

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE QUIMICA**

**ANTEPROYECTO PARA LA PRODUCCION  
DE CARRAGENINA EN MEXICO**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**I N G E N I E R O Q U I M I C O**  
**P R E S E N T A**  
LAURO FRANCISCO GARCIA FRANCO

México, D. F.

1978



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS 1978.  
~~AB~~  
~~M.T. 185~~ 179  
~~BCHA~~  
~~RSC~~  
9



Jurado asignado originalmente según el tema:

Presidente: Prof. Enrique García Galiano Pérez  
Vocal: Prof. Eduardo Rojo y de Regil  
Secretario: Prof. Enrique Bravo Medina  
1er. Suplente: Prof. Yolanda Caballero Arroyo  
2do. Suplente: Prof. Claudio Aguilar Martínez

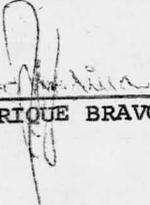
Sitio donde se desarrolló el tema:

Facultad de Química, Ciudad Universitaria

Nombre completo y firma del sustentante:

  
LAURO FRANCISCO GARCIA FRANCO

Nombre completo y firma del asesor del tema:

  
ING. ENRIQUE BRAVO MEDINA

A mi madre  
con cariño y admiración

A mis hermanos  
Pilar y José

# I N D I C E

	Página
CAPITULO I	
INTRODUCCION	1
CAPITULO II	
ASPECTOS GENERALES	5
A) Generalidades sobre algas rojas	6
B) Estructura química de las carrage- ninas	19 19
C) Propiedades de las carrageninas	29
D) Aplicaciones de la carragenina	59
CAPITULO III	
ASPECTOS TECNICO-ECONOMICOS	87
A) Estudio de mercado	91
B) Proceso de fabricación	140
C) Balance de masa	148
D) Características del equipo	151
E) Capacidad de la planta	177
F) Localización de la planta	180
CAPITULO IV	
ASPECTOS FINANCIEROS	188
A) Balance económico	203
B) Estado de Resultados	204
C) Punto de equilibrio	212
CAPITULO V	
CONCLUSIONES	214
BIBLIOGRAFIA	219

CAPITULO I

---

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

[México posee una gran cantidad de riquezas naturales, y ya sean éstas renovables o no renovables, muchas de ellas no se explotan, o si se explotan, se tiene un aprovechamiento muy pobre de ellas, y en muchos de estos productos sucede que se obtienen en el país y se exportan; en el extranjero se procesan y regresan luego al país con altos valores agregados.] Esta situación ha prevalecido con las algas denominadas botánicamente Gigartina Canaliculata, que se conocen en Baja California como "pelo de cochi".

Estas algas actualmente se exportan principalmente a los Estados Unidos y Dinamarca, y de ellas puede obtenerse un extracto refinado que se denomina carragenina, que es un producto usado en la industria alimentaria como agente gelificante y espesante.

La carragenina se ha usado desde hace varios años en México, y por el historial de consumo a través de este tiempo se observa que el consumo ha aumentado y seguirá con esta trayectoria sin indicios de disminución. Toda esta carragenina se ha importado, y las importaciones han sido principalmente de Dinamarca y Estados Unidos, que son a quien se les venden las algas que son materia prima para este producto. - En el año 1977 estas importaciones alcanzaron un valor de --

19.250 millones de pesos, que comparado con 5.26 millones de pesos que se exportaron de algas en ese mismo año, nos muestra las fugas de capital que se tienen en un producto que -- puede fabricarse en el país.

El objetivo de este trabajo es eliminar estas importaciones de carragenina y fugas de capital, por medio del establecimiento de una empresa que produzca carragenina en el país; crear fuentes de trabajo en el lugar de localización de la planta productora, e impulsar el aprovechamiento de -- los recursos renovables del mar, el cual ha sido muy pobre -- teniendo en cuenta que nuestro país cuenta con 10,000 Km de litoral, y la aportación de los productos pesqueros al producto nacional bruto se ha mantenido desde hace varios años -- en 0.1%. Como consecuencia del establecimiento de esta empresa, se evitarán fugas de capital, y se colaborará a nivelar la balanza de pagos de nuestro país incrementando el desarrollo económico industrial.

El estudio aquí presentado está dividido en cuatro -- partes. La primera trata sobre aspectos generales de la carragenina; se incluye un esbozo sobre la historia y características de la materia prima, la química del producto y propiedades relacionadas, se incluye también una última sección

sobre generalidades de su uso y aplicaciones. La idea de esta primera parte es dar un campo general del producto bajo estudio. En la segunda y muy importante parte, se presenta un estudio de mercado, la descripción de proceso de fabricación, y dos puntos que se apoyan en el estudio de mercado: - la capacidad y localización de la planta. En la tercera parte se desarrollan los aspectos financieros que involucra todo anteproyecto y, por último, en la cuarta parte se presenta una serie de conclusiones apoyadas en todo el trabajo que le precede.

CAPITULO II

---

ASPECTOS GENERALES

## GENERALIDADES SOBRE ALGAS ROJAS

De los vegetales más comunmente encontrados en las -  
aguas ya sean dulces o marinas, podemos distinguir tres gran-  
des tipos, que son: bacterias, hongos y algas. Este último,  
las algas, pueden ser unicelulares, que presentan formas de  
alimentación tanto animal como vegetal, y pluricelulares, --  
que son los tipos más avanzados desde el punto de vista bio-  
lógico, son sedentarios y capaces de fotosintetizar.

Aunque los rasgos estructurales de las algas plurice-  
lulares permiten una distinción útil entre ellas, las dife--  
rencias principales son bioquímicas: tipos de clorofila y --  
otros pigmentos, composición química de la pared celular y -  
naturaleza química de los alimentos almacenados. Según sus-  
tipos de clorofila pueden distinguirse tres tipos de algas:-  
los tres poseen clorofila A, pero además uno posee clorofila  
B, el segundo clorofila C (o en algunos casos clorofila E), -  
y el tercero clorofila D. Estas clorofilas junto con los --  
otros pigmentos presentes producen colores característicos -  
visibles: tonos verdosos en los tipos que contienen clorofi-

las A y B; tonos pardos en los tipos que contienen clorofilas A y C y, por último, tonos rojos en los tipos que contienen clorofilas A y D, por lo tanto, podemos distinguir una línea o estirpe verde, una parda y una roja.

El origen evolutivo de las algas rojas es difícil de establecer; no presenta relaciones claras con algún otro tipo de algas y debieron originarse de una manera aún desconocida a partir de algunas estirpes primitivas unicelulares.

Las algas rojas fueron reconocidas como un grupo distinto por W. H. Harvey en 1836, cuando las segregó como la subclase rhodospermae de la clase Algae. Posteriormente, en 1855 las algas rojas fueron elevadas a la categoría de clase bajo el nombre de rhodophyceae y los limnólogos modernos generalmente consideran que estas algas constituyen una división, cuyo nombre se debe a Wettstein (1901): la división Rhodophyta.

Las primeras contribuciones importantes al conocimiento de la estructura y clasificación de las algas rojas, fueron hechas por I. C. Friedrich Shmitz en dos trabajos publicados en 1883 y 1889. El reconocimiento de los dos grupos Bangiophyceae y Florideophyceae de algas rojas data de -

estos trabajos.

En la literatura biológica se puede encontrar la definición de algas rojas como: "Plantas multicelulares o raramente unicelulares"; el talo a menudo ramificado y complejo exteriormente, pero sin mucha diferenciación de tejidos; --- plantas comúnmente sexuadas con gametos femeninos y masculinos pero sin células flageladas de ningún tipo; pared celular con celulosa y compuestos pécticos y los núcleos de las células se dividen mitóticamente; cloroplastos con clorofila A y D;  $\alpha$  y  $\beta$  carotenos, luteína, r-ficoeritrina y en ocasiones r-ficocianina; las reservas alimenticias usualmente se almacenan como gránulos citoplasmáticos de almidón y a veces el complejo de azúcar soluble denominado floridósido. Se distinguen dos clases: Bangiophyceae y florideophyceae".

Las algas rojas se encuentran distribuidas por todos los océanos, pero son más comunes en las regiones tropicales. Existen aproximadamente 3500 especies de este tipo de algas que en su gran mayoría son marinas, ya que en aguas dulces solamente se encuentran alrededor de 200 especies. Las especies marinas son casi siempre fijas y no libres, típicamente se encuentran fijas a rocas u otros sustratos inorgánicos y también con frecuencia se les encuentra como parásitos de --

otras especies de algas rojas. Algunas especies se encuentran en la zona litoral, muchas otras están completamente sumergidas hasta a profundidades de 200 metros. Las algas rojas se encuentran a mayor profundidad que cualquier otro organismo fotosintético; esto se debe en parte a que son más débiles que las algas pardas y verdes y en las profundidades no se resiente el oleaje que las destruye, y por otro lado tenemos que, por sus pigmentos son capaces de fotosintetizar con la poca radiación luminosa que reciben a mayor profundidad, ya que la luz es casi completamente absorbida por el agua a unos 40 metros de profundidad.

Con respecto a estructura, las algas rojas son casi todas multicelulares, formando talos bien desarrollados, a menudo completamente ramificados; los talos están compuestos típicamente de filamentos bien compactados o separados sin mucha diferenciación en los tejidos. La pared celular consiste de una capa interna compuesta en gran parte por celulosa y una capa externa de compuestos pécticos. En una célula pueden encontrarse de uno a varios cloroplastos. Los cloroplastos de las especies que han sido investigadas contienen clorofila A y D, que es única para este tipo de algas,  $\alpha$  y  $\beta$  caroteno, luteína y otras xantófilas como son la r-ficoeri-

trina y la r-ficocianina. La principal clorofila es la A y el caroteno principal es el  $\alpha$  caroteno. Las algas rojas que crecen en la parte interior del litoral completamente sumergidas en el océano, por lo común tienen muy poca r-ficocianina, pero las de la zona litoral superior y las de agua dulce por lo general tienen una cantidad considerable de r-ficocianina además de la r-ficoeritrina y por lo tanto no poseen el color rojo característico de las especies de aguas profundas.

Las reservas de carbohidratos de las algas rojas --- usualmente se acumulan en pequeños gránulos citoplasmáticos de almidón de las florídeas, que es un tipo de almidón de estas plantas; esta sustancia da color rojo o violeta cuando se trata con iodo. El almidón de las florídeas es similar pero no idéntico al glucógeno y a la fracción amilopectina del almidón ordinario. Muchas algas rojas acumulan el azúcar soluble floridósido (que es un carbohidrato complejo de reserva) además del almidón de las florídeas. Se cree que la molécula de floridósido está formada por una molécula de galactosa y una de glicerol. Tanto el almidón de las florídeas como el floridósido son carbohidratos únicos para las algas rojas. A continuación se presenta una tabla de comparación de los caracteres bioquímicos de las algas.

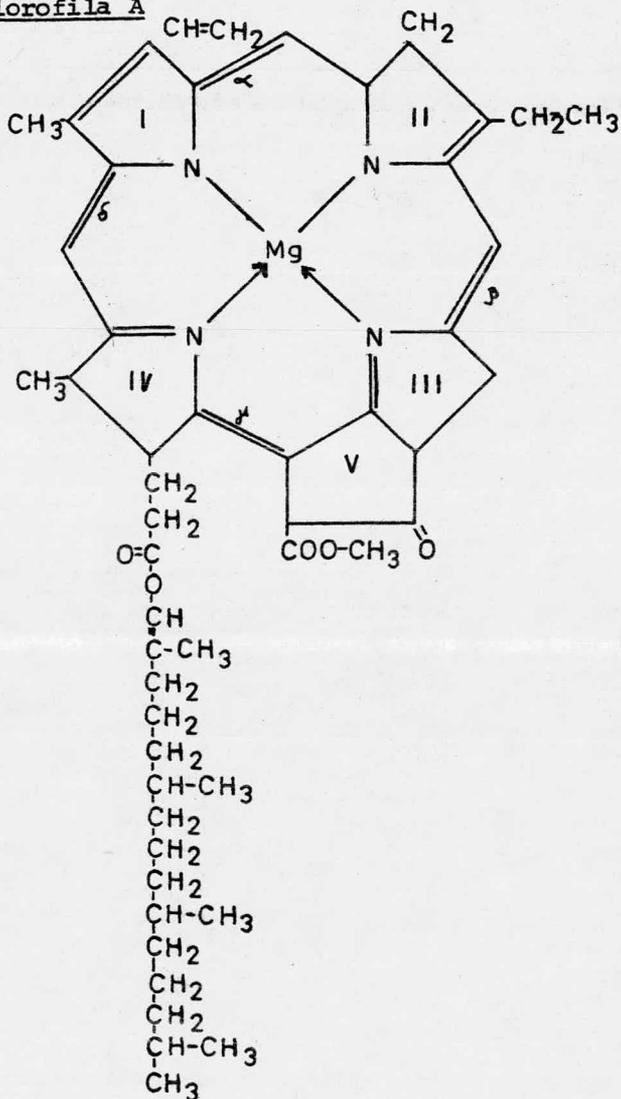
DIFERENCIAS BIOQUIMICAS ENTRE ALGAS

Grupo	T i p o	Cloro fila	Otros pigmentos	Sustancias de reserva	Membranas celulares
Línea Verde	Clorofitas	A, B	Carotenos Xantófilas	Almidón	Celulosa Pectina
	Carofitas	A, B	Carotenos Xantófilas	Almidón	Celulosa Pectina
	Euglenofitas	A, B	Carotenos Xantófilas	Paralmidón Grasas	Usualmente ninguna
Línea Parda	Crisofitas	A, C	Carotenos Xantófilas (Luteína, focoxantina)	Leucosina Grasas	Pectinas Celulosa o ninguna
	Pirrofitas	A, C	Carotenos Xantófilas	Almidón, grasas, polisacáridos	Celulosa o ninguna
	Feofitas	A, C	Carotenos Xantófilas (Luteína Fucoxantina)	Laminarina, Manitol	Celulosa, Algina
Línea Roja	Rodofitas	A, D	Carotenos Xantófilas (Luteína R-ficoeritrina R-ficocianina)	Almidón de florídeas Floridósido	Celulosa, Pectina

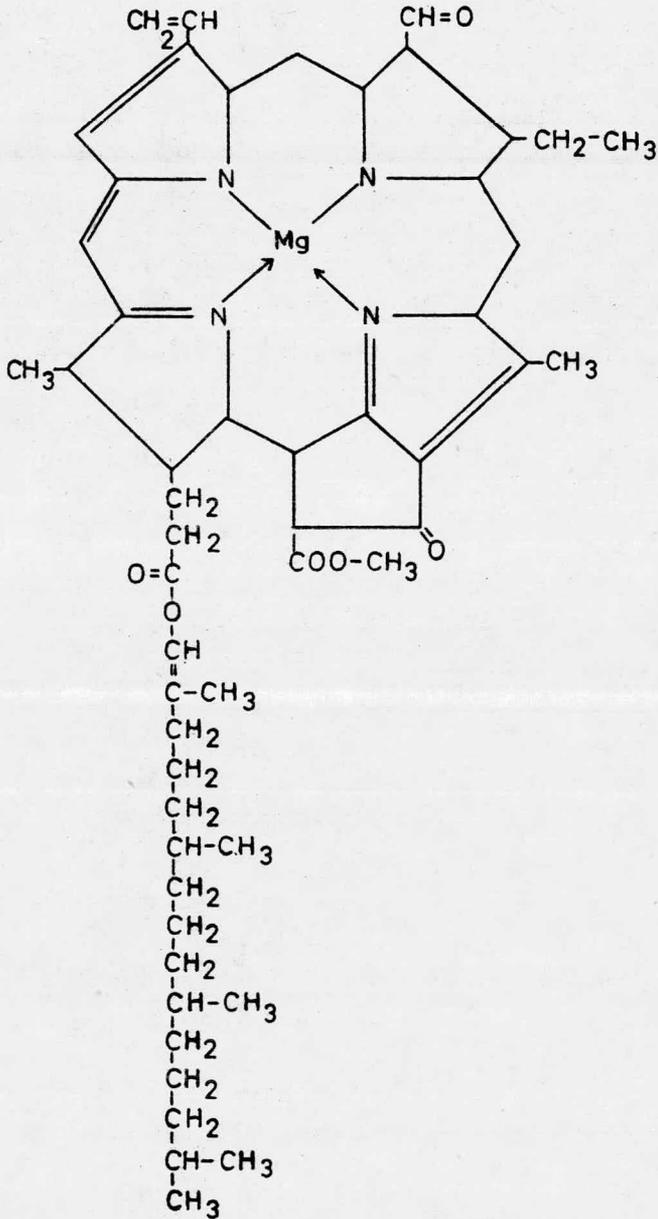
(REF. 6)

A continuación se presentan fórmulas de los pigmentos presentes en las algas.

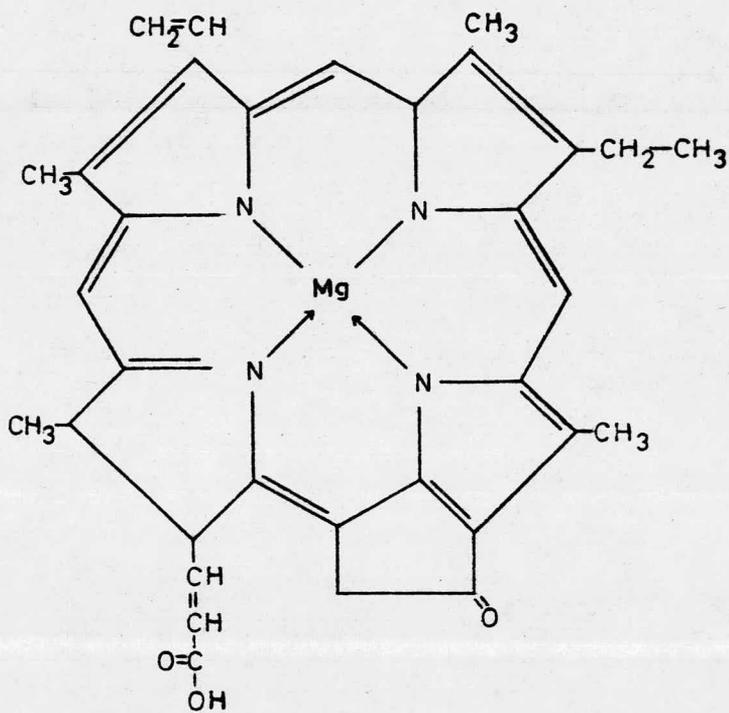
I. Clorofila A



II. Clorofila B

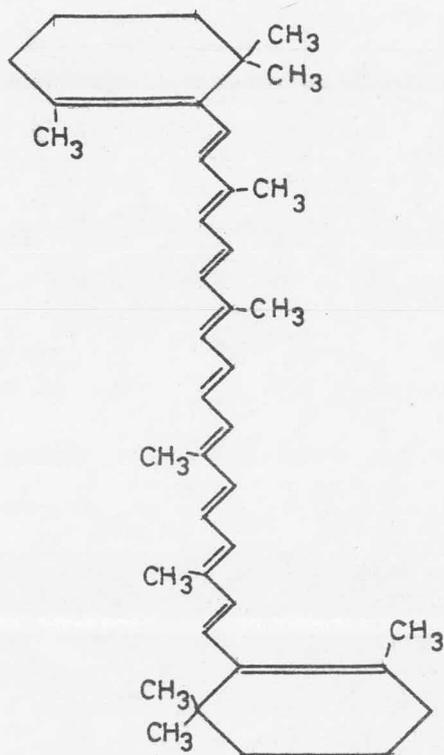


III. clorofila C

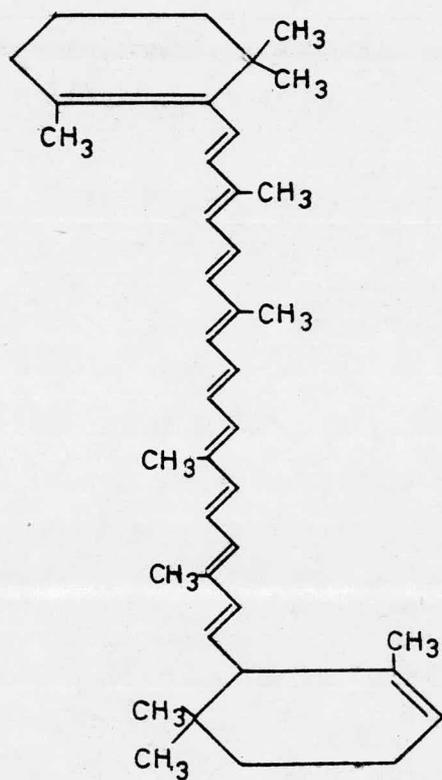




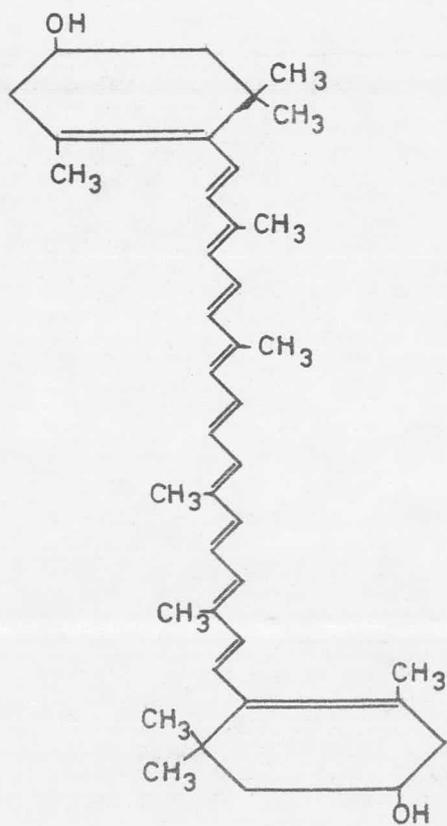
V.  $\alpha$  Caroteno



VI.  $\beta$  Caroteno



VII. Luteina



## ESTRUCTURA QUIMICA DE LAS CARRAGENINAS

El mayor valor de las algas marinas para el hombre occidental en la actualidad reside en su contenido relativamente alto de polisacáridos coloidales fuertemente hidrofílicos, ya que en algunas partes de oriente se utilizan ciertas especies de algas como condimento cotidiano de los alimentos. En las páginas anteriores se han mencionado algunas de las diferencias bioquímicas que guardan los grupos de algas entre sí y cabe esperar que cada grupo de algas tendrá polisacáridos coloidales distintos.

Los polisacáridos que se encuentran en cantidades importantes en las algas pardas son: celulosa, algina, laminarina, fucoidina y manitol; los respectivos a las algas rojas son: agar y carragenina y, en menor importancia, la iridoficina, funorina y almidón de las florídeas que se ha mencionado anteriormente. Dentro del grupo de las algas verdes no se ha encontrado ninguna especie de interés comercial.

Para todos estos polisacáridos coloidales se puede aplicar el término "gelosas", que ha sido aceptado como genérico para identificar a los polisacáridos que forman geles. Este término fue empleado por primera vez por Payen, quien -

lo aplicó al componente activo del agar.

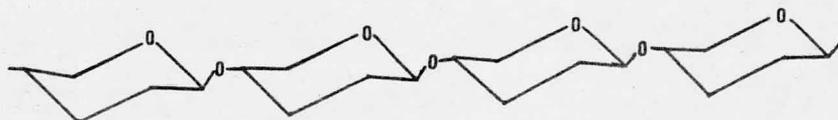
Se puede definir a la carragenina a grosso modo como el hidrocoloide refinado y preparado por extracción acuosa - de los siguientes miembros de las familias denominadas gigartineae y soliciraciae de la clase rhodophyceae.

Chondrus Crispus  
Chondrus Ocellatus  
Eucheuma Cottonii  
Eucheuma Edule  
Eucheuma Isiforme  
Eucheuma Moricatum  
Eucheuma Spinosum  
Gigartina Acicularis  
Gigartina Mammillosa  
Gigartina Pistillata  
Gigartina Radula  
Gigartina Stellata

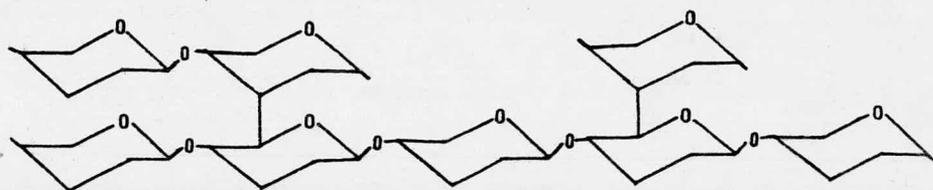
Al extracto de estas algas se le conoce comercialmente como "carragenina" o "extracto del musgo irlandés"; este último nombre se debe a que en un principio sólo se obtenía el extracto del alga denominada musgo irlandés y que botánicamente se conoce como Chondrus Crispus. El nombre de carr

genina se originó de Carragheen, que es el nombre de una parte de la costa de Irlanda a lo largo de la cual en un principio se obtenía el musgo irlandés.

Los primeros intentos realizados para determinar la estructura molecular de la carragenina demostraron que no es un compuesto químico homogéneo, sino una mezcla cuya composición está determinada por las fuentes de obtención así como de los procedimientos usados en la extracción. La carragenina pertenece a la gran y diversa clase de moléculas presentes en la naturaleza denominadas polisacáridos. Estas sustancias están formadas por unidades de azúcares o monosacáridos unidas glucosídicamente para formar cadenas que pueden ser lineales como es el caso de la celulosa y pectina, o ramificadas como es el caso de la amilopectina. A continuación se muestra de manera general los arreglos lineal y ramificado de las unidades de azúcar.



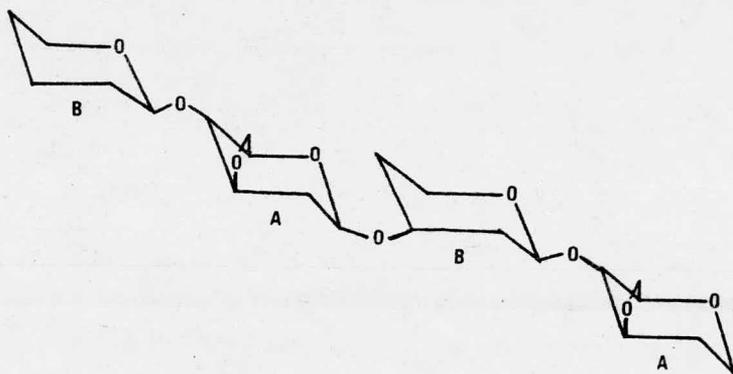
ARREGLO LINEAL DE UNIDADES DE CARBOHIDRATO



ARREGIO RAMIFICADO DE UNIDADES DE CARBOHIDRATO  
(como en el almidón)

La carragenina como la celulosa y la pectina, es un polisacárido lineal y, a diferencia de la celulosa y la pectina que tienen unidas sus unidades de azúcar de manera regular  $1 \rightarrow 4$ , la carragenina está constituida de unidades de -- azúcar unidas de manera  $\alpha$  ( $1 \rightarrow 3$ ) y  $\beta$  ( $1 \rightarrow 4$ ) alternadamente. En este último punto han sido de gran valor los trabajos que durante la década de los sesenta publicaron el Dr. - Rees y sus colaboradores de la Universidad de Edimburgo, en los cuales se hace notar que el azúcar básico para las carrageninas y otros extractos de algas rojas es la galactosa, cuyas unidades están unidas como se ha mencionado. La siguiente figura lo muestra esquemáticamente.

Aquellos residuos de galactosa unidos  $\alpha$  ( $1 \rightarrow 3$ ) en -



ESTRUCTURA GENERAL DE LA CARRAGENINA

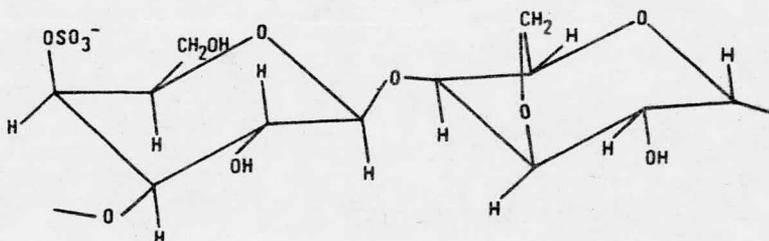
la estructura general, a menudo se presentan como los derivados 3, 6-anhidro y pueden estar presentes grupos ester sulfato en algunas o en todas las unidades de galactosa.

A manera de simplificación es conveniente clasificar a la carragenina como un polímero A-B-A-B-A de acuerdo con la figura anterior, denotando A al residuo de galactosa unido  $1 \rightarrow 3$  y B al residuo unido  $1 \rightarrow 4$ . Como la carragenina es una macromolécula constituida de  $10^3$  (miles) de unidades -- simples de azúcar, las posibilidades de variación estructural son enormes, dando como resultado que serían posibles casi un número infinito de estructuras diferentes. Afortunadamente la carragenina como se ha extraído de algunas especies de algas rojas, se ha presentado en tres tipos principales -- a los cuales se pueden asignar estructuras definitivas.

En 1921 Hass demostró la presencia de grupos ester--

sulfato y especuló en la posibilidad de que la carragenina - estuviera compuesta de dos fracciones. Smith y Look en 1953 dieron un gran paso al separar y aislar dos fracciones de carragenina *Chondrus Crispus* por precipitación selectiva con sales de potasio. Ellos designaron a la fracción sensible al potasio como Lambda-carragenina. De aquí se siguió con los estudios de O'Neill en 1955 para la determinación de la estructura de esas dos fracciones. Una tercera fracción de carragenina, que es primariamente sensible al calcio se puede extraer de ciertas algas como lo es la *Eucheuma Spinosium*; su estructura fue determinada en 1967 por Mueller y Rees y se le designó Iota-carragenina.

Kappa-carragenina. La estructura idealizada correspondiente a esta fracción es la siguiente:

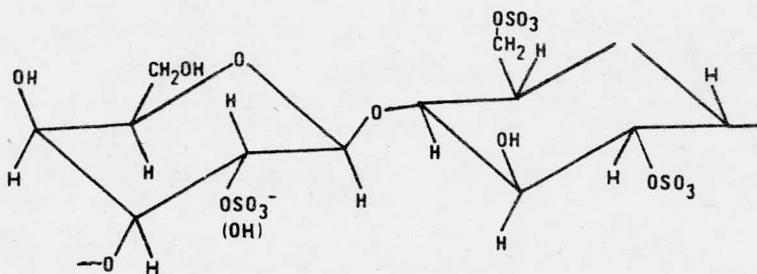


UNIDADES B-A DE KAPPA-CARRAGENINA

Se le asigna el nombre de kappa-carragenina a esta estructura idealizada, adicionando los sulfatos en posición-

4 en los residuos B de la estructura general y los residuos-  
 quedan presentes en la forma 3 y 6 anhidro galactosa. Los -  
 extractos que más se parecen a esta estructura idealizada --  
 son los que se obtienen en gran parte de la especie *Eucheuma*  
*Cottonii* y de algunas especies *Chondrus* y *Gigartina*. En la-  
 práctica, del 20 al 25% de las unidades 3, 6 anhidro galacto-  
 sa pueden estar sulfatadas en la posición 2, dependiendo del  
 alga de la cual se obtuvo el extracto. Una parte de las uni-  
 dades 1 → 4 pueden existir como galactosa sulfatada en posi-  
 ción 6. Por calentamiento de la kappa-carragenina en presen-  
 cia de ciertos alcalis, tales como cal, se elimina el sulfa-  
 to en posición 6 conduciendo a la formación de unidades 3, 6  
 anhidro galactosa.

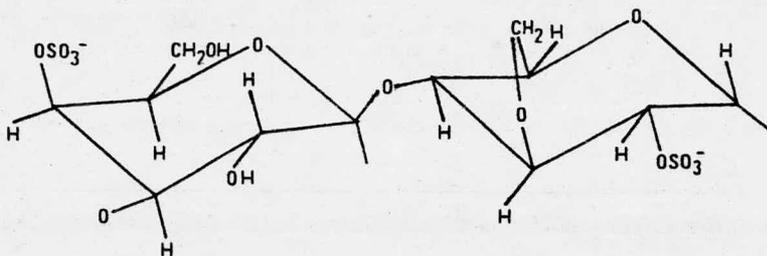
Lambda-carragenina. La estructura idealizada corres-  
 pondiente a esta fracción es la siguiente:



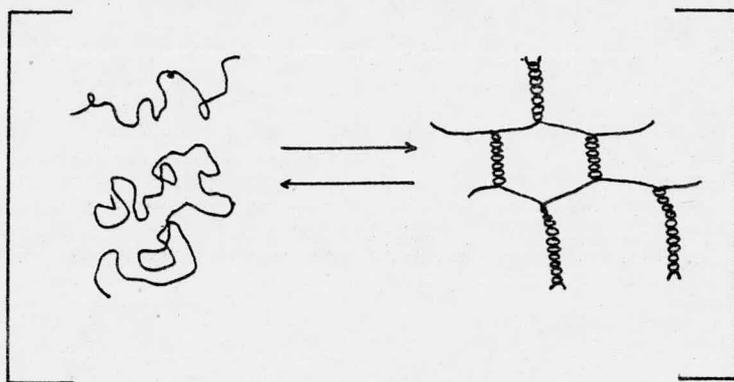
UNIDADES B-A DE LAMBDA-CARRAGENINA

Está compuesta de unidades unidas 1 → 4 de 2-6 disulfato galactosa y unidades de galactosa unidas 1 → 3 (o unidades de 2 sulfato galactosa unidas 1 → 3). La mayor parte -- de la molécula de lambda-carragenina consiste de unidades de 2-sulfato galactosa unidas 1 → 3 y de unidades de 2-6 disulfato galactosa unidas 1 → 4. Aproximadamente el 30% de las unidades unidas 1 → 3 no están sulfatadas. El tratamiento alcalino semejante al de la kappa-carragenina no elimina los sulfatos en posición 6, ni forma la 3, 6 anhidro galactosa; sin embargo, da características gelificantes al producto. Se ha postulado que sulfatos en posición 2 en las unidades unidas 1 → 4 se toleran en este grupo, pero que el sulfato 2 en las unidades unidas 1 → 3 no permite la formación de geles acuosos.

