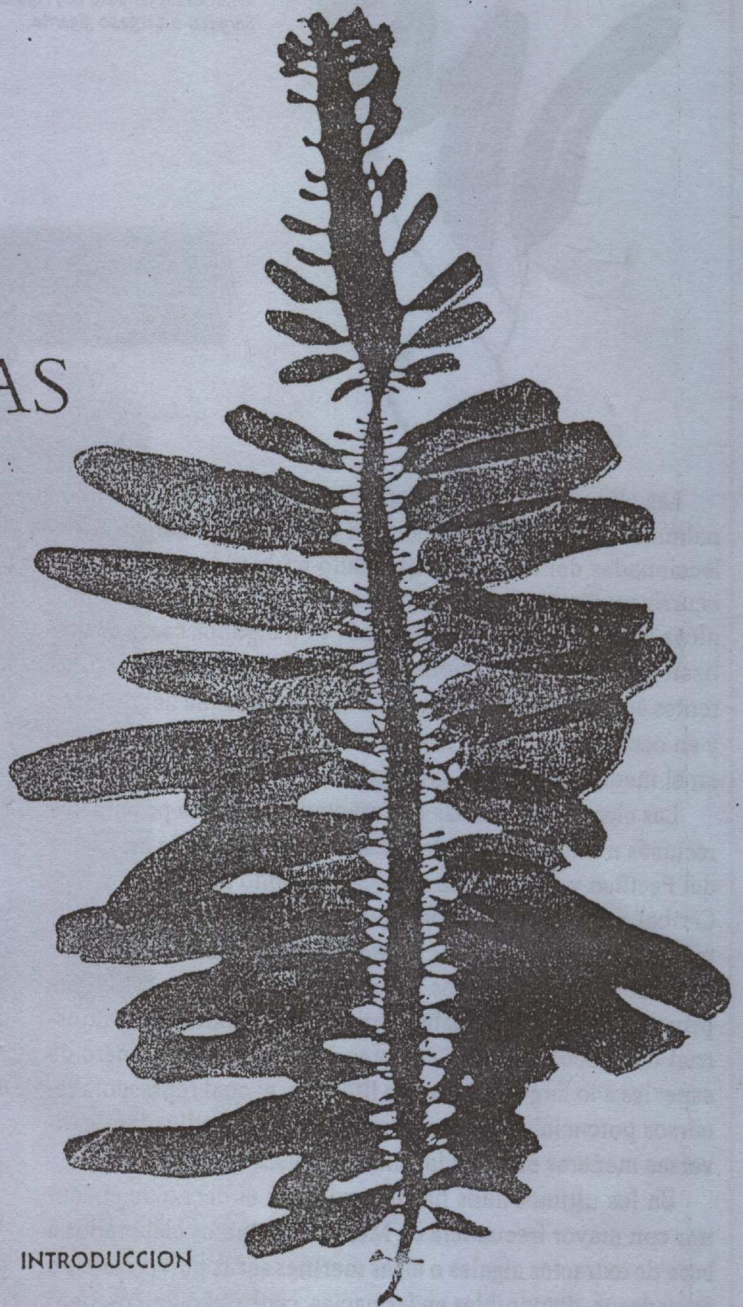


USO DE LAS ALGAS MARINAS EN MEXICO

.....
RAUL AGUILAR ROSAS, JULIO ESPINOZA AVALOS
Y LUIS ERNESTO AGUILAR ROSAS

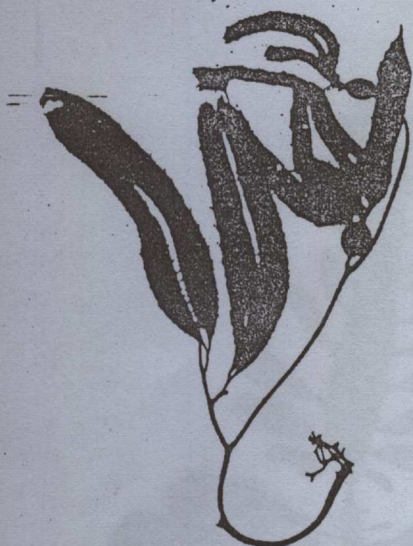


INTRODUCCION

L

as algas marinas macroscópicas (multicelulares) se dividen por los pigmentos que contienen en verdes (división Chlorophyta), pardas (Phaeophyta) y rojas (Rhodophyta), y han sido utilizadas por el hombre de diferentes maneras, ya sea como fuente directa de alimento, medicamentos, forraje y fertilizantes (abono o mejorador de terrenos, así como de materia prima para la extracción industrial de ficocoloides —alginatos, agar-agar y carragenanos, entre otros—). En el campo de la energía, algunas especies de algas empiezan a considerarse como un medio productor de material fermentable para la producción de gas metano de carácter comercial. En el ambiente, las algas marinas son elementos primarios en la cadena alimenticia y hábitat de una gran variedad de especies de animales y plantas.

Egregia menziesii
(Turner) Areschoug
Alga parda conocida
comunmente como
Cola de zorra.



Macrocytis pyrifera (L.) Agardh. Alga parda conocida como Sargazo o Sargazo gigante.

Las algas marinas de interés comercial han sido tradicionalmente recolectadas a mano en la zona intermareal, o seleccionadas del material depositado en la playa después de ocurrir un fuerte oleaje o marejada. En la actualidad, las técnicas de cosecha son muy diversas y en algunos casos se utilizan grandes embarcaciones; ésta puede tener lugar en diferentes épocas del año, de acuerdo con la demanda del recurso, y en ocasiones las algas cosechadas se cultivan directamente en el medio natural con gran éxito.

