

1

Introducción a la botánica sistemática

La Tierra es, entre los planetas que conocemos, el único que hasta ahora posee una amplia gama de organismos vivos de las más variadas clases. El hombre depende de forma directa e indirecta de los organismos vivos, por lo cual estos son objeto de estudio de la biología.

Uno de los primeros objetivos de la biología fue establecer amplias generalizaciones acerca de los organismos vivos, de tal forma que los conocimientos útiles pudieran ser transmitidos de generación en generación. Al principio de la historia del hombre resultaba útil conocer qué animales eran peligrosos, cuáles eran buenos como alimento, qué plantas eran venenosas, etc. Pronto se observó que los organismos vivos tenían ciertas características peculiares mediante las cuales podían ser identificados con facilidad y agrupados dentro de categorías diferenciables.

El perfeccionamiento de este proceso de identificación y agrupación dentro del conocimiento de la diversidad de organismos vivos ha dado lugar a una rama de la biología conocida como sistemática.

Sistemática

La sistemática es la ciencia que enseña la similitud jerárquicamente escalonada de los organismos, o sea, los reduce a un sistema, los ordena y los nombra.

La sistemática es denominada a veces taxonomía, pero la taxonomía es en sentido estricto el estudio de los principios y las prácticas de la clasificación. De esta forma, es solo una parte de la sistemática. Sin embargo, los términos sistemática y taxonomía se usan comúnmente como sinónimo. El término sistemática procede de la palabra griega latinizada *systema*, que fue propuesta por Linné (1735) en su obra *Systema naturae*.

La sistemática, mediante la taxonomía, ordena o clasifica los organismos, pero cuando se nombran interviene la otra parte de la sistemática, que es la nomenclatura.

Objetivo

El objetivo de la sistemática es crear sistemas de clasificación que expresen de la mejor manera posible los diversos grados de similitud entre los organismos vivos. Los sistemas son utilizados en biología para el almacenamiento, el suministro y la transmisión de la información y para posibles predicciones y generalizaciones; deben estar basados en un estudio profundo de las variaciones de los seres vivos, e intentan establecer grupos cuyos miembros posean el mayor número posible de caracteres comunes y muestren de esta forma la mayor similitud. La posibilidad de construir tales sistemas depende, sobre todo, de la evidencia de características diferenciales asociadas en combinaciones precisas entre los diferentes organismos vivos. Si las características varían de uno a otro organismo entonces cada una de ellas así consideradas conduciría a un sistema de agrupación independiente, y no sería posible la ordenación de los grupos basadas en la similitud. Sin embargo, es posible construir grupos sistemáticos basados en correlaciones múltiples de caracteres comunes, que muestren la mayor similitud. Esto se debe en general a que todos los organismos vivos están relacionados entre sí en mayor o menor grado por vías evolutivas descendentes, y son precisamente estas vías las que hacen posible el establecimiento de los grupos sistemáticos fundamentales.



2

Taxonomía y nomenclatura botánica

Dos de los campos más importantes de la sistemática son la clasificación y la nomenclatura. La clasificación es el proceso de establecimiento y definición de los grupos sistemáticos. La nomenclatura es la aplicación de nombres a los grupos así creados.

Taxonomía

La taxonomía es la parte de la sistemática que se encarga de la clasificación de los organismos. El término tiene su origen en dos voces griegas: *taxos* (orden, disposición, clasificación), y *nomos* (ley) y fue propuesto por A. P. De Candolle (1813) para su teoría sobre la clasificación de las plantas.

La taxonomía establece el mejor esquema posible de clasificación en el que tanto las formas conocidas como las que están por descubrirse pueden colocarse en el lugar que le corresponda según sus caracteres y afinidades. Al agruparlas en un sistema, este debe satisfacer las exigencias de exponer las relaciones filogenéticas entre los distintos grupos, y por otra parte ha de responder al fin práctico de sintetizar para que facilite la visión adecuada de la multitud de organismos que de otro modo resultarían poco asequibles a nuestra consideración.

Tipos de clasificaciones

La taxonomía botánica ha experimentado, como necesaria consecuencia de los progresos científicos, un notable proceso evolutivo y por tanto, hay diferentes tipos de clasificaciones.

Las clasificaciones botánicas pueden ser empíricas o racionales. Se llaman *empíricas* cuando obedecen a un plan alfabético o numérico o a cualquier otra circunstancia independientemente de la organización vegetal, y *racionales* cuando están basadas en los caracteres morfológicos o estructurales de los organismos.

Las clasificaciones empíricas están representadas por los abecedarios y catálogos que durante mucho tiempo fueron los únicos medios de que dispusieron los botánicos para su estudio. Las clasificaciones racionales pueden ser usuales, artificiales y naturales.

En las clasificaciones usuales se agrupan las plantas atendiendo a propiedades determinadas; por ejemplo, las plantas según su uso pueden ser maderables, medicinales, e industriales. Las clasificaciones artificiales o sistemas se fundan en caracteres tomados de un solo órgano o de pocos; por ejemplo los sistemas de Tournefort y de Linné. Las clasificaciones naturales intentan reunir las plantas que tengan más semejanza entre sí y aprovechan todos los detalles que puedan proporcionar las distintas partes del vegetal; entre estas clasificaciones están las de Jussieu, De Candolle, y Bentham and Hooker.

El predominio de las teorías evolucionistas en el siglo XIX hizo que las clasificaciones tomaran un nuevo carácter: se hicieron genealógicas, procuraron tener en cuenta el origen y la evolución, o sea, la filogenia de los grupos que se consideren. Estas son las clasificaciones filogenéticas, como ejemplos tenemos las clasificaciones de Eichler-Engler-Diels, J. Hutchinson y A. Takhtajan.

La botánica actual tiende a establecer una clasificación filogenética para presentar de la mejor manera posible el árbol genealógico del mundo vegetal.

Ciencias auxiliares

Los sistemas vegetales o métodos de clasificación de las plantas pueden ser arbitrarios, si solo tratan de agruparlas para facilitar su determinación de manera artificial o pueden tener en cuenta sus afinidades reales y agruparlas de una forma más natural. La sistemática moderna agrupa a los organismos basándose en sus relaciones filogenéticas y para ello se apoya en varias ciencias auxiliares como son: morfología, anatomía, genética, ecología, corología, fitoquímica, palinología, fisiología, paleobotánica, etcétera.

Morfología. Es la ciencia de la forma. La morfología botánica estudia la forma de las plantas. Se divide en morfología general, que comprende el estudio de los diversos órganos vegetales, y en morfología experimental, que se apoya en la experimentación para investigar el origen de las formas vegetales, y ofrecer planes estructurales comunes propios de grupos sistemáticos mayores o menores.

Anatomía. Es la ciencia que estudia la estructura interna de los organismos vegetales. Si se reduce a examinar detalladamente cada una de las partes u órganos adultos del vegetal, y considera su posición, se le llama anatomía descriptiva; si analiza la constitución de los diversos tejidos es histología; si además del estudio de los tejidos investiga la constitución de la célula incluyendo los orgánulos, es citología.

Genética. Es la ciencia que investiga la fisiología de la herencia, al estudiar los mecanismos por los cuales se conserva y transmite la semejanza entre los progenitores y sus descendientes, así como el origen y la significación de las variaciones y los mecanismos por los cuales dichas semejanzas se modifican y transforman. Mediante el cruzamiento y la duplicación del número de cromosomas se ha conseguido repetidamente la formación artificial de poblaciones diploides y con ello se ha logrado copiar uno de los procesos naturales de formación de especies.

Ecología. Es la ciencia que estudia la estructura y función de la naturaleza, o sea, las relaciones de los organismos con el ambiente. Aporta principios y hechos a la teoría general de la evolución, en especial, las influencias ambientales, el papel del aislamiento reproductor, el origen y el mantenimiento de la adaptación a través de la selección natural.

Corología. Es la ciencia de la localización; estudia las leyes por las cuales se rige la distribución de las plantas y los animales sobre la tierra y se divide por tanto en fitogeografía y zoogeografía.

Fitoquímica. Es la ciencia que se encarga del estudio bioquímico en los vegetales.

Palinología. Es la parte de la botánica dedicada al estudio del grano de polen en las plantas superiores, y las micrósporas de las plantas inferiores, y los microcuerpos fósiles. El estudio de las variaciones del grano de polen contribuye en muchos grupos de plantas a aclarar su posición sistemática, sobre todo, en el rango por encima del género.

Fisiología. Es el estudio de los fenómenos vitales de los organismos y en el caso de la fisiología vegetal contribuye en gran medida a la separación de unos grupos vegetales de otros.

Paleobotánica. Es la ciencia que se encarga del estudio de los seres que vivieron en otras eras geológicas y que en la actualidad solo los conocemos por sus fósiles. Esta ciencia es muy necesaria para la ubicación sistemática de los organismos ya que contribuye a esclarecer las relaciones de parentesco.

Contribución con otras ramas de la biología

El objetivo ya planteado de la sistemática alcanza a distintas ciencias como son la zoología, bacteriología, virología y botánica y en cada una de ellas establece los sistemas de clasificación según los intereses en cuestión.

En genética los problemas de evolución experimental tienen profundas raíces en los estudios de especies, variedades, etc., que caen de lleno en el campo de la sistemática.

Los problemas de distribución geográfica no se solucionan sin un estudio sistemático de las especies y sus variaciones. La paleontología y estratigrafía ofrecen problemas cuyas soluciones se basan en estudios sistemáticos.

La fisiología experimental estudia un buen número de especies que poseen determinadas propiedades, por lo cual es de gran utilidad una clasificación acertada de las especies seleccionadas.

La sistemática ha contribuido a las ciencias aplicadas tanto en forma directa como indirecta, así ocurre en la medicina, la agricultura, la conservación y el manejo de recursos naturales.

Bosquejo histórico de las clasificaciones

Las clasificaciones se pueden agrupar convencionalmente para su estudio cronológico en diferentes periodos. Algunos autores consideran cuatro periodos: primitivo, descriptivo, de aceptación de las teorías evolucionista y filogenético; se basan en el tipo de clasificación que predominó en cada uno. Otros autores proponen dos periodos: macromórfico y micromórfico. El primero agrupa a los periodos primitivo y descriptivo y el segundo comprende a los restantes. En este texto se plantean dos periodos: antes de Linné y después de Linné; se toma a este gran naturalista por sus importantes aportes a la sistemática tanto vegetal como animal.

Clasificaciones antes de Linné

Cuando el hombre primitivo comenzó a utilizar las plantas y los animales los clasificó en la práctica por su uso o utilidad, los consideraba beneficios o perjudiciales. Muchas veces los usó con un fin mágico, lo que ha llegado hasta nuestros días por las pinturas rupestres.

Con posterioridad, el hombre observa más a las plantas y a los animales y comienza a describirlos y a ordenarlos teniendo en cuenta sus características; esta es una etapa muy extensa.

En la etapa descriptiva propiamente dicha se trató de ordenar a los seres vivos mediante descripciones. Los asirios se dedicaron a la botánica y a la zoología y en sus textos aparecen listas de plantas y animales dispuestos con cierto orden.

El primero que compiló los conocimientos que tenía la humanidad en relación con los seres vivos fue Aristóteles (384-322 a.n.e.), filósofo griego que nació en Estagira, hijo de médico, quedó huérfano de niño. A los 18 años ingresó en la Academia de Platón en Atenas y permaneció en ella hasta la muerte de su maestro, es decir durante 19 años. Hacia 342 a.n.e. fue llamado a la corte de Filipo de Macedonia para encargarse de la educación de su hijo, el futuro Alejandro Magno, quien entonces contaba 13 años. Al morir Filipo, Aristóteles volvió a Atenas (335 a.n.e.) y fundó una escuela en un lugar consagrado a Apolo Lycius y a las Musas, de ahí su nombre de Liceo, donde reunía a sus discípulos e inició el periodo más fecundo de su vida dedicado a la enseñanza y al estudio. Los escritos aristotélicos pueden considerarse divididos en dos clases, según el auditorio a que estaban destinados, unos eran para el público común y por ello su forma era más didáctica que rigurosa y se les suele llamar escritos exotéricos; los otros que constituyen la casi totalidad de los que nos han llegado, eran lecciones dedicadas a sus discípulos del Liceo. Escribió sobre filosofía, física, política, el alma, y la ética. El estudio de los seres vivos y por tanto del alma humana estaban para él incluidos en la física. Escribió *Historia animalium* que representa el primer estudio de zoología sistemática, el cual se mantuvo vigente hasta la época de Linneo; escribió *De generatione animalium*, y es esta la primera formulación del sistema de generación animal. También escribió *De partibus animalium*, donde estableció las primeras bases de anatomía y fisiología de los animales y en el *De anima*, inició el enfoque de la futura psicología animal. La contribución aristotélica al conocimiento zoológico es la más considerable de la Edad Antigua y prácticamente se conservó inalterada durante toda la Edad Media (fig. 2.1).

Un discípulo de Aristóteles fue Erefius Teofrasto (370-287 a.n.e.). Naturalista y filósofo griego que sustituyó a Aristóteles en la dirección del Liceo. Fiel al maestro en lo esencial, completó de forma notable su lógica y rectificó detalles del sistema, en especial los de investigación empírica. Autor de muchas obras, hoy perdidas, que trataron sobre lógica, botánica, zoología y repertorios de opiniones de la naturaleza y las creencias religiosas. Teofrasto se dedicó a profundizar más en el conocimiento de las plantas para el uso de los médicos (300 a.n.e.) y está considerado como el padre de la botánica, o sea, el primer botánico profesional. Escribió en el año 314 a.n.e. una historia de las plantas que es la obra botánica más antigua que se conoce, donde menciona alrededor de 500 especies divididas en hierbas, arbustos y árboles.

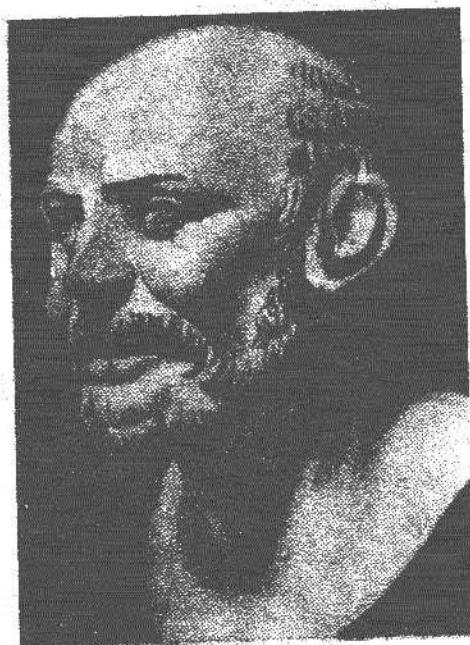
Los griegos Hipócrates de Cos (460-337 a.n.e.) y Demócrito de Abdera (460-370 a.n.e.) incluyeron en sus estudios la descripción de seres vivos, pero solo se conservan fragmentos de los tratados o trabajos de esos autores (fig. 2.2).

Hipócrates de Cos, nacido en la isla de Cos, fue un médico griego al que se le debe gran parte de la fundamentación científica del quehacer médico, la elaboración de los conoci-

mientos acerca de la realidad humana y la enfermedad, y en consecuencia, la separación definitiva de la medicina de las prácticas religiosas; se le llama el padre de la medicina y describió cerca de 200 plantas medicinales.



2.1 Aristóteles (384-322 a.n.e.). Filósofo griego.



2.2 Demócrito de Abdera (460-370 a.n.e.). Filósofo griego cuyos conocimientos solo eran comparables en el mundo antiguo con los de Aristóteles.

Pedanio Dioscórides, médico griego del siglo I de nuestra era, sirvió en el ejército romano, lo que le permitió recorrer muy diversas y alejadas provincias del Imperio; obtuvo de tales viajes una amplia información botánica, expuesta en su obra *De materia medica*, donde se ofrecen descripciones de unas 600 plantas y se explican sus propiedades medicinales, alimenticias y venenosas.

Durante los 1 500 años que siguieron a la ciencia antigua, se produjo un estancamiento en la ciencia; la época escolástica y la iglesia eran un freno al desarrollo de lo nuevo. Con el surgimiento de la burguesía se desarrolla el comercio y hay un avance de la cultura mundial desde Europa mediterránea hacia el interior. Los científicos de la época buscaron en las bibliotecas de los reyes las obras originales y observaron que los conocimientos estaban atrasados y estancados; comprobaron que muchas de las plantas que en dichas obras aparecían no crecían en sus países, sin embargo, las que existían en sus países no estaban descritas; comenzaron a escribir y publicar libros de yerbas dedicados principalmente a intereses medicinales.

Al aumentar el número de plantas descritas hay una mayor necesidad de su ordenamiento y comienzan las publicaciones de diferentes obras que presentan clasificaciones artificiales y clasificaciones naturales; en esta etapa de ordenamiento se destacan algunos científicos.

Konrad Gesner (1516-1565), naturalista suizo (fig. 2.3), demostró en su obra *Opera botanica* que la flor y el fruto proporcionaban los mejores caracteres para la clasificación de las plantas. Este ilustre naturalista fue llamado el Plinio de Alemania, fue también el primero en dar a conocer que algunas plantas poseen caracteres que les son comunes y por los cuales merecen agruparse juntas y separarse de las otras que no los presentan. De esta idea surgió la formación de los géneros y las especies vegetales. Fue autor también de la obra *Historia animalium*.



2.3 Konrad Gesner (1516-1565). Médico, naturalista y filósofo suizo.

Andrea Alfons Caesalpinio (1519-1602) publicó su obra *De plantis libri* que fue un ensayo de clasificación botánica. Distinguió en la flor la parte accesoria de la parte principal; dividió las plantas en árboles y hierbas. Clasificó los árboles según la dirección del embrión en las semillas, y las hierbas, atendiendo al número y el modo de ser de sus semillas y a la disposición de sus flores; dejó un herbario de 786 especies.

Joachin Jungius (1587-1657), nacido en Lübeck, insistió en la necesidad de distinguir en una clasificación metódica los caracteres constantes de los variables. Fue el primero que dividió las hojas en simples y compuestas y que empleó el término *peciolus*. Su libro *De plantis doxoscopia* es el primer ensayo que se ha hecho de un *Genera plantarum*.

Los científicos citados y otros como Gaspar Bauhin, Anton Plukenet, etc., editaron obras ilustradas de muchos tomos; describieron en latín todas las plantas que conocían; para hacer más fácil la memorización de los conocimientos dividían la descripción en dos partes: en una destacaban los caracteres que distinguían a esa planta de otra y en la segunda parte era donde describían más ampliamente las características, las propiedades medicinales y cómo preparar los medicamentos.

Después del descubrimiento de América, la cantidad de viajes marinos hicieron que aumentara el número de plantas a estudiar, pues la zona de la cuenca del Mediterráneo, que fue donde nació la botánica, había sido estudiada.

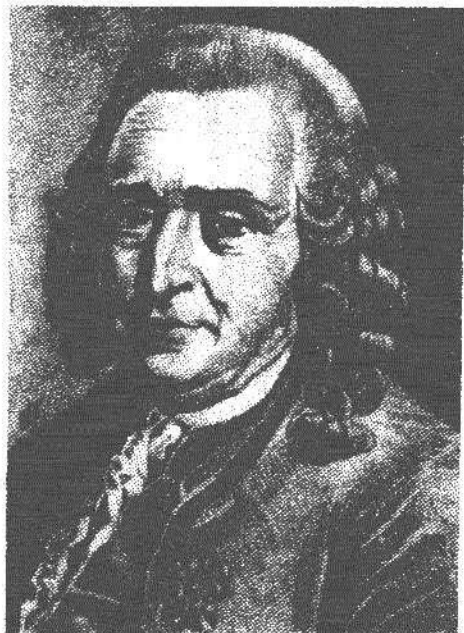
Algunos no se preocupaban por ordenar las plantas y los principios de ordenación no se diferenciaban mucho, pero con el desarrollo de la burguesía y la primera revolución científico-técnica nace la agricultura mundial y la industria de origen vegetal (pinturas, sustancias químicas), lo cual hizo necesario que se facilitaran los conocimientos de las plantas para las poblaciones, pues antes era solo para un reducido grupo que conocía latín, además, era necesario que sin grandes conocimientos se pudiera clasificar una planta, y es entonces cuando nace la botánica moderna que empezó por la formulación de las primeras categorías. Fue Joseph Pitton de Tournefort (1656-1708), un francés profesor de farmacia de la Universidad de Montpellier, el precursor de este movimiento de categorías en la botánica. Él hacía viajes por la zona mediterránea, conocía gran parte de las plantas y tenía a su alcance el Jardín Botánico de Montpellier que era uno de los más viejos del mundo; su clasificación actualmente solo tiene importancia histórica, pero se le reconoce el establecer la categoría de género.