Iota-carragenina. La iota-carragenina está compuesta de unidades de 4-sulfato galactosa unidas 1 → 3 con unidades de 2-sulfato 3, 6 anhidro galactosa unidas 1 → 4. Como las fracciones anteriores, existe un cierto porcentaje de -- sulfato en posición 6 en las unidades unidas 1 → 4; y en esta fracción, el tratamiento alcalino sí elimina el sulfato 6 y conduce a grupos 3, 6 anhidro galactosa. La estructura química idealizada de la iota-carragenina es:



Como es de esperarse, estructuras diferentes conducirán a propiedades diferentes, pero antes de esto cabe mencionar que se ha demostrado que las carrageninas kappa e iota forman hélices dobles en el estado sólido y también al formar soles y geles bajo ciertas condiciones de temperatura. En los soles las cadenas de residuos de galactosa se encuentran en cierto desorden, pero al formar geles ocurre la formación helicoidal doble, como se muestra en la siguiente figura:



FORMACION HELICOIDAL DE LAS CARRAGENINAS KAPPA E IOTA

Las hélices de las estructuras de ambos tipos de carragenina, se estabilizan por enlaces intermoleculares, en los que interviene hidrógeno, esto es particularmente importante en el caso de la forma iota, donde cada grupo hidroxilo no sustituido puede entrar a formar puentes de hidrógeno. Como las cadenas son largas y también el número de grupos hidroxilo no sustituido es grande, existen en estas estructuras helicoidales bastantes puentes de hidrógeno por medio de los cuales se logra la estabilización de los arreglos helicoidales.

La formación helicoidal depende de la formación correcta de las cadenas y ésta a su vez depende de la colocación alternada correcta de las unidades de galactosa y de las unidades de 3, 6 anhidro galactosa. De esta manera, por ejemplo, donde en lugar de unidades de 3, 6 anhidro galactosa en la kappa carragenina, o unidades 3, 6 anhidro galactosa 2 sulfato se tienen las unidades 6 sulfato y 2, 6 disulfato correspondientemente, ocurre un eslabón abierto en la cadena y ésta se interrumpe. En la práctica esto se puede apreciar a nivel macroscópico como una disminución en la fuerza del gel y explica por qué el tratamiento con alcali, que cataliza la eliminación de los sulfatos en posición 6 con la subse

cuenta formación de unidades 3, 6 anhidro conduce a un aumento en la fortaleza del gel.

## PROPIEDADES DE LAS CARRAGENINAS

I. Solubilidad. Las carrageninas presentan características de solubilidad en agua e insolubilidad en muchos -- solventes orgánicos; esto es común a los coloides hidrofílicos y como otros polímeros orgánicos, para poder formar gels sus propiedades hidrofílicas e hidrofóbicas deben estar bien balanceadas.

Las muchas formas posibles de las carrageninas debidas al detalle de variación estructural, provee una gran variabilidad de parámetros en base a los cuales se pueden establecer las propiedades de solubilidad. Sin embargo, para fines prácticos, es conveniente hablar en términos de los tipos generales de estructura mencionados anteriormente, e --- igualar la solubilidad con el balance global de hidrofiliidad que está dado por el sulfato hidrofílico y las funciones hidróxilo por un lado y por el otro los residuos hidrofóbicos 3, 6 anhidro galactosa.

De este modo, la lambda-carragenina que en la forma-

idealizada carece de unidades 3,6 anhidrogalactosa y que está altamente sulfatada, es soluble fácilmente bajo muchas condiciones. En cambio, la kappa carragenina que contiene unidades 3, 6 anhidrogalactosa como parte de sus unidades repetitivas y que contiene pocos grupos sulfato, es menos hidrofílica, y por lo tanto menos soluble. Entre estos dos extremos tenemos a la iota-carragenina, más hidrofílica en función de sus grupos sulfato en posición 2, que por su posición contrarrestan el carácter menos hidrofílico de los residuos 3,6 anhidrogalactosa.

Las características de solubilidad también se ven afectadas en parte por la naturaleza de la sal de los grupos sulfato, particularmente en el caso de la kappa-carragenina, que es la menos soluble. Las sales de sodio son en general más fácilmente solubles, mientras que las sales formadas con el catión potasio, se disuelven con mayor dificultad. Para muchos fines prácticos se considera insoluble a la sal de potasio de la kappa-carragenina, mientras que su sal de sodio es más fácilmente soluble en agua fría; por el contrario, todas las sales de lambda-carragenina son solubles.

Tanto la velocidad de dilución y la solubilidad, están afectadas por la presencia de otros solutos. El efecto principal viene a ser la competencia por el agua disponible

para la alteración del estado de hidratación del polisacárido. De las tres fracciones de carrageninas, la fracción ---kappa es la más sensible a otros solutos.

Las sales inorgánicas son las más efectivas en alterar la hidratación de las carrageninas, en particular cuando la sal es de potasio. Esto se aprecia con claridad al preparar soluciones de cloruro de potasio del 1.5% al 2% y aún -- con esta concentración tan baja se evita la disolución de -- kappa-carragenina a temperatura ambiente (20°C); cuando la - sal es de sodio como el cloruro de sodio, se necesita incrementar la concentración del 4% al 9.6% para observar el mismo efecto y con compuestos no iónicos se requieren concentraciones del 50% o más para apreciar efectos semejantes; este es el caso de la sucrosa, la cual aún al 50% requiere la presencia de glicerol en grandes cantidades para evitar la solución de kappa-carragenina.

En los casos de haber varios solutos disueltos, su efecto combinado en la alteración de la hidratación de las carrageninas es por lo general aditivo y se puede estimar conociendo los efectos individuales; por ejemplo, en presencia de grandes cantidades de glicerol, la solubilidad está marcadamente influenciada por trazas del ión potasio.

Es de importancia práctica el hecho de que la iota-carragenina se disuelve calentando en soluciones que contengan alta concentración de sales y así es capaz de producir gelificación en ciertas aplicaciones donde una cantidad excesiva de sales pueda impedir el uso de la kappa-carragenina.

Otros solventes orgánicos tales como metanol, etanol y acetona, actúan como retardantes y disminuyen la velocidad de solubilidad de la carragenina.

II. pH. La carragenina es estable a pH superior a 7, y a valores menores de pH su estabilidad decrece, especialmente con el incremento de temperatura. La degradación a pH de 5 a 7 es suave. Es fácil trabajar con carragenina en este rango y hasta se puede calentar a ebullición por períodos cortos de tiempo. Sin embargo, a bajos niveles de pH, la carragenina se degrada rápidamente a temperatura elevada, y es buena práctica cuando se usa carragenina ajustar o disminuir el pH durante el paso final del proceso. Las preparaciones HTST han probado ser efectivas en minimizar la hidrólisis. - Una vez que se han formado los geles con carragenina, el sistema es medianamente estable aún a condiciones bajas de pH.- El orden decreciente de estabilidad a bajo pH para las 3 --- fracciones de carragenina es como sigue: iota-lambda-kappa.

III. Gelificación. Entre las gomas usadas en la industria de alimentos, sólo unas pocas tienen la habilidad de formar geles, y el poder de las carrageninas para formar sistemas coloidales acuosos es una de sus propiedades más importantes que se ha tomado en cuenta para sus aplicaciones.

Las carrageninas forman geles térmicamente reversibles cuando se disuelven en agua caliente. Posteriormente se enfrían a temperatura ambiente sin el empleo de algún sistema de refrigeración. La textura de los geles de carragenina puede variar desde geles duros y quebradizos, hasta geles suaves y elásticos.

La habilidad de gelificación está relacionada inversamente a la solubilidad como era de esperarse y si se considera a la gelificación como una precipitación frustrada o como una seudoprecipitación, tenemos a la kappa-carragenina como el agente gelificante más fuerte, a la iota-carragenina como el agente gelificante más débil y a la lambda-carragenina como un agente que no gelifica. En cualquier caso, la gelificación requiere la presencia de iones potasio. Esta dependencia a un catión específico se debe al contenido de sulfato; como ejemplo comparativo tenemos a la agarosa, que tiene estructura química muy semejante a la kappa-carragenina y

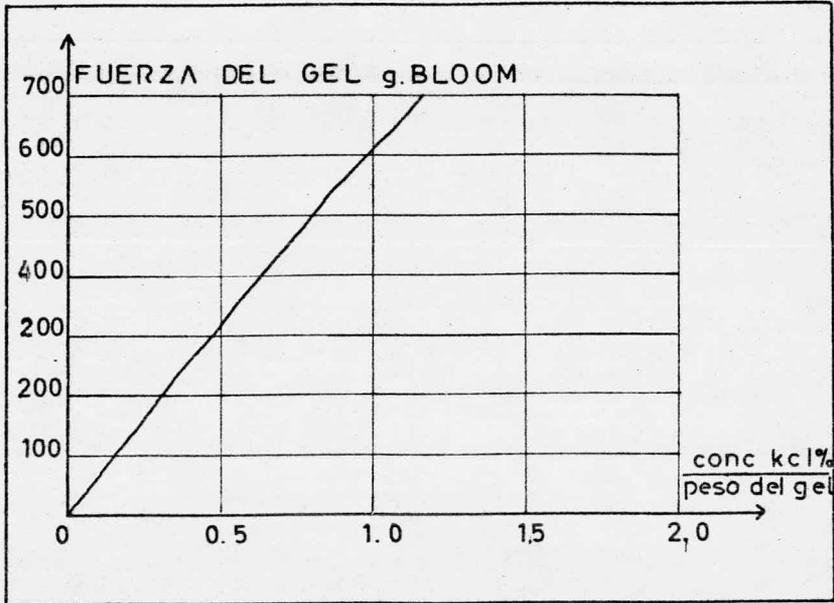
que gelifica independientemente del balance del ión potasio en el medio.

Como ya se mencionó, la kappa-carragenina forma geles en presencia del ión potasio y al incrementar la concentración de las sales de potasio se incrementa casi linealmente la fuerza del gel. En la siguiente figura se muestra este efecto de manera gráfica. El sistema coloidal se formó con 1.26% de sal de potasio de kappa-carragenina, cloruro de potasio y agua destilada. (Fig. 1)

Las sales de potasio también afectan las temperaturas de fusión y gelificación de los geles de kappa-carragenina; este efecto se manifiesta como un aumento en las temperaturas de fusión y gelificación al aumentar la concentración de la sal de potasio. Gráficamente esto puede apreciarse en la siguiente figura, donde el sistema coloidal estuvo formado con 1.26% de sal de potasio de kappa-carragenina, cloruro de potasio y agua destilada. (Fig. 2)

Ambos efectos del cloruro de potasio sobre los geles de kappa-carragenina están limitados en la práctica, por consideraciones organolépticas. El límite superior para alimentos con sabores delicados es de 0.1% a 0.2%. En productos con un contenido de cloruro de sodio relativamente alto, co-

FIGURA 1

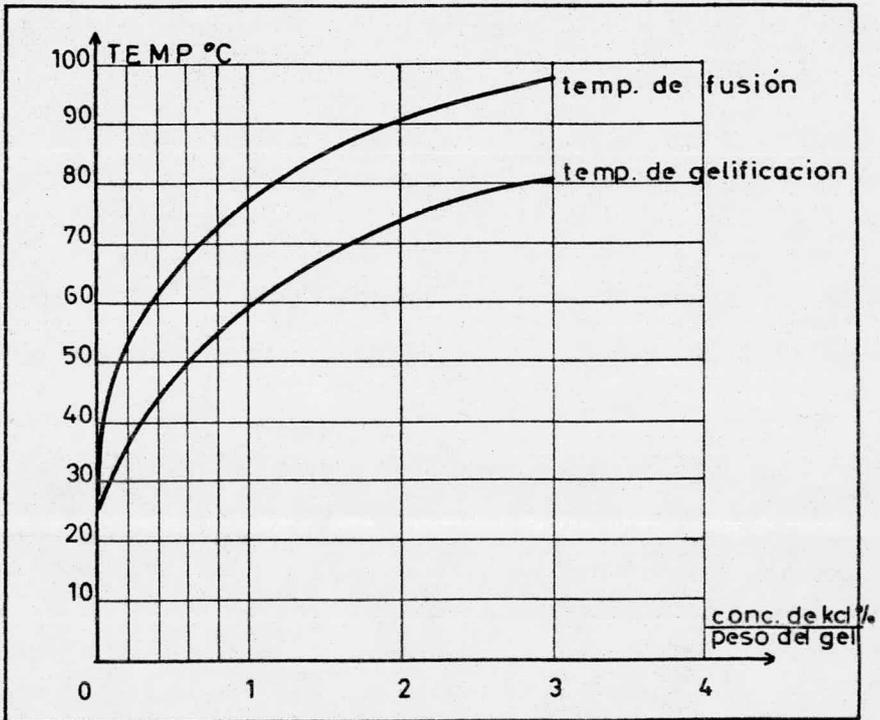


EFFECTO DE ADICION DE CLORURO DE POTASIO  
EN LA FUERZA DE UN GEL DE CARRAGENINA  
SISTEMA COLOIDAL: 1.26% sal de potasio de  
kappa carragenina  
cloruro de potasio  
agua destilada

(REF. 9)

FIGURA 2

EFFECTO DE ADICION DE CLORURO DE POTASIO EN LAS TEMPERATURAS DE FUSION Y GELIFICACION DE UN GEL DE CARRAGENINA



SISTEMA COLOIDAL : 1.26% sal de sodio de -  
kappa carragenina  
cloruro de sodio  
agua destilada

(REF. 9)

mo productos de carne, es posible reemplazar un poco más del 0.5% del cloruro de sodio con cloruro de potasio sin que ocurra un deterioro en el sabor del producto.

Los productos alimenticios en general contienen cantidades más altas de sales de sodio que de potasio; esto presenta un balance desfavorable para personas que por razones de salud requieren dietas bajas en sodio. Sin embargo, el cloruro de potasio tiene un efecto más alto en la consistencia del gel (fuerza del gel) por unidad de potasio y pueden utilizarse otras sales diferentes al cloruro cuando éste tenga efectos en el sabor del gel. Los fosfatos de potasio son insaboros y junto con citrato de potasio se obtiene un sabor más ácido a pH menor que 4; una función secundaria del fosfato y del citrato es amortiguar el sistema a pH relativamente alto, donde la carragenina es más estable.

La fuerza, textura y temperatura de endurecimiento (solidificación) de los geles de carragenina en alimentos, no sólo se ven afectados por sales sino también por otros solutos como son el azúcar y dextrosa. Grandes sólidos presentes, significa altas temperaturas de gelificación, de lo que se sigue que las temperaturas de procesamiento deben ser altas, y esto incrementa la degradación ácida que sufre la ca-

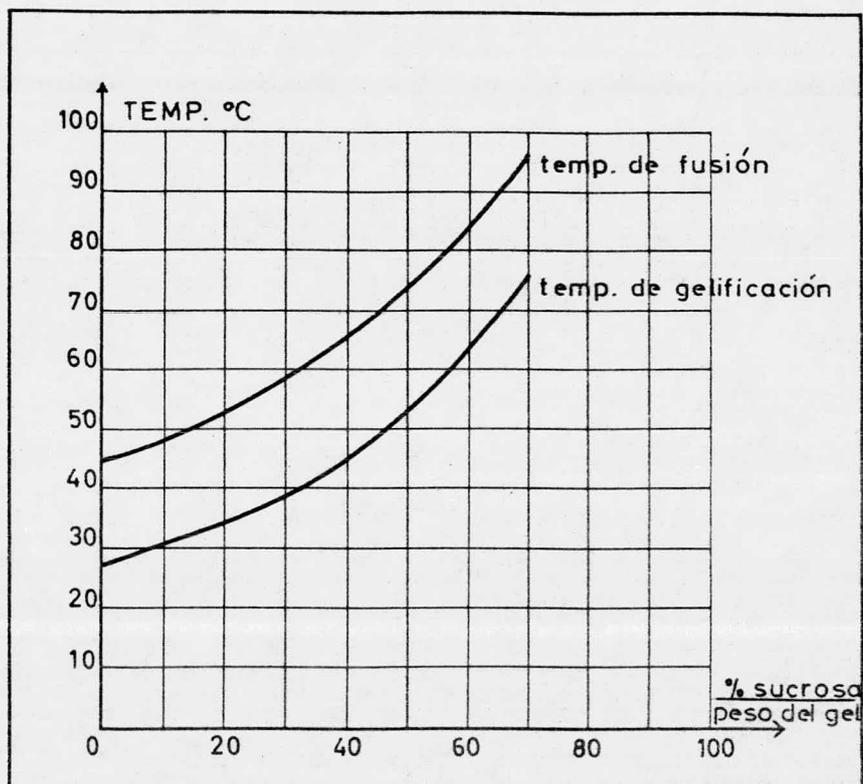
rragenina a alta temperatura y pH bajo. En la siguiente figura se muestra la relación entre las temperaturas de fusión y gelificación con concentraciones de azúcar para un gel de kappa-carragenina. En la práctica es posible utilizar carragenina en alimentos con un contenido de azúcar mucho mayor - a 60%. (Fig. 3)

El sistema coloidal estudiado estuvo formado por --- 0.65% de kappa-carragenina, 0.13% de cloruro de potasio, sucrosa y agua destilada. Como se puede apreciar en esta figura, a mayor concentración de azúcar, mayores son las temperaturas de fusión y gelificación.

Los geles de sal de potasio de kappa-carragenina son elásticos, cohesivos y transparentes. El gel más fuerte de kappa-carragenina se forma en presencia de iones potasio y calcio; sin embargo, la adición de calcio a un gel de potasio hace a éste quebradizo. Los iones de amonio también poseen la habilidad de gelificar a la kappa-carragenina, pero en menor grado que los iones potasio. Las temperaturas de gelificación y de refundido de los geles amonio-kappa, carragenina, son menores a los correspondientes geles con potasio.

La adición de iones sodios a los geles de potasio-ca

FIGURA 3  
 EFECTO DE LAS CONCENTRACIONES DE SUCROSA  
 EN LAS TEMPERTURAS DE FUSION Y GELIFICACION DE UN  
 GEL DE CARRAGENINA



SISTEMA COLOIDAL : 0.65% kappa carragenina  
 0.13 cloruro de potasio  
 sucrosa  
 agua destilada

(REF. 9)

rragenina conduce a un gel quebradizo. Grandes cantidades de sal de sodio obstruyen la gelificación y de ese modo se reduce la fuerza del gel. Esto es de interés especial en productos de carne gelificada donde el cloruro de sodio se añade normalmente como un condimento.

La fracción iota de la carragenina en contraste con la fracción kappa, gelifica más fuertemente con iones de calcio para formar geles muy elásticos y coherentes, los cuales por lo general están libres de sinéresis. La iota carragenina es una buena ligadora de agua en concentraciones tan bajas como 0.2% y en combinación con la fracción kappa, adiciona elasticidad y prevé la sinéresis en el gel.

La fracción lambda no gelifica, pero influencia los geles mixtos kappa-lambda impartiendo elasticidad y reduciendo la sinéresis.

IV. Estabilidad a bajo pH y alta temperatura. La estabilidad de la carragenina se ha visto que está influenciada por tres factores que actúan en conjunto. Estos factores son: pH, temperatura y tiempo.

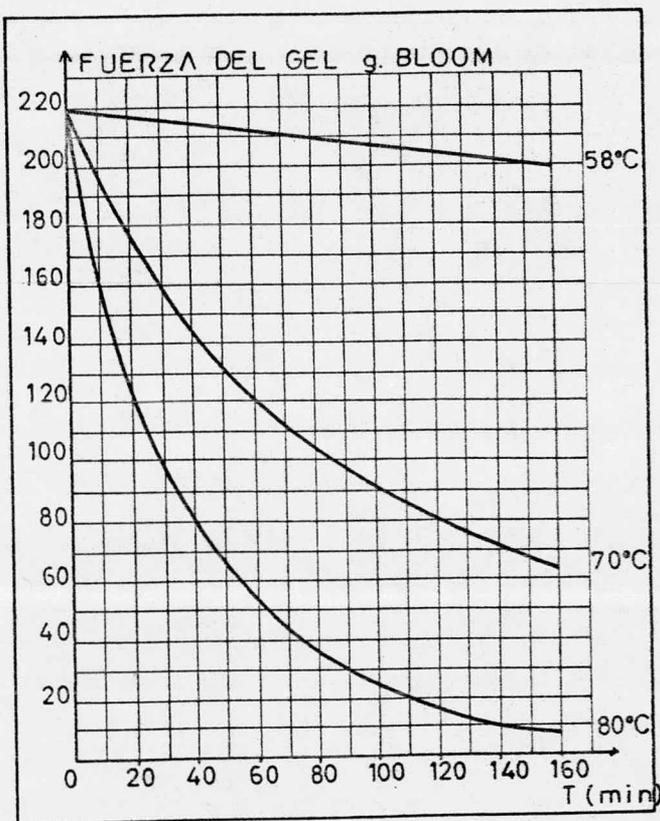
En un medio ácido la carragenina se hidroliza a temperaturas elevadas de proceso, por lo tanto, debe tener un

tiempo corto de procesamiento, disminuyendo el pH se reduce la estabilidad, y en la práctica, no debe procesarse carragenina a un pH inferior a 3.5. Las siguientes dos figuras nos muestran los efectos de pH y temperatura en la fuerza del gel; la primera figura muestra el efecto de tratamiento técnico y la segunda muestra el efecto de alta concentración de ácido a 58°C. Como puede observarse en la primera figura (fig. 4), la consistencia del gel a 58°C es mucho mayor que a 70°C y mayor a su vez a 80°C, aún cuando el tiempo de calentamiento es el mismo.

En la segunda figura se muestra el efecto de alta concentración de ácido en la fuerza del gel de carragenina a 58°C; en esta gráfica se observa la mayor estabilidad de los geles conforme el pH es más elevado. (Fig. 5)

A pH 6 o mayor, la carragenina resistirá las condiciones de proceso encontradas normalmente con muy poca degradación. La estabilidad a 115°C de un gel de carragenina se muestra en la siguiente figura (fig. 6), donde se compara la fuerza del gel a diferentes valores de pH y tiempos de calentamiento. Esta resistencia a pH es útil en la práctica para aplicaciones en pescado y carne donde el pH tiene aproximadamente este valor. Los geles de carragenina son termorrever-

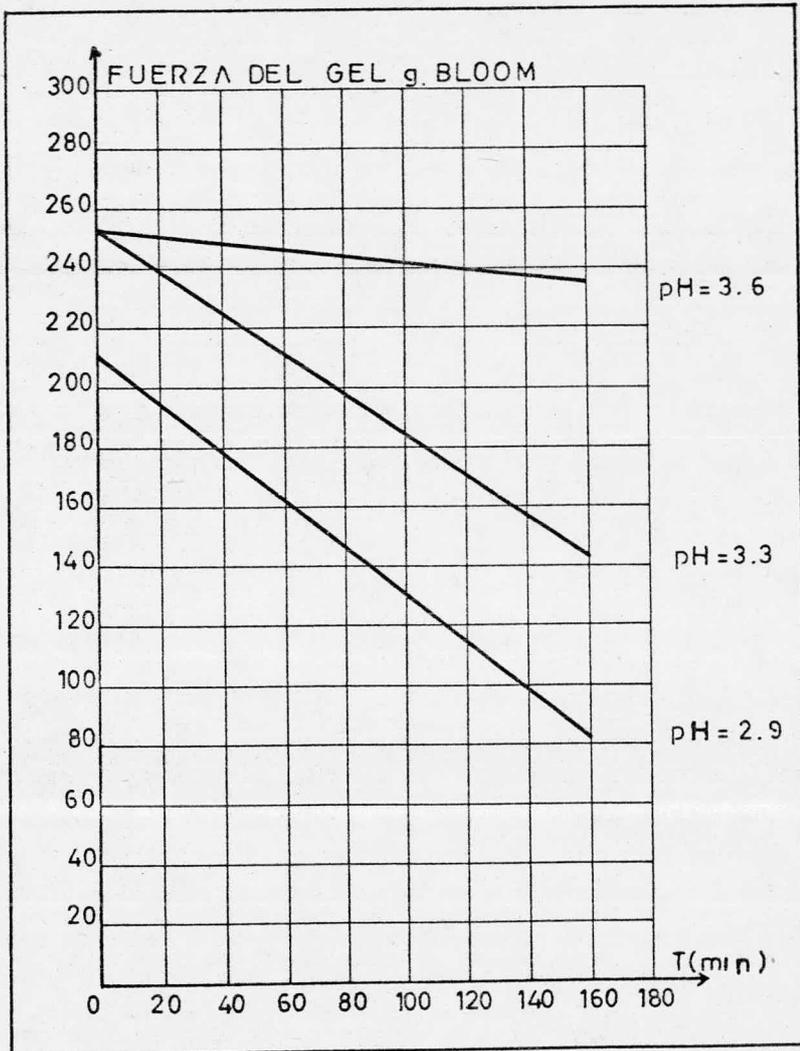
FIGURA 4  
 EFECTO DEL TRATAMIENTO TERMICO EN LA FUERZA  
 DE UN GEL DE CARRAGENINA A pH 3.6, A DIFERENTES  
 TEMPERATURAS



SISTEMA COLOIDAL : 1.26% kappa carragenina  
 8% sucrosa  
 0.2% citrato de potasio  
 acido citrico  
 agua destilada

(REF. 9)

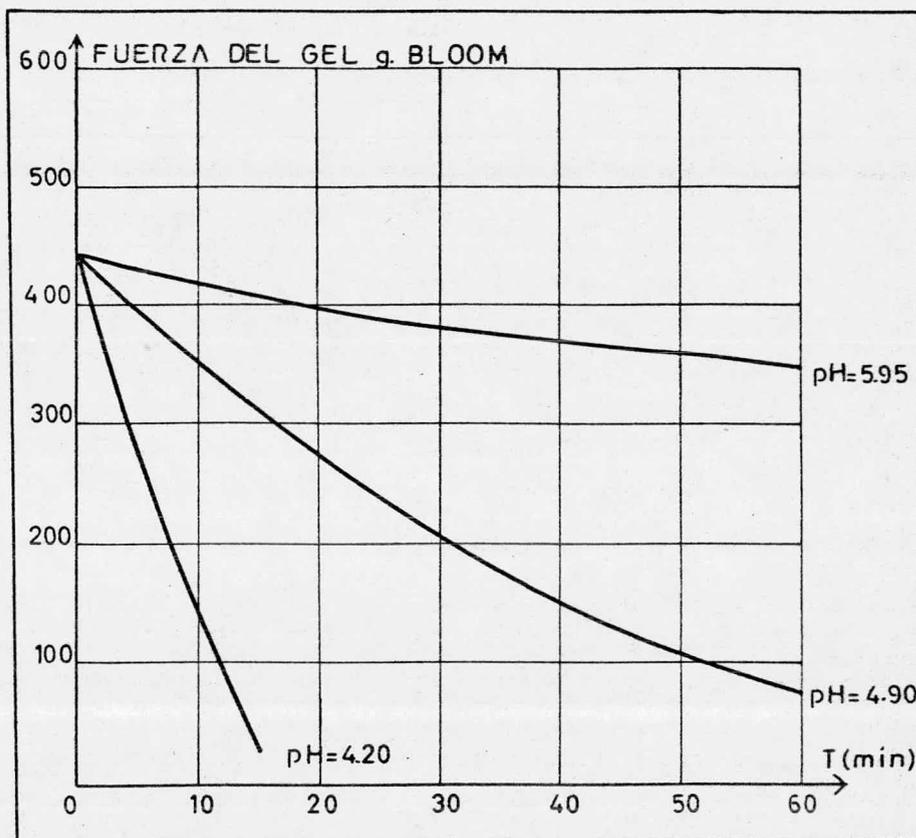
FIGURA 5



EFFECTO DE ACIDEZ EN LA FUERZA DE UN GEL DE  
CARRAGENINA A 58 °C

SISTEMA COLOIDAL: 1.2% kappa carragenina  
8% sucrosa  
0.2% citrato de potasio  
acido citrico  
agua destilada

FIGURA 6



EFFECTO DE ACIDEZ EN LA FUERZA DE UN GEL DE  
CARRAGENINA A 115°C

SISTEMA COLOIDAL: 1.0% kappa carragenina + goma locust bean  
1.0% cloruro de sodio  
0.5% cloruro de potasio  
0.7% citrato de sodio / acido citrico  
agua destilada

(REF. 9)

sibles a condición de que no se efectúe la depolimerización de las unidades de galactosa. A altas temperaturas y bajos valores de pH, el punto de gelificación está entre 10 y 15°C abajo del punto de fusión.

V. Reactividad de las carrageninas frente a las proteínas. Como polímeros cargados, las carrageninas son capaces de reaccionar con otras macromoléculas. Una de estas -- reacciones es la que se efectúa entre las proteínas.

De las proteínas que reaccionan con las carrageninas, la reacción más estudiada ha sido la que se presenta con las proteínas de la leche; la razón de esto es que muchas aplicaciones comerciales de estos polisacáridos es en productos -- lácteos. Esta reacción es sólo un caso particular dentro -- del esquema general de las reacciones carragenina/proteína.

Algunas de las consideraciones que pueden hacerse -- acerca del mecanismo de estas reacciones, es que siendo las carrageninas polielectrolitos con carga negativa, como las -- proteínas son anfóteros, sólo ocurrirá una precipitación carragenina/proteína cuando el pH del medio sea inferior al -- punto isoelectrico de la proteína. Como la carga negativa -- de las carrageninas es independiente del pH del medio, la re

lación carragenina/proteína en un coprecipitado dependerá de la carga positiva de la proteína, la cual sí es función del pH del medio.

Las reacciones carragenina/proteína, que en presencia de cationes polivalentes se llevan a cabo a pH sobre el punto isoeléctrico de la proteína en cuestión, pueden explicarse por uno de los siguientes mecanismos:

- a) El calcio u otro catión polivalente actúa como un puente entre los dos polielectrolitos negativos.
- b) El calcio u otro catión polivalente "cambia" la carga total de la proteína transformándola en positiva, haciendo posible la reacción con la carragenina que está cargada negativamente.

Ya que la reacción entre las carrageninas y las proteínas de la leche ha sido muy estudiada, a continuación se mencionan algunos detalles de estas investigaciones:

El profesor Hansen de la Universidad de Ohio ha encontrado que a pH de 4.6 que es el punto isoeléctrico de la caseína, no se detectan carrageninas en el suero ácido; esto indica que éstas han reaccionado totalmente con la proteína. A pH de 6.7 tampoco se les encuentra en el suero ultracentri

fugado, sin embargo, la ausencia de calcio (que Hansen separó por diálisis) al mismo pH es posible detectar carragenina lambda y aproximadamente 80% de la fracción kappa usada en el mismo suero. Estos resultados indican que la reacción depende de la presencia del ión calcio.

También Hansen ha demostrado que especialmente la -- fracción kappa de las carrageninas disminuye la sensibilidad de la caseína  $\alpha$ , a la precipitación por calcio y a la coagulación con calor. Un efecto similar aunque menos pronunciado se ejerce en el caso de la kappa-carragenina. La presencia de iones calcio es necesaria para que las carrageninas formen un complejo electroforéticamente estable con la caseína pero no así es el caso para la reacción similar con la caseína kappa.

En otro trabajo de Hansen se encontró que entre un buen número de polisacáridos y otros compuestos sulfatados, sólo las carrageninas poseen la capacidad de estabilizar las caseínas sensibles al calcio (caseínas  $\alpha$  y  $\beta$ ); también en este caso se encontró que la fracción kappa es más eficiente que la fracción lambda. De sus investigaciones, Hansen dedujo que los requerimientos estructurales necesarios para que un polisacárido estabilice las caseínas sensibles al calcio-

son: el polisacárido debe estar sulfatado preferentemente sobre los carbonos 2 y 4 de sus unidades, pero no sobre carbono 6; debe tener también una estructura primaria que permita una configuración de hélice, como es el caso de las uniones-glucosídicas  $\alpha$  (1-3) y  $\beta$  (1-4) alternadas presentes en la carragenina.

Todas las fracciones de las carrageninas reaccionan con las proteínas pero producen diferentes efectos prácticos. Para la mayoría de los efectos en productos lácteos se prefiere la fracción kappa como se verá más adelante.

Para una acción efectiva de las carrageninas del tipo kappa, éstas deben disolverse por calentamiento a 50°C -- aproximadamente y se les utiliza en productos cuyo procesamiento involucre etapas de pasteurización y/o esterilización. Las carrageninas del tipo lambda son espesantes y estabilizantes de leche fría y se aplican por ejemplo en batidos de leche y polvos para desayunos instantáneos.

La temperatura tiene un marcado efecto en la reacción de las carrageninas y las proteínas. A la temperatura de pasteurización, la adición de un 0.2% de kappa-carragenina no produce efectos medibles sobre la viscosidad de la le-

che; al enfriar a unos 43°C se forma un gel que fundirá a 10 o 20° por encima de la temperatura de formado del gel. Como ejemplo podemos tomar el efecto de la kappa-carragenina sobre leche enchocolatada a diferentes temperaturas; esto se muestra en los datos de estabilización de la siguiente tabla, donde se midió la viscosidad y se hizo apreciación visual.

