



PROYECTO FUNDARRECIFE-FIAES
PROTECCION, CONSERVACION Y RECUPERACION DE LOS RECURSOS
COSTERO MARINO DE LA ZONA DEL ARRECIFE DE LOS COBANOS



“MONITOREO BIOLOGICO DEL ALGA *Acanthophora spicifera*
EN LA ZONA DEL ARRECIFE DE LOS COBANOS”



TALLER:
ECOLOGÍA MARINA
TEMA: CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA, DISTRIBUCIÓN
E IMPORTANCIA DE LAS ALGAS

LOS CÓBANOS, 7 DE DICIEMBRE DE 2006

INTRODUCCIÓN

Las algas son talófitos (organismos que carecen de raíz, tallo, hojas); tienen clorofila a junto a otros pigmentos acompañantes y carecen de estructuras estériles rodeando a las células reproductoras. Traducido a un lenguaje común, poseen la clorofila presente en todos los seres vivos que fotosintetizan. Hoy las algas son divididas en dos reinos, las algas azul-verdes (Reino Monera) y el resto ellas se ubican en el Reino Protista aunque algunas adquieran gran desarrollo, en cuanto a sus formas y estructuras (algas marinas rojas y pardas). Las algas actúan en el medio en que viven, modificando las propiedades físico químicas del mismo. De ellas depende en gran medida la transparencia o grado de turbidez y el color de las aguas. Su multiplicación exagerada modifica las propiedades tecnológicas del agua e impide muchas veces su uso.

Aunque la mayoría de las algas son unicelulares y microscópicas, algunas de 1 o 2 micrómetros de diámetro (1 micrómetro = 0,001 milímetros), muchas son visibles como el verdín de las charcas, las algas marinas, la marea roja, las manchas verdeazuladas de las paredes de los acuarios, las capas verdes sobre los árboles y la nieve roja. Muchos géneros de algas tienen representantes que viven en simbiosis con hongos y forman los líquenes. (Encarta)

Las algas son habitantes de todos los ambientes, no solo en cuerpos de agua estables sino también en aquellos expuestos a la desecación: sobre rocas desnudas, fuentes termales (en donde soportan altas temperaturas), nieves, glaciares. Es común encontrarlas en lugares con poca luz, a grandes profundidades. Esta capacidad está condicionada por la falta de exigencias y su capacidad de adaptación. Para poder subsistir necesitan una mínima concentración de nutrientes, una débil intensidad luminosa y temperaturas bajas. Cuando se forma un nuevo hábitat las primeras especies que colonizan son algas.

MARCO TEÓRICO

Si bien las algas son organismos poco exigentes y capaces de adaptarse, cada especie tiene requerimientos propios y crecen en biótotos bien determinados, y si en ellos las condiciones se modifican, mueren o desaparecen. Por sus tipos morfológicos tienden a integrar, en algunos casos, comunidades bien definidas. Las formas microscópicas unicelulares o diminutas en suspensión en el agua componen el fitoplancton. Mientras que el bentos es un conjunto de organismos que viven en y sobre el fondo, las algas bentónicas, normalmente son formas unicelulares macroscópicas. El perifiton está compuesto por organismos unicelulares o multicelulares simples, adheridos a un sustrato, vivo o inanimado, por medio de secreciones o estructuras especializadas.

Las algas son responsables de diferentes fenómenos, dependiendo esto del tipo de alga y el medio ambiente en el cual se desarrollan.

Importancia Alimenticia

Un gran número de algas marinas se utilizan como alimento desde tiempos remotos. La bibliografía señala que se consumían algas en China desde 800 años antes de nuestra era, citan el valor nutritivo y las propiedades curativas de algunas de ellas. En la actualidad, son varios los países del sudoeste asiático en los que se conserva este hábito (Japón, Filipinas, Australia, Hawaii, etc.) En Occidente las algas han sido menos aceptadas y son consumidas en determinados países por la población de escasos recursos, tal es el caso de Chile y Perú. En nuestro país el consumo de algas está limitado a un reducido grupo de personas. Se utiliza *Porphyra* (alga roja) en ensalada, tortillas, sobre todo en la Patagonia donde hay una población elevada de residentes chilenos.

