

REVISIONES

ALGAS MARINAS CHILENAS PRODUCTORAS DE FICOCOLOIDES

PROF. HECTOR ETCHEVERRY D.

SUMARIO:

1. Introducción.
2. Composición química de las algas.
3. Clasificación de los ficocoloides.
4. Rodofceas productoras de Agar-agar.
5. Feofíceas productoras de algin.
6. Factores que influyen en la composición química de las algas.
7. Recolección de las algas.
8. Recomendaciones.
9. Bibliografía.

1.—INTRODUCCION.

Las numerosas consultas recibidas en Montemar, tanto en relación con el aspecto botánico puro de las algas como con el industrial, me han movido a elaborar este trabajo, que es el primero de una serie en que trataré problemas referentes a las especies útiles, a nuestras posibilidades y recursos algológicos, y a la tecnología química de las algas.

La determinación de la especie es el problema previo que se plantea el industrial en algas, pues debe reconocer en forma precisa, el material a emplear. Es por eso porqué en el presente trabajo doy a conocer de modo especial las descripciones de las algas más características de nuestra flora, susceptibles de ser aprovechadas con fines comerciales.

Completo estos datos que permiten identificar las especies en el terreno, con su distribución geográfica, forma de reproducción y procedimientos más apropiados de recolección. La estricta observancia de estas recomendaciones será el aporte efectivo que los industriales pueden hacer para una explotación racional de nuestras algas en beneficio propio y de la nación.

Como son muchos los productos que hoy se pueden obtener de las algas, y existe cierta anarquía en su nomenclatura, hago una clasificación de ellos, siguiendo las normas dadas por C. K. Tseng, y agregando un breve comentario sobre composición química de las algas.

Finalmente hago algunas consideraciones sobre los factores que determinan la composición química de las algas y que, por lo tanto, influyen en la mayor o menor cantidad de sus constituyentes.

2.—COMPOSICION QUIMICA DE LAS ALGAS.

Veamos ahora, aunque someramente, cuáles son los elementos que constituyen el cuerpo de un alga. Su composición, comparada con la de las plantas terrestres, es mucho más sencilla; encierran, desde luego, alrededor de un 85% de agua; queda un 15% para los demás componentes, que son sales minerales y materias orgánicas.

En las sales figuran los cationes K, Na, Ca, Mg, Fe, y Al (trazas) y los aniones SO^4 , PO^4 , I, Br y CO^2 . La riqueza en sales de las algas, es sensiblemente constante en todas ellas, a pesar de encontrarse en distintos mares con distinta salinidad. Dominan las sales de K y Na, bajo la forma de cloruros y sulfatos. Se encuentra como término medio 30% de K^2O , hecho curioso, ya que en el agua de mar el catión Na es el más abundante. El alga logra realizar mediante el proceso metabólico esta inversión.

Los constituyentes orgánicos se clasifican en solubles e insolubles. Los principales son diversos polímeros de Hidratos de carbono y compuestos nitrogenados.

Las algas rojas, contienen entre los carbohidratos *agar-agar*, *carragenina* e *irodoficina*. Todos ellos tienen la propiedad de formar geles, o sea, dispersiones coloidales. Los usos de estas sustancias se basan en sus propiedades gelificantes, estabilizadoras y espesantes.

El **agar-agar** es un hidrato de carbono unido al ácido sulfúrico, que se define como "éster sulfúrico de un galactano lineal", y que,

en el alga, se presenta como sal de Ca, o una mezcla de sales de Ca y Mg del ácido libre (ác. agarínico).

La **carragenina**, obtenida del *Chondrus crispus* por Stanford y aislada por Schmidt en 1844, se parece al agar ya que es un éster sulfúrico de un hidrato de carbono; difiere de él en que necesita concentraciones más altas para gelificar, 3% o más, y su gel hierve a más baja temperatura, 27° a 30° C para una solución al 3%.

La **Iridoficina** extraída de especies del género *Iridaea* Bory (= *Iridophycus* Setchell et Gardner), es también un galactano, que al hidrolizarse da solamente galactosa; el coloide se presenta in situ, como sal de Na.

Las algas pardas contienen también Hidratos de Carbono, algunos solubles como la **laminarina** (Schmiedberg, 1885) formada por moléculas de glucosa, correspondiente al almidón de las plantas superiores y al glucógeno de los animales. Es de naturaleza coloidal y está constituida por unidades de β y δ glucopiranosas (16 unidades según algunos).

Los compuestos nitrogenados de las algas pardas, están representados principalmente por la **algina** (Stanford, 1883), derivado del ácido poliurónico. En el alga se presenta como la sal de Ca del ácido algínico, soluble en soluciones alcalinas, es de naturaleza coloidal y parecida a la gelatina, pero no gelifica.

En los últimos años han adquirido valor comercial dos nuevos productos de las algas pardas; el **manitol** (Stenhouse, 1884) y la **fucoídina** (Kylin, 1913).

El manitol es un alcohol hexahídrico, $\text{CH}^2\text{OH}-(\text{CHOH})^4-\text{CH}^2\text{OH}$, producto primario de la fotosíntesis, que se diferencia de las otras sustancias por su carácter no coloidal. Se emplea en preparación de resinas, alimentación de diabéticos, explosivos, pinturas, etc.

La fucoídina es también un éster sulfúrico de un polisacárido, similar al agar-agar de las Rodófitas, y cuya fórmula es $(\text{RR}'-\text{OSO}^2-\text{Me})_n$; (Me = Na, K, Ca o Mg), pero que difiere de él, en que es una pentosa.

El manitol y la laminarina forman el 38% del peso seco del alga.

En los cuadros siguientes se aprecia la composición de algunas algas:

COMPOSICION DE ALGUNAS ALGAS MARINAS (Según Besnard).

