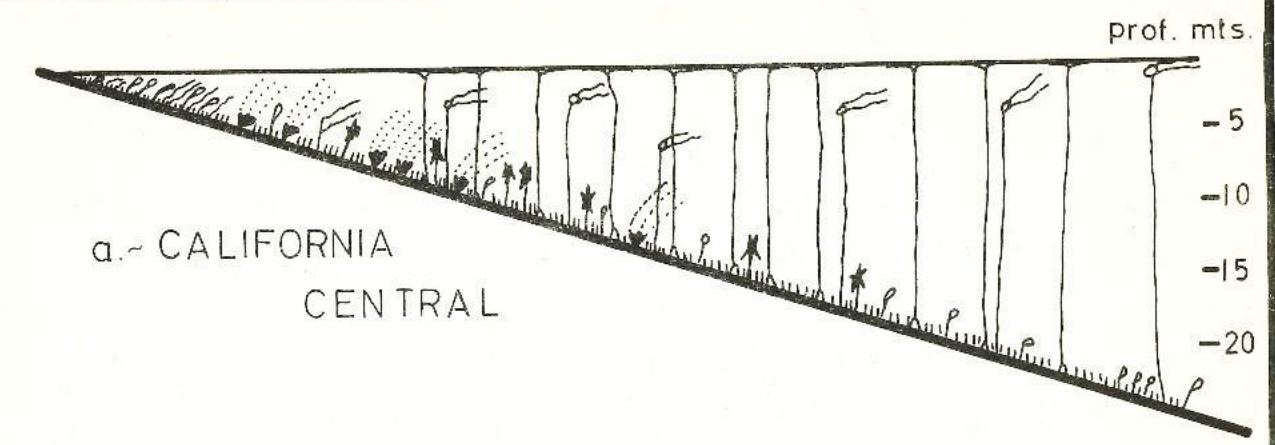
SEGUN S. GUZMAN (1970)

ESC. 1: 5000000

# BAJA CALIFORNIA



PLANO DE LOCALIZACION DE MANTOS EN  
EXPLOTACION DE M. PYRIFERA (L) AGARDH.  
ESC 1:200000  
Fig. 4  
PRODUCTOS DEL PACIFICO S.A.



- |   |                         |   |                         |   |                         |
|---|-------------------------|---|-------------------------|---|-------------------------|
| I | <u>Macrocystis</u> sp.  | / | <u>Egregia</u> sp.      | ∩ | <u>Laminaria</u> sp.    |
| I | <u>Nereocystis</u> sp.  | ∩ | <u>Cystoseira</u> sp.   | — | <u>Phyllospadix</u> sp. |
| I | <u>Pelagophycus</u> sp. | † | <u>Pterygophera</u> sp. | ∩ | algas rojas foliosa     |
|   |                         | ∩ | <u>Eisenia</u> sp.      | ∩ | algas coralinas         |

Fig. 5 DISTRIBUCION DIFERENCIAL DE ALGAS BENTONICAS EN TRES ZONAS DE NORTEAMERICA. SEGUN W. J. NORTH (1971)

En efecto, cerca de la superficie se encuentran algas clorofíceas preferentemente y a mayor profundidad algas pardas y rojas, que son capaces de absorber radiaciones de longitud de onda corta o pequeña.

Temperatura del agua que es una variable relativamente fácil de medir, y junto con la salinidad rigen procesos fundamentales de distribución de poblaciones, composición, variación y periodicidad de las floras litorales. La temperatura afecta esencialmente el ciclo biológico y el crecimiento de las algas (Fig. 6); siendo la temperatura máxima tolerable para *M. pyrifera* de 26° C.

El sustrato de cuyo tipo o características físicas depende la ocurrencia de algas litorales en cada localidad. El tipo de sustrato más favorable para el desarrollo de *M. pyrifera* es el rocoso, aunque existen especies fijadas en sustratos arenosos (Santa Bárbara, California) cuyo rizoma ha sufrido adaptaciones al medio y la fuerza de las corrientes y oleaje es casi nula.

Los factores químicos como salinidad, que influyen en la ocurrencia de algas, ya que su distribución depende de la resistencia de las plantas a los cambios de este parámetro. La salinidad influye también en los procesos osmóticos, regulando las concentraciones internas con el agua de mar.

El pH impide el desarrollo de una flora variada en zonas de gran actividad fotosintética, alcalinizando el medio. Interviene junto con la evaporación, en la precipitación de carbonatos que son importantes para el mantenimiento de las propiedades protoplasmáticas celulares, formación de coloides y materiales de la pared celular.

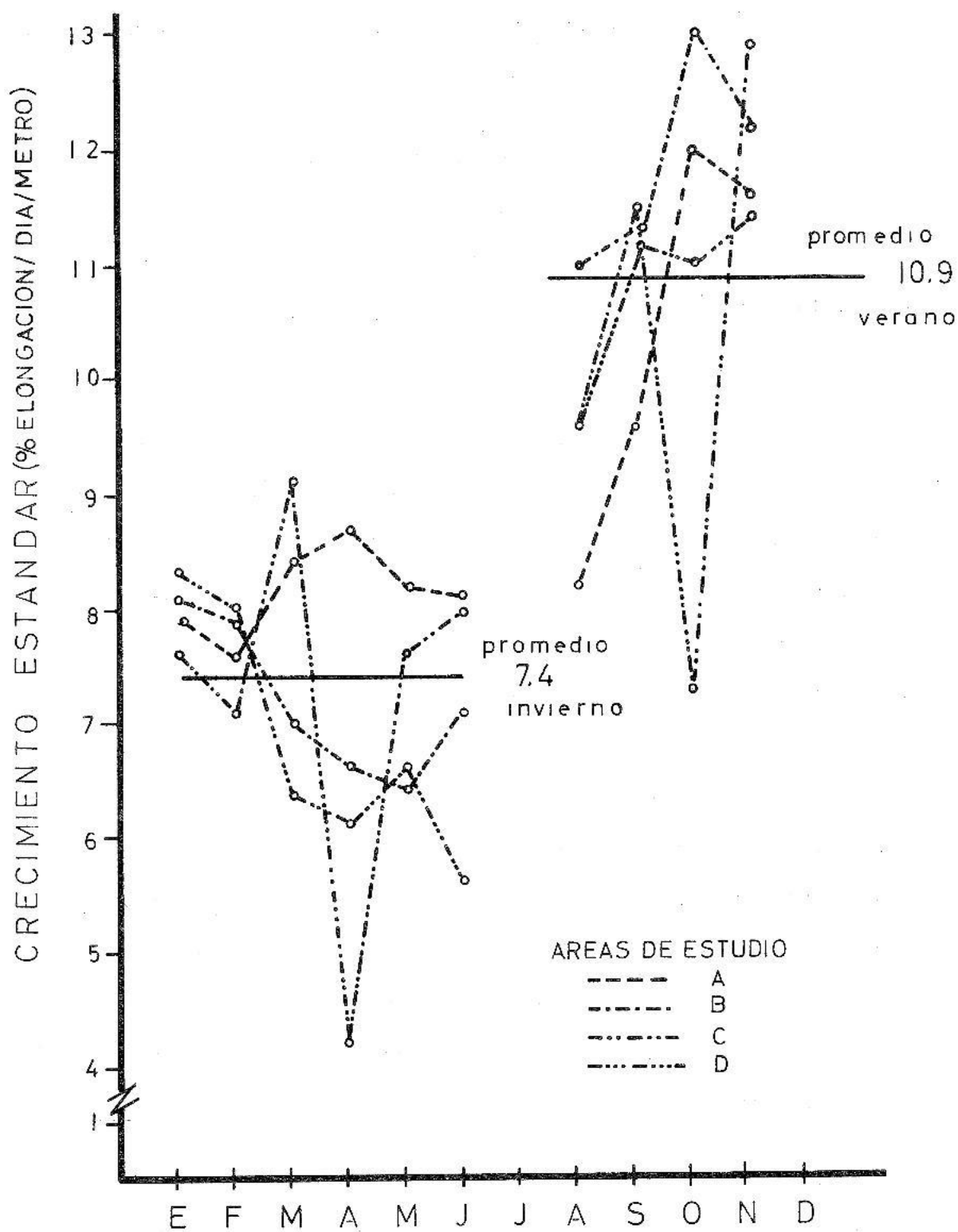


Fig. 6 CRECIMIENTO ESTANDAR (% DE ELONGACION DIARIA / LONG. DE FRONDA EN UN METRO) PARA *Macrocystis pyrifera* EN INVIERNO (125°C) Y VERANO (20°C) EN BAHIA TORTUGAS, B.C.S.

Nutrientes y bióxido de carbono cuya disponibilidad en el medio ambiente marino, cuando la cantidad de luz es suficiente, tienen particular importancia en la distribución de algas bentónicas.

Los efectos de los contaminantes en el medio ambiente de algas bentónicas (Macrocystis sp.) son variables, desde la destrucción total de los mantos, hasta inhibiciones en sus funciones fisiológicas, principalmente en la sintetización de materia orgánica, respiración y reproducción.

Los factores de índole dinámico tales como movimientos de masas de agua, oleaje, corrientes, surgencias y viento, uniforman las condiciones físicas y químicas, interviniendo en la dispersión de esporas, incrementando su distribución geográfica. La flora varía en su distribución relativa en una zona, dependiendo de las condiciones dinámicas de la misma y la resistencia de las algas a la acción de estos factores dinámicos. Especies que habitan diferentes medios con características dinámicas diferentes, manifiestan cambios morfológicos, producto de su adaptación a ese medio. Tal es el caso de Macrocystis sp. cuyas especies, M. pyrifera en el sur, esta adaptada a vivir en zonas de rompiente o de fuertes corrientes, y es de frondas gruesas y rizoma fuerte; M. augustifolia y M. integrifolia de las costas del norte (California hasta Alaska) característica de aguas frías de movimientos no muy fuertes o de bahías protegidas, se desarrollan en plantas relativamente mayores en tamaño y de frondas flácidas.

Los factores biológicos como predación, actividad microbial, competencia de sustrato y restricción lumínica, con los cuales existe una gran relación al proporcionarles u ofrecerles competencia de alimento y de habitat a otras algas y animales.

El erizo de mar (Strongilocentrotus sp.) y el abulon (Haliotis sp.) influyen en la existencia de Macrocystis sp., ya que la predacion intensiva de poblaciones grandes de estos individuos, destruyen la vegetacion existente e inhiben la repoblacion, al impedir el reclutamiento de algas juvenes.

Estos factores intimamente relacionados forman el habitat de Macrocystis sp., siendo limitativo de la distribucion geografica y relativa de la misma. Dichos factores fisicos, quimicos, dinamicos y biologicos pueden actuar independientemente o bien, combinados en diferentes proporciones dependiendo de la estacion del ano y su localizacion geografica.

Probablemente, el factor mas importante, que limite la distribucion de Macrocystis sp. mundialmente, es la temperatura, ya que el genero florece en aguas templadas y no ocurre en aguas tropicales y su importancia tambien decrece en areas de temperaturas muy frias en aguas del Artico y Antartico.

#### DISPONIBILIDAD.=

El tamano de M. pyrifera ha impedido establecer metodos directos para la medicion de su biomasa o la disponibilidad de esta alga en mantos de Baja California; es por esta caracteristica que acarrea una dificultad en el manejo de los especimenes, que se ha optado por emplear metodos de medicion indirectos.

El metodo mas usado, es el de la determinacion del peso de las frondas en un area conocida para encontrar un promedio de peso por unidad

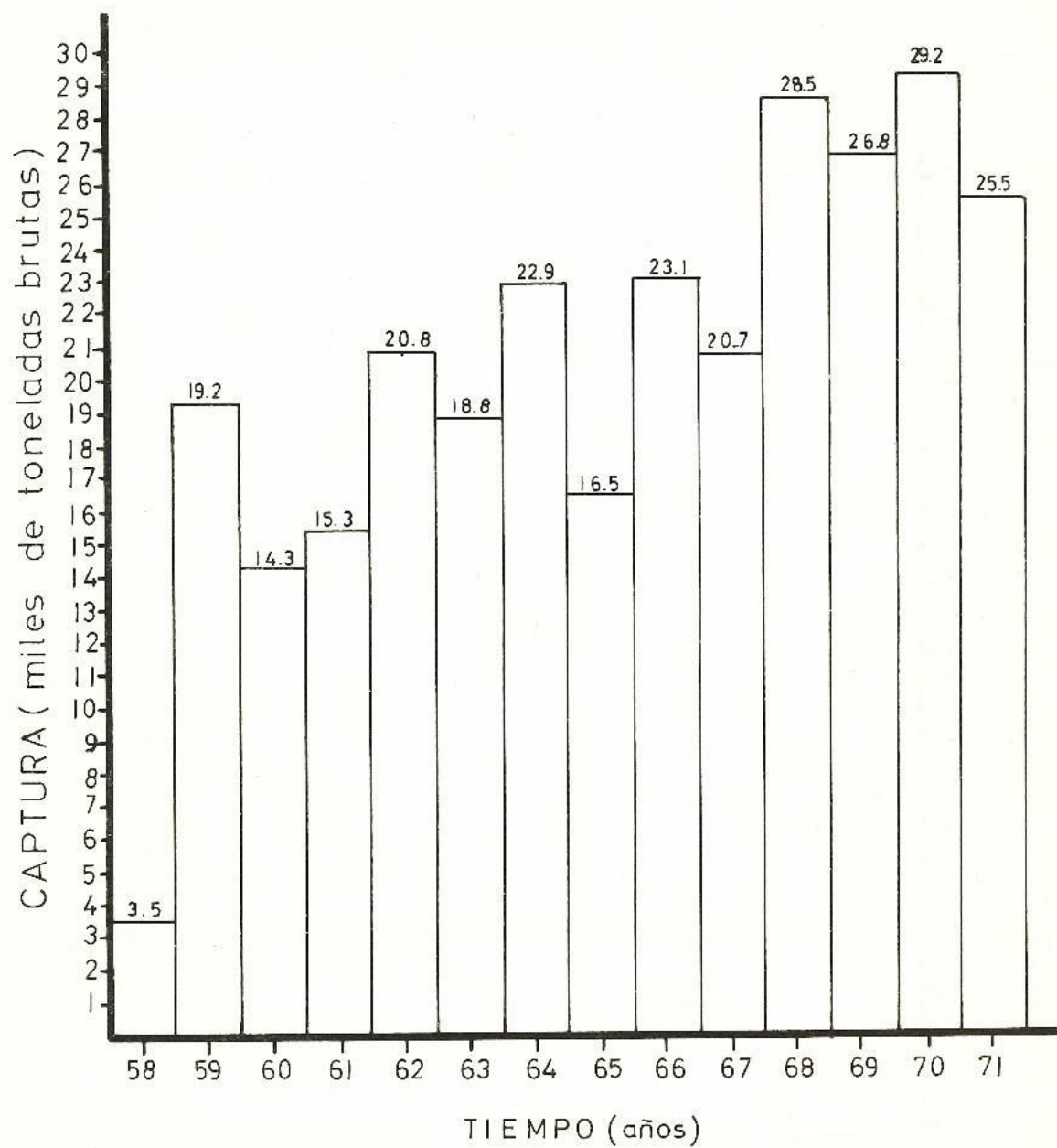
de área ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ). Conocido este promedio, se multiplica por el área total de explotación, encontrándose así el volumen disponible a cosecharse.