Las algas mencionadas representan uno de los principales recursos marinos renovables, presentes a lo largo de las costas del Pacífico y el Atlántico mexicanos (Golfo de México y Mar Caribe), cuya extraordinaria riqueza se ve reflejada en gran número de especies y grandes volúmenes susceptibles de ser aprovechados. En México, las algas marinas han sido utilizadas principalmente como materia prima para la extracción industrial de ficocoloides; sin embargo, existe un gran número de especies a lo largo de nuestros litorales, el cual representa recursos potenciales, ya que estas mismas son utilizadas de diversas maneras en otras latitudes y países del mundo.

En los últimos años ha sido evidente el hecho de encontrar con mayor frecuencia en México productos elaborados a base de extractos algales o algas marinas secas pulverizadas o en pedazos, disponibles en farmacias, centros botánicos, tiendas naturistas o departamentales, y supermercados de autoservicio.

En el presente trabajo se ofrece una visión amplia de los usos de las algas marinas en nuestro país, mediante el análisis de los diferentes productos que se elaboran y comercializan en los diversos estados de la República.

MÉTODOS

La información sobre los productos que se elaboran y comercializan en México se recopiló, adquiriendo los mismos en farmacias, tiendas naturistas, centros botá-

nicos y supermercados, y además se utilizó un cuestionario que fue aplicado a las personas encargadas o los dependientes de los lugares antes mencionados, y asimismo se envió a las direcciones indicadas en las etiquetas de dichos productos con el fin de recabar mayor información. Básicamente se preguntaba sobre la existencia de productos elaborados a base de algas marinas y sobre los ingredientes que contienen, las propiedades particulares y la manera de usarlos, y además se pedía información escrita sobre ellos, como carteles, folletos y trípticos. Estas acciones abarcaron los estados de Baja California, Baja California Sur, Campeche, Colima, Jalisco, Sinaloa, Sonora, Quintana Roo, Veracruz, Yucatán y México, D.F., mientras que la información de los usos de las algas marinas en otros países latinoamericanos, europeos y asiáticos se obtuvo de varias fuentes publicadas.

Los productos que se elaboran y comercializan en México se describen de acuerdo con su empleo: 1) como materia prima para la extracción industrial de ficocoloides y sus aplicaciones, 2) como alimento humano directo, 3) en cosmetología, 4) en medicina y farmacia, y 5) uso como fertilizante o mejorador de suelos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo un total de 170 productos a base de algas marinas que se elaboran y comercializan en México. De ellos, 91 son de fabricación nacional y el resto proceden principalmente de Argentina, China, España, los Estados Unidos, Francia, Hawai, Japón, Corea, la República de El Salvador y el Reino Unido. 49 corresponden a algas marinas secas para alimento humano directo y a productos alimenticios que contienen en su gran mayoría extractos de las algas (alginato, agar carragenano) como agente estabilizante, espesante y emulsificador. En la industria de los cosméticos se detectaron 70 productos entre acondicionadores y tintos para el pelo, cremas, geles, jabones, exfoliantes, lociones, champúes y tónicos. Como medicamentos o en la industria de la farmacología se encontraron 50, entre cápsulas, concentrados de bebidas, gotas, granulados, material de impresión dental, suspensiones, tabletas, infusiones, toallas húmedas, y como fertilizante o mejorador de suelos, un producto elaborado a base de extracto de macro

Cuadro 1
Selección de productos usados como alimento y en la industria alimenticia, elaborados a base de algas marinas y comercializados en México

PRODUCTO	MARCA	ESPECIE/FICOCOLOIDE	USO	ORIGEN
Aderezo	Kraft®	Alginato Propileno-glicol	Alimenticio	Glenview, Illinois, EE.UU. Distribuidos en México
Bebida (malteada de chocolate y vainilla)	Carnation® Clavel®	Carragenina	Alimenticio	Querétaro, Qro., México
Gelatina	ProntoMR	Carragenina	Alimenticio	México, D.F.
Granulado (polvo para flan)	Royal®	Carragenina	Alimenticio	Nuevo León
Helado (Ice Cream)	Iceland	Carragenina y alginato de sodio	Alimenticio	Monterrey, N.L., México
Pan blanco o integral	Bimbo®	Emulsificante: 0.40-0.42% (agar)	Alimenticio	México, D.F.
Sustituto de sal	Sal' d Kem	Algas marinas	Alimenticio	Baja California, México
Alga marina seca	Eden Foods®	Shushi Nori (<i>Porphyra tenera</i>)	Alimento humano	Japón. Distribuido en California, EE.UU.
Alga marina seca	Wang®	Wakame (<i>Undaria</i>)	Alimento humano	Corea. Distribuido en California, EE.UU. y México
Alga marina seca	Wel-Pac	Hijiki (<i>Cystophyllum</i>)	Alimento humano	Corea. Distribuido en San Francisco, Ca., EE.UU.
Alga marina seca	Yacht Brand	Dried laver (<i>Porphyra</i>)	Alimento humano	China. Distribuido en Ensenada, B.C., México
Alga marina seca (bolana)	Orchids®	<i>Porphyra</i>	Alimento humano	Corea. Distribuido en California, EE.UU.
Alga marina seca (golosinas)	Soken	Kelp (Kombu)	Alimento humano	Japón. Distribuido en California, EE.UU.
Alga marina seca en pedazos	Mendocino™ Sea Vegetable Co.	Mendocino Nori (<i>Porphyra</i>)	Alimento humano	Navarro, California, EE.UU.
Alga marina seca en pedazos	Mendocino™ Sea Vegetable Co.	Mendocino Kombu (<i>Laminaria</i>)	Alimento humano	Navarro, California, EE.UU.

micro algas marinas. En los cuadros I y II se muestra una selección de los productos más representativos, elaborados a base de algas marinas y comercializados en México.