Alga seca	Sales %	Mat. org. %	N. %	Grasas %	H. de C. %
Macrocystis pryrifera	38,2	61,7	7,4	0,34	14
Iridaea sp.....	31,4	68	17	0,44	11,4

Alga seca	H ² O %	Prot. %	Grasas %	H. de C. %
Porphyra sp.....	15	34	0,65	38
Ulva lactuca	18,68	14	0,04	16

Especie	H ² O %	Cenizas %	H. de C. %	Prot. %	Grasas	Algulosa (celu- losa) %
Durvillaea comercial	25	15	16,24	6,17	Indicios	8,64
antartica desecada	19	19	20,53	7		10,46

Por hidrolisis del agar-agar y del carragen se produce galactosa acompañada de pentosas y posiblemente de glucosa.

Además las algas contienen celulosa (**algulosa**), 10-30%, del peso y ácidos grasos, 1% particularmente (palmítico y oleico).

Los trabajos bioquímicos más recientes de norteamericanos, ingleses y japoneses van dirigidos hacia las substancias proteicas. El término medio de nitrógeno contenido en las algas es de 1,95% en las pardas y 3% en las rojas, llegando en una especie japonesa de *Porphyra* a 35%. El nitrógeno sufre variaciones estacionales como todos los demás constituyentes de las algas.

El cuadro siguiente da a conocer la presencia de varios aminoácidos en las algas.

AMINOACIDOS EN LAS ALGAS.

Grupos	Histidina %	Arginina %	Lisina	Observaciones
Feofíceas.....	1,45 — 7,42	4,42 — 20,11	Pequeña cant.	Igual al cont. en
Rodofíceas....	0,91 — 6,15	3,05 — 9,05	Pequeña	plantas y animales
Clorofíceas ...	1,06 — 1,92	3,41 — 8,11	—	Bajo

Tomado de Chemical Studies on Marine Algae (Bull. of the Fac. of Fish. Hokk. Univ. Vol. 5 N.º 2 (54).

Trabajos norteamericanos del National Institute for Research, en cultivos artificiales de *Chlorella vulgaris* demostraron que pueden obtenerse 8½ toneladas de proteínas de un acre de algas, lo que ha permitido afirmar que las necesidades de proteínas del mundo pueden ser satisfechas en el futuro por las algas.

Las algas rojas y pardas encierran Vitamina A y D en cantidades importantes, lo mismo que Vitamina C (antiescorbútica), más abundante en las algas verdes, y particularmente en el producto crudo.

Todos los complejos vitamínicos de importancia para la nutrición del hombre están presentes en las algas, como puede apreciarse en el cuadro siguiente: tomado de Times Review of Industry, expresados en mgr. por 100 grs. de alga seca.

VITAMINAS EN LAS ALGAS

Grupo	B Caroteno	B ₁	B ₂	B ₁₂	C	E
Feofíceas.....	29 — 190	0,1 — 0,4	0,7 — 1,0	0,007	20—800	1 — 35
Rodofíceas....	12 — 158	0,2 — 0,8	2,3 — 3,7	0,027	30—500	2 — 14
Clorofíceas ...	93 — 406	0,4 — 0,8	2,5	0,035	100— 60	—

El contenido máximo se aprecia en Primavera, Verano y Otoño.

El género *Porphyra* (*P. tenera*) contiene según Y. Hashimoto y T. Sato 13,2-18,6 % de vitamina B₁₂.

Ericson, de Suecia, afirma que las algas contienen la mitad de la vitamina B₁₂ del hígado animal.

Finalmente, numerosas experiencias realizadas en este último tiempo demuestran que es posible extraer antibióticos de las algas, particularmente de las pardas, muchas de los cuales están en vías de aislamiento y caracterización.

Prat y Daniels, han aislado Chlorelina de *Chlorella vulgaris* y de *Ch. pyrenoidosa*.

Numerosas especies de algas revelan propiedades fisiológicas, como por ejemplo, la de concentrar algunos elementos presentes en el agua de mar (elementos radioactivos). Black y Mitchell en Inveresk trabajando en este campo con *F. spiralis* constataron que esta especie contiene 10 mil veces más Titanio que el agua de mar circundante al habitat del alga.

Extractos de especies de Clorofíceas, Feofíceas y Rodofíceas inhiben, in vitro, el crecimiento de bacterias patógenas. Fogg en "The metabolism of Algae" da interesantes informaciones sobre el particular, e incluso propone una clasificación bioquímica, basada en los productos del metabolismo, pues ciertos componentes son característicos de las clases más que de los individuos.

3.—CLASIFICACION DE LOS FICOCOLOIDES.

Me limitaré a dar a conocer la clasificación de los **ficocoloides**, propuesta por el investigador chino Dr. C. K. Tseng, que trabajó largos años en "La Jolla" (California).

El término ficocoloide designa a los coloides de las algas rojas y pardas, capaces de formar sistemas coloidales cuando se dispersan en el agua, y que, como ya se ha dicho, químicamente, son polisacáridos más o menos complejos.

Tseng los agrupa en tres clases:

a) Solubles en el agua y formados por un hidrato de C. unido al ácido sulfúrico (ésteres sulfúricos de un galactano), toman en general el nombre de **agaroides** (agar-agar, carragenina y fucoidina).

b) Solubles en el agua y formados exclusivamente de moléculas de glucosa, como la laminarina. Son hidratos de carbono de reserva y de funciones similares al almidón.

c) Solubles en álcalis y formados por poliurónidos, como la algina; no gelifican y son análogos a la pectina.

Cabe recordar que el agar y la algina son constituyentes de las paredes celulares.

La pared celular en las feofíceas es gelatinosa y consta de una capa interna celulósica y otra externa donde se localizan, la algina y fucoidina, cuya misión sería mantener la impermeabilidad de las paredes celulares o actuar como un cemento destinado a aglomerar las células.