En época de los aztecas el lago Texcoco estuvo cubierto por *Spirulina* (alga azul-verde), cuyas "tortas" se utilizaban para alimentación, ocurriendo algo similar a lo que hoy se observa en poblaciones africanas cercanas al lago Chad. Allí se consumen desde tiempos remotos algas entre las que se encuentra *Spirulina* máxima, formando "floraciones" de color verde azulado, que los nativos recogen

y secan al sol, obteniendo tortas que denominan "diche"o "die", base de su alimentación y fuente de proteínas.

Respecto a la composición química de *Spirulina* , tiene un 63-68 % de proteínas y bajos contenidos en grasas, minerales y fibra cruda. Contiene todos los aminoácidos esenciales. Es también rica en vitaminas B 1 ,B 2, , B 5, B 12, biotina, ácido pantoténico, y provitamina A. Los estudios realizados indican que posee un elevado valor biológico y una digestibilidad excelente. Es un excelente suplemento en dietas por su bajo valor calórico.

Un alga común *Duaniella*, presenta un alto contenido en provitamina A, siendo utilizada en Israel y Australia para producción de beta caroteno.

Alrededor de 70 especies de algas pardas son cosechadas, especialmente ciertas especies de los Ordenes Laminariales y Fucales, las cuales se usan ampliamente como fuente directa de alimento. En algunos países no se tiene tradición de consumo de algas marinas en ninguna de sus formas, a pesar de contar con un recurso potencialmente explotable (Dawes, 1986).

Importancia Económica

La aplicación directa de las algas marinas a la agricultura a menudo tiene mas éxito que el uso de fertilizantes químicos, los efectos benéficos se deben probablemente al alginato de las algas pardas, el cual mejora la estructura del suelo, aumenta el humus, y la capacidad de retención de agua del suelo (Dawes, 1986).

Extracción de Agar

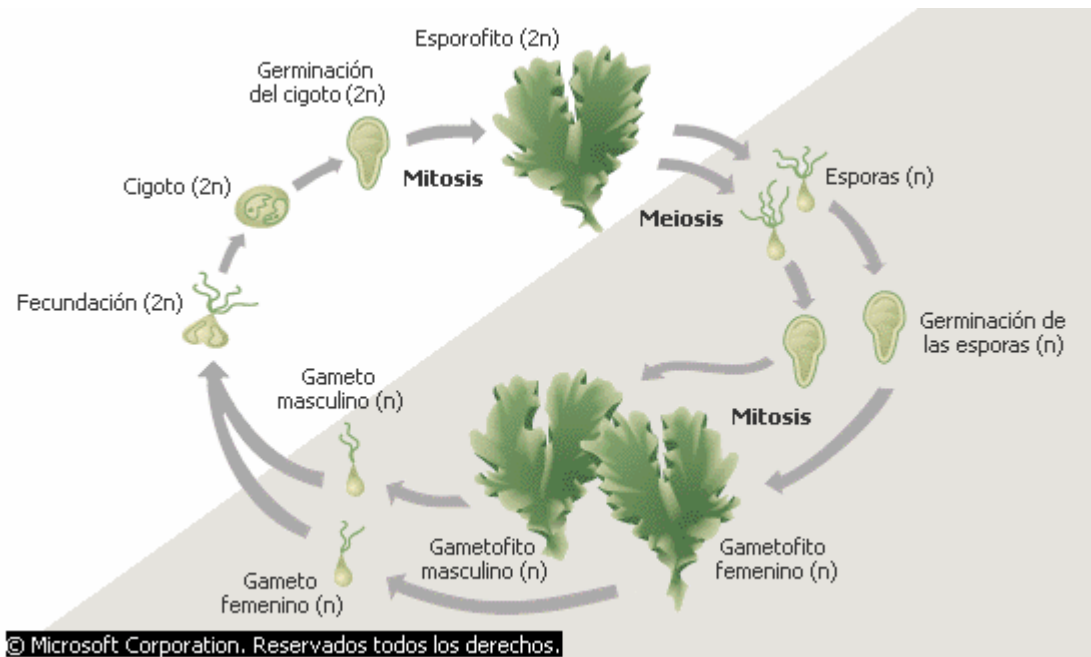
El agar es un hidrocoloide, con gran capacidad para formar geles y se encuentra en algunas algas rojas (*Gelidium*, *Gracilaria* y otras), su utilidad depende de la materia prima de la cual proviene, así como del método de extracción. La carragenina se extrae de las algas rojas, específicamente del orden Gigartinales (Dawes,1986).