Los principales centros de elaboración de los diferentes productos de origen nacional se encuentran ubicados en los estados de Baja California, Chihuahua, Coahuila, Guanajuato, Jalisco, Querétaro, Veracruz, Yucatán, el Estado de México y el Distrito Federal. Por otro lado, gran número de productos llegan a México, ya sea por importación formal o por su compra e introducción al país, mediante el amplio comercio entre la frontera con la Unión Americana.

La mayoría de los productos analizados contó con el respaldo de las marcas registradas, incluyendo toda la información relacionada con el valor nutricional, los ingredientes, el

modo de empleo, el lugar de origen y la dirección. Sin embargo, en algunos de ellos pudo observarse que no especifican marca o que el registro está en trámite y, por otro lado, no incluyen instructivos indicando el modo de empleo, o las marcas distintas de un mismo producto contienen igual información, o en otros casos no se indican los ingredientes y tan sólo se menciona que están elaborados a base de o con algas marinas. Lo anterior demuestra que algunos productos pueden ser marca "patito" y carecen de un verdadero control de calidad, por lo cual habría que dudar si realmente poseen o están elaborados a base de algas marinas.

A continuación se exponen algunas generalidades sobre el uso de las algas marinas, de acuerdo con los diferentes productos que se comercializan en México.

Cuadro 2
Selección de productos usados en cosmetología y farmacología, elaborados a base de algas marinas
y comercializados en México

PRODUCTO	MARCA	ESPECIE/FICOCOLOIDE	USO	ORIGEN
Acondicionador para cabello en spray y gel	Caprice®	Extracto de algas (con..)	Cosmético	México, D.F.
Crema	Reduplex-Naturella®	Algas marinas	Cosmético	Monterrey, N.L., México
Crema (para modelar la figura)	La SaludMR	Algas marinas	Cosmético	México, D.F.
Crema reductora	Tecnobolánica de México, S.A. de C.V.	Algas marinas pardas (<i>Fucus vesiculosus</i>)	Cosmético ¹	México, D.F.
Crema reductora corporal	Reduplus II®	Algas marinas micropulverizadas	Cosmético	Toluca, Edo. de México
Crema espumosa para rasurar	GilletteMR	Carragenina	Cosmético	Naucalpan, Edo. de México
Gel (para masaje corporal)	Eli-GelMR	Algas marinas y sales minerales	Cosmético	México, D.F.
Gel (para masaje corporal)	Elliot Productos, S.A.	Algas marinas (a base de..)	Cosmético	México, D.F.
Jabón	AlgadelMR	Algas marinas (con..)	Cosmético	Mérida, Yucatán, México
Jabón	Hplus®	Algas marinas (de..)	Cosmético	Guadalajara, Jal., México
Jabón	LouresMR	Algas marinas (a base de..)	Cosmético	Toluca, Edo. de México
Jabón	LoveMR	Algas (con extracto de..)	Cosmético	México, D.F.
Loción crema reafirmante	Fuller®	Algas marinas (con extracto de..)	Cosmético	México, D.F.
Mascarilla	KelsPa	Algas marinas	Cosmético	Ensenada, B. C., México
Shampoo acondicionador	Caprice® Naturals	Extracto de algas (con..)	Cosmético	México, D.F.
Tinte para cabello	Hydrienca® de Clairol	Extracto de alga	Cosmético	México, D.F.
Tónico corporal	Suzanne OlivierMR	Algas marinas (Extracto de..)	Cosmético	México, D.F.
Cápsulas	Algagel®	Alga marina kelp (300 mg)	Cosmético	Chihuahua, Chih., México
Cápsulas	ImanMR	Algas marinas Kelp (<i>Macrocystis pyrifera</i>)	Farmacéutico ²	Veracruz, México
Cápsulas (planticaps)	Centro Internacional Botánico (CIB) MR	Alga parda reforzada, <i>Fucus Vesiculosus</i>	Farmacéutico ³	México, D.F.
Concentrado de bebida. Con cebada, hojas de trigo, <i>Chlorella</i> y arroz integral.	Makers of Kyolic®	Kelp del Pacifico	Farmacéutico. Bebida	California, E.E.U.U.
Gotas	Centro Internacional Botánico (CIB) MR	Extracto de alga parda reforzado (<i>Fucus vesiculosus</i>)	Farmacéutico ³	México, D.F.
Granulado	KeleceindexMR	Kelp (algas marinas)	Farmacéutico	México, D.F.
Granulado. Con alfalfa, salvado de avena y trigo	Fibra Kelp-Sol Natura	Alga marina Kelp	Farmacéutico ⁴	Tlaquepaque, Jal., México
Líquido concentrado	MédicoMR	<i>Fucus vesiculosus</i>	Farmacéutico (homeopático)	México, D.F.
Material para impresión dental	IdenticMR	Alginatos	Farmacéutico	California, E.E.U.U.
Obleas-Wafers (galletas)	Soria Natural	<i>Fucus</i> y <i>Laminaria</i>	Farmacéutico	España Distribuidor en México
Suspensión	AlgiconMR	Alginato de magnesio 5.0 g.	Farmacéutico (antiácido flotante) Demulcente	México, D.F.
Tabletas (grageas)	DigesanMR	Acido Kálmico (0.83 mg)	Farmacéutico ⁵	Japón. Hecho bajo licencia en México
Tabletas	Golden HarvestMR	Kelp (y almidón, solamente)	Farmacéutico	México, D.F.
Tabletas	Tao-Plus®	Kelp (algas Marinas)	Farmacéutico	Naucalpan de Juárez, Edo. de México
Tabletas	Vida Natural (Reg. en trámite)	Kelp (algas marinas, 25 mg)	Farmacéutico. Suple requerimiento diario de Iodo.	Ensenada, México
Té	Anahuac®	Kelp (Encina de mar 20%)	Farmacéutico ⁶	Cd. Neza, Edo. de México