Carl Von Linné (1707-1778), naturalista sueco considerado el padre de la botánica moderna, se le conoce también con el nombre castellanizado de Linneo (fig. 2.4). Desde edad temprana mostró gran afición a la botánica. Estudió la carrera de medicina y se destacó por sus trabajos botánicos y por esto le concedieron un viaje a través de Laponia cuyo resultado fue el libro *Flora lapponica*. Pasó a Holanda donde se graduó de doctor en medicina y luego en Leiden aparecieron los primeros ensayos de su *Systema naturae* (1735) y *Fundamenta botanica* (1736). Se establece en Estocolmo para ejercer su carrera y en 1741 fue nombrado catedrático de medicina en Upsala y luego de botánica e historia natural; en este período tuvo la posibilidad de estudiar, pensar y sistematizar sus conocimientos y realizó los primeros intentos de sistematización universal fundamentalmente con plantas vivas y luego en plantas conservadas (herborizadas).

Se dio cuenta que los caracteres principales de las plantas radicaban en las flores y calificó de sexual su sistema, porque se basa en los órganos reproductores de las fanerógamas; las flores le dieron motivo para la subdivisión de las plantas en las 23 clases primeras y en los órdenes en que estas vuelven a dividirse. El número de los estambres, de los pistilos, sus dimensiones respectivas y las relaciones que se establecen entre unos y otros y con las demás partes florales, así como los caracteres del fruto, son utilizados para establecer un corto número de categorías de fácil reconocimiento, aunque artificiales, ya que reúnen a menudo en un solo grupo, especies totalmente diferentes desde muchos puntos de vista. Además, la colocación de todos los talófitos en una sola clase, la 24ª *Cryptogamia*, no es conveniente porque agrupa las algas, los hongos y las briofitas, también espermatofitas como la higuera cuyo fruto (sicono) no había sido entonces correctamente interpretado.

El nombre de cada planta eran frases de cinco o seis palabras o hasta dos líneas y era muy difícil memorizar dichos nombres, además, en cada país podía tener un nombre diferente la misma especie.

Debido a las dificultades ya citadas, Linné continúa trabajando en ese sentido y tuvo la genial idea de nombrar de forma general a las plantas, traspuso el sistema de nombrar a las personas (apellido y nombre) a su sistema y propuso que tuvieran dos palabras solamente; una tomada del sistema de Tournefort, o sea, el nombre genérico y le puso un epíteto específico para diferenciar una especie de otra del mismo género. Todo lo escribió en latín para que fuera de utilización universal, por ser esta una lengua muerta. Así nació la nomenclatura binaria publicada en su libro *Species plantarum* (1753).



2.4 Carl Von Linné (1707-1778). Naturalista sueco considerado el padre de la botánica moderna.

Fueron muchos los botánicos en contra, pero él tenía la razón ya que eso era una necesidad inminente del desarrollo de la ciencia. De esta forma Linné resume todo un período histórico de la sistemática y facilita los medios para iniciar el siguiente.

Clasificaciones después de Linné

El sistema nomenclatural de Linné provocó una explosión de exploración botánica en todo el mundo y se hicieron muchos estudios regionales. También hubo estados que tenían interés en conocer cuáles eran sus riquezas, no solo en su territorio sino también en sus colonias y se dedicaron a organizar expediciones.

En el área Antillana y del Caribe hubo tres personas que se dedicaron a estudiar las plantas: el sueco Olof Swartz que publicó *Flora indiae occidentalis*, el francés Aublet que publicó cuatro tomos sobre Guyana francesa y el español Conde de Cavanilles que fue el único español conocido en esta época que se interesara en botánica. También puede citarse a Josef Jacquin, austriaco hijo de franceses, que colectó y publicó sobre América.

Entre los que criticaron a Linné estaba Michel Adanson (1727-1806), naturalista y explorador francés que decidió dedicarse al estudio de las flores. Realizó un viaje de cinco años por Senegal durante el cual descubrió la acacia de la goma y el baobab, de los cuales hizo la primera descripción científica. Sus obras más importantes son *Historie naturelle du Senegal* (1757), y *Familles naturelles de plantes* (1763), en las que expuso su teoría opuesta al sistema de Linné.

Otro crítico de Linné fue Antoine Laurent de Jussieu (1748-1836), botánico y médico francés. Continuó el sistema de clasificación botánica iniciado por su tío Bernard de Jussieu. Presentó su obra *Genera plantarum secundum ordines naturales disposita* en 1789.

Tanto Adanson como Jussieu propusieron en sus trabajos otra categoría no contemplada por Linné, o sea, la familia; inauguraron la taxonomía moderna fundada en las afinidades naturales.

En Francia las obras de Linné no fueron muy aceptadas y decidieron hacer sus propias obras; entre los científicos franceses se destaca J.B. Lamarck que escribió la enciclopedia botánica.

Augustin Pyrame De Candolle (1778-1841), botánico suizo que estudió en París (fig. 2.5), en 1808 inició la actividad docente en la Universidad de Montpellier y más tarde se trasladó a Ginebra donde ocupó la cátedra de historia natural y fundó un jardín botánico.

Con su labor científica contribuyó a desarrollar el sistema natural de clasificación iniciado por Jussieu. Su obra más importante es *Podromus systematis naturalis regni vegetabilis*, extensa recopilación de sistemática general en 16 volúmenes, que fue terminada por su hijo Alphonse. En esta obra las agrupaciones se fundan en la forma del embrión, en la posición respectiva de los órganos sexuales entre sí y en la ausencia, presencia o forma de la corola.



2.5 A.P. De Candolle (1778-1841). Botánico suizo, cuyos conceptos de relaciones entre familias de angiospermas se anticiparon a las opiniones modernas.

De Candolle trabajó también con materiales cubanos enviados por José Antonio de la Ossa, primer botánico cubano que clasificó plantas naturales del país y recogió datos que contribuyeron a la escritura de la *Flora habanensis* (1882). De Candolle le dedicó a De la Ossa el género *Ossaza*.

Por más de un siglo después de la publicación de *Species plantarum*, los biólogos en general creían que cada especie había sido creada por separado. El concepto de la evolución orgánica, que rápidamente ganó aceptación científica después de la publicación del monumental trabajo de Charles Darwin, *The origin of species* en 1859, dio a la taxonomía un nuevo significado.

Se destacan en esta etapa G. Benthán (1800-1884) y J.D. Hooker (1817-1911), que publicaron en su *Genera plantarum* (fig. 2.6) siguiendo las orientaciones de la obra de Jussieu. Ellos plantearon llegar hasta el nivel de género porque ya había muchas especies descubiertas. Iniciaron su obra por la sugerencia de Darwin, de hacer una relación de nombres con sus publicaciones para recopilar todo lo publicado y nació así el *Index kewensis*, publicación periódica del Jardín Botánico de Kew, Inglaterra, donde aparecen las especies descritas en ese período, publicación que ha continuado hasta nuestros días cada cuatro años. Se desarrolla también el sistema de Eichler-Engler-Diels que ha servido de base al *Sylabusder pflanzenfamilien* en sus numerosas ediciones.

Las teorías evolucionistas se han perfeccionado y son universalmente aceptadas y aplicadas cada vez más a los sistemas de clasificación.

La clasificación de Jussieu fue revisada en Alemania y Austria por Endlicher, Eichler y finalmente por Adolf Engler (1844-1930) y su asociado A. Prantl. Ellos consideraron que las plantas más primitivas tanto dicotiledóneas como monocotiledóneas eran aquellas que carecían de pétalos o con estos muy pequeños, simples y polinizadas por el viento. Engler (fig. 2.7) y Prantl se basaron en el sistema de Eichler de que en las plantas con flores la ausencia de un perianto es un carácter primitivo y propusieron un sistema filogenético.



2.6 J.D. Hooker (1817-1911).



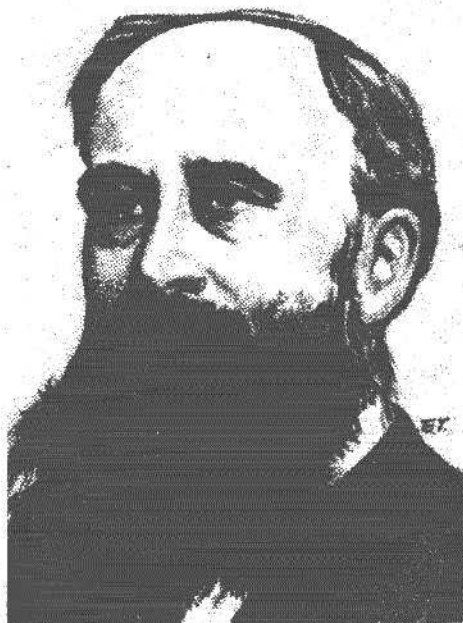
2.7 Adolf Engler (1844-1930). Botánico alemán, autor de un conocido sistema de clasificación.

Las diferencias principales entre los sistemas de Benthán and Hooker y Engler y Prantl están en que los primeros comienzan con familias que tienen flores petalíferas como *Magnoliaceae* mientras que los segundos ponen primero familias sin pétalos, las cuales son polinizadas por el viento.

El primer sistema realmente filogenético fue ideado por Richard Von Wettstein (1901) profesor de la Universidad de Viena y difiere del de Engler y Prantl en los puntos siguientes:

1. Deriva de las monocotiledóneas a *Ranales*.
2. Origen diverso de las dicotiledóneas considerando a muchos grupos primitivos e independientes.
3. Considera a las dialipétalas derivadas primeramente de dos órdenes: *Ranales* y *Euphorbiales*.
4. Admite muchos más casos de reducción de perianto que los sistemas anteriores.

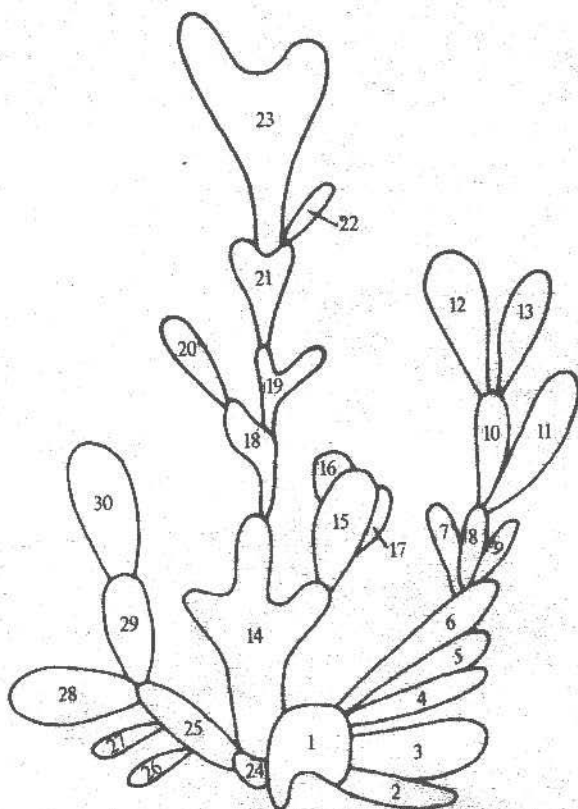
Han sido muchos los sistemas filogenéticos que sucedieron a Wettstein; por ejemplo, Charles E. Bessey (1845-1915), profesor de la Universidad de Nebraska (fig. 2.8), también revisó el sistema de Jussieu y el de Engler y Prantl y tomó los supuestos caracteres primitivos en 28 ó más de las plantas con flores, pero el punto esencial de primitividad, con algunas condiciones, parte de características florales de la primitiva *Ranales*.



2.8 Charles E. Bessey (1845-1915). Botánico norteamericano, autor de un sistema de clasificación muy popular.

Plasmó sus ideas sobre el orden de las plantas con flores y de sus líneas de evolución en un mapa de relaciones de parentesco conocido como *Bessey's cactus*. Este sistema es popular en Norteamérica, se utiliza en escuelas y universidades, pues mediante la interpretación de un simple mapa o carta (fig. 2.9), es fácil de entender el razonable ordenamiento para ilustrar la evolución.

El sistema de Hutchinson es un sistema filogenético basado en la aceptación de que las plantas con sépalos y pétalos asociados con otras características análogas de la flor, son a veces primitivas y más antiguas filogenéticamente que plantas sin sépalos o pétalos: él considera que las partes libres son rasgos primitivos y *connate* o *adnate* son más recientes; el ordenamiento en espiral es más primitivo que el cíclico y numerosos estambres más primitivos que pocos o unidos. También las flores bisexuales preceden a las unisexuales, las monocotiledóneas después que las dicotiledóneas y se considera que se derivan de estas en un estado temprano.



2.9 Mapa de origen y relaciones de parentesco entre los órdenes de las plantas con flores conocido como Bessey's cactus: 1. *Ranales*; 2. *Malvales*; 3. *Geraniales*; 4. *Cutiferales*; 5. *Rhoedales*; 6. *Caryophyllales*; 7. *Ebenales*; 8. *Primulales*; 9. *Ericales*; 10. *Polemoniales*; 11. *Gnetianales*; 12. *Scrophulariales*; 13. *Lamiales*; 14. *Rosales*; 15. *Myrtales*; 16. *Loasales*; 17. *Cactales*; 18. *Celastrales*; 19. *Labellales*; 20. *Sapindales*; 21. *Rubiales*; 22. *Campanulales*; 23. *Asterales*; 24. *Alismatales*; 25. *Lilliales*; 26. *Arales*; 27. *Palmales*; 28. *Graminales*; 29. *Iridales*; 30. *Orchidales*.

Armen Takhtajan (1912), científico soviético, profesor de la Universidad de Leningrado, refleja en su sistema de clasificación en forma dialéctica los conocimientos actuales acerca de las plantas con flores y es este sistema con algunas ligeras variantes en el que se basa la clasificación adoptada para nuestro programa de Botánica Sistemática II.

Al tratar de establecer un sistema natural los científicos materialistas utilizan el método dialéctico del pensamiento; se deben tener presentes las modificaciones que pueden provocar las mutaciones o los cambios cuantitativos que conducen finalmente a cambios cualitativos.

Carácter taxonómico y criterio de clasificación

La esencia de la investigación taxonómica es el análisis del material y la síntesis de los resultados dentro de un sistema de clasificación. Lo primero consiste en buscar y evaluar diferencias, lo segundo, en descubrir semejanzas. En ambos casos nos enfrentamos con ciertos atributos denominados caracteres taxonómicos y que tomamos como criterios de clasificación.

Medios auxiliares para la clasificación

Con el objetivo de la determinación de la especie y de los grupos superiores a esta, se emplean en taxonomía una serie de medios que si bien no siempre muestran las relaciones

filogenéticas de los grupos, sirven para colocar un ejemplar en la categoría a que pertenece. Entre estos medios se encuentran: cuadros sinópticos, claves dicotómicas, esquemas y fotografías.

Los cuadros sinópticos distribuyen las categorías taxonómicas por medio de una serie de llaves, en forma tal que los grupos superiores se subdividen en los distintos grupos.

En las claves dicotómicas los caracteres se toman de dos en dos de modo que se ofrecen dos alternativas; se comienza por los caracteres más generales hasta los más especiales. Estos pares se enlazan por medio de números, letras o signos. Las claves se emplean para la identificación de taxones (especies, géneros, familias etc.). A continuación se muestra un ejemplo de clave.

Clave dicotómica para los géneros de la familia *Ulvaceae*:

1. a) Filamentos en forma de tubos huecos multicelulares *Enteromorpha*
- b) Filamentos multicelulares en forma foliácea 2
2. a) Con una sola capa de células de grosor *Monostroma*
- b) Con dos capas de células de grosor *Ulva*

Categorías taxonómicas

Dentro de un sistema de clasificación se establece una jerarquía de grupos; en esta jerarquía los distintos niveles reciben el nombre de grupos o categorías taxonómicas.

En las distintas clasificaciones vimos como la clasificación biológica está basada en el material de poblaciones y especies, de acuerdo con determinados principios sencillos. La clasificación consiste en la ordenación jerárquica de grupos establecidos (unidades taxonómicas o categorías taxonómicas), los cuales se van incluyendo en otros, cada vez de mayor rango.

Los grupos taxonómicos de cualquier categoría son llamados *taxon* o *taxa* en plural aunque se emplea también *taxones* en español, y la unidad básica de trabajo es la especie.

Las categorías taxonómicas en botánica son: especie, género, familia, orden, clase, división y reino.

Especie (specie). La especie (sp.) es la categoría básica donde se considera a los *taxa* fundamentales formados por individuos que se designan con el mismo nombre científico a causa de los caracteres similares apreciados en ellos. El límite de cada especie no se define, se establece en la práctica por apreciación de caracteres y determinación de la forma tipo a que puede referirse. Hay dos corrientes en cuanto a la definición de la especie. La definición más vieja que viene de los métodos clásicos, o sea, el método comparativo, y plantea que a una especie pertenecen todos los individuos que son idénticos a los caracteres principales de una planta; la botánica moderna no solo hace esta observación sino que quiere explicar por qué hay esta identidad. La otra definición moderna plantea que la especie es un sistema poblacional genético dentro del cual hay un intercambio libre del material genético; los individuos de una población se pueden cruzar entre sí. No todas las poblaciones que queremos nombrar como especies tienen las mismas cualidades; algunas formadas hace millones de años tienen diferencias nitidas con sus parientes, mientras que otras formadas más recientemente todavía no han acumulado suficientes diferencias, y a la vez, otros grupos tienen un potencial de diferencias muy grandes; por ejemplo, las orquídeas. Existen mecanismos de aislamientos (ecológicos, geográficos, genéticos y otros) que hay que encontrarlos y tomarlos en cuenta para determinar la especie. Por todo lo dicho se llega a la conclusión de que no hay una metodología en la definición de especie; hay que definirla dentro del contexto del género.

Género (genus). El género se ha considerado como la agrupación taxonómica que se presenta por lo regular mejor delimitada, debido a su clara concepción desde los inicios de la botánica como ciencia. Se puede definir como grupo de especies con origen común que se diferencia de todos los grupos restantes que no poseen las mismas características.

Familia. La familia es considerada como la más interesante y útil de las categorías taxonómicas en botánica. Fue establecida por Magnol, y la destacó del antiguo *ordo*. Se ha impuesto cada vez más hasta constituir la base o el punto de referencia más usado para desenvolver metódicamente las descripciones. Se define como unidad sistemática que comprende un conjunto de géneros, los cuales tienen en común diversos caracteres importantes.

Orden (ordo). El orden es uno de los grupos que fueron en un inicio usados en taxonomía vegetal, antes de proponerse la familia, a la cual sustituía en gran parte. Se define como la unidad sistemática comprendida entre la clase y la familia y que comprende a un grupo de familias afines.

Clase (classis). La clase es la categoría legendaria de donde toma su nombre el resultado final de toda ordenación causal, la clasificación. Se define como el grupo, comprendido entre el orden y la división. Esta agrupación superior, formada por la reunión de órdenes que muestran rasgos característicos semejantes, presenta la dificultad de poderse determinar en su constitución un orden tipo. No obstante su importancia histórica, la extensión de las clases ha variado con frecuencia y suele dar origen a dubitativas interpretaciones.

División (divissio). La división es la gran categoría en taxonomía vegetal (corresponde a *phylum* en zoología). Es el gran taxon para representar las formas generales de organización vegetal y está formada por la reunión de una o varias clases.

Reino (regnum). El reino constituye la extrema y superior categoría que comprende a todos los taxa establecidos.

De acuerdo con la subordinación consecutiva de los taxa, toda planta debe pertenecer a una especie, toda especie a un género, todo género a una familia, toda familia a un orden, todo orden a una clase, toda clase a una división y toda división a un reino.

Además de las categorías señaladas, se aceptan como categorías intermedias entre la familia y el género a la tribu, y como categorías intercaladas: subreino, subdivisión, etc., como se presenta a continuación:

Reino
Subreino
División
Subdivisión
Clase
Subclase
Orden
Suborden
Familia
Subfamilia
Tribu
Subtribu
Género
Subgénero
Sección
Subsección
Especie
Subespecies
Variedad
Forma
Subforma

Nomenclatura botánica

La palabra nomenclatura significa sistema de nombres y se deriva de dos voces latinas, *nomen* (nombre) y *calare* (profundizar). Su finalidad es dar nombre a los seres vivos de manera que sean estos universalmente aceptados por los naturalistas.

Desde los tiempos en que se comenzó a estudiar a los seres vivos con interés científico, hubo necesidad de denominarlos de forma tal que se les pudiera identificar de manera más o menos permanente por personas de diferentes idiomas. Muchas plantas son conocidas por nombres diferentes en distintos países y aún en un mismo país reciben nombres diferentes según la región; por ejemplo, el marpacífico se conoce en nuestro país con los nombres de Amapola, Hércules, malva China, sangre de Adonis, Cupido y otros; todos estos nombres son llamados nombres vulgares. Con este ejemplo es fácil comprender la necesidad que existía de llegar a un acuerdo en cuanto a los nombres científicos.

Bosquejo histórico

No fue hasta mediados del siglo xvi que se hicieron los primeros ensayos de nomenclatura cuando Konrad Gesner expuso sus ideas para la formación de los géneros y habló de la distinción entre especies y variedades en los animales. A finales del siglo se hizo otro ensayo de importancia por el botánico G. P. de Tournefort, el cual planteó sus ideas semejantes a las de Gesner para aplicarlas a las plantas. Él dio nombre a los géneros y distinguió las especies mediante frases descriptivas en latín. Este sistema fue aceptado en plantas y animales, aunque tenía la dificultad que había que retener frases completas para identificar las especies; por ejemplo, el nombre de un hongo de sombrerito era: *Fungus campestris, albus superne, inferne rubens*.