Importancia Ecológica

El rol principal de las algas bentónicas en las comunidades naturales es la producción primaria, son importantes en la acumulación de carbón en áreas costeras y cumplen con el rol de caracterizar el agua, constituyéndose en bioindicadores de contaminación y biodegradantes de sustancias tóxicas. En el mar, las algas son las responsables principales de la recirculación de sustancias abióticas utilizando energía solar. De hecho, casi todas las vías de transformación de sustancias inorgánicas en orgánicas en el mar, pasan a través de las algas; de este modo, junto con el pasto marino, los manglares y el fitoplancton, proveen la base sobre la que se constituye la productividad de las comunidades marinas (Marshall, 1991).

Ciclo de Vida

Se presenta como un ejemplo a la lechuga de mar *Ulva sp* crece en rocas y otras superficies en mares poco profundos de todo el mundo. Sigue un esquema reproductivo llamado alternancia de generaciones, según el cual se producen dos generaciones –una que se reproduce sexualmente y otra que se reproduce asexualmente- para completar su ciclo vital.



Aunque los miembros maduros de ambas generaciones parecen iguales al ojo inexperto, diferencias cromosómicas microscópicas distinguen a uno de otro. En este diagrama, la primera generación, que tiene dos juegos completos de cromosomas ($2n$), aparece sobre un fondo blanco, mientras la segunda generación, que sólo tiene un juego de cromosomas (n), aparece sobre un fondo gris. La primera generación, llamada esporofito, se sirve de la reproducción asexual para formar esporas, diminutas células reproductoras que se convierten en individuos maduros llamados gametofitos. Los gametofitos producen gametos, células reproductoras masculinas y femeninas que se fusionan durante la fecundación para producir un cigoto, un organismo con dos juegos completos de cromosomas que se convierte en un esporofito, completando de ese modo el ciclo vital.

Crecimiento Ficológico

Dawes (1986) y Marshall (1991), mencionan que las algas marinas muestran ciclos estacionales bien definidos en su crecimiento y reproducción. Además, que dicha estacionalidad se debe a varios factores físico-químicos que juegan importantes papeles en la formación y continuidad de las comunidades vegetales marinas. Algunos de los más importantes son: fotoperíodo, temperatura, salinidad y pH.

Clasificación Taxonómica

Algas azul-verdes (Div. Cyanophyta- Cyanobacteria- Cyanoprocariota)

Son las algas azules, coloración debida a la presencia de pigmentos accesorios como son las ficobilinas (ficocianina, ficoeritrina), que acompaña a la clorofila a. La sustancia de reserva presente es el glicógeno y existen, además, cianoficina y lípidos. Este grupo de algas ubicadas dentro del Reino Monera constituyen los primeros pobladores del Plantea Tierra.

Son algas ubicuas que se pueden encontrar en diferentes medios, ofrecen condiciones de vida bien diferenciadas. Son poco estrictas en factores tales como temperatura, Ph, salinidad. Estas especies viven tanto en la nieve, en glaciares como en aguas termales (70-80°C), caracterizadas por altos tenores de azufre.