Con la leyenda: ¹ Este producto no es un medicamento. Es una combinación de ingredientes naturales. Para eliminar la grasa sobrante en caderas, vientre y muslos. ² Este producto no es un medicamento, no tiene propiedades terapéuticas, ninguna otra acción que se le atribuya a este producto ha sido científicamente comprobada. ³ Este producto no es un medicamento. Combinación de plantas empleadas para favorecer el metabolismo en general; activar y estimular los intercambios celulares y la eliminación de los residuos. Puede utilizarse en los regímenes adelgazantes; ayudar a disminuir el peso y aportar elementos de nutrición indispensables para evitar estados de fatiga y estrés. ⁴ Este producto no es un medicamento. Auxiliar en la limpieza intestinal. Control de peso, mineralización de la flora intestinal, debido a sus fibras marinas y terrestres de gran valor alimenticio. ⁵ Su venta requiere receta médica. ⁶ Este producto no es un medicamento.

1. Empleo como materia prima para la extracción industrial de ficocoloides y sus aplicaciones

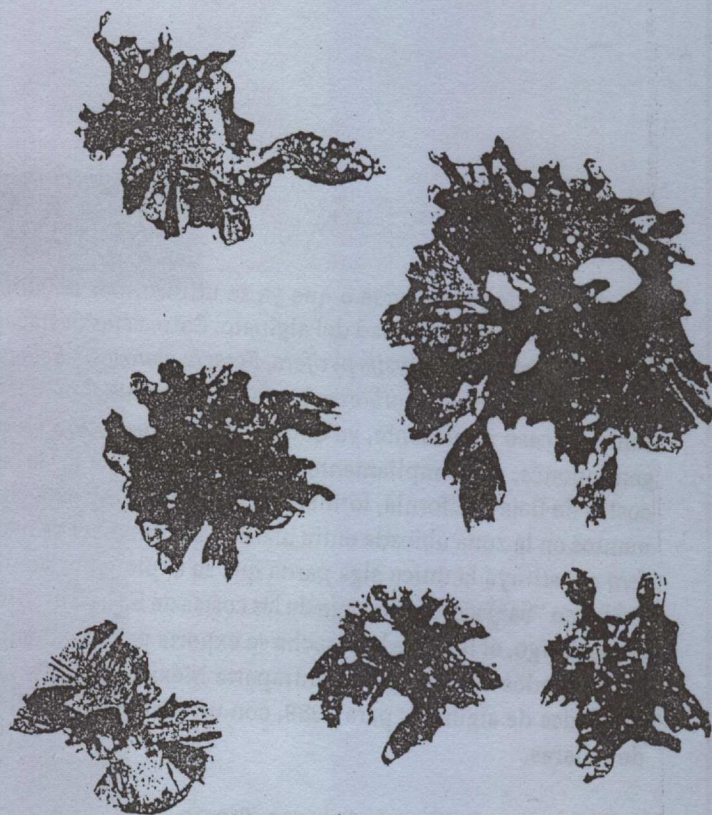
Desde el punto de vista industrial, diversas especies de algas pardas y rojas constituyen la materia prima fundamental para la extracción de distintos productos, sobresaliendo entre éstos los ficocoloides, nominación colectiva del agar, carragenano y ácido algínico.

Agar. Este ficocoloide es un gel amorfo, extraído de las paredes de la célula y de los espacios intercelulares de las algas rojas, y su calidad depende de la materia prima de la cual proviene, así como del método de extracción. El agar bacteriológico es el de mejor calidad, aunque el de menor calidad es el más usado en la industria farmacéutica y de alimentos. El agar se obtiene principalmente de las especies de *Gelidium* y en menor escala de las de *Acanthopeltis*, *Ahnfeltia*, *Gracilaria*, *Hypnea* y *Pterocladia*.

En el litoral mexicano se desarrollan diversas especies agarofíticas como *Gelidium robustum*, *Gelidium nudifrons*, *Gelidium coulteri*, *Pterocladia capillacea*, *Gracilaria cornea*, *Gracilaria pacifica*, *Gracilaria papenfusii*, *Gracilariopsis lemaneiformis* o *Hypnea variabilis*. De éstas las más importantes por su volumen y la calidad del agar son *Gelidium robustum*, *Gracilaria pacifica* y *Gracilariopsis lemaneiformis*. La primera representa la única alga marina que se industrializa en México para la obtención de agar, cuyas plantas procesadoras se encuentran establecidas en Ensenada, Baja California, y Bahía Tortugas, Baja California Sur. Sin embargo, México importó 42.5 toneladas de agar en 1992, con un valor de 1.29 millones de dólares.

Carragenano. Ficocoloide extraído de algas rojas, cuya calidad depende de la materia prima empleada y del método de extracción. Mundialmente los carragenanos se obtienen sobre todo de los siguientes géneros: *Euclima*, *Chondracanthus*, *Mazzaella*, *Iridaea*, *Gigartina*, *Gymnogongrus*, *Grateloupia*, *Neogardhiella* y *Chondrus*.