Dado a que la concentración o abundancia de las algas varía en cada zona, se obtiene una serie de biomasa parciales, que sumándose nos dan la disponibilidad de *M. pyrifera* en nuestras costas.

Otra característica de la medición de biomasa en *M. pyrifera*, es la habilidad de esta de regenerar su fronda rápidamente, este factor es importante ya que mantiene el valor de la biomasa más o menos constante. (*Macrocystis* sp. tiene el promedio de elongación autotrófica más alto entre las plantas conocidas, ya sean marinas o terrestres; este promedio de elongación es de 50 centímetros diarios).

El factor que más influye en su disponibilidad en nuestras costas (desde el punto de vista comercial), sería el dominar grandes áreas, ya que en la actualidad ciertos mantos del norte del Estado se han visto disminuidos en tamaño y densidad debido a la acción de contaminantes provenientes de Rosarito, B.C. (planta de depósito de combustibles PEMEX).

Según S. Guzmán (com. verbal) la disponibilidad del recurso para fines comerciales, se podría duplicar ya que en la actualidad se encuentra sub-explotado debido a la falta de mercado, o sea que el promedio anual de 25,000 toneladas húmedas (Fig. 7) cosechadas en Baja California y la productividad individual de los mantos (Figs. 8, 9a, 9b, 10a, 10b, 10c, 10d, 11a, 11b, 12a, 12b, 13a y 13b), estos fácilmente soportarían una explotación que llegara a las 50,000 toneladas húmedas, esto siempre y cuando se incluyan los mantos localizados al sur de Isla San Martín (Lat,  $30^{\circ}30'$  N) hasta Punta San Hipólito (lat,  $27^{\circ}$  N).



VOLUMEN DE EXPLOTACION ANUAL 1958-71  
DE Macrocyctis pyrifera.