Determinadas especies de estas algas son responsables de "proliferaciones masivas" o "floraciones", las cuales pueden conferir toxicidad a las aguas.

Otras "floraciones" otorgan coloración a las aguas como la de *Oscillatoria rubescens* que forma una capa rojo sangre en lagos de montaña, debido a la ficoeritrina dominante. En el medio marino, *Trichodesmium*, da un tinte rojo a grandes zonas oceánico debido a la proliferación de sus filamentos, tal es el caso en el Mar Rojo.

En la actualidad son junto con las Chlorophyta las algas que ocupan los suelos removidos o quemados, reduciendo el peligro de erosión. En el resto de los suelos, las películas de estas algas (sus mucílagos), además de ligar partículas, retienen la humedad, sin interferir en el drenaje de las aguas. Esto les confiere el apodo de "formadoras de suelos".

El desarrollo de las *Cyanophyta* elevan la cantidad de sustancias nitrogenadas en el suelo. Por ejemplo, *Nostoc commune* aumenta entre un 30 y un 40% el contenido nitrogenado en suelos alcalinos, según se observó en el norte de India.

Algas Rojas (Div. Rhodophyta)

Las algas rojas presentan un color rojo más o menos neto debido a la presencia en su plasto de r-ficoeritrina siempre asociada a una pequeña cantidad de r - ficocianina. El pigmento rojo enmascara a las clorofilas a y d siempre presentes. Su sustancia de reserva es el rodamilon o almidón florídeo.

Son comunes en mares cálidos y solo pocas especies se encuentran en agua dulce (ej. *Compsopogon* que se encuentra presente en aguas dulces de zonas

tropicales y *Batrachospermum*). Sus tamaños varían desde formar macroscópicas a microscópicas, generalmente adheridas a sustratos. Son comunes en mares tropicales pudiendo llegar hasta grandes profundidades (200 metros).

La celulosa está presente en la composición de la pared celular, la cual presenta, en su cara interna, carbohidratos mucilaginosos de los cuales se extrae el agar. Hay especies que presentan calcio en sus paredes externas, tal es el caso de las algas coralinas formadoras de arrecifes de coral.

Los arrecifes de coral se forman en mares tropicales, con temperaturas superiores a los 18°C. Su desarrollo óptimo se da cuando la media anual asciende a 23-25°C. Crecen continuamente y no están formados solo por corales sino también por algas rojas calcáreas, las cuales tienen tanta importancia en el desarrollo de los arrecifes como los corales. Al depender, en parte, el desarrollo del arrecife del proceso fotosintético de las algas rojas, se desarrollan en aguas poco profundas. Del lado expuesto a la acción directa del mar crecen en una franja algas rojas como *Lithothamnion* y *Corallina* estando sometidas a la *Halymenia* acción de las olas. En el lado opuesto crece en gran medida *Corallina*.

Ciertas algas rojas también representan una importante fuente de alimentos entre los pueblos orientales. Asimismo, de algunas de ellas (gelidiaceas y gracilariaceas), se obtiene el agar-agar, que si se extrae del primer grupo de algas es de gran dureza y, si es producido por las segundas, posee gran elasticidad.

El agar es muy empleado en los laboratorios pues, luego de adicionarle soluciones nutritivas, el sustrato se solidifica permitiendo efectuar cultivo de microorganismos. También se utiliza en la alimentación no como producto nutritivo sino como espesante y estabilizador de cremas glaceadas, mayonesas, etc.

Este producto se utiliza además, en la impermeabilización de papel, encolado de papel y cartón, para clarificar líquidos en la industria fotográfica, reemplazando, en parte a la gelatina.

Las algas rojas del grupo de las gigartinas producen el carragenano, que es el tercero en importancia entre los ficocoloides derivados de las algas, además de ciertos agaroides.

Los carragenanos se utilizan en la composición de ciertos medicamentos y en la fabricación de cosméticos.