En las Rodofíceas la interna es principalmente de celulosa y la externa de sustancias pécticas, que por ebullición en agua, proporcionan gelosas, como el agar-agar y carragen.

En cambio, la extracción de la algina y fucoidina, requiere una técnica más compleja. En el cuadro que se inserta se presenta la clasificación de los ficocoloides de C. K. Tseng, y las especies chilenas, que los producen.

4.—RODOFICEAS PRODUCTORAS DE AGAR.

Paso ahora a la descripción de las especies chilenas productoras de agar-agar y de otros ficocoloides.

1. *Iridaea laminarioides* Bory, 1827.

Alga de color purpúreo hasta verde amarillento, que seca se torna morada; cuando jóvenes, las frondas se reúnen en penachos, tienen consistencia carnosa, son espatuladas; y presentan un estipe corto, canaliculado y de bordes lisos. Con el desarrollo se hacen oval-lanceoladas y de bordes ondulados.

La planta fructificada presenta una superficie áspera, cargada de cistocarpos y horadada por la caída de los conceptáculos.

Su estructura histológica presenta una capa interna de filamentos entrelazados, que al acercarse a la superficie de la fronda se transforman en filamentos moniliformes, para constituir la capa exterior o cortical.

Soros inmergidos, con tetrásporas crucialmente divididas.

Crece en la zona de las mareas, sobre las rocas y bordes de las pozas; es muy común en la zona de Montemar, de Septiembre a Diciembre, pero se la encuentra desde Arica hasta Magallanes; abundando en la región central y sur.

La mayor parte de los autores y el suscrito están de acuerdo en reconocer como *Iridaea laminarioides*, a la forma juvenil basán-

dome en el material existente en el Museo de Historia Natural de París, por mí observado.

1. *Laminarioides* se emplea en la obtención de **iridotina**. W. Z. Hassid ha encontrado para esta especie 40% de rendimiento.

2. *Chondrus canaliculatus* Grev., 1830.

Esta especie corresponde en nuestra flora algológica a la europea *Chondrus crispus* (L.) Stackhouse, con la que se la confunde generalmente, y de la que se obtiene el **carragen**.

La planta alcanza una altura de 10 cm., se fija por un pequeño disco y está constituida por frondas semejantes, en su aspecto exterior, a las de *Ch crispus*: Son flabelliformes, carnudas, con proliferaciones en los bordes, dicótomas y dispuestas en abanico y reunidas en penachos; su color es purpúreo pasando al oliváceo casi negro por desecación.

Los numerosos cistocarpos se presentan sólo en una de las caras de la fronda, a menudo cerca de los bordes, y son salientes, inmersos y hemisféricos; encierran esporas pequeñas, envueltas, por lo menos su porción basal, por un pericarpio bien definido que es la característica de la especie.

El corte histológico de la fronda muestra las dos capas características del género: una interna formada de celdillas grandes en forma de red y otra externa de filamentos tabicados moniliformes y reunidos por una especie de mucilago.

La especie es común bajo la línea de las mareas, y se la encuentra a lo largo de la costa chilena, siendo más abundante en el litoral norte (Arica-Antofagasta).

Los rendimientos en carragen para esta especie fluctúan entre 20-30%. Las cervecerías utilizan este producto para clarificar la cerveza.

3. *Gracilaria lemaneiformis* (Bory) Weber van Bosse.

Frondas filamentosas, de talo cilíndrico, menos rígida, y no tan ramificada como *Gracilaria lichenoides*, a la que ordinariamente se han referido los ejemplares de esta especie, pese a que su hábito es más de *Gracilaria confervoides*.

Alcanza de 30 a 50 cm. de altura; sus ramificaciones son dicótomicas y el color es casi negro cuando el alga está seca. La estructura microscópica presenta una zona interna de grandes células angulosas uniformes, que se hacen pequeñas hacia la periferia, para formar la corteza.

Cistocarpos pequeños, hemisféricos, subglobosos u ovoides y distribuidos en gran número por las ramificaciones, lo que da a las frondas un aspecto rugoso. En sección presentan una placenta basal y numerosas carpósporas.

La reproducción asexual se hace por tetrásporas, crucialmente divididas, y la sexual, por anteridios y carpogonios.

Los anteridios van dentro de la capa exterior de la corteza y los cistocarpos, que son sésiles, fijos lateralmente. Después de la fecundación originan una forma fija cada año.

Abunda en la región Central de Chile, desde Coquimbo a Chiloé; crece en la zona de las más bajas mareas, en lugares rocosos y fructifica en verano.

Esta especie se emplea en la producción de agar-agar con buenos resultados; aunque su agar no es de la calidad del de *Gelidium*.

4. *Gracilaria confervoides* (L.) Grev., 1830.

Planta extremadamente variable en tamaño, color y hábito. Fronda filamentososa, de talo cilíndrico, con crecimiento irregular, unilateral o dicótomo, las ramificaciones de ancho uniforme, talo derecho de color fluctuante desde el púrpura hasta amarillo.

La planta alcanza 50 cms. de altura y muestra parecido con *Gracilaria lichenoides*.

La estructura histológica, presenta grandes células centrales, que bruscamente cambian de tamaño al pasar a la periferia, es decir, a la epidermis. Cistocarpos hemisféricos.

Vive en la mayoría de los mares cálidos, pero ha sido dada para Chile Austral (Chiloé). Es propia de la zona sublitoral, pero a menudo se la encuentra en los estuarios en fondos fangosos y arenosos.

Todas las especies de *Gracilaria* presentan dos formas: una estéril que alcanza más desarrollo y crece por fragmentación y vegetativamente. Esta forma es libre y el mar la arrastra; la otra es fija y se reproduce sexual y asexualmente; muy escasa.