Fig. 7

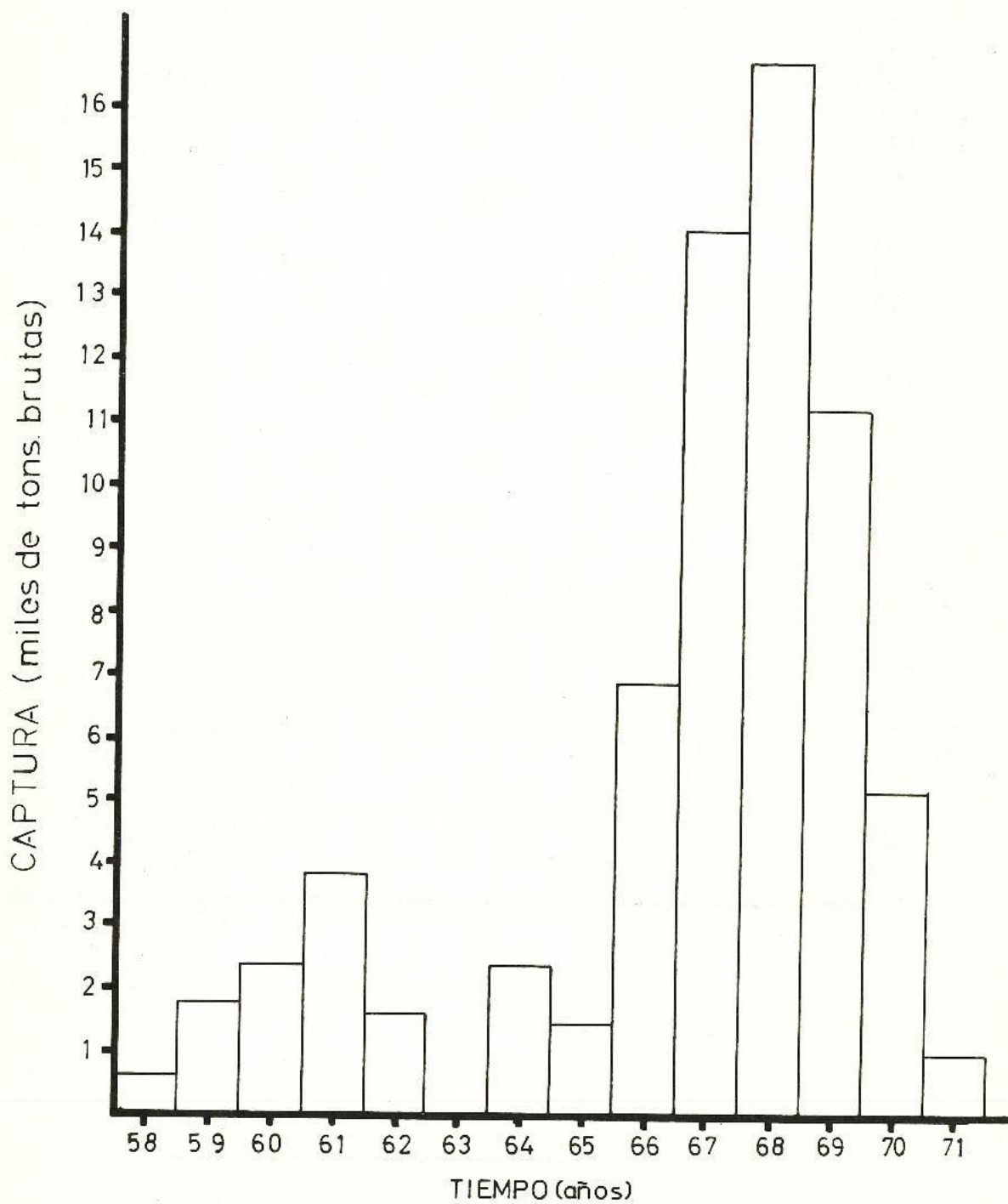


Fig.8 MANTO 1 PUNTA MEZQUITE Sup. Aprox. 80 Km.<sup>2</sup>

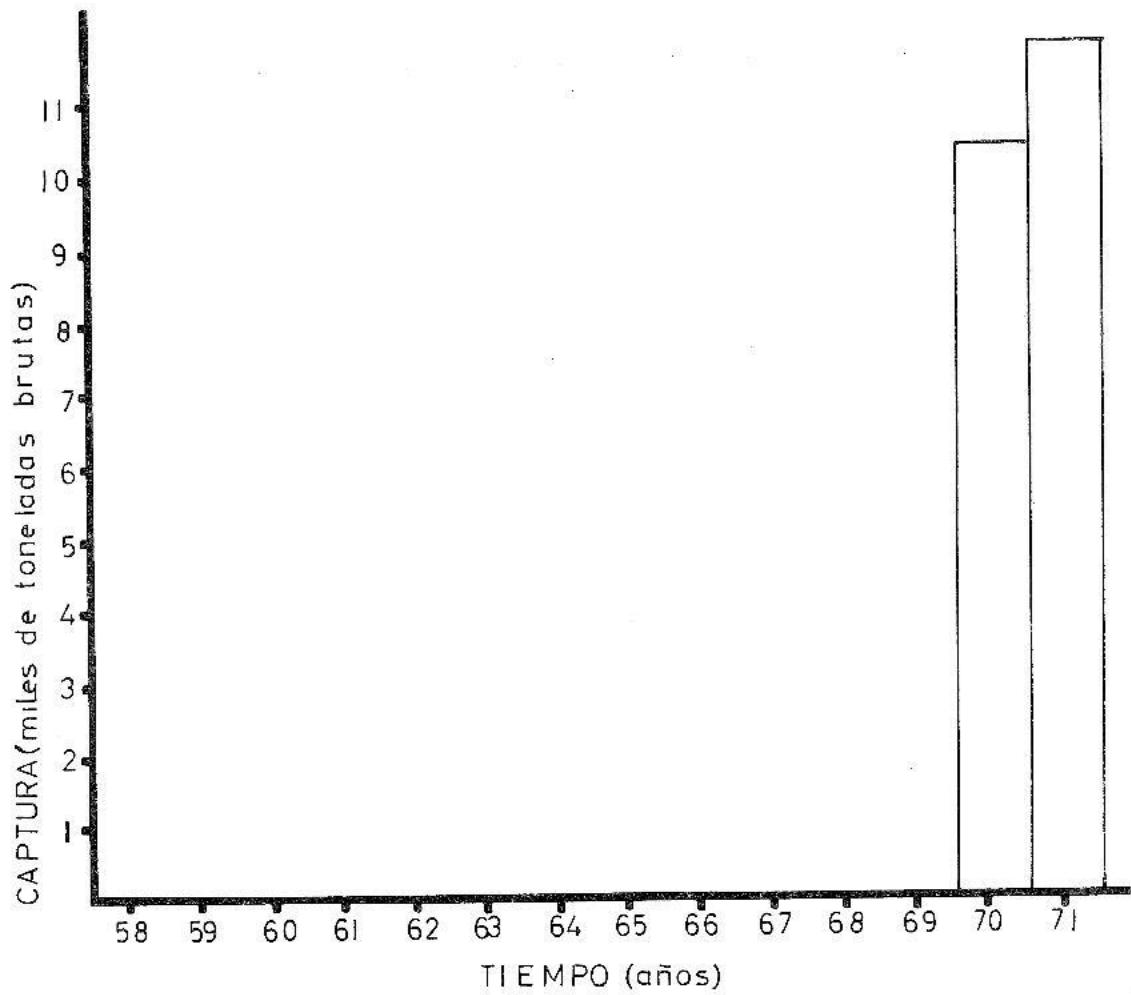


Fig.9a MANTO 2 I. CORONADO Sup. Aprox. 16 Km<sup>2</sup>

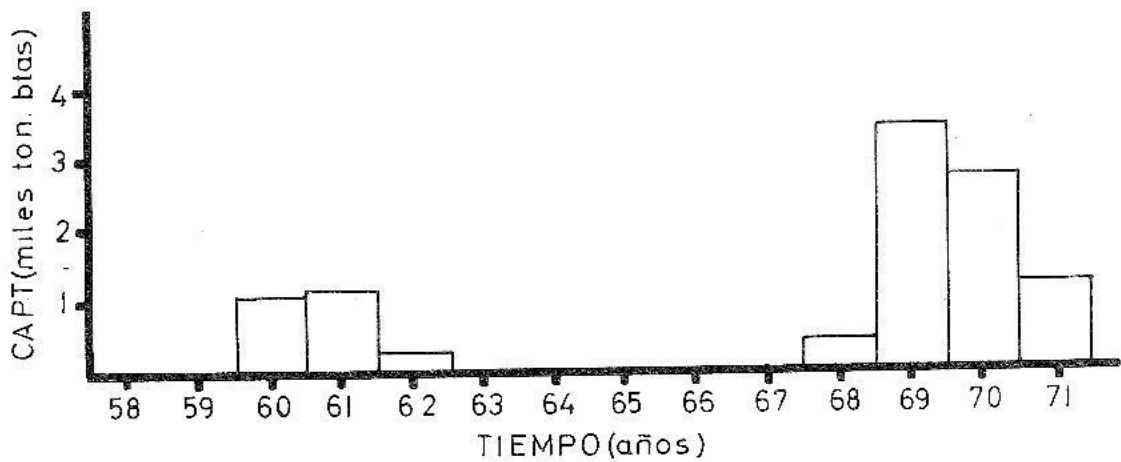


Fig.9b MANTO 3 SALSIPUEDES Sup. Aprox. 50Km<sup>2</sup>



Fig. 10a MANTO 4 SAN MIGUEL-EL SAUZAL Sup. Aprox. 36 Km<sup>2</sup>

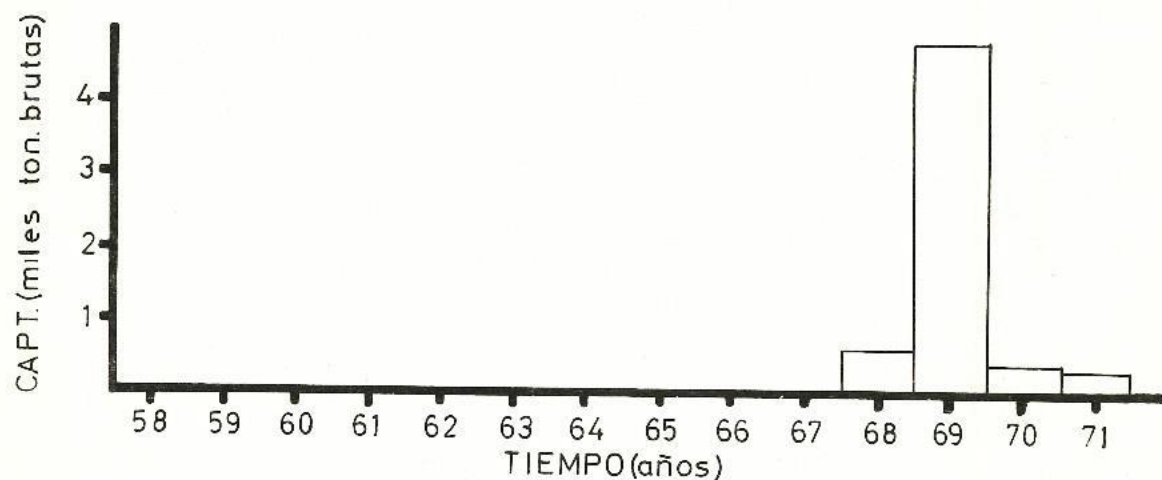


Fig. 10b MANTO 5 I. TODOS SANTOS Sup. Aprox. 50 Km<sup>2</sup>

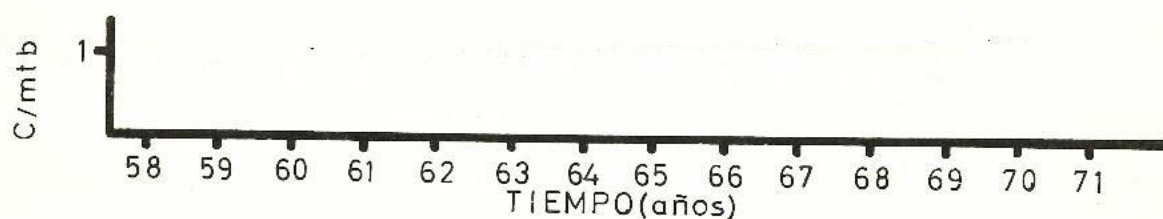


Fig. 10c MANTO 6 PUNTA BANDA Sup. Aprox. 35 Km<sup>2</sup>

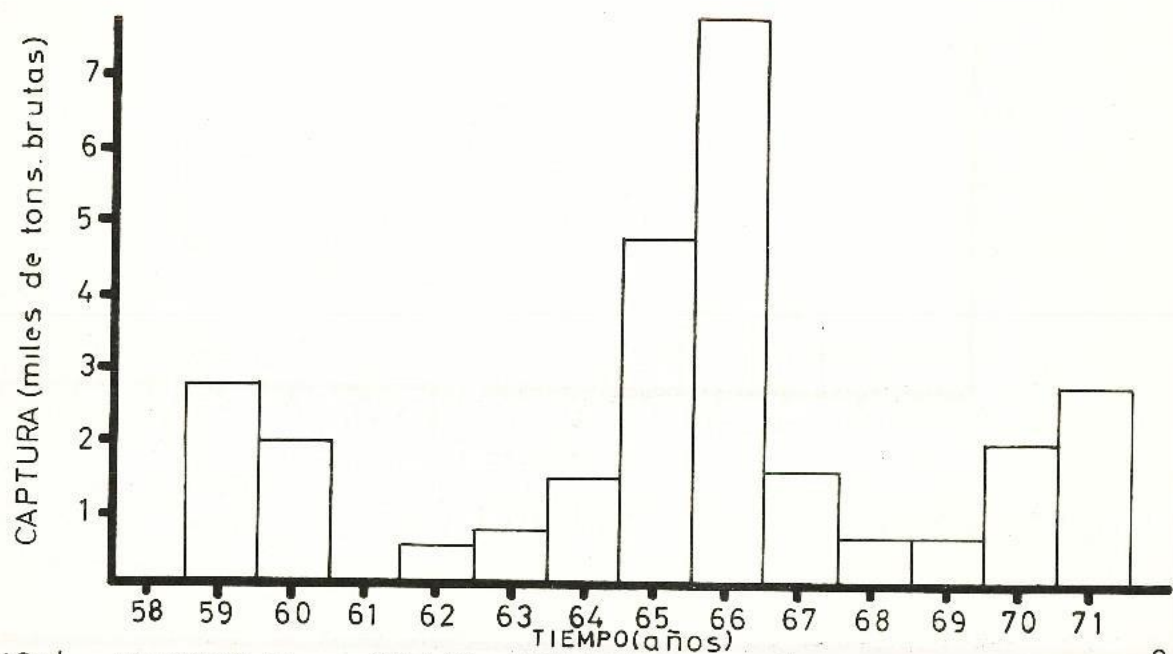


Fig. 10d MANTO 7 BAHIA SOLEDAD Sup. Aprox. 16 Km<sup>2</sup>

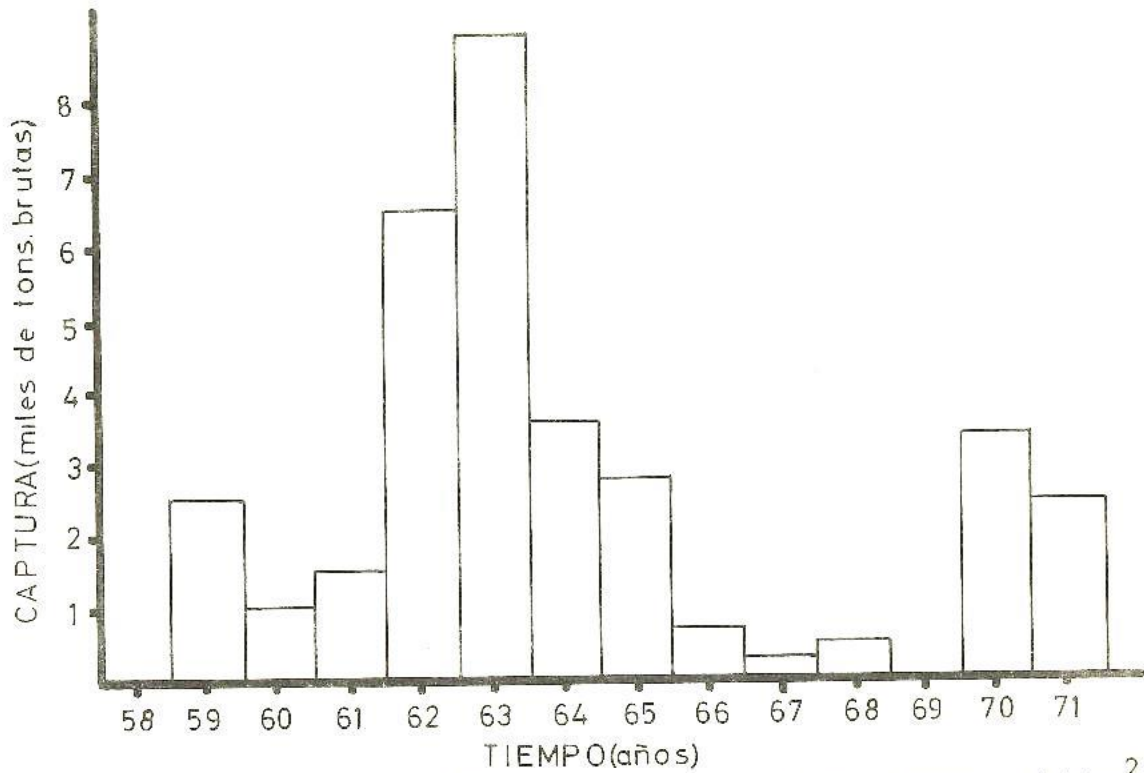


Fig. IIa MANTO 8 SANTO TOMAS Sup. Aprox. 11 Km.<sup>2</sup>

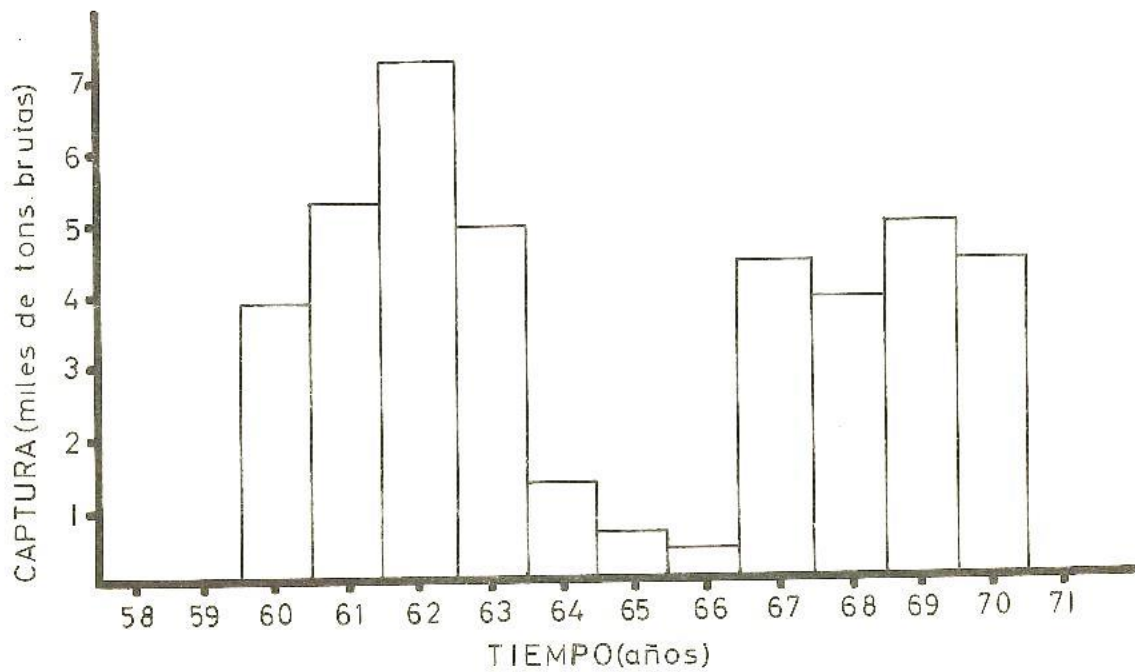


Fig. IIb MANTO 9 PUNTA CHINA Sup. Aprox. 11 Km.<sup>2</sup>

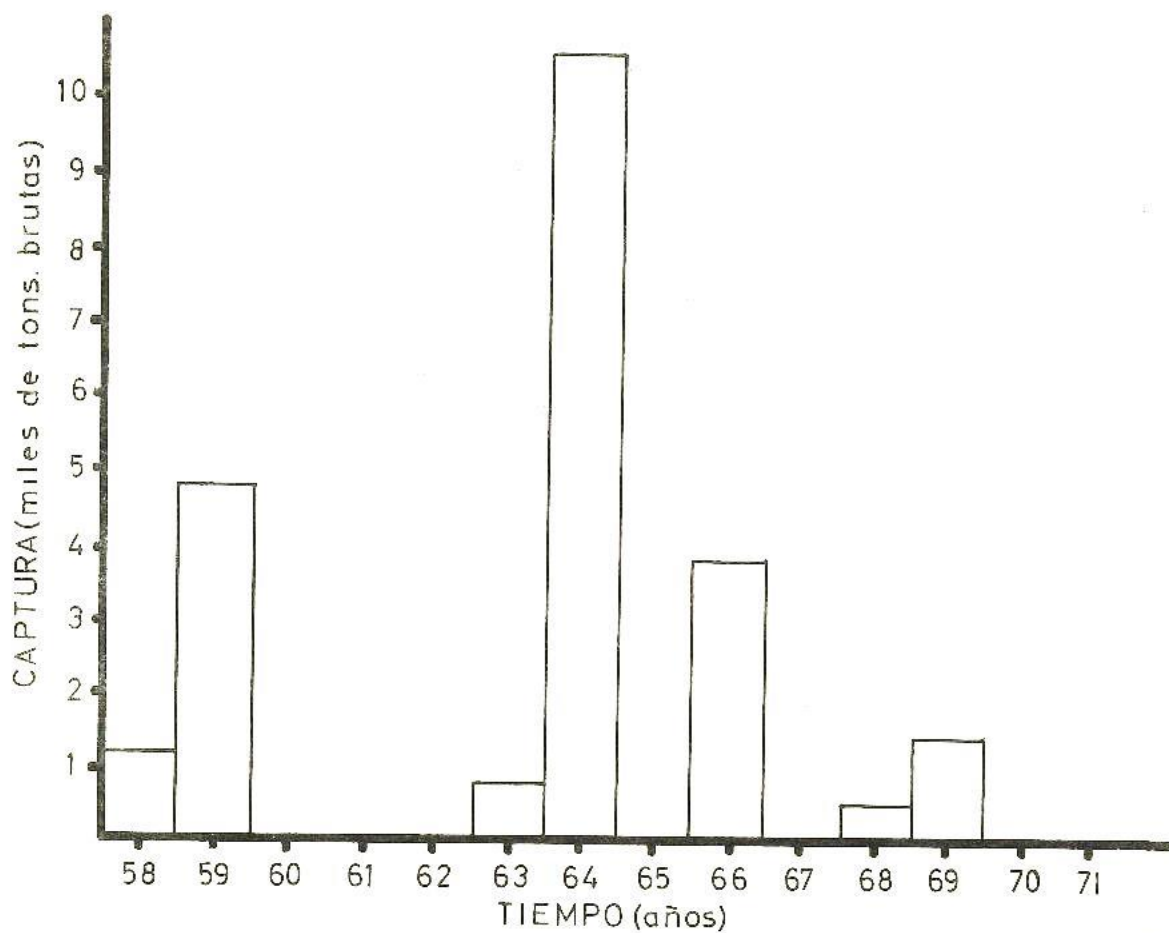


Fig. 12a MANTO 10 PUNTA SAN JOSE Sup. Aprox. 39 Km.<sup>2</sup>

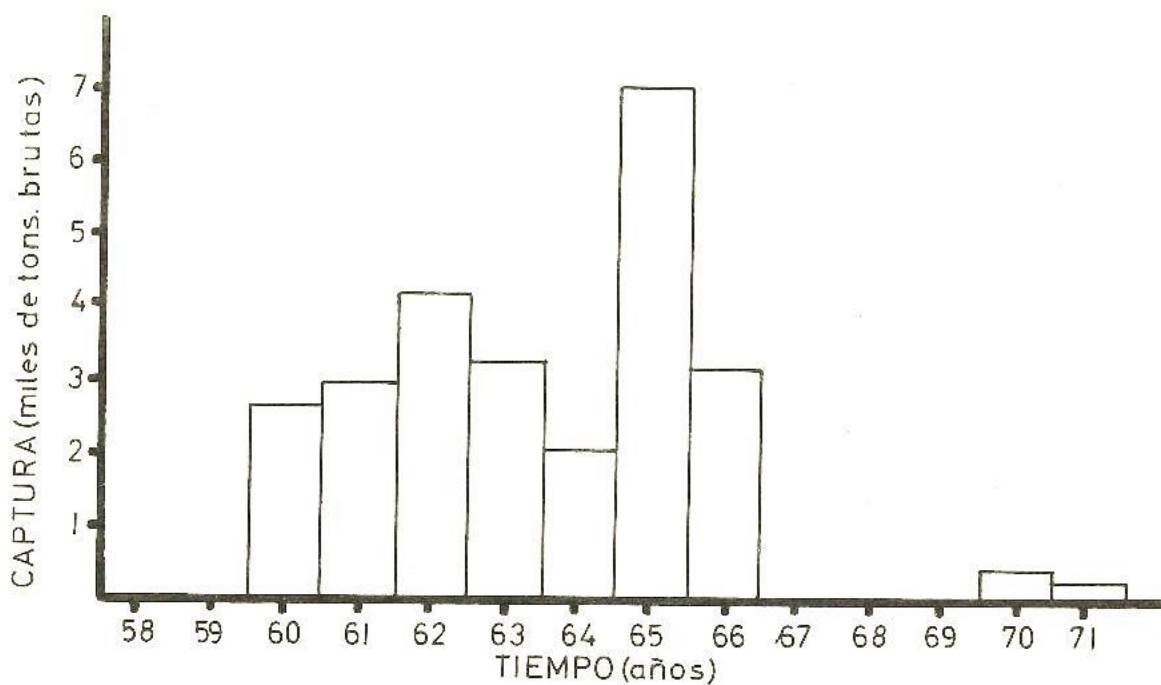


Fig. 12b MANTO II PUNTA SAN ISIDRO Sup. Aprox. 22 Km.<sup>2</sup>

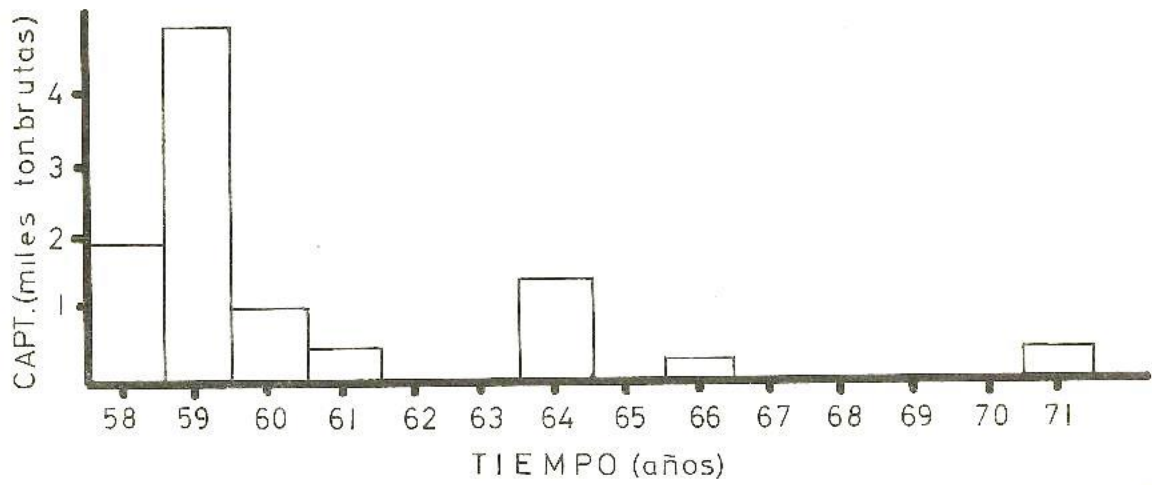


Fig. 13a MANTO 12 PUNTA SAN TELMO Sup. Aprox. 90 Km<sup>2</sup>

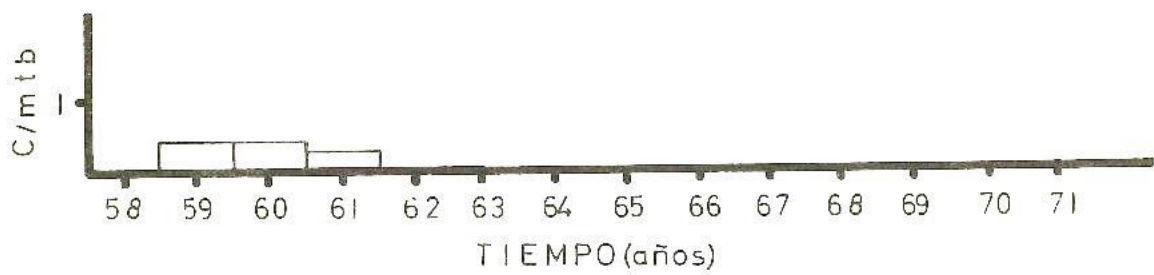


Fig. 13 b MANTO 13 I. SAN MARTIN Sup. Aprox. 10 Km<sup>2</sup>

## METODOS DE COSECHA Y SU EFECTO EN LOS MANTOS. =

Los métodos de cosecha de Macrocystis sp. a gran escala, fueron descritos por Tseng en 1944 y 1947. En la antigüedad se cosechaba Macrocystis sp. por medio de métodos manuales, o por medio de su recolección en las playas después de resacas o "arribazones".

En la actualidad los métodos de cosecha son más eficaces, embarcaciones equipadas con podadores mecánicos que cortan la fronda del alga hasta una profundidad de un metro y medio, lo que da por resultado que solo la parte distal sea cortada; al desplazarse la embarcación lentamente sobre el manto, parte del aparato podador es sumergido; efectuándose posteriormente el corte por medio de la acción cortadora de las navajas (vertical y horizontal); el alga es subida a bordo por medio de una banda transportadora que eleva el material cortado hasta el área de almacenamiento donde es bañada por una sustancia preservativa (Formol 4%); la velocidad del barco sargacero, la rotación de la banda transportadora y la acción cortadora de las navajas, es sincronizado con el fin de no dañar los estipes o arrancar la planta.

El efecto del corte industrial del "sargazo gigante" en la fauna marina, ha sido objeto de constantes discusiones, entre concesionarios de pesca deportiva, los concesionarios de la explotación de algas (Macrocystis pyrifera) y técnicos capacitados en la materia, los cuales no han llegado a una solución satisfactoria.

Lo que sí es un hecho, es que una cosecha debidamente regulada

no solo incrementa el crecimiento de los mantos, al permitir el paso de la luz hacia frondas inmaduras de esporofitos jóvenes; sino que evita también, que una gran cantidad de sargazo "viejo", sea llevado a la costa por el oleaje y las corrientes, aumentando la acción microbial y demacrando el aspecto de las playas.

Por lo que respecta al uso de los mantos sargaceros para la pesca deportiva, en volumen (valor de desembarco), este es mínimo; existiendo el factor de que algunas especies de valor comercial no están asociadas con los mantos y que otras especies están asociadas casualmente (aquellos organismos que usan temporalmente el "sargazo" como guarida o que predan sobre los organismos asociados a las algas). Entre las especies de valor comercial se conocen ocho especies como "asociadas casualmente", estas incluyen (Anchoveta, Bonito, Macarela, Sardina y Atún) y solo seis asociadas íntimamente (Bacalao, Rockcod, pez escorpión, mero, cabrilla y vieja), siendo más importantes los primeros por su volumen de captura y la retribución económica para la entidad.