Algas verdes (Div. Chlorophyta)

Las algas verdes poseen color verde pasto característico, conferido por las clorofilas a y b acompañadas por pigmentos accesorios, reservan almidón. Ocupan los hábitats más variados aguas dulces o salobres y también en las de aguas marinas. Asimismo las hay subaéreas, como es el caso de *Trentepohlia aurea*, que crece sobre rocas, muros viejos, corteza de árboles coloreándolos de naranja debido a la presencia de carotenoides que enmascaran a la clorofila. Comprende un grupo variado de algas con tipos de organizaciones del talo que varían desde unicelulares flageladas o no, agregados celulares (*Hydrodictium*), filamentosos de diversos tipos (formando generalmente masas flotantes como los que se observan en los tanques australianos), láminas, tubos (*Enteromorpha*). Un grupo de algas verdes (Charales) conduce evolutivamente al grupo de las plantas superiores.

Son algas que no revisten demasiada importancia desde el punto de vista económico, si exceptuamos la producción de carotenoides a partir de *Dunaliella* salina. En la actualidad se trabaja con algas verdes y azul verdosas para el tratamiento de aguas residuales en la remoción de fosfatos y nitratos. Algas verdes como *Enteromorpha sp.*, son utilizadas en producción de alimentos para ganado en la Patagonia.

Algas pardas o Café (Div. Phaeophyta)

Las algas pardas contienen clorofila a y c, acompañadas por pigmentos accesorios, como sustancia de reserva: laminarina, manitol y a veces aceites. Sus paredes celulares contienen celulosa y gran cantidad de mucilagos, de los cuales se extrae el ácido algínico y alginatos.

La mayoría son marinas de regiones templadas y polares. Domina en las costas, en la zona intertidal. Algunas de ellas como *Macrocystis pyrifera*, llegan a cubrir extensas áreas, en la costa patagónica argentina, formando los llamados "bosques de macrocistis", cuyos talos pueden alcanzar más de 100 m de longitud. Esta alga "avanzó" sobre el nicho ecológico que ocupaba el alga roja *Gracilaria sp.* al ser ésta sobreexplotada en la región.

Sargassum es un alga macroscópica de vida libre, constituye grandes masas de algas flotantes que se acumulan en regiones de aguas tranquilas, entre los 20-35° de latitud norte frente a las costas africanas constituyendo el Mar de Sargazos.

Las algas pardas suelen ser muy grandes y muchas tienen una variedad de tejidos especializados. El talo está diferenciado en un soporte que se adhiere a un sustrato, denominado de "hapterios" o rizoides, un cauloide o "tallito" (en el cual se diferencian "seudotejidos"). El cauloide suele presentarse vesículas con aire "flotadores". No hay formas unicelulares.

Las algas pardas son junto con las algas rojas las más utilizadas por el hombre, forman parte de la alimentación de muchos pueblos litorales, quienes las utilizan también como abono en terrenos agrícolas. De ellas se extrae, entre otras, una sustancia llamada algina empleada en la industria cosmetológica en la elaboración de cremas de tocador.

El alga *Macrocystis*, abundante en nuestro país, es la productora de ácido algínico y con ella, además, se producen harina de algas. La harina de algas es utilizada en la alimentación animal, es fácilmente asimilable

por aves y ganado, y contiene en su composición sales de las que carecen otros alimentos. Son indispensables para el buen funcionamiento de las glándulas, permitiendo un equilibrio orgánico perfecto.

El ácido algínico tiene poca importancia en la alimentación, donde solo es empleado como espesante, al igual que en la farmacia (por ejemplo, en la formación de alginato de hierro asimilable, para el tratamiento de las anemias). Tiene importancia en la industria de fabricación de plásticos, "rayón" y en complejos con caucho o goma laca.

La fucoidina, mucílago intercelular, es utilizado como anticuagulante al igual que la laminarina. Las faeoficeas juegan un rol importante en la producción industrial de la potasa, la soda y el yodo los contienen en dosis elevadas.