Concentración en PPM de kappa-carragenina	Pasteurizada y evaluada a T°C después de H horas		Viscosidad cps	Inspección visual
	T°C	H		
0	5	20	8	Sedimento pesado Separación de crema
200	5	20	60	Homogénea
250	5	20	100	Homogénea y espesa
250	20	4	34	Algunos gránulos
250	30	2	20	Poco sedimento
350	30	2	10	Algunos gránulos

(REF. 10)

De la tabla se puede apreciar que una concentración de 200 PPM de carragenina kappa es suficiente para estabilizar una leche enchocolatada que se ha enfriado a 50°C. A esta temperatura un "espesamiento" de 20 cps es suficiente para asegurar la estabilización, siempre que se use la misma leche enchocolatada se esteriliza por el proceso UHTST y se-

enfriá a 20°C y la carragenina se agrega a esta temperatura, se necesita usar 250 PPM de la carragenina tipo kappa para obtener la estabilización deseada. Esta leche enchocolatada tendrá 24 cps de viscosidad a 20°C y viscosidad de 100 cps a 5°C. Si se agrega la carragenina a 30°C en el ejemplo anterior, la estabilización se obtiene aumentando la concentración de carragenina kappa de 300 a 350 PPM; esta bebida así-preparada estará espesa (viscosa) cuando se consuma fría.

El párrafo anterior y la tabla muestran la importancia de enfriar a bajas temperaturas, previa al agregado del agente espesante, o sea, la carragenina cuando se desea obtener una leche enchocolatada ligera esterilizada por el proceso UHTST y perfectamente estabilizada. Para la leche enchocolatada pasteurizada por el proceso UHTST, la kappa carragenina en concentraciones de 0.02 a 0.05% es el mejor agente estabilizante; esto se debe a que la estructura altamente tixotrópica del gel de caseína/carragenina estabiliza la suspensión de las partículas de color y glóbulos de grasa, y es responsable de la ligereza de dicha bebida. Cabe aclarar aquí que el efecto estabilizante de la carragenina, no se debe al aumento en viscosidad que produce, ya que una alta viscosidad sólo retarda pero no previene la sedimentación de las partículas.

Para estabilizar la leche enchocolatada envasada en la botella, no se ha encontrado todavía un buen estabilizador, como en el caso anterior. El calentamiento drástico -- desnaturaliza las proteínas de la leche y reduce la interacción de las mismas con la carragenina. Los mejores resultados se obtienen cuando se controlan cuidadosamente las condiciones del proceso usando kappa-carrageninas. En estos casos debe tenerse en cuenta que un proceso imperfecto puede conducir a la separación de fases en la botella. La lambda-carragenina no estabiliza pero tiene menos tendencia a las separaciones de fases, por lo que una combinación kappa/lambda carragenina podría solucionar en parte este problema en caso de presentarse. Otro ejemplo en donde la alta reactividad que poseen las kappa-carrageninas hacia las proteínas -- de la leche, es que puede usarse en helados. Usualmente las formulaciones son complejas con otros aditivos como carboximetilcelulosa (CMC), goma guar, etc. Estos aditivos proporcionan protección, cuerpo y textura adecuados, pero "cortan" a la leche bajo condiciones de congelado/descongelado. Las carrageninas en concentraciones del 0.01 al 0.05% previenen la separación de fases y agregan cremosidad al helado.

En budines de leche cocida, carrageninas kappa en -- concentraciones del 0.2% conducen a budines tipo flan. Para

estos fines deben usarse combinaciones de kappa-carrageninas con otras carrageninas o con goma garrofin o almidón, ya que la kappa-carragenina sola produce budines con textura liviana. En cremas batidas, kappa carrageninas en concentraciones cercanas al 0.03% producen mejor cuerpo. En cremas batidas esterilizadas por el proceso UHTST, la adición de un 0.03% de kappa-carragenina previene la formación de coágulos durante la vida de anaquel del producto. Las carrageninas mejoran la textura de los fideos y del pan hechos por el proceso continuo y permite la adición de sólidos lácteos, 6% y 25% respectivamente en fideos y pan. Esto aumenta el valor nutritivo y realza el valor de dichos productos. Como aprovechamiento de la reacción entre proteínas y las carrageninas, tenemos que las carrageninas precipitan aquellas proteínas que permanecen solubles al acidificar aumentando así el rendimiento protéico. También pueden separarse proteínas con diferentes puntos isoeléctricos por la reacción con kappa-carragenina a valores distintos de pH. Posteriormente puede aislarse la proteína tratando el precipitado con solución de cloruro de potasio. El rendimiento de glucosa obtenido por hidrólisis enzimática de almidón puede incrementarse del 95 al 99% usando una glucoamilasa previamente purificada por precipitación selectiva de la transglucosidasa por-

medio de carragenina. También pueden usarse carrageninas, especialmente aquellas de bajo peso molecular en el tratamiento de úlceras. Desgraciadamente en la actualidad no se conoce el mecanismo de acción. Estas sustancias así como la heparina, forman complejos solubles con el fibrinógeno, pudiendo prevenir la coagulación sanguínea.

Por último, la capacidad de las carrageninas para reaccionar con las proteínas podría hacer pensar que interfieren en la digestión y absorción de los componentes proteícos del producto que se consume, pero se han hecho estudios profundos al respecto sin demostrar que existe tal interferencia.

VI. Combinación de las carrageninas con otros hidrocoloides. Como se ha mencionado antes, las propiedades de los geles de carragenina se pueden modificar con la adición de otros agentes gelificantes o agentes espesantes. La combinación más interesante es la de kappa-carragenina con la goma locust bean; la introducción de esta goma a la carragenina desarrolla elasticidad e incrementa marcadamente la fuerza del gel, así como reduce cualquier sinéresis. Otras galactómanas tales como el guar, prácticamente no exhiben sinérgismo con la carragenina. La siguiente tabla muestra el

efecto fortificante de la goma locust bean en geles de carragenina.

FUERZA DE GEL DE CARRAGENINA MEDIDA EN UN GELOMETRO BLOOM

Concentración de carragenina (%)	+ 0.02% de cloruro de potasio (g. Bloom)	+ 0.02% KCl + 0.02% Goma Locust Bean	+ 0.2% KCl + 0.5% Goma Locust Bean
0.5	94	135	133
0.75	164	235	281
1.00	238	337	405

(REF. 10)

De los resultados se puede ver que es posible dentro de ciertos límites incrementar la fuerza del gel de carragenina a casi el mismo grado que si lo que se agrega de goma locust bean fuera de carragenina.

Mientras la goma locust bean imparte elasticidad a la textura de los geles de carragenina, estos geles adolecen de la claridad y brillantez esperada en este tipo de producto. Esta falta de claridad se debe a las impurezas insolubles presentes en la goma locust bean y puede mejorarse este aspecto empleando una goma locust bean refinada.

La combinación de la goma locust bean con la carragenina, no es la única que se ha practicado; la siguiente tabla muestra el efecto de la carragenina en otros polímeros.

EFEECTO DE LA CARRAGENINA EN OTROS POLIMEROS

Polímero	Efecto
Harina de trigo	Firmeza de la masa
Almidón de maíz, almidón de trigo	Incremento en la fuerza del-gel
Albúmina de huevo, extracto ácido de albúmina de soya, -gelatina de alto punto iso-eléctrico	Precipitado fibroso si un --sol de carragenina se adicio-na a un sol de proteína; os-curecimiento si la adición -es al revés
Goma Ghatti, goma Karaya, -goma de tragacanto, poli---acrilatos, pectinas, algi--nas, CMC	Decremento ligero en viscosi-dad
Polivinil pirrolidona, dex-trano Hidroxietil celulosa	Incremento ligero en viscosi-dad
Agar	Decremento en la fuerza del-gel

(REF. 10)

VII. Estabilidad en los procesos congelado/desconge-lado. Un gel de kappa-carragenina emite agua cuando se des-congela. Esto es un comportamiento semejante a los geles de agar y gelatina. Un gel de iota-carragenina sin embargo, es estable a estos procesos y puede usarse así con ventajas en-alimentos altamente congelados.

VIII. Preparación de dispersiones y soluciones. Para la preparación de una dispersión pueden seguirse tres métodos y obtener así una dispersión homogénea.

- a) La carragenina se mezcla con tres partes como mínimo de un material finamente dividido como lo es el azúcar o el almidón (tanto el azúcar como el almidón pueden formar parte de la formulación de la presentación final del producto), y por medio de agitación con agua se forma la dispersión.
- b) La carragenina se emulsiona en un líquido en el que sea insoluble, luego se añade agua a la emulsión agitando para lograr la disolución de la carragenina en agua. La carragenina es insoluble en líquidos tales como: aceites, soluciones de sal al 5%, soluciones de KCl al 1%, alcoholes, glicoles o soluciones concentradas de azúcar.
- c) La carragenina puede dispersarse en agua fría utilizando un agitador de alta velocidad; por el contrario, en agua caliente la hidratación es muy rápida y debe tenerse cuidado con la formación de grumos.

Para preparar soluciones de carragenina, en agua, és

ta debe estar a temperatura por encima del punto de fusión - del gel resultante, por lo cual es necesario calentar el --- agua a unos 70°C. Las carrageninas que se aplican en leche- deben disolverse calentando a 50°C. Estos productos se di-- suelven fácilmente al someterse a procesos de pasteurizado - flash. La lambda-carragenina y las sales sódicas de la frag- ción kappa y de la mezcla lambda/kappa son solubles a tempe- ratura ambiente.

Los grados comerciales por lo general requieren de - poco calentamiento para su disolución completa. Esto se de- be a su previa estandarización con azúcar.

IX. Valor nutritivo y estándares legales. El uso de las carrageninas en alimentos está aceptado desde hace algún tiempo y está incluido en los registros y regulaciones inter- nacionales para aditivos de alimentos.

Las carrageninas también están permitidas como ingre- dientes de ciertos alimentos de características estandariza- das y como estabilizadores de helados. También se acepta su uso en productos lácteos como son la leche enchocolatada, -- los quesos cremosos y la leche en polvo. Lo que ha sucedido en los Estados Unidos es que, conforme los fabricantes de -- productos alimenticios se han familiarizado con sus propieda

des, ha habido una tendencia a revisar las legislaciones correspondientes para incluirlo como agente gelificante similar al agar o a la gelatina.

Las aplicaciones de las carrageninas en alimentos comenzaron en los Estados Unidos en la década de los cuarenta, en Europa en los cincuenta y en México en los sesenta. En los cuarenta a los cincuenta se le reconoció como un aditivo alimenticio inofensivo y sin valor nutritivo.

Para comprobar el valor nutritivo de las carrageninas, en 1962 Nilson y Wagner efectuaron experimentos con ratas a las cuales se les alimentaba con una dieta con alto contenido de carragenina; no se encontraron efectos perjudiciales en el crecimiento y salud de las ratas y esto se confirmó posteriormente cuando se descubrió en 1965 por Hawkins y Yaphe, que la carragenina pasa por el intestino sin absorberse.

Asimismo, Vaughan ha investigado sobre los efectos de la digestión péptica de varias proteínas; en dietas con relaciones proteína-carragenina superiores a los límites usados en la práctica, no se hallaron efectos sobre la digestión protéica, aunque cuando esta relación se lleva a valores elevados se observa inhibición de la pepsina.

## APLICACIONES DE LA CARRAGENINA

### I. Geles acuosos

a) Postre en gel. Aunque ha sido conocido ampliamente por años, el gel típico de carragenina en agua no se ha usado para muchas aplicaciones en alimentos por su cohesión-indeseable, características quebradizas y por ser inferior a los geles altamente elásticos comunmente usados de pectina y gelatina. Se ha estudiado la manera de modificar la textura de los geles de carragenina incorporando varios cationes y se ha hallado el primer método práctico para hacer geles --- elásticos. Lo encontró Baker en 1949, quien modificó la propiedad quebradiza de estos geles incorporando goma locust -- bean que es un polímero neutral; su sistema de tres componentes basado en 50% de carragenina, 33.5% de goma locust bean y 16.75% de cloruro de potasio (o alguna otra sal de pota---sio), dio fuerte resistencia, ligero enturbiamiento, retenimiento de forma. Estos geles fueron excelentes para la producción de geles de azúcar, tales como postres gelificados - saboreados con fruta y postres a base de gel. La mezcla de ingredientes usados en este y otros alimentos gelificados, - donde la claridad no es muy importante, se usa como materia-prima premezclada por los fabricantes de dichos postres.

En 1954 Baker descubrió que más de las dos terceras partes de carragenina en este sistema puede reemplazarse por agar para dar un sistema de cuatro elementos, teniendo el -- gel resultante, propiedades de cohesión, fuerza y calidad al consumirse; sin embargo, como la carragenina se redujo al -- componente menor, estos geles pueden clasificarse más propia mente como geles modificados de agar.

Aunque todos estos geles basados en carragenina/goma locust bean tienen texturas resistentes, elásticas y no quebradizas, les falta la claridad y brillantez de los geles de gelatina. Esta carencia se debe a la goma locust bean, ya -- que la harina producida por la molienda del endosperma de la semilla locust bean contiene materiales extraños insolubles -- que causan el enturbiamiento cuando se les disuelve o se les dispersa en agua. Con sistemas lácteos u otros productos -- opacos, este hecho no es importante, pero con postres gelifica dos, el enturbiamiento mencionado le resta valor y calidad al producto. El uso de una goma locust bean clarificada hace posible la preparación de geles acuosos claros y elásti-- cos para postre. Estos geles son similares a los de gelati-- na en muchos aspectos: apariencia y textura, aparte, poseen altas temperaturas de gelificado, no se reblandecen a tempe-- ratura ambiente y no se endurecen con el tiempo.

En adición a estos sistemas carragenina/goma locust-bean, se han desarrollado otros sistemas que involucran la combinación de kappa y iota carragenina. La iota-carragenina por sí misma produce geles resilientes, claros y brillantes, que no presentan sinéresis. La kappa carragenina que produce geles quebradizas, puede usarse para modificar la elasticidad de un gel final para obtener la rigidez deseada y propiedades de no moldeado. Este sistema particular que tiene como temperatura de gelificación 130°F (54.4°C) y que relativamente es alta, tiene la ventaja de soportar fruta en suspensión.

b) Alimentos infantiles gelificados. Ambos sistemas, el de kappa-carragenina/goma locust bean y el de kappa/iota-carragenina se han usado con buenos resultados en la preparación de productos gelificados con frutas batidas. Este tipo de productos tiene las ventajas de ser geles estables, elásticos, claros y brillantes que no requieren refrigeración, no se endurecen con el tiempo y no desarrollan sinéresis.

c) Postres gelificados congelados. La iota carragenina extraída de las especies eucheuma de las algas rojas se han aplicado en la preparación de postres gelificados y en pudines de leche que puedan ser congelados/descongelados sin

mostrar deterioro en la textura del gel. Esto ofrece la --- oportunidad de manejar productos cuyo manejo sea congelados, y que se descongelen para su consumo.

## II. Pudines de leche y relleno de pastelillos

La carragenina se ha usado para la preparación de pu dines de leche tipo natilla, y puede usarse sola para dar es te tipo de postres sin huevo o ligeros como se les llama. - Se puede combinar con almidón de maíz, almidón de tapioca u otros almidones de mezcla para obtener el tipo común de almi dones o relleno de pastelillos.

Las siguientes propiedades son requisitos para los - pudines de carragenina y rellenos de pastelillos de este ti po (anónimo):

1. El pudín y relleno del pastel tendrán baja visco sidad y cuerpo durante el cocimiento; lo que ayuda a la ---- transferencia de calor y previene el quemado.

2. La ebullición no es necesaria para el gelificado, y al enfriar se obtiene textura uniforme sin importar las -- temperaturas alcanzadas al calentar; esto quiere decir que - sobrecocido o bajo cocido conducen a los mismos resultados a

diferencia del almidón para pudín que requiere forzosamente de temperaturas de ebullición.

3. Los pudines son de cuajado rápido, lo cual acorta el tiempo entre la preparación y el consumo.

4. Los pudines son deslizantes y fácilmente desmoldables para conveniencia en el servido.

5. La nata se reduce grandemente, en particular con sabor a chocolate.

6. Buena calidad de textura sin que se presente tendencia a formarse pasta o harina pegajosa.

7. Como no se usan huevos en estos productos tipo flan o natilla, no hay problemas de salmonella.

Una formulación típica para un pudín de este tipo -- consiste de 18.89 de cocoa, 63 g de azúcar, 1.25 g de carragenina, 1.09 g de sal y 0.19 de vainilla. Puede prepararse por disolución en medio litro de leche hirviendo.

El entendimiento de los diferentes tipos de carrageninas y sus propiedades respectivas en sistemas lácteos es necesario para la preparación de productos óptimos. La ----

kappa-carragenina se disuelve en leche caliente y forma un gel delicado al enfriarse. Los geles de este tipo están propensos a la sinéresis, como ya se había mencionado, al cortarse. La iota-carragenina se disuelve en leche caliente y gelifica al enfriarse. La presencia de fosfatos tales como el pirofosfato tetrasódico actúan de manera sinérgica con la iota-carragenina y las proteínas de la leche para desarrollar un gel libre de sinéresis. Las combinaciones de kappa e iota carrageninas y fosfatos se pueden usar con efectividad para obtener el grado deseado de cuajado, desmoldeado, etc.

La lambda-carragenina es soluble en leche caliente, pero también puede usarse con mucha efectividad en leche fría en la preparación de pudines para leche fría. Ambas, la iota y kappa carrageninas son solubles en leche fría, se pueden usar para preparar pudines listos en frío al combinarlas con sales de fosfatos. Una nueva aplicación basada en estas propiedades es el enlatado esterilizado de chocolate para bebés, y para otros productos lácteos enlatados asepticamente. Como se mencionó antes, pudines lácteos congelados se han preparado usando iota-carragenina (Glicksman, 1966).

En sistemas no lácteos, la carragenina se ha usado - en relleno de pie de limón hecho con o sin almidón, y como - estabilizador para relleno de pie de manzana. Se ha adicionado en rellenos de pie de calabaza para prevenir superfi--- cios agrietadas, pobre tacto bucal y otros defectos.

### III. Bebidas de leche

a) Estabilizador de leche. Debido a su propiedad -- tan importante de interactuar con las proteínas de leche para formar geles lácteos a bajas concentraciones, o estabilizar bebidas de leche a bajas concentraciones sin gelificar, -- llevado a las carrageninas este uso. Se estabilizan con --- ellas productos de leche enchocolatada, helados, pudines de leche, postres y productos lácteos relativamente congelados. Muchas patentes y procesos se han desarrollado usando esta - habilidad de las carrageninas.

Berndt y Klein (1958) patentaron un método de hacer- las carrageninas a partir de musgo irlandés tratado con áci- do para mezclarse con jarabe de chocolate. El jarabe resul- tante se mezcla entonces con leche fría. Stoloff en 1958 -- preparó bebidas de chocolate saborizadas por estabilización- de la leche primero con calentamiento con 0.01% de carrageni

na y adicionado un polvo fino del sabor empleado después de enfriar. Wilcox en 1958 adicionó cantidades extremadamente pequeñas de carragenina (del 0.0075 al 0.02% en peso de producto concentrado) a leche no estabilizada y después procesando por el UHTST (ultra high temperature short time) para dar un producto de leche concentrada, homogeneizado y estable con viscosidad normal y emulsión estable de grasa que no se espesa al refrigerar.

Muchos de los estabilizadores comerciales de carragenina que se venden para los productos de leche con chocolate, varían en eficiencia, dependiendo del tipo, variedad y aditivos usados al fabricar la carragenina. Willard y Thomas en 1956 desarrollaron un método de planta piloto para determinar la cantidad mínima necesaria de estabilizador para prevenir el asentamiento en bebidas de chocolate. Veinte estabilizadores comerciales evaluados por este método mostraron amplias diferencias en el efecto de estabilización. Un método apropiado de evaluación es importante para la selección del estabilizador óptimo para una aplicación específica. La relación de kappa y lambda carrageninas en el estabilizador parece ser muy importante. Smith en 1958 por fraccionamiento de la carragenina en sus dos componentes, estaba preparado para demostrar que la kappa-carragenina era más efectiva en-

la estabilización de chocolate que la lambda-carragenina o - que la carragenina sin fraccionar.

En polvos para agitarse en leche, la carragenina se ha usado sola o en combinación con sal de sodio de CMC para dar un producto final de leche rica en cuerpo y tacto bucal, así como espuma estable. Aquí una vez más, la combinación de dos gomas nos conduce a un producto que no se puede obtener con un componente solo.

Bauer en 1959 usó carragenina para preparar leche enriquecida en calcio, particularmente para alimento de bebés. La carragenina y las proteínas de la leche se disuelven en agua, y se mezclan con un compuesto de calcio finamente dividido, reaccionando a un mínimo de 145°F pero abajo del punto de coagulación de la leche, y finalmente se enfría. El producto no es muy espeso para alimento de bebés y el calcio insoluble no se asienta durante el almacenamiento.

Downs en 1960 usó carragenina como estabilizador para preparar un producto nuevo de crema batida que tuvo buena aceptación de consumo y vida de anaquel de alrededor de tres meses.

b) Bebidas de leche enlatadas asépticamente. En ---

años recientes, la carragenina ha encontrado amplia aceptación en productos lácteos preparados por técnicas recientemente desarrolladas en enlatado aséptico. Brevemente, el enlatado aséptico consiste en el depósito de un producto estéril en un recipiente previamente esterilizado y después cerrado estérilmente de tal manera que previene la recontaminación. La ventaja de este proceso es que el producto está sujeto a alta temperatura por poco tiempo, suficientemente para esterilizar el producto. Esto asegura la alta calidad del producto con defectos mínimos de sabor cocido que es tan común en los alimentos procesados a altas temperaturas.

La carragenina ha sido efectiva en la estabilización de chocolate enlatado y polvos para bebidas de leche con chocolate, preparados por medio de alta temperatura.

c) Sustitutos de crema para café. El reemplazo de leche por sustitutos de crema o blanqueadores basados en formulaciones usando grasas animales o vegetales, es un área nueva de productos que ha crecido mucho desde los años sesenta. El mercado de estos productos creció muy rápido, primeramente por haber sido más baratos que los productos naturales, así como su buena vida de anaquel, características dietéticas de la grasa natural, bajo colesterol, etc. Los pro-

ductos fabricados son usualmente de tres tipos: líquidos, líquidos congelados y polvos secados por esreado. Cada producto sin importar el tipo es esencialmente un sistema estable de grasa emulsionada, ya sea líquido o en polvo.

Carragenina en niveles de 0.1 a 0.2% se ha encontrado ser efectiva en estabilizar sistemas líquidos y provee cuerpo suficiente para dar una textura deseable y tacto bucal.

#### IV. Productos de queso

En dispersiones de queso se ha usado carragenina en conjunto con goma locust bean para prevenir la separación de la grasa o suero y dar buenas propiedades de dispersión.

En la preparación de queso cottage, se ha usado carragenina con ventajas, porque puede inducir a la formación de poco cuajado a condiciones de bajo pH usando alrededor del 0.4% de carragenina por peso de leche. Esta leche de cuajado suave se produce en gran parte de la misma manera que las enzimas RENNIN se usan para hacer cuajados RENNET. Este efecto también se utiliza para preparar productos de cuajado suave fortalecidos con ingredientes nutritivos suspendidos para alimentos de bebés.

En queso crema cottage, la carragenina combinada con goma locust bean o goma guar, imparte cuerpo suficiente tal, que la mezcla cremosa se adhiere al cuajado para dar un producto homogéneo.

#### V. Estabilizador de helados y helados veteados

a) Helados. La función de un estabilizador para helados como se usa comunmente, es para prevenir la separación o la desigual distribución de grasas y otros sólidos, para prevenir el crecimiento de grandes cristales de hielo y, para impartir cuerpo apropiado, suavidad, uniformidad y otras características deseables. En una época u otra, casi cualquier goma hidrofílica se ha usado para este propósito; y aunque ninguno de los estabilizadores actuales es completamente satisfactorio en cada aspecto, la carragenina ha probado ser uno de los mejores estabilizadores cuando se usa en conjunto con otras gomas.

El que la carragenina no sea un estabilizador satisfactorio para helados se debe a que incrementa grandemente la viscosidad de la mezcla, haciendo difícil o imposible el uso de cantidades suficientemente grandes para una estabilización adecuada. Pero es extremadamente útil como estabilizador secundario cuando se utiliza goma locust bean, goma --

guar o CMC o la combinación de estos como estabilizador primario.

Los estabilizadores primarios en muchas mezclas de helados son: goma locust bean, sal de sodio de CMC, cada uno de los cuales tiene excelentes propiedades de retención de agua. Sin embargo, tienen la desafortunada tendencia de causar separación de suero en la mezcla. Esta tendencia a desverar puede eliminarse o reducirse introduciendo una goma balanceante tal como la carragenina en concentraciones reducidas. Gran cantidad de los estabilizadores comerciales para helados son mezclas de goma locust bean/carragenina o CMC/carragenina y en algunos tipos goma guar/carragenina.

El uso de carragenina en esta aplicación se ha reportado muchas veces en la literatura. Werbin (1950) usó una mezcla 1:5.5 de carragenina y goma guar que en 1953 Julien usó satisfactoriamente. Blihoude en 1952 prefirió mezclar carragenina y CMC en relación de 1:12. Ninguna de estas mezclas llena los requisitos del estabilizador ideal de helados, es decir, uno que se comporte satisfactoriamente en todos los tipos de mezclas de helado bajo todos los tipos de condiciones de proceso. Algunas otras aplicaciones de carragenina en la fabricación de helados, se han reportado; Seinitz en -

1958 mejoró las propiedades de dispersión y manejo de los estabilizadores de helado que contienen carragenina por la suspensión de las gomas en líquidos tales como el propilenglicol, glicerina, lecitina y monoestearato de glicerilo. La estabilización de frutas congeladas tales como fresas por inclusión en helado también se puede realizar calentando previamente las fresas con carragenina.

b) Helado veteadado. Los productos de helado veteadado se hacen por la incorporación de jarabes de chocolate con gran contenido de sólidos, jarabes de fruta o purés de fruta a base de estándares de helado para hacer venas (vetas) contrastantes de color o sabor. Los sabores generalmente son inyectados o bombeados en bases de helado con sabor a vainilla para formar dichas venas de sabor o color. Es importante estabilizar el jarabe o puré, tal que el crecimiento de cristales esté controlado y las características de fundido sean las mismas en el helado base y en las vetas. Esto se puede llevar a cabo de una manera efectiva, incorporando carragenina en el puré o jarabe. La carragenina también sirve para prevenir el sponge del jarabe debido a su reactividad con las proteínas de la leche.

c) Estabilizador de refrescos helados. Con el creci

miento de los congeladores domésticos y de los alimentos congelados, muchos artículos especializados se introdujeron en el hogar. La venta de jugos de fruta congelados se incrementó vendiendo los jugos de fruta como refrescos helados. La carragenina usada en estos productos como estabilizador, no es efectiva en productos de fruta natural; pero por el contrario, sí lo es en los productos de color y sabor artificiales. En estos productos, la carragenina probablemente reacciona con las anilinas grado alimenticio y de esta manera al gelificar se previene la deposición del color y del sabor en una sola región del producto. Ultimamente se ha encontrado que otros estabilizadores más baratos cumplen esta función efectivamente.

#### VI. Productos de panadería

a) Productos de masa. El efecto de la carragenina en estos productos se ha reportado. Glabe, en 1957, informó acerca de los efectos de 0.1% de varias carrageninas en masas y pan donde parece que su función es como acondicionador de harina durante el cocimiento para dar una textura mejorada de acabado como aditivo en los spaguetis comerciales en concentraciones de 0.05 a 0.3% mejora la resistencia a la ruptura del producto durante el cocimiento.

La carragenina se ha usado como aditivo en pan, particularmente en procesos continuos de cocido. Mientras la carragenina sola mejora por sí misma alguna de las características del pan, en combinación con lecitina hidroxilada es mucho más efectiva debido al efecto sinérgico en las proteínas de la harina en masas que contienen sólidos lácteos. Este efecto da como resultado pan con fortaleza mejorada de la masa, volumen, forma y textura de la hogaza de pan. El mecanismo con exactitud no está muy claro, pero se cree que está relacionado con la habilidad usual de la carragenina de estabilizar por medio de congelación con moléculas de proteína como las encontradas en la leche, harina y otros alimentos. En la aplicación a pan y rollos, la organización FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA) permite el uso de carragenina en niveles de hasta 0.8% basado en el peso de sólidos de leche sin grasa; el reconocimiento de este porcentaje y aprobación de la FDA se debe a Glabe en el año de 1964.

Otros productos de masa dulce, tales como pasteles de fruta, pasteles batidos y roscas con levadura, pueden beneficiarse con el uso de aditivos de carragenina. Stolloff en 1959 estableció que la economía, textura y apariencia de los pasteles se puede mejorar adicionando alrededor de 0.1% de carragenina a la harina para pastel batido haciendo ajus-

tes de humedad y de contenido de levadura. Carragenina en pasteles de fruta produce texturas más húmedas y ayuda a mantener una distribución uniforme de la fruta en todo el pastel. En bollitos con levadura se mejora la textura y la separación de grasa adicionando 0.1% de carragenina.

La carragenina no se usa extensamente para hacer garapiñados debido a su alta viscosidad y alta temperatura de gelificación, comparada con agar en sistemas garapiñados de alto contenido de sólidos de azúcar. Garapiñados basados en leche se pueden estabilizar con eficacia con carragenina en función de su reactividad con proteínas, permitiendo así su uso a bajas concentraciones. En copetes artificiales batidos del tipo aerosol, la carragenina es un buen agente para dar cuerpo.

b) Pan molido para empanizado. La carragenina es usada en muchos panes molidos para empanizado donde su función es dar fortaleza y distribuir los ingredientes proteínicos. También permite el control del cuerpo y un cubrimiento y adhesión uniforme de la masa batida a productos como: pollo, camarones y pescado u otros productos alimenticios.

## VII. Carne, pescado y aves

a) Antibiótico para hielo. Upham en 1956 descubrió que la clorotetraciclina (CTC) era efectiva para la preservación de carnes y pescado. Se sugirió que se incorporara en los polvos usados para preservar pescado, agrandando así el tiempo de conservación del pescado fresco, permitiendo a los botes pesqueros permanecer más tiempo en el mar. Sin embargo, la CTC no se incorpora a los bloques de hielo tan fácilmente como se esperaba. Congelando una solución acuosa del antibiótico, ocurría una severa migración de la CTC hacia el centro del bloque, dando como resultado una mala distribución y poca efectividad del antibiótico. Para prevenir esta migración del antibiótico, se agregó carragenina y se logró una distribución homogénea del mismo. Southcott en 1958 encontró resultados semejantes al usar CMC y carragenina.

Como una aplicación más común se ha usado carragenina para facilitar el manejo económico de mariscos y otros pescados congelados. El alimento se puede congelar en salmueras de viscosidades de 500 a 3,000 cps a temperatura ambiente, usando carragenina como agente espesante con sales como cloruro de sodio, fosfatos y sulfatos.

b) Recubrimientos protectores. Para proteger a la -

carne grasosa y al pescado de la oxidación y descomposición- después del congelado, se ha usado carragenina en soluciones del 0.5% para formar recubrimientos pegajosos viscosos para carne. Incorporando ácido ascórbico a la carragenina, se -- tiene un efecto antioxidante sinérgico. Otro antioxidante efectivo que se ha incorporado a los recubrimientos de carra genina es lecitina, la cual debe estar libre de oxígeno. -- Otra modificación a esto es usar la carragenina como vehícu- lo para tetraciclina, para preservar aves; éstas están recu- biertas con geles de tetraciclina/carragenina y se almacenan a 35°C; tienen vida mucho más larga que muestras sin tratar.

c) Enlatados. La carragenina se usa como medio geli ficante para carne enlatada y productos de pescado cuando se quiere un gel protector firme. También se usa como ligador- del gel en paquetes de molido blando tales como alimento pa- ra perro y en caviar. Las ventajas de la carragenina en es- tas aplicaciones es que la fuerza del gel y el punto de fu-- sión se pueden ajustar con una relación apropiada de carrage nina y cloruro de potasio; y la textura del gel se puede mo- dificar adicionando la cantidad apropiada de goma locust --- bean. Ambas, la iota y kappa-carragenina y la kappa carrage nina-goma locust bean, pueden usarse eficazmente para este - propósito. La humedad y las propiedades de no unión en la -

superficie de estos geles permite el fácil desprendimiento -  
de la lata.

d) Fibras sintéticas de carne. La carragenina se ha  
usado en la preparación de fibras sintéticas de proteínas. -  
Fibras mejoradas de proteína se hacen de cacahuete, soya o -  
caseína, incorporando alrededor de 1% de carragenina en la -  
solución antes de formar la fibra. Estas fibras sintéticas-  
se usan para preparar productos artificiales semejantes a la  
carne por la unión de las fibras con un licor de unión com-  
puesto de proteína y carragenina. Se cree que la habilidad-  
de la carragenina para interactuar con las proteínas es la -  
responsable de la unión de la mezcla.

#### VIII. Aderezo de ensaladas, salsas y sabrosecadores

a) Aderezo de ensaladas. Bastante del sabor indesea-  
ble y desagradable del almidón se puede reducir y eliminar -  
si se usa una mezcla de almidón crudo y carragenina. En lu-  
gar del almidón modificado que es caro, puede empelarse una-  
combinación de almidón crudo que es barato y carragenina con  
buena economía. Como regla se ha sugerido que la mitad de -  
la cantidad normal de almidón crudo se puede reemplazar por-  
la décima parte de su peso con carragenina. En adición al -  
almidón se puede usar goma guar con carragenina para dar el-



cuerpo deseado y la estabilización a la emulsión. Esta formulación es particularmente efectiva en formulaciones bajas en calorías.

La carragenina es útil para mezclas secas que se reconstituyen con agua, vinagre, etc. En aderezos preparados para ensaladas la carragenina tiende a hidrolizarse durante el almacenamiento, y se prefiere usar otros hidrocoloides.

b) Salsas y sabroseadores. En combinación con almidón y otras gomas, se ha utilizado carragenina para estabilizar mostaza y salsas de coctail, salsas de spaguetti, salsas blancas, sabroseadores en escabeche, jugos, etc. En estas aplicaciones, la carragenina previene la separación de los componentes que forman cada producto. También mejora el cuerpo del producto y la textura, suaviza lo áspero de sabores, picantes, y mejora la adhesión.