### III.- COMPOSICION QUIMICA Y PROCESO

#### MATERIAL. =

Con objeto de tener muestras que fueran representativas se recolecto producto en tres distintas localidades, a saber: la Punta Norte de las Islas Todos Santos (5 muestras), mantos de San Miguel y el Sauzal (6 colectas a intervalos de 10 metros).

Los diversos especímenes colectados ( frondas y estipes ) fueron colectados en recipientes de plástico de capacidad de cuatro litros , usando para su preservación únicamente agua de mar. Su traslado al laboratorio, se efectuó inmediatamente, para realizar los análisis en las muestras frescas ( humedad, sólidos, materia orgánica y el porcientos de ellos ) y en el producto seco ( cuantificación de elementos y compuestos).

#### ANALISIS QUIMICO DE Macrocystis pyrifera. =

##### ANALISIS DE LA MATERIA HUMEDA. -

En la Fig. 14 se muestra la tabla de composición en gramos y por ciento de materia orgánica y sólidos, con relación al peso húmedo de la muestra colectada de M. pyrifera.

Fig. 14

MUESTRA NUMERO	PESO HUMEDO gr.	SOLIDOS gr.	MATERIA ORGANICA gr.	% SOLIDOS	% MATERIA ORGANICA	% AGUA
1	59.0	5.90	3.73	10.00	6.32	83.68
2	111.4	11.24	7.23	10.08	6.48	83.44
3	304.0	33.57	20.44	11.04	6.72	82.24
4	637.0	63.60	36.60	9.98	5.74	84.28
5	1271.0	139.40	83.00	10.97	6.53	82.50
6	1640.0	189.40	112.70	11.54	6.86	81.60
7	3035.0	345.10	209.00	11.37	6.88	81.75

## PROMEDIOS CALCULADOS:

% sólidos	10.711
% materia orgánica	6.504
% agua	<u>82.784</u>
TOTAL	99.999

En la Fig. 15 se muestra la tabla de composición parcial del estipe y la fronda, con relación al peso total de las plantas colectadas.

Fig. 15

	FRONDA			ESTIPE		
	% SOLIDOS	% CENIZA	% MAT. ORG.	% SOLIDOS	% CENIZA	% MAT. ORG.
1	5.70	1.80	4.06	4.13	1.88	2.25
2	5.68	1.40	4.28	4.40	2.20	2.20
3	7.00	2.68	4.30	4.04	1.63	2.40
4	5.80	2.55	3.40	4.12	1.64	2.27
5	7.80	3.10	4.80	3.02	1.26	1.80
6	7.20	2.80	4.40	4.31	1.85	2.45
7	<u>7.60</u>	<u>2.80</u>	<u>4.50</u>	<u>4.00</u>	<u>1.70</u>	<u>2.30</u>
Prom.	<u>6.68</u>	<u>2.44</u>	<u>4.24</u>	<u>4.00</u>	<u>1.73</u>	<u>2.24</u>

## ANALISIS DE LA HARINA DE ALGAS ( materia seca ).=

Fig. 16

	<u>promedio</u>	<u>maximo</u>	<u>minimo</u>
Humedad ( % )	13.3	17.8	10.2
Grasas ( % )	1.1	1.9	0.5
Proteinas ( % )	9.2	11.6	6.5
Cenizas ( % )	33.0	43.4	30.0
Fibra ( % )	4.4	5.2	3.5
NFE ( % )	37.2	48.2	29.1
Carbohidratos (NFE + fibra) ( % )	41.6	52.8	34.3
Acido Alginico ( % )	17.4	22.3	14.9
Furoidina ( % )	15.0	15.0	15.0
Laminarina ( % )	0.3	0.5	0.1
Xantofila ( mg )	1.2	1.2	1.2
Proteina digerida por Pepsina ( % )	43.8	43.8	43.8
Azucar (invertido) ( % )	0.0	0.0	0.0
Proteina Ureica ( % )	0.0	0.0	0.0
Compuestos organo-ferricos	menos de 0.05 partes por millon		

## Vitaminas:

A	90 UI	por g. de alga seca			
B <sub>1</sub>	0.7 microgramos	por g. de alga seca			
B <sub>2</sub>	13	"	"	"	"
B <sub>6</sub>	18	"	"	"	"
B <sub>12</sub>	12.3 x 10 <sup>-6</sup>	"	"	"	"
C	200	"	"	"	"
Ac. Nicotinico	50	"	"	"	"
D	680 UI	por g. de alga seca			

## Elementos Inorgánicos:

Sodio (Na)	6.13 %
Potasio (K)	14.10 %
Manganeso (Mn)	9.20 p.p.m.
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.54 %
Magnesio (Mg)	1.00 %
Azufre (S)	1.97 %
Cloruros (Cl)	15.30 %
Calcio (CaO)	4.57 %
Cobalto (Co)	0.0002 %
Cobre (Cu)	0.0025 %
Fierro (Fe)	0.0043 %

## PROCESAMIENTO. =

Consta de las siguientes operaciones: Lavado, Sub-división, Secado, Enfriado, Molienda (pulverización) y Envasado.

Lavado = En virtud que la cosecha se emplea Formol (4%) como preservativo y teniendo en cuenta las sales existentes en el exterior del alga, es indispensable el lavado, a efecto de remover las impurezas adicionadas.

Dicho lavado se efectua en una pileta ovalada de 5 metros de largo, por 3 de ancho y 1 de profundidad (Fig. 17). Debiendo tener una circulación el agua de la pileta, es necesario disponer de aspas o paletas de 1 metro de largo por 50 centímetros de ancho, accionadas por un motor eléctrico.

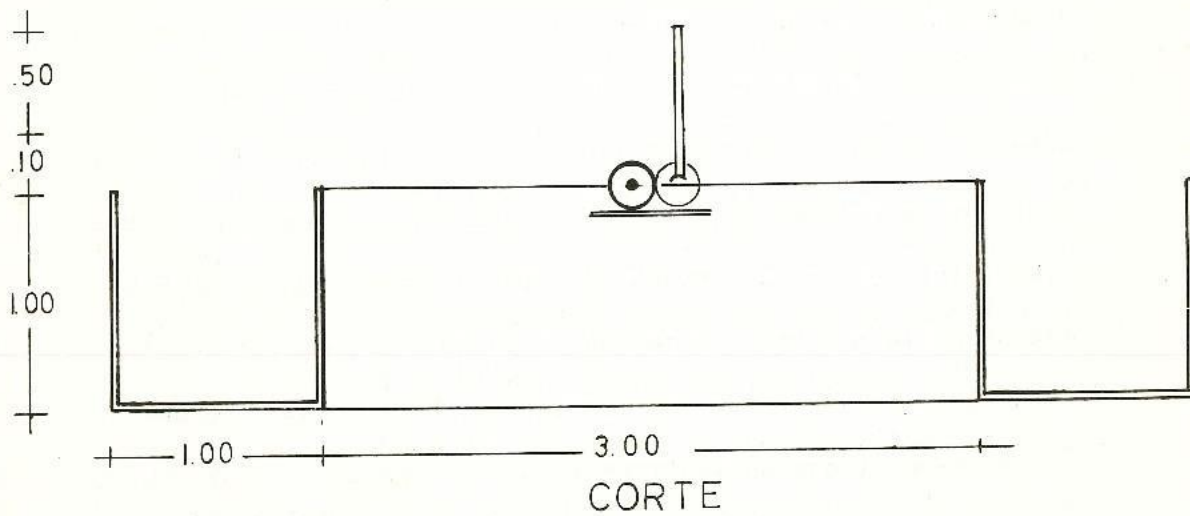
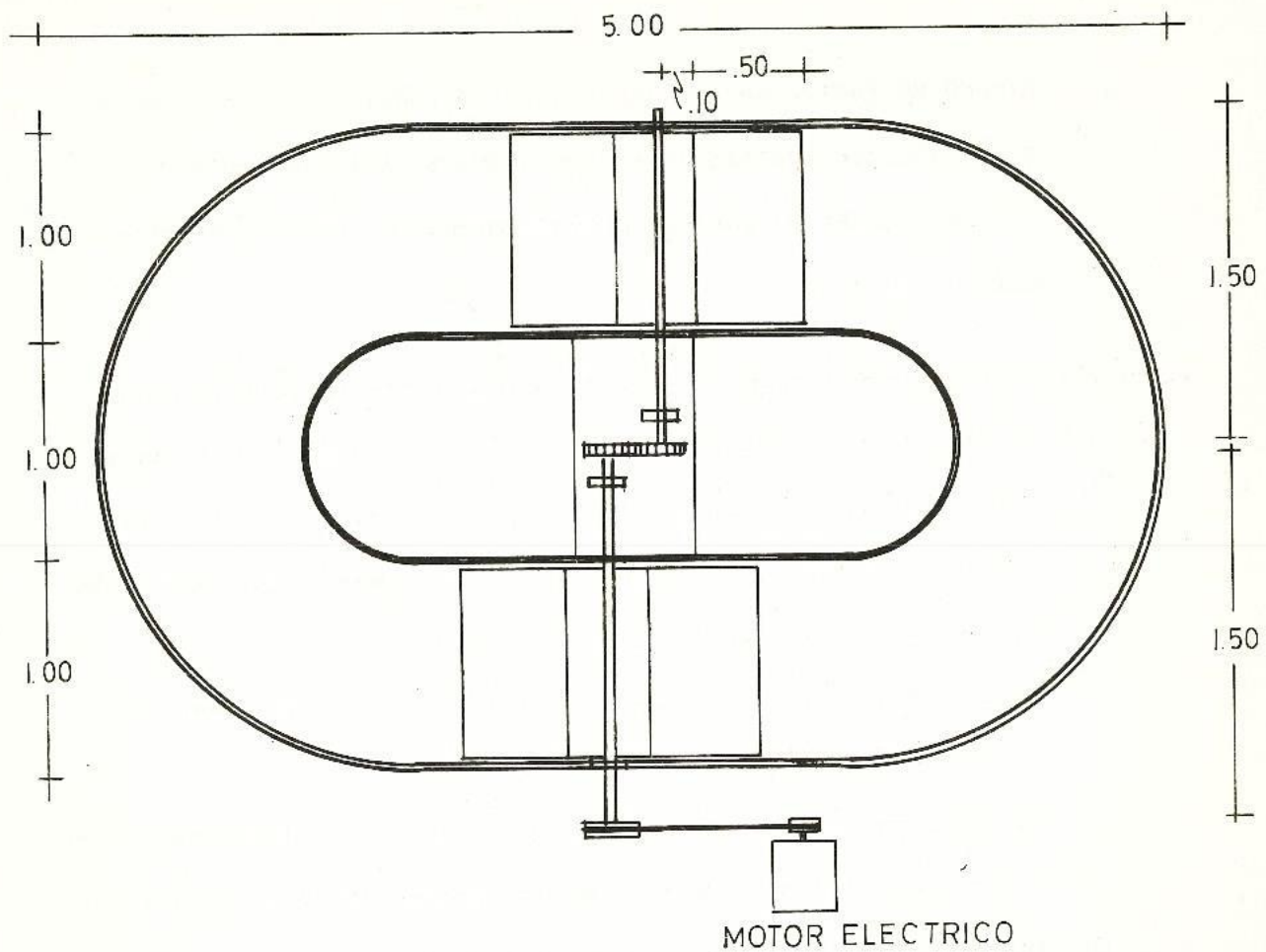


Fig. 17 LAVADO

Siendo un factor determinante en esta zona, la carencia de agua, hubo que idearse un sistema como el anteriormente descrito, para tener un máximo aprovechamiento de un volumen determinado de agua.