Sería la forma estéril la de importancia económica y la que se encuentra varada en las playas, por ej. en Tongoy, en grandes cantidades. El crecimiento es rápido, especies en cultivos artificiales después de 15 días pasan de 40 cms. y completan su desarrollo en 2 meses.

En condiciones naturales la salinidad no es un factor limitante del crecimiento, la temperatura sí.

5. *Gelidium lingulatum* J. Ag. 1871.

Talo derecho, aplanado, dicótomo y pinado; las pínulas son alternas y opuestas. Frondas de color púrpura y de bordes denticulados que alcanzan 25 cms. de altura.

La estructura histológica destaca una capa central formada de filamentos hialinos longitudinales que, hacia la periferia, forman un tejido de células estrechas, isodiamétricas; las más externas contienen cromatóforos. Entre las células de la corteza y las de la médula se desarrollan hifas intercelulares.

Los individuos crecen en penachos o masas, conocidas con el nombre de champas por los pescadores.

La reproducción es sexual y asexual, alternándose los dos ciclos. La asexual se efectúa por esporas, originadas en tetrasporangios crucialmente divididos, y la sexual por gametos masculinos, desarrollados en soros elípticos, colocados en el extremo de los ramulillos, y por gametos femeninos, contenidos en carpogonios sésiles que aparecen como manchas lechosas y alargadas en los ramulillos.

Los ensayos hechos en Montemar para la extracción de agar de esta especie dan un término medio de 23% de contenido en la planta seca. Es la planta empleada en la producción de agar-agar por las fábricas del país.

6. *Gigartina Chamissoi* (Mert) Mont. 1839.

Sin. Sphaerococcus Chamissoi Bory.

Alga de frondas reunidas en penacho y de aspecto espinoso y consistencia rígida, de un hermoso color violeta, que se torna café rojizo y hasta verde, por desecación.

Talo cilíndrico en su parte inferior, luego se hace plano y emite ramificaciones dísticas, cargadas de pínulas largas y horizontales en forma de espinas, ensanchadas en la base, atenuada y agudas en el vértice, en las cuales se desarrollan las fructificaciones.

La estructura histológica deja ver una médula de celdillas oblongas, longitudinales y poligonas, reunidas en filamentos anastomosados, que en la periferia se cambian en filamentos moniliformes, soldados entre sí por mucílago.

Tetrásporas en individuos diferentes, crucialmente divididas y con esporas ovoides, anidadas en los bordes de la espinas de los ramos.

Cistocarpos esféricos o hemisféricos alojados en el espesor del talo, el que aparece en estos puntos verrugoso.

Crece en las zonas de las mareas, sobre las rocas más expuestas; es común en el litoral norte, desde Arica a Valparaíso, siendo más abundante en la zona de Arica a Antofagasta.

El rendimiento en agar-agar va desde el 15% al 20%.

7. *Gigartina Chauvinii* J. Ag. 1842.

Sin. Sphaerococcus Chauvinii Bory.

Fronda membranosa, plana, gelatino-cartilaginosa, varias veces pínada y hasta de 70 cms. de largo por 3 a 4 cm. de ancho. Las pínulas emiten de su limbo proliferaciones y de sus bordes, otras pínulas espiniformes, largas y numerosas en las que se desarrollan los conceptáculos.

Hay tal variación entre los ejemplares, que se podrían formar tantas especies o variedades como los que se examina.

Se encuentra desde la región central del Perú, hasta Tierra del Fuego por el Sur. Los peruanos la denominan *uyos*, y la comen en ensaladas y sopas.

8. *Gigartina Lessonii* (Bory) J. Ag., 1851.*

Sin. Sphaerococcus Lessonii (Bory), 1828.

Esta especie es muy similar a las dos anteriores; pero se diferencia de ellas, a primera vista, en el menor ancho de sus frondas, cilíndricas en su base y después comprimidas. Las frondas se ramifican dicotómicamente y llevan pínulas dísticas cortas, linear-lanceoladas y cargadas de espinas en sus bordes. La planta es de color violáceo que pasa a negro por la desecación.

Cuando joven es diferente, del estado adulto, presentando frondas simples y lineares.

5.—FEOFICEAS PRODUCTORAS DE ALGINA.

Las especies susceptibles de producir algina, son nuestras grandes Feofíceas de la zona sub-litoral, pertenecientes a los géneros *Lessonia*, *Macrocystis* y *Durvillaea*. Y que ya comienzan a utilizarse entre nosotros en la producción de ac. algínico.

1. *Durvillaea antarctica* (Chamisso) Hariot, 1892.

Sin. Fucus antarcticus Chamisso.

Durvillaea utilis Bory.

Es una de las feofíceas más grandes de Chile, provista de un potente disco adhesivo circular que fija la planta a las rocas; el

estipe o tronco es cilíndrico o comprimido, variable en longitud, su vértice se dilata en una lámina o fronda cuneiforme en la base, y dividida en el vértice en numerosas prolongaciones acintadas de varios metros de largo que le dan al alga un aspecto muy característico cuando el mar las mueve.

Su estructura es muy particular, recuerda un panal de abejas por la gran cantidad de celdillas que forman el tejido de la fronda y que desempeñan funciones de aerocistos, por llevar gases, que le confieren características de aparato flotador.

Los conceptáculos van anidados en la capa cortical; encierran esporas ovoides que originan una gametófita dioica.

El color de la planta es pardo verdoso obscuro en ejemplares vivos y pardo rojizo en los secos.

Crece en la zona de las rompientes en costas rocosas y expuestas, donde la marejada es muy violenta.

Es de aguas poco profundas, y su límite norte está a la altura de la latitud de Valparaíso (33° S). Se la conoce con el nombre de cochayuyo, y es una de las algas comestibles más conocidas y de mayor consumo en el país, se consume la fronda seca y el estipe fresco al que se da los nombres de ulte, huilte o coyofe.