Las costas de México cuentan con ciertas especies carragenofitas, entre las cuales sobresalen por su volumen, distribución y calidad del carragenano: *Euclima uncinatum*, *Mazzaella affinis*, *Mazzaella rosea*, *Mazzaella splendens*, *Mastocarpus papillatus*, *Chondracanthus canaliculatus*, *Chondracanthus exasperatus*, *Mazzaella leptorhynchus*, *Grateloupia doryphora* y *Sarcodio-*



Porphyra perforata J. Agardh. Alga roja conocida como Lechuguilla.

theca gaudichaudii. La *Chondracanthus canaliculatus* representa la única carragenofita que se explota actualmente a lo largo de las costas de Baja California; sin embargo, no existe industria alguna para la extracción de carragenano en nuestro medio. La materia prima recolectada en las diferentes localidades de la costa se exporta en su totalidad principalmente a los Estados Unidos, pero como contraparte, México importó 1 084 toneladas de carragenano en 1992, con un valor de 12.5 millones de dólares.

Alginatos. El ficocoloide más importante obtenido de las algas pardas es el alginato. Bajo este término genérico se agrupa a los derivados acuosos del ácido algínico, siendo el alginato de sodio el compuesto más común. Otros compuestos comerciales son los alginatos de potasio, amonio y calcio y el alginato glicol-propileno, cuyos derivados se presentan en casi todas las algas pardas como constituyente principal de su pared celular. Entre los géneros importantes en la producción de ácido algínico y los alginatos se encuentran *Macrocystis*, *Laminaria*, *Ecklonia*, *Nereocystis* y *Ascophyllum*, y en menor escala las especies de los géneros *Alaria*, *Durvillea*, *Sargassum*, *Turbinaria*, *Egregia*, *Eisenia* y *Lessonia*.

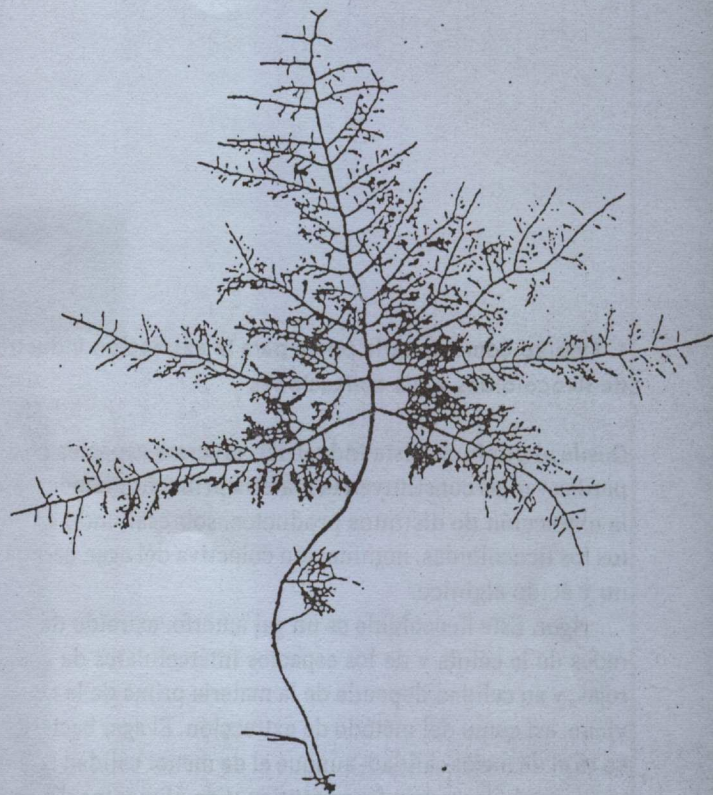
El litoral mexicano cuenta con gran variedad de algas par-

das que pueden emplearse o que ya se utilizan por su volumen, distribución y calidad del alginato. Entre estas destacan las laminariales *Macrocystis pyrifera*, *Egrecia menziesii*, *Pelagophycus porra* y *Eisenia arborea*. La *Sargassum muticum* representa un caso interesante, ya que siendo una especie de origen japonés, está ampliamente distribuida a lo largo de las costas de Baja California, formando considerables y extensos mantos en la zona ubicada entre mareas. La *Macrocystis pyrifera* constituye la única alga parda que se explota por medio del barco "Sargacero" a lo largo de las costas de Baja California; sin embargo, el total de la cosecha se exporta principalmente a los Estados Unidos, y en contraparte México importó 117 toneladas de alginatos para 1989, con un costo de un millón de dólares.

2. Empleo como alimento humano directo

Las algas marinas han formado parte de la dieta humana desde tiempos muy lejanos, y su consumo y las formas de utilización son muy variados, tanto en las costas de los océanos Pacífico e Indico como en las de Europa y América. Entre los países de Asia y del sudeste asiático como China, la India, Indochina, Corea, el archipiélago de Oceanía, Australia y Nueva Zelanda, más de un centenar de especies de algas verdes, pardas y rojas forman parte de la alimentación diaria, mientras que en nuestro país el uso de las algas marinas en la alimentación humana es muy reducido y de importancia local.

En México se detectaron 17 géneros y 24 especies de algas marinas (4 verdes, 8 pardas y 12 rojas) usadas como alimento humano, mismas que se preparan, después de ser cosechadas, en forma seca, en pedazos, enteras, en hojas dobladas o en salmuera. El método culinario aplicado comprende su cocimiento, tostado o tratamiento en vinagre y salsa de soya, siendo utilizadas como verdura en sopas, ensaladas y botañas, en dulces y como condimento en diversos platillos. Las especies más usadas son *Enteromorpha intestinalis*, *Ulva lactuca* (lechuga de mar), *Laminaria japonica* (kombu), *Undaria pinnatifida* (wakame), *Cystophyllum fusiforme* (hijiki), *Macrocystis pyrifera* (sargazo gigante, kelp), *Palmaria palmata* (dulce), varias especies de *Porphyra* (nori) y *Gracilaria*. Sin embargo, cabe señalar que las costas mexicanas cuentan con otras es-