Sub-división = Una vez logrado el lavado, manualmente la materia prima es llevada al molino de sub-división ( evitandose la trituración; Chirife y Gardner, 1968 ), que consta de cuchillas accionadas por un motor eléctrico, teniendo una capacidad de 500 Kg. de materia prima por hora (Fig. 18).

En este molino se deben obtener partículas de tamaño entre 1.5 y 2.5 centímetros.

Es obvio mencionar que el objetivo de la sub-división es el permitir una mayor área de secado, lograndose con ello que el calor alcance uniformemente todo el lecho.

Secado = Considerando que lo descrito por Chirife y Gardner (1968) requiere de ciertas adaptaciones y transformaciones de acuerdo con las necesidades regionales, siendo estas que del molino, la materia prima será colocada en charolas de un metro por un metro, teniendo un piso de malla metálica con aberturas de 6 mm.; estas charolas se colocan en unos carros que puedan almacenar 5 de ellas (Fig. 19). En un secador de sección cuadrangular de 5.5 metros de largo, por 1.5 metros de ancho y 1.7 metros de alto (Fig. 20), son introducidos los carros. Este secador en uno de sus extremos tiene un ventilador que se encarga de distribuir el aire caliente producido por un sistema de calefacción (dos

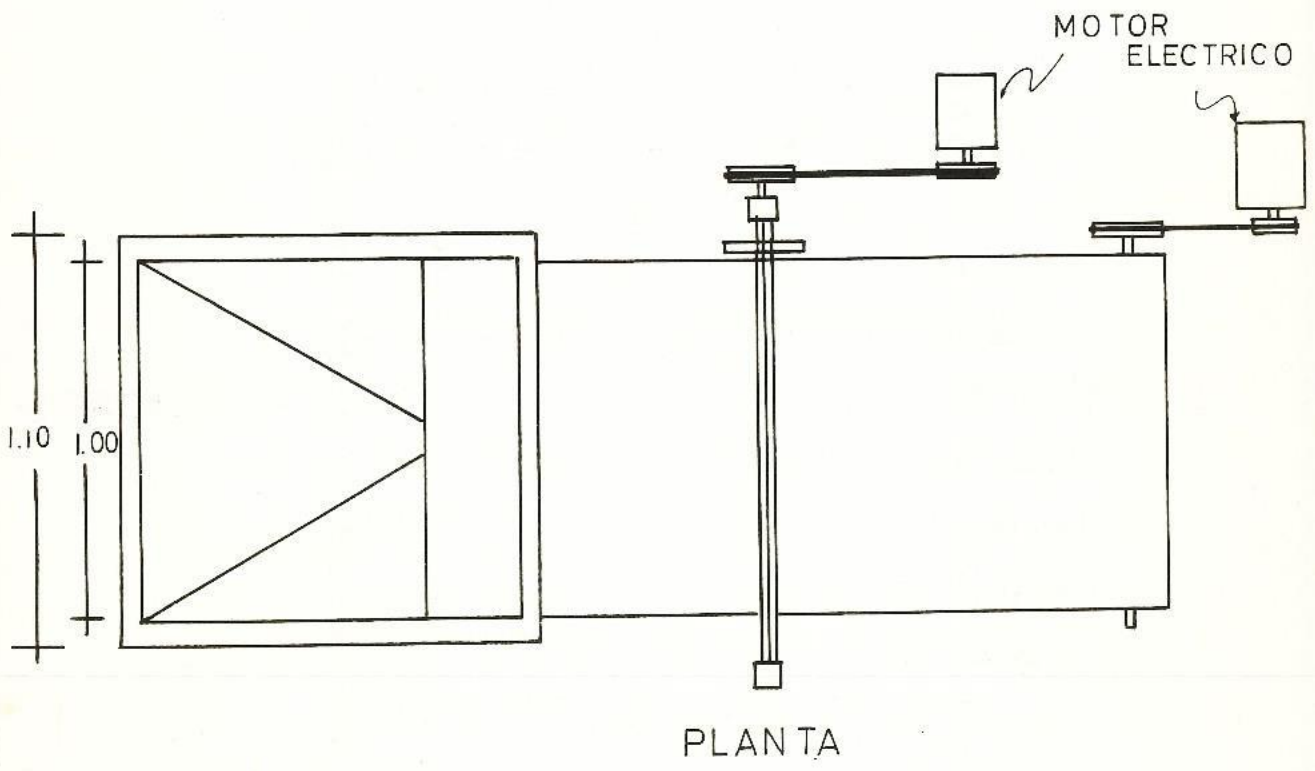
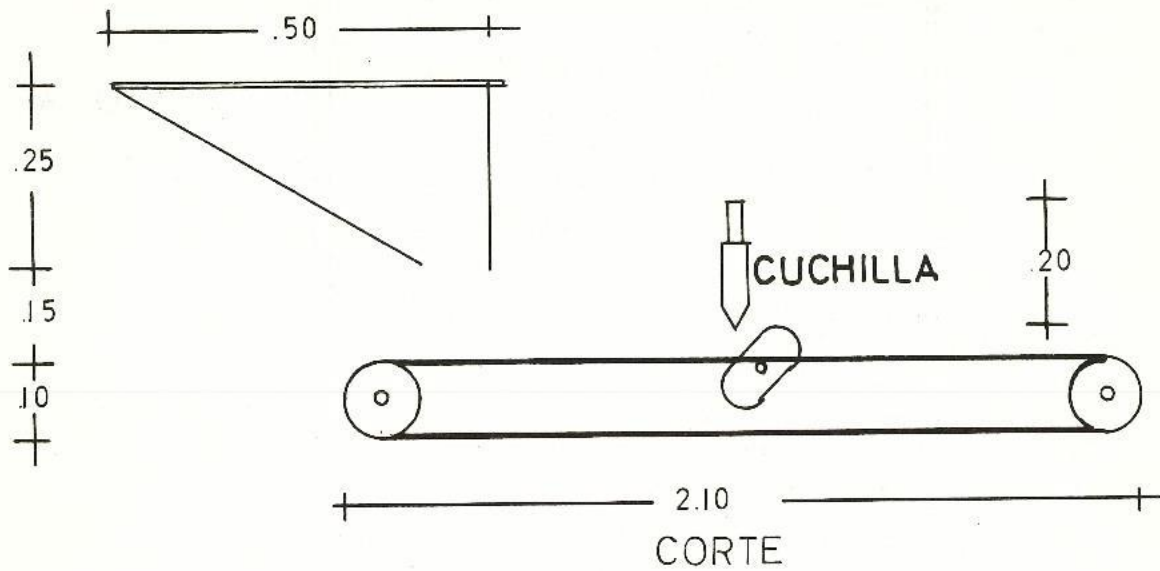
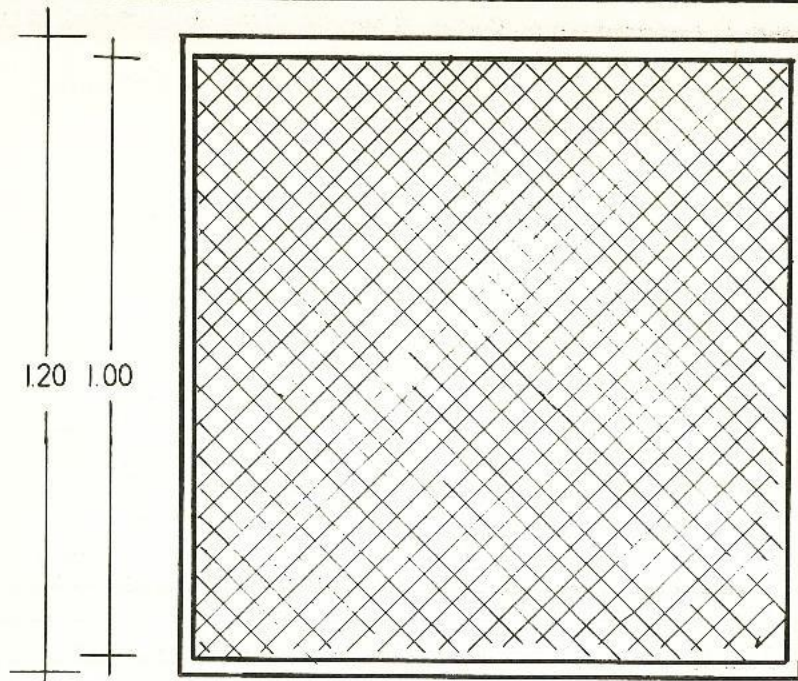
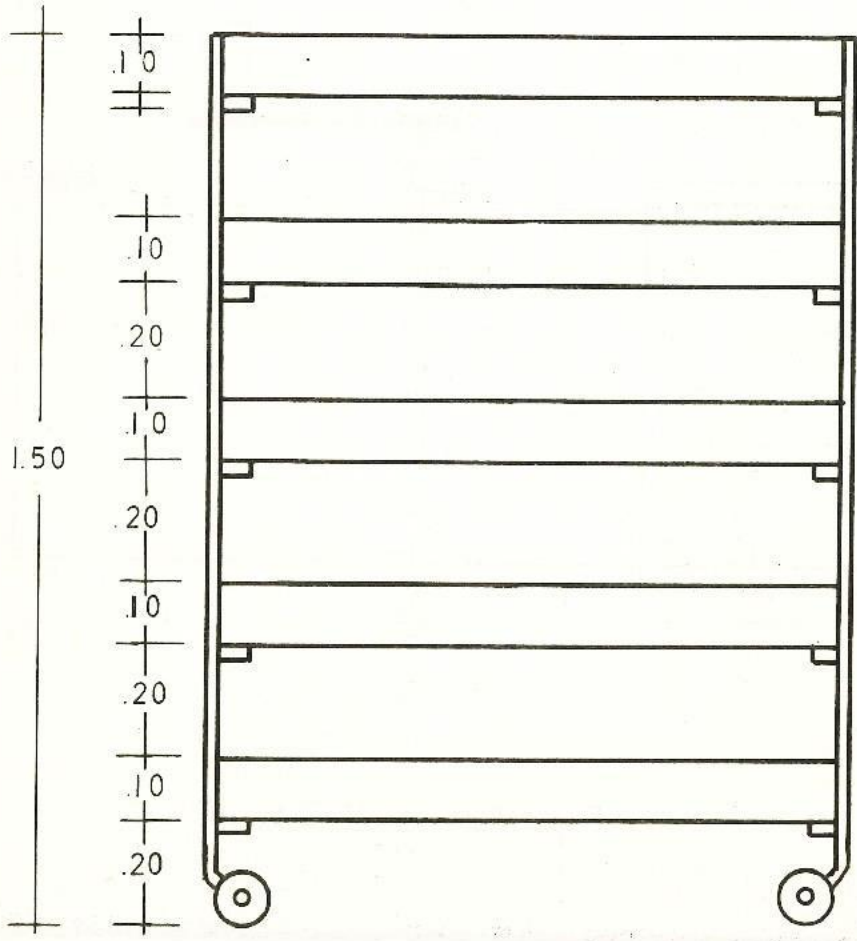
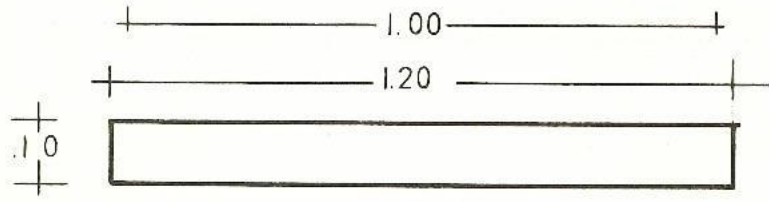