Como se señaló al referirnos a Linné, este se encontró con el gran problema de dar nombre a sus especies y lo resolvió, como ya se dijo, utilizando dos palabras: el nombre genérico y el epíteto específico. Así nació la nomenclatura binaria o linneana; binaria porque lleva dos palabras, el nombre científico de la especie, y linneana en honor a su autor. Linné la propuso en su obra *Species plantarum* que se vendió por primera vez en la Feria de Primavera de Leipzig en 1753 y por esto el 1^{er} de mayo de ese año se le llama la hora cero de la nomenclatura. Todas las obras anteriores a esta fecha no se toman en cuenta desde el punto de vista nomenclatural, así como tampoco lo que se haya publicado después, y que no siguiera las reglas propuestas por Linné. La nomenclatura binominal de Linné fue generalmente aceptada, pero como no había uniformidad en las reglas que regulaban su aplicación, surgió la necesidad de establecer una reglamentación para la nomenclatura. De esto se ocuparon los congresos internacionales de botánica y zoología.

Aunque Linné publicó su obra en 1753 no fue hasta 1867, cuando tuvo lugar el histórico Congreso Botánico de París, que se contó con el conjunto de leyes que regularían la nomenclatura botánica. Estas reglas se debieron principalmente al genio de A. C. De Candolle.

Son muchos los congresos de botánicos realizados en el siglo xix:

Bruselas (1864)	Amsterdam (1877)
Amsterdam (1865)	París (1878)
Londres (1866)	Leyden (1879)
París (1867)	Bruselas (1880)
San Petersburgo (1869)	Amberes (1881)
Londres (1871)	Gante y París (1883)
Gante y Viena (1873)	San Petersburgo (1884)
Florencia (1874)	Amberes (1885)
Colonia (1875)	París (1889)
Bruselas (1876)	Génova (1892)

En el siglo xx los congresos internacionales de botánica se hacen más espaciados:

I - París (1900)	VIII - París (1954)
II - Viena (1903)	IX - Montreal (1959)
III - París (1910)	X - Edimburgo (1964)
IV - Ithaca, New York (1926)	XI - Seattle (1969)
V - Cambridge (1930)	XII - Leningrado (1974)
VI - Amsterdam (1936)	XIII - Australia (1981)
VII - Estocolmo (1950)	XIV - Berlín Occidental (1986)

Cada congreso distribuye su trabajo en diversas secciones, a la sistemática se le dedica una buena atención. En cada congreso se ha puesto de manifiesto el gran aporte de los botánicos participantes. La participación de los botánicos de los países socialistas ha sido notable y de vital importancia para el avance de esta ciencia. Nuestro país ha estado representado en algunos de los congresos, pero no es hasta después del triunfo de la Revolución que el Estado se preocupa por esta importante actividad.

Desde el Congreso de París de 1867 comenzó a utilizarse el Código Internacional de Nomenclatura Botánica y este se ha perfeccionado en cada congreso.

Código Internacional de Nomenclatura Botánica

El código de nomenclatura no es un simple conglomerado de reglas, sino un conjunto armónico de normas que exige, en primer lugar, una distinción entre sus fundamentos y la sucesión numerada de artículos que constituyen la parte ejecutiva.

El código ha de ser sencillo, claro y preciso para que pueda ser comprendido y aplicado con los conceptos debidamente concatenados para su fácil y correcta interpretación.

El código se basa en dos puntos principales: el método de tipificación y el principio de prioridad.

Método de tipificación

Según los códigos de botánica y bacteriología, la aplicación de nombres está determinada mediante tipos nomenclaturales. La tipificación es el proceso de designación de un tipo nomenclatural. La publicación es el medio por el cual los nombres se incluyen en la nomenclatura biológica; la tipificación es el medio por el cual estos nombres se adjudican a los taxones.

El método de los tipos es un intento de asegurar la máxima estabilidad y certidumbre en la aplicación de los nombres compatibles con los cambios intrínsecos de la clasificación biológica. Un nombre está permanentemente asociado con su tipo.

El tipo (*typus*) de un nombre es el elemento sobre el cual se basa la descripción respectiva en su publicación original, o se considera como si estuviera basada en ese elemento. Es el elemento constitutivo de un taxon, al cual está ligado permanentemente un nombre, bien sea correcto o sinónimo. Es el ejemplar que sirve de punto de referencia para describir una especie; se estableció en 1924 pero ya habían 200 000 nombres publicados y por esto todavía existen problemas con la tipificación. Después del 1ro de julio de 1924, el autor está en la obligación de presentar un ejemplar tipo para que su publicación se tome en cuenta y, además, debe entregarlo herborizado a un herbario grande y público para que lo conserve.

Los códigos reconocen varias clases de tipos de los cuales los más importantes son: holotipo, isotipo, leptotipo, neotipo, paratipo y sintipo.

Holotipo (*holotypus*). Es el tipo designado por el autor y mientras exista, es el que regula la aplicación del nombre correspondiente.

Isotipo (*isotypus*). Cuando se colecta de una nueva especie cinco o seis ramas, una de ellas, la que el colector haya utilizado para describir la nueva especie es el holotipo y las restantes son isotipos, que pueden ir a otros herbarios.

Leptotipo (*lectotypus*). Es un elemento seleccionado subsidiariamente entre los isotipos con el objeto de que sirva como tipo en el caso de que el holotipo haya desaparecido (perdido, destruido, etc.), o que el autor no haya designado holotipo.

Neotipo (*neotypus*). Es un elemento escogido para servir de holotipo cuando se ha perdido o destruido el holotipo, leptotipo o isotipo. Esto se hace cuando hay que determinar un tipo y no se conoce ni siquiera el lugar donde se colectó, entonces el investigador tiene el derecho a seleccionar entre los ejemplares que tiene, el que más se ajuste a la descripción original y se llamará neotipo.

Paratipo (*paratypus*). Cualquiera de los ejemplares que el autor de una especie cita como iguales en la descripción original, sin que formen parte de la misma serie que este.

Sintipo (*sintypus*). Es un ejemplar cualquiera de una serie original cuando el autor no ha elegido concretamente el holotipo.

Principio de prioridad

El segundo principio es el de la prioridad. Si dos o más tipos caen dentro del rango de variación de un taxon, este es conocido por uno o más nombres como tipos se pueden aplicar a este taxon y habrá que tomar alguna decisión para saber por cual de ellos será necesariamente conocido; esta decisión se toma por la prioridad. El principio de prioridad requiere que cuando dos o más nombres se refieran al mismo taxon, el nombre válido de un género o especie es aquel con que primero se le designó, siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes: que dicho nombre haya sido publicado y acompañado de una indicación, definición o descripción en latín y que el autor haya aplicado de forma correcta los principios de la nomenclatura binaria.

El nombre por el cual un taxon es correctamente conocido se denomina nombre correcto, en los códigos de botánica y bacteriología, o nombre válido, en el código de zoología.

Los nombres adjudicados y publicados con posterioridad al nombre correcto pasan a la sinonimia. El nombre para publicarse tiene que ir acompañado de una descripción y si esto no se hace se llama *nomen nulo*.

Prioridad de los nombres

Para el establecimiento de la nomenclatura botánica se ha convenido establecer fechas de partida o inicio, entre ellas tenemos: para plantas vasculares, *Species plantarum* L. (1753); para musgos, *Species muscorum* Hedwig (1801); para muchos hongos, *Synopsis fungorum* Persoon (1801), y para la mayoría de las algas, *Species plantarum* L. (1753).

Cronología de los nombres científicos

Se colocan cronológicamente los nombres a partir de la fecha establecida para la prioridad; a continuación de cada nombre científico se colocan todas las referencias de la publicación de autores que han empleado la misma denominación para la especie.

Propósitos

Los propósitos del código son:

1. Aspirar a la fijeza de los nombres.
2. Evitar o rechazar el empleo de formas y nombres que puedan ser causa de error, ambigüedad o llevar a confusión.
3. Evitar la creación inútil de nombres.
4. Procurar la corrección gramatical y eufonía de los nombres.

Contenido

Las prescripciones del código están constituidas por:

1. Los principios, que son los conceptos básicos en que descansa el código.
2. Las reglas, que son los preceptos concretos y terminantes que rigen la nomenclatura y constituyen la parte esencial del código.
3. Las recomendaciones, que tratan generalmente de puntos secundarios y tienen como finalidad dar mayor uniformidad y claridad; establecen ciertos criterios a seguir pero no determinan obligatoriedad.
4. Las notas, que son explicaciones que se hacen en las reglas para su mejor comprensión y aplicación.
5. Las regulaciones, que son normas necesarias para la debida aplicación de ciertas reglas.

Pronunciación de los nombres científicos

La pronunciación de los nombres científicos es un aspecto importante a tener en cuenta por todos aquellos que de una forma u otra trabajan con organismos a los que se les debe llamar por su nombre científico, y como ya se ha señalado debe ser escrito en latín. El latín por ser una lengua muerta es poco conocida y su pronunciación resulta fácil, pero es preciso que los profesores de botánica tengan un mínimo de conocimientos en relación con la pronunciación de los fonemas más utilizados en los nombres científicos.

Es bueno aclarar que el latín que se usa en la botánica no es el latín clásico sino el latín popular o eclesiástico y, por tanto, a veces no hay coincidencia en cuanto a la pronunciación con la que se enseña en los cursos de latín clásico. Es por esto que en el anexo 1 se presentan algunas reglas de pronunciación del latín popular, que se pueden aplicar en la pronunciación de los nombres científicos de cualquier taxon.

Nomenclatura de los taxones inferiores a la clase

La nomenclatura de los taxa inferiores a la clase se refleja por el método de los tipos nomenclaturales, o sea, la especie tipo dentro de un género es la que da nombre a este y

asi sucesivamente hasta la clase; por ejemplo, el alga verde, *Codium repens*, se clasificaba como sigue:

Especie *C. repens*.

Género *Codium*.

Familia *Codiaceae*.

Orden *Siphonales*.

Al aplicársele el método de los tipos nomenclaturales se ve que el nombre de la familia es correcto, pues a la familia *Codiaceae* le da nombre su género tipo, *Codium*, independientemente de que a esta pertenezcan los géneros *Boodleopsis*, *Avrainvillea*, *Udotea*, *Penicillus* y *Halimeda*.

Al revisar el orden se observa que las familias que lo integran son: *Bryopsidaceae*, *Caulerpacae* y *Codiaceae*; por lo tanto, una de ellas tres debe ser la que le dé el nombre al orden y al no existir ninguna llamada *Siphonaceae* se le propone cambiar el nombre por *Codiales* para que la familia *Codiaceae* funcione como tipo nomenclatural.

Nombre de la especie

Como ya se sabe, el nombre científico de la especie está formado por dos palabras en latín. El nombre genérico viene a ser como el apellido de una persona y el epíteto específico el nombre que la diferencia del resto de sus hermanos. Cuando se lee *Sargassum* se piensa en un grupo de algas pardas, esa palabra representa al género, pero si se lee *Sargassum vulgare* se está especificando que es el sargazo que abunda en la playa y que todos conocemos.

Nombre genérico

Los nombres genéricos son sustantivos o adjetivos sustantivados en singular y escritos con letra inicial mayúscula. Deben formarse con radicales griegas o latinas preferentemente; sin embargo, pueden entrar voces de otros idiomas siempre que se latinicen. Muchos de los nombres genéricos proceden de los primitivos del latín: *Allium*, *Laurus*, *Tilia*, etc. Es necesario aclarar que muchos de los nombres primitivos del latín provenían del griego; por ejemplo, *Cedrus* que proviene del griego *Kedrus*.

Otros nombres genéricos proceden de otros lugares: *Tulipa*, del persa; *Areca* del malabar; *Ginkgo* del chino; *Nelumbo* del cenales, etc. Los nombres de los géneros pueden ser dedicados a determinadas personalidades, y se les da forma femenina: *Magnolia* de Magnol; *Bauhinia* de Bauhine; *Roystonea* de Roy Stone; *Brittonia* de Britton, etc. Otras veces aluden a personas imaginarias o mitológicas: *Nymphaea*, *Persea*, *Dionea*, *Atropa*, *Amaryllis*, *Narcissus*. Pueden proceder de nombres geográficos: *Araucaria*, etcétera.

Epíteto específico

El epíteto específico se escribe con letra inicial minúscula en todos los casos, desde el Congreso de Estocolmo (1950); deben usarse los adjetivos simples o las frases adjetivadas reducidas a una sola palabra: *grandifolia*, *purpureum*, *caudata*, etcétera. Cuando se dedica a una persona se recomienda ponerla en genitivo o en otra forma adjetival: *humboldtiana*, *taylorii*, *acuñai*, *tournefortii*.

Los epítetos específicos tomados de nombres geográficos tendrán las siguientes terminaciones:

1. Si se trata de una nación: *a*, *us*, *ensis*, *um*.
2. Si se trata de una provincia, región geográfica o localidad: *icum*, *ica*, *icus*, *alis*.

No se permite repetir para el epíteto específico el mismo término que tiene el nombre genérico.

El nombre de la especie debe ir seguido, sin interponer marca o puntuación, del apellido del autor entero o abreviado: *Roystonea regia* O. F. Cook.

Cuando una especie se transfiere a otro género distinto de aquel con que fue originalmente publicado, el epíteto debe respetarse, entonces se considera como autor de la nueva combinación, al que lo propone, pero el autor original de la especie puede también ser citado, y se coloca su nombre entre paréntesis: *Terminalia intermedia* (Rich) Urban.

Nombre de la familia

La familia se nombra al adicionarle la terminación *-aceae* al nombre del género tipo: *Liliaceae*, *Rosaceae*.

Nombre del orden

El orden se nombra adicionándole la terminación *-ales* al nombre de la familia tipo: *Liliales*, *Rosales*.

Nomenclatura de los taxones superiores a la clase

Siguiendo la recomendación 16- A del código vigente, los nombres de las taxa superiores deben tomarse de sus características principales y expresarse por medio de palabras de origen griego en plural.

Nombre de la clase

Los nombres de las clases se formarán con las terminaciones *-opsida* (*Magnoliopsida*) para las plantas vasculares, *-phyceae* para las algas y *-mycetes* para los hongos.

Nombre de la división

Los nombres de la divisiones terminarán en *-phyta*, *Chlorophyta*.

Nombre del reino

Para designar al taxon superior único, el reino, se toma en consideración una cualidad dominante y se le adiciona la terminación *-bionta*: *Akaryobionta*, aunque el código no establece normas para este taxon.

Nomenclatura de los taxones inferiores a la especie

La subespecie, la variedad, y la forma se denominan con el nombre de la especie seguido del término propio del taxon, precedido por una palabra, en abreviatura, indicativa del rango: *Silene dioica* subsp. *zeilandica*, *Salix repens* var. *fusca*, *Lochnera rosea* f. *alba* (cuadro 2.1).

Cuadro 2.1

Categorías taxonómicas y sus terminaciones

Taxon	TERMINACIÓN		
	Fungi	Algae	Cormophyta
Reino	- bionta	- bionta	- bionta
División	- mycota	- phyta	- phyta
subdivisión	- mycotina	- phytina	- phytina
Clase	- mycetes	- phyceae	- opsida
Subclase	- mycetidae	- phycidae	- idae
Orden	- ales	- ales	- ales
Suborden	- inae	- inae	- inae
Familia	- aceae	- aceae	- aceae
Subfamilia	- oideae	- oideae	- oideae
Tribu			- eae
Subtribu			- inae

Clasificación adoptada

En la actualidad son muchos los sistemas de clasificación que los sistemáticos proponen y que van desde el tradicional sistema de dos reinos hasta el de cinco reinos o más. Si bien cada día los sistemas tienden a ser cada vez más filogenéticos, todavía ninguno es completo ni perfecto y tienen por lo tanto ventajas y limitaciones.

Este texto adopta el sistema de clasificación de cuatro reinos, propuesto en el Congreso Internacional de Botánica en París (1954) y que es una variante del Sistema de Copeland (1902-1968) tanto en relación con la nomenclatura de los reinos como la ubicación de algunos taxones en uno u otro reino.

Los cuatro reinos son: *Akaryobionta*, *Protobionta*, *Cormobionta* y *Gastrobionta*. *Reino Akaryobionta*. Los representantes de este reino poseen células procariota (bacterias y algas verde-azules).

Reino Protobionta. Los individuos de este reino presentan células eucarióticas, organización vegetativa de estructura taloide (algas, hongos y protozoos).

Reino Cormobionta. Los organismos de este reino tienen células eucarióticas y presencia de cormo (raíz, tallo y hojas). Son las llamadas plantas superiores.

El cuarto reino se estudia en Zoología, pues corresponden al reino *Gastrobionta*, donde quedan incluidos todos los animales.

Ventajas y limitaciones

Este sistema tiene ventajas sobre el de dos reinos ya que aquí se separan organismos que aunque realizan fotosíntesis y tienen nutrición autótrofa, carecen de núcleo organizado, orgánulos, tejidos etc., y que en aquel sistema quedaban ubicados como plantas. Otra ventaja es que en este sistema los hongos y los protozoos se ubican en un reino donde no son plantas ni animales y las plantas verdaderas, aquellas que tienen cormo, se ubican en un reino aparte.

Si lo comparamos con el sistema puro de Copeland, también tiene ventajas, pues Copeland, además de tener otra nomenclatura para los reinos (*Monera-Protoctista-Plantae y Animalia*) excluía a las algas verdes del reino *Protoctista* y las ubicaba como plantas, sin tener en cuenta que hay algas verdes unicelulares y pluricelulares, y es este uno de los problemas del sistema, así como el hecho de agrupar a los hongos como *Protoctistas*.

Si comparamos el sistema adoptado con el de cinco reinos de R. H. Whittaker (1924-1980) (*Monera-Protista-Plantae-Fungi-Animalia*), también le vemos ventajas, como son el tener a las clorofitas tanto unicelulares como pluricelulares en el reino *Protista* y no separadas en dos reinos como lo hace Whittaker.

El sistema adoptado tiene una desventaja como es el caso de los hongos que se incluyen en el reino *Protobionta* cuando en realidad por su organización (plasmodial, quitridial, micelial), sus caracteres bioquímicos, su forma de nutrición (absortiva) y sus variadas formas de reproducción, tienen suficiente valor taxonómico para ser considerados un reino aparte como lo propone Whittaker y lo ratifica Lynn Margulis (1983), el cual ofrece una adaptación muy lógica del sistema de cinco reinos de Whittaker.

Capítulo.- 3 Estudio del Reino Plantae:

Las algas

División Chlorophyta

Caracteres

Los individuos pertenecientes a la división *Chlorophyta* son conocidos vulgarmente como algas verdes. Las algas verdes viven en el agua dulce preferentemente aunque hay especies marinas. Las especies de agua dulce habitan en las charcas temporales más pequeñas así como en ríos y lagos e incluso hay especies que solo viven en aguas de rápida corriente como remolinos y cataratas. También pueden encontrarse en la tierra tanto en los estratos superiores de la superficie del suelo como a cierta profundidad en el subsuelo. Hay especies que habitan en lagos salados cuyo contenido de sal es superior entre 2 y 15 veces el de los océanos; otras se desarrollan en la nieve y producen el fenómeno de la llamada nieve colorada que ocurre en las altas montañas y en zonas polares; hay especies que crecen sobre otros organismos o en el interior de ellos. Tanto es así que hay algas verdes que penetran en la cavidad visceral de los moluscos, taladrando sus conchas; otros crecen adheridos a pequeños animales sin causarles daño. También los hay parásitos y simbios.

Se reconocen aproximadamente 7 000 especies distribuidas en 450 géneros. Sus células son eucariotas uninucleadas o plurinucleadas y con uno o más nucleolos. En algunas, el talo es pluricelular y las hay microscópicas y macroscópicas. En el grupo se pueden encontrar dos tipos de células: las ordinarias y las cenocíticas. Las llamadas células ordinarias son generalmente pequeñas, con citoplasma junto a la pared y trabéculas que unen una parte con otra, entre numerosas vacuolas; a veces existe una porción que contiene el núcleo aislado de las demás partes, pero está unido por dichas trabéculas a las restantes partes del citoplasma; este tipo de célula tiene uno o pocos núcleos con uno o pocos plastidios de formas variadas. La célula cenocítica es de gran tamaño, posee citoplasma parietal que deja una gran vacuola central, tiene muchos núcleos y plastidios; su pared celular está compuesta por dos capas: una de celulosa y otra de pectina; en algunas especies la celulosa puede estar parcialmente sustituida por xilana (calosa) o por una fina capa externa quitinosa. La capa pectíca está impregnada de carbonato cálcico en muchos grupos.