Su riqueza en algina fluctúa entre 27% y 30%.

El género está representado en Chile por otra especie más pequeña, *D. Harveyi* Hook et Harv., de color casi negro, subantártica, de aguas profundas, de estipe corto y fuerte y frondas anchas y no laciniadas.

2. *Lessonia nigrescens* Bory, 1826.

Alga típica de la flora ficológica chilena, muy abundante a lo largo del territorio, junto con las especies de los géneros *Macrocystis* y *Durvillaea* son las feofíceas más abundantes de Chile.

La planta que de ordinario vemos es la esporófita, que presenta un órgano adhesivo discoidal hasta de 30 cm. de diámetro muy ramificado y provisto en la periferia de graponos o hapterios, con los que adhiere a la roca; sigue un estipe o tallo, derecho de 2 cm. de diámetro en la base y de 40 cm. de largo; éste es cilíndrico en su porción inferior y se comprime paulatinamente hasta pasar al despliegue de las frondas ramificándose varias veces dicotómicamente.

Las frondas duras, planas y lisas, son de forma lineal lanceoladas, carentes de aerocistos y provistas de glándulas en sus bordes.

Cuando frescas presentan color aceitunado; se ponen negras o casi pardas al secarse (de ahí su nombre específico *nigrescens*), y llevan en su porción media inferior numerosas máculas que son fructificaciones productoras de esporas.

Las esporas se desarrollan en esporangios irregulares, son elipsoides y van anidadas entre numerosos paráfisis.

La estructura de esta alga recuerda la de las Laminarias; a la epidermis de células cúbicas, ricas en feoplastos, sigue una corteza de un tejido parenquimático y finalmente la médula de células alargadas que se transforman en hifas.

Esta especie se reproduce sexual y asexualmente, con alternancia de generaciones. Los esporangios maduros dejan salir esporas biflageladas, las cuales al germinar originan pequeños filamentos de sexo distintos (gametófito dioico) sobre la que aparecen los anteridios y oogonios. Los masculinos originan anterozoides de color blanquecino, y los femeninos producen, a su vez, oogonios de cuyas oosferas fecundadas se desarrollará la esporófito, vale decir, la *Lessonia* adulta, que vemos y que es el material industrializable.

Esta especie se encuentra a lo largo de toda la costa chilena formando forestas submarinas desde Arica hasta Tierra del Fuego, en lugares rocosos y en la zona inferior de las mareas. Se la puede ver colgando de las rocas verticales, recordando una cabellera suelta, lo que ha originado, probablemente el nombre "*chascon*", que le dan los pescadores.

Alcanza su máximo desarrollo en las costas abiertas, pero se la encuentra también en los estrechos y bahías.

3. *Macrocystis pyrifera* (L) C. A. Ag., 1820.

Sin. Fucus pyriferus Linnaeus.

Es el alga más grande que se conoce; alcanza casi 200 m. según algunos, y tiene una distribución muy extensa, que va desde el Artico al Antártico, faltando sólo en la zona ecuatorial.

Presenta un disco adhesivo, cónico, muy grande, que llega a alcanzar en algunos ejemplares 1 m. de diámetro, y está provisto de numerosos hapterios ramificados y anastomosados, que fijan la planta a la roca.

El estipe derecho, dicotómicamente ramificado y oculto por los hapterios y las frondas. A lo largo del estipe se encuentra primero las frondas jóvenes y en seguida a intervalos regulares, frondas laterales con aerocistos piriformes, en su base.

Las frondas de color verde aceitunado con rugosidades salientes en el sentido de su longitud, llevan dientes o pestañas bastante largos en los bordes.

Las frondas de la porción inferior del estipe, se mantienen oblicuas a la superficie en tanto que el resto de ellas flota suspendidas por los aerocistos de sus bases.

Esta especie se reproduce sexual y asexualmente con alternancia de generaciones como *L. nigrescens*.

Los soros aparecen en primavera en las frondas basales desprovistas de aerocistos.

DISTRIBUCION. Vive a grandes profundidades en costas rocosas, y llega hasta el paralelo 60° S, y forma un verdadero cinturón más allá de las rompientes.

El crecimiento de las especies de *Macrocystis* es muy rápido; experiencias hechas en Australia dan valores de 3,4 cm. por día para el estipe.

La planta es arrojada a la playa en gran cantidad en regiones como Los Vilos, Quintero, Tongoy, lo que hace suponer la existencia en los alrededores de estos lugares de grandes depósitos o lechos de ella.

Aunque no se han ensayado técnicas especiales de recolección, y sólo se aprovechan las algas arrojadas por el mar, estimo que mediante el empleo de embarcaciones, se puede aumentar considerablemente la cosecha.

Equipos especiales como los usados en Escocia y California, de gran capacidad de recolección fracasarían sin duda en nuestra costa, por la naturaleza rocosa y abrupta de ella.

El crecimiento del alga es relativamente rápido; tarda 12 meses el desarrollo completo y se realiza mediante una zona intercalar que queda entre el estipe y la fronda. La especie es perenne, sin embargo, los renuevos son posibles en las partes basales de las frondas.

Vive, a diferencia de *Lessonia* y *Durvillaea*, en el interior de las bahías, ensenadas y sobre toda clase de fondos, más allá de los 20 m. de profundidad.

La riqueza en algina de esta especie es de 26%, como término medio. El corte debe alcanzar hasta 3 pies bajo la superficie del agua, para permitir la regeneración por un proceso vegetativo.

4. *Macrocystis integrifolia* Bory, 1826.

Esta especie se fija por medio de un rizoma, lo que la diferencia de la especie anterior, hace las veces de órgano adhesivo y es aplinado, rastrero con hapterior laterales. Las frondas son relativamente delgadas, dicotómicas ramificadas, linear ensiformes, lisas y dentadas a lo largo de todo el margen. Los aerocistos son sub-esféricos, y están dispuestos en la porción distal de las frondas.