Diatomeas (Div. Bacillariophyta)

Las diatomeas son organismos muy expandios, presentes en diversos habitats, acuático y terrestre capaz de conservar una cierta humedad. Muchas especies son bénticas y se adhieren a rocas y otros sustratos. Entre las especies planctónicas son muchas las sensibles a los cambios físico-químicos del agua, por lo que se convierten en excelentes indicadores del medio en que viven. Son ampliamente utilizadas en el monitoreo biológico de ríos, lagos y lagunas así como para la determinación de las características paleoambientales.

La acumulación de sedimentos fósiles (frústulos silíceos) se conoce como tierra de diatomeas (diatomita, harinas fósiles).

Es utilizada en la fabricación de material plástico, dinamita, filtros de porcelana, dentífricos y otros, y su empleo en el ámbito industrial aumenta día a día. Es un material que una vez procesado es inerte desde el punto de vista químico. Se utiliza como ayuda en el filtrado, como material de relleno en pinturas, barnices y papeles. Es importante en la refinación del azúcar y en la industria de la cerveza. También se agrega en la industria de los vinos como ayuda para el filtrado y con el mismo fin se utiliza en la fabricación de antibióticos.

Son excelentes indicadores biológicos que permiten reconocer el grado de

polución, salinidad, pH. También se reconocen como indicadores estratigráficos en exploraciones petroleras, para la reconstrucción de paleoambientes y en la medicina legal.

Dinoflagelados (Div. Pyrrophyta)

El color rojo de las aguas que tiñó el Río Nilo (Libro del Éxodo) pudo haber sido un crecimiento masivo de dinoflagelados (hemotalasia). El plancton abundante le confiere un color particular al agua; este aumento de la biomasa fitoplanctónica produce una "floración" o "crecimiento masivo de algas ". El estudio revela que la mayor parte de los individuos pertenecen a la misma especie.



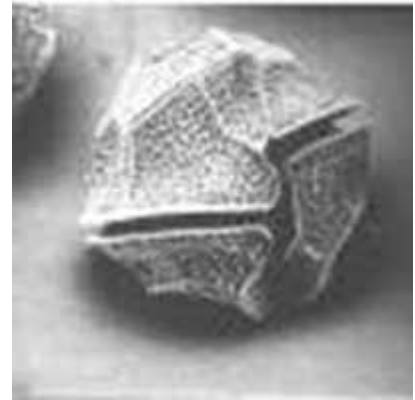
Hay un gran número de especies que producen toxinas que ejercen su acción sobre diversos animales marinos, en especial peces, produciendo alta mortalidad. Las dinofitas son reesponsables de floraciones espectaculares, la mayor parte de ellas, sin consecuencias fatales. Algunas de ellas no producen crecimientos pero son nocivas en pequeñas concentraciones, como *Dinophysis* que contiene toxinas diarreicas. El género *Alexandrium* produce toxinas paralizantes y es responsable del deceso de personas tanto en Chile como en Filipinas. El mismo se concentra en los moluscos y su toxicidad es considerada mayor que la del veneno de la cobra.

Los síntomas son neuromusculares. El veneno actúa sobre centros nerviosos y las placas neurobasales. La muerte sobreviene por asfixia. No se conocen remedios específicos, pero la droga anticurare surte cierto efecto. La toxina es una saxitoxina, bastante estable al calor, la cocción de los moluscos, generalmente poca, influye poco o nada.

Gambierdiscus produce ictiotoxinas específicas de arrecifes de coral. *Pfisteria* es particularmente preocupante en Carolina del Norte ya que libera toxinas que

provocan síntomas similares a la enfermedad de Alzheimer. Muy a menudo se observan problemas dermatológicos con placas rojas y lesiones abiertas en el cuerpo.