Los pigmentos se encuentran en plastidios de color verde que reciben el nombre de cloroplastos, y son similares a los de las plantas superiores. Los cloroplastos pueden ser únicos o numerosos. Si son muchos suelen ser pequeños, discoidales y probablemente interconectados; en cambio cuando hay uno o dos cloroplastos, suelen tener forma de copa, banda, anillo, espiral, estrella o ser reticulados. Cuando es único es generalmente parietal, pero puede ocupar también una posición axial. Su ultraestructura corresponde a bandas constituidas por seis pares de láminas superpuestas que casi siempre se extienden por todo el cloroplasto. Asociado con el cloroplasto puede estar el pirenoide que en general está atravesado por las laminillas del cloroplasto. En las células móviles se encuentra a un lado del cloroplasto una mancha ocular única.

El color verde característico se debe a la presencia de clorofila a y b. Otros pigmentos existentes son carotenos alfa y beta; xantofilas similares a las de las plantas superiores: luteína, neoxantina, violaxantina y zeaxantina.

Los representantes de esta división son en su mayoría autótrofos, pero existen pocas especies incoloras heterotróficas. Algunas especies fotosintetizadoras son nutricionalmente auxotróficas o mixotróficas. Las sustancias de reserva son: almidón, grasas y aceites. Las clorófitas parecen ser el único tipo de algas en las cuales el pirenoide está rodeado por una concha de granos de almidón, situado en el interior del cloroplasto; aquellas especies que carecen de pirenoides almacenan el almidón en leucoplastos igual que las plantas superiores.

El movimiento es por flagelos en las células móviles; pueden tener dos o cuatro flagelos en posición anterior. Los flagelos son lisos e isocontos. Hay formas móviles e inmóviles unicelulares y forman colonias móviles o inmóviles.

Líneas de evolución

Existen tres líneas principales de evolución que se distinguen claramente, estas son: línea volvocina, línea tetrasporina y línea sifonada (fig. 4.10).

Línea volvocina

El alga verde más sencilla desde el punto de vista vegetativo que puede ejemplificarse con las especies unicelulares y móviles es *Chlamydomonas*. Esta alga es representativa del grupo primitivo a partir del cual se cree que han evolucionado todos los demás grupos de algas verdes.

Chlamydomonas es una célula móvil biflagelada, pero que en ciertas condiciones puede pasar a un estado inmóvil, rodearse de una matriz mucilaginosa y dividirse vegetativamente hasta formar una masa densa y amorfa, el estado palmeloide. En este estado las células nunca presentan organización, ni interconexión entre ellas, ni tampoco una disposición definida en dichos agregados.

En la línea volvocina ejemplificada por el orden *Volvocales*, una serie de formas coloniales han evolucionado partiendo del tipo *Chlamydomonas*. En las formas coloniales cada célula de colonia es típicamente parecida a una célula móvil vegetativa de *Chlamydomonas*. A medida que se divide, las células hijas, cuyo número es constante para la especie, quedan orientadas de una forma definida y se mantienen unidas entre sí mediante una matriz mucilaginosa común, llamada cenobio. En las formas más sencillas cada célula de la colonia es parecida y tienen potencialidad reproductora.

En los tipos más avanzados, ciertas células o grupos de ellas, permanecen de forma vegetativa, mientras que otras se diferencian y especializan en la reproducción. De aquí que en las series volvocinas exista una tendencia evolutiva hacia un incremento gradual en el número de células de la colonia con una tendencia hacia una cierta división de funciones.

En *Gonium* se produce una colonia de 4, 8, 16 o 32 células, según la especie, en forma de placa plana, en la que todas las células son reproductoras.

En *Pandorina* se forma una colonia esférica o elipsoidal de 8, 16 o 32 células dispuestas de forma apretada.

En *Eudorina* se forma una colonia esférica de 16, 32 o 64 células ligeramente separadas; en algunas especies la línea frontal de células se mantiene vegetativa y las demás se convierten en reproductoras.

Pleodorina, algunas veces no admitida como género distinto de *Eudorina*, es también una colonia esférica de 32, 64 o 68 células, en las cuales solo las células más pequeñas son vegetativas y las mayores son reproductoras.

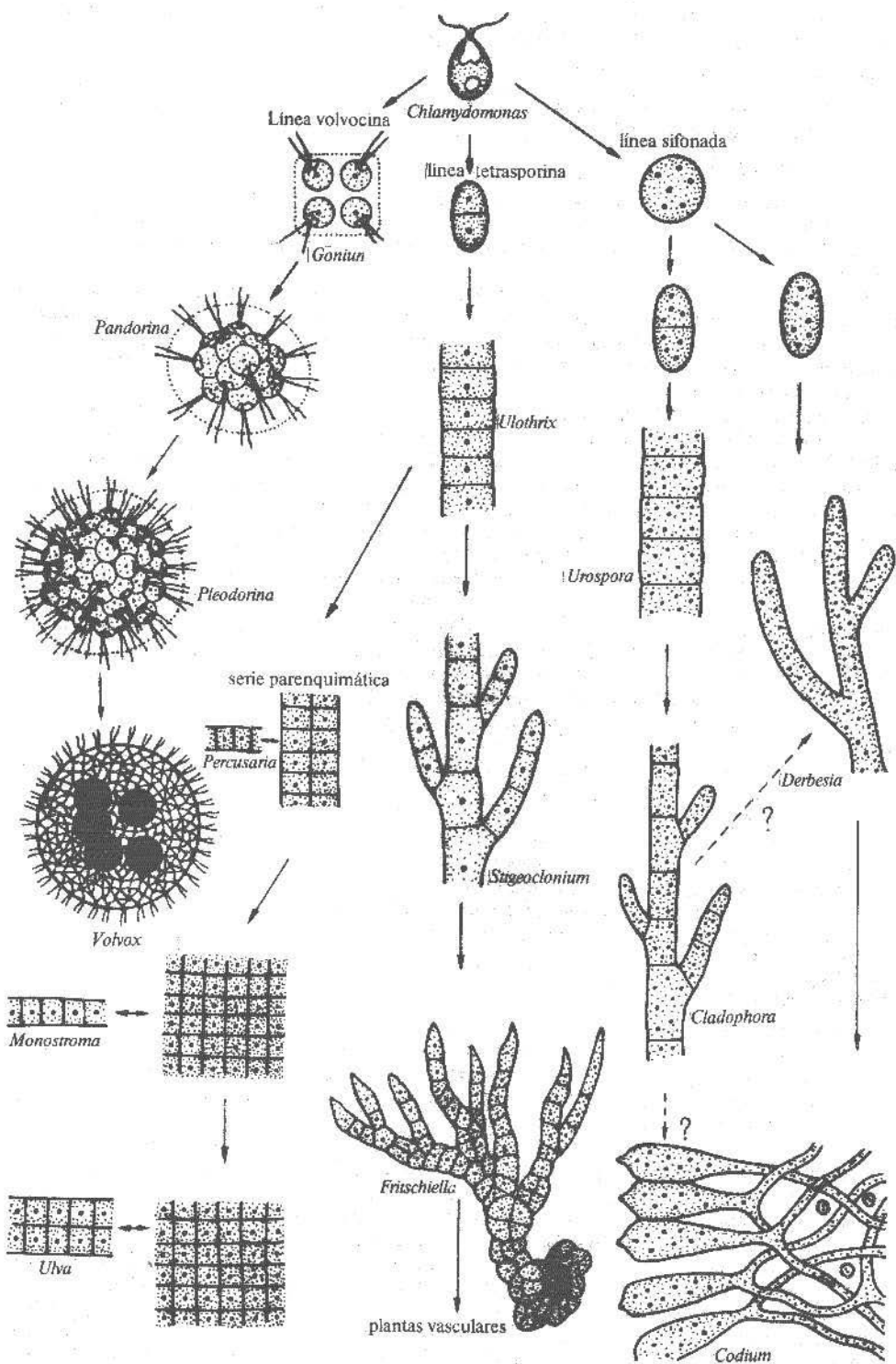
El último eslabón de esta línea de evolución es *Volvox*, donde de 500 a 50 000 células constituyen un individuo hueco con solo unas pocas células reproductoras distribuidas en él.

Línea tetrasporina

A partir del prototipo palmeloide de una célula clamidomonadina, existen series de formas en la línea tetrasporina que van desde el tipo inmóvil y unicelular al tipo con talos pluricelulares más complejos. En ellos se producen células móviles pero solo durante la fase reproductora. En esta línea de evolución existen posibilidades ilimitadas, en contraste con la línea volvocina.

Esta línea se caracteriza por tener sus células uninucleadas. La célula vegetativa es inmóvil, está ejemplificada por *Chlorococcum*. En este género se produce una división repetida de células en fase vegetativa que conduce a la formación de una gran colonia microscópica de células indiferenciadas, como las de *Tetraspora*.

Una serie más ordenada de divisiones vegetativas conduce a la colonia filamentosas. Si una célula inmóvil se divide y las células procedentes de esta división continúan dividiéndose en el mismo plano, se origina un filamento uniseriado simple de células como en *Ulothrix*. Este es un tipo sencillo de división celular intercalar. Si además de estas divisiones regulares del tipo básico uniseriado, se producen algunas divisiones ocasionales según un segundo plano, se originan primordios de ramificaciones. Esto conduce al tipo de talo uniseriado y ramificado como el de *Stigeoclonium*.



4.10 Líneas de evolución en las clorofitas.

En la reproducción por esporas se forman acinetos, zoósporas, aplanósporas y autosporas.

En la reproducción gamética están representadas las tres formas posibles: isogamia, anisogamia y oogamia.

Sin embargo, si en cada una de las células de un eje primario uniseriado, no ramificado, se divide una vez en un segundo plano, se origina un talo biseriado comparable al de *Peracusaria*. Y si además las divisiones según un segundo plano se producen repetidamente, es fácil comprender cómo puede originarse el talo típicamente monostromático de *Monostroma*.

Si las células se dividen de forma regular, pero solo una vez, según un tercer plano, se forma un talo foliáceo como el de *Ulva*.

Otras divisiones de ciertas células según un tercer plano producen un talo parcialmente parenquimatoso, como en *Fritschella*. Esta división según tres planos es la base para el crecimiento de un parénquima verdadero que hace posible la aparición de tejidos complejos en las plantas superiores.

Línea sifonada

Siguiendo una tercera línea de evolución, el tipo multinucleado de células ha conducido a varias series distintas de algas verdes con la típica organización plurinucleada de la célula como característica principal. Entre las formas unicelulares simples el origen de un género plurinucleado como *Centrosphaera* puede ocurrir por la no formación de los septos que deberían haberse formado después de una o más divisiones nucleares.

En algunos casos una formación ocasional de septos, seguida por un cierto número de divisiones nucleares ha originado un talo colonial, como en un género cenobial, *Pediatrum*.

En *Hydrodictyon*, las células jóvenes del talo son uninucleadas, pero a medida que maduran y se alargan, el núcleo experimenta divisiones sucesivas hasta el punto de que en cada célula adulta llegan a haber muchos centenares de núcleos.

También partiendo de la formación regular de septos, puede originarse una forma en filamento simple y plurinucleado como en *Urospora*.

Al igual que en la serie filamentosa, uninucleada, diversas divisiones ocasionales producen primordios de ramificaciones que originan un talo ramificado constituido por células plurinucleadas como en el caso de *Cladophora*.

Una tercera línea que partiera del tipo *Centrosphaera*, en el cual no se forman septos, excepto en el momento de formarse las células reproductoras, produciría un talo cenocítico plurinucleado. A partir del tipo *Centrosphaera* se habría desarrollado *Valonia* que es una célula irregularmente ramificada o esférica de hasta 5 cm de diámetro.

Un alargamiento más pronunciado, unido a la división nuclear origina un tubo cenocítico como en *Derbesia*.

La regularidad en la ramificación del talo cenocítico origina formas como las de *Bryopsis* que también carece de septos y posee ramificaciones libres. Puede darse una agregación de filamentos profusamente ramificados hasta formar una masa muy densa, entretejida como en *Codium*, que produce un talo maciso de morfología externa bien definida.

En *Halimeda* los filamentos tan densamente agregados forman una estructura pseudoparenquimática.

Como se observa en la figura 4.10 la línea sifonada no es una serie lineal; es más probable que esté compuesta por varias líneas paralelas de evolución que conducen a un cierto número de órdenes bastante distintos —*Chladophorales*, *Siphonales* (*Codiales*), *Dasycladales*, *Siphonocladales*— y una parte de las clorococcales, teniendo este último orden representantes que pueden incluirse también dentro de la línea tetrasporina.

En la serie sifonada no es clara la existencia de una secuencia de evolución en relación con la reproducción sexual, aunque en ella se encuentran formas que presentan isogamia, anisogamia y oogamia.

Reproducción

Se presentan los tres tipos de reproducción: vegetativa, por esporas y gamética.

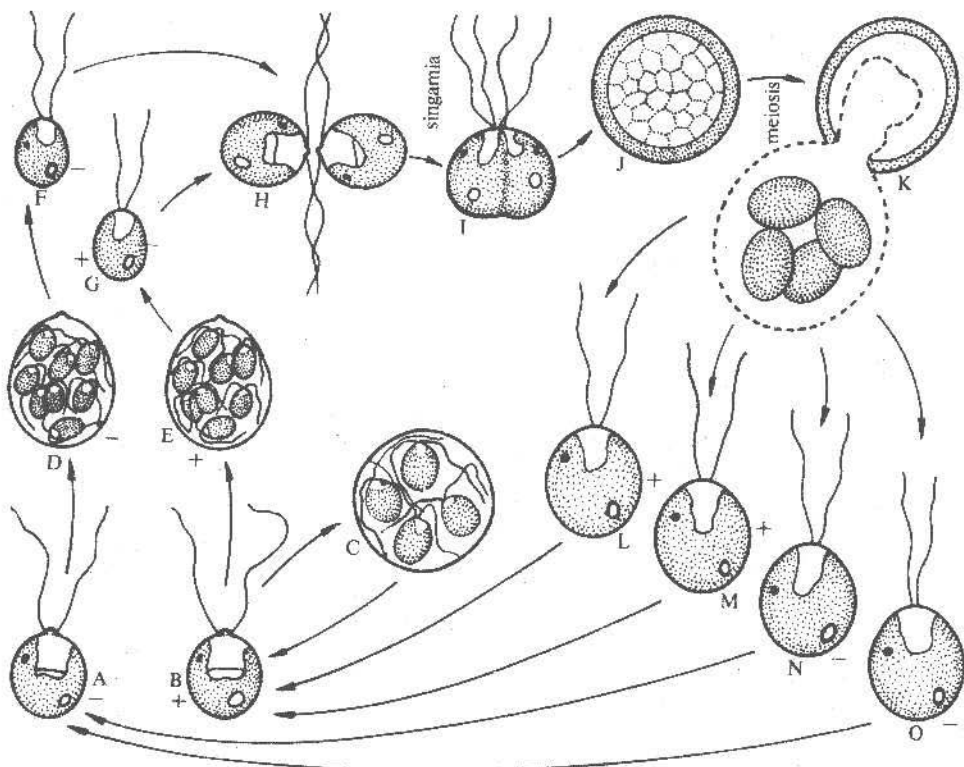
En la reproducción vegetativa las formas más frecuentes son la división celular y la fragmentación.

En la división *Chlorophyta* se dan los ciclos haplontico y diplontico sin alternancia de generaciones y haplodiplontico isomórfico y heteromórfico en los que alternan las generaciones haploides o diploides morfológicamente iguales o desiguales.

Ciclo vital haplontico. Cigótico

En este ciclo, característico del género *Chlamydomonas* (fig. 4.11), la generación deloficea (visible) es la haploide, mientras que el cigoto es la única célula diploide del ciclo. La reproducción vegetativa se realiza por división celular, muchas veces mientras la célula madre se encuentra en fase móvil, por formación de 4, 8 o 16 células hijas biflageladas, mitósporas, (fig. 4.11 C). Aunque estas son morfológicamente parecidas a la célula madre, en el momento de ser liberadas por ruptura de la pared de la célula madre, son más pequeñas y crecen hasta alcanzar el tamaño característico del organismo adulto.

En este grupo existen los tres tipos de reproducción sexual. La célula vegetativa sufre una metamorfosis simple, hasta funcionar como un gametangio y en este el protoplasto se divide y forman 4, 8, 16 o 32 gametos biflagelados (fig. 4.11 D y E). Por su forma los gametos son parecidos a las zoósporas, excepto en el tamaño que es más pequeño (fig. 4.11 F y G); sin embargo cuando son liberados, en vez de crecer, nadan y se fusionan con gametos morfológicamente parecidos (fig. 4.11 H). Cuando concluye la singamia el cigoto puede ser móvil y poseer cuatro flagelos durante un periodo breve (fig. 4.11 I). Después que los flagelos desaparecen la célula se redondea, segrega una pared celulósica gruesa, con frecuencia ornamentada, que posee curiosos relieves (fig. 4.11 J) y recibe el nombre de cigóspera o cigoto de reposo. Este cigoto se mantiene en vida latente en la mayoría de las especies dulciacuicolas, lo que les permite resistir los cambios extremos de humedad y temperatura que puedan presentarse durante un cierto periodo de tiempo. Cuando las condiciones de humedad, luz y temperatura son apropiadas, el cigoto germina (fig. 4.11 K). EL nucleo se divide meióticamente, y a veces a continuación sufre una mitosis, hasta



4.11. Ciclo vital haplontico, llamado también cigótico, característico de *Chlamydomonas*.

producir por lo menos cuatro zoósporas biflageladas, meiósporas (fig. 4.11 L-O). Cuando estas meiósporas quedan en libertad, cada una de ellas aumenta de volumen hasta formar una célula vegetativa parecida en tamaño y en morfología a las células típicas de la especie (fig. 4.11 A y B).

Aunque las mitósporas y las meiósporas difieren entre sí por su origen, ambas son haploides y parecidas en lo que a morfología se refiere; sin embargo genéticamente pueden ser distintas como resultado de la recombinación de genes durante la singamia y de la segregación durante la meiosis.

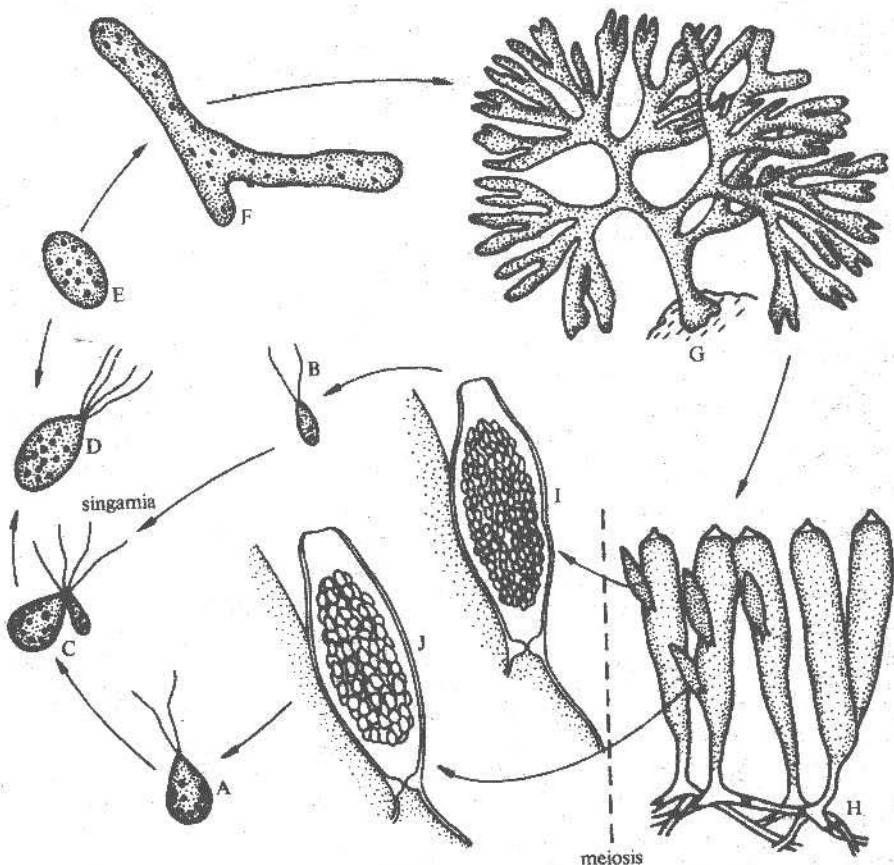
Ciclo vital diplóntico. Gametofítico

En este ciclo la generación delofícea es la diploide, mientras que los gametos son las únicas células haploides del ciclo. En *Codium*, género marino anisógamo, los gametos se producen en gran número en gametangios bien diferentes después de la meiosis (fig. 4.12 A, B, H, I y J). La singamia tiene lugar en el agua (fig. 4.12 C) y el cigoto resultante es una célula (2n) de pared delgada (fig. 4.12 D y E) que germina inmediatamente y forma el talo diploide macizo, constituido por filamentos cenocíticos agregados (fig. 4.12 F y G).

También se ha encontrado el desarrollo de un talo a partir de un gameto no fertilizado.