En Chile la especie austral sería *M. pyriferá*, cuya área de dispersión llegaría hasta Talcahuano, y la especie meridional sería *M. integrifolia* que crece desde Talcahuano hasta Arica, esto lo he podido constatar mediante el examen de los numerosos ejemplares recogidos a lo largo de la costa chilena.

Macrocystis se encuentra a lo largo de toda la costa, especialmente en la región comprendida entre Los Vilos a Talcahuano, que sería la zona más aconsejable para su explotación.

Doy los datos siguientes como información ilustrativa, de lo que representan económicamente las algas. Escocia, con una extensión de 4.250 millas de costa aproximadamente, tiene una riqueza potencial en algas pardas de 10 millones de toneladas, que crecen entre la línea de las bajas mareas y la isóbata de 20 metros. Anualmente podría cosecharse un millón de toneladas.

En 15 países que se ocupan de industrializar algas, la producción anual es de 750.000 toneladas.

El país que encabeza esta producción es Japón, con un término medio de 43.000 toneladas de algas pardas y de 7.000 toneladas de algas rojas, o sea, un total de 50.000 toneladas aproximadamente. Le siguen el Reino Unido y los Estados Unidos.

Japón ha recuperado, después de la segunda guerra mundial, el cetro de la producción de agar-agar, con un total superior 1.590 toneladas de este producto.

Gran Bretaña está elaborando productos químicos de algas rojas y pardas por valor de 800.000 £ anuales.

Para calcular la riqueza algológica de una costa se determina el peso medio de cada ejemplar y luego el número y peso de los ejemplares por m². Para *Macrocystis pyriferá* se da en Estados Unidos 14 kg. por m².

El número de ejemplares de *Lessonia flavicans* en nuestro país es de 3 por m² a 7 m. de profundidad. Para *Lessonia nigrescens*, en Montemar, se ha obtenido un peso de 8 kg. por m².

6.—FACTORES QUE INFLUYEN EN LA COMPOSICION QUIMICA DE LAS ALGAS.

Una explotación intensa de las algas debe considerar que los rendimientos alcanzables dependen de factores tales como:

1.º Variación estacional, por ejemplo, en la cantidad de algina y laminarina. El aumento de algina va acompañado de disminución de laminarina; el máximo de riqueza en algina se tiene en Primavera y el de laminarina, en Otoño, igual que la del manitol.

2.º Los ficocoloides procedentes de las plantas marinas tienen importantes diferencias constitutivas con los productos análogos elaborados por los vegetales terrestres.

3.º Los resultados obtenidos dependen de si la planta está en su período fértil o no; de la parte anatómica del alga empleada en los ensayos (disco adhesivo, estipe, fronda). Con fines industriales se utiliza la totalidad del alga, por lo que los porcentajes industriales son inferiores a los de laboratorio. Las mayores variaciones se observan para la fronda debido a que es en ella donde se localiza el crecimiento.

4.º El peso seco del alga sufre también variaciones estacionales, es mayor en verano y menor en invierno.

5.º La profundidad a que el alga crece y factores tales como habitat, velocidad de corrientes de mareas, absorción de la luz por el agua de mar y naturaleza del sustratum, determinan el crecimiento del alga y su composición química.

6.º A mayor profundidad mayor es la riqueza en fucoidina.

7.º El contenido en sales minerales, expresado en el % de cenizas, aumenta con la profundidad.

8.º La laminarina sólo se halla presente en la fronda y no en el estipe; aparece cuando el crecimiento es lento por falta de principios nutritivos en el agua.

9.º Existe correlación entre la composición química del alga y la del agua de mar, por lo que factores como pH, O² disuelto, salinidad, nitratos, fosfatos, deben ser considerados al determinar la composición química de las especies, igual que algunos factores físicos tales como temperatura, transparencia del agua, etc.

7.—RECOLECCION DE LAS ALGAS.

La recolección de algas en Escocia se hace por medio de máquinas montadas sobre lanchas, que llevan en la proa el dispositivo segador, un sistema de cuchillas curvas que penetran en el agua hasta la profundidad deseada, girando permanentemente para cortar las grandes feofíceas (*Laminarias*, *Fucus*, etc.), que en seguida, se recogen y acumulan en un depósito especial.

El empleo de estas máquinas, requiere aguas tranquilas y costas no rocosas para que el equipo pueda maniobrar libremente; además, una gran diferencia entre la alta y baja marea.

Las algas arrojadas a la playa, que también pueden utilizarse, pierden parte de sus constituyentes solubles por acción de la lluvia, mientras están depositadas en la playa, lo que hace variar los resultados y desmerecer a estas algas.

Conviene que la recolección de las algas se ajuste a los siguientes principios:

1.º Debe hacerse hasta una cierta profundidad porque así, a expensas de las esporas de la zona profunda, se repoblará al año siguiente, la zona superior que ha quedado libre.

2.º Que la siega total es más recomendable en el caso de las algas rojas, que el corte parcial, así se facilita que las esporas encuentren un sitio adecuado donde fijarse y continuar su desarrollo. La siega parcial deja las partes inferiores adheridas a la roca impidiendo que se fijen las nuevas esporas. Hay que dejar ejemplares sin cortar, para asegurar la continuidad de la especie.

3.º Es necesaria una ordenación y vigilancia en la cosecha tanto por las autoridades, como por las empresas, limitando zonas de recolección en unos lugares y estableciendo vedas en otros.

4.º Las algas de cada zona se cortarán cada dos años.

5.º La corta de las *Laminariáceas* (*Lessonia*, *Macrocystis* y *Durvillaea*) se realizará dejando arraigada la parte inferior de la planta (disco adhesivo y comienzo del estipe), para permitir la regeneración.