Fig. 18 SUBDIVISION



CHAROLA



CARROS

Fig. 19

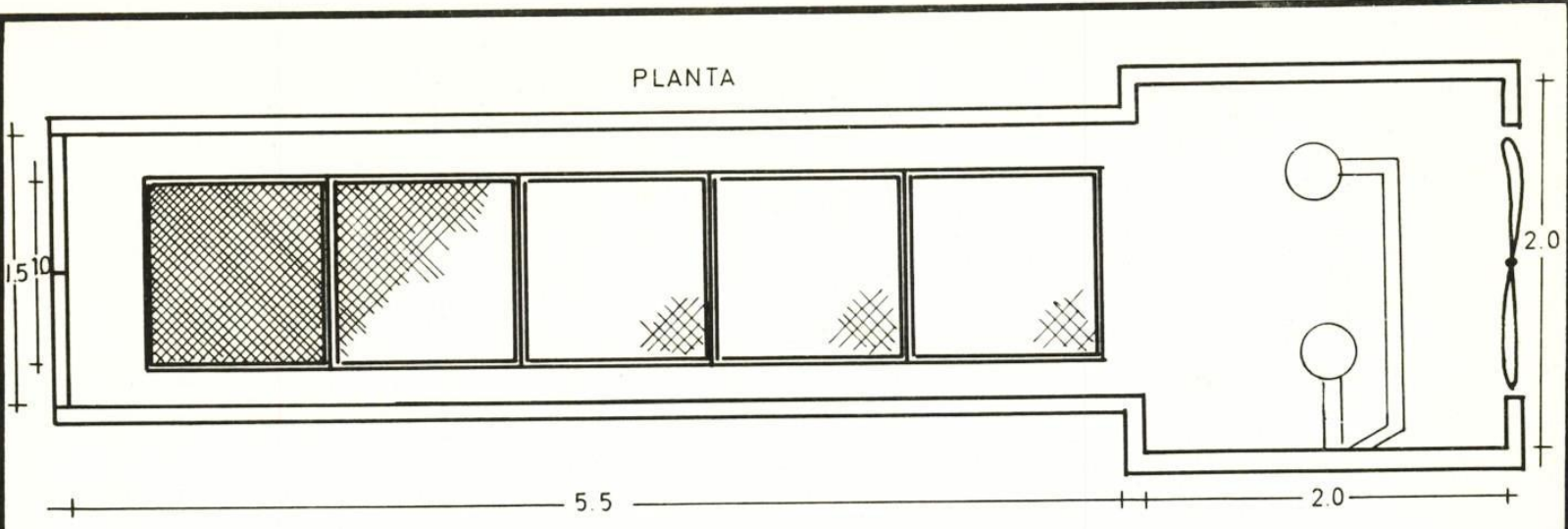
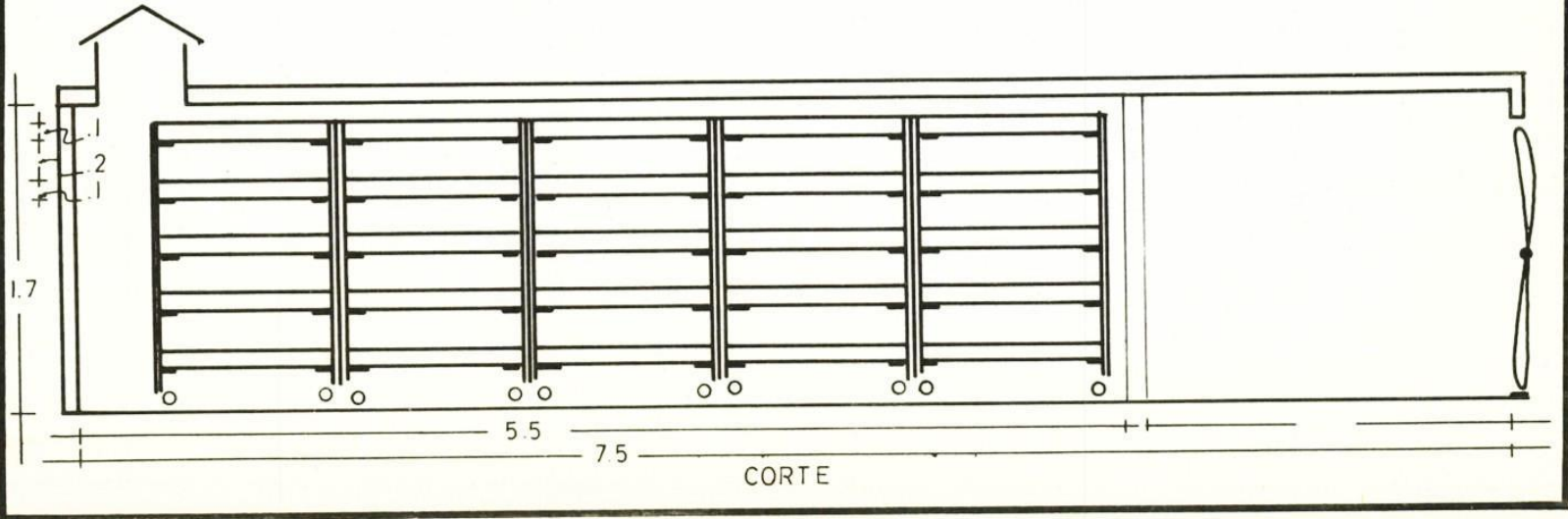


Fig. 20 SECADOR



quemadores de Bunker-C) haciendolo pasar por el cuerpo del secador y hacerlo llegar asi a la parte superior del extremo opuesto, donde se encuentra una chimenea para lograr la salida.

La colocación y extracción del material secado, se efectua por puertas situadas en el extremo opuesto del ventilador. El secado tiene por fin, permitir mezclar homogeneamente y poderse incorporar facilmente a otros productos alimenticios (forrajes para aves); poder almacenar el producto por largos períodos de tiempo evitandose así su descomposición y por último disminuir los costos de transporte, al reducir su peso y volumen.

Enfriamiento = Esta operación requiere de un largo lapso de tiempo (dos horas) en las cuales los carros portadores de las charolas, son llevados a la intemperie, lograndose el objeto del enfriamiento que es el estandarizar la humedad residual del producto.

Molienda = El producto despues de logrado su enfriamiento, es descargado en un molino pulverizador en el cual la materia prima será reducida a partículas más o menos de un milímetro, a fin de hacerlas perfectamente asimilables por las aves.

El molino de martillos es de altas revoluciones, está accionado por un motor eléctrico, cuya capacidad es de una tonelada por hora; el material es pasado por una malla por medio de la acción de los martillos y la fuerza centrífuga que genera su rotación (Fig. 21).

Lograda la molienda por último el producto es envasado en sacos de una capacidad de 40 Kg. y se almacenan.

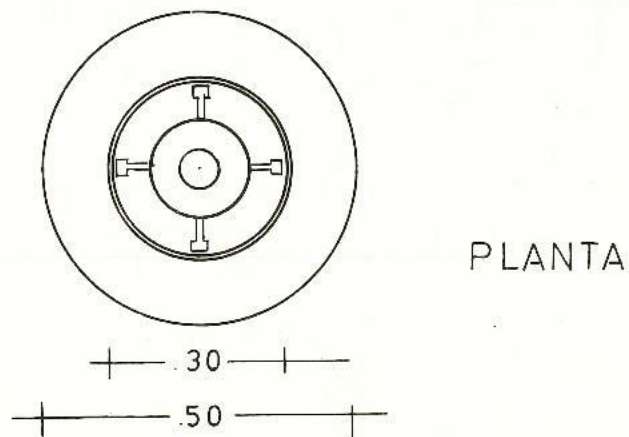
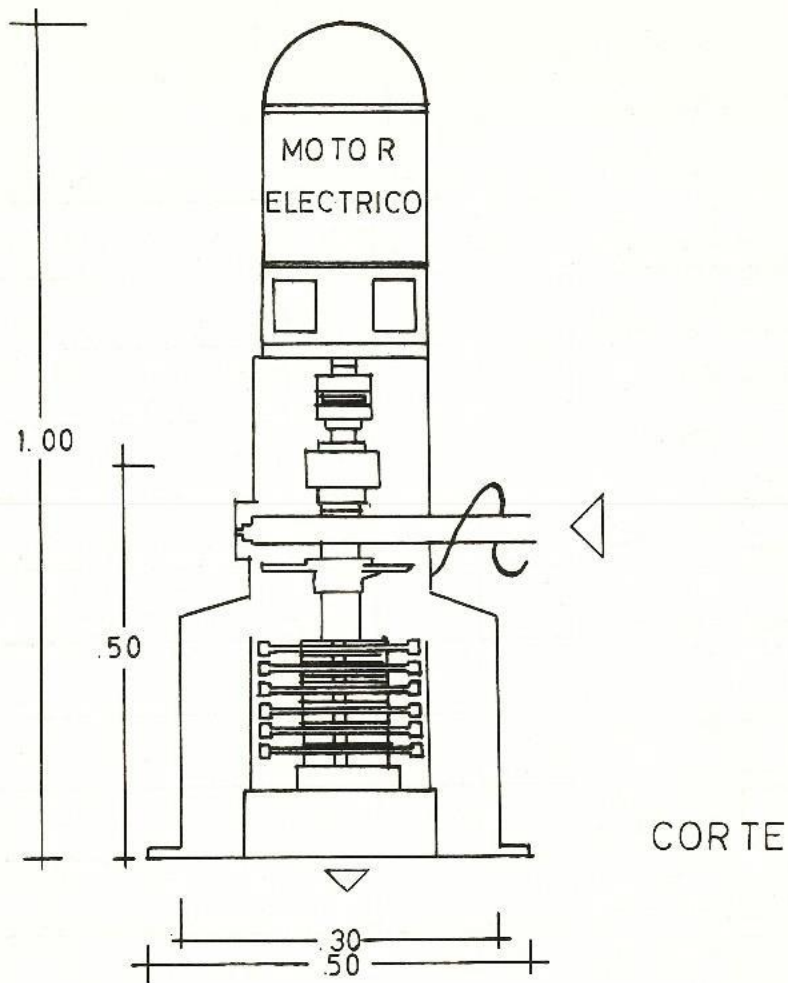
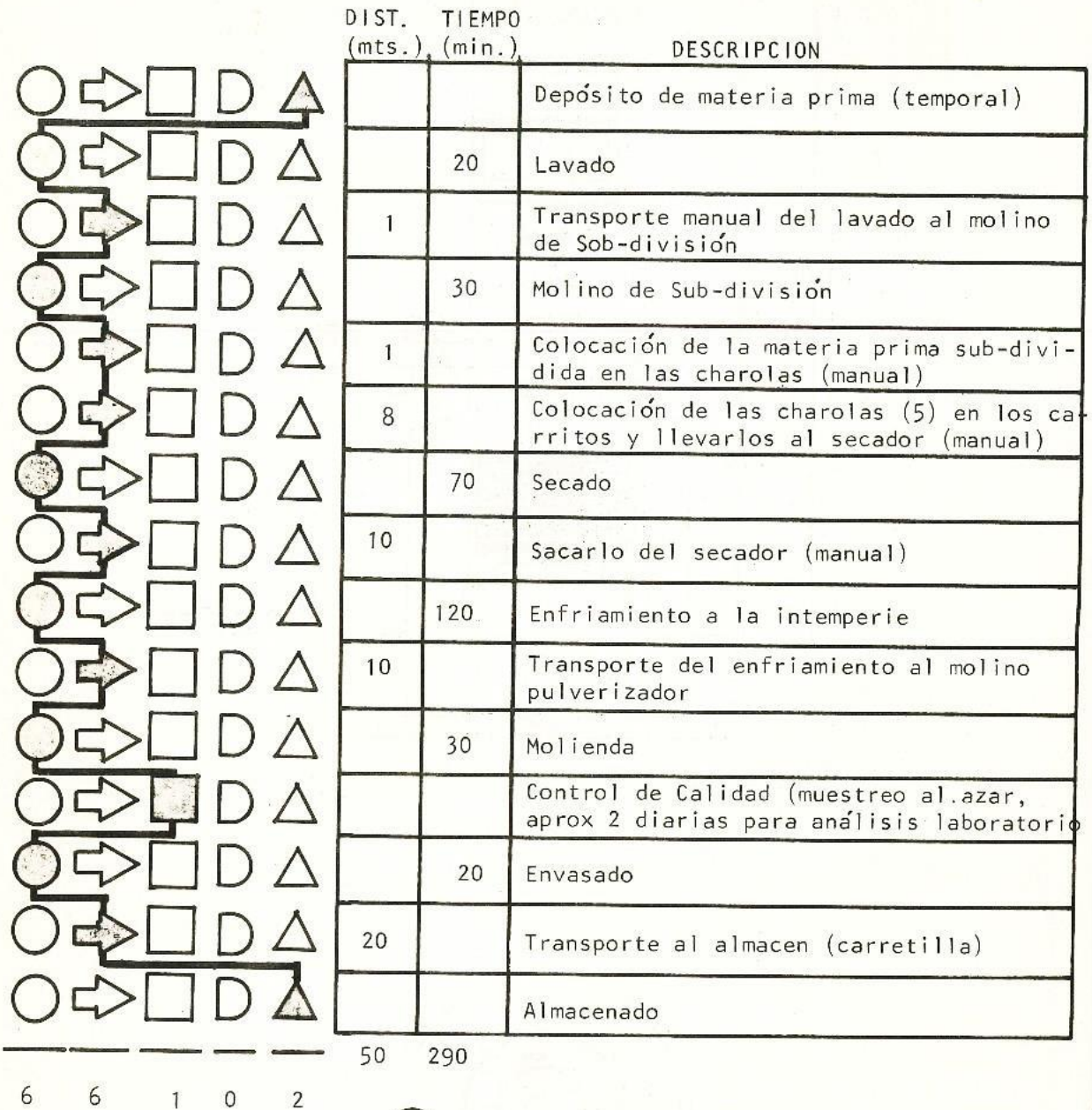


Fig. 21 MOLIENDA

DIAGRAMA DE FLUJO.-

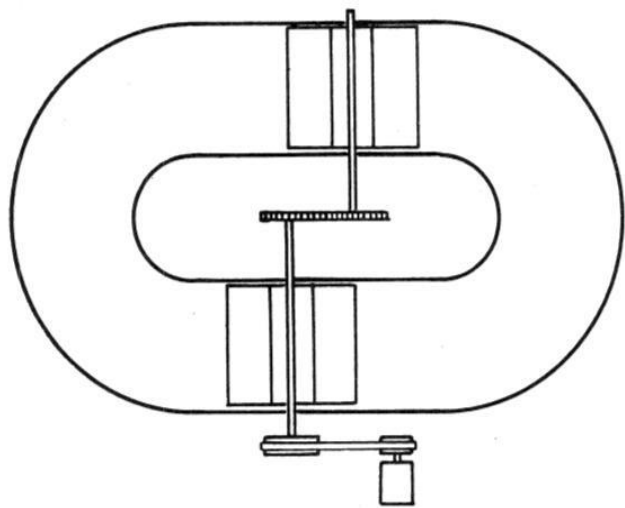


	DIST. (mts.)	TIEMPO (min.)	DESCRIPCION
			Depósito de materia prima (temporal)
		20	Lavado
1			Transporte manual del lavado al molino de Sob-división
		30	Molino de Sub-división
1			Colocación de la materia prima sub-dividida en las charolas (manual)
8			Colocación de las charolas (5) en los carritos y llevarlos al secador (manual)
		70	Secado
10			Sacarlo del secador (manual)
		120	Enfriamiento a la intemperie
10			Transporte del enfriamiento al molino pulverizador
		30	Molienda
			Control de Calidad (muestreo al.azar, aprox 2 diarias para análisis laboratorio)
		20	Envasado
20			Transporte al almacen (carretilla)
			Almacenado

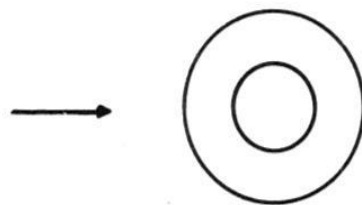
50 290

6 6 1 0 2

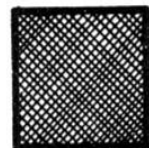
- OPERACION
- ➔ TRANSPORTE
- INSPECCION
- D DEMORA
- △ ALMACENAMIENTO



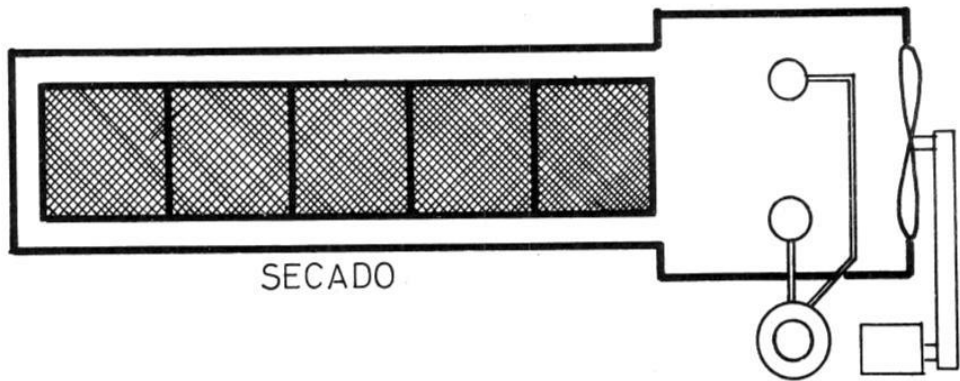
LAVADO



SUB-DIVISION



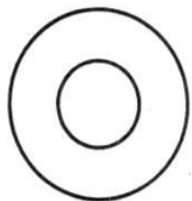
CHAROLAS



SECADO



ENFRIAMIENTO



MOLIENDA Y ENVASE



almacen

DIAGRAMA DE PROCESO

## RENDIMIENTO Y RESULTADOS=

Optando por la construcción de una planta piloto con una capacidad de producción de 10 toneladas húmedas a la semana, y considerando una semana de trabajo de seis días. tenemos que:

$$- \text{La capacidad de secado diario} = \frac{10}{6} = 1.666 \text{ Toneladas húmedas/día}$$

Debido que la jornada diaria de trabajo se pretende que sea de seis horas, el valor aproximado de nuestra producción por hora, sería de:

$$- \text{V.H.} = \frac{1.666}{6} = .278 \text{ Tons. húmedas/hora} = 278 \text{ Kg. M.H./hora}$$

Por cálculos efectuados en material colectado (análisis químico de la materia húmeda) su contenido de humedad promedio es de 83 %; estudios en el extranjero, corroborados con los análisis de laboratorio efectuados, han determinado una humedad óptima para el material seco (Soriano, S.A.; Argentina, 1955) de aproximadamente 13 %, aceptándose un rango entre 10 y 15 %.