Con las salsas más ácidas, es necesario minimizar el uso de altas temperaturas para prevenir la degradación de la carragenina.

Anderson en 1954 reportó el uso efectivo de carragenina para reprimir la separación de agua en sabroseadores. - Algunas ventajas definitivas relativas al uso de carragenina

fueron: altos pesos drenados, apariencia y sabor mejorados, cuerpo y tacto bucal mejorado, y una muy importante larga vida de anaquel.

#### IX. Alimentos dietéticos

a) Alimentos dietéticos de 900 calorías. Uno de los fenómenos más sorprendentes de la industria alimentaria de los Estados Unidos, que comenzó a finales de los cincuenta fue la aceptación por el consumidor de productos con calorías medidas (metered caloric - METRECAL) para la reducción de peso. El suceso METRECAL condujo a la aparición de docenas de productos alimenticios de 900 calorías en varias formas y sabores. La mezcla seca original de polvos debía dispersarse en agua o leche antes de servirse y consumirse; esto dio lugar a los paquetes de servicio individual, y así a las preparaciones líquidas listas para comer que se distribuyeron con leche de chocolate. Los sabores pasaron de chocolate y vainilla a incluir fresa, café y otros. Las formas se sometieron a investigación y resultaron en tales modificaciones como preparaciones líquidas congeladas antes de servirse, pudines, barras nutritivas, obleas, etc.

La carragenina encontró un uso importante en estos productos dietéticos. Mantiene y estabiliza la suspensión -

de los polvos insolubles e imparte cuerpo y tacto bucal cremoso y da textura a los productos.

b) Otros productos dietéticos. En otros productos dietéticos menos rigurosos, la carragenina se ha usado por años debido a sus ventajosas propiedades funcionales. Woo y Huyck han usado carragenina junto con sacarina, agua y preservadores para preparar sus títulos de jarabes dulces para pacientes diabéticos. Más recientemente, se han lanzado al mercado pudines sin azúcar basados en carragenina y ciclamatos y se han reportado buenas cualidades esponjosas. Cabe aclarar que los productos a base de ciclamatos en la actualidad están restringidos por haberse comprobado que son nocivos al organismo.

Las jaleas dietéticas no pueden usar pectina debido a la necesidad de azúcar para los geles de pectina. Para esta aplicación se usa carragenina en combinación con pectinametoxilo.

#### X. Usos varios

a) Copetes de fuentes de sodas. Se usa carragenina sola o en combinación con goma guar, almidones y otros hidrocoloides para impartir cuerpo y dar características desea---

bles de flujo a copetes de chocolate fundido, dulces y jarabes de mantequilla. En copetes de crema batida en aerosol, la carragenina produce una espuma más persistente y un producto con textura algo húmeda.

b) Confitería. Se ha reportado que se ha usado carragenina en caramelos, toficos y dulces similares para prevenir la separación del aceite esencial de los productos en clima caliente y para permanecer con apariencia pulida.

c) Productos de frutas. Wegner encontró que de 3 a 4% de carragenina adicionada al total de fresas rebanadas antes de empacarse en jarabe de azúcar y congelarse daba como resultado frutas descongeladas con apariencia mejorada y brillo; mejor forma y textura firme. Knechtges usó carragenina en un proceso modificado para preparar fruta congelada. El jugo de la fruta azucarada completa, tal como fresas o duraznos se drenaba y se calentaba con 0.2 a 0.3% de carragenina basado en el peso total de fruta y carragenina. El jugo estabilizado se vaciaba encima de la fruta y se dejaba gelificar; de esta manera se previene la formación de cristales al congelarse.

Ronald encontró que la carragenina es un buen agente gelificante para preparar conservas de fresa, naranja, fram-

buesa y ciruelas.

Las frutas secas y otras mezclas de ingredientes de pasteles tales como almendras, nueces, etc. se pueden proteger contra crecimiento en el molde y pérdida de sabor por medio de un recubrimiento de los ingredientes con jalea de carragenina. Después de esto se mezcla con azúcar granulada y por último se seca el material.

d) Estabilización de cerveza. Se puede estabilizar y clarificar cerveza tratándola con solución de carragenina antes de la carbonatación. La carragenina precipita con los cuerpos nitrogenosos que causan la turbidez, y de esta manera se separan por simple filtración.

e) Bloody Mary. Las propiedades suspensoras y estabilizadoras de la carragenina se han usado para preparar Bloody Mary de alta calidad; su función es suspender los condimentos uniformemente, prevenir la separación del jugo de tomate, jugo de limón y vodka; y ablandar lo áspero del sabor solo del vodka.

f) Otros productos. La carragenina se ha usado para preparar geles de papas dulces. En productos enlatados se mejora grandemente la facilidad de sacar el producto de la -

lata. En productos tipo vegetariano tales como pescado geli  
ficado, se usa carragenina como agente gelificante.

A continuación se presentan un par de tablas para --  
una presentación resumida y objetiva de los usos de las ca--  
rrageninas.

TABLA DE TÍPICAS APLICACIONES  
DE CARRAGENINA EN AGUA

U s o	Función	Tipo de carragenina	Nivel aproximado de uso %
Postres de gel acuoso (povos)	Agente gelificante	Kappa e iota	0.70
Jaleas dietéticas	Agente gelificante	Kappa y goma Locust bean clarificada	0.70
Relleno de pastelillos (merengues)	Agente gelificante	Kappa	0.50
Jarabes (chocolate, maple, etc.)	Agente suspensor Dar cuerpo	Lambda	0.20
Povos para bebidas de frutas y concentrados congelados	Dar cuerpo y efectos de pulpa	Kappa y Lambda	0.50
Sustituto de crema para café	Emulsión y estabilización	Lambda	0.20
Salsas y condimentos de pizza y carne cocida	Dar cuerpo	Kappa	0.50
Salsas con mantequilla para vegetales congelados	Color uniforme, tacto a la boca, pegajosidad	Sal de sodio de kappa o Lambda	0.20, 0.10

(REF. 9)

TÍPICAS APLICACIONES DE CARRAGENINA EN LECHE

U s o	Función	Tipo de carragenina	Nivel aproximado de uso
Relleno de budines (polvos secos) y pastelillos	Agente gelificante	Lambda	0.5 - 1%
Fijos en frío, sin almidón	Gelificante, inhibidor de sinéresis	Lambda	0.1 - 0.5%
Fijos en frío, con almidón			
Flan cocido o Custard	Agente gelificante, anti-craking, mejor moldeado	Kappa - iota	0.3%
Tipo almidón cocido	Cocido no crítico	Kappa	0.05%
Productos batidos, Cremas, copetes y postres	Espumante y estabilizador de grasa	Lambda	0.05 - 0.5%
Polvos preparados para leche fría	Dar cuerpo y estabilizador de desbordado	Lambda	0.1 - 0.3%
Helados	Prevenir la separación de fases	Kappa	0.015%
Leches pasteurizadas, chocolate, etc. Evaporadas (en lata)	Suspensor, dar cuerpo, estabilización de grasa	Kappa - iota Kappa - iota	300 ppm 25 - 50 ppm
Evaporados (aséptico)	Estabilizador de grasa	Kappa - iota Iota	100 ppm 250 ppm
Bebidas dietéticas	Suspensión, dar cuerpo		
900 calorías			
Formulaciones infantiles	Estabilización de grasa y proteínas	Kappa	300 ppm

(REF. 9)

Teniendo en cuenta todo el antecedente de propiedades químicas y físicas, materia prima y usos podemos continuar con la parte técnico-económica del anteproyecto.

CAPITULO III

---

ASPECTOS TECNICO - ECONOMICOS

## INTRODUCCION

Para la instalación de una planta industrial, es necesario asegurar una larga vida de operación de la misma; -- por tal razón, los estudios precedentes a la realización del proyecto que conduzca a dicha planta deben tomar en cuenta -- los siguientes factores:

Factor técnico

Factor social

Factor político

Factor económico

En lo que respecta al factor técnico, se debe contar con tecnología avanzada y probada a escala industrial, adecuada a las condiciones del lugar donde opera la planta. Es to es, que con tecnología probada a nivel comercial, siendo ésta de técnica elevada y con facilidad de adaptación, se podrá competir en la carrera industrial y tecnológica de hoy -- en día y aumenta la probabilidad de buena realización del -- proyecto y operación de la planta.

El desarrollo nacional en lo que se refiere a tecnología, requiere del continuo adiestramiento y capacitación de la clase trabajadora. Con una tecnología de alta calidad, la capacitación del personal será también de alta calidad y se podrá asegurar la productividad de la empresa en el presente y en el futuro.

En cuanto al factor social, uno de los objetivos que se persiguen en este trabajo, es el que un proyecto de esta naturaleza debe crear fuentes de trabajo que aumenten el nivel de vida del sector en donde se instale la industria. -- Así, el trabajador tendrá oportunidad de desarrollar su capacidad más ampliamente a consecuencia del aumento en su poder adquisitivo, y se verá beneficiado con una serie de prestaciones tales como seguro social, gratificaciones, seguro de vida, etc. Los habitantes de dicha zona contarán con una -- forma de vida más organizada y segura conduciendo ello a la superación de la zona como un todo por medio de cada uno de sus habitantes.

El factor político que se ve involucrado es el cooperar a evitar fuga de divisas al exterior, contribuyendo a la nivelación en nuestras balanzas de pagos, a la integración de zonas productivas y a la canalización de recursos --

por la vía fiscal.

Al fabricar en México productos que actualmente se importan, aprovecharemos mejor nuestros recursos y, como es el caso de las carrageninas, evitaremos pagar altos valores agregados de un producto cuya materia prima hasta la fecha en parte se ha obtenido en nuestras costas. En el caso de la carragenina, actualmente se envía al extranjero materia prima para su fabricación al precio de 500 dólares LAB B.C. - \$ 11,500.00 M.N.) por tonelada de alga con 20% de humedad, para pagar la tonelada de carragenina aproximadamente a ---- 6,500 dólares (\$ 149,500.00 M.N.). La diferencia entre una y otra operación es de 6,000 dólares (\$ 138,000.00 M.N.). Esto demuestra la urgente necesidad de efectuar las transformaciones correspondientes en el país a este producto.

Por lo que respecta al factor económico, cabe mencionar que la industria química representa una de las fuerzas más grandes dentro de la economía mundial, y por ser México parte de los países subdesarrollados, nos afectan aún más -- las tendencias económicas internacionales. La industria a la que se refiere este trabajo cae dentro de la industria de la transformación, que junto con la industria de la energía han impulsado grandemente el desarrollo económico del país y

el aumento de producción de bienes y servicios año con año.-  
Los mercados potenciales para los productos fabricados en Mé-  
xico son prometedores; una razón más para fijar nuestra aten-  
ción en trabajos de este tipo.

#### ESTUDIO DE MERCADO

El estudio de mercado es un elemento de juicio im-  
prescindible para seguir con un proyecto, rechazarlo, o para  
seguir la búsqueda de información, hasta que sea suficiente-  
para decidir aprobar o abandonar un proyecto. Además, la im-  
portancia del estudio de mercado está en que nos proporciona  
lar armas para planear la localización de una planta; su ca-  
pacidad, los canales de distribución de los productos a pro-  
ducir, etc.

Los puntos que se han considerado para integrar el -  
estudio de mercado son:

- + a) Producción interna en volumen y valor para los úl-  
timos años.
- + b) Importaciones en volumen y valor en los últimos -  
años.
- c) Producción interna en volumen y valor de produc--  
tos sustitutos en los últimos años.

- d) Importaciones en volumen y valor de productos sustitutos en los últimos años.
- + e) Descripción detallada de los usos del producto, - así como de los sustitutos.
- + f) Análisis de ventajas y desventajas del producto - con respecto a los sustitutos.
- + g) Principales industrias consumidoras, distribución geográfica de las industrias consumidoras.
- + h) Análisis de precios de venta en el país, al menu- deo, al mayoreo y en contratos especiales.
- i) Análisis de precios de venta en el mercado inter- nacional, al menudeo, al mayoreo y en contratos - especiales.
- j) Principales fuentes de abastecimiento, nacional y extranjero, sistemas de comercialización, descuen- tos que se utilizan.
- + k) Proyección de la demanda, aportando criterios em- pleados para ella.
- l) Análisis de precios de productos competitivos al- mayoreo y al menudeo.
- m) Estudio de posibilidades de exportación, sistemas de comercialización.
- + n) Estudio sobre las materias primas: cuáles son, --

qué precios tienen, calidad, proveedores, localización y comercialización.

- o) Subproductos que se tendrán y comercialización de los mismos.

a) Producción interna en volumen y valor para los últimos años

Son varias las situaciones que se presentan al analizar este punto.

La primera, en el caso de que la producción interna satisfaga las necesidades presentes y futuras del mercado. - Si esta es la situación, no sería razonable pensar en un proyecto para el producto en cuestión.

La segunda es que la producción interna esté a su máxima capacidad, para cubrir el mercado nacional y que no se tengan planes por cuenta de los productores para aumentar la capacidad; bajo tales circunstancias sí sería factible la -- planeación de un proyecto si las tendencias de la demanda -- presentan un aumento atractivo, y se considera que dicha demanda no podrá ser abierta aún con aumento de la capacidad - de los productos existentes.

Una tercera situación es que sí se tenga disponibili

dad del producto, pero que no se cumplan los requerimientos de calidad establecidos; en este caso es posible pensar en un proyecto para el producto si se tiene la certeza de poder remediar la situación. ✓

Por último, la situación que prevalece en nuestro país; no existe producción nacional de carragenina, y la demanda del mercado se satisface exclusivamente con importaciones. Y dado que esta demanda es ascendente, no sólo es posible la planeación de un proyecto para la producción de carragenina, sino que es necesario.

b) Importaciones en volumen y valor en los últimos años

Como no existe producción nacional de carragenina, el mercado se cubre con importaciones, y por medio de esto se determina el consumo del producto.

A continuación se presentará una tabla de las importaciones de carragenina desde 1965 a la fecha, habiendo tomado los datos de los anuarios estadísticos de la Secretaría de Comercio.

Año	Volumen (ton)	Valor \$ X10 <sup>3</sup>
1965	1.689	82.844
1966	3.666	168.851
1967	6.460	307.691
1968	15.098	757.757
1969	35.987	1,794.647
1970	32.834	1,732.665
1971	49.034	2,323.108
1972	60.624	2,828.407
1973	91.452	5,049.833
1974	108.439	7,062.830
1975	21.489	1,562.321
1976	147.085	14,511.022
1977	135.583	19,246.716

Podemos desglosar el año de 1977, para observar los países de procedencia de la carragenina.

País de procedencia	Cantidad (ton)	Valor \$ X10 <sup>3</sup>
Bélgica - Luxemburgo	0.500	54.720
Canadá	0.930	142.960
Dinamarca	45.707	5,687.379
Estados Unidos	86.346	13,098.831
Francia	2.100	262.826
<b>T O T A L E S</b>	<b>135.583</b>	<b>19,246.716</b>

La fracción para la importación de carragenina, tal como se encuentra en la tarifa de importaciones, es la 13.06 a .016, teniendo un precio oficial actual de \$ 137.00/Kg, su cuota ad valorem es del 25% sobre el valor de la factura, y-

no requiere permiso previo de la Secretaría de Comercio para su importación. Esta última disposición es a partir del 1.º de enero de 1978, ya que antes sí se requería permiso de importación y permiso fitosanitario para la importación de este producto.

c) Producción interna en volumen y valor de productos sustitutos

Como posibles sustitutos de la carragenina, podemos considerar al agar-agar y al alginato de sodio, que es el más usado en la industria alimenticia.

Aunque en realidad no existe una competencia declarada entre estos productos y la carragenina, hay algunas aplicaciones en donde sí compiten; pero en general, cada uno de estos productos tiene bien definidas sus aplicaciones.

En la actualidad, la industria alimenticia no sólo ocupa alginatos, agar-agar y carragenina, sino que también hay otras gomas como son: goma de algarrobo, goma guar, goma de tragacanto, goma de karaya, furcellarano, etc.

De todas estas gomas las que se usan para una misma finalidad son: carragenina, alginatos, furcellarano y agar-agar. Y la tendencia de la competencia entre ellos, en gene

ral, puede decirse que es que la carragenina y alginatos sustituyan al agar-agar y furcellarano.

La empresa Anderson Clayton, S. A., cuyas oficinas están localizadas en Boulevard Manuel Avila Camacho No. 1, - México 5, D. F., y su planta en Calzada Vallejo No. 1841, México 14, D. F., produce una pequeña cantidad de alginato de sodio que es para autoconsumo, pero ninguna empresa produce alginatos para cubrir el mercado de estos a nivel nacional. - La producción total de alga *Macrocystis Pyrifera*, que es materia prima para la producción de alginatos, se exporta a -- los Estados Unidos a la empresa Kelco Co., en San Diego, California.

En lo que respecta a agar-agar, la empresa Agar-Mex, S. A., establecida en 1961, localizada en Av. Alvarado No. - 690, Ensenada, B. C., con una capacidad de 70 ton anuales de producto, casi cubre la demanda nacional de agar-agar. Esto se verá con toda claridad al analizar la tabla que se encuentra más adelante que reporta las importaciones de agar-agar en los últimos años.

d) Importaciones en volumen y valor de productos sustitutos en los últimos años

Como ya se ha mencionado, los posibles contratipos de las carrageninas son el agar-agar y el alginato de sodio. A continuación se presentan dos tablas que muestran las importaciones de dichos productos. Cabe mencionar que sólo se ha considerado el alginato de sodio; a pesar de encontrar en el mercado internacional alginatos de sodio, potasio, propilenglicol, calcio, amonio y ácido algínico.

IMPORTACION DE AGAR-AGAR

Año	Volumen (ton)	Valor \$ x10 <sup>3</sup>
1965	60.325	2,268.054
1966	57.327	2,224.926
1967	58.949	2,341.793
1968	37.257	1,455.122
1969	50.481	2,007.779
1970	41.201	1,695.675
1971	31.697	1,271.531
1972	7.943	339.716
1973	3.154	60.606
1974	6.013	236.268
1975	0.104	10.842
1976	0.158	61.573
1977	0.158	107.573

La fracción de importación de agar-agar es la 13.03- a .009, y está liberada en ALALC, exenta de impuestos ad valorem para países de ALALC. No requiere permiso de importa-

ción de la Secretaría de Comercio, y si proviene de países -  
no ALALC, su cuota ad valorem es del 25%.

#### IMPORTACIONES DE ALGINATO DE SODIO

Año	Volumen (ton)	Valor \$ X10 <sup>3</sup>
1965	66.674	1,658.446
1966	41.776	1,472.800
1967	53.126	1,843.710
1968	80.119	2,530.708
1969	76.482	2,756.711
1970	82.211	2,914.033
1971	88.028	3,050.098
1972	115.458	4,651.650
1973	143.018	5,831.679
1974	179.217	8,006.911
1975	88.252	5,543.777
1976	200.507	16,436.809
1977	111.353	18,080.446

La fracción de importación del alginato de sodio es-  
la 39.06 a .002, con un precio oficial actual de \$ 115.00 Kg.  
La cuota ad valorem es de 10%, y no requiere permiso previo-  
de importación de la Secretaría de Comercio.

e) Descripción de usos del producto y de  
los productos sustitutos

En el capítulo anterior, se ha hecho una descripción  
detallada de los usos de la carragenina; se presenta aquí --  
únicamente un resumen de ellos, así como también un resumen-

de los usos de alginatos y agar-agar.

#### USOS DEL AGAR-AGAR

1. Productos de panadería y pastelería
2. Confitería y dulcería
3. Productos de carne y pescado
4. Productos de leche y quesos
5. Bebidas
6. Usos varios

#### USOS DE LAS CARRAGENINAS

1. Geles de agua
2. Pudines de leche y relleno de pastelillos
3. Bebidas de leche
4. Productos de queso
5. Estabilizadores de helados
6. Productos de panadería y pastelería
7. Productos de carne, pescado y aves
8. Aderezo de ensaladas, salsas, condimentos y sa--  
broseadores
9. Alimentos dietéticos
10. Usos varios

## USOS DE LOS ALGINATOS

1. Postre del gel de agua
2. Pudines de leche
3. Estabilizadores de helados
4. Nieves y sorbetes
5. Productos de uso diario
6. Conservación de carnes y pescado
7. Sales sintéticas
8. Copetes, rellenos para panadería y pastelería
9. Bebidas
10. Aderezo de ensaladas
11. Confitería y dulcería
12. Salsas enlatadas y jugos de carne
13. Alimentos dietéticos
14. Aplicaciones especiales en alimentos

### f) Análisis de ventajas y desventajas del producto con respecto a sustitutos

Como puede verse en los resúmenes de usos descritos anteriormente, tanto por agar-agar, carrageninas y alginatos, tienen usos dentro de los mismos campos.

El uso específico de una y otra goma, depende de las propiedades específicas del producto a prepararse, ya que --

hay que recordar que una sola goma no reúne todas las propiedades particulares de cada componente de la mezcla.

Los hidrocoloides provenientes de algas, que más se usan en la actualidad son agar-agar, carrageninas, alginatos, y furcellarano; todos ellos tienen y han tenido aplicaciones dentro de los mismos campos, y poco a poco se han ido sustituyendo a agar-agar y furcellarano por alginatos y carrageninas.

Se espera por esto que en el futuro las dos gomas -- más usadas serán precisamente alginatos y carrageninas, ya que estos tienen aplicaciones en otros campos donde no puede usarse con buenos resultados el agar-agar y furcellarano.

g) Principales industrias consumidoras, volúmenes de consumo, distribución geográfica de las mismas

Las principales industrias consumidoras de carragenina durante 1976, se presentan a continuación, así como la -- cantidad consumida por cada una de ellas. A la fecha de redacción de este trabajo, no se encontraba aún disponible esta información para 1977 en la Dirección General de Estadísticas de la Secretaría de Comercio.

C o m p a ñ í a	Localización	Consumo estimado (Kg)
1. General Foods de Mé- xico	México, D. F.	25,000
2. Carnation de México	México, D. F.	15,000
3. Cía. Medicinal La Campana, S. A.	México, D. F.	7,000
4. Anderson-Clayton, S. A.	México, D. F.	10,000
5. Marcas Alimenticias Internacionales	México, D. F.	13,000
6. Centro Industrial Aguascalentense, S. A.	Aguascalientes	
7. Industrial Lechera, S. A.	México, D. F.	5,000
8. Productos de Maíz	México, D. F.	6,000
9. Stange Pesa, S. A.	México, D. F.	10,000
10. Dromex, S. A.	México, D. F.	1,700
11. Laboratorios Valdeca- sas, S. A.	México, D. F.	650
12. Química Farmacéutica Latina, S. A.	México, D. F.	500
13. Colgate Palmolive, S. A.	México, D. F.	2,600
14. Colorantes Deiman	México, D. F.	500
15. Bristol Myers, S. A.	México, D. F.	500
16. Laboratorios Sanfer	México, D. F.	500

C o m p a ñ í a	Localización	Consumo estimado (Kg)
17. Laboratorios Cor, S. A.	México, D. F.	600
18. Whyeth-Vales, S. A.	México, D. F.	1,000
19. Cervecería Moctezu- ma, S. A.	México, D. F.	5,000
20. Empresa Industrial Guadalajara, S. A.	Guadalajara, Jal.	4,000
21. Arvest ICI Laborato rios Asociados, S. de R. L.	Naucalpan, Edo. de México	3,000
22. Lacto Productos La Loma	Tlanepantla, Edo. de México	5,000
23. Fábrica de Jabón La Corona	Xalostoc, Edo. de México	500
24. Berhard Mex, S. A.	Aguascalientes	500
		KG 118,550

Como se puede ver en la tabla, el mercado para carra-  
geninas está localizado en la zona metropolitana del Distri-  
to Federal.

La carragenina se maneja en cuñetes de 50 y 100 Kg -  
netos, que llevan una bolsa de polietileno en el interior, -  
que se sella una vez que tiene el contenido completo de ca--  
rragenina. Esto es para evitar humedad y contaminación en -

el producto desde su envasado en la planta productora, hasta su destino final de uso.

h) Precios de venta en el país, mayoreo y menudeo, tiempo de entrega, créditos comerciales

Como el producto se maneja en cuñetes cerrados, la comercialización del mismo se efectúa al mayoreo en unidades enteras de estos cuñetes; y al menudeo en fracciones de un cuñete. La tendencia es manejar envases completos del producto. Cabe hacer notar que tanto los distribuidores como los representantes de las firmas que producen carragenina, son muy discretas en cuanto a este tipo de información. A continuación se presenta la información que se pudo obtener en materia de precios.

Año	Fecha	Precio X Kg + 4%	Consumo
1973	Oct.	\$ 85.00	Envase completo
1974	-	98.00	Envase completo
1975	-	110.00	Envase completo
1976	Julio	125.00	Envase completo
1976	Sept.	197.00	Envase completo
1977	-	220.00	Envase completo
1978	-	250.00	Envase completo

Los tiempos de entrega de los distribuidores son de cuatro días como máximo, siempre que se tenga existencia del producto.

El crédito comunmente otorgado por los distribuidores a sus clientes es de 60 días a partir de la fecha de facturación de los pedidos. No se tiene un historial de precios más completo, debido al recelo de los distribuidores y representantes del producto hacia información, considerada confidencial, ya que no se llevan estadísticas de precios del producto en dichas empresas.

i) Análisis de precios en el mercado internacional, precios de contratos especiales

En el mercado internacional se manejan dos precios para el producto: para cantidades mayores y menores de 1,000 Kg. Esto es porque el manejo de los materiales tiene costos fijos, y no es lo mismo cargar estos costos a un cuñete que a 20 de ellos.

Para este punto, se habló con los representantes de las firmas extranjeras que más volumen manejan de carragenina en el país, a saber: Fermín Ruiz y Representaciones, representantes de la empresa Marine Colloids Inc. de los Estados Unidos, y Química Hércules, S. A. de C. V., representante de As København's Pectin Fabrik de Dinamarca. Como se mencionó en el punto anterior, los representantes son discretos en cuanto a brindar información para un estudio de este tipo,

y los datos obtenidos a este respecto son los siguientes:

Año	Precio	
	Dólares x Kg	
	Mayoreo	Menudeo
1974	5.49	6.80
1975	5.55	6.70
1976	5.70	6.80
1977	5.70	6.80

Se presentan sólo cuatro parejas de datos, ya que en las empresas representantes no se llevan estadísticas de este tipo, y además son recelosos del espionaje industrial.

Los precios en contratos especiales son negociados - en particular entre la firma productora y la firma representante, pero se puede decir que la negociación más común al respecto es la bonificación del 3% sobre el valor de la factura de la firma productora, a la firma representante.

Los precios de la tabla anterior son FOB Frontera Mexicana, o CIF Puerto Mexicano. Desde estos puntos, hasta el destino final de la mercancía, los gastos corren por cuenta del importador.

La carragenina se vende en México de dos maneras, lo que se llama venta de plaza, en la cual el representante su-

ma a los precios de la mercancía puesta en frontera, los fletes, impuestos, cuotas y demás gastos, un cierto margen de utilidad y así al final se tiene el precio de venta en el -- país; la segunda manera es la venta de importación directa, en la cual el cliente importa la mercancía por medio del representante de la firma productora.

El trámite normal para la importación de carragenina se ilustra en los siguientes párrafos.

La carragenina viene, como lo hemos visto en las estadísticas de importación, de Dinamarca, Alemania, Bélgica, Luxemburgo, Francia, Estados Unidos y Canadá, por tal razón se puede clasificar su procedencia de dos lugares: Europa o Norteamérica.

Si la mercancía viene de Europa, una vez colocado el pedido por el consumidor, toma 14 días para embarcar la carragenina; ésta se transporta en barco, cuya ruta es Rotterdam o Hamburgo, y de ahí a puerto mexicano. Los puertos de recepción de carga en México, en el golfo de México, son: Veracruz, Ver. y Tampico, Tamps.; por lo general las compañías navieras tocan primero el puerto de Veracruz y unos tres --- días después el puerto de Tampico. El tiempo transcurrido desde que se embarca en Europa hasta llegar a puerto mexica-

no, fluctúa entre los 20 y 25 días.

Una vez en puerto mexicano, toma tres días el que se descargue la mercancía y llegue ésta a la Aduana. En la --- Aduana se realizan los trámites de importación por medio de un agente aduanal; estos trámites son: inspección del producto; elaboración del documento que acredita la importación -- del producto, dicho documento es el pedimento de importación que expide el agente aduanal y que es visado por los vistas- aduanales; y la liberación de la mercancía. Para la liberación de la mercancía es necesario el pago de los impuestos - causados por la importación del producto, impuestos municipa les, y realizar los movimientos aduanales correspondientes.

A continuación, se embarca la mercancía por camión o trailer, dependiendo del volumen a manejar, y tarda como máximo cinco días en llegar a su destino. Se mencionan cinco días, ya que aunque el transporte de Veracruz o Tampico a -- cualquier punto del país es más rápido, lo que sucede es que si el volumen a manejar no completa un camión o un trailer, - se espera a que se complete el transporte para que sea renta ble el flete para el transportista.

La mercancía viene acompañada de los siguientes docu mentos: factura o facturas visadas, certificado fitopatológi

co, declaración del exportador, lista de empaque, seguro.

Ahora bien, si la carragenina viene de Norteamérica, también toma en promedio 14 días para embarcar a partir de la fecha de colocación del pedido, la mercancía se recibe a medio puente, ya sea en Nuevo Laredo o Matamoros, Tamps.; -- el tiempo que toma en llegar a la frontera varía entre 10 y 15 días. Una vez en la frontera, toma tres días que descarguen la mercancía y llegue a la Aduana Mexicana. En la Aduana se realizan los mismos trámites y movimientos descritos -- anteriormente para la importación de Europa; se embarca en -- camión o trailer y también toma cinco días como máximo para -- llegar a su destino.

En este caso se ha excluido el transporte de ferrocarril porque por lo general los embarques no llegan a 30 ton, que es el mínimo rentable para utilizar este tipo de transporte. La mercancía en este caso viene acompañada por la -- misma documentación que en el caso anterior.

Como la carragenina es entregada FOB o CIF, los fletes de frontera o puerto mexicano a su destino final son por cuenta del cliente.

En ocasiones, en los embarques provenientes de Euro-

pa, estos se manejan FOB Rotterdam o Hamburgo.

Los fletes marítimos están actualmente alrededor de 133.81 dólares por tonelada o m<sup>3</sup>, lo que sea mayor en cantidad, dependiendo del producto. Los fletes terrestres son actualmente de \$ 330.00 M.N. la tonelada en camión o trailer, para volúmenes de 20 toneladas; y cantidades mayores causando tarifas mayores en los fletes.

Como las carrageninas están liberadas de permiso de importación de la Secretaría de Comercio, no se pagan derechos por este concepto; pero sí se paga la cuota ad valorem, que es el 25% sobre el valor de la factura, o sobre el valor obtenido al aplicar el valor oficial; sobre el que sea mayor. El 3% sobre el importe del ad valorem como impuesto municipal, y el 2% sobre el valor de la mercancía, ya sea por la factura o por el precio oficial, por concepto de fomento a las exportaciones.

Teniendo esto en cuenta, un embarque de 2000 Kg a 5.70 dólares el kilo, paga impuestos y otros gastos de acuerdo a los siguientes cálculos:

2000 Kg a \$ 5.70 Dls/Kg	= 11,400.00 dólares
(a \$23.00/dólar)	= 262,200.00 pesos
Considerando el precio oficial	
2000 Kg a \$137/Kg	= 270,000.00
25% ad valorem sobre \$ 270,000.00	= 67,500.00
3% impuesto municipal sobre ad valorem	= 2,025.00

2% sobre \$ 270,000.00 como impuesto de fomento a las exportaciones	=	5,400.00
TOTAL DE IMPUESTOS	=	74,925.00

Los gastos del agente aduanal se calculan en base a lo estipulado en el Diario Oficial del 7 de octubre de 1976; en este caso es el 0.60% del valor de mercancía e impuestos.

Valor de la factura	\$ 262,200.00
Total de impuestos	<u>74,925.00</u>
	\$ 337,125.00
0.6%	2,022.75

Como no se llega al mínimo establecido, los honorarios del agente aduanal son el mínimo establecido para este caso: \$ 4,500.00.

El valor del flete suponiendo \$ 1.00/Kg, ya que se trata de 2,000 Kg, en lugar de 20,000, para lo cual el flete es de \$ 330.00 por tonelada: \$ 2,000.00 y el impuesto del 4% sobre el flete de acuerdo a la Ley sobre Impuestos Mercantiles es de \$ 80.00.

Resumiendo los gastos, tenemos el total para tener un embarque de carragenina de 2000 Kg en México:

Valor de factura	\$ 262,200.00
Total de impuestos	74,925.00
Honorarios agente aduanal	4,500.00
Flete de frontera a destino final	<u>2,080.00</u>
	\$ 343,705.00

Esta última cifra, al dividirla entre la cantidad -- del embarque, nos da el costo unitario de carragenina puesta en la bodega del consumidor.

Costo unitario: \$ 171.85/Kg

k) Proyección de la demanda

La proyección de la demanda es un factor muy impor-- tante dentro de la planeación de un proyecto industrial, ya que ésta nos sitúa realmente en el mercado que existe para -- nuestro producto, y de los criterios empleados para dicha -- proyección dependerá tener una visión falsa o verdadera del -- mercado en cuestión. El tener una visión falsa nos puede -- conducir a dos situaciones: la primera de ellas es inferir -- un mercado menor al existente, y planear una planta con capa -- cidad reducida para el mercado, y la segunda es que por me-- dio de esta proyección se presente un mercado mayor al exis-- tente, y planear una planta sobrediseñada para dicho mercado.