Ciclo vital haplodiplóntico. Esporal

En este ciclo existe alternancia de generación isomórfica o heteromórfica. Las dos generaciones son delofíceas y pueden ser morfológicamente iguales o desiguales; la meiosis



4.12 Ciclo vital diplóntico, llamado también gamético, característico de *Codium*.

es esporogénica y por esto tanto las esporas como los gametos son haploides y el cigoto y el esporofito son las fases diploides.

Ciclo vital haplodioplóntico isomórfico

En el género *Ulva*, por lo general ocurre una alternancia isomórfica de generaciones en la cual la reproducción sexual es isógama o anisógama según sea la especie (fig. 4.13).

El estado vegetativo juvenil se inicia como un filamento uniseriado (fig. 4.13 U), el que después por divisiones sucesivas en distintos planos se transforma en un talo más complicado formado por dos capas de células (fig. 4.13 C y D).

Al llegar a la madurez se establece un contacto íntimo entre las dos capas con lo que se origina un talo folioso plano. Las células basales del individuo son rizoidales, están agregadas y forman un disco compacto en la fijación.

Morfológicamente hay pocas diferencias entre los individuos: gametofito haploide, masculino (fig. 4.13 A) y femenino (fig. 4.13 B) y esporofito diploide (fig. 4.13 L).

Con excepción de las células basales, que casi siempre se mantienen estériles, todas las células son potencialmente capaces de ser fértiles y de producir gametos, zoósporas o aplanósporas.

Las células uninucleadas de los gametofitos haploides (fig. 4.13 A y B) sufren mitosis y producen 8, 16 o 32 gametos con dos flagelos terminales, que son liberados por un poro existente en la pared celular (fig. 4.13 C y D). La singamia ocurre en el agua (fig. 4.13 G) y durante un período breve de tiempo el cigoto, de pared delgada, puede mantenerse en fase cuadrilágela (fig. 4.13 H).

Los flagelos desaparecen pronto, el cigoto germina y forma inmediatamente, por divisiones mitóticas repetidas, un filamento multicelular uniseriado (fig. 4.13 I y K). A continuación este filamento origina el típico talo foliáceo y plano (fig. 4.13 L). Aunque esta fase es morfológicamente idéntica al gametofito, es citológicamente distinta, pues está formada por células diploides. Al llegar a la madurez todas las células del talo, excepto las más próximas a la base, poseen la potencialidad de funcionar como meiosporangios. La meiosis seguida por cierto número de divisiones mitóticas produce 4, 8 o 16 zoósporas con cuatro flagelos terminales (fig. 4.13 N y O) o aplanósporas; estas esporas salen al exterior del mismo modo que los gametos, un tiempo después se fijan, pierden los flagelos (fig. 4.13 P y Q), germinan inmediatamente y forman también por divisiones mitóticas (fig. 4.13 R y S), primero un filamento uniseriado y después el individuo foliáceo típico (fig. 4.13 A y B) que corresponde a la nueva generación gametofítica.

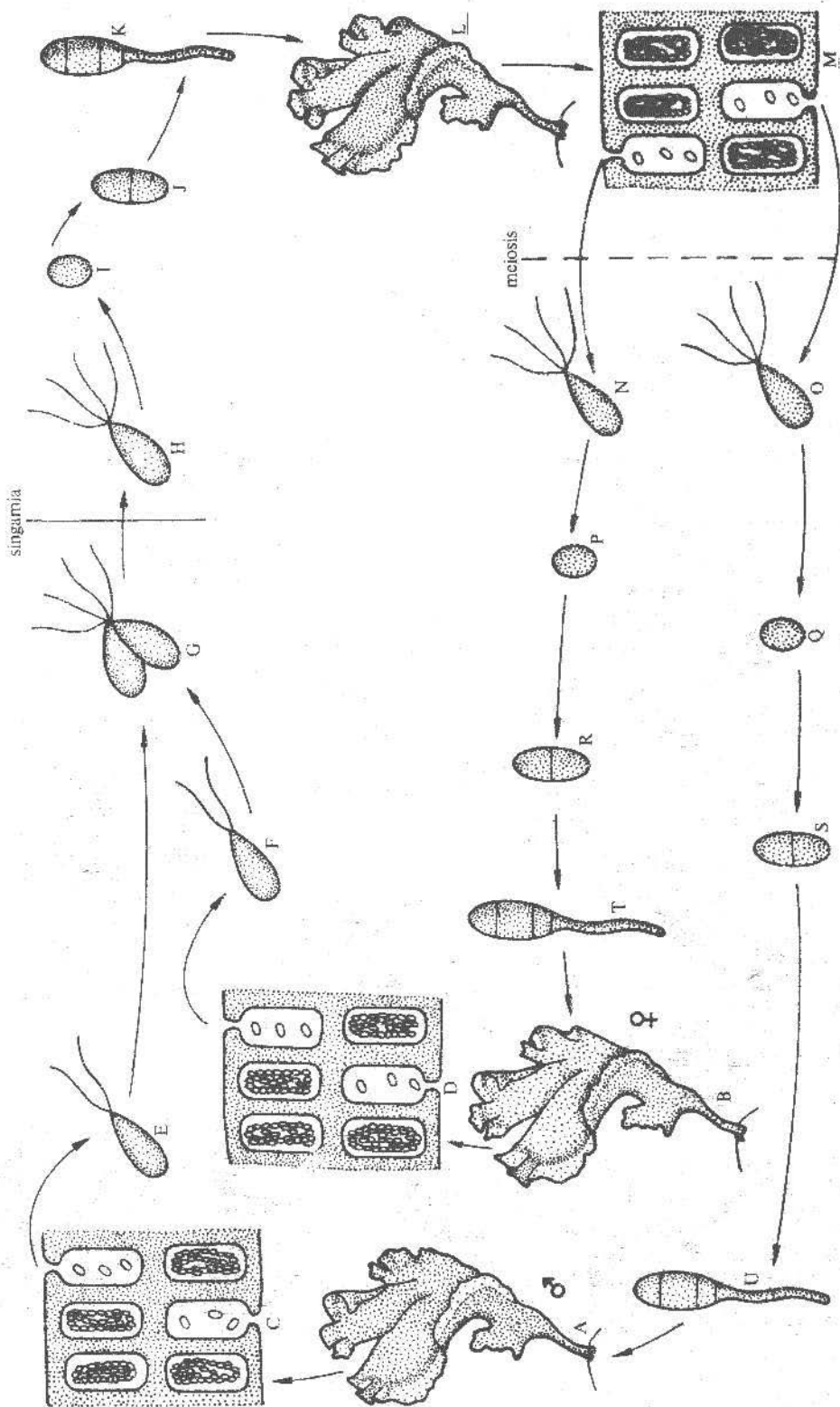
Ciclo vital haplodioplóntico heteromórfico

En este ciclo las generaciones delofíceas son tan diferentes que durante mucho tiempo se consideraron como dos géneros independientes, hasta que sus afinidades aparecieron con claridad en estudios de laboratorio. Se comprobó que *Derbesia* y *Halicystis* no eran géneros diferentes sino las dos fases de un mismo ciclo y que se le debía llamar *Derbesia* al género, por ser esta la primera fase que se describió y *Halicystis* pasar a la sinonimia.

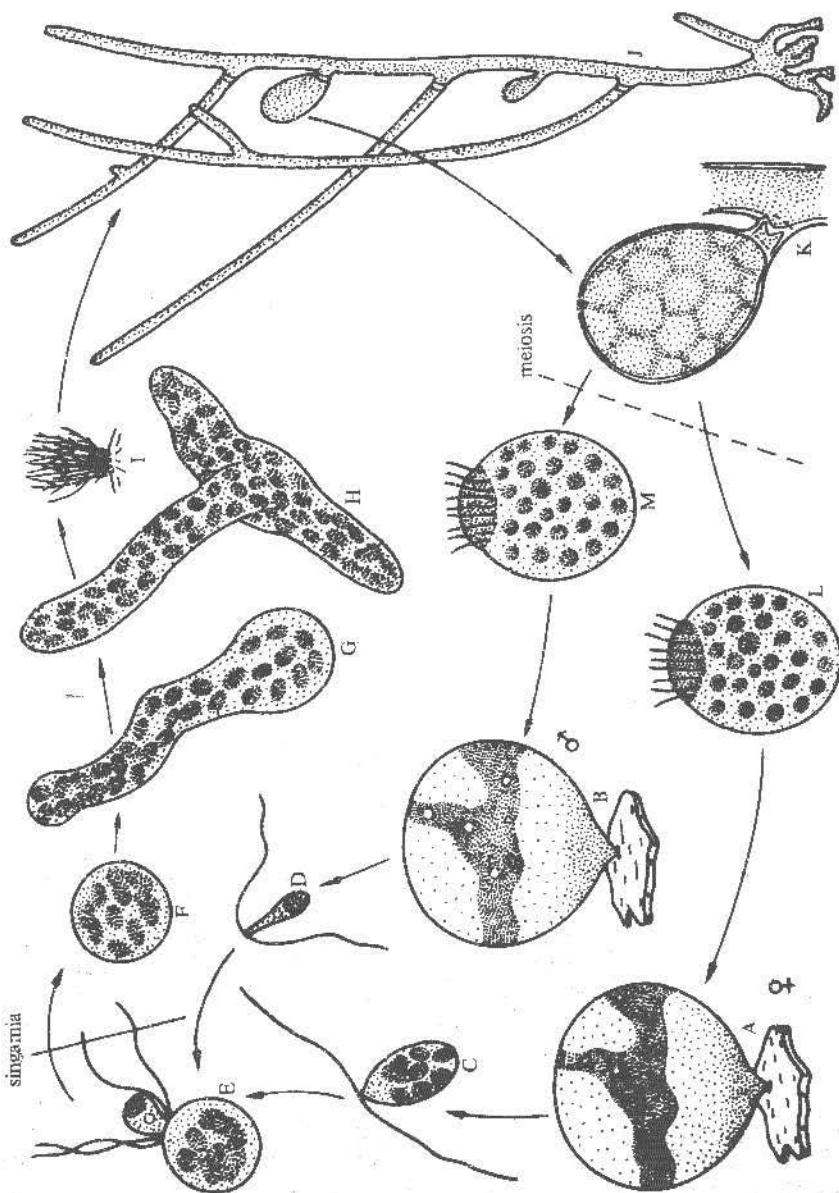
En la fase gametofítica, *Halicystis* (fig. 4.14 A y B), el talo es esférico y está fijo al sustrato mediante ramificaciones rizoidales cenocíticas. Los individuos son unisexuales y las regiones gametangiales aparecen delimitadas con claridad sobre la superficie del talo plurinucleado. Las regiones gametangiales masculinas tienen un color más claro que las femeninas.

Los gametos anisógamos y biflagelados (fig. 4.14 C y D), son expulsados violentamente al llegar a la madurez a través de poros bien delimitados en la región gametangial. Los gametos se fusionaron en el agua (fig. 4.14 E) y el cigoto (fig. 4.14 F) germina inmediatamente y forma un talo cenocítico plurinucleado y ramificado conocido como una especie de *Derbesia* (fig. 4.14 G-I).

Al llegar a la madurez, la fase *Derbesia* (fig. 4.14 J) forma esporangios bien delimitados (fig. 4.14 K) en los cuales tiene lugar la meiosis. En cada esporangio se producen muchas esporas y al llegar a la madurez estas zoósporas (meioósporas) quedan en libertad. A diferencia de los gametos de tipo biflagelado, las zoósporas son estefanocontas, con una coronita anterior de flagelos de longitud uniforme (fig. 4.14 L y M). Estas zoósporas nadan durante un breve período y luego se fijan, germinan y originan la fase gametofítica o *Halicystis*.



4.13 Ciclo vital haplodiplontico isomórfico, llamado también esporal isomórfico, característico de *Ulva*.



4.14 Ciclo vital haplodiplóntico heteromórfico, llamado también esporal heteromórfico, característico de *Derbesia* (*Halicystis*).

Clasificación

La división tiene una sola clase: *Chlorophyceae*. Esta clase fue primeramente reconocida en su sentido actual en 1863 por el botánico alemán Gottlob Ludwig Rabenhorst (1806-1881).

La clase posee en Cuba ocho órdenes: *Volvocales*, *Chlorococcales*, *Zygnematales* (*Conjugales*), *Ulotrichales*, *Cladophorales*, *Siphonocladales*, *Codiales* (*Siphonales*) y *Dasycladales*, y 44 géneros.

Actualmente hay autores que consideran tres clases: *Chlorophyceae*, *Conjugatophyceae* y *Charophyceae*. En este texto no se adopta este criterio ya que las características de las carofíceas tiene suficiente peso como para considerarla una división aparte y no un orden o una clase. Sin embargo, la propuesta de considerar la clase *Conjugatophyceae* es de peso ya que tiene características, sobre todo en la reproducción, que la separa en parte del resto de las algas verdes. No obstante la mayoría de los textos plantean una sola clase y es esa la clasificación adoptada en este libro, de la que se estudian las órdenes más importantes.

Clase Chlorophyceae

Orden Volvocales

Los representantes de este orden son organismos planctónicos dulciacuicolas de amplia distribución, que pueden aparecer en grandes cantidades y le proporcionan al agua un intenso color verde. Viven a menudo en las aguas contaminadas pues los compuestos orgánicos favorecen el desarrollo de muchas especies. Hay pocos individuos saprofitos.

Numerosos géneros son unicelulares, algunos forman colonias y otros han alcanzado tal grado de complejidad que se les considera un individuo pluricelular (*Volvox*). Sus células son del tipo eucariota, esféricas, de simetría radiada, con 2, 4 u 8 flagelos isocontos y no barbulados de inserción parietal. La pared está constituida por celulosa mezclada con hemicelulosa, pentosanas y pectinas. Poseen un solo cloroplasto en forma de cúpula abierta hacia arriba y con un pirenoide amilífero en su base y una mancha ocular roja, estigma, en el extremo anterior. Son autótrofos casi en su totalidad y su sustancia de reserva es el almidón.

La reproducción es variada en los distintos géneros. En el género *Chlamydomonas* hay los tres tipos de reproducción; en las formas coloniales como *Gonium*, *Pandorina* y *Eudorina* cada célula de la colonia es capaz de producir colonias hijas iguales a la colonia madre aunque más pequeñas. En *Pleodorina* y *Volvox* existe división de funciones y solo algunas células son reproductoras; en *Volvox* hay reproducción sexual oógama y la meiosis es cigótica.

Género *Chlamydomonas*

Los individuos de este género son organismos unicelulares móviles (fig. 4.15 A), de estructura celular relativamente simple. La movilidad se logra por dos flagelos de inserción anterior. En el citoplasma tienen dos vacuolas contráctiles; un cloroplasto grande en forma de copa, que es la estructura celular que más se destaca, con uno o más pirenoides asociados a la síntesis del almidón y con mancha ocular anaranjada. El núcleo se encuentra suspendido en el centro de la célula y es difícil de observar en la célula viva pues está cubierto por el cloroplasto que lo rodea. Por fuera de la membrana celular tiene una pared de carbohidratos. Numerosas especies viven en aguas dulces dispersas en todo el mundo; por ejemplo, *Chlamydomonas angulosa* y *C. botryoides*.

Género *Volvox*

Este género está constituido por las formas más desarrolladas de la familia *Volvocaceae*. Son individuos esféricos en los que las células están unidas entre sí mediante plasmodesmos; son organismos pluricelulares (fig. 4.15 B); estos organismos están constituidos por 2 000 o más células que forman la silueta de una esfera hueca a modo de pared (fig. 4.15 B') y la cavidad está llena de una sustancia gelatinosa o de agua. La mayoría de las células son vegetativas e incapaces de dar nuevos individuos y su función es delimitar la esfera. Cada célula tiene un cloroplasto verde en forma de recipiente, una mancha ocular roja y dos flagelos y además están recubiertas de una capa de gelatina. Especies: *Volvox globator* y *V. aureus*.

Orden Chlorococcales

Son organismos unicelulares, coloniales, y cenobiales sin flagelos en el estado vegetativo. Las células con un núcleo y con un cloroplasto copuliforme sin vacuolas contráctiles.

Género *Chlorococcum*

En la fase temprana las células son redondas y con una pared delgada (fig. 4.15 C), después aumentan de volumen, engruesan el tamaño y el diámetro es de forma irregular. El cloroplasto es en las células jóvenes macizo, copuliforme y en las células adultas difuso y vago. La reproducción es por zoósporas biflageladas y aplanósporas; entre las especies de este género esta *Chlorococcum humicola*.

Género *Chlorella*

Género cosmopolita (fig. 4.15 D), formado por individuos en forma esférica, con cinco especies en Cuba, entre las que están *Chlorella vulgaris* y *C. ellipsoidea*.

Género *Pediastrum*

Cenobios planos que flotan libremente; las células dispuestas formando una lámina más o menos estrellada. Las células situadas en la periferia del cenobio se distinguen de las demás debido a que suelen presentar apéndices. En la fase temprana tienen un solo cloroplasto parietal con pirenoide, pero en las más viejas se hace difuso. Con siete especies conocidas en Cuba; por ejemplo, *Pediastrum duplex* (fig. 4.15 E) y *P. boryanum* (fig. 4.15 F).

Género *Scenedesmus*

Cenobio lineal, desde 2 hasta 38 células de formas variadas: elípticas, cilíndricas o fusiformes. Pared celular generalmente ornamentada con espinas, verrugas, costillas, etc.; se conocen en Cuba 41 especies, entre las que están *S. tropicus* (fig. 4.15 G), *S. caribeanus* (fig. 4.15 H) y *S. granulatus* (fig. 4.15 I).

Orden Zygnematales (Conjugales)

Son organismos unicelulares, con células simétricas que pueden formar filamentos (fig. 4.16 A), con cloroplastos generalmente axiales. Los gametos poseen movimientos ameboides y el proceso de reproducción sexual se llama conjugación.

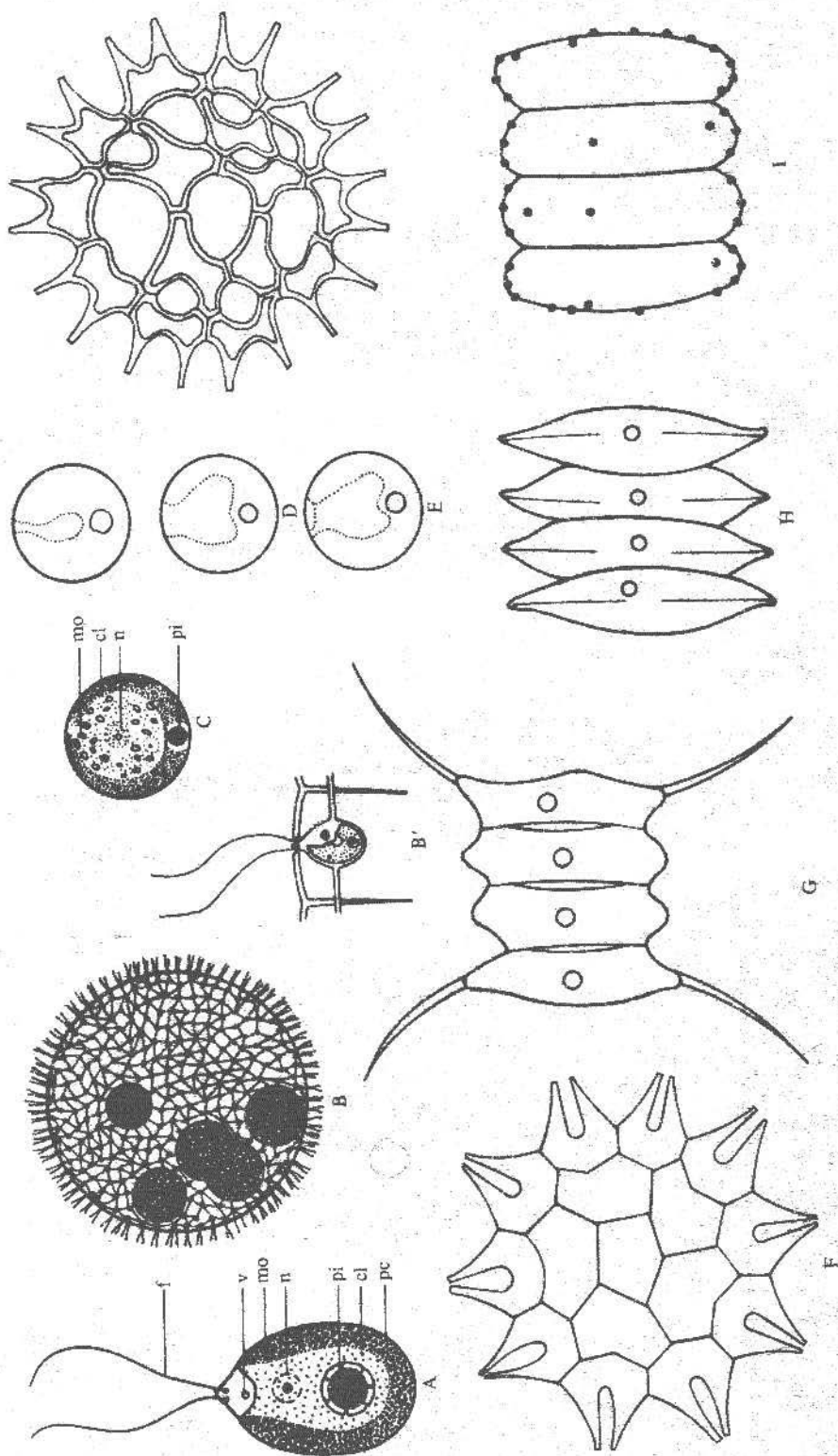
Cuando comienza la conjugación los filamentos se acercan hasta que quedan unidos en la misma capa de mucílago (fig. 4.18 B). Uno de los filamentos funciona como masculino y otro como femenino; las paredes celulares laterales de los filamentos contiguos se combinan ligeramente una hacia la otra hasta tocarse. La porción de las paredes que está en contacto se disuelve, se forma un tubo de conjugación por el que pasa uno de los gametos y este conjunto adquiere la forma de una escalera (fig. 4.16 B). Los gametos de ambos filamentos compatibles son iguales y sin flagelos. El gameto móvil a veces se le denomina gameto masculino y femenino al que permanece fijo.