Los quistes fósiles son utilizados como indicadores estratigráficos en la reserva petrolera. Ciertas especies marinas presentan un fenómeno de bioluminiscencia (fosforescencia) como la que se da en Puerto Rico con el género Noctiluca. El rol, quizás el más importante, que juegan las algas a nivel mundial, es el de elaborar sus propios alimentos lo mismo que las plantas con flores. La mayoría son acuáticas (de aguas continentales y marinas) y considerando que las $\frac{3}{4}$ partes del planeta están cubiertas por agua, ellas producen el 99% de la fotosíntesis mundial .



Los cultivos de algas tienen un más bajo consumo de agua que los que requieren los cultivos tradicionales. Si uno considera que el agua usada para cultivos algales pueden ser usadas para irrigación, los cultivos algales son más ventajosos.

Las algas que constituyen el fitoplancton son sumamente importantes en el momento de eliminar nutrientes en un cuerpo de agua considerándose en la actualidad uno de los métodos más efectivos para el tratamiento de aguas residuales. Una de las características más importantes para ser utilizadas es su velocidad de crecimiento muy alta (hasta 50 t peso seco/ha. año), sin dejar de lado la capacidad de convertir nutrientes marginales en recursos potencialmente valiosos. Además, el fitoplancton se considera una posible fuente de alimentación humana y animal, así como una fuente de producción de biogas.

Tabla resumen de las divisiones de algas

CLASE	EJEMPLO(S)	NÚMERO DE ESPECIES	CARACTERÍSTICAS
Reino Móneras			
<i>Cyanophyta</i> (Cianobacterias o algas verdeazuladas)	<i>Anabaena</i>	2.000	Las células carecen de núcleo y otras estructuras celulares. Son más comunes en agua dulce, aunque también se encuentran en aguas saladas y en hábitats terrestres, como el suelo, troncos de los árboles o rocas. Algunas sobreviven en ambientes extremos, alcanzando los 73° C. Se reproducen asexualmente.
Reino Protistas			
<i>Chlorophyta</i> (Algas verdes)	<i>Spirogyra,</i> <i>Ulva, Volvox</i>	8.000	Las células contienen clorofila, como las plantas, lo que da a las algas su color verdoso. Viven en lagos y océanos, y en tierra firme en suelos y troncos de los árboles. Se reproducen sexual y asexualmente.
<i>Rhodophyta</i> (Algas rojas)	<i>Palmaria,</i> <i>Polysiphonia</i>	5.100	Muchas especies contienen el pigmento rojo ficoeritrina, que les confiere el color rojizo. Casi todas son marinas. Se reproducen sexual y asexualmente. El carraguín, un espesante que se usa en la fabricación de helados, cosméticos y medicamentos; y el agar, un gel que se utiliza en laboratorios, son productos de interés comercial que se extraen de ciertas algas rojas.
<i>Phaeophyta</i> (Algas pardas)	<i>Nereocystis,</i> <i>Macrocystis</i>	1.500	Algas marinas que se caracterizan por presentar el pigmento fucoxantina.
<i>Chrysophyta</i> (Algas pardodoradas, diatomeas)		21.500	La mayoría son algas unicelulares o coloniales que se caracterizan por presentar el pigmento xantofila, que les confiere una coloración amarillenta o pardusca. Las diatomeas son organismos unicelulares que tienen paredes celulares formadas por sílice.

<p><i>Pyrrophyta</i> (Dinoflagelados o dinófitos)</p>	<p><i>Gonyaulax, Peridinium</i></p>	<p>4.000</p>	<p>Son organismos la mayoría unicelulares con duras placas de celulosa. Muchas especies tienen una ornamentación característica. Algunas especies son fotosintetizadoras; otras se alimentan de organismos diminutos o son parásitas. Se reproducen asexualmente y sexualmente. Algunas especies experimentan una explosión de población, formando una marea roja que puede asfixiar a los peces o producir toxinas que son letales para los seres humanos que comen marisco contaminado. Algunas especies son bioluminiscentes.</p>
---	-------------------------------------	--------------	--

Enciclopedia Microsoft ® Encarta ® 2003. © 1993-2002 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.