Ahora bien, al tener una idea clara del mercado, sólo puede conducir a la planeación de una planta con capacidad adecuada para el mercado, y de aquí la importancia tan grande de realizar una proyección veraz.

Para realizar estas proyecciones se han desarrollado técnicas apoyadas en algún modelo matemático, como son: regresión múltiple, regresión lineal y regresión logarítmica, por mencionar algunos, y también existen técnicas que no están apoyadas en algún modelo matemático, y que se ha visto que tienen utilidad si se les aplica bien. Dentro de estas últimas técnicas tenemos: filtrado exponencial, promedios móviles, incremento anual promedio, etc.

Cuando se tienen pocos datos y existe cierta incertidumbre en ellos, se recomienda recurrir a las técnicas empíricas; por el contrario, si se tienen suficientes datos y a simple vista se observa una tendencia sensible a algún modelo matemático, se recomienda emplear una técnica con apoyo matemático.

En este caso, al observar los datos de la tabla de importaciones de carragenina, se aprecia que éstas han ido en aumento desde el año de 1965, que es nuestro primer dato,

hasta 1977, que es el último dato disponible. En el año de 1975 se reporta una caída tremenda en las importaciones de carragenina, debido a que la política del régimen anterior en este año fue reducir las importaciones al máximo, y sólo se otorgaron permisos para su importación en casos muy especiales. De todas maneras, la tendencia del consumo ha sido incrementaria, por lo que al emplear los modelos matemático para la proyección, se ha suprimido el dato correspondiente a 1975 por considerarse no representativo.

Los modelos empleados para la proyección de la demanda en este trabajo son la regresión lineal, y la regresión logarítmica. La regresión lineal ajusta una función lineal a los datos, y la regresión logarítmica ajusta una función logarítmica, que al graficar en coordenadas semilog es una línea recta. Se ha tomado como parámetro de comparación entre ambos métodos, el coeficiente de correlación, cuyo valor se encuentra entre cero y uno, y que nos indica qué tan correlacionadas se encuentran un par de variables. Al existir correlación, dicho coeficiente tenderá a la unidad.

Existen otros medios de comparación, como son: las bandas de confianza para un riesgo predeterminado, y la estadística de Durbin y Watson, cuyo objetivo es demostrar que -

las desviaciones entre los valores reales y los proyectados, son independientes de periodo a periodo, es decir, no están relacionados.

No se ha considerado la aplicación del método de regresión múltiple, ya que este método ajusta funciones parabólicas a los datos, y al aplicarlos, no se aprecia una tendencia parabólica de los mismos.

#### Aplicación de regresión lineal

Los datos a los cuales se les aplica el modelo son los presentados en la tabla de importaciones de carragenina, excluyendo el año de 1975, y se presentan a continuación:

x	Y
No.	Año Volumen (ton)
1.	1965 1.689
2	1966 3.666
3	1967 6.460
4	1968 15.098
5	1969 35.987
6	1970 32.834
7	1971 49.034
8	1972 60.624
9	1973 91.452
10	1974 108.439
11	1975 21.487
12	1976 147.085
13	1977 135.583

Relaciones para encontrar una función lineal que se ajuste a los consumos de carragenina:

$$y = a + b x \quad \dots \quad \text{Ecuación de la línea recta}$$

Para encontrar a y b llegamos a un sistema de ecuaciones simultáneas aplicando los conceptos de mínimos cuadrados:

$$\sum y_i = a n + b \sum x \quad (1)$$

$$\sum x_i y_i = a \sum x_i + b \sum (x_i)^2 \quad (2)$$

Sustituyendo valores tenemos:

$$687.951 = a (12) + b (80) \quad (1)$$

$$6729.019 = a (80) + b (698.0) \quad (2)$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones tenemos:

$$a = -27.42 \quad , \quad b = 13.01$$

La ecuación para la proyección nos queda:

$$y = -29.42 + 13.01 (x)$$

Los valores proyectados por esta ecuación se presentan a continuación, junto con los valores reales.

No.	Año	Consumo real	Consumo proyectado
1	1965	1.689	-16.410
2	1966	3.666	- 3.400
3	1967	6.460	9.610
4	1968	15.098	22.620
5	1969	35.987	35.630
6	1970	32.834	48.640
7	1971	49.034	61.650
8	1972	60.624	74.660
9	1973	91.452	87.670
10	1974	108.439	100.680
11	1975	21.489	113.390
12	1976	147.085	126.700
13	1977	135.583	139.710
14	1978	-	152.752
15	1979	-	165.764
16	1980	-	178.777
17	1981	-	191.789
18	1982	-	204.801

El coeficiente de correlación se calcula mediante la relación:

$$\rho = b \sqrt{\frac{(x - \bar{x})^2}{(y - \bar{y})^2}}$$

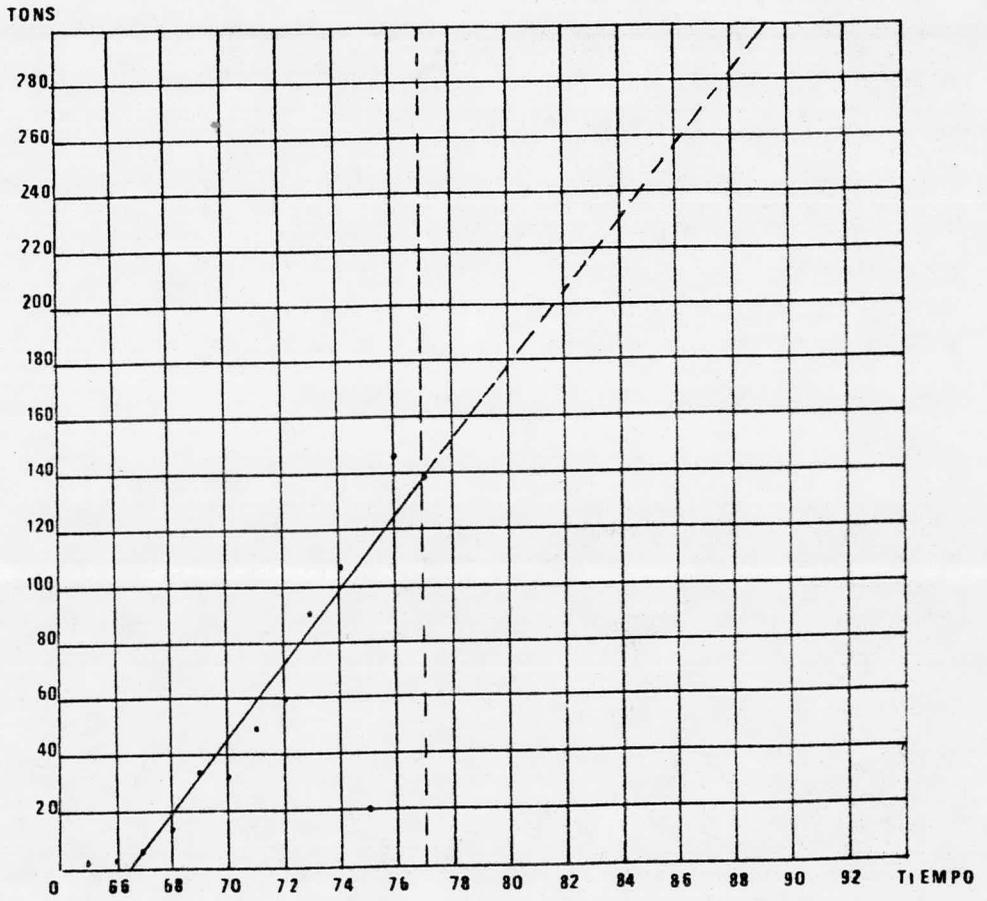
Los valores de las medias son:  $\bar{x} = 6.667$ ,  $\bar{y} = 57.329$

Con estos valores de las medias al aplicar la relación anterior, tenemos el coeficiente de correlación:

$$\rho = 0.973$$

En la siguiente página se encuentra la representación gráfica de la aplicación del método.

# REGRESION LINEAL



## Aplicación de la regresión logarítmica

Los datos a los cuales se aplica el modelo son los mismos que en el método anterior.

En este método se hace el siguiente cambio de variable:

$$y' = \log y$$

y la ecuación de la recta nos queda:

$$y' = a' + b' x$$

Como en el punto anterior, se llega a un sistema de ecuaciones que son:

$$\sum y' = a' n + b' \sum x_i \quad (1)$$

$$\sum x_i y' = a' \sum x_i + b' \sum (x_i)^2 \quad (2)$$

Sustituyendo valores tenemos:

$$17.621 = a' (12) + b' (80) \quad (1)$$

$$143.194 = a' (80) + b' (698) \quad (2)$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones tenemos:

$$a' = 0.427 \quad , \quad b' = 0.156$$

Los valores proyectados por este método se presentan en la siguiente tabla junto con los valores reales.

No.	Año	Consumo real	Consumo proyectado
1	1965	1.689	3.828
2	1966	3.666	5.483
3	1967	6.460	7.852
4	1968	15.098	11.246
5	1969	35.987	16.106
6	1970	32.834	23.067
7	1971	49.034	33.037
8	1972	60.624	47.315
9	1973	91.452	67.764
10	1974	108.439	97.051
11	1975	21.489	138.995
12	1976	147.085	199.067
13	1977	135.583	285.102
14	1978	-	411.258
15	1979	-	589.286
16	1980	-	844.379
17	1981	-	1209.899
18	1982	-	1733.648

El coeficiente de correlación se calcula mediante la relación:

$$r = \sqrt{\frac{(x - \bar{x})^2}{(y' - \bar{y}')^2}}$$

Los valores de las medias de las variables son:

$$\bar{x} = 6.667 \quad , \quad \bar{y}' = 1.469$$

Desarrollando la ecuación anterior tenemos el valor del coeficiente de correlación:

$$r = 0.941$$

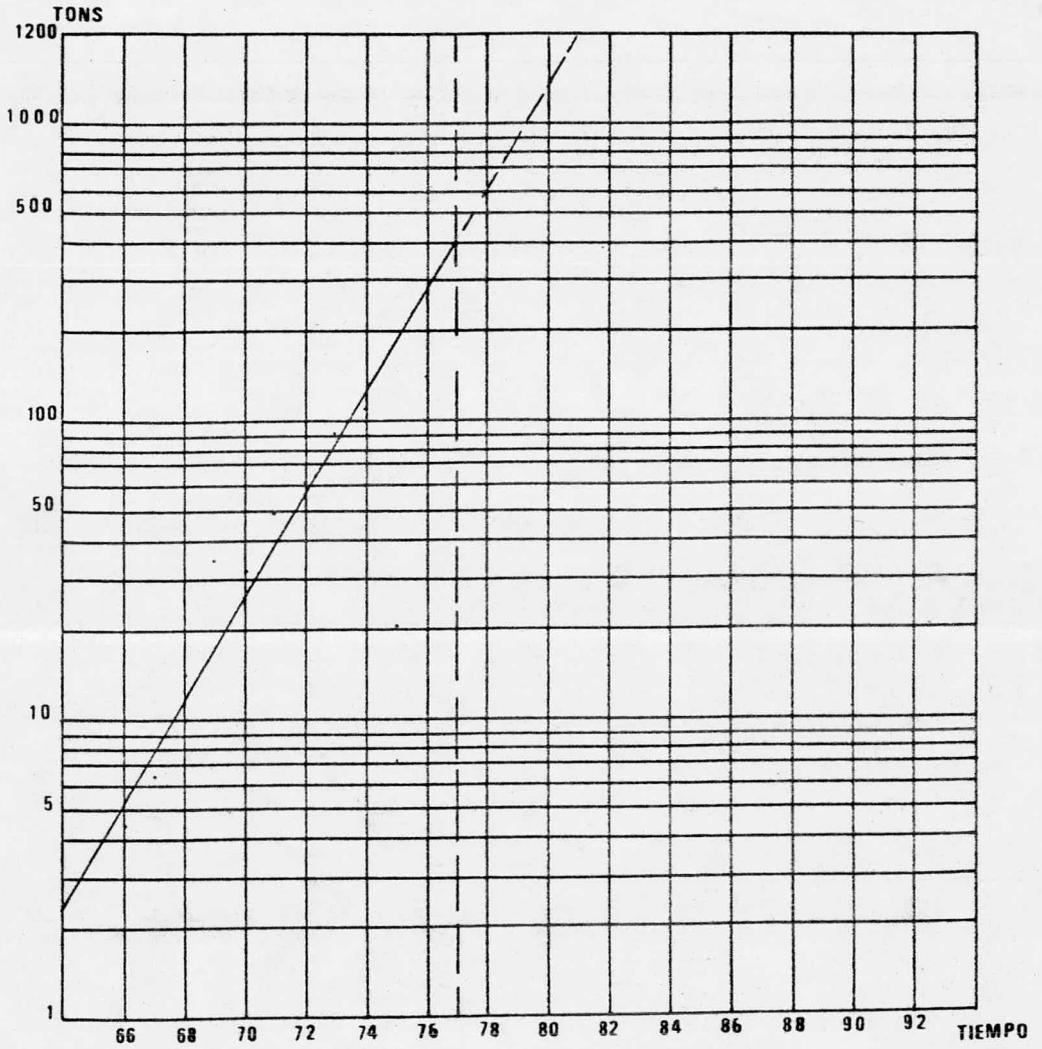
En la siguiente página se encuentra la representación gráfica de la aplicación de este método.

Por el análisis de los valores proyectados por ambos métodos contra los valores reales, y por la comparación de los coeficientes de correlación obtenidos, vemos que los datos se cumplen mejor con un modelo lineal simple, y por esta razón la proyección de consumo realizada con este método es la que se toma como acertada.

Es claro que los datos muestran altibajos en cuanto a las ventas de carragenina en México, pero también se observa la tendencia a valores mayores de un periodo con respecto al anterior. Esta tendencia a aumentar no es disparada como lo que podríamos esperar con una función exponencial, sino que es gradual y con una proporción más o menos constante, lo que nos lleva nuevamente a aceptar la proyección por regresión lineal.

Por estas razones, se puede afirmar que la demanda de la carragenina será un proceso ascendente que tendrá una pendiente elevada (alrededor de 13.01), puesto que se trata de un producto que es aditivo alimentario, y si hay una industria que nunca dejará de producir, esa es la alimentaria.

# REGRESION LOGARITMICA



m) Análisis de precios de productos sustitutos

Como se mencionó anteriormente, se pueden considerar productos sustitutos de las carrageninas, a los alginatos y al agar-agar; no obstante que cada uno de ellos tiene aplicaciones definidas.

En la revista Guía de la Industria Química Mexicana, se tienen reportados los proveedores y distribuidores de los productos, y la localización de dichas empresas. Para el propósito de este punto se consultó a las empresas: Provequim, Central de Drogas, y The East Asiatic Company de México; la información obtenida en materia de precios para agar-agar y alginatos de sodio y potasio es la siguiente:

Agar-Agar (grado alimenticio)	-	\$ 420.00/Kg	+ 4%
Alginato de sodio	-	212.00/Kg	+ 4%
Alginato de sodio, refinado	-	280.00/Kg	+ 4%
Alginato de potasio	-	260.00/Kg	+ 4%
Alginato de potasio, refinado	-	340.00/Kg	+ 4%

Estos precios son a abril de 1978, LAB México, D. F. y la zona metropolitana; y son por unidades completas de producto en envase original, con peso neto de 100 libras. Sólo se obtuvieron precios actuales de estos productos, ya que --

las empresas que los manejan, no tienen estadísticas de precios.

n) Posibilidades de exportación

Es conveniente mencionar que una política sana en -- cuanto al desarrollo económico de un país, es el fomento a la exportación de productos con valor agregado; es decir, tra-- tar de evitar fugas de divisas por medio de envíos al extran-- jero de materias primas. El gobierno mexicano otorga facili-- dades para la exportación de estos productos con valor agre-- gado. Una de ellas son los certificados de Devolución de Im-- puestos o CEDIS, en los cuales se devuelve el 10% de los im-- puestos sobre la cantidad exportada, siendo deducidos de los impuestos sobre la renta sobre la utilidad antes de impues-- tos. Un segundo aliciente a las exportaciones, a elegir en-- tre éste y el anterior ya que sólo puede aplicarse uno de -- los dos, otorga la exención de impuestos por importaciones - equivalentes en valor a lo que se exportó. Y dependerá de - las circunstancias que convengan a la empresa a escoger una - u otra de estas concesiones.

La finalidad que se persigue con estas medidas polí-- ticas es, entre otras, dar la oportunidad a los productos na--

cionales de competir en los mercados internacionales abatiendo costos y abaratando los precios.

Respecto a la exportación posible de carrageninas a Latinoamérica, se visitó a las embajadas de los países pertenecientes a ALALC (Asociación Latinoamericana de Libre Comercio), ya que precisamente por medio de esta organización, -- aprovechando las ventajas arancelarias que se tiene, será -- más fácil introducir el producto en el mercado internacional. Desgraciadamente, en los agregados comerciales de dichas embajadas no se tiene información estadística al respecto, y -- para obtener esto hay que ponerse en contacto por carta con los departamentos de comercio exterior en cada país, solicitando datos de consumo, importaciones y exportación; esto -- lleva de tres a cuatro meses para obtener respuesta. Además, sólo se asegura tener la información deseada después de este tiempo, si en dichos países se cuenta con estadísticas del producto.

Los países miembros de ALALC son: México, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Brasil, Bolivia, Paraguay, Uruguay, Chile y Argentina.

Como no se dispone de datos reales del mercado de ca

carrageninas en Latinoamérica, se ha recurrido a un método indirecto para estimar dicho mercado, el cual consiste en suponer que el consumo por habitante de carrageninas en países con nivel de vida semejante al nuestro, debe ser semejante, y que otros países latinos con nivel de vida inferior, comparado al de México, tendrán un consumo por habitante que sea un porcentaje de lo que se consume en México.

Siguiendo estas suposiciones, se encontró en el Atlas of the World de National Geographic, 4a. Edición, la población de los países de Latinoamérica; ésta se presenta a continuación con el consumo estimado para cada país, teniendo como base que en 1977 se consumieron en México 135,000 Kg, y relacionando a 65 millones de habitantes, nos da un consumo unitario de 0.0021 Kg/habitante. El primer grupo de la tabla siguiente se ha considerado con un nivel de vida igual a México, el segundo grupo con un nivel de vida de un 75% del de México, y el tercer grupo con un nivel de vida de 30% del de México.

Aunque no se dispone de información en cuanto al consumo de carrageninas en Latinoamérica y posibles productores de ella, el mercado latino es atractivo por las ventajas antes mencionadas y, en el momento de decisión de la realiza--

	País	Población	Consumo estimado (Kg)
GRUPO I	Argentina	25.400,000	52,000
	Brasil	109.700,000	228,000
	Venezuela	12.200,000	25,300
GRUPO II	Bolivia	5.470,000	8,000
	Chile	10.300,000	16,000
	Colombia	25.900,000	40,000
	Ecuador	7.100,000	11,000
	Paraguay	2.600,000	4,000
	Perú	15.300,000	23,000
	Uruguay	3.100,000	4,000
GRUPO III	Costa Rica	2.000,000	3,000
	Cuba	9.500,000	14,000
	Rep. Dominicana	5.100,000	7,000
	El Salvador	4.100,000	6,000
	Guatemala	6.100,000	9,000
	Haití	5.200,000	8,000
	Honduras	3.000,000	4,000
	Jamaica	2.000,000	3,000
	Nicaragua	2.300,000	3,000
	Panamá	1.700,000	2,000

ción de un proyecto, apoyados por la Secretaría de Comercio, se pueden establecer los contactos necesarios y obtener la información requerida para la exportación del producto. Es de mencionarse que al considerar la exportación de la carragenina, se ha pensado primero en Latinoamérica por las ventajas de ALALC, pero también si el precio de venta resulta --- atractivo, podríamos incursionar no sólo en Latinoamérica, sino en el resto del mundo.

o) Estudio sobre materias primas

Existen en Baja California mantos del alga denominada botánicamente *Gigartina Canaliculata*, cuyo nombre común es "pelo de cochi", que actualmente sirve como materia prima para la industria de carragenina en varias partes del mundo. El pelo de cochi, el sargazo gigante (botánicamente *Gelidium Robustum*, materia prima para la producción de agar-agar), y el sargazo rojo (botánicamente *Macrocystis Pyrifera*, materia prima para la producción de alginatos), constituyen la base de la industria de algas marinas en Baja California. Esta industria estuvo constituida en un principio principalmente por las especies *Gelidium Robustum* y *Macrocystis Pirifera*, pero en los últimos años se ha iniciado la explotación en la costa occidental de la península del alga *Gigartina Canaliculata*, creándose una nueva fuente de trabajo.

La explotación del pelo de cochi se inició en 1966 con una producción total de 66 ton de algas secas (20% de humedad como máximo), y se ha ido incrementando año con año como se verá más adelante. Las cifras hablan por sí solas de la importancia que ha adquirido la extracción de esta alga, y se espera que siga aumentando.

Esta nueva actividad permite incorporar a las perso-

nas que deseen dedicarse a alguna actividad pesquera, o a otra relacionada con ésta, y que carezcan de los medios económicos para adquirir los accesorios de pesca.

La distribución del alga en México es, en la costa occidental de la península de Baja California, desde la frontera con los Estados Unidos hasta la isla Magdalena, incluyendo las islas Coronado, Todos los Santos, San Martín, San Carlos, Benitos y Guadalupe.

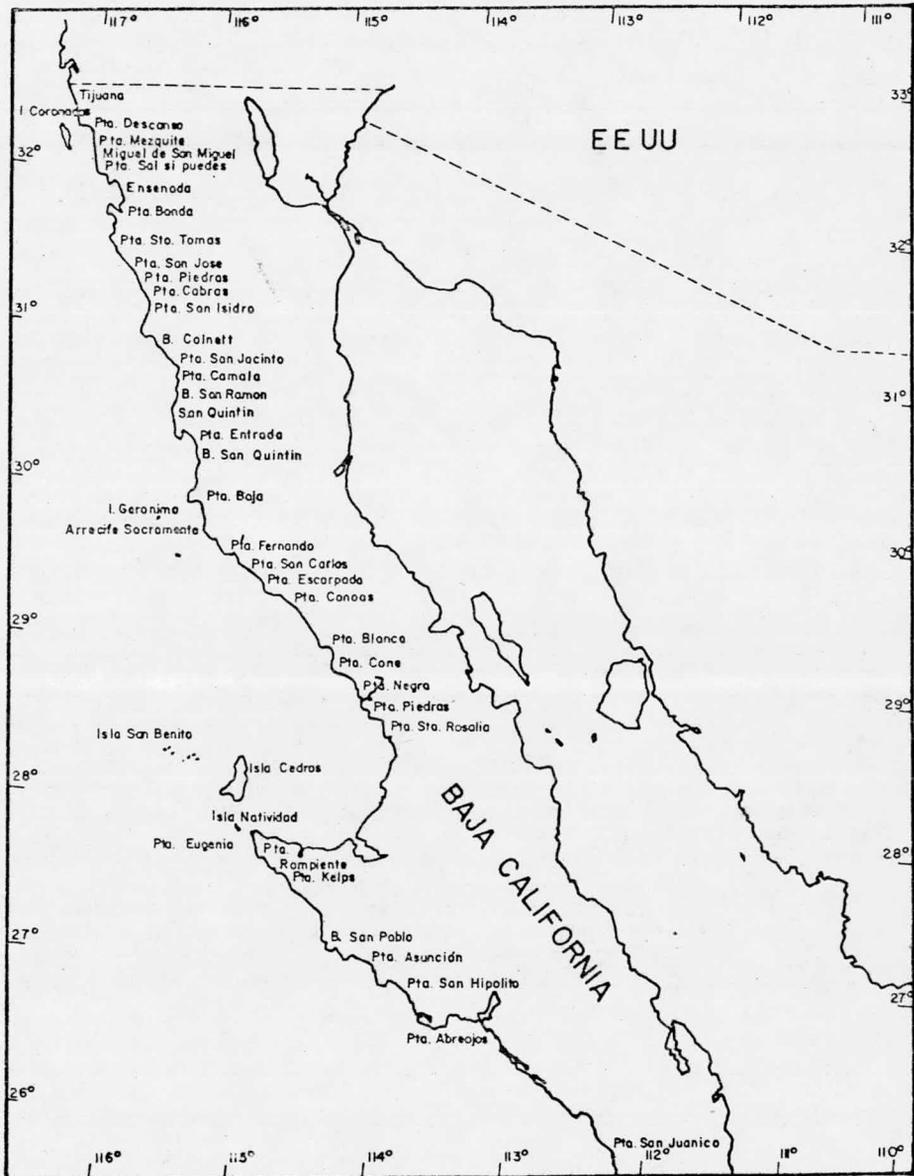
Las áreas de cosecha son por lo general en costas rocosas, en las zonas de las mareas, entre 30 y 90 cm de profundidad; estos mantos pueden extenderse sobre los estratos rocosos hasta unos 5 a 7 m de profundidad. Las principales áreas están localizadas en la costa occidental del Estado de Baja California. Nombres de las localidades donde se han encontrado mantos de gigartina canaliculata, numerados de acuerdo a las exploraciones realizadas por el Instituto Nacional de Pesca, son:

Número de manto	Localidad
1	Xatay, El Descanso, Popotla
2	Salsipuedes, La Salina
3	Santo Tomás, Soledad, Punta Banda, Arbolitos
4	Punta San José, San José, San Juan de las Pulgas, Punta China, Campo el Me-

Número de manto	Localidad
	dio, La Calavera, Punta Piedra, Rancho Viejo
5	Punta Morro
6	San Isidro
7	Punta Colnett
8	San Quintín, Cerro Bola, La Chorera
9	Punta San Quintín
10	El Socorro
11	El Campo Viejo, El Campito, La Lobera
12	El Rosario, Punta Baja, Barrancos Bajos
13	San Antonio, San Carlos, El Dátil
14	Santa Catarina
15	Punta Canoas
16	San José Norte
17	San José Sur
18	Punta Blanca
19	Punta Cono
20	Punta María
21	Punta Negra
22	Punta Rocosa, Santa Rosaliíta
23	Punta Rosarito
24	Morro, Santo Domingo
25	Cainalú, San Jacinto
26	El Volcán (San Quintín)
27	San Jerónimo

(Véase mapa en la página siguiente)

No se usa embarcación alguna para la cosecha de esta alga. Esta especie se recolecta a mano cortándola, cuidando de no arrancarla y depositándola en costales de yute. Posteriormente se extienden sobre la playa para su secado. Cuando se cosecha el alga en la noche, se utiliza lámpara de mano. La cosecha de estas algas depende de las mareas; y es mayor durante las mareas bajas. En algunos casos se extrae-



en aguas someras "buceando a pulmón", sin equipo especial.

La unidad de operación es el individuo, aunque los individuos se agrupan por equipos para trabajar en un determinado campo. La producción se registra individualmente. Por lo general, el número de cosechadores por equipo es 3 como mínimo y 10 como máximo. Este número varía dependiendo de la productividad del campo.

En cuanto a esfuerzo, se puede adoptar como medida el número de horas de cosecha por día, y el número total de días cosechados. En las investigaciones del Instituto Nacional de Pesca, no se ha llegado a cuantificar ni legislar el esfuerzo.

La extracción de esta especie se lleva a cabo todo el año, siendo más intensa la cosecha durante el verano (de mayo a septiembre) y decreciendo en otoño-invierno (de octubre a abril). Lo anterior está condicionado por el estado del mar, pues durante el verano las marejadas son menos fuertes que en invierno, existiendo así durante el verano una mayor accesibilidad al recurso.

Se considera a Ensenada, B. C. como puerto base o cuartel general de las operaciones, concentrándose allí toda

la producción del pelo de cochi. En la Av. Ruiz No. 4, Ensenada, C., se encuentra la Oficina Regional de Pesca de Baja California y es ahí donde se lleva el control de producción, precios, etc.

Actualmente se cuenta con ciertas reglamentaciones para la explotación del recurso; estas son las disposiciones generales para la explotación de la Ley de Pesca, en sus artículos 1, 3, 5, 6, 8, 13, 14, 38, 70, 72 y 78. Debido a -- que se desconocen aspectos biológicos y de otra índole, tales como: existencias, fecundidad, crecimiento, necesidades de la industria, etc., no se cuenta con una reglamentación específica para explotar esta especie, como sería: épocas de cosecha y vedas, tallas mínimas, áreas de cosecha y métodos de cosecha, etc.

Se debe mencionar que el Instituto Nacional de Pesca llevaba a cabo todo un programa para investigar los últimos puntos del párrafo anterior; este estudio empezaba a arrojar resultados, pero se suspendió el proyecto por falta de presupuesto.

Junto con el pelo de cochi, se extrae otra alga llamada lechuguilla (*Porphyra Sp.*), que es mucho más escasa que

la primera, y algunas algas parásitos del pelo de cochi, que carecen de importancia.

Los datos de producción del pelo de cochi (*Gigartina Canaliculata*) son:

Año	Ton secas (20% Humedad)
1966	65.0
1967	123.0
1968	434.5
1969	470.6
1970	556.3
1971	492.5
1972	400.3
1973	526.5
1974	638.0
1975	956.3
1976	768.0
1977	1125.5

El alga seca (20% de humedad como máximo), se empaqueta y se exporta íntegramente, ya que en el país nadie la reclama para su transformación. El precio al cual se vendía esta alga en 1973 era de \$ 2,300.00 la tonelada seca, y actualmente en 1978 se está vendiendo a \$ 5,000.00 la tonelada seca.

El mercado actual del alga se encuentra en la exportación, y para los últimos años esta explotación ha sido como sigue:

Año	Societi Seca Francia (ton)	Marine Colloids EUA (ton)	As København Pectinfabrik Dinamarca (ton)
1974	128	510	-
1975	161	645	150
1976	54	214	500
1977	105	420	600

Existen en Baja California dos concesionarios para la exportación del alga. Uno de ellos es la empresa Gel-Mex, y el otro la Federación Regional de Sociedades Cooperativas. Ambas se dedican a la recolección de las tres especies de algas y a su venta. Gel-Mex ha exportado a Marine Colloids y a Societi Seca, y la Federación Regional ha exportado sólo a As København Pectinfabrik.

El gobierno mexicano está promoviendo la explotación de estas algas por medio del Instituto Nacional de Pesca, y en el momento de existir comprador nacional para ellas, la política sería dar preferencia al consumidor nacional del alga, y si resta alguna cantidad después de haber cubierto la demanda nacional, este resto se dedicaría a la exportación.

El precio para el consumidor nacional sería en un

principio, el mismo que se ofrece para exportación; pero podría negociarse la compra del alga como es el caso de la empresa Agar-Mex. Esta empresa tiene un acuerdo con la Federación Regional para explotar el sargazo rojo (*Gelidium Robustum*), por medio del cual, 30% de la producción es para Agar-Mex, y de este porcentaje las primeras 230 toneladas se les venden a precios bajos, y las siguientes hasta completar el 30% de la producción, se les venden al precio internacional.

La opinión calificada del Instituto Nacional de Pesca, es que aún existen muchos mantos de pelo de cochi que no se han localizado, pero que con poca inversión podrían localizarse y explotarse a beneficio de cualquier empresa interesada en ello. Después de esto, podrían establecerse técnicas de cosecha, y trabajar no a merced de las mareas, sino en campos controlados que puedan asegurar una producción mínima.

Otra especie aparte del pelo de cochi, es el alga -- *Eucheuma Uncinatum*. Esta especie es característica del golfo de California y tiene una distribución que va desde Isla Angel de la Guarda hasta Mazatlán, Sin. El Dr. Sergio H. -- Guzmán del Proó del Instituto Nacional de Pesca, realizó un crucero de prospección de bancos de esta especie en agosto -

de 1966 para determinar si había o no volúmenes comerciales; los resultados de sus investigaciones fueron positivos, arrojando un estimado de 1650 ton húmedas equivalentes a 165 ton secas en ese mes. Los bancos observados de mayor densidad fueron: el lado SE de la isla Angel de la Guarda, el NW de la isla Tiburón, Bahía de San Francisquito y Bahía de Animas. También en menor escala Bahí de los Angeles, B. C. y Bahía de San Carlos, Son.

Esta alga, al igual que el pelo de cochi, se encuentra en bahías y ensenadas, creciendo sobre fondos duros constituidos fundamentalmente por guijarros y cantos rodados, o rocas de superficie poco rugosa. No se explota el alga, pero podría constituir una materia prima importante para la industria de carragenina.

En las costas del golfo de México se han encontrado algas rojas que aún no han sido clasificadas, y por lo tanto no se conoce su distribución y su probable producción.

Como un corolario de toda esta información acerca de las materias primas para carragenina, se puede sugerir que con una pequeña inversión podrían completarse los estudios hechos por el Instituto Nacional de Pesca, y tener la realidad de la materia prima en las manos, para el proyecto que -

aquí se estudia.

En general se puede decir que, a nivel mundial, las zonas productoras de materia prima para carragenina son las costas de Canadá, Dinamarca, Filipinas, México y, en menor proporción, Perú y Australia.

p) Subproductos y posible uso o comercialización

Como se verá más adelante, el subproducto utilizable del proceso de extracción de carragenina, es el residuo sólido al efectuar la extracción. Este residuo podría comercializarse a través de alimentos balanceados para ganado; a este respecto se ha tratado de hacerlo pero, como no se dispone continuamente del residuo, no se han hecho estudios al respecto. Una vez que estuviera el residuo del alga agotada continuamente, podría desarrollarse un programa de estudios para la utilización comercial de este subproducto. Una alternativa para llevar a cabo esto sería que estos estudios se desarrollaran paralelos a la realización del proyecto, si éste se llega a realizar.