El cigoto forma inmediatamente una gruesa pared y pasa al estado de cigóspora o cistocigoto. La meiosis ocurre durante la germinación del cigoto y tres de los cuatro núcleos producidos por la meiosis degeneran antes de la ruptura de la pared y queda así un solo núcleo haploide funcional.

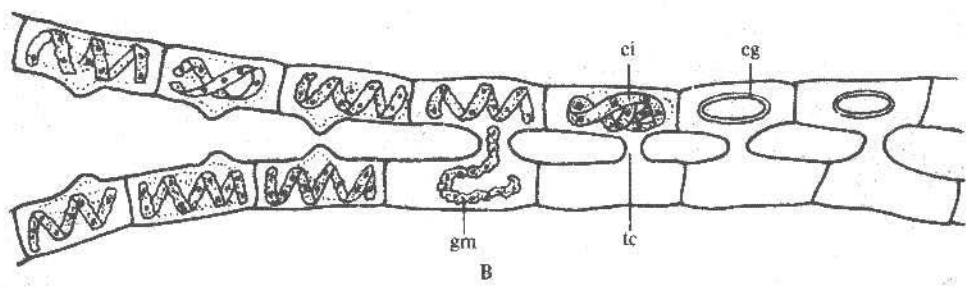
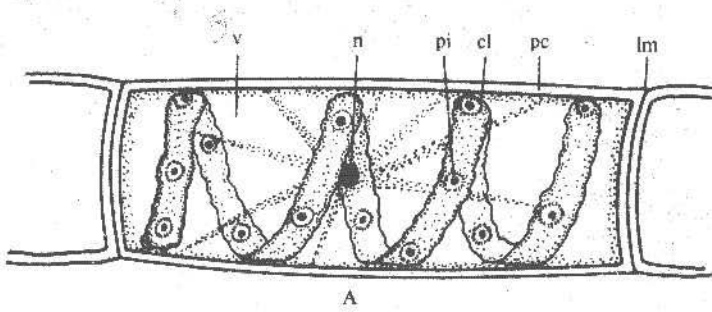
Género *Spirogyra*

Las algas de este género son filamentosas y dulciacuicolas, carentes de ramificaciones, cuyas células son largas y cilíndricas y en algunas especies casi tan largas como anchas. La pared celular con una capa viscosa hacia fuera.

Sus cloroplastos se caracterizan por ser acintados, uno o más, espiroidales de bordes enteros o dentados y que contienen numerosos pirenoides ordenados en fila. El núcleo rodeado del citoplasma se encuentra en posición central y pende de filamentos plasmáticos. La mayor parte del volumen celular está ocupado por una gran vacuola central.

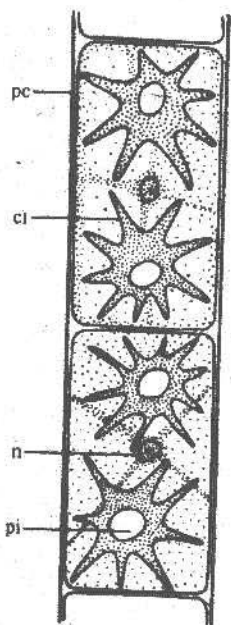


4.15 Representantes de la clase Chlorophyceae. A, *Chlamydomonas*: f, flagelo; v, vacuola; mo, mancha ocular; n, núcleo; cl, cloroplasto; pc, pared celular. B, *Volvox*, individuo adulto con cinco individuos hijos en su interior. B', célula aislada con plasmodesmos que se dirigen lateralmente a las células vecinas. C, *Chlorococcum*. D, *Chlorella*. E, *Pediastrum duplex*. F, *P. boryanum*. G, *Scedesmus tropicus*. H, *S. caribaeus*. I, *S. granularis*.



4.16 *Spirogyra*. A, célula vegetativa: pc, pared celular; lm, lámina media; cl, cloroplasto; pi, pirenoide; n, núcleo; v, vacuola. B, dos filamentos en conjugación: gm, gameto masculino; tc, tubo de conjugación; ci, cigoto; cg, cigóspora.

Es característica la ausencia completa de células flageladas y el filamento crece en longitud como resultado de divisiones mitóticas y crecimiento celular. La reproducción asexual se efectúa por fragmentación del filamento y la sexual por conjugación. Entre las especies de este género están *S. jugalis*, *S. quinina* y *S. longata*.



4.17 Fragmento de un filamento de *Zignema*: pc, pared celular; cl, cloroplasto; pi, pirenoide; n, núcleo.

Género *Zygnema*

Filamentos no ramificados, donde cada célula tiene dos cloroplastos estrellados con un solo pirenoide cada uno, y el núcleo está localizado entre ambos (fig. 4.17). Existen numerosas especies de agua dulce distribuidas en todo el mundo, *Z. stellinum* v *Z. ericetorum*.

Orden Ulotrichales

Los representantes de este orden son algas filamentosas simples o ramificadas y en algunos casos los filamentos pueden llegar a convertirse en láminas. Los filamentos no ramificados crecen por división transversal de las células. Los de estructura foliácea crecen por ensanchamiento de los filamentos más viejos.

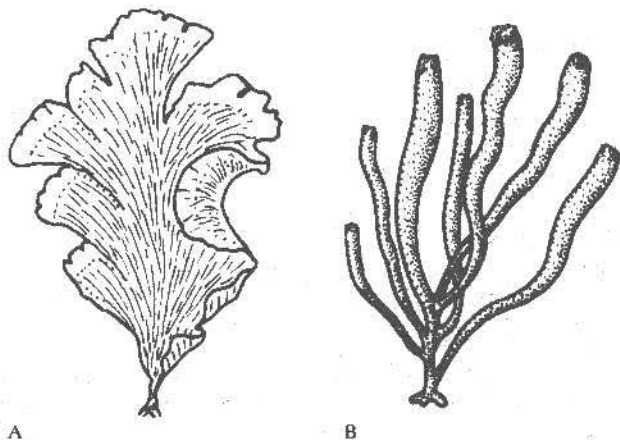
Las células casi siempre poseen un solo núcleo y un solo cloroplasto parietal, generalmente anillado con uno o varios pirenoides. La reproducción puede ser sexual o asexual pues tienen ciclo de vida esporal heteromórfico o isomórfico. Sus géneros son: *Ulva*, *Entheromorpha* y *Monostroma*.

Género *Ulva*

Los individuos de *Ulva* son de estructura foliácea y con dos capas de células. Poseen un solo cloroplasto grande y parietal. Tienen mayor cantidad de clorofila b que lo normal y la tercera parte del total de sus pigmentos son carotenos y xantofilas. La reproducción asexual es por zoósporas y la sexual por gametos. Son capaces de sobrevivir en amplios rangos de salinidad, pueden vivir en estuarios y resistir la contaminación, al incrementar su contenido de nitrógeno. Abundan generalmente en la zona intermareal o mesolitoral, adheridos a rocas por un disco basal del cual sale un corto pedúnculo que se extiende luego en la región foliácea. En Cuba hay dos especies, *U. lactuca* (fig. 4.18 A) y *U. fasciata*.

Género *Entheromorpha*

Los individuos de este género (fig. 4.18 B) tienen forma de un tubo hueco; se fijan a rocas, fondos arenosos o maderas, en lugares expuestos a poca profundidad. En Cuba hay 13 especies; por ejemplo, *E. salina*, *E. marginata*, *E. erecta*, *E. intestinalis*, etcétera.



4.18 Representantes del orden Ulotrichales. A. *Ulva lactuca*. B. *Entheromorpha* sp.

Género *Monostroma*

Muy parecido a *Ulva*, pero solo tiene una capa de células. En Cuba hay una sola especie, *M. latisina*.

Orden Codiales

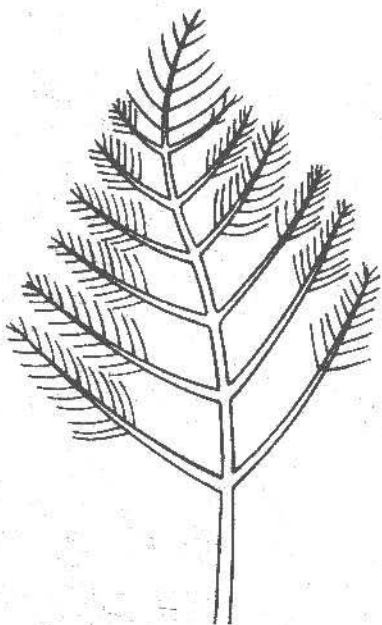
Este orden aparece todavía en muchos libros como *Siphonales*, pero en la actualidad ese nombre es incorrecto.

Codiales comprende todas las algas verdes que tienen células cenocíticas sin septos.

Los individuos están diferenciados en dos regiones: la base con rizoides y la región asimiladora. Tienen muchos cloroplastos discoidales o fusiformes con dos xantofilas distintas, además de los plastidios fotosintéticos presentan amiloplastos. La reproducción sexual es por gametos biflagelados y la meiosis gamética. En Cuba hay representadas tres familias: *Bryopsidaceae*, *Caulerpáceae* y *Codiáceae*.

Familia Bryopsidaceae. Género Bryopsis

Es el único género de esta familia que es muy pequeña. El cuerpo del organismo consta de un parte yacente, de la que nacen ramas erguidas que pueden tener ramificaciones penniformes y, a veces, incluso en forma de pluma doble. Se distingue un eje central con ramificación radial, pinnada, alterna u opuesta (fig. 4.19). Entre las especies de este género están *B. hypnoides*, *B. ramulosa* y *B. plumosa*.



4.19 *Bryopsis* sp.

Familia Caulerpáceae. Género Caulerpa

Único género de la familia, pero con numerosas especies. Los individuos de *Caulerpa* son muy desarrollados, con más de 1 m de longitud. Poseen rizoides como estructura de fijación, que parten de un talo rastrero de donde salen talos que sirven de base a regiones foliáceas que pueden tener varios milímetros de longitud y diámetro.

La región foliácea puede ser peltada, pectinada, plumosa, oval, espatulada, etcétera. En Cuba se han encontrado 14 especies; por ejemplo, *C. racemosa* (fig. 4.20 A y B), *C. sertularioides* (fig. 4.20 C) y *C. prolifera* (fig. 4.20 D).

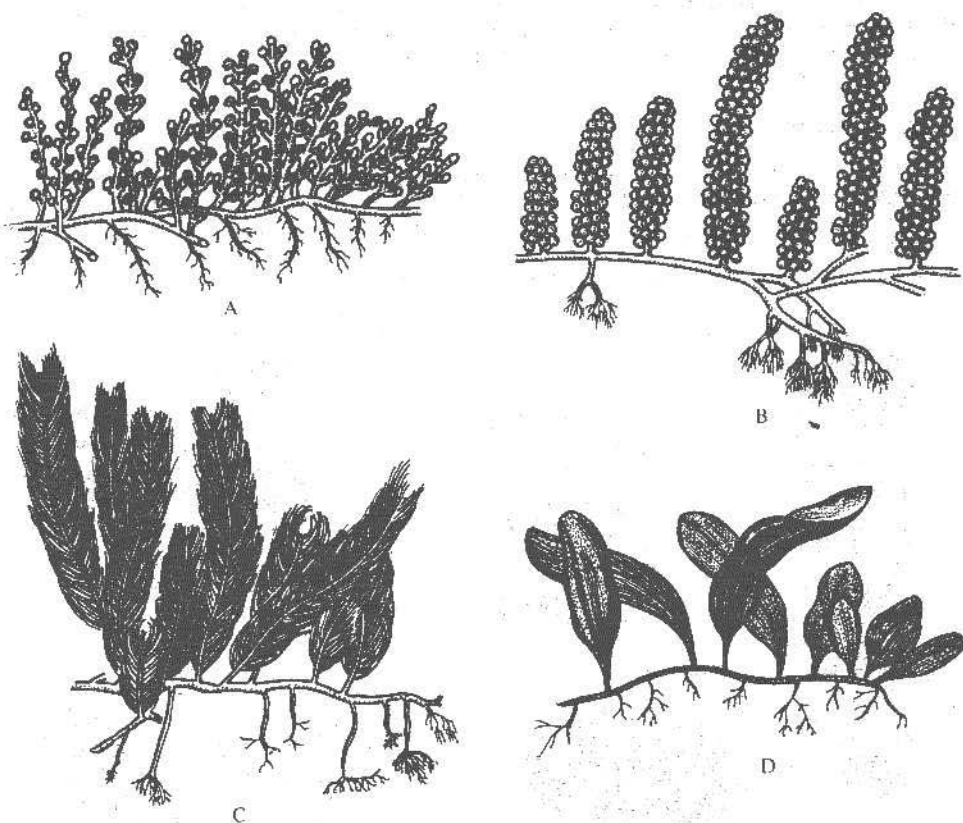
Familia Codiáceae

Es la familia más extensa de todo el orden y entre sus géneros hay diferencias morfológicas notables. Tiene formas recubiertas de calcio.

Género Codium

Si se observa un corte transversal en *Codium* se destaca una médula formada por filamentos cenocíticos muy entrelazados y hacia el exterior células cenocíticas mayores lla-

madas utriculos (fig. 4.21 A'). El utrículo consta de una base alargada, parecida a los filamentos medulares que se ensanchan y forman los utrículos propiamente dichos, que se encuentran dispuestos uno encima del otro y en su base se forman unos ensanchamientos cuando son viejos que se les denominan callos.



4.20 Representantes del género *Caulerpa*. A y B, *C. racemosa*. C, *C. sertularioides*. D, *C. prolifera*.

Los cloroplastos no tienen pirenoides y los núcleos son grandes y refringentes. En Cuba se han encontrado tres especies: *C. intertextum*, *C. repens* y *C. tomentosum* (fig. 4.21 A).

Género *Boodleopsis*

B. pusilla es una especie cubana del género *Boodleopsis*.

Género *Avraninvillea*

A. rawsoni, *A. longicaulis*, *A. levis* y *A. nigricans* son especies cubanas del género *Avraninvillea*.

Género *Rhipilia*

R. tomentosa es una especie cubana de *Rhipilia*.

Género *Udotea*

Los individuos de *Udotea* viven fijos sobre fondos marinos arenosos o rocosos de poca profundidad aunque se han encontrado especies (*U. spinulosa*) a 18-20 m de profundidad.

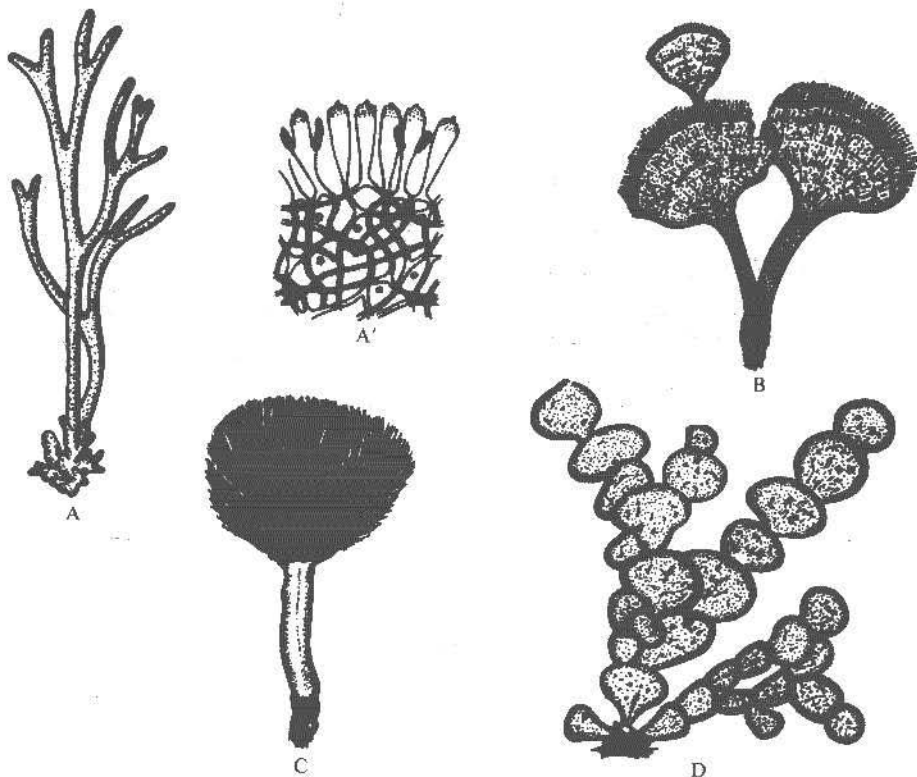
Su talo es un eje que termina en una especie de lámina a veces calcificada. Entre las especies de este género están *U. spinulosa* y *U. flabellum* (fig. 4.21 B).

Género *Penicillus*

Los individuos de *Penicillus* viven fijos sobre fondos marinos arenosos desde poca profundidad hasta 15 m; muchas veces mezclados con *Thalassia*. Su talo es un eje que termina en filamentos abundantes libres, con aspecto de brocha. Especies: *P. capitatus* (fig. 4.21 C) y *P. pyriformis*.

Género *Halimeda*

Sus individuos viven fijos sobre fondos marinos, arenosos, fangosos o rocosos, a distintas profundidades que van desde 1-11 m de profundidad y muchas veces asociados a *Thalassia*. Su talo segmentado y aplanado recuerda un cactus y está impregnado de carbonato de calcio, excepto en la unión de los segmentos, lo que los hace flexibles. Su color es blanco verdusco. Especies: *H. opuntia* y *H. tuna* (fig. 4.21 D).



4.21 Representantes de la familia Codiaceae. A, *Codium tomentosum*. A', sección transversal del talo. B, *Udotea flabellum*. C, *Penicillus capitatus*. D, *Halimeda tuna*.

Género *Rhipocephalus*

R. phoenix y *R. oblongus* son especies cubanas del género *Rhipocephalus*.

Orden Dasycladales

Es un orden de nueva formación, estuvo antes dentro de *Codiales* (unidos en el orden *Siphonales*), pero posee suficientes características para formar un orden aparte. Todos sus

individuos tienen simetría radial, un eje erecto con ramificaciones laterales o verticiladas. El talo vegetativo es uninucleado y la condición multinucleada antecede a la reproducción. Los gametos se forman en cistes operculados en el interior de gametocistos especializados. La única familia es *Dasycladaceae* con siete géneros representados en Cuba: *Batophora*, *Dasycladus*, *Neomeris*, *Cymopolia*, *Chalmasia*, *Acetabularia* y *Acicularia*. Algunas de las especies reportadas en Cuba son: *B. cerstedii*, *D. vermicularis*, *N. cokeri*, *N. mucosa*, *N. dumetosa*, *N. annulata*, *Cymopolia barbata*, *Chalmasia antillana*, *Acetabularia crenulata* y *Acicularia sheneki*.

Género *Acetabularia*

Las especies pertenecientes a este género tienen un estipite largo que termina en un verticilio de ramificaciones de forma discoidal y que está sujeto a la base mediante formaciones radicales. En sus primeros estadios desarrolla un filamento cilíndrico generalmente no ramificado, sésil, con una vesícula de material de la pared que se extiende en el sustrato y acumula reservas (verano).

Después este filamento muere (otoño) y de la vesícula se origina un nuevo cilindro con uno o más anillos de ramificaciones estériles en el ápice (primavera). En la estación fértil se produce un anillo fértil, la sombrilla, formada por gametangios elongados completamente unidos. El contenido de los gametangios origina un gran número de quistes operculados multinucleados que se liberan al desintegrarse las sombrillas en el otoño y permanecen en reposo hasta la liberación de los gametos. Viven fijos sobre fondos marinos rocosos u otros objetos sólidos, desde la línea de la marea hasta unos 10 m de profundidad. Su talo está impregnado de carbonato de calcio. En Cuba se ha reportado una sola especie: *Acetabularia crenulata* (fig. 4.22).



4.22 *Acetabularia crenulata*.