- Por lo que la diferencia de humedad a evaporar, será de 70 %.

La cantidad de materia prima en base seca por hora, se ha definido como la velocidad de producción (V.P.), dada en kilogramos de materia seca por hora, y es igual a:

$$- \text{V.P.} = \frac{278 \times (100-70)}{100} = 83.4 \text{ Kg. M.S./hora}$$

Una de las variables principales de operación en el secado por circulación transversal de aire, es la densidad de carga. Esta densidad

de carga la expresamos de acuerdo a los trabajos efectuados por Gardner y Mitchell (1953,1958) como  $L_d$ .

- La densidad de carga óptima  $L_d = 3.3 \text{ Kg. M.S./m}^2$

Para encontrar el área necesaria para secar 83.4 Kg. M.S./hora (278 Kg. M.H./hora), tendríamos que dividirlo por la densidad de carga óptima  $L_d$ .

- 
$$\text{AREA} = \frac{V.P.}{L_d} = \frac{83.4 \text{ Kg M.S./hora}}{3.3 \text{ Kg M.S./m}^2} = 25.3 \text{ m}^2$$

Esta área esta condicionada a: (Fig. 22a)

- 1.- 83.4 Kg. M.S./hora
- 2.- densidad de carga 3.3 Kg. M.S./m<sup>2</sup>
- 3.- profundidad de lecho 7-8 cm.

Conocido el caudal de aire óptimo por recomendaciones hechas por Chirife y Gardner (1968) como  $G = 4,500 \text{ Kg./hora} \cdot \text{m}^2$  (Fig. 22b), para determinar el caudal total de aire necesario ( $G_t$ ), tenemos:

-  $G_t = G \times \text{AREA} = 4500 \times 25.3 = 113,850 \text{ Kg. N./hora}$

Las calorías necesarias para elevar la temperatura de estos volúmenes de aire, de 20° C (temperatura ambiental promedio anual de Ensenada, B.C. de las 08:00 a 18:00 horas) a 110° C, que es la temperatura necesaria para secar la materia prima, serán:

- Considerando el peso específico del aire a 0° C y una atmósfera =  
 $1.2932 \text{ kg/m}^3$

El volumen del aire secado ( $V_0$ ) a 0° C y 1 atmósfera, sera:

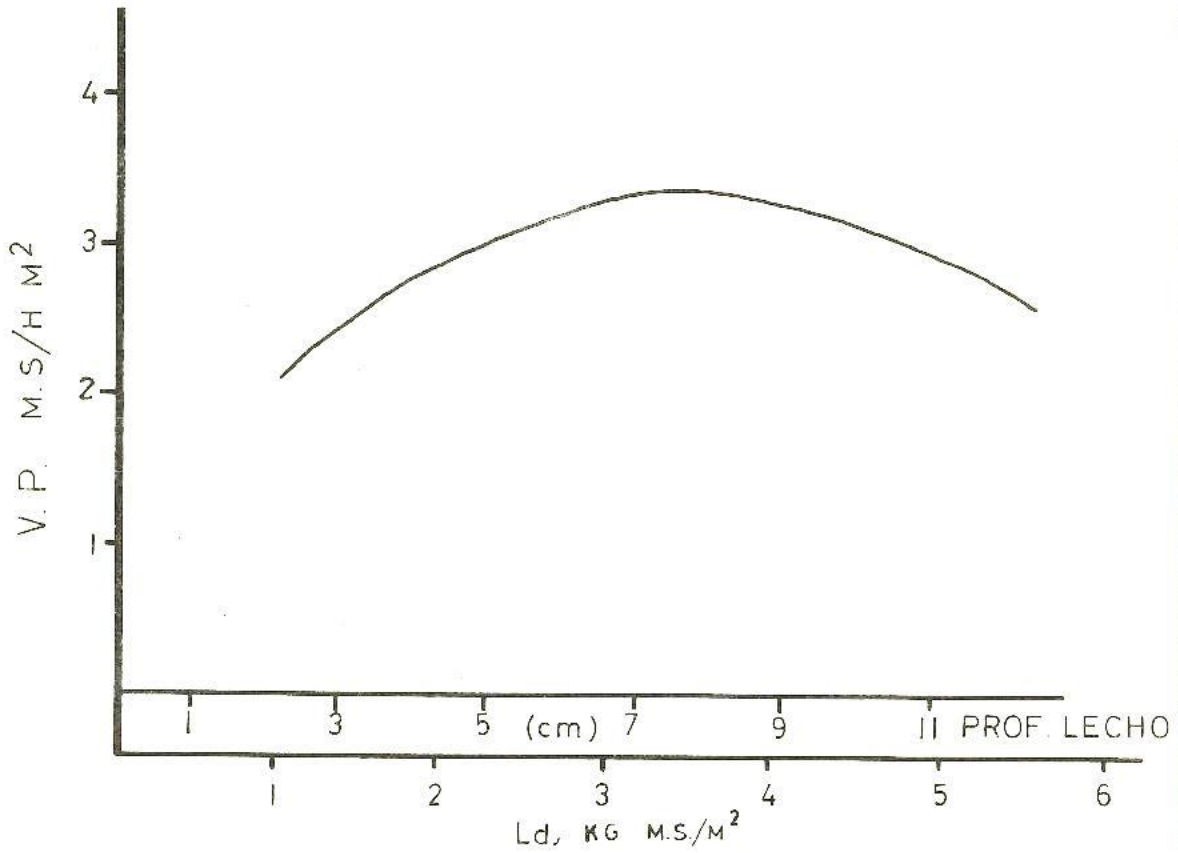


Fig. 22 a

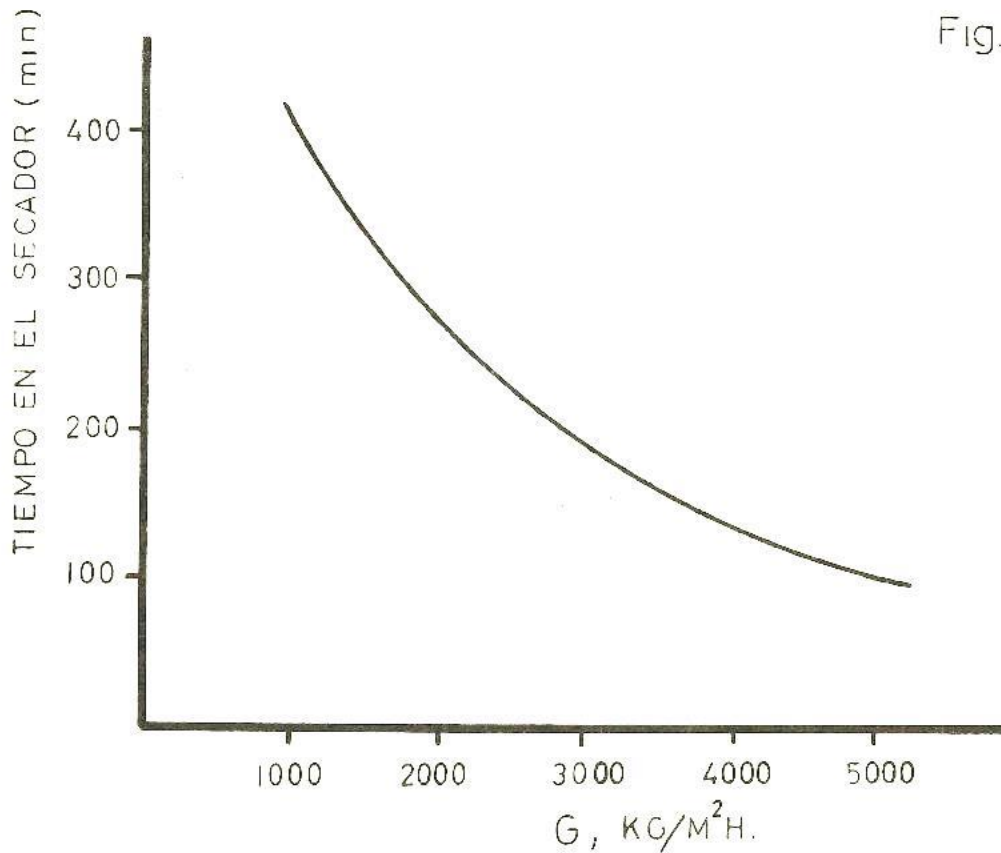


Fig. 22 b

SEGUN J. CHIRIFE Y R.G. GARDNER (1968)

$$- \quad V_o = \frac{113,850}{1.2932} = 88,037 \text{ m}^3/\text{hora}$$

El volúmen de aire de secado a 20° C y 1 atmósfera (condición del medio ambiente) sera:

$$- \quad V_a = V_o \left( 1 + \frac{t}{273} \right) = 88,037 \left( \frac{273 + 20}{273} \right) = 94,199.6 \text{ m}^3/\text{hora}$$

El volúmen del aire de secado a 110° C y 1 atmósfera, basándose en la ecuación de Gay-Lussac, para gases isobáricos;

$$\frac{V_f}{V_a} = \frac{T_f}{T_a} \quad \text{donde } T = (t + 273)$$

$$- \quad V_f = \frac{V_a \cdot T_f}{T_a} = 94,199.6 \left( \frac{273 + 110}{273 + 20} \right) = 154,487 \text{ m}^3/\text{hora}$$

El calor necesario para elevar la temperatura de esta masa de aire de 20° C a 110° C, conocido el calor específico del aire a 110° C como 0.236 calorías/ gr. °C, será de:

$$\begin{aligned} - \quad Q &= G_t \times c \times \Delta\theta \\ &= 113.8 \times 10^5 \times 0.236 (110-20) \\ &= 26.8 \times 10^6 \times 90 \\ &= 2412 \times 10^6 \\ Q &= 2412000 \text{ Kcal/hora} \end{aligned}$$

Considerando la utilización de un combustible líquido, como fuente de energía calorífica, para el calentamiento del aire necesario para el secado de la materia prima (por ser la solución más económica a las condiciones regionales) se prevee el uso de:

- 1.- Kerosene
- 2.- Diesel
- 3.- Bunker-C

Siendo de los combustibles antes mencionados, el Bunker-C el más económico y con un alto poder calorífico, equivalente a 10,000 K cal / Kg., tenemos que:

$$- \text{ El consumo por hora de combustible} = \frac{2412000}{10000} = 241.2 \text{ Kg.}$$

Otro equipo necesario para el secado será el empleo de un ventilador capaz de mover tales volúmenes de aire.

El gasto de energía de un ventilador, esta dado por la ecuación:

$$KW = \frac{V_o \times P}{102 \eta \times 3600}$$

siendo P la elevación de presión en el ventilador, o la pérdida de carga :

$$P = -0.281 + 0.00823 (G) - 0.000000961 (G)^2 \quad \text{dada por Chirife y Gardner (1968).}$$

$$- \quad P = - 0.281 + 0.00823 (4500) - 0.000000961 (4500)^2$$

$$= - 0.281 + 37.035 - 19.460$$

$$P = 17.294 \text{ mm. de columna de agua}$$

Por lo que el gasto de energía eléctrica (KW) necesaria para mover el ventilador es:

$$- \quad KW = \frac{88,037 \times 17.3}{102 \eta \times .65 \times 3600} = \frac{1,523,000}{238,680} = 6.36$$

si un HP es igual a 0.746 KW, tenemos que:

$$- \quad BHP = \frac{6.36}{0.746} = 9.46$$

## COSTO DEL CONSUMO DE ENERGIA. =

El combustible líquido a usar, será Bunker-C, cuyo valor es de 25 cvos. por Kg. El volumen necesario por hora, será de 241.2 Kg., con un costo de .....  $241.2 \times .25 = \$ 60.30$  M.N.

La energía eléctrica tiene un costo de 40. cvos. por Kilowatt-hora (costo de consumo doméstico) siendo la cantidad necesaria de 6.36 KWH, el valor será .....  $6.36 \times .40 = \$ 2.55$  M.N.

La cantidad de energía necesaria para movilizar los molinos y el lavado es 1.68 KWH ( 2.25 HP x 0.746 ) con un costo.  $1.60 \times .40 = \$ 0.68$  M.N.

El costo total de la energía necesaria para efectuar el proceso/hora es ..... \$ 63.56 M.N.

Conocida la velocidad de producción (V.P.) igual a 83.4 Kg. M.S. /hora y el costo de la energía para lograr el producto terminado, podemos determinar el costo total del proceso por unidad (Kg), CTP.

$$- \text{ CTP} = \frac{63.53}{83.4} = 0.761 \text{ pesos por Kilogramo de materia seca}$$

NOMENCLATURA USADA

M. S.	materia seca
M. P.	materia prima
M. H.	materia húmeda
T. H.	toneladas húmedas
V. H.	volúmen húmedo
V. P.	velocidad de producción dada en kilogramos de materia seca por hora
Ld	densidad de carga óptima ( Kilogramo de alga seca/ m <sup>2</sup> de sección de lecho
G	caudal másico de aire, Kg. de aire/(hora) m <sup>2</sup> secc. aire
G <sub>t</sub>	total del caudal másico necesario para la producción en Kg. de aire/(hora) m <sup>2</sup> sección del lecho
V <sub>o</sub>	volúmen de aire normal (0° C , 1 atm.) m <sup>3</sup> /hora
V <sub>a</sub>	volúmen de aire ambiente (20° C, 1 atm.) m <sup>3</sup> /hora
V <sub>f</sub>	volúmen aire final (110° C, 1 atm.) m <sup>3</sup> /hora
Q	gasto de calor , calorías/hora
c	calor específico del aire, calorías/gr. °C
KW	kilowatt-hora
P	pérdida de carga (elevación total de presión en el ventilador) , mm. columna de agua.
η	eficiencia del ventilador, %
BHP	caballos de fuerza netos
CTP	costo total del proceso por kilogramo

## REQUERIMIENTOS ALIMENTICIOS PARA AVES DE CORRAL. =

En la Fig. 23, se muestra los niveles de nutrientes recomendables para aves de corral en etapas de crecimiento, desarrollo, producción y reproducción (Scott, Neisheim y Young, 1969), comparados con los análisis de nutrientes obtenidos del producto.