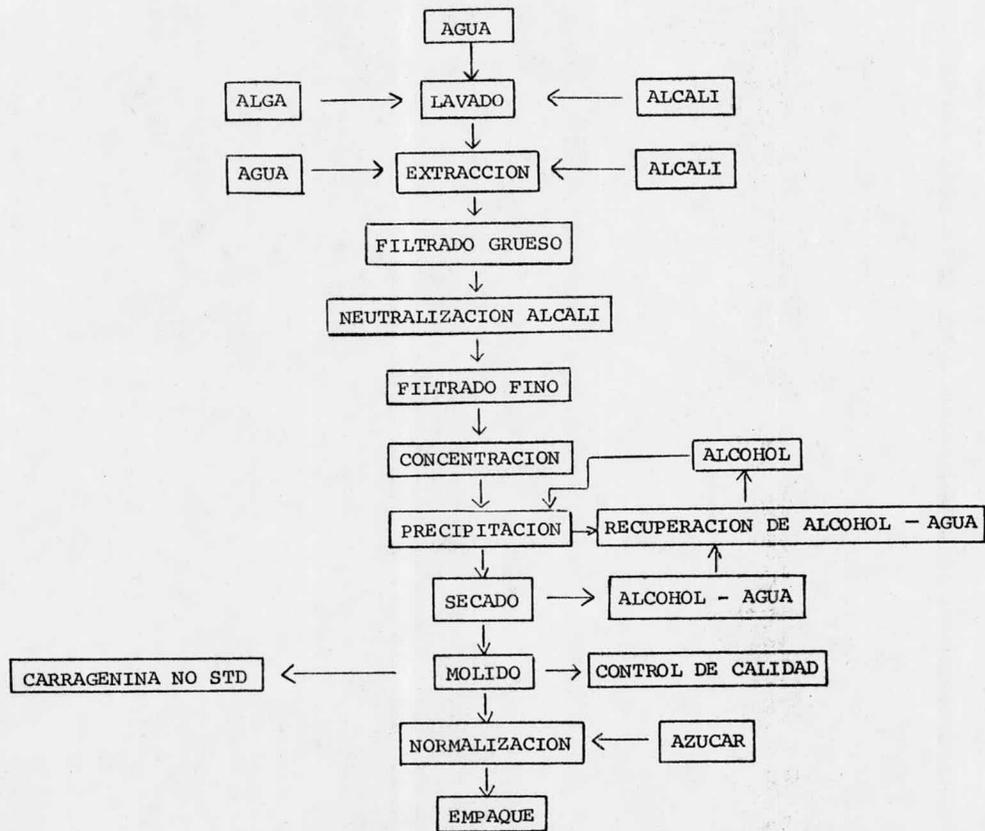
## PROCESO DE FABRICACION

La producción de carragenina a primera vista puede parecer un proceso simple, que consiste en extracción, purificación del extracto y precipitación. Sin embargo, en la práctica, se emplean un sinnúmero de técnicas de refinamiento y medidas de control, y los relativamente pocos productores de carragenina, son muy discretos en cuanto a proporcionar detalles precisos del proceso.

A continuación se presenta una descripción del proceso de fabricación, tomando en cuenta que se tratará de profundizar lo más posible, comprendiendo que los detalles particulares se mantienen en secreto por los fabricantes actuales, lo cual es lógico si se piensa que les ha costado años de esfuerzo, trabajo y costosa investigación.

Con respecto a materia prima, en el punto anterior en los últimos párrafos se ha hecho un análisis, y se debe aclarar que empleando cualquier materia prima, la secuencia de pasos de fabricación es la misma.

El siguiente diagrama de bloques muestra en forma objetiva la secuencia de pasos para producir carragenina.



El primer paso en el proceso de fabricación es una etapa de lavado, en la cual se limpia el alga de arena, basura, etc., que está presente en las algas, ya que éstas se han secado en la playa después de haber sido recolectadas. Al mismo tiempo se elimina el exceso de sal, y se reduce así la corrosión en los equipos debida a cloruros.

Después del lavado se realiza la extracción con sosa y a 100°C, o temperaturas cercanas a ésta. La sosa tiene dos funciones, la primera es para lograr una extracción más completa del polisacárido, y la segunda es que cataliza la eliminación de grupos 6-sulfato de las unidades apropiadas, para conducir a la formación de unidades 3,6-anhidrogalactosa, con lo cual por lo general se incrementa la fuerza del gel en agua, y la reactividad con las proteínas de la carragenina extraída. La relación agua : alga usada es de 30:1, esto es para evitar excesiva viscosidad en el extracto líquido. Usando estas cantidades de agua, nos conduce a un extracto con alrededor de 1% de carragenina.

Cuando se ha llevado a cabo la extracción, el residuo del alga se separa por medio de un filtro. Esta primera filtración elimina sólo las partículas grandes, y es necesario el uso de un ayuda filtro, que en este caso se ha visto-

que usar celulosa para este fin da buenos resultados. Antes de proceder a un filtrado fino, se debe neutralizar la solución del extracto, ya que contiene sosa proveniente del lavado y extracción y la neutralización se hace empleando ácido-sulfúrico que nos formará agua y precipitará al sodio como sulfato.

El segundo filtrado tiene como objeto separar impurezas finas insolubles, y también separar el precipitado de sulfato de sodio. En esta operación debe también usarse algún ayuda-filtro, y normalmente se usan para este propósito tierras diatomáceas. A partir de esta segunda filtración se tiene un extracto brillante. Este extracto se concentra en evaporadores lo más posible, teniendo a la salida de ellos un licor con 3% aproximadamente de carragenina.

La carragenina extraída se recupera precipitándola con alcohol que puede ser metanol, etanol desnaturalizado o isopropanol. Se prefiere usar isopropanol, ya que tanto metanol como etanol desnaturalizado son tóxicos y residuos de algunos de ellos podrían ocasionar problemas de control de calidad en el producto terminado. La precipitación es posible debido a que la carragenina es soluble en agua, pero insoluble en alcohol diluido. Por lo general se usa una canti

dad de tres veces de alcohol por una de extracto para la precipitación. Esta relación puede variar, ya que extractos ricos en kappa-carragenina requerirán menor cantidad de alcohol que aquellos extractos que sean ricos en las fracciones iota y lambda. Esta etapa es probablemente la que más cuidado y atención necesita, ya que la precipitación se lleva a cabo como una masa gelatinosa o pseudoprecipitación, la cual es difícil de manejar sin usar mucho alcohol en exceso, y también si se descuidan las condiciones de operación, puede gelificar el extracto, acarreando problemas a esta etapa del proceso.

El precipitado y la solución alcohol-agua se separan en un filtro y el precipitado se seca en charolas. El siguiente paso es moler los gránulos del producto para obtener un tamaño de partícula pequeño y homogéneo. El molido también tiene el fin de hacer más fácil la incorporación de azúcar para estandarizar el producto.

Cuando se tiene molida la carragenina, debe mezclarse lo mejor posible y separarse en lotes numerados, y a partir de muestras que se tomen, el laboratorio de control de calidad debe analizar y determinar el grado de normalización que requiere cada lote.

Con la opinión del laboratorio de control de calidad, se normaliza el producto y se envasa en cuñetes de cartón -- provistos con una bolsa de polietileno en el interior, la -- cual no se sella hasta que nuevamente el laboratorio de control de calidad haya checado las características de cada cuñete y haya otorgado su aprobación final. Antes de sellar -- las bolsas de polietileno debe tomarse una pequeña muestra, -- la cual se deberá conservar por cinco años para una posible -- comparación posterior de la calidad y características del -- producto. Una vez hecho esto se cierran y sellan los cuñe-- tes, se marcan con el número del lote y con el número del cuñete dentro del lote, y se envía a almacenamiento.

El objetivo de la normalización del producto, es poder asegurar el mismo comportamiento, cuando se usa éste a -- la misma concentración que en un sistema prototipo que se -- tenga determinado en el laboratorio, y que represente o simu -- le una aplicación específica.

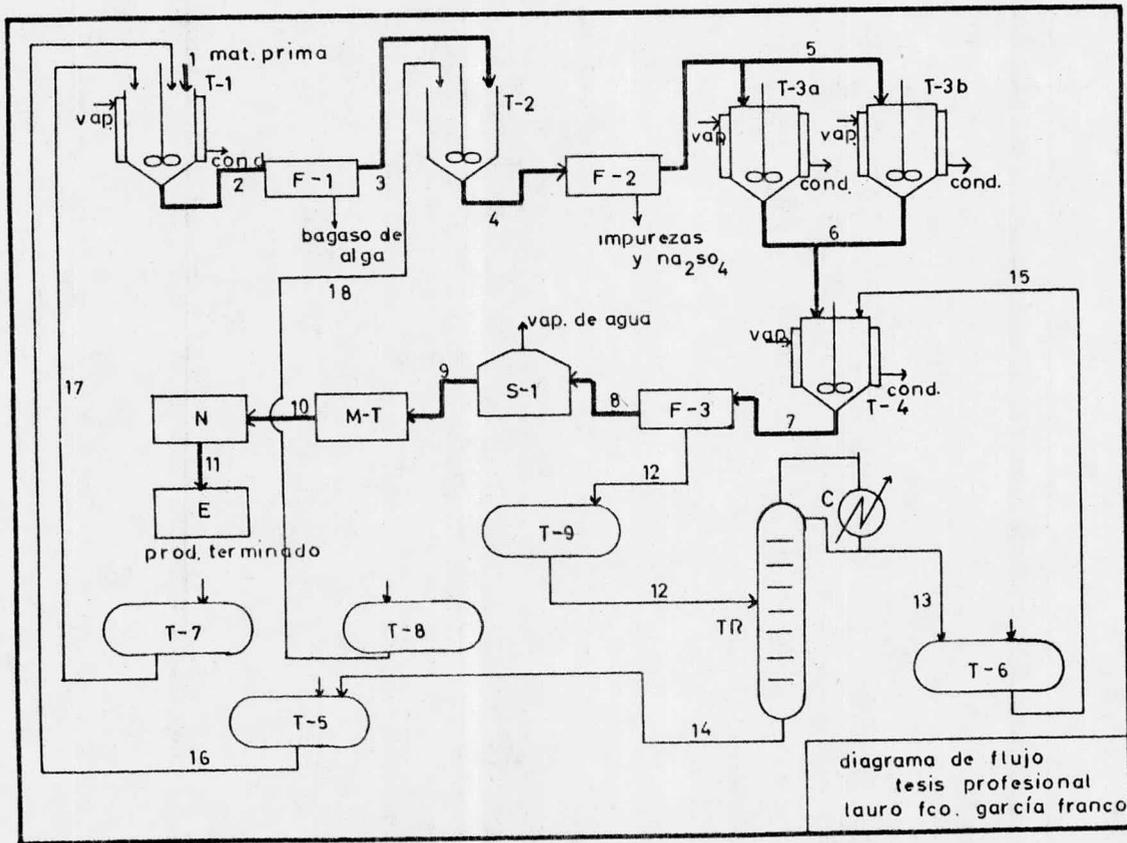
Es de mencionarse que una variante en el proceso de -- fabricación, es que el extracto se seque en tambores y a va -- cío, y no se precipite con alcohol. Esta variante tiene el -- inconveniente de que el producto obtenido en esta forma con -- tendrá impurezas solubles en agua. Si se siguiera esta téc --

técnica, debe implementarse una purificación con carbón acti  
vado, proceder al molido, normalización y empaque.

A continuación se presenta un diagrama de flujo si--  
guiendo la técnica de precipitación con alcohol. En este --  
diagrama se denota el camino seguido por la materia prima --  
hasta llegar a producto terminado. Este diagrama de flujo -  
se ha sugerido basado en consideraciones personales y con su  
gerencias de los representantes de Marine Colloids Inc. y As  
København Pectinfabrik.

#### Código del diagrama de flujo

- T-1 - Tanque de lavado/extracción
- F-1 - Filtro grueso
- T-2 - Tanque de neutralización de sosa
- F-2 - Filtro fino
- T-3a,b - Evaporadores
- T-4 - Precipitador
- F-3 - Filtro de separación de carragenina y licor alcohol  
agua
- S-1 - Secador
- M-1 - Molino
- N - Normalización
- E - Empaque
- T-5 - Cisterna de almacenamiento de agua
- T-6 - Tanque de almacenamiento de alcohol
- T-7 - Tanque de almacenamiento de sosa al 40%
- T-8 - Tanque de almacenamiento de ácido sulfúrico al 98%
- R-1 - Torre de destilación para isopropanol-agua
- C-1 - Condensador de vapores de torre de destilación
- T-9 - Tanque para alimentación a la columna de rectifica-  
ción



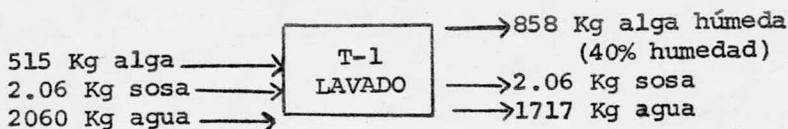
## Código de líneas

- 1) Alga seca (20% de humedad como máximo)
- 2) Alga extraída y extracto
- 3) Extracto de carragenina con sosa en solución e impurezas finas insolubles
- 4) Extracto de carragenina con impurezas finas insolubles y sulfato de sodio
- 5) Extracto de carragenina (1% de carragenina)
- 6) Extracto de carragenina (3% de carragenina)
- 7) Carragenina precipitada y licor alcohol/agua
- 8) Carragenina precipitada (50% humedad)
- 9) Carragenina seca (1% humedad)
- 10) Carragenina molida homogénea
- 11) Carragenina normalizada con azúcar
- 12) Mezcla alcohol/agua
- 13) Alcohol puro
- 14) Agua pura
- 15) Alcohol para precipitación
- 16) Agua para lavado y extracción
- 17) Sosa para lavado y extracción
- 18) Acido sulfúrico para neutralización de sosa

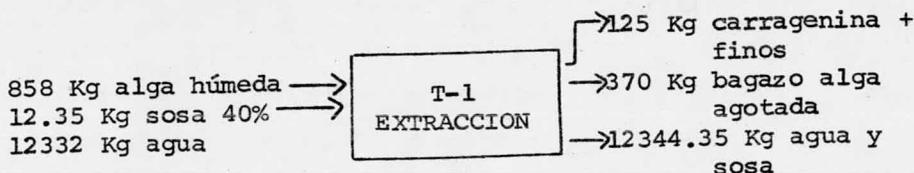
### BALANCE DE MASA

Se ha tomado como base para este balance de masa, -- una capacidad de operación de 270 ton/año, trabajando 330 -- días al año. Con esta base se producirán 0.818 ton/día de - carragenina, y considerando seis lotes diarios, por lote se- producirán 136 Kg de carragenina normalizada. Se ha calcula do utilizar 412 Kg de alga seca por lote, que considerando - que el alga que se recibe tiene 20% de humedad, nos conduce a 515 Kg de alga por lote. El balance de masa se describe a continuación para cada etapa.

### 1. Lavado



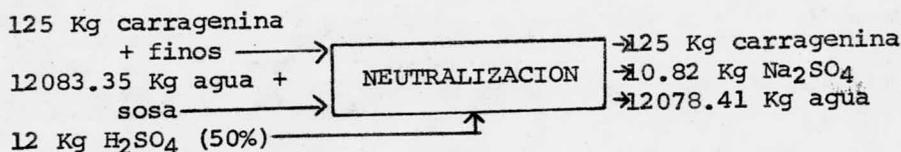
### 2. Extracción



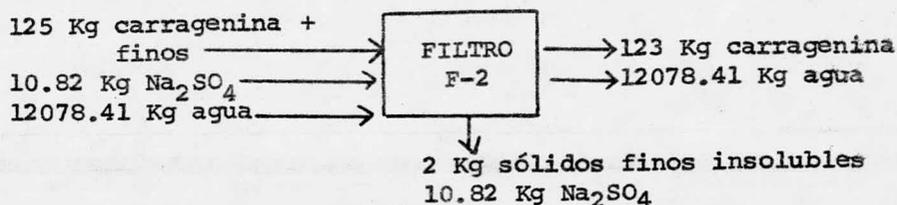
### 3. Filtrado grueso



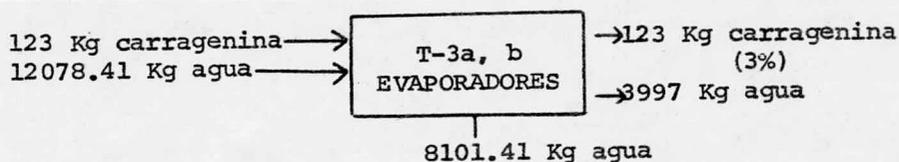
### 4. Neutralización



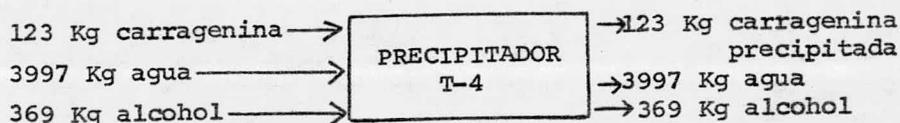
### 5. Filtrado fino



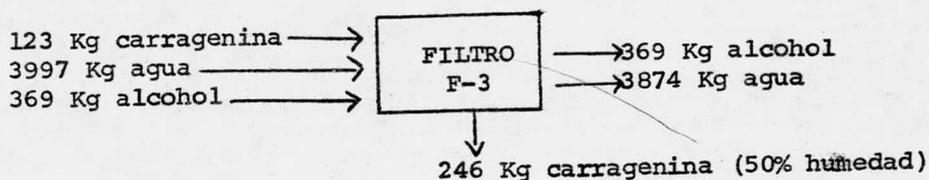
### 6. Concentración



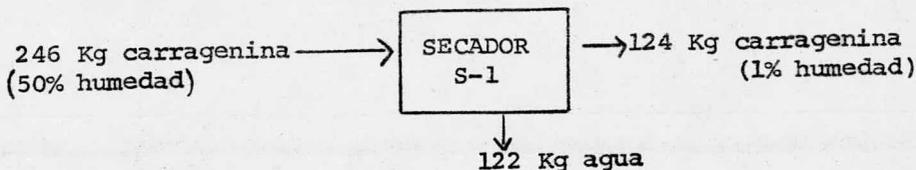
### 7. Precipitación



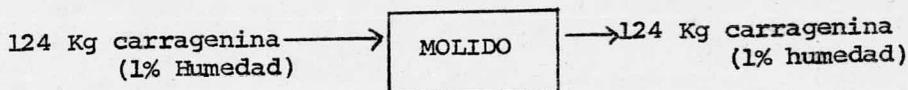
### 8. Separación precipitado



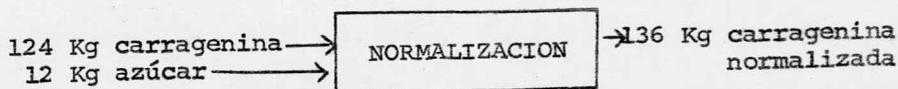
### 9. Secado



### 10. Molido



### 11. Normalización



### CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

Con el balance de masa, se puede dimensionar el equipo para posteriormente efectuar el estimado de inversión.

Se ha dimensionado el equipo en base a consideraciones personales y con la ayuda de los comentarios de algunos de los fabricantes de equipos.

T-1 Este tanque servirá para lavar el alga, separar el alga de la solución lavadora por medio de un colador, del cual debe estar provisto el tanque y en una se--

gunda operación efectuar la extracción de la carrage-  
nina. Para el lavado, es necesario elevar la tempe-  
ratura a 60°C.

Tipo: Tanque cilíndrico vertical con agitación, en-  
chaquetado, sin tapa superior, y fondo cónico.

Capacidad: 15,000 litros.

Materiales de construcción: Acero inoxidable en to-  
das las partes que estén en contacto con el --  
producto. Chaqueta y demás partes externas en  
acero al carbón.

Agitador: Montaje vertical, transmisión por medio de  
bandas, velocidad variable por medio de juegos  
de poleas, flecha y propela del agitador en --  
acero al carbón 316. Motor eléctrico trifási-  
co de 5 HP, 4 polos y a prueba de explosión.

Boquillas: Coples de entrada y salida de la chaqueta,  
coples de venteo y drene de la chaqueta. Bri-  
da de descarga de 10" de diámetro, coples para  
medidor de nivel.

Accesorios: Medidor de nivel, 4 mamparas a cada 90°-  
para favorecer la agitación, termopozo, cola-  
dor en el drenaje del tanque.

F-1 Filtro para operación de filtrado grueso. Se ha pensado en un filtro prensa, ya que es un dispositivo - de fácil operación, bajos costos de mantenimiento, - es de los tipos más baratos por unidad de superficie.  
Tipo: Filtro prensa.

Alimentación: Medio mecánico (bomba).

Boquillas: Alimentación y descarga.

Medio filtrante: Lienzos de orlón.

Capacidad: 14,500 lt/hr

Calidad del licor: 3% de sólidos aproximadamente

Masa filtrada: 320 Kg

Tiempo de operación: 1 hora como máximo

Temperatura: 100 °C

Ayuda filtro: Celulosa

T-2 Tanque de neutralización; recibe el filtrado de F-1, y alimenta a F-2; puede actuar como decantador.

Tipo: Cilíndrico vertical, sin tapa superior, fondo-cónico, agitado.

Capacidad: 15,000 litros

Materiales de construcción: Acero inoxidable en las partes en contacto con el licor.

Accesorios: Medidor de nivel.

Boquillas: Cople de descarga, coples para medidor de nivel

Agitador: Montaje vertical, transmisión por medio de bandas, velocidad variable por medio de juego de poleas, flecha y propela en acero inoxidable 316. Motor eléctrico trifásico de 5 HP, 4 polos y a prueba de explosión.

F-2 Filtro para la operación de filtrado fino. En este filtro se separan las impurezas finas insolubles y el sulfato de sodio que provienen del tanque T-2. Como en el caso anterior, se ha pensado en un filtro prensa.

Tipo: Filtro prensa

Alimentación: Medio mecánico (bomba)

Boquillas: Alimentación y descarga

Medio filtrante: Lienzos de orlón

Capacidad: 14,500 lt/hr

Calidad del licor: 0.005% de sólidos finos aproximadamente

Masa filtrada: 10 Kg aproximadamente

Temperatura: 60°C

Ayuda filtro: Tierras diatomáceas

Tiempo de operación: 1 hora como máximo

T-3a,b Evaporadores. La concentración del extracto a la entrada de estos equipos será de 1%, y a la salida de 3%. Se ha pensado en dos equipos iguales y efectuar la operación dividiendo el flujo proveniente de F-2 en dos corrientes iguales; esto se debe al volumen de licor a manejar; y además, durante la evaporación se debe agitar para asegurar una temperatura homogénea en el licor y no llegar a dañar el extracto, y es más fácil homogeneizar este factor si se tiene un volumen pequeño de licor diluido. Debido a que no se puede trabajar a más de 90°C, estos dos tanques deben estar acondicionados para trabajar a presión absoluta de 10.2 psia.

Tipo: Tanque cilíndrico vertical, enchaquetado, con tapa superior toriesférica y tapa inferior cónica, con agitación

Capacidad: 7500 litros

Materiales de construcción: Acero inoxidable tipo -- 316 en todas las partes en contacto con el producto. Chaqueta y demás partes externas en -- acero al carbón

Presión de operación: 10.2 psia

Presión en la chaqueta: 44 psia

Agitador: Montaje vertical, transmisión por medio de bandas y poleas; velocidad variable por medio-juegos de poleas. Flecha y propela en acero - inoxidable 316. Motor eléctrico trifásico de 5 HP, 4 polos, a prueba de explosión.

Accesorios: Medidor de nivel, 4 mamparas colocadas a 90° cada una para favorecer la agitación, termopozo, vacuómetro.

Boquillas: Coples de entrada y salida de chaqueta, - coples de venteo y drene de la chaqueta. Brida de descarga del tanque, brida para vacuómetro, brida de alimentación de licor diluido, - brida de salida de vapores, dos mirillas, brida de termopozo, coples para medidor de nivel, brida estopero con sello mecánico para la flecha del agitador, registro de hombre de 20" -- con tornillos oscilantes.

T-4 Tanque precipitador. Este tanque deberá estar provisto con chaqueta para calentar con vapor, y agitador. La operación en este tanque deberá hacerse agitando lentamente el licor concentrado y añadiendo -- lentamente el alcohol isopropílico; para lograr una mejor precipitación de carragenina es conveniente --

añadir unos cuantos cristales de carragenina al principio de la operación. Se debe calentar en esta operación, ya que así ayudamos a la precipitación, y no a la gelificación de la carragenina en el agua disponible. Aún cuidando estos aspectos, la carragenina precipita como una masa gelatinosa, por lo cual deben cuidarse muy bien las condiciones de operación, ya que en cualquier variación de éstas nos llevarían a la gelificación del precipitado.

Tipo: Tanque cilíndrico vertical enchaquetado, tapa superior plana y fondo cónico. Provisto de agitador.

Capacidad: 6,000 litros

Materiales de construcción: Acero inoxidable en todas las partes en contacto con el producto. Chaqueta y demás partes externas en acero al carbón.

Agitador: Montaje vertical, transmisión por medio de bandas y poleas, velocidad variable por medio de juegos de poleas; flecha y propela en acero inoxidable 316; motor eléctrico trifásico de SHP, 4 polos a prueba de explosión.

Accesorios: Medidor de nivel, 4 mamparas a 90° cada-

una, termopozo, mirilla lateral.

Boquillas: Coples de entrada y salida de la chaqueta, coples de venteo y drene de la chaqueta. Brida de descarga del tanque, brida de termopozo, brida de alimentación de alcohol, venteo de -- cuello de ganso, brida de alimentación de li-- cor concentrado, registro de hombre de 20", co ples para medidor de nivel.

F-3 Filtro. Este filtro se usará para separar el precipitado de la solución diluida de isopropanol-agua. -- Como en los dos filtros anteriores, se ha pensado en un filtro prensa.

Tipo: Filtro prensa.

Alimentación: Medio mecánico (bomba)

Boquillas: Alimentación y descarga

Medio filtrante: Lienzos de orlón malla muy cerrada

Capacidad: 5,000 litros

Calidad del licor: 3% de precipitado aproximadamente

Masa filtrada: 250 Kg aproximadamente

Tiempo de filtración: 1 hora como máximo

S-1 Secador. Se ha pensado en utilizar un secador de -- charolas, cuyo diseño se incluye a continuación. En

este equipo se reducirá la humedad de la carragenina del 50%, que tiene al salir del filtro F-3, a humedad de 1% como máximo, ya que por especificaciones del producto se debe respetar esta humedad máxima. La naturaleza del producto ha llevado a determinar utilizar un secador discontinuo de charolas, el cual está formado por una cámara de ladrillos refractarios, en donde se introducen charolas soportadas en bastidores. Dichas charolas en su base deberán tener malla metálica muy fina, que facilite el flujo de aire caliente y, por ende, el secado. El aire se calentará con los gases de combustión de la caldera, a través de un radiador que esté colocado junto al impulsor del ventilador que nos produzca la corriente de aire inducido.

Tipo: Secador de charolas.

Medio de secado: Aire caliente inducido.

Capacidad: 130 Kg/hr

Velocidad del aire: 10-12 m/seg

Impulsor del ventilador: 18" de diámetro accionado por un motor de 1 HP

Dimensiones:

Cámara de secado: 2.5 m largo, 1.0 m ancho,

2.0 m alto

4 bastidores: 2.0 m de alto, 0.80 m separación, cada par de ellos

Diseño del secador: Del filtro F-3 proviene una cantidad de carragenina con 50% de humedad, y a la salida del secador, la carragenina deberá contener como máximo 1% de humedad, y del balance de masa del secador, se tiene que entran en él 123 Kg de agua por lote, por lo cual se deben eliminar 122 Kg de agua en una hora de operación del secador.

Para este tipo de secador se recomienda el uso de charolas de 2 ft<sup>2</sup>, con una profundidad de 1 1/2", o sea, 1858 cm<sup>2</sup> de área y 3.8 cm de profundidad, y la capacidad de cada charola de acuerdo a esto es: 7060.4 cm<sup>3</sup>. La densidad promedio de la masa a secar es de 0.85 g/cm<sup>3</sup>, o sea, 8.5 x 10<sup>-4</sup> Kg/cm<sup>3</sup>, y si tenemos a secar 246 Kg de carragenina húmeda, dividiendo obtenemos el volumen a secar.

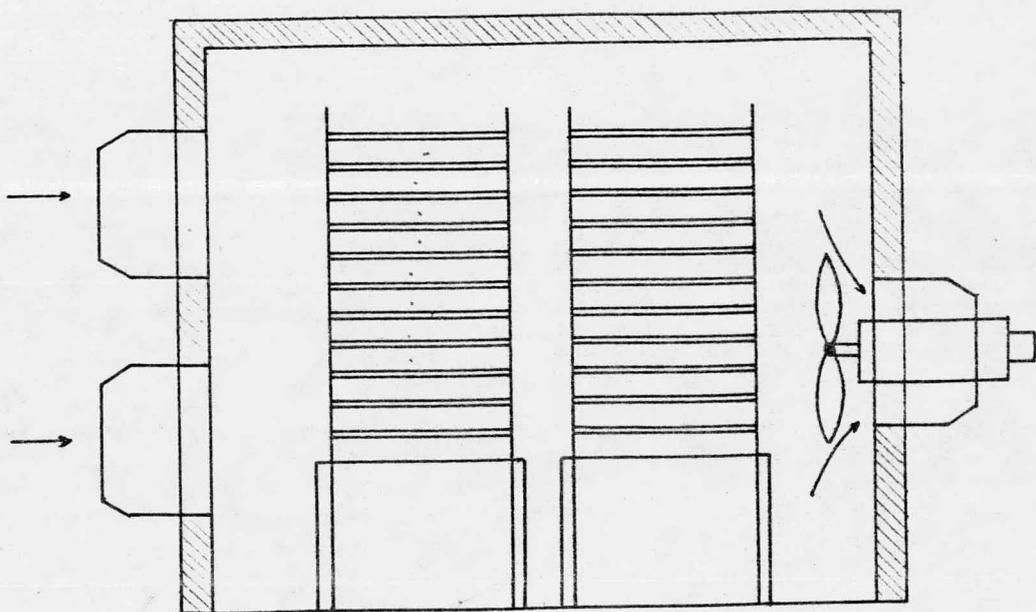
$$\text{Volumen} = 246 \text{ Kg} / 8.5 \times 10^{-4} \text{ Kg/cm}^3 = 289411.76 \text{ cm}^3$$

y el número de charolas será:

$$289411.76 \text{ cm}^3 / 7060.40 \text{ cm}^3/\text{charola} = 40.99 \approx 42 \text{ charolas}$$

Estas charolas pueden acomodarse en cuatro hileras, - dos de 10 charolas y dos de 11; las charolas deberán estar - provistas en el fondo con malla de 0.20 mm para favorecer el secado. La distancia recomendable entre charola y charola - es de 4", o sea, 10 cm.

A continuación se presenta un dibujo del secador pro-  
puesto:



S E C A D O R

En dicho secador, el aire se calentará por medio de un radiador que tendrá en su interior los gases de combustión de la caldera.

Las condiciones atmosféricas en Ensenada, B. C. N. - son (datos proporcionados por el Observatorio Nacional): T (bulbo seco) =  $15.7^{\circ}\text{C}$  ( $60.26^{\circ}\text{F}$ ), T (bulbo húmedo) =  $14.5^{\circ}\text{C}$  ( $58.1^{\circ}\text{F}$ ), lo cual nos conduce a una humedad absoluta de 0.01030 Kg agua/Kg aire seco, que corresponde a 90% de humedad relativa.

La velocidad del aire en las charolas, provocada por la hélice del motor, se estima en 10 m/seg; y como se dijo anteriormente, evaporaremos 122 Kg de agua por hora.

Se ha considerado secar con aire de  $90^{\circ}\text{C}$  ( $158^{\circ}\text{F}$ ) con humedad de 0.01030 Kg agua/Kg aire seco, ya que esta es la temperatura máxima que alcanzará el aire en el radiador, por ser esta la temperatura máxima a la que se puede trabajar para no degradar la carragenina. Con esta temperatura y humedad el aire se encuentra a 5% de humedad relativa; y considerando el secado adiabático, ya que el agua se evaporará con la entalpía del aire de entrada, se puede seguir la línea de saturación adiabática en la carta de humedad hasta

una humedad relativa de 60%; y en este punto, que sería el - de la salida del aire, se tiene una temperatura de bulbo húmedo de  $98.5^{\circ}\text{F} = 37^{\circ}\text{C}$  y una humedad absoluta de  $0.024 \text{ Kg}$  --- agua/Kg aire seco.

La diferencia entre los valores de humedad absoluta nos conduce a la cantidad de agua evaporada por Kg de aire seco; esto es:

$$0.024 - 0.01030 = 0.0137 \text{ Kg agua/Kg aire seco}$$

y si tenemos a evaporar  $122 \text{ Kg agua/hr}$ , el gasto de aire será:

$$\begin{aligned} (122 \text{ Kg/hr}) / (0.0137 \text{ Kg agua/Kg aire seco}) = \\ 8905 \text{ Kg aire seco/hr} \end{aligned}$$

El volumen húmedo del aire caliente de entrada, de la carta de humedad es:

$$15.82 \text{ ft}^3/\text{lb aire seco} = 0.448 \text{ m}^3/\text{lb aire seco}$$

Y el volumen de aire a manejar será:

$$\begin{aligned} (8905 \text{ Kg aire seco/hr}) (0.448 \text{ m}^3/\text{lb aire seco}) (2.2 \text{ lb/Kg}) = \\ 8777 \text{ m}^3/\text{hr} = 146 \text{ m}^3/\text{min} \end{aligned}$$

La entalpía del aire en condiciones ambiente es de:

25.9 Btu/lb aire seco

Y la entalpía del aire caliente a 70°C con 5% de humedad relativa es:

50 Btu/lb aire seco

La diferencia de entalpía entre estos dos puntos es:

50 - 25.9 = 24.1 Btu/lb aire seco

Y el calor que deberá suministrar el radiador será:

$$(8905 \frac{\text{Kg aire seco}}{\text{hr}}) (24.1 \text{ Btu/lb aire seco}) (2.2 \frac{\text{lb}}{\text{Kg}}) =$$

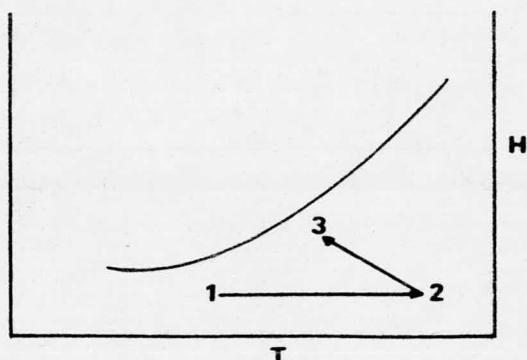
$$472143 \frac{\text{Btu}}{\text{hr}}$$

que es igual a:

$$118980 \text{ Kcal/hr} = 1983 \text{ Kcal/min}$$

Las temperaturas de rocío de entrada y salida, son respectivamente: 14.5°C y 27.8°C, por lo que el secador deberá estar aislado, para que la temperatura interna en él no baje de 30°C.