6.º Las autoridades deben conocer los lugares de recolección, la clase de alga y la cantidad cosechada y los procedimientos usados para ello.

7.º La mejor época para la recolección es el Verano; las algas durante este período son ricas en materias orgánicas.

La industria para poder desarrollarse, debe abordar los problemas siguientes:

1.º Investigación química y el estudio de las variaciones estacionales de los constituyentes de las principales algas de valor económico.

2.º Desarrollo de métodos económicos de recolección, y

3.º Estudio de los recursos, vale decir, de las disponibilidades algológicas del país.

BIBLIOGRAFIA.

1. ALEGRE, D. M. — 1945 — Obtención y aplicaciones del alginato de sodio. Univ. de Chile. Fac. de Química y Farm.
2. ANÓNIMO — 1917 — The Japanese Agar-agar Industry. U. S. Department of the Interior. Fish and Wildlife Service. Fishery Leaflet 263. Chicago.
3. BARON, M. — 1957 — Estudio de la constitución del ficocoloide de la *Iridea Cordata*. (Inst. Técn.) B. Aires.
4. BESNARD, W. — 1948 — Les produits d'origine marine et fluviale. Paris.
5. BLACK, W. A. P. and WALKER, F. T. — 1951 — An investigation of the ecology and chemical constitution of the Phaeophyceae (Scottish Seaw. Res.).
6. BLACK, W. A. P., CORNHILL, W. J. and DEWAR, E. T. — 1952 — The Properties of the Algal Chemicals.
7. BLACK, W. A. P., CORNHILL, W. J., DEWAR, E. T. and WOODWARD, F. N. — 1951 — Manufacture of Algal Chemicals III Isolation of Laminarin from Brown Marine Algae. Journ. of App. Chem. II.
— 1951 — Isolation of manitol from Brown Marine Algae. Journ. of App. Chem.
8. BLACK, W. A. P., DEWAR, E. T. and WOODWARD, F. N. — 1952 — Manufacture of Algal chemicals. IV. Isolation of Fucoidin, from Brown Mar. Algae. Journ. Sc. Food and Agr.
9. BLACK, W. A. P. — 1954 — Constituents of the Marine Algae. Reprinted from the Ann. Reports of the Chem. Soc. Vol. 50.

10. BRASCH BLUHM, M. — 1951 — Valoración de Yodo en algas comestibles chilenas. Univ. de Chile. Fac. de Quim. Farm.
11. BURLEW J. S. — 1953 — Algae culture from laboratory to pilot plant. (Carnegie Institution of Wash., Public. 600. Washington. D. C.
12. CABRERO GÓMEZ, FCO. — 1951 — Estudio de las Algas Marinas españolas desde el punto de vista de su aprovechamiento industrial. Madrid.
13. CAUSEY, N. B., PRYTHERCH, J. P., McCASKILL, J. — 1946 — Influence of environmental Factors upon the growth of *Gracilaria confervoides*. Duke Univ. Press.
14. CHANDA, S. K., HIRST, E. L., PERCIVAL, E. G. V. and ROSS, A. G. — 1952 — The Structure of Alginic Acid. Part II. Journ. of the Chem. Soc.
15. CHAPMAN, V. J. — 1950 — Seaweed and their uses. London.
16. CHILEAN IODINE EDUCATIONAL BUREAU.— 1950 — Iodine and Plant Life. London.
17. CONNELL, J. J., HIRST, E. L. and PERCIVAL, E. G. V. — 1950 — The Constitution of laminarin. Part. I. Journ. of the Chem. Soc.
18. CORPORACIÓN DE VENTAS DE SALITRE Y YODO DE CHILE — — El Yodo y la vida de las plantas.
19. CRIBB, A. B. — 1954 — *Macrocystis pyrifera* (L) Ag. in Tasmanian Waters. Australian Journal of Marine and Freshwater Research. Vol. 5. N.º 1.
20. CUBILLOS M., R. — 1951 — El Agar-agar chileno (Rev. Biol. Mar. Vol. III, N.º 1 y 2).
21. DE LOACH, W. S., WILTON, O. C., McCASKILL, J. — 1946 — *Gracilaria confervoides* as a source of agar. Duke Univ. Press.
22. DEL VAL, JESUS y GARCÍA PINEDA, DOLORES — 1949 — Ensayo de algas marinas industriales. Bol. Inst. Español de Oceanografía. N.º 13.
23. DEL VAL, JESUS y MONTEQUI, DOMINICA — 1951 — Sobre el aislamiento de los componentes glúcidos de las algas pardas. Bol. Inst. Esp. Océanog. N.º 40.
24. ETCHEVERRY D., H. — 1958 — Géneros Algológicos chilenos. I género *Lessonia* Bory (Rev. Biol. Mar. Vol. III, N.º 1 y 2).