Filogenia de la división Chlorophyta

Según los datos ofrecidos de los fósiles encontrados, que datan hasta del periodo Precámbrico, algunos grupos pueden relacionarse con representantes modernos de las clorofitas a pesar de constituir un grupo extremadamente antiguo.

La mayoría de los botánicos están de acuerdo en que las plantas superiores deben haberse originado por evolución a partir de algas verdes.

La estructura de estas algas no es tan compleja como la de otros grupos de algas; sin embargo, las de organización más evolucionada probablemente dieron origen a las plantas terrestres como los musgos y los helechos. La composición de los pigmentos, la naturaleza bioquímica de las paredes celulares y de las sustancias de reserva alimenticia, ofrecen apoyo a este punto de vista.

En esta línea directa de evolución han tenido su origen un número importante de caminos evolutivos laterales. En algunos casos han conducido a formas complejas, que aunque avanzadas poseen características que las convierten en callejones sin salida en su serie

evolutiva. Este final de una línea determinada es hasta cierto punto impuesto por la propia línea, ya que la complicación introducida es lo último que un grupo de organismos puede realizar a partir de un grupo básico de partida; por ejemplo, la línea volvocina, *Chlamydomonas*, se sitúa en el punto de partida de varias líneas. Las formas coloniales móviles que culminan en el género *Volvox* como organismo pluricelular indican un grado de especialización cada vez mayor.

Conjugales parece corresponder a derivaciones laterales que se desviaron de las principales líneas de evolución.

De modo semejante la línea sifonada (*Codiales*, *Dasycladales* y *Siphonales*) aunque haya originado géneros muy complejos no ha conducido a ningún otro grupo de plantas. La línea sifonada tuvo más éxito en el pasado que en el presente ya que sus miembros en número disminuyen. En cambio, como la organización parenquimatosa y heterótrica y la reproducción sexual oógama se han desarrollado bien en la línea tetrasporina, fue quizás esta línea el punto de partida de la evolución de las plantas superiores.

Importancia de las clorófitas

Las clorófitas son productoras primarias aunque al parecer las planctónicas son menos importantes en el mar que otros fitoplanctones, pero en el agua dulce son uno de los grupos de algas más útiles. Mucha importancia tienen las formas fijas en las regiones someras de aguas dulces y del mar.

El hombre rara vez emplea directamente las algas verdes aunque hay especies que son comestibles.

Las algas verdes tienen un alto valor nutricional por su alto contenido en vitaminas y minerales y por la presencia de antibióticos que aceleran la eficiencia del metabolismo animal. Según algunos estudios efectuados en Cuba en relación con las especies más abundantes se observó que *Codium*, *Ulva* y *Enteromorpha* son más agradables al paladar por su bajo contenido en fibra. En cuanto al contenido de minerales, *Codium* es el que más posee y *Enteromorpha* es el que tiene más Ca y Fe. Tienen altos valores en contenido de carotenos (provitamina A) además de vitamina B y un poco de C.

Ulva y *Enteromorpha* son los géneros más ricos en proteínas y aminoácidos. Si se les compara con la tabla nutritiva de alimentos cubanos, se observa que tienen mayor contenido de minerales que el ajonjolí, mayor contenido de carotenos que el mango y aproximadamente igual contenido de proteínas que los frijoles negros.

Son muy variadas las formas de preparación y procesamiento de las algas verdes desde el punto de vista alimenticio; por ejemplo, el *nori* que es un alimento preparado en Japón, elaborado con varias especies de algas incluyendo *Monostroma*. *Ulva* se consume en ensaladas y es conocida en muchos países como lechuga de mar.

En Cuba se han hecho varios experimentos con el propósito de utilizar las algas marinas en la preparación de piensos para aves y ganado. Entre 1954 y 1961 se hicieron estudios ecológicos en la zona de ulváceas en la costa norte de Ciudad de La Habana entre las desembocaduras de los ríos Almendares y Quibú. Además, se realizaron estudios bioquímicos con las muestras para hallar sus composiciones y se les dieron a grupos de aves mezcladas en distintas proporciones con su pienso habitual. Los resultados de los experimentos fueron:

1. Es posible utilizar la harina de algas obtenida de *Ulva fasciata* y *Ulva lactuca* aún en altas proporciones (30%) sin efectos tóxicos.
2. La acción de la harina de algas en la dieta determinó precocidad en la postura, le proporcionó características organolépticas atractivas al consumidor.
3. El nivel óptimo de *Ulva* en los piensos para aves es del 10% aproximadamente.

Las especies planctónicas se utilizan con frecuencia en los tanques de oxidación de las instalaciones de aguas residuales (vaquerías, escuelas en el campo, etc.). Como resultado de su actividad fotosintetizadora, estas diminutas especies pueden producir una gran abundancia de oxígeno, indispensable en la rápida descomposición de las aguas residuales brutas por las bacterias. Las sales nutritivas liberadas por esta actividad, son empleadas en el crecimiento de las algas.

El alga *Chlorella* es famosa por sus viajes al cosmos, donde se ha pensado utilizar por su gran contenido proteico, su fácil mantenimiento y su alto poder reproductivo, lo que hace que la obtención de proteína tenga un bajo costo.

División Phaeophyta

Caracteres

Las algas pardas fueron reconocidas como un grupo distinto por W.H. Harvey en 1836, que las segregó como la subclase *Melanospermeae* de la clase *Algas*. Posteriormente en 1881 se les dio la categoría de clase bajo el nombre de *Phaeophyceae* y los algólogos modernos por lo general consideran que estas algas constituyen una división: *Phaeophyta*. Los principales grupos de esta división fueron reconocidos en 1933 por el ficólogo sueco Harold Kylin (1879-1949).

La división *Phaeophyta* es un grupo amplio e importante que comprende unos 240 géneros y más de 1 500 especies. Sus representantes viven en el mar con excepción de unos pocos que se encuentran en aguas dulces, salobres o lagunas saladas. Algunas especies viven flotando libremente lejos de las costas en el Atlántico Norte y en el mar de Japón. También hay especies fijas o flotantes en los terrenos bajos formados por arenas y limo (marismas) o semienterradas en las arenas.

El mayor número de especies vive en las costas arenosas, en fondos cenagosos y un menor número en playas arenosas debido a la inestabilidad del sustrato. La lisura o rugosidad del sustrato puede determinar el tipo o el tamaño del individuo, también la intensidad de las corrientes puede influir en la distribución.

A lo largo de las costas rocosas se observa una marcada zonación vertical y una distribución geográfica de las especies. Esta zonación está intimamente relacionada con el fenómeno de la marea que actúa sobre el medio marino; la distribución vertical está relacionada con la cantidad de luz que necesitan las especies, el oleaje, su capacidad de resistir las heladas o la desecación o la cantidad de oxígeno disponible.

Las células son del tipo eucariota; las células vegetativas pueden ser meristemáticas o fotosintéticas. Las primeras forman la parte más interna del talo y tienen pocos pigmentos mientras que las fotosintéticas son muy pigmentadas y su función principal es la fotosíntesis aunque puedan tener otras funciones estructurales.

Algunas algas pardas son microscópicas y filamentosas, pero la mayoría son de mayor tamaño con un talo más complejo que el de las algas verdes, el cual puede variar desde algunos centímetros hasta más de 50 m de largo.

La pared celular está constituida por dos capas: una interna resistente y celulósica y la externa mucilaginoso, péctica o de una sustancia semejante. En muchas especies hay cantidades variables de distintas sustancias coloidales complejas como alгина, fucoidina etc. A veces también puede estar impregnada de carbonato de calcio.

Las algas pardas tienen cloroplastos llamados feoplastos, uno o más de uno, por lo común periféricos de forma y tamaño más o menos variable. Si son varios en una célula, son pequeños y pueden ser discoidales, aplanados, alargados, o irregulares, de forma laminar o reticulada. Hay pirenoides en algunas especies.

El nombre de algas pardas está dado por el color café característico de las especies y este se debe a los pigmentos xantofílicos que enmascaran a las clorofilas. Tienen clorofila a y c; un pigmento xantofílico accesorio, la fucoxantina y otras xantofilas como violaxantina, neoxantina, flavoxantina y pigmentos carotenoides accesorios como beta carotenos. Por la combinación de los pigmentos las algas pardas tienen diferentes tonalidades que van desde el verde aceituna hasta el marrón oscuro o negro.

La nutrición es autótrofa en su mayoría. Pocas especies viven como epifitas o endofitas y estas últimas pueden ser en parte o totalmente parásitas.

Las reservas alimenticias se encuentran almacenadas en forma disuelta, principalmente en forma de laminaria, un polisacárido que lo integran un polialcohol dulce, el manitol, el cual se oxida y produce una hexosa, la manosa.

Presentan numerosas vesículas refringentes llamadas fisoides que contienen una sustancia del tipo tanino que se considera un producto de desecho del metabolismo y se le conoce como tanino de feofitos. En la antigüedad se creía que los fisoides eran carbohidratos, pero actualmente se sabe que son pequeñas vacuolas que contienen fucosán, el cual posee la propiedad de los taninos. Las algas pardas también almacenan grasas y pequeñas cantidades de otros glúcidos.

En las algas pardas hay distintos tipos de crecimiento: difuso, apical, marginal, tricotático e intercalar (ver anexo 2).

Ninguna de las algas pardas es móvil, aunque sí producen células móviles (zoósporas y gametos) con forma de habichuela o pera. Las células móviles casi siempre con dos flagelos insertados lateralmente y desiguales.

Reproducción

La reproducción puede ser: vegetativa, por esporas o por gametos.

La reproducción vegetativa puede ser por fragmentación o propágulos.

Fragmentación. Ocurre en las formas filamentosas y en algunos talos más complejos; pueden desprenderse trozos de filamentos o partes de talos respectivamente.

Propágulos. Fragmentos pluricelulares, especie de brote que se forma y queda unido por un tiempo al talo principal por una célula que actúa como pedúnculo y después se libera como elemento reproductor.

La reproducción por esporas se efectúa por tetrásporas, zoósporas haploides o diploides.

Tetrásporas. Son cuatro esporas aplanósporas haploides formadas por meiosis en una célula o tetrasporangio.

Zoósporas haploides. Son esporas flageladas que se forman en células de los esporofitos diploides llamadas esporangio unilocular y en el que ocurre la meiosis.

Zoósporas diploides. Son esporas flageladas que se originan en los esporangios pluriloculares de los esporofitos diploides y garantizan la continuidad de estos.

En la reproducción por gametos se dan los tres tipos posibles: isogamia, oogamia y anisogamia. Los cigotos producidos germinan directamente sin pasar por periodo de reposo, debido a la estabilidad que ofrece el medio marino, el cual favorece la germinación.

Clasificación

La clasificación fundamental de las algas pardas se basa en los ciclos de vida y por esto la única clase, *Phaeophyceae*, se separa en tres subclases: *Isogeneratae*, *Heterogeneratae* y *Unigeneratae*. A la subclase *Isogeneratae* pertenecen los órdenes: *Ectocarpales*; *Sphacelariales*; *Cutleriales* y *Dictyotales*. La subclase *Heterogeneratae* agrupa a los órdenes: *Sporochneales*; *Desmarestiales*; *Dictyosiphonales* y *Laminariales*. Por último la subclase *Unigeneratae* presenta solo un orden, *Fucales*.

Subclase Isogeneratae

Se caracteriza por presentar un ciclo de vida haplodiplóntico isomórfico con dos generaciones de fase nuclear haploide y diploide que se alternan y son morfológicamente iguales. Este ciclo también se llama esporal isomórfico o digenético isomórfico.

Ciclo vital haplodiplóntico isomórfico

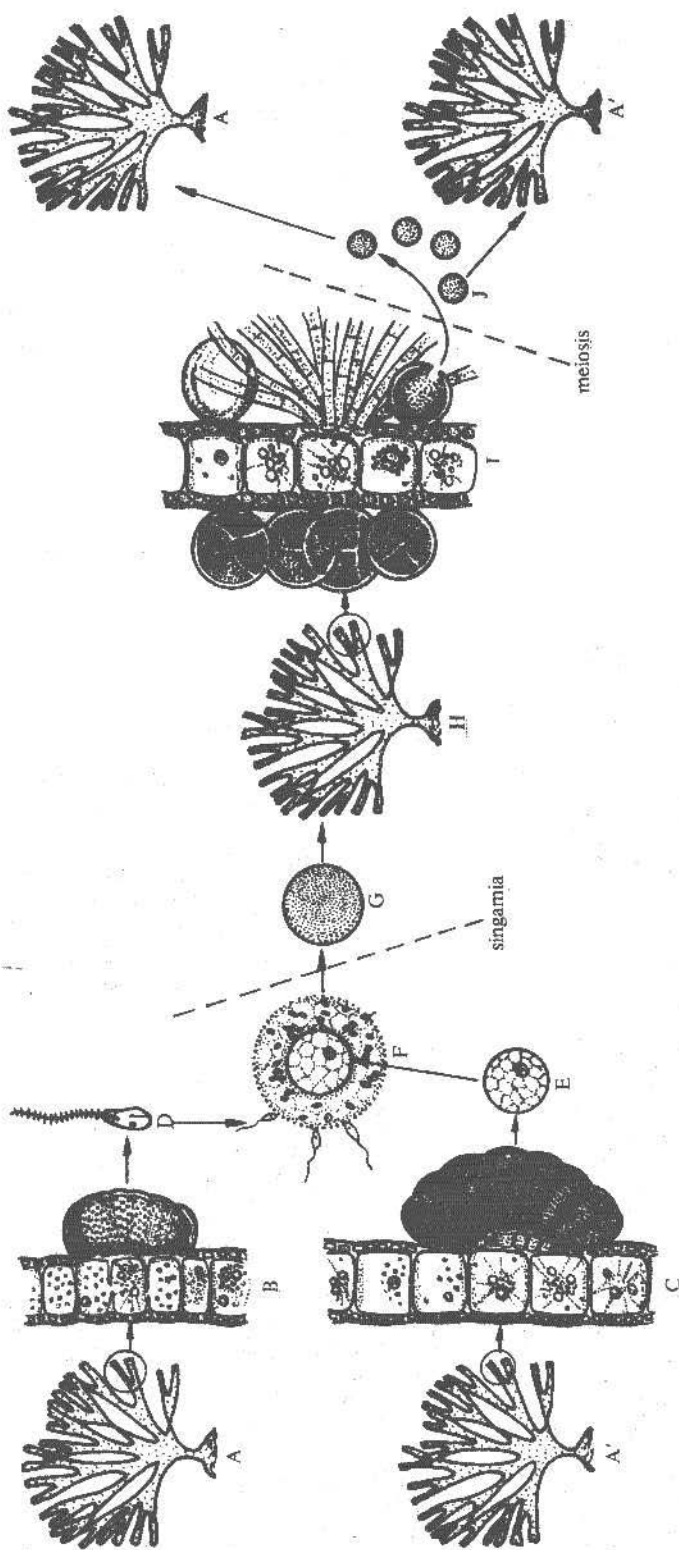
Los individuos haploides (gametofitos masculinos y femeninos) producen estructuras reproductoras multicelulares llamadas gametangios, donde se forman los gametos masculinos y femeninos (fig. 4.23).

En los individuos masculinos se originan grupos de anteridios que tienen forma cilíndrica y son pluricelulares. Cada una de estas células da lugar a un solo anterozoide piriforme con un solo cloroplasto reducido y un solo flagelo lateral barbulado; un segundo flagelo, muy reducido pero con un corpúsculo basal propio, permanece englobado en el citoplasma y no se observa desde el exterior.

En los individuos femeninos se originan los oogonios, también en grupos. En el interior de cada oogonio se encuentra un solo óvulo.

Una vez maduros los óvulos, salen de los oogonios, ocurre la singamia en el agua, se forma un cigoto que enseguida germina sin división reductiva, se origina directamente un individuo diploide (esporofito $2n$) que es similar al haploide (gametofito n) y solo puede ser identificado por la observación de las estructuras reproductoras y el número de cromosomas.

El esporofito produce a ambos lados de las ramas planas, esporangios uniloculares que contienen cuatro aplanósporas con meiosis en su formación y son por tanto meiósporas. Estas meiósporas inmóviles salen libres al exterior a través de una hendidura de la pared del esporangio y cada una de ellas se desarrolla en un gametofito maduro por una serie de divisiones mitóticas.



4.23 Ciclo vital haplontico isomórfico en *Dictyota*. A, gametofito masculino (n). A', gametofito femenino (n). B, sección transversal de un talo masculino con un sorro de anteridios. C, sección transversal de un talo femenino con un sorro de oogonios. D, anterozoide. E, óvulo. F, óvulo rodeado de anterozoides. G, cigoto (2n). H, esporofito (2n). I, sección transversal del talo con varios tetrasporangios y uno de ellos ya liberó las cuatro meiósporas (n). J, meiósporas.

Orden Ectocarpales

En el orden *Ectocarpales* se encuentran las especies *Ectocarpus siliculosus* y *Ectocarpus confervoides*.

Orden Sphacelariales

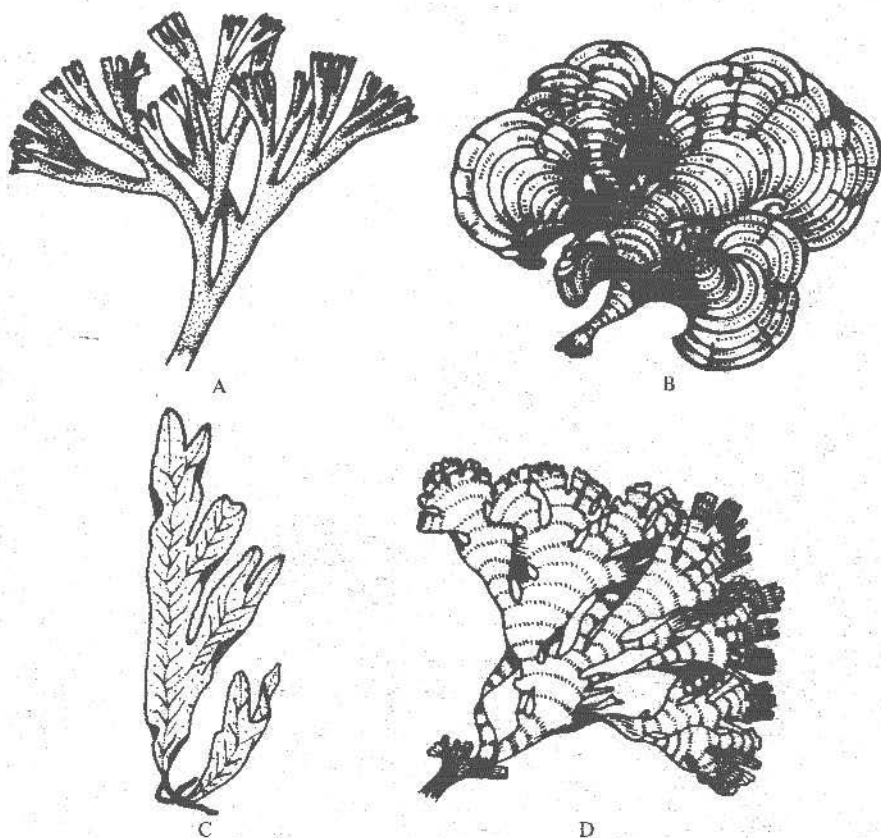
El orden *Sphacelariales* posee una sola especie en Cuba: *Sphacelaria tribuloides*.

Orden Cutleriales

Este orden no está representado en Cuba.

Orden Dictyotales

Las dos generaciones de los individuos de este orden tienen la misma forma. Talos laminares o acintados y presentan ramificaciones dicotómicas. El crecimiento se efectúa por medio de una célula apical o una hilera de estas, situadas en los extremos de las ramas (crecimiento apical o marginal) y con diferenciación en sedoparénquima. Los géneros son en su mayoría de mares cálidos y viven permanentemente sumergidos. Los géneros cubanos son: *Dictyota* (fig. 24A), *Padina* (fig. 4.24 B), *Dilophus*, *Dictyopteris* (fig. 4.24 C), *Zonaria*, *Pocokiella*, *Stypodium* (fig. 4.24 D) y *Spatoglossum*. A continuación se estudian los más importantes.



4.24 Representantes del orden Dictyotales. A, *Dictyota* sp. B, *Padina* sp. C, *Dictyopteris* sp. D, *Stypodium* sp.

Género *Dictyota*

Individuos cuyo tamaño oscila entre 10 y 30 cm. Se adhieren por medio de un cono basal esponjoso multicelular; las partes que crecen son acintadas y presentan ramificaciones dicotómicas. Su médula consiste en una sola capa de células vacuoladas y el córtex de una o dos capas de células pequeñas muy pigmentadas. Comúnmente se encuentran tufos de pelos incoloros por la superficie del talo. En Cuba se reportan siete especies: *D. dichotoma*, *D. bartayresii*, *D. varicata*, *D. indica*, *D. cervicornis*, *D. ciliolata* y *D. dentata*.