El proceso de secado en la carta de humedad queda como sigue:



- (1) Aire ambiente de Ensenada, B.C.N.
- (2) Aire caliente después del radiador
- (3) Aire de salida del secador (secado adiabático)

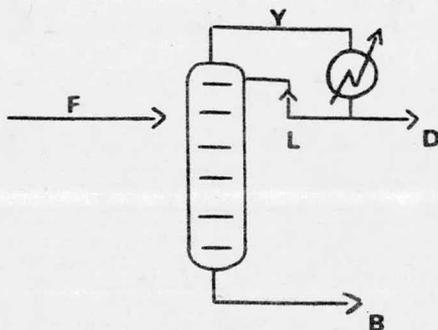
#### SISTEMA DE RECUPERACION DE ALCOHOL-AGUA

El sistema de recuperación de isopropanol-agua, está compuesto por una torre de destilación, un condensador total y dos tanques de almacenamiento. A continuación se esboza el diseño de cada uno de estos componentes del sistema:

Se diseñará la torre para un contenido mínimo de alcohol en los fondos, y un contenido máximo del mismo en el destilado. Se han fijado condiciones de fracción molar de 0.005 de alcohol en los fondos, y fracción molar de alcohol de 0.88 en el destilado. Se ha seleccionado 0.88, ya que la composición máxima de alcohol es 0.95 debido a que la mezcla es un azeótropo.

La curva de equilibrio líquido-vapor mostrada para el cálculo del número de platos se ha construido a partir de datos encontrados en el Chemical Engineers Handbook, 5a. Edición, y corrigiendo las leyes de Raoult y Dalton con coeficientes de actividad. Los coeficientes de actividad se han calculado utilizando la ecuación de van Laar.

Si se trabajan seis lotes diarios, para mantener la torre en operación constante, la alimentación será de 1061 Kg/hr de mezcla alcohol-agua con 0.03 de fracción mol de alcohol. Con estos datos se realiza el balance de masa.



Las cantidades y composiciones de cada corriente son:

$$F = 1061 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} = 92.25 \frac{\text{Kg alcohol}}{\text{hr}} + 968.75 \frac{\text{Kg agua}}{\text{hr}}$$

Expresado en moles, tenemos:

$$F = 55.36 \frac{\text{Kg mol mezcla}}{\text{hr}} = 1.54 \frac{\text{Kg mol alcohol}}{\text{hr}} + 53.36 \frac{\text{Kg mol agua}}{\text{hr}}$$

La ecuación del balance total es:

$$F = D + B$$

La ecuación del balance de alcohol es:

$$F X_F = D X_D + B X_D$$

Sustituyendo valores tenemos:

$$55.36 \frac{\text{Kg mol}}{\text{hr}} = D + B$$

$$1.54 \frac{\text{Kg mol}}{\text{hr}} = 0.88 D + 0.005 B$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones tenemos:

$$D = 1.44 \text{ Kg mol/hr} = 79.34 \text{ Kg/hr}$$

$$B = 53.92 \text{ Kg mol/hr} = 98.87 \text{ Kg/hr}$$

La relación para la línea de alimentación es:

$$F = C_p (T_b - T_e) / \lambda$$

donde:

$$C_p = \text{capacidad calorífica de la mezcla} = 0.97 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

$$\lambda = \text{calor latente de la mezcla} = 487.5 \text{ cal/g}$$

$$T_b = \text{temperatura de ebullición de la mezcla} = 97^\circ\text{C}$$

$$T_e = \text{temperatura de entrada de la mezcla} = 15^\circ\text{C}$$

Sustituyendo valores tenemos:

$$F = (0.97 \text{ cal/g}^\circ\text{C}) (97 - 15)^\circ\text{C} / 487.5 \text{ cal/g} = 0.16$$

La pendiente de la línea de alimentación está dada -  
por la relación:

$$m = \frac{-1 - F}{F}$$

Sustituyendo valores tenemos:

$$m = \frac{-1 - 0.16}{0.16} = -7.25$$

La línea de alimentación con esta pendiente y apoyada en el punto de corte de la diagonal con la vertical de la composición de alimentación, está localizada en el diagrama de equilibrio.

Para la línea de la sección de enriquecimiento, se debe conocer la relación de reflujo a usar. Para estos casos se recomienda una relación de reflujo de 3, o sea, el valor  $(L/D)_{op} = 3$ .

La ordenada al origen para la línea de la sección de enriquecimiento está dada por la relación:

$$Y_A = \frac{X_D}{(L/V)_{op} + 1}$$

Sustituyendo valores tenemos:

$$Y_A = \frac{0.88}{(3 + 1)} = 0.22$$

La línea de enriquecimiento se traza con este último

valor de ordenada al origen y el punto de corte de la diagonal del diagrama con la vertical de la composición del destilado.

La línea de la sección de agotamiento se traza con el punto de corte de la diagonal del diagrama, al punto de corte de la línea de alimentación con la línea de la sección de enriquecimiento.

Se ha considerado una eficiencia de platos de 75%, - lo cual nos conduce de 7 platos ideales a 11 platos reales.

Todo lo anterior se puede apreciar objetivamente en el diagrama de la hoja siguiente.

Cálculo del diámetro de la torre:

El diámetro de la torre está dado por la relación:

$$D = \left( \frac{4}{\pi} \frac{V}{M} \frac{Ft^3/seg}{Ft/seg} \right)^{1/2}$$

La variable M está dada por:

$$M = K_v \left( \frac{P_L - P_V}{P_V} \right)^{1/2}$$

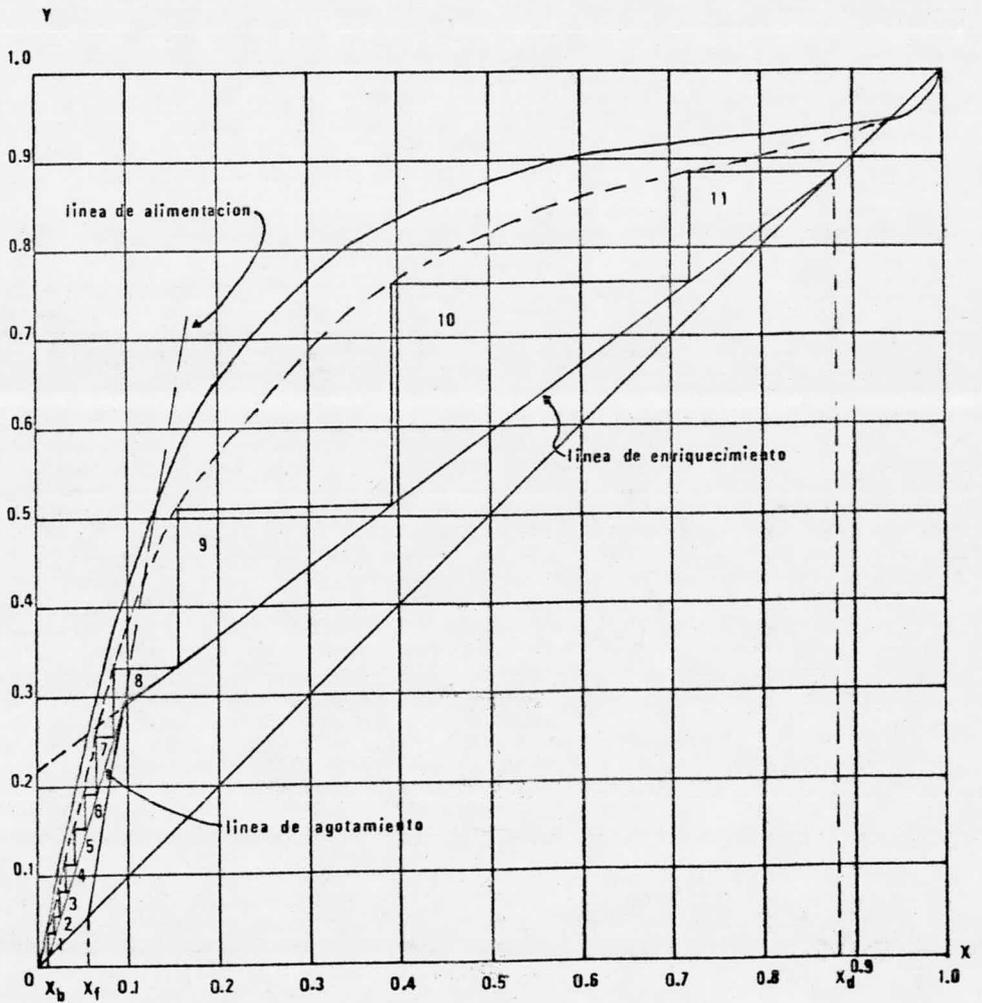
Donde  $P_L$  y  $P_V$  son respectivamente las densidades del líquido y vapor que se manejen. La constante  $K_v$  es función del número de platos, y del espaciamiento entre ellos, para este ca-

DIAGRAMA EQUILIBRIO LIQUIDO-VAPOR

ISOPROPANOL - AGUA

P = 760 mm Hg

$(L/V)_{op} = 3.0$



so se ha considerado  $K_V = 14$

Tenemos que las densidades de líquido y vapor son:

$$P_L = 21.11 \text{ Kg/ft}^3 \quad P_V = 0.039 \text{ Kg/ft}^3$$

Sustituyendo valores para M tenemos:

$$M = 14 \left( \frac{21.11 - 0.039}{0.039} \right)^{1/2} = 3.25 \text{ ft/seg}$$

La variable V de la relación para el diámetro nos --  
queda:

$$V = \frac{1061 \text{ Kg/hr}}{0.039 \text{ Kg/ft}^3} = 27205.13 \text{ ft}^3/\text{hr} = 7.56 \text{ ft}^3/\text{seg}$$

Sustituyendo estos valores en la relación para el --  
diámetro tenemos:

$$D = \left( \frac{4}{\pi} \cdot \frac{7.56}{3.25} \right)^{1/2} = 1.72 \text{ ft} = 0.52 \text{ m}$$

Cuando el diámetro es inferior a 1.85 m, se recomienda  
usar una separación entre platos de: 45 cm. Se ha consi-  
derado también 4 m por cada extremo de la torre y 2.5 m de -  
estructura soporte y cimentación. La altura de la torre nos  
queda:

$$H = (1) (2) + 2.5 + 11 (0.45) = 9.45 \text{ m (desde el piso)}$$

Se ha considerado también que los platos sean de ---

Bulble-cap o cachucha.

Cálculos para el condensador:

La carga térmica del condensador será:

$$Q = m \lambda; \lambda = \text{calor latente de vaporización} = 173.78 \text{ cal/g}$$

$$\text{Con } L/D = 3 ; L = 3 D \quad \text{y si } D = 79.34 \text{ Kg/hr}$$

$$V = L + D = 79.34 + 79.34 (3) = 317.36 \text{ Kg/hr}$$

$$Q = (317.36 \text{ Kg/hr}) (173.78 \text{ Kcal/Kg}) = 55150.82 \text{ Kcal/hr}$$

Si el agua de enfriamiento entra al condensador a --  
25°C y sale a 40°C, del balance de calor tenemos:

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = Q/c_p \Delta T = 55150.82 \text{ Kcal/hr} / (1 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}) (15)^\circ\text{C}$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = 3676.72 \text{ Kg/hr}$$

El condensador será de tubos y coraza, de aproximada  
mente 4 ft<sup>2</sup>, el agua circulará por los tubos y el vapor a --  
condensar por la coraza.

T-6 Tanque de almacenamiento de alcohol. Este tanque re  
cibirá el vapor de alcohol condensado en C-1 y de --  
aquí se bombeará al tanque T-4 para la operación de  
precipitación.

Tipo: Tanque cilíndrico horizontal con tapas esféricas

Capacidad: 5,000 litros

Materiales de construcción: Acero al carbón

Boquillas: Coples de carga y descarga, cople de alimentación del condensador, coples para medidor de nivel, venteo de cuello de ganso

Accesorios: Medidor de nivel

T-5 Tanque de almacenamiento de agua proveniente de la columna de rectificación. Este tanque alimentará agua a las operaciones de lavado y extracción.

Tipo: Tanque cilíndrico horizontal con tapas torisféricas

Capacidad: 20,000 litros

Material de construcción: Acero al carbón

Accesorios: Medidor de nivel

Boquillas: Coples de carga y descarga, coples para medidor de nivel, cuello de ganso como venteo, cople de alimentación de la toma

T-7 Tanque de almacenamiento de sosa. Este tanque contendrá la sosa utilizada para las operaciones de lavado y extracción.

Tipo: Cilíndrico horizontal

Capacidad: 1,000 litros

Materiales de construcción: Acero al carbón

Accesorios: Medidor de nivel

Boquillas: Coples de carga y descarga, coples para -  
medidor de nivel, cuello de ganso como venteo,  
cople de alimentación a T-1.

T-8 Tanque de almacenamiento de ácido sulfúrico. Este -  
tanque alimentará a T-2 para la operación de precipi  
tación y neutralización de sosa.

Tipo: Cilíndrico horizontal

Capacidad: 1,000 litros

Materiales de construcción: Acero al carbón

Accesorios: Medidor de nivel

Boquillas: Coples de carga y descarga, coples para -  
medidor de nivel, cuello de ganso como venteo,  
cople de alimentación a T-2.

T-9 Tanque de mezcla alcohol-agua. Este tanque recibirá  
el licor filtrado proveniente de F-3, y servirá para  
alimentar al sistema de recuperación de alcohol.

Tipo: Cilíndrico horizontal

Capacidad: 2,000 litros

Material de construcción: Acero al carbón

Accesorios: Medidor de nivel

Boquillas: Coples de carga y descarga, coples para -  
medidor de nivel, venteo de cuello de ganso.

Además de estos equipos se contará con una cisterna-  
para agua de servicios generales en la planta, y con una cal-  
dera para el vapor necesario en los tanques enchaquetados y-  
demás servicios generales.

#### CISTERNA

Tipo: Cavidad subterránea

Capacidad: 100,000 litros

Dimensiones: 7 m largo, 7 m ancho, 2.5 m profundidad

Materiales de construcción: Mampostería

Accesorios: Tuberías de carga y descarga

#### CALDERA

Como se ha mencionado anteriormente, la caldera nos-  
proporcionará vapor que es el medio de calentamiento de los-  
tanques enchaquetados. Asimismo, nos dará el calor necesaa-  
rio para el secador, ya que los gases de combustión calenta-  
rán el aire que se inducirá en el secador. Debido a la capa-  
cidad de la planta y a sus requerimientos de vapor, la calde

ra será de las más pequeñas que se encuentran en el mercado, aún más, se puede decir que tendrá un poco de capacidad de -  
sobra.

Capacidad calorífica: 165,000 Btu/hr

Potencia: 5 HP

Temperatura de vapor saturado: 160°C

Combustible: Diesel o gas

Equipo auxiliar: Dos tanques de intercambio iónico -  
para suavizar el agua proveniente de la cisterna.

- M: Molino de carragenina. La carragenina es un polvo comercial cuyas partículas deben tener un tamaño medio entre 1 y 20 micrones, que han de pasar a través de un tamiz patrón de 325 mallas con abertura de 44 micrones. Esta molienda de polvo seco, se efectuará por medio de un molino de martillos de alta velocidad; dichos martillos oscilan entre 2 discos giratorios que aplastan los sólidos, el eje del motor lleva dos ventiladores que mueven aire en el interior del molino.
- N: Normalización. La normalización de la carragenina se lleva a cabo por su mezclado perfecto con azúcar. Para lograr esto, puede usarse una mezcladora rotatoria.

## CAPACIDAD DE LA PLANTA

Al hacer el análisis para determinar la capacidad de una planta que se planea construir, debe tenerse muy en cuenta dos conceptos que son capacidad nominal y capacidad de operación.

La capacidad nominal es aquella con la que se hace el diseño e ingeniería de la planta, y por experiencia se recomienda un sobrediseño de 10 a 20% sobre la capacidad máxima de operación de la misma. La capacidad de operación, será la capacidad real de producción de la planta, y siempre será menor a la capacidad nominal. La capacidad de operación en un principio será mucho menor a la capacidad máxima de operación, e irá aumentando conforme el paso del tiempo, hasta alcanzar este valor. Cuando se presenta esto, la planta trabaja a máxima capacidad.

Para determinar la capacidad de la planta se ha considerado el mercado de carrageninas como criterio fundamental, en el estudio de mercado, se presenta un análisis del consumo pasado, presente y esperado al futuro de las carrageninas, proyectado por dos modelos matemáticos que son la regresión lineal y la regresión logarítmica. De los valores -

arrojados por cada modelo para los años proyectados, se puede apreciar que la tendencia del mercado de este producto es creciente, pero con una tasa de crecimiento moderada, y que el modelo lineal se ajusta mucho mejor a este consumo; es por esto que este modelo se ha usado para la proyección del consumo, y para la selección de la capacidad.

Para un proyecto industrial, lo que se busca es una vida de operación de equipo y planta lo suficientemente larga para asegurar la ganancia del negocio. A este respecto los criterios son muy variados, ya que puede pensarse en una inversión para capacidad que a corto plazo sea insuficiente, y complementar esto con una nueva inversión en ampliaciones a la planta, o en lugar de ampliaciones a la planta, inversión en otra unidad productiva completa, etc.

En este trabajo se ha considerado una capacidad de planta para 10 años de operación sin inversiones o ampliaciones intermedias, y al cabo de los 10 años podría construirse otra unidad semejante a la ya existente, dado que por el proceso de fabricación, sería más fácil tener equipos semejantes en operación trabajando en paralelo, que equipos de capacidad no homogénea, trabajando ya sea en serie o en paralelo.

20

En la gráfica correspondiente a la proyección de la demanda por el modelo lineal vemos que para 1988, el consumo estimado será de 270 ton aproximadamente, y se habla de 1988 ya que éste sería el décimo año considerado anteriormente.

El hecho de considerar 270 ton en el año de 1988, no significa que hasta este año se alcance esta capacidad de -- operación, sino que este valor será precisamente la máxima -- capacidad de operación de la planta, que puede alcanzarse -- desde el primer año de operación.

En caso de alcanzarse capacidades de operación que -- cubran al mercado nacional de carragenina, y disponer en ese momento capacidad de operación de sobra, se tiene el mercado internacional, del cual en este estudio se presenta poca información, pero que en el momento de desarrollar el proyecto de manera formal, tendrá que investigarse a fondo; y así tener bases para cubrir parte de la demanda nacional del pro-- ducto, tener capacidad de sobra, y vender el producto en el mercado internacional, ya sea el latinoamericano, el europeo, etc.

Teniendo como base lo expuesto anteriormente, se ha considerado que la capacidad nominal de la planta de carrage-- ninas que se pretende en este trabajo será de 300 ton/año, y

la capacidad máxima de operación de la misma será de 270 ton/año, teniendo 330 días hábiles al año, destinando los 35 --- días restantes a paros programados para operaciones de mante  
nimiento.

#### LOCALIZACION DE LA PLANTA

Al analizar las localidades posibles para la localización de una unidad productiva, debe buscarse el lugar donde la rentabilidad del proyecto sea óptima, y donde la totalidad de los factores necesarios para el funcionamiento de la planta queden satisfechos.

Los factores que se han considerado para tener un -- criterio y decidir la localización de la planta son:

- a) Localización de la materia prima
- b) Costo de la materia prima
- c) Localización del mercado consumidor del producto-terminado
- d) Costos de fabricación e instalación de equipo
- e) Aspectos fiscales
- f) Mano de obra
- g) Prestaciones a personal

- h) Infraestructura
- i) Aspectos políticos
- j) Clima
- k) Condiciones geológicas

Se ha considerado de vital importancia para la decisión de localización de la planta, los tres primeros puntos de la lista anterior, y esto es porque resulta incosteable - la transportación de la materia prima, en comparación con lo que representa esta operación para el producto terminado. - Por tal razón no se ha considerado imprescindible efectuar - un estudio de pérdidas y ganancias para cada localidad factible de realizar la construcción de la planta; y sin más complicaciones se ha considerado el punto óptimo aquel que esté más cercano a las fuentes de abastecimiento de materia prima, sin descuidar que se satisfagan los demás factores que componen el estudio de localización.

Se ha pensado en localizar la planta de este estudio en la zona industrial de Ensenada, Baja California Norte, y las razones de esto se verán en el siguiente análisis desglosado de los puntos anteriores:

- a) Localización de la materia prima. En el estudio-

de mercado, se menciona que el punto de concentración de todas las algas recolectadas en la península de Baja California, es precisamente Ensenada, y que ahí es donde se registran las operaciones comerciales de las algas; y al tener la concentración de las algas en esta localidad, se garantiza tener la materia prima a unos pasos de la planta procesadora.

b) Costos de materia prima. En el estudio de mercado, se mencionan los precios actuales de la tonelada de alga y condiciones de la misma, y es muy importante notar que estos precios son LAB Ensenada, B. C., y que los gastos de transporte del alga desde el centro de concentración a la planta procesadora serán mínimos, ya que ambos se encontrarán dentro de la misma localidad.

c) Localización del mercado del producto terminado. También en el estudio de mercado, en la tabla de empresas consumidoras, se puede apreciar que el mercado de carrageninas se encuentra en el Distrito Federal y zona metropolitana, Guadalajara y Aguascalientes. La distribución del producto desde Ensenada hasta estos centros de consumo, no tendría el menor problema ya que se manejarían volúmenes pequeños de producto terminado, en comparación con los volúmenes que tendrían que manejarse de materia prima, si se pensara en loca-

lizar la planta en el Distrito Federal. Además, por el volumen de consumo, podría pensarse en establecer una bodega y oficina de ventas en el Distrito Federal.

d) Costos de fabricación e instalación de equipo. - Este factor puede considerarse semejante para la zona elegida, como para otras zonas factibles.

e) Aspectos fiscales. De acuerdo a lo platicado telefónicamente con el delegado de pesca de Ensenada, B. C., en la localidad puede negociarse con el gobierno estatal algunos incentivos fiscales, como son impuestos reducidos o posiblemente una exención de los mismos durante los primeros años de operación de la planta.

f) Mano de obra. La localidad de Ensenada se encuentra a 109 Km de Tijuana, donde se tiene el centro industrial más grande del Estado, que es la ciudad industrial Nueva Tijuana; por esta razón no se considera obstáculo alguno en encontrar mano de obra calificada.

g) Prestaciones a personal. Debido a la cercanía con las ciudades de Mexicali y Tijuana, y con la frontera con los Estados Unidos, el nivel de vida de esta zona puede considerarse aceptable, y las prestaciones que se otorgaran

a los empleados no se enfocarán a sacar al personal de la mi sería.

h) Infraestructura. La infraestructura de la zona industrial de Ensenada, B. C. es la siguiente: dos carreteras pavimentadas federales, y una estatal pavimentada también; una subestación eléctrica y una línea de 69,000 voltios que atraviesa la zona industrial, un acueducto y dos manantiales pequeños cerca de la zona industrial, líneas telefónicas, telegráficas sobre la carretera que toca la zona industrial, áreas verdes dentro de la zona industrial, y el puerto de la ciudad de Ensenada que sirve para operaciones de al tura, cabotaje, pesca industrial y turismo.

Como servicios adicionales se puede mencionar el aeropuerto para vuelos nacionales con pista pavimentada, y una pista de terracería para vuelos locales, el río San Carlos y Guadalupe cerca de la ciudad de Ensenada. Además, la ciudad cuenta con escuelas, hospitales, templos, así como una subestación eléctrica, áreas verdes y un faro de tres destellos blancos con alcance de 12 millas náuticas. También la Central de Radiocomunicaciones Marítimas está junto a la zona industrial.

La zona industrial de Ensenada se encuentra a medio-camino del aeropuerto a la ciudad, distando de cada uno de ellos aproximadamente 8 Km.

i) Aspectos políticos. En el actual régimen se busca el fomento a la industria en todos los aspectos, y siguiendo esta política, los representantes del gobierno estatal de Baja California Norte, invitan a los empresarios a invertir en el Estado proporcionando facilidades, buscando una integración económica que eleve el desarrollo industrial y económico del Estado.

j) Clima. En general para el proceso y tipo de industria, el clima no representa problema alguno.

k) Condiciones geológicas. La ciudad de Ensenada y la zona industrial están sobre suelo de aluvión, rodeada esta zona al norte por suelo de toba reolítica, al este por suelo de roca ígnea extrusiva ácida, y al sur por suelo de roca ígnea intrusiva ácida; en toda la región hay varias fallas normales y se considera a la región con muy poca actividad sísmica.

Como se dijo en un principio, se considera a la zona industrial de Ensenada, Baja California como la zona óptima-

para la instalación de la planta productora de carragenina.

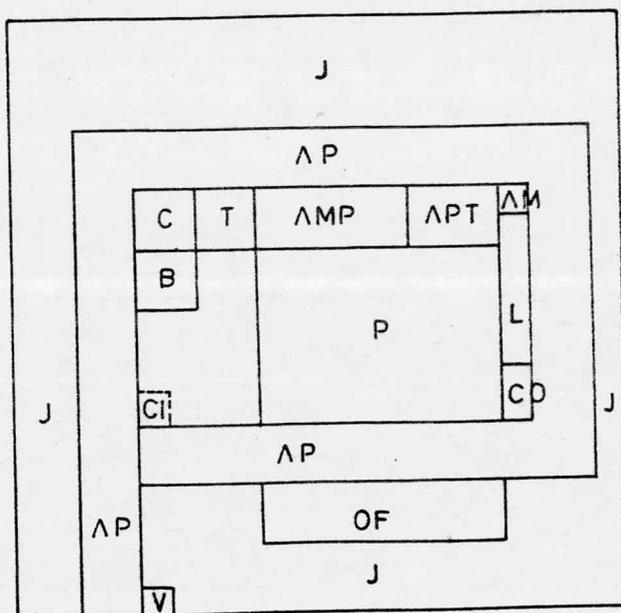
Como un anexo a este punto, se presenta a continuación un breve estudio del terreno de la planta.

Tomando en cuenta las dimensiones y características de los equipos de proceso que forman la planta, se han considerado las dimensiones y distribución del terreno para contener a la zona de proceso, taller, oficinas, bodega, laboratorio, etc. El área total necesaria para este propósito se ha estimado en 10,000 m<sup>2</sup>, ésta no sólo comprende el terreno para los primeros años de operación, sino que prevé una ampliación futura que pueda contener otra unidad de proceso. En la hoja siguiente podrá verse la distribución del terreno, así como las áreas destinadas a: almacén de materia prima, - almacén de producto terminado, almacén de muestras, baños, - área de caldera, comedor, áreas verdes, laboratorio, oficinas, área de proceso, taller de mantenimiento, caseta de vigilancia y accesos para transportes.

Con toda esta información, se dan por cubiertos los aspectos técnico-económicos, y se puede pasar a los aspectos financieros para completar el anteproyecto.

CODIGO DEL DIAGRAMA

- AMP alm. mat. prima
- APT alm prod. term.
- AM alm. muestras
- C caldera
- B baños
- T taller
- P planta
- L laboratorio
- CO comedor
- OF oficinas
- V vigilancia
- J jardin
- AP acceso pavimentado



DISTRIBUCION DE AREAS DE LA PLANTA

ESC: 1:500

CAPITULO IV

---

ASPECTOS FINANCIEROS

## INTRODUCCION

Entre los documentos más importantes sobre la información financiera de una empresa figuran el Balance Económico y el Estado de Pérdidas y Ganancias. Estos documentos se realizan para presentar un panorama completo en la planeación de una empresa; de tal manera, la presentación al accionista es clara, y éste puede tener una visión de la efectividad que tendrá su dinero al estar invertido en un negocio de este tipo; y asimismo armas para controlar la empresa y dirigirla hacia su mejor situación financiera.

Por medio del balance económico se puede saber si la situación financiera es buena o mala, y por lo tanto si la empresa podrá desarrollar sus objetivos de una manera normal, o si habrán de presentarse dificultades.

El estado de pérdidas y ganancias o estado presupuestal, muestra los resultados obtenidos por la empresa en un período determinado como consecuencia de sus operaciones; en este documento se expone un renglón de pérdidas o utilidades según sea el caso.

Este capítulo tiene por objetivo presentar la inversión necesaria, basada en la capacidad que se fijó en el capítulo anterior, y determinar las utilidades a capacidad máxima de producción, que al relacionarlas con la inversión total, da como resultado la rentabilidad del negocio. También se presenta la gráfica del punto de equilibrio de las operaciones de la empresa.

### I. Inversión total de capital

Se presenta a continuación el estimado de la inversión total de capital para la construcción y operación de una planta de carragenina con una capacidad nominal de 300 ton/año correspondientes a 270 ton/año como capacidad máxima de operación. La inversión total se ha dividido en: activo fijo, activo circulante y activo diferido.

A) ACTIVO FIJO. Lo forma el conjunto de bienes que no intervienen en las transacciones corrientes de la empresa, y se utilizan a lo largo de su vida útil, de acuerdo a los criterios de depreciación. El activo fijo incluye: terreno, equipo y maquinaria, edificios, y mobiliario.

El activo fijo debe aproximarse a la realidad tanto como sea posible al realizar el proyecto formal, siempre que

el anteproyecto justifique el desarrollo del proyecto. Para tal fin deben considerarse los precios en el mercado en el momento de la adquisición de dichos bienes.

A.1) Terreno. El terreno se ha estimado de acuerdo a plática telefónica con el delegado de pesca de Ensenada, B. C. El precio aproximado del metro cuadrado en la zona industrial es de \$ 110.00, y teniendo en cuenta que la superficie total del terreno es de 10,000 m<sup>2</sup>, nos conduce a:

$$(10,000 \text{ m}^2)(\$ 110.00/\text{m}^2) = \$ 1,100,000.00$$

A.1) Equipo y maquinaria. Se ha tomado como base para este punto las cotizaciones estimadas de las empresas: -- C. S. R. de México, Montajes y Construcciones Ordaz, Equipos Inoxidables Azteca, S. A., Carborundum, S. A., Enterprise, S. A., Lanzagorta y Válvulas Industriales, S. A., y Atlas -- Foster Wheeler, S. A.

En el capítulo anterior está desglosado el equipo necesario de proceso, y siguiendo esa nomenclatura, se tiene:

#### 1. EQUIPO

<u>Equipo</u>	<u>Costo</u>
T-1	\$ 1,109,806.00
T-2	1,109,806.00

<u>Equipo</u>	<u>Costo</u>
T-3a	\$ 878,680.00
T-3b	878,680.00
T-5	559,560.00
T-6	243,570.00
T-7	243,570.00
T-4	640,480.00
T-8	92,732.00
T-9	140,550.00
F-1	59,600.00
F-2	59,600.00
F-3	31,470.00
S-1	72,640.00
MT	27,600.00
TR-C	1.572,550.00
N-1	<u>23,230.00</u>
	\$ 7.744,232.00

## 2. BOMBAS, TUBERIAS Y ACCESORIOS

Se han estimado como una función de la complejidad - del equipo de proceso; para este caso se recomienda un 10% - sobre el monto de equipo de proceso:

$$(0.10) (\$ 7.744,232.00) = \$ 774,423.00$$

## 3. INSTRUMENTAL PARA PROCESO

<u>Instrumento</u>	<u>Precio Unitario</u>	<u>Totales</u>
2 Medidores PH Foxboro	\$ 14,122.00	\$ 28,245.00
2 Termómetros	10,297.00	20,558.00
2 Vacuómetros	11,018.00	<u>22,037.00</u>
		\$ 70,839.00

#### 4. INSTRUMENTAL PARA LABORATORIO

Se ha estimado como un 2% sobre el costo de equipo - de proceso.

$$(0.02) (\$ 7.744,232.00) = \$ 154,885.00$$

La inversión total por concepto de equipo y maquinaria es:

$$\$ 8.744,379.00$$

A.3) Edificios. Se han estimado como función de la superficie que cubrirán en cada parte de las instalaciones - finales y de su uso:

<u>Concepto</u>	<u>Costo/m<sup>2</sup></u>	<u>Superficie (m<sup>2</sup>)</u>	<u>Costo total</u>
Planta	\$ 1,100.00	1200	\$ 1.320,000.00
Almacenes	1,100.00	425	467,500.00
Taller	1,100.00	100	110,000.00
Oficinas	1,300.00	400	520,000.00
Vigilancia	1,300.00	25	32,500.00
Baños	1,300.00	100	130,000.00
Comedor	1,300.00	50	65,000.00
Laboratorio	1,300.00	125	<u>162,500.00</u>
			\$ 2.807,500.00

A.4) Mobiliario. Se ha considerado como un 10% sobre el costo total por concepto de edificios:

$$(0.10) (\$ 2.807,500.00) = \$ 280,750.00$$

La suma de todas estas inversiones nos da el valor - del activo fijo:

Terreno	\$ 1.100,000.00
Equipo y maquinaria	8.744,379.00
Edificios	2.807,500.00
Mobiliario	<u>280,750.00</u>
	\$ 12.932,629.00

B) ACTIVO CIRCULANTE. Se define como aquella parte del activo, que es de rápida realización en el curso normal de los negocios; es decir, se convierte en efectivo fácilmente sin perturbar las operaciones de la empresa. El activo circulante está integrado por: caja, cuentas por cobrar e inventarios.