25. GARCÍA-PINEDA, DOLORES — 1951 — Efectos del lavado previo en la extracción de componentes útiles de algas pardas. Bol. Inst. Español de Oceanografía. N.º 59.
26. GOLDZVEIG, S. — 1951 — Las algas marinas en la alimentación de los equinos. Tes. Méd. Vet. Univ. de Chile. Santiago.
27. HASSID, W. Z. — 1935 — The isolation of a sodium sulfuric acid ester of galactan from *Iridaea laminarioides* (Rhodophyceae) Journ. Amer. Chem. Soc. 57. 2046-2050.
— 1936 — Carbohydrates in *Iridaea laminarioides* (Rhodophyceae) Plant. Phys. 11: 461-463.
28. HAY, J. M. — 1952 — Harvesting of Brown Sub-litoral Seaweeds. N.º II. The continuous grapnel method. Inst. of Seaweed Res.
29. JACKSON, PH. — 1952 — Harvesting of Brown sublitoral Seaweeds. N.º 1. Assisment of the Problem and Review of Preliminary Experiments. N.º 3. Use of reciprocating cutters. N.º 4. Entrainment of plants. Inst. of Seaw. Research.
30. KIRK, R. E., OTHMER, D. — 1954 — Encyclopedia of Chemical Technology. (Seaweed colloids). pp. 116-125. Vol. 12.
31. LLAÑA, A. H. — 1948 — Algas industriales de Chile. (Rev. Biol. Mar. Vol. I, N.º 2.)
32. LUZZATI, M. — 1957 — Extracción del Ficocoloide de la *Iridea Cordata*. (Inst. Tecnológico). B. Aires.
33. MACFARLANE, C. — 1952 — A survey of certain Seaweeds of commercial importance in South West Nova Scotia. Canadian Journ. of Bot.
34. MANDUJANO, M. A. — 1945 — Un sustituto chileno del carragen "*Chondrus canaliculatus*". Univ. de Chile. Fac. de Quím. y Farm.
35. MARINI, BETTOLO, G. B. e IBÁÑEZ, JUAN — 1948 — Richerche chimiche sulle alge del Cile. Anno XX. Milano.
36. MARSHALL, S. M., NEWTON, L. y ORR, A. P. — 1949 — A study of certain British Seaweeds and their utilization in the preparation of agar.
37. NEWTON, L. — 1951 — Seaweed Utilization.
38. OSORIO TAFALL, B. F. — 1946 — La obtención del agar en Baja California. Rev. Hisp. de ciencias puras y aplicadas. Vol. VII. México.

39. PERCIVAL, E. G. V. and ROSS, A. G. — 1950 — Fucoidin. Part I. The Isolation and Purification of Fucoidin from Brown Seaweeds. Journ. of Chem. Soc.
- 1951 The constitution of laminarin. Part II. Journ. of Chem. Soc.
40. RAPSON, A. M., MOORE, L. B. — 1943 — Seaweed as a Source of Potash in New Zealand (Dept. of Scient. and Ind. Research) New Zealand. Wellington.
41. REYES C., LUIS — 1933 — Análisis y valor alimenticio de las algas chilenas. Univ. de Chile, Facul. de Biol. y Cien. Méd.
42. SAUVAGEAU, CAMILE — 1920 — Utilization des Algues Marines. Paris.
43. SCAGEL, R. G. — 1947 — An investigation on Marine Plants. Report to the Prov. Depart. of Fisheries. N.º 1. Victoria B. C.
44. SOLONI TOURAL, F. G. — 1954 — Ficolocoides de Algas marinas cubanas Centro de Inv. Pesq. Contrib. N.º 4.
45. STANFORD, ED. C. C. — 1881 — On algin. The Journ. of the Soc. of Chem. Ind. Glasgow.
- 1886 Alginic Acid and its compounds. The Journ. of the Soc. of Chem. Ind. Glasgow.
46. STOLOFF, L. S. y LEE, CHARLES F. — 1946 — Agar and other seaweeds gums. United States Dept. of the Interior. Fish and Wildlife Service. Chicago.
- 1948 Strength measurement of agar gels. U. S. Dept. of the Int. Fish and Wildlife S. Wash.
47. STOLOFF, L. S. y LEE, C. F. — 1949 — Studies of Bacteriological Agars. U. S. Fish and Wildlife Service.
48. SUZUKI, N. — 1952 — Studies on the methods for Analyzing the Chemicals Components of Seaweeds. Part I-III. Bull. of the Fac. of Fish. Hokkaido Univ. Vol. 3, N.º 1.
- 1952 Studies on Components of Brown Algae, Bull. of the Fac. of Fish. Hokkaido Univ. Vol. 3, N.º 1.
- 1952 Studies on mechanisms of manufacturing algin. Part I-IV. Bull. of the Fac. Fish. Hokkaido Univ. Vol. 3. N.º 4, 1953, Vol. 4, 1954.
49. TRESSLER, DONALD K. — 1951 — Marine Products of Commerce Caps. 5-6. New York.

50. TSENG, C. K. — 1946 — Phycocolloids: Useful Seaweed Polysaccharides.
— 1945 The Terminology of Seaweed Colloids. Repr. from Science. June 15. Vol. 101. N.° 2633.
51. WALKER, F. T. — 1948 — Sublitoral Seaweed Survey. Part I-II y III. Technical Report. The Scottish S. Research. Ass.
52. WILLIAMS, R. H. — 1945 — Seaweed utilization in South Florida Univ. of Miami.
— 1949 Utilization of Seaweed Resources of the United States. Florida.
— 1950 Florida Seaweeds and their Commercial Use. Florida (Marine Laboratory Univ. of Miami).
53. WOMERSLEY, H. B. S. — 1954 — The species of *Macrocystis* with special reference to those on southern australian coasts. Univ. of Calif. Publ. in Botany. Vol. 27, N.° 2.
54. WOOD, FERGUSON E. J. — 1941 — The harvesting of *Gracilaria confervoides* for agar-agar. (Coun for Sc. and Ind. Research. Vol. 14 N.° 4.
— 1942 Agar-agar Manufacture. Journ. of the Counc. for Sc. and Ind. R. Vol. 15. N.° 4.
— 1946 Agar in Australia. (In Council for Sc. and Ind. Research Bull N.° 203).
55. ZANEVELD, J. S. — 1955 — Economic Marine Algae of Tropical South and East Asia, and their utilization (Ed. J. P. F. C. Secretariat, F. A. O. Regional Office). Special Publication, N.° 3. Bangkok.

A D D E N D A

56. POPOVICI, Z. y ANGELESCU, V. — 1954 — *La Economía del Mar y sus relaciones con la alimentación de la Humanidad*. Tomo I y II. (Inst. Nac. de Inv. Cienc. Nat. Museo Bernardino Rivadavia). Bs. Aires.