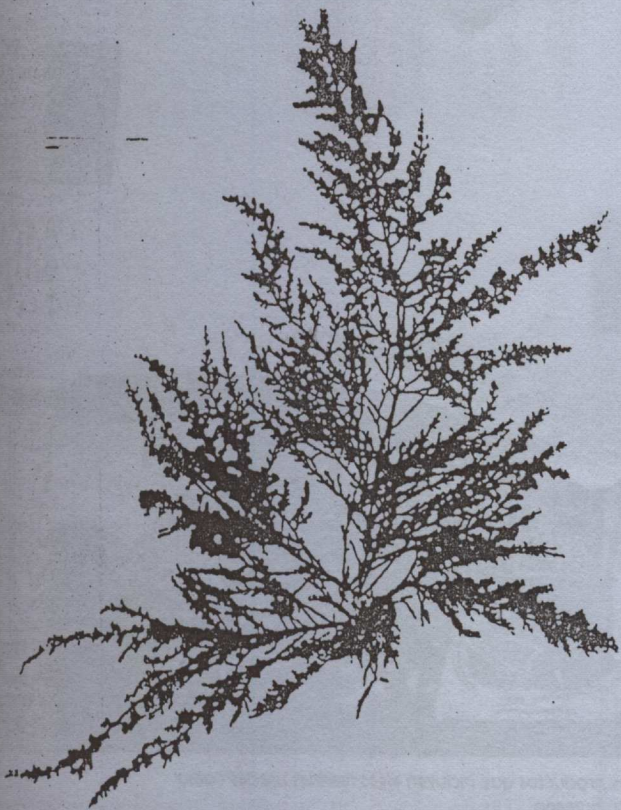


Gelidium robustum (Gardner) Hollenberg & Abbott.
Alga roja conocida como Sargazo rojo.

pecies muy apreciadas como alimento en otras latitudes. Tal es el caso de las algas verdes *Ulva costata*, *Codium fragile* y especies de *Enteromorpha* (*E. prolifera*, *E. flexuosa*, *E. compressa* y *E. clathrata*); entre las algas pardas destacan *Petalonia fascia*, *Scytosiphon lomentaria* e *Hydroclathrus clathratus* y el grupo de las algas rojas comprende *Ahnfeltiopsis pacifica*, *Bangia atropurpurea*, *Mastocarpus papillatus*, *Gracilaria pacifica*, *Nemalion helminthoides* y *Polyneura latissima*.

Las especies de *Porphyra* son las más empleadas como alimento humano en todo el mundo, incluyendo México. En la costa occidental de Baja California se cosecha *P. perforata* durante el otoño e invierno y se exporta a Japón (vía San Francisco). Se tiene conocimiento que especies de *Ulva* se cosechan en Bahía del Rosario y en el área adyacente a San Felipe, ambos sitios en Baja California.

Las diferentes algas se pueden cosechar para su consumo o comprar empaquetadas en tiendas naturistas o departamentales, importadas a México o preparadas como sopas en restaurantes de comida japonesa, china o coreana. En el año de 1992 se tenían registrados 26 restaurantes de comida japonesa en la ciudad de México y cinco más fuera de esta ciudad, ubicados en Acapulco y Zihuatanejo, Guerrero; Guadaluajara, Jalisco; Monterrey, Nuevo León y Toluca, Estado de México. Sin embargo, en los últimos años ha proliferado el estableci-



Laurencia pacifica Kylin. Alga roja que crece comunmente en las costas de Baja California.

miento de un gran número de restaurantes en toda la República Mexicana, donde se ofrecen platillos elaborados con algas marinas, principalmente sopa de algas que se prepara en la comida china, para lo cual utilizan un alga marina "negra" importada, además de otros platillos que contienen diversas algas marinas.

En años recientes, el interés por las especies de *Porphyra* en las costas del Pacífico de América del Norte (Washington, EE.UU. y Columbia Británica, Canadá) es cada vez mayor, y en la actualidad se ensayan métodos de cultivo con el fin de satisfacer la demanda del Nori o Hoshinori, importado y requerido por la población de origen japonés y de otros países orientales.

3. Empleo en cosmetología

En este rubro se utiliza una gran variedad de productos, entre acondicionadores para cabello (*spray* o gel), cremas para masaje corporal o reductoras, espuma para rasurar, geles para realfirmar tejidos o para masaje, jabones, exfoliantes, lociones, champúes y tónicos corporales. Las principales algas utilizadas en cosmetología son pardas y en menor grado se usan las rojas. Los alginatos y derivados que poseen las algas pardas son el componente utilizado en los diferentes productos cosme-

tológicos, y entre las especies más usadas se encuentra la *Macrocystis pyrifera* y la *Fucus vesiculosus*.

4. Empleo en medicina tradicional y farmacia

Las algas consideradas con propiedades curativas o preventivas son muchas, existen en diferentes localidades, y además de tener usos medicinales diversos como anestésicos, vermífugos, antipiréticos, antigripales, antidiarreicos, se emplean en el tratamiento del bocio y la hipertensión, entre otros padecimientos. Los polisacáridos de las algas tienen usos medicinales distintos; así, el agar sirve como medio y sustrato para el cultivo de bacterias, o es empleado como anticoagulante y laxativo; los carragenanos son utilizados como compuestos antiinflamatorios, o en el tratamiento de úlceras pépticas. En la actualidad, la industria farmacéutica emplea los diferentes polisacáridos en la manufactura de numerosos y variados medicamentos como emulsiones acuosas, ungüentos, cápsulas y tabletas, entre otros.