Fig. 23.- REQUERIMIENTOS MINIMOS PARA AVES DE CORRAL, EXPRESADOS EN UNIDADES POR KILOGRAMO; COMPARADAS CON LOS ANALISIS DEL PRODUCTO.

VITAMINAS	pollitos	pollitos	ponedoras	sementales	análisis
	desarrollo (0-8 semanas)	crecimiento (8-18 semanas)			(18-80 semanas)
A (UI)	2270	1360	1820	2270	90 000
D (UI)	227	136	227	227	680 000
B <sub>1</sub> (mg)	0.410	0.410	0.410	0.410	0.07
B <sub>2</sub> (mg)	0.910	0.910	0.910	1.1	1.3
Ac. Nicotínico (mg)	6.80	6.80	5.50	6.80	5.0
B <sub>6</sub> (mg)	0.910	0.680	0.680	0.910	1.8
B <sub>12</sub> (mg)	0.00227	0.00136	0.00136	0.00227	0.001227
ELEMENTOS INORGANICOS					
Calcio (%)	1.0	0.8	3.7	3.7	4.57
Fósforo (%)	0.5	0.5	0.55	0.55	0.54
Sodio (%)	0.15	0.15	0.15	0.15	6.13
Potasio (%)	0.4	0.4	0.4	0.4	3.05
Cloro	0.15	0.15	0.15	0.15	15.30
Manganeso (mg)	25	25	15	15	9.2 p.p.m.
Magnesio (mg)	110	110	110	110	100

Fierro (mg)	40	25	20	20	0.43
Cobre (mg)	5	5	5	5	0.25
Iodo (mg)	0.17	0.17	0.15	0.15	0.25

#### ESTUDIO DEL MERCADO. =

En la investigación del mercado potencial de la harina de algas se obtuvieron datos de producción de las empresas elaboradoras de alimentos para aves en la región (Nutrimentos Mexicanos, S.A. y Ralston Purina de México, S.A.; ambas localizadas en Mexicali, B.C.) que representan el sosten para aproximadamente un millón de aves en el Estado (Agencia Regional SAG, Mexicali, B.C.)

Al intentar determinar el valor de Macrocystis pyrifera como complemento alimenticio aviar, se tomo en consideración varios factores, tales como: la potencialidad de venta del producto terminado, el valor de desembarco de la materia prima y el valor de mercado (valor del producto despues de procesado y envasado)

La potencialidad de venta de la harina de algas (M. pyrifera) esta condicionada al consumo de alimento para aves en la región. La producción total de alimento para aves de corral, es del indole de las 48,000 toneladas brutas, para sostener la población aviar de Baja California.

Es conocido que la harina producida en otros países (Argentina y Noruega) de la misma materia prima y de otras algas, es facilmente asimilables por las aves (Scott, Neisheim y Young, 1969). De su composición

se desprende que la harina de algas contiene, elementos indispensables para lograr un equilibrio orgánico en los animales (aves) y que al carecer de dichos elementos otros alimentos, cumple su función la harina de complementar el valor alimenticio ( su valor vitamínico lo hace de gran utilidad) en los alimentos balanceados.

El Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) del Ministerio de Agricultura de Argentina, señala en una tabla(Fig. 24) los por cientos que de harina de algas (*M. pyriferá*) debera usarse con objeto de obtener alimentos balanceados.

Fig. 24

---

I.- zonas cercanas a la costa, hasta 100 Kilómetros .....	3%
II.- zonas entre 100 y 500 Kilómetros a alturas no mayores de 500 mts .....	5-6%
III.- zonas a más de 500 Kilómetros de la costa y alturas mayores de 500 metros .....	10%
IV.- zonas alejadas de la costa, a más de 1000 Kilómetros y alturas mayo- res de 1000 metros .....	15-20%
V.- En el empleo como estimulante du- rante períodos cortos (2-3 días) para combatir fatigas y astenia muscular en animales .....	25%

Considerando la gran potencialidad de la harina, sea como complemento alimenticio, debido a su valor vitamínico, o también por su valor nutritivo en la elaboración de alimentos balanceados, la harina de algas tiene la enorme posibilidad de substituir a productos como : cebada, maíz, arroz, harina de orujo, harina de plumas, pasta de sangre, melaza, etc.; productos que forman parte de los alimentos balanceados.

#### COSTO DE PRODUCCION.=

Al determinar los costos del producto, nos hemos topado con un problema; al no existir un análisis estadístico de producción, los costos de este estudio, son meramente empíricos, basandose única y exclusivamente en cálculos matemáticos de costo de energía, sin tomar en cuenta el valor de la planta y por ende no incluyendo el por ciento de amortización.

El valor por tonelada húmeda al desembarco, es de \$ 100.00 M.N. considerando que la planta piloto necesita 3.3 toneladas de materia prima para obtener una de producto terminado, tendremos:

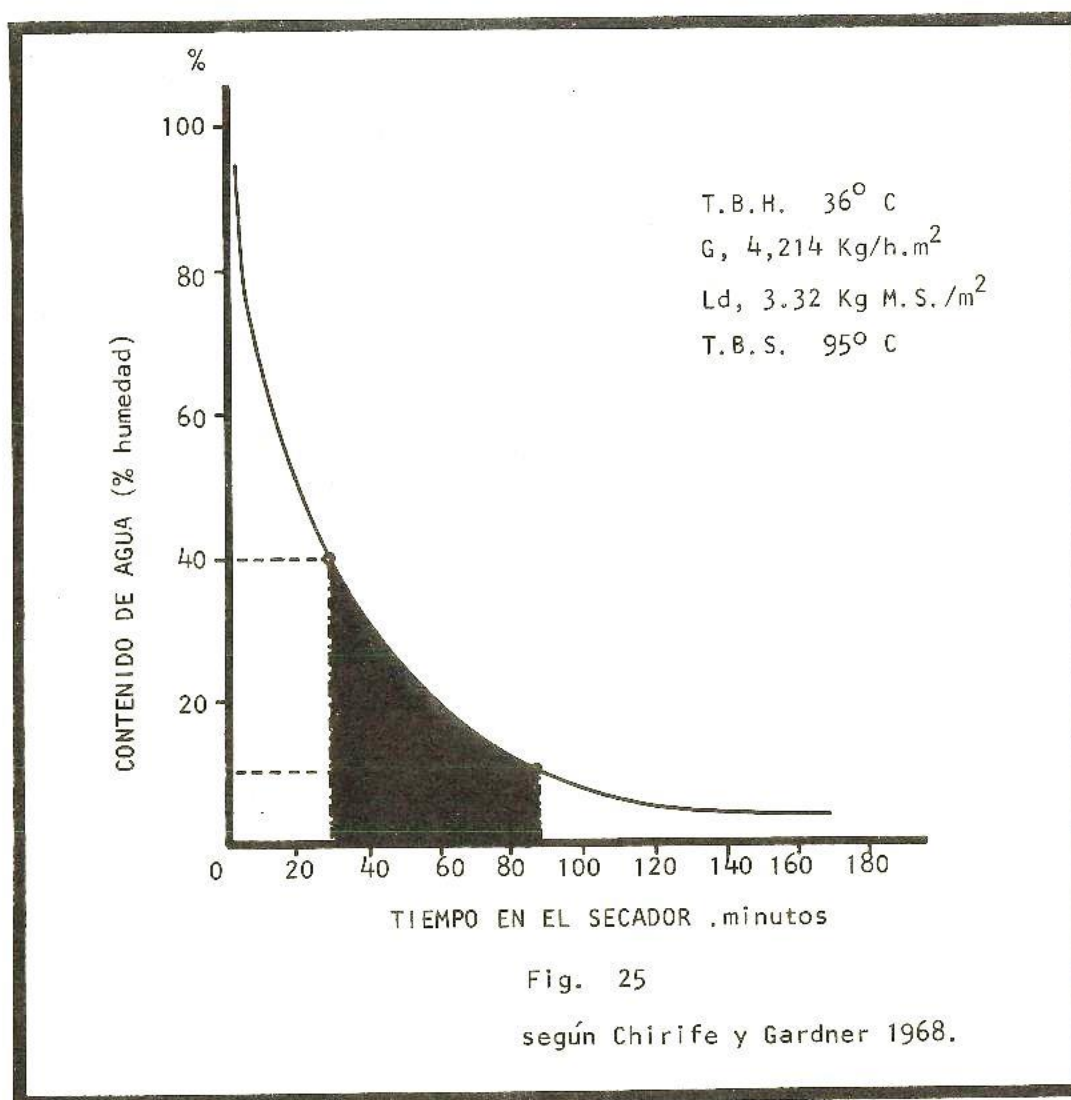
- valor de la materia prima .....	<u>M. N.</u> 330.00
- valor de la energía total (por ton. de Materia Seca) .....	761.00
- mano de obra (por tonelada de materia seca) .....	<u>55.00</u> 1146.00

EL COSTO TOTAL POR TONELADA DE PRODUCTO TERMINADO, SERA:

\$ 1146.00 M.N.

Como corolario de este estudio, se dió el costo total por tonelada de producto terminado; pero como se puede observar este costo es alto, debido a que el valor del gasto de energía por secado artificial asciende a \$ 761.00 M.N., por lo que se ve la necesidad de recurrir a métodos adicionales con el propósito de reducir estos costos.

Una solución a este problema de índole netamente económico, sería el efectuar un presecado aprovechando la energía solar, ya que como se puede observar en la Fig. 25, que a una mayor humedad relativa de la materia prima, requiere de poco tiempo para llegar a niveles del 50%, y es notable que a una menor humedad mayor tiempo se necesita en el secado.



Basándose en que la humedad relativa de la materia prima es de 83 % y que se necesitan 90 minutos para lograr su secado hasta tener una humedad de 13 %; tenemos que: de efectuarse el presecado aprovechando la energía del sol, podemos bajar esta humedad de la materia prima hasta un 40 %, por lo que consecuentemente, el tiempo de secado artificial se reduce a 60 minutos (área sombreada Fig. 25), lo que equivale a un ahorro de 30 minutos de energía por tonelada de producto terminado, que se traduce a un ahorro del 33 % en el costo total del consumo de energía.

Por lo que tenemos un costo de producción modificado de:

- valor de la materia prima .....	<u>M. N.</u> 330.00
- valor de la energía total por tonelada de materia se- ca (gasto modificado; pre- secado solar) .....	508.00
- mano de obra por tonelada de materia seca (incluyen- do la mano de obra necesaria para el presecado solar) .....	<u>110.00</u>
	948.00

EL COSTO POR TONELADA DE PRODUCTO TERMINADO CON PRESECADO SOLAR, SERÁ DE:

\$ 948.00 M.N.

## IV.- CONCLUSIONES

- 1.= Debido a su alto valor vitamínico y de minerales, esencialmente oligoelementos la harina de Macrocystis pyrifera, podrá ser empleada satisfactoriamente como un complemento en las raciones balanceadas para aves.
  
- 2.= Por su volumen de explotación el empleo de M. pyrifera es el más importante dentro de la industria ficológica regional.

Debo agregar que existiendo mucho por conocer con respecto a la industrialización de algas marinas regionales, este trabajo debe de ser considerado como parcial en la industrialización de Macrocystis pyrifera.

## V.= BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON E.K., NORTH W.J (1968). Requerimientos de luz por Macrocystis sp. Acta del VI Simposio Internacional sobre Algas Marinas. España.
- CHAPA H. (1964). La explotación de algas en Baja California. Trabajos de divulgación del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueros (INIBP). Departamento de Estudios Biológico Pesqueros. No. 84 Vol. IX.
- CHAPMAN V. J., AIKEN M., LINDAUER V.W. (1951). Marine Algae of New Zealand. II: PHAEOPHICEAE. Beihefte Zur, Nova Hedwigia.
- CLENDENNING K.A., SARGENT M.C. (1957). Physiology and Biochemistry of gigant Kelp. Kelp Invest. Prog., Ann. Rept. Univ. Calif. Inst. Mar. Res. (IMR), 1956-1957.
- CHIRIFE J., GARDNER R.G. (1968). Características de secado de algas especie Macrocystis pyrifera. Contribución Técnica No. 6 Centro de Investigación de Biología Marina. Argentina.
- DAWSON E.Y. (1966). Marine Botany an Introduction. Holt, Rinehart & Wiston.
- EKMAN S. (1953). Zoogeography of the Sea. Sidwick and Jackson Ltd. London.
- GUZMAN S.A. (1963). Las algas marinas como recurso natural explotable. La necesidad de realizar en México estudios sistemáticos y bioquímicos de este recurso. Trabajos de divulgación del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueros. Departamento de Estudios Biológico Pesqueros. No. 53. Vol. VI.
- \_\_\_\_\_ (1967). Programa Nacional sobre algas marinas Mexicanas. Avances de Investigación. Observaciones realizadas en bancos de Macrocystis sp. Trabajos de divulgación del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras. Departamento de Estudios Biológicos Pesqueros. No. 130, Vol. XIII.
- MOORE J. J. (1968). The Oceans an Industrial and Economic Perspective. Journal of Ocean Technology. No. 4, Vol. 2.
- NORTH W. J. (1967). Kelp Habitat Improvement Project. Annual Report (1966-1967). Univ. Calif. Inst. Mar. Res. (IMR).
- \_\_\_\_\_ (1971). The Biology of Gigant Kelp (Macrocystis) in California. Beihefte Zur, Nova Hedwigia. Verlag Von J. Cramer.
- NORTH W. J., HUBBS C.L. (1968). Utilization of Kelp Bed Resources in Southern California. Fish Bulletin 139. State of California Department of Fish and Game.

- PAINE R.T., VADAS R.L. (1969). Calorific Values of Benthic Marine Algae and their postulated Relation to Invertebrate Food Preference. Marine Biology No. 4.
- RICKETTS E.F., CALVIN J. HEDGPETH J.W. (1966). Between Pacific Tides. Stanford University Press.
- SCHWEIGER R.G. (1967). Low Molecular Weight Compounds in Macrocystis pyrifera a Marine Algae. Archives of Biochemistry and Biophysics.
- SCOTT M.L., NEISHEIM M., YOUNG R. (1969). Nutrition of the Chicken. M.L. Scott & Associates.
- VAUGHAN O.W. (1959). Carbohydrate Metabolism in a Marine Brown Algae, Macrocystis pyrifera. Doctoral dissertation in Biochemistry. Graduate division. Univ. Calif. (Inedita).
- JUNTA NAL. ECONOMICA (1968). La industria de derivados de algas en España. Ponencia del VI Simposio Internacional sobre Algas Marinas. España.