B.1) Caja. Es el dinero en efectivo que requiere la empresa para solucionar cualquier problema; se ha estimado en:

\$ 600,000.00

B.2) Cuentas por cobrar. Considerando el precio de la carragenina, que es de \$ 200.00/Kg, con una capacidad máxima de operación al año de 270 ton, y otorgando 30 días de crédito, el valor de este punto es:

(\$ 200.00/Kg) (22,500 Kg) = \$ 4.500,000.00

B.3) Inventarios. Se ha considerado 30 días de inventario, ya sea para materia prima o para producto terminado.

Inventario de materias primas:

1. Algas. Para producir 27,500 Kg al mes de carragenina, se necesitan 75,000 Kg de algas; y como ésta cuesta -- \$ 5,000.00/ton, se tiene:

$$(75 \text{ ton}) (\$ 5,000.00/\text{ton}) = \$ 375,000.00$$

2. Acido Sulfúrico. Se utilizan 6 Kg de ácido por lote, y al día se hacen 6 lotes; esto conduce que al mes se consumen 1080 Kg de ácido. El precio del ácido sulfúrico, - cotizado en varias empresas al 98% es de \$ 1,067.30/ton, lo cual origina un costo de:

$$(\$ 1,067.30/\text{ton})(1.08 \text{ ton}) = \$ 1,153.00$$

3. Sosa. Como en el caso anterior, se usan 14.41 Kg de sosa por lote, lo que al hacer seis lotes al día origina un consumo mensual de 2593.8 Kg. El precio actual de sosa - al 46% aproximadamente es de \$ 4,066.60/ton, lo que conduce a:

$$(2.5938 \text{ ton})(\$ 4,066.6/\text{ton}) = \$ 10,548.00$$

4. Alcohol isopropílico. El valor de este inventario se ha estimado en base a lo que se debe reponer de alcohol que se pierde por evaporación en el secador, y en el fondo de la torre de rectificación de la mezcla alcohol-agua.

De acuerdo al balance de masa, se pierden aproximadamente 65 Kg de alcohol por lote, y haciendo 6 lotes al día, al mes se pierde 11700 Kg. El precio para este alcohol para cantidades mayores a 5000 Kg es de \$ 8,476.00/1000 lt. La densidad del alcohol es 0.789 Kg/lt, lo que al relacionar la masa de alcohol a su densidad nos da 14829 lt de alcohol que se debe reponer al mes. Con esta última cantidad en litros, el precio del alcohol se tiene:

$$(14,829 \text{ lt})(\$ 8,476.00/1000 \text{ lt}) = \$ 125,690.00$$

5. Azúcar. La cantidad de azúcar para normalizar la carragenina, depende de la composición final del extracto; - pero para efectos de cálculo, como lo muestra el balance de masa, en cada lote se usan 12 Kg, que nuevamente al hacer -- seis lotes al día, nos da un consumo de 2,160 Kg/mes. Considerando que el precio del azúcar refinado es de \$ 5.84/Kg en sacos de 50 Kg, tenemos:

$$(\$ 5.84/\text{Kg})(2,160 \text{ Kg}) = \$ 12,614.00$$

El total de inventario de materia prima es:

$$\$ 525,005.00.$$

6. Producto terminado. El único producto final que se tiene es la carragenina normalizada, ya que no hay subpro

ductos y el bagaso agotado del alga no se le ha asignado ningún valor comercial. Considerando inventario de 30 días de carragenina, a un costo de producción (que se muestra más -- adelante) unitario de \$ 80.12/Kg, tenemos:

$$(\$ 80.12/\text{Kg})(22,500 \text{ Kg}) = 1.802,590.00$$

3) Refacciones. Se ha estimado como un 5% del costo de bombas, tuberías y accesorios.

$$(0.15)(\$ 774,423.00) = \$ 38,721.00$$

El total de inventarios es: \$ 2.366,316.00

La suma de estas inversiones nos da el valor del activo circulante:

Caja	\$ 600,000.00
Cuentas por Cobrar	4.500,000.00
Inventarios	<u>2.366,316.00</u>
	\$ 7.466,316.00

C) ACTIVO DIFERIDO. También suele denominarse "otro activo"; y en este renglón están incluidas aquellas partidas del activo que no pueden clasificarse como fijo o circulante. El activo diferido está formado por aquellas inversiones que se amortizan con el transcurso del tiempo, y se incluyen --- aquí cuentas pagadas anticipadamente, como son: gastos de -- preparación del terreno, gastos de instalación de servicios, gastos de instalación de equipo y maquinaria, y gastos de -- ingeniería.

C.1) Gastos de preparación del terreno

a) Acondicionamiento del terreno: a razón de \$ 5.00/m<sup>2</sup> nos da

$$(\$ 5.00/m^2) (10,000.00) = \$ 50,000.00$$

b) Bardado: a razón de \$ 250.00/m lineal incluyendo material y mano de obra. El perímetro del terreno es de 400 m, lo que conduce a:

$$(400 \text{ m}) (\$ 250.00/m) = \$ 100,000.00$$

c) Pavimentos, drenajes, alcantarillado, etc.: se ha considerado a razón de \$ 10.00/m<sup>2</sup>, lo que nos da:

$$(\$ 10.00/m^2) (10,000 \text{ m}^2) = \$ 100,000.00$$

El total de gastos de preparación del terreno es:

$$\$ 250,000.00$$

C.2) Gastos de instalación de servicios

1. Cisterna y líneas: incluye líneas de alimentación a la cisterna desde la toma municipal, la construcción de la cisterna con materiales y mano de obra: \$ 150,000.00.

2. Vapor: aquí se incluye el costo de la caldera, su instalación, equipo auxiliar y aislamiento de cabezal de vapor: \$ 400,000.00.

3. Obra eléctrica: se incluyen circuitos eléctricos,

arrancadores magnéticos, apagadores, tableros, estaciones de botones, interruptores, conduit, cable, etc. Se ha estimado un costo de: \$ 500,000.00.

4. Teléfono. La adquisición e instalación de un conmutador de 10 líneas origina un costo de: \$ 60,000.00.

El total de gastos de instalación de servicios es:

\$ 1.110,000.00

C.3) Gastos de instalación de equipo y maquinaria. -

Se ha estimado como un 15% del monto de equipo de proceso:

$(0.15) (\$ 7.744,232.00) = \$ 1.161,635.00$

C.4) Gastos de ingeniería, consultoría, etc. Se ha estimado como:

\$ 500,000.00

El total del activo diferido es:

Gastos de Preparación de Terreno	\$ 250,000.00
Gastos de Instalación de Servicios	1.110,000.00
Gastos de Instalación de Equipo	1.161,635.00
Gastos de Ingeniería	<u>500,000.00</u>
	\$ 3.021,635.00

La inversión total de capital o suma de activos es:

Activo Fijo	\$ 12.932,629.00
Activo Circulante	7.466,316.00
Activo Diferido	<u>3.021,635.00</u>
	\$ 23.420,576.00

## PASIVOS

Para fines del balance se presentan a continuación - los pasivos, con lo que se determinará la aportación de dife-  
rentes capitales para cubrir el total de la inversión. De -  
manera semejante a los activos, los pasivos pueden clasifi--  
carse en: pasivo fijo, pasivo circulante.

A) PASIVO FIJO. Representa los créditos a largo pla-  
zo adquiridos por la empresa; son las deudas que la compañía  
contrae al invertir en el negocio, ya que al inicio de opera-  
ciones, toda empresa requiere de capital prestado.

Las compañías financieras otorgan tales préstamos, -  
tomando en cuenta como garantía los bienes de la empresa ---  
arrendadora, como son: equipo y maquinaria, terreno, y edifi-  
cios. Un valor aconsejable para estas negociaciones es un -  
33% de la inversión total, pagadero a 5 años con 11% de inte-  
rés anual.

De esta manera, el pasivo fijo es:

$$(0.33) (\$ 23,420,576.00) = \$ 7,728,790.00$$

B) PASIVO CIRCULANTE. Lo constituyen las cuentas -- por pagar a corto plazo, considerando corto plazo, máximo como un año.

B.1) Cuentas por pagar de materia prima. Considerando 30 días, se tiene:

1. Algas	\$ 375,000.00
2. Acido sulfúrico	1,153.00
3. Sosa	10,548.00
4. Alcohol isopropílico	125,690.00
5. Azúcar	12,614.00

El total de cuentas por pagar de materia prima es: -

\$ 525,005.00

B.2) Cuentas por pagar de servicios

1. Agua: (4000 m <sup>3</sup> /2 meses) (\$ 5.60/m <sup>3</sup> )	= \$ 22,400.00
2. Combustible: (\$6000 lt/mes) (0.70/lt)	= 4,200.00
3. Electricidad: 30,000 Kw-hr/mes, de acuerdo a la tarifa 8 de la CFE	= 898,058.00
4. Teléfono: \$ 5,000.00/mes	= 5,000.00

El total de cuentas por pagar de servicios es:

\$ 929,658.00

B.3) Sueldos. Considerando 15 días de nómina tenen--

mos:

\$ 326,750.00

B.4) Cuentas por pagar de empaque. (500 cuñetes/mes)  
(\$ 20.00/cuñete) = \$ 10,000.00.

B.5) Documentos por pagar. Considerando un mes sobre el préstamo recibido, se tiene:

\$ 202,237.00

B.6) Otras cuentas por pagar. Se ha considerado ---  
\$ 60,000.00 por otros conceptos:

El total del pasivo circulante es:

Cuentas por pagar materia prima	\$ 525,005.00
Cuentas por pagar servicios	929,658.00
Sueldos	326,750.00
Cuentas por pagar empaque	10,000.00
Documentos por pagar	202,237.00
Otras cuentas por pagar	<u>60,000.00</u>
	\$ 2.053,650.00

El total del pasivo es:

Pasivo Fijo	\$ 7.728,790.00
Pasivo Circulante	<u>2.053,650.00</u>
	\$ 9.782,440.00

C. CAPITAL SOCIAL. Es la aportación de los accionistas dueños de la empresa. El capital social queda determinado por:

**Activo - Pasivo = Capital Social**

\$ 23.420,576.00 - \$ 9.782,440.00 = \$ 13.638,136.00

Con todos los datos anteriores, se puede establecer el balance de la manera que sigue:

BALANCE ECONOMICO

Activo Fijo

Terreno	\$	1.100,000.00	
Equipo y Maquinaria		8.744,379.00	
Edificios		2.807,500.00	
Mobiliario		280,750.00	
			\$ 12.932,629.00

Activo Circulante

Caja	\$	600,000.00	
Cuentas por Cobrar		4.500,000.00	
Inventarios		2.366,316.00	
			\$ 7.466,316.00

Activo Diferido

G. Preparación Terreno	\$	250,000.00	
G. Instalación Servicios		1.110,000.00	
G. Instalación Equipo		1.161,635.00	
G. Ingeniería		500,000.00	
			<u>\$ 3.021,635.00</u>

\$ 23.420,576.00

Pasivo Fijo	\$	7.728,790.00	
			\$ 7.728,790.00

Pasivo Circulante

Cuentas por Pagar			
Materia Prima	\$	525,005.00	
Cuentas por Pagar			
Servicios		929,658.00	
Sueldos		326,750.00	
Cuentas por Pagar			
Empaque		10,000.00	

Documentos por Pagar	\$	202,237.00	
Otras Cuentas por Pagar		60,000.00	
			\$ 2.053,650.00
			<hr/>
			\$ 9.782,440.00

## Capital Social

Acciones \$ 13.638,136.00

Activos = Pasivos + Capital Social

\$ 23.420,576.00 = \$ 9.782,440.00 + \$ 13.638,136.00

\$ 23.420,576.00 = \$ 23.420,576.00

## II. ESTADO DE RESULTADOS

1. Costo de producción. La estimación del costo de producción se efectúa mediante el costo asignado a cada uno de los recursos necesarios para la fabricación del producto en cuestión, en este caso la carragenina. Los estimados para el costo de producción en un anteproyecto son menos elaborados que los necesarios para las empresas en pleno funcionamiento, o que los necesarios para los proyectos formales.

Los costos de producción se clasifican en: Costos fijos y Costos variables.

A) COSTOS FIJOS. Son aquellos independientes de la-

cantidad producida, y entre ellos se encuentran: sueldos y prestaciones, depreciación, amortización y seguros.

A.1) Sueldos y prestaciones. Siguiendo el organigrama propuesto para la empresa se puede evaluar este renglón. (Véase la página siguiente)

A.2) Depreciación.

1. Equipo y maquinaria. Se ha tomado como criterio para evaluar la depreciación, el método de la línea recta para un periodo de 11 años, con un valor de rescate de 10% del valor de equipo y maquinaria.

Siguiendo este método se tiene que la depreciación anual es:

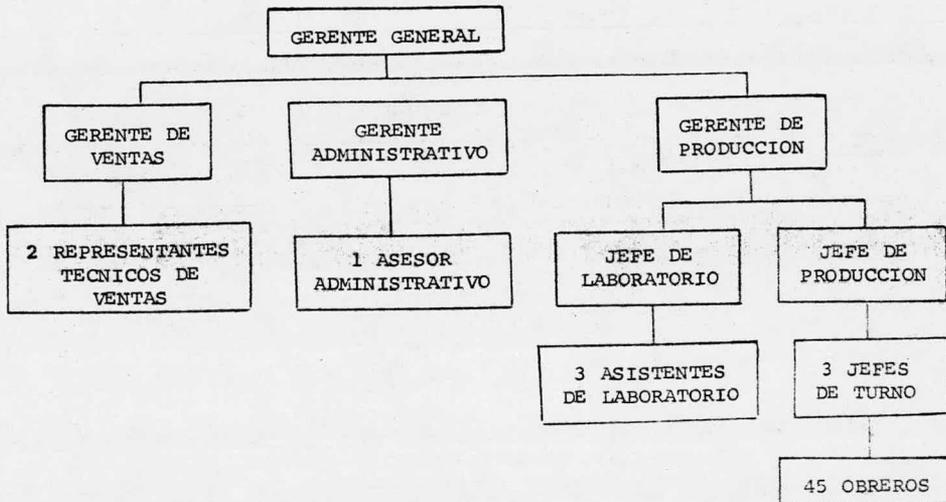
$$D = (P-L)/N = (\$8,744,379.00 - \$874,438)/11 = \$ 715,449.00$$

2. Edificios. Se ha seleccionado el método de fondo de amortización, con una tasa de interés del 14%, y un valor de rescate de 10%; de esta manera tenemos:

$$D = (P-L)/(i/(1+i)^h - 1)$$

$$D = (\$2,807,500 - 280,750)/(0.14/(1+0.14)^{10} - 1) = \$ 130,667.00$$

El total por concepto de depreciación es:



Personal	Sueldo Unitario Mensual	Prestaciones Unitarias Mensuales	Sueldo, Prestaciones Totales Anuales
1 Gerente General	\$ 47,000.00	\$ 9,500.00	\$ 678,000.00
1 Gerente Ventas	38,000.00	7,600.00	547,200.00
1 Gerente Administrativo	38,000.00	7,600.00	547,200.00
1 Gerente Producción	38,000.00	7,600.00	547,200.00
2 Representantes Técnicos	17,000.00	3,400.00	489,600.00
1 Asesor Administrativo	20,000.00	4,000.00	288,000.00
1 Jefe de Laboratorio	20,000.00	4,000.00	298,000.00
1 Jefe de Producción	20,000.00	4,000.00	288,000.00
3 Jefes Turno	15,000.00	3,000.00	648,000.00
3 Asistentes de Laboratorio	14,000.00	2,800.00	604,800.00
45 Obreros	4,500.00	900.00	2.916,000.00
			<u>\$ 7.842,000.00</u>

\$ 846,166.00

A.3) Amortización. Dentro de este punto caen los -- gastos de ingeniería, patentes, estudios de preinversión, -- etc. Se ha considerado como un 10% sobre activo diferido.

$$(0.10)(\$ 3.021,635.00) = \$ 302,164.00$$

A.4) Seguros. Sería muy arriesgado no pensar en as<sub>g</sub>urar una planta con una inversión de esta magnitud; las -- compañías aseguradoras manejan una prima de 2% sobre activo fijo; esto conduce a:

$$(0.02)(\$ 12.932,629.00) = \$ 258,653.00$$

El total de costos fijos es:

Sueldos y Prestaciones	\$ 7.842,000.00
Depreciación	846,166.00
Amortización	302,164.00
Seguros	<u>258,653.00</u>
	\$ 9.248,953.00

B. COSTOS VARIABLES. Son aquellos que son función - directa de la cantidad producida, y dentro de estos tenemos: materias primas, servicios, mantenimiento, empaque e impre-- vistos.

B.1) Materias primas.

1. Algas: (\$ 375,000.00/mes) (12 meses) = \$ 4,500,000.00
2. Acido sulfúrico: (\$ 1,153.00/mes)  
(12 meses) = 13,836.00
3. Sosa: ( 10,548.00/mes) (12 meses) = 126,564.00
4. Azúcar: ( 12,614.00/mes) (12 meses) = 151,368.00
5. Alcohol isopropílico: (\$ 125,690.00/  
mes) (12 meses) = 1,508,280.00

Total de materias primas: \$ 6,300,060.00

B.2) Servicios.

1. Agua: (\$ 22,400.00/2 meses) (6 Bim.) = \$ 134,400.00
2. Combustible: (\$ 4,200/mes) (12 meses) = 50,400.00
3. Electricidad: 180,000 Kw-hr/año, de  
acuerdo a la tarifa 8 de la CFE = 5,198,750.00
4. Teléfono: (5000.00/mes) (12 meses) = 60,000.00

Total por servicios: \$ 5,443,550.00

B.3) Empaque: (10800 cuñetes) (\$ 20.00/cuñete) =  
\$ 216,000.00

B.4) Mantenimiento. Se ha considerado como un 2% --  
sobre equipo y maquinaria:

(0.02) (\$ 8,744,379.00) = \$ 174,888.00

B.5) Imprevistos. Se han estimado como 2% del total  
de costos variables: \$ 247,643.00.

El total de costos variables es:

Materias primas	\$ 6.300,060.00
Servicios	5.443,550.00
Empaque	216,000.00
Mantenimiento	174,888.00
Imprevistos	<u>247,643.00</u>
	\$ 12.382,141.00

El costo total de producción es:

Costos fijos	\$ 9.248,933.00
Costos variables	<u>12.382,141.00</u>
	\$ 21.631,074.00

El costo unitario de producción es:

$$\$ 21.631,074.00 / 270,000 \text{ Kg} = \$ 80.12 / \text{Kg}$$

2) Gastos administrativos. Los gastos administrativos suelen estimarse como un porcentaje de las ventas brutas; dicho porcentaje varía de acuerdo a la naturaleza de la empresa, en este trabajo se ha considerado un 4% sobre el valor de las ventas.

$$\text{Ventas: } (\$ 200.00 / \text{Kg}) (270,000.00 \text{ Kg}) = \$ 54.000,000.00$$

Gastos administrativos:

$$(\$ 54.000,000.00) (0.04) = \$ 2.160,000.00$$

3) Gastos de Ventas. También suelen estimarse como un porcentaje de las ventas; se ha considerado un 5%.

$$(\$ 54,000,000.00) (0.05) = \$ 2,700,000.00$$

4) Gastos financieros. Son los gastos por cubrir -- por concepto de préstamos a largo plazo.

$$(\$ 202,337.00/\text{mes}) (12 \text{ meses}) = \$ 2,426,844.00$$

5) Pagos por tecnología y asistencia técnica. En el capítulo anterior, cuando se describió el proceso de fabricación de la carragenina, se mencionó la dificultad para controlar los pasos de evaporación y precipitación, técnica que los actuales productores extranjeros dominan; es por esto -- que se ha considerado este punto. Los pagos por tecnología y asistencia técnica se han estimado como un 3% sobre las -- ventas.

$$(0.03) (\$ 54,000,000.00) = \$ 1,620,000.00$$

Con todos los datos anteriores, se presenta el estado de resultados para máxima capacidad de la planta.

## ESTADO DE RESULTADOS

Ventas	\$ 54.000,000.00
Costo de producción	-21.631,074.00
Gastos administrativos	- 2.160,000.00
Gastos de Ventas	- 2.700,000.00
Gastos financieros	- 2.426,844.00
Pagos por tecnología	<u>- 1.620,000.00</u>
Utilidad Bruta	\$ 23.462,082.00
Impuestos (42%)	- 9.854,074.00
Participaciones (8%)	<u>- 1.876,967.00</u>
UTILIDAD NETA	\$ 11.731,041.00

### III. RENTABILIDAD

La rentabilidad del proyecto indica que tanto se obtiene como ganancia como consecuencia de la inversión de capital, y así el inversionista tiene una visión clara de qué tan bueno o rentable es el negocio. La rentabilidad se estima relacionando las utilidades netas del negocio a la inversión total de capital, y suele expresarse como un porcentaje.

De esta manera la rentabilidad de este anteproyecto, - apoyado en el balance económico y el estado de resultados es:

$$\frac{\$ 11.731,041.00}{23.420,576.00} \times 100 = 50.09\%$$

#### IV. GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

La gráfica del punto de equilibrio indica de una manera muy objetiva la relación de ventas y costos y gastos, al número de unidades producidas, y muestra para qué volúmenes de producción la empresa trabajará con pérdidas o ganancias. De esta manera el punto de equilibrio es aquel en el cual la empresa no tendrá ni pérdidas ni ganancias, es decir, el monto de ventas será igual al monto de costos y gastos.

##### 1. Costos fijos totales:

Costos fijos de producción	\$ 9.248,953.00
Gastos financieros	<u>2.426,844.00</u>
	\$ 11.675,797.00

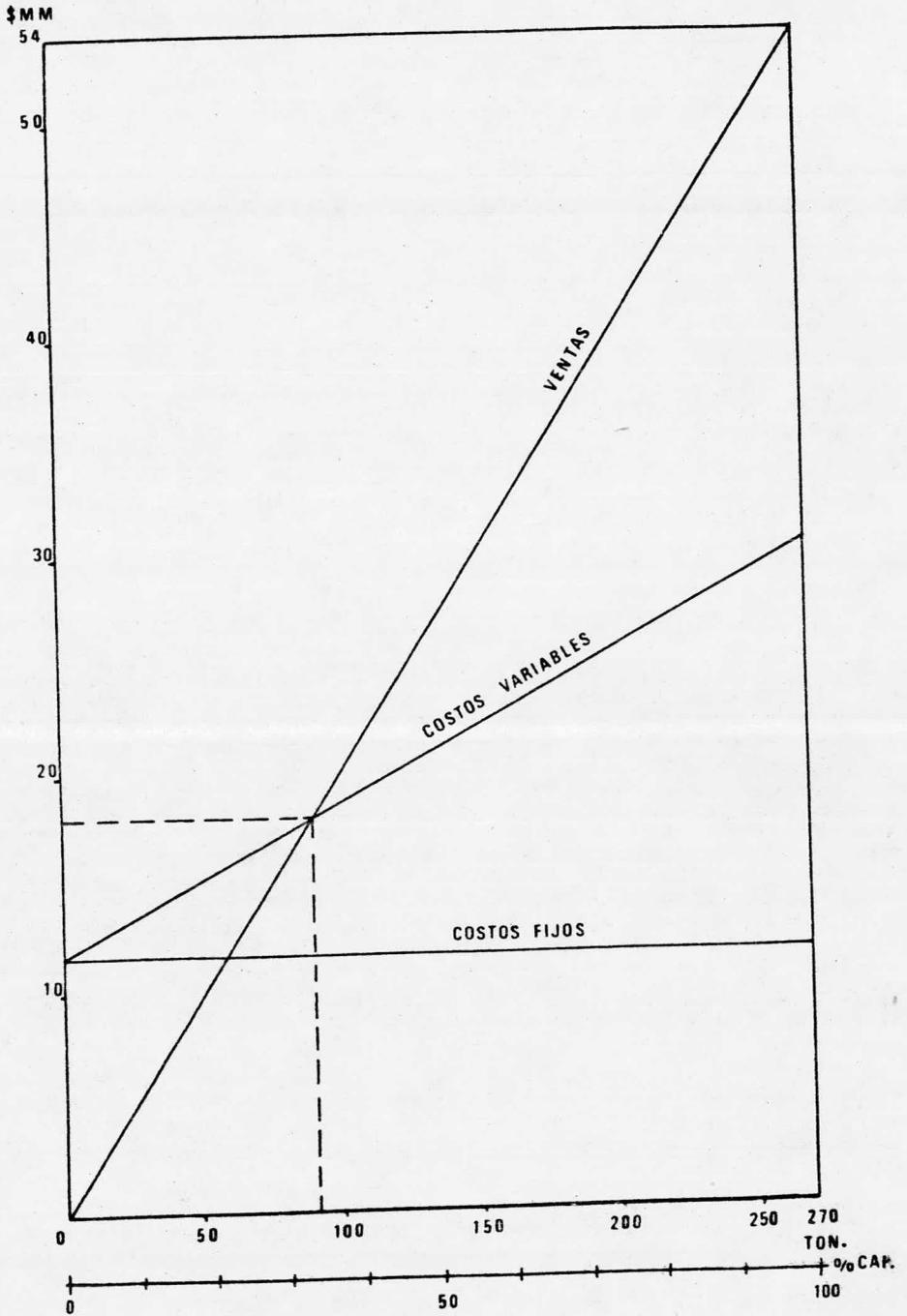
##### 2. Costos variables totales:

Gastos variables de producción	\$ 12.382,933.00
Gastos administrativos	2.160,000.00
Gastos de ventas	2.700,000.00
Pagos por tecnología	<u>1.620,000.00</u>
	\$ 18.862,933.00

##### 3. Ventas Totales: \$ 54.000,000.00

En la página siguiente se encuentra la gráfica del punto de equilibrio. Las coordenadas del punto de equilibrio son: 91 ton y \$ 18.2 millones; esto quiere decir que produciendo 91 ton, la empresa no tendrá utilidades, pero tampoco tendrá pérdidas.

# DIAGRAMA PUNTO DE EQUILIBRIO



CAPITULO V

---

CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES.

A continuación se presentan una serie de conclusiones y recomendaciones obtenidas del desarrollo de este anteproyecto.

### CONCLUSIONES

1. Se cuenta con suficiente producción de pelo de cochi en Baja California para la ejecución del proyecto que aquí se describe.
2. Las carrageninas se han usado desde hace varios años, y el historial de su consumo no da indicios de disminución, sino que por el contrario la tendencia del consumo es a aumentar.
3. Debido a las características y propiedades de las carrageninas, tienen muchas aplicaciones en la industria alimentaria. Estas aplicaciones se han descrito en el capítulo II.
4. De acuerdo al estudio de mercado, los centros de consumo para las carrageninas son el Distrito Federal y la zona metropolitana, Guadalajara y Aguascalientes.
5. Existen en el golfo de México algas rojas que aún no han sido clasificadas, y que podrían ser materia prima-

para la obtención de carrageninas.

- 6. Actualmente existen dos organismos que explotan las algas en Baja California: la empresa Gel-Mex y la Federación Regional de Sociedades Cooperativas; pero en el momento de una integración vertical de la empresa, se puede tramitar ante el Departamento de Pesca el explotar algunos mantos de algas.
- 7. En la actualidad se usan dos procesos para la fabricación: el de precipitación con alcohol y el de secado en tambores. El segundo, debido a sus desventajas, está siendo descartado y así se puede considerar sólo un proceso de obtención.
- 8. La capacidad de la planta se ha determinado como 300 -- ton anuales de capacidad nominal, teniendo como capacidad máxima de operación 270 ton anuales.
- 9. Se ha determinado como sitio para localizar la planta a Ensenada, B. C., por ser ahí el punto de concentración de todas las algas cosechadas.
- 10. De acuerdo al balance económico y al estado de resultados para máxima capacidad de operación se tiene una rentabilidad del 50.09%, lo cual es suficiente atractivo para constituir esta empresa.
- 11. La gráfica del punto de equilibrio reporta equilibrio -

83  
económico a las 91 ton de producción, y como para el --  
primer año se prevé una producción de 152 ton, que está  
por encima del punto de equilibrio, se operará desde un  
principio con ganancias. NO

#### RECOMENDACIONES

1. En el desarrollo del proyecto formal, debe considerarse que el alga *Gigartina Canaliculata*, conduce a extractos ricos en fracción iota y en el mercado se necesitan las tres fracciones, para balancear esto debe completarse - el estudio hecho por el Instituto Nacional de Pesca sobre materia prima, que se interrumpió por falta de presupuesto y estudiar las costas de Tabasco, Campeche y - Yucatán. Y también considerar un posible abastecimiento de materia prima proveniente de Filipinas.
2. Se debe negociar la compra de tecnología para el proceso de fabricación, ya que los pasos de evaporación y -- precipitación con alcohol involucran técnicas especiales y son parte de los secretos de los productores actuales de carragenina; los licenciadores de tecnología-- principalmente son: Marine Colloids Inc., y As Køben--- hauns Pectin Fabrik.

Por todo lo expuesto anteriormente, el proyecto tie-

ne muy buenas perspectivas, creará fuentes de trabajo y aunque se propone la compra de tecnología, se retendrá de esta manera más capital produciendo la carragenina en el país, -- que obteniéndola en el mercado de importación.

## BIBLIOGRAFIA

1. Gesner G. Hawley  
"Diccionario de química y productos químicos"  
Ediciones Omega, S. A.  
2a. Edición 1975
2. M. Glicksman  
"Gum Technology in the food industry"  
Academic Press Inc.  
1a. Edición 1969
3. Raymond E. Kirk y Donald F. Othner  
"Enciclopedia de tecnología química"  
Editorial Hispano-Americana de México  
1a. Edición en español, Volumen 5, 1961
4. Committe on Food Protection - National  
Research Council  
"Food Chemicals Codex"  
National Academy of Sciences - Washington,  
D. C., 1972
5. Committee on Food Protection - Nacional  
Research Council  
"Chemicals Used in Food Processing"  
National Academy of Sciences - Washington,  
D. C., 1965
6. Arthur Cronquist  
"Introduccion a la Botánica"  
C.E.C.S.A., 5a. impresión, 1965
7. Alvin Nason  
"Biología"  
Limusa-Wiley, 1971
8. Fuller H. J. Carothers  
"The Plant World"  
Holt Rinehart and Wiston Inc., 4a. Edición

9. AS København's Pectin Fabrik  
"Seminario sobre Carrageninas"  
México, D. F., 4 y 5 de nov. de 1975
10. AS København's Pectin Fabrik  
"Carrageninas, propiedades y usos"  
1969
11. Marine Colloids Inc.  
"Seminario sobre Carrageninas"  
México, D. F., 17 de oct. 1977
12. Anuario Estadístico de la Secretaría de Comercio  
Dirección General de Estadísticas  
Volúmenes 1965 - 1977
13. Louis Fieser y Mary Fieser  
"Organic Chemistry"  
Reinhold Publishing Corp.  
3a. Edición
14. Dale F. Rudd y Charles C. Watson  
"Strategy of process engineering"  
John Wiley and Sons, 1968
15. Robert E. Trayhal  
"Mass transfer Operations"  
McGraw-Hill Kogakusha Ltd.  
2a. Edición, 1968
16. Howard F. Rose y M. H. Barrow  
"Ingeniería de Proyecto para plantas de proceso"  
C.E.C.S.A.  
3a. Impresión, 1976
17. Max S. Peters y Klaus D. Timmerhaus  
"Plant Design and Economics for Chemical  
Engineers"  
McGraw-Hill Kogakusha, Ltd.  
2a. Edición, 1968
18. Mathew Van Winkle  
"Distillation"  
McGraw-Hill Book Co., 1967

19. Ernest E. Ludwig  
"Applied Process design for chemical and  
petrochemical plants"  
Gulf Publishing Company, 1964  
Volúmenes I y II
20. Robert H. Perry y Cecil H. Chitton  
"Chemical's Engineers Handbook"  
McGraw-Hill Kogakusha  
5a. Edición, 1973
21. Frank L. Evans Jr.  
"Equipment design handbook for refineries and  
chemical plants"  
Gulf Publishing Company, 1971  
Volumen II
22. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología  
"Factores a evaluar en estudios de localización  
de plantas"  
Servicio de Información Técnica, 1977
23. Mark R. Greene  
"Cómo medir los riesgos del mercado"  
Expansión, 4 de agosto, 1976
24. R. F. de la Mare  
"Parameters affecting Capital investment"  
The Chemical Engineer, abril 1975
25. Comisión de Estudios del Territorio Nacional  
Cartas H11B12-a y H11B12-b, 1976
26. Sergio A. Guzmán del Proó, Sara de la Campa de  
Guzmán y Jorge Pineda B.  
"La cosecha de algas comerciales en Baja  
California"  
Instituto Nacional de Pesca  
México 1974
27. Roy L. Whistler  
"Industrial Gums, polysacharides and their  
derivatives"  
Academic Press Inc.  
2a. Edición, 1973

28. Kemura Isa  
"Application of carrageenan for foods and  
technical problems of it"  
Takara Gen Co. Ltd. Japan, 1973
  
29. Pedersen, Jeus K.  
"Carrageenan"  
As Københavns Pectin Fabrik

IMPRESO EN EDITORIAL JUAREZ  
AV. INSTITUTO TECNICO INDUSTRIAL NO. 9-A  
(CIRCUITO INTERIOR) ESQ. SAN COSME  
COL. STA. MA. LA RIBERA, Z.P.4.