Recientemente se ha determinado la presencia del ácido kaínico en *Centroceras clavulatum*, especie de alga roja que crece comunmente en aguas mexicanas. La importancia de este ácido radica en su propiedad antihelmíntica, y sobre todo en sus múltiples aplicaciones en neurobiología, utilizado como potente neuroexcitador. Por otra parte, se ha extraído, caracterizado y realizado el bioensayo del compuesto "sargasterol" en conejos, del alga parda *Sargassum muticum*; dicho compuesto se utiliza como reductor del plasma sanguíneo y para control de los niveles de colesterol en la sangre, y se espera que las investigaciones futuras proporcionen el conocimiento adecuado acerca de la utilidad medicinal real de las algas marinas frecuentes en nuestras costas.

5. Empleo como fertilizante o mejorador de suelos

El uso de las algas marinas en la agricultura, como fertilizante o mejorador de suelos data desde el tiempo de los romanos. Las algas pardas, rojas y azul-verde (División Cyanophyta) son las principales fuentes de fertilizantes, cuya aplicación con gran éxito ha sido demostrado, en especial en granjas localizadas en áreas costeras, mismas que tienen acceso directo al recurso.

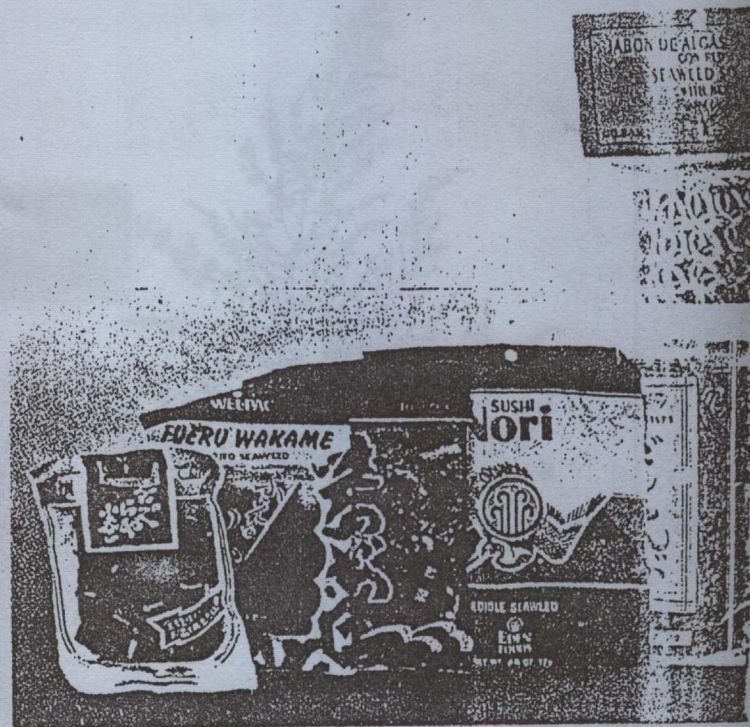
Tradicionalmente, las algas son recolectadas en forma directa de las poblaciones naturales (fijas) o que forman parte del material depositado en la playa (sueltas). Las algas se utilizan como composta (fermentadas), desecadas o como extracto líquido en los cultivos de papa, tomates, remolachas, calabazas, etc., y se ha visto que tienen ciertas ventajas sobre otros abonos comunes, pues impiden la introducción de plagas producidas por hongos, insectos y malezas; aumentan la capacidad de las semillas, su resistencia a las heladas y mejoran las condiciones físicas del suelo, contribuyendo a mantener la humedad edáfica por su alta capacidad hidrosférica.

En Baja California se han llevado a cabo con éxito ensayos experimentales para aprovechar y utilizar ciertas algas pardas—*Egrecia menziesii*, *Macrocystis pyrifera* y *Sargassum muticum*— como fertilizante hortícola, en forma de extracto aplicado sobre cultivos de calabacita (*Cucurbita pepo*). Como resultado de este estudio se detectó que la Compañía Palau Bioquim, S.A. de C.V., ubicada en Saltillo, Coahuila, está produciendo un extracto concentrado, elaborado a base de macro y micro algas marinas (Algaenzims®), especialmente azul-verde (Cianophyta), que son fijadoras de nitrógeno del aire. Este producto se está utilizando con gran éxito en cultivos de maíz, trigo, tomate y papa, entre otros, y se ha estado comercializando en los estados de Coahuila, Sonora, Sinaloa, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz, Chiapas y la zona del Bajío.

CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

Las algas marinas presentes en nuestras costas a lo largo de los océanos Atlántico y Pacífico constituyen un recurso vegetal de gran importancia potencial y de múltiples posibilidades económicas. En la actualidad el mayor interés está dirigido a la explotación y empleo de las especies de importancia industrial, y en menor grado a las de consumo humano o de uso médico.

En la alimentación humana se emplean principalmente las del género *Porphyra*, la cual se expende seca en tiendas de productos naturales, y junto con *Laminaria* y *Ulva* representan las únicas especies de alga marina que se explotan comercialmente para fines alimenticios en México (en áreas cercanas a la ciudad de Ensenada, desde Punta Descanso hasta Punta Baja y



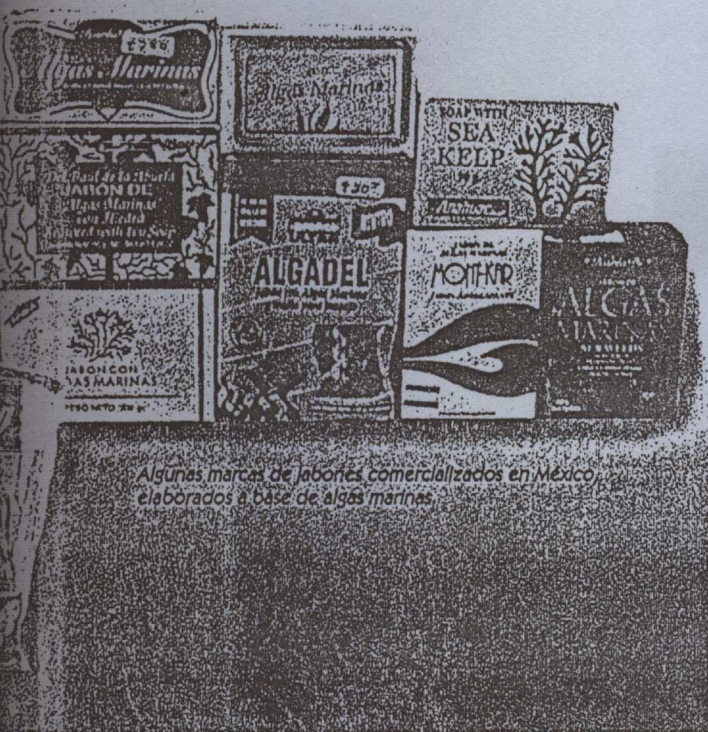
Diversos productos que incluyen algas marinas usadas como alimento humano.

San Felipe, Baja California). Estas algas son consumidas sobre todo por vegetarianos o personas con gustos naturistas y por la comunidad oriental de Mexicali, Baja California.

De las especies de valor industrial, sólo algunas tienen mayor posibilidad de empleo para la obtención de agar, carragenano y alginatos, debido a su relativa abundancia en nuestro litoral y al mayor conocimiento científico acumulado sobre ellas. Entre las especies agarofitas más importantes y abundantes se cuenta con *Gelidium robustum*, *Gelidium coulteri*, *Gracilaria pacifica* y *Gracilariaopsis lemaneiformis*. Actualmente *Gelidium robustum* representa la única agarofita que se industrializa en México, y los registros de cosecha se iniciaron de manera continua a partir de 1955, siendo de 351 630 kg en peso húmedo (58 605 kg peso seco) y manteniéndose durante 29 años en una producción promedio de 5 034 887 kg en peso húmedo (837 161 kg peso seco).

Entre las productoras de carragenano, *Chondracanthus canaliculatus* (= *Gigartina canaliculata*) representa la única especie que se explota actualmente en Baja California, exportándose la producción total sobre todo a los Estados Unidos, mientras *Eucheuma uncinatum*, *Mazzaella splendens* y *Mastocarpus papillatus* ofrecen grandes posibilidades por su relativa abundancia, amplia distribución y calidad del carragenano.

Entre las especies productoras de alginatos, *Macrocystis pyrifera* constituye la única especie que se explota actualmente en



Algunas marcas de jabones comercializados en México elaborados a base de algas marinas.

Baja California; sin embargo, por su abundancia y amplia distribución ofrecen grandes posibilidades *Egregia menziesii*, *Eisenia arborea*, *Laminaria setchellii*, *Pelvetia compressa* y *Sargassum muticum*.

La futura explotación y empleo racional de las algas de nuestras costas será posible sólo cuando se logre acumular suficiente conocimiento científico básico sobre este importante grupo de la biota marina, que nos conduzca a la práctica del maricultivo y al cultivo eficiente de las especies de valor económico-comercial. De este modo, la industria dispondrá en forma permanente de materia prima.

Para llegar a la etapa de uso industrial de las algas marinas es urgente promover nacionalmente, por intermedio de las instituciones correspondientes, planes concretos de investigación que comprendan aspectos como:

- La taxonomía de las especies existentes en nuestras costas
- El conocimiento del ciclo biológico de las mismas
- Las condiciones ecológicas y su distribución geográfica
- Su potencial de cultivo a escala masiva

Es importante desarrollar en forma paralela investigaciones químicas sobre las especies que ofrecen posibilidades de aprovechamiento industrial, así como efectuar una adecuada

prospección algológica en todo el litoral, que nos permita conocer su abundancia, plantear los métodos menos agresivos para la cosecha y con ello establecer estrategias para su buen manejo y administración.

En suma, será necesario que todas las investigaciones referentes a este valioso recurso marino se efectúen en forma coordinada, con la participación integral de diferentes especialistas, y que su realización obedezca a planes definidos y a los requerimientos de un país como el nuestro, que tiende a industrializar sus recursos naturales. ●

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su reconocimiento a la Facultad de Ciencias Marinas, al Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la UABC y a El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), por el apoyo brindado para la realización del presente trabajo.

BIBLIOGRAFIA

1. Aguilar Rosas, R.; L.E. Aguilar Rosas, y J. Espinoza Avalos. "¿A qué llamamos Kelp?," *Revista Divulgare*, 17, 1997, pp. 15-21.
2. Espinoza Avalos, J. "Algas marinas como alimento humano en Latinoamérica y el Caribe", *AvaCient*, 14, 1995, pp. 3-12.
3. Molina Martínez, J. "Notas sobre tres especies de algas marinas: *Macrocystis pyrifera*, *Gelidium robustum* y *Gigartina canaliculata* de interés comercial en la costa occidental de Baja California, México", *Contribuciones biológicas y tecnológico-pesqueras, Doc. Tec. Inf.*, núm. 3, México, 1986, Secretaría de Pesca, INP, CRIP, Ensenada, B.C., pp. 16-39.
4. Oshiro, S.K. *Recetario de comida japonesa*, México, 1990, Editorial Universo, S.A. de C.V., 128 p.
5. Zertuche González, J.A. "Situación actual de la industria de las algas marinas productoras de ficocoloides en México", en J.A. Zertuche González (ed.), *Documento de Campo*, núm. 13, 1994, FAO-AQUILA, pp. 33-37.