Género *Padina*

Talos aplanados en forma de abanico y márgenes enrollados que protegen las células apicales. Muchas veces con incrustaciones de carbonato de calcio que le altera su color original pardo oliváceo. Estructuras reproductoras en soros. Las especies de este género viven fijas sobre raíces de mangle, rocas, conchas, corales muertos, en lugares semiprotectidos, por debajo de la zona intermareal y a veces hasta 14 m de profundidad. En Cuba se reportan cuatro especies: *Padina pavonica*, *P. vickersiae*, *P. sanctae-crucis* y *P. gymnospora*.

Género *Dictyopteris*

Talos pequeños o grandes según la especie, acintados con un pronunciado nervio central, fijos por rizoides sobre rocas, corales muertos y conchas, a veces también epifitas según la especie. Crecimiento apical. Estructuras reproductoras en soros. Especies reportadas en Cuba: *D. delicatula*, *D. plagiogramma* y *D. justii*.

Género *Stypopodium*

Talos de considerables dimensiones, de color carmelita oscuro; estructuras foliáceas muy incisas con líneas transversales paralelas de soros. Los individuos de *Stypopodium* viven fijos por rizoides sobre rocas en lugares donde el oleaje es moderado o hasta de 2 m de profundidad. La única especie reportada en Cuba es *S. zonale*, pero es muy abundante.

Subclase Heterogeneratae

Se caracteriza por presentar un ciclo de vida haplodiplóntico heteromórfico, con dos generaciones de fase nuclear haploide y diploide que se alternan y son morfológicamente diferentes. Este ciclo también se llama esporal heteromórfico o digenético con alternancia heteromórfica.

Ciclo vital haplodiplóntico

La fase gametofítica es haploide, independiente, diminuta aunque pluricelular, fisiológicamente de vida libre y a veces microscópica. El gametofito femenino produce un óvulo por cada oogonio unido al extremo de este (fig. 4.25).

El gametofito masculino produce muchos espermatozoides flagelados, por lo general unos por cada célula, que nadan hasta el óvulo y ocurre la singamia en el agua.

El cigoto resultante sufre mitosis y forma el embrión del esporofito, que continúa creciendo hasta originar el alga típica deloficea.

En regiones especializadas de la lámina del esporofito se encuentran los meiosporangios uniloculares donde ocurre la meiosis. Las meiósporas formadas, flageladas, se sedimentan, se fijan, y producen mediante mitosis los dos tipos de gametofitos haploides.

Orden Sporochneales

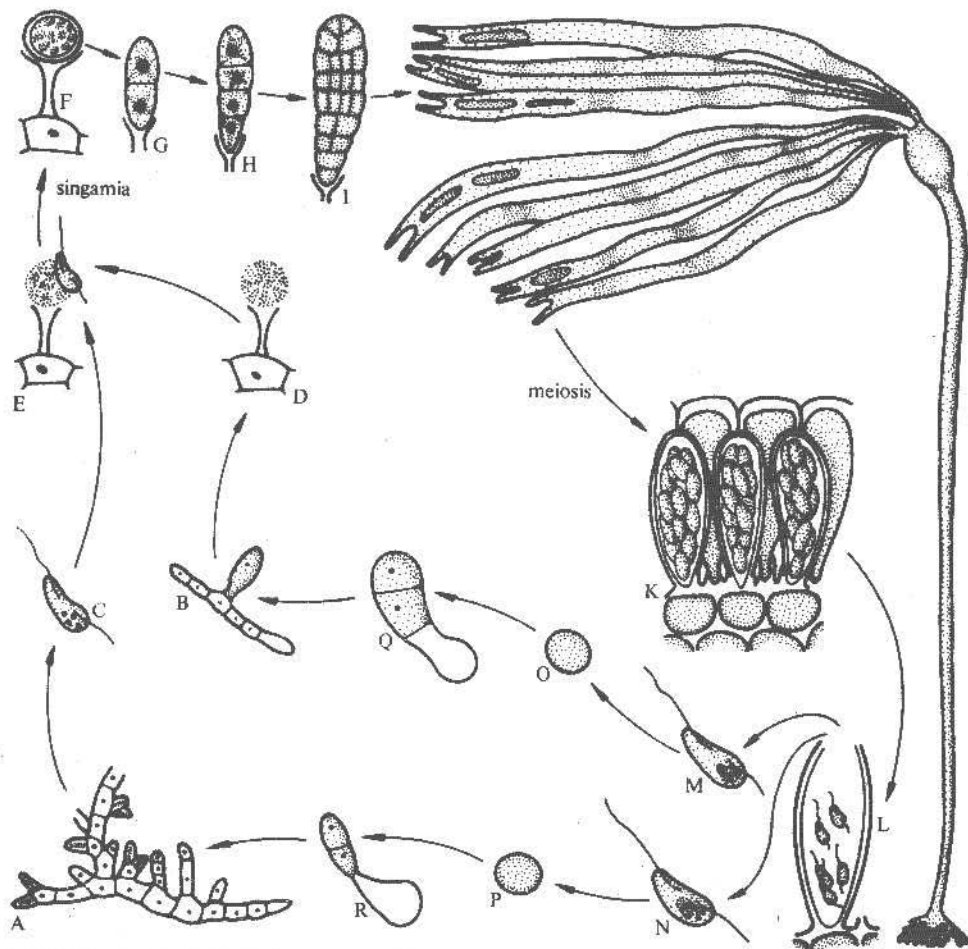
Dentro de este orden se reportan las especies *Nereia tropica* y *Sporochnus bolleanus*.

Orden Desmarestiales

El orden *Desmarestiales* no tiene representantes en aguas tropicales.

Orden Dictyosiphonales

En el orden *Dictyosiphonales* están las especies *Colpomenia sinuosa*, *Hydroclathrus clathratus*, *Rosenvigea sanctae-crucis* y *R. intricata*.



4.25 Ciclo vital haplodiplóntico heteromórfico en *Nereocystis*.

Orden Laminariales

Los representantes de *Laminariales* no se han encontrado en Cuba por ser estos de aguas frías.

Subclase Unigeneratae

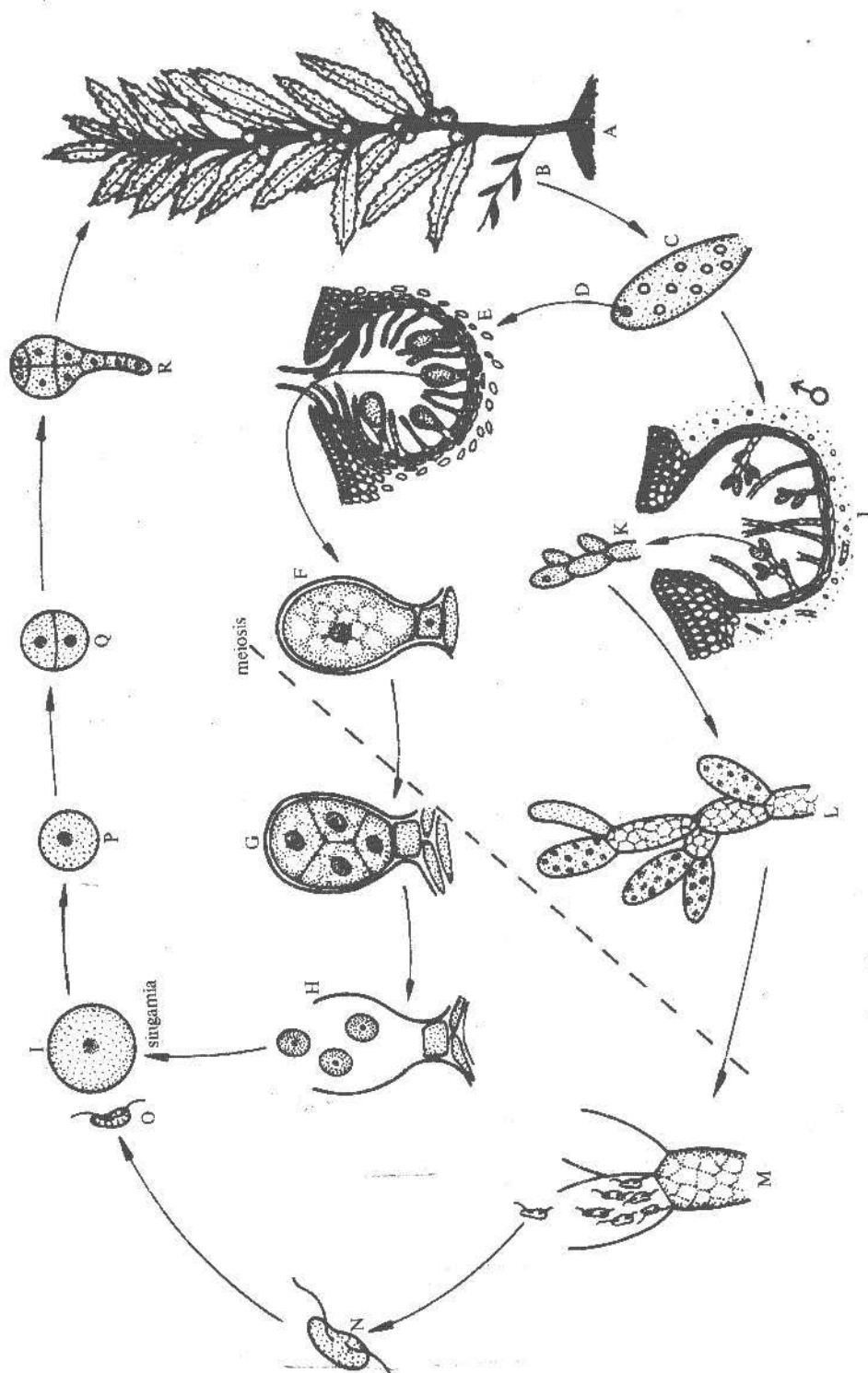
Es característico de esta subclase no presentar alternancia de generaciones, solo tiene individuos diploides que se diferencian en partes asimiladoras, casi siempre laminares, estipe y estructuras de fijación. Con frecuencia, los individuos de *Unigeneratae* tienen vesículas de flotación; no forman zoósporas y la reproducción gamética es por oogamia. El gametofito prácticamente solo está representado por los gametos y la meiosis precede a los gametos.

Son algas restringidas al hemisferio norte, muy poco representadas en el hemisferio sur. Las hay monoicas y dioicas; en las primeras el oogonio y el anteridio se forman en un mismo conceptáculo. Casi todas tienen un fuerte disco de fijación o cono córneo.

Ciclo vital diplóntico

Este ciclo vital se llama diplóntico o monogenético (fig. 4.26).

El talo es diploide, las únicas células haploides en el ciclo vital son las esporas (o gametos) así como sus precursores inmediatos, después de la meiosis en el esporangio.



4.26 Ciclo vital diplóntico (monogénético) en *Sargassum*.

La generación gametofítica se ha reducido tanto que no hay gametofito multicelular de vida libre.

Las esporas o gametos son de dos tipos y la unión gamética es por oogamia. Los esporangios o gametangios se forman en cavidades especiales llamadas conceptáculos, que pueden estar esparcidos sobre la superficie del talo, pero más a menudo nacen solo en las puntas inflamadas (receptáculos).

Orden Fucales

Las algas de *Fucales* son bastante grandes y se fijan por medio de discos de fijación o por un cono córneo. Las hay monoicas y dioicas; en las primeras el oogonio y el anteridio se desarrolla en un mismo conceptáculo. Están restringidas al hemisferio norte y poco representadas en el hemisferio sur.

El orden tiene un alto grado de desarrollo; algunos individuos como los del género *Sargassum* tienen una organización parenquimatosas que recuerda a las plantas superiores por su especialización. El mayor desarrollo de este orden es en mares fríos aunque los géneros *Sargassum* y *Turbinaria* pertenecientes a la familia *Sargassaceae*, son propios de mares cálidos y están bien representados en las costas cubanas.

Género *Sargassum*

Es el género más ampliamente distribuido en Cuba y con mayor número de especies y subespecies. El esporofito es grande y complejo, a veces, de varios metros de largo y está dividido en porciones semejantes a tallos y hojas de variadas formas (fig. 4.27 A). Tiene ramificación monopodial, es decir, un eje principal bien evidente: en ocasiones en este eje se observan puas o espinas que reciben el nombre de murículas, las cuales tienen pelos que salen de cavidades llamadas criptostomas. Otra modificación vegetativa son las vesículas o flotadores llamados aerocistes, presentes en la mayoría de las especies, y que se encuentran en ramas cortas pedunculadas especiales.

El ciclo sexual es semejante al del género *Fucus*, excepto en que siete de los ocho núcleos del oogonio degeneran y queda un solo óvulo grande. Los gametocitos son uniloculares y están localizados en conceptáculos situados en ramas cortas, cilíndricas o fusiformes llamadas receptáculos. Las especies que flotan libremente se reproducen de forma vegetativa por el desprendimiento de fragmentos que flotan y desarrollan nuevos individuos y nunca producen estructuras sexuales. Las especies encontradas en Cuba son 14: por ejemplo, *Sargassum vulgare*, *S. natans* y *S. rigidulum*.

Género *Turbinaria*

Turbinaria (fig. 4.27 B) al igual que *Sargassum* tiene ramificación monopodial y esto lo diferencia de los restantes fucales. La región foliácea es muy característica: tiene forma piramidal con vesícula interna y a veces con el borde aserrado. Los receptáculos suelen ser como en *Sargassum*. En Cuba hay dos especies: *Turbinaria turbinata* y *Turbinaria tricosata*.

Importancia de las algas pardas

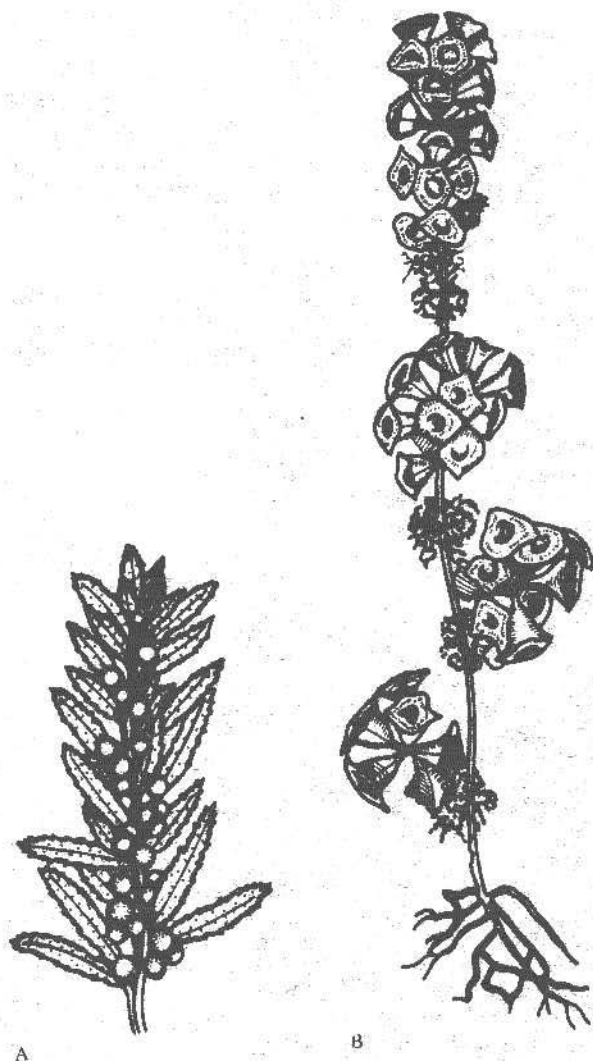
La importancia indirecta que para el hombre tienen las algas pardas se debe a sus posibilidades como productores primarios, ya que muchos organismos se alimentan de los tejidos de las algas y otros se alimentan de los detritus debido a la descomposición de sus tejidos.

Uno de los usos más antiguos de las algas pardas fue como fertilizante, todavía hoy en algunas regiones se emplean para ese fin, secas o en forma de cenizas. Cuando la II Guerra Mundial, en América se dependió de *Sargassum* como única fuente de potasio, iodo y acetona, obtenidos del mar de los sargazos.

En la actualidad, son muchos los productos obtenidos de las algas pardas y que abarcan las industrias alimenticia, textil, química y otras.

Varias algas pardas gigantes como *Macrocystis* y *Laminaria*, tienen considerable importancia económica debido a ciertos compuestos llamados alginatos que están presentes en las paredes celulares. Los alginatos han sido utilizados como estabilizadores de helados,

sorbetos, queso crema, crema para batidos; como base para dulces y aderezos de ensaladas. También se han empleado en adhesivos, plásticos, pinturas impermeables de uso marítimo, telas a prueba de agua, insecticidas, cosméticos, y cremas de perfumería. En farmacia, en la fabricación de medicina y antibióticos. Se utilizan también como parte de la pasta que sirve para tomar impresiones dentales.



4.27 Representantes del orden
Fucales. A, *Sargassum* sp. B,
Turbinaria sp.

Aunque no es costumbre muy generalizada la utilización de las algas pardas como alimento, en pueblos orientales como Japón y China, se utilizan desde hace unos cuantos miles de años. En Japón por ejemplo se come Laminaria en un plato llamado kombi y Undaria en otro llamado wakare.

Las algas pardas se utilizan en la fabricación de harinas para piensos, en aquellos casos en que la alimentación básica de los animales carece de algunas vitaminas y minerales. Los minerales principales que poseen las algas pardas son: yodo, potasio y magnesio. Las algas se unen a la harina elaborada con pescado seco, aceite de pescado, conchas, bicarbonato de sodio y de calcio.

Desde hace mucho tiempo atrás los chinos usaron *Sargassum* y varias laminarias en el tratamiento de la papera y otras enfermedades glandulares.

División Rhodophyta

Las algas rojas fueron reconocidas como un grupo distinto por W.H. Harvey, en 1836 cuando las segregó como la subclase *Rhodospirae* de la clase *Algae*. Posteriormente en 1855, fueron elevadas a la categoría de clase bajo el nombre de *Rhodophyceae* y los algólogos modernos generalmente consideran que este grupo constituye la división *Rhodophyta* (Wettstein, 1901).

Las primeras contribuciones importantes de la estructura y clasificación de las algas rojas fueron hechas por C.J. Friedrich Schmitz en dos trabajos publicados en 1883 y 1889 donde se reconocen los dos grupos (*Bangiophyceae* y *Floridophyceae*). Obsérvese que la terminación corresponde a clase y él los trató como grupo. Actualmente estos grupos son subclases y la disposición de los órdenes se basan en el trabajo de Schmitz modificado por Harold Kylin (fisiólogo sueco) y sus discípulos en una serie de trabajos publicados de 1923 a 1932.

Las algas rojas constituyen un grupo muy amplio y diverso, que comprende más de 400 géneros y entre 3 500 y 4 000 especies, en su mayoría marinas aunque en aguas dulces se concentran alrededor de 200 especies que están limitadas a las corrientes frías y rápidas.

Caracteres

Las especies marinas son casi siempre fijas, se encuentran fijas a rocas u otro sustrato inorgánico, pero a veces son epifitas de otros tipos de algas o parásitas de las propias algas rojas; las marinas son mucho más abundantes y han alcanzado una amplia diversidad de formas y colores, son las que gozan de una distribución más amplia tanto geográfica como vertical dentro del conjunto de algas.

Habitan en todos los océanos, pero son más comunes en regiones tropicales especialmente en el hemisferio sur; rara vez se hacen dominantes como las algas pardas. Las hay terrestres que forman revestimiento espumosos rojizos sobre las superficies húmedas de los invernaderos o junto al borde de las piscinas o fuentes en proceso de desecación.

La mayoría de las especies tropicales son pequeñas y poco aparentes, mientras que algunas especies de agua fría son de tamaño considerable. En general cubren una distribución vertical mucho más amplia que las algas pardas; se encuentran desde las zonas intermareales donde a veces quedan expuestas al aire, hasta profundidades por debajo de los 120 m de profundidad y llegan a veces a 200 m.

Son individuos unicelulares o pluricelulares, con células cuya pared celular está diferenciada en dos capas: una interna celulósica y una externa péctica.

En muchas algas rojas se pueden encontrar sustancias coloidales complejas como el agar y la carragenina, tanto en la pared como en los espacios intercelulares. Hay géneros (coralinas) en los que se produce una fuerte calcificación de la parte más externa de la pared celular, constituida principalmente por CO_3Ca aunque también contiene CO_3Mg . Estos carbonatos pueden estar incrustados en todo el talo o solo en algunas zonas.

Las especies más sencillas suelen ser uninucleadas y las más evolucionadas son plurinucleadas salvo en las células jóvenes o reproductoras. En algunos casos las grandes células de las algas rojas pueden contener centenares de núcleos y estos poseen una membrana nuclear bien definida y un nucleolo.

Poseen plastidios que en esta división se llaman rodoplastos; generalmente uno solo por célula en las especies más sencillas, que puede ser axial y estrellado o también parietal. En las especies más complejas hay muchos rodoplastos pequeños y discoidales o también irregulares o acintados. En muchas se presentan pirenoides desnudos, sin cubiertas de almidón. En las microfotografías electrónicas, el rodoplasto se observa con una estructura parecida a la de las otras algas, con una membrana doble, pequeños gránulos densos y granos lipídicos mayores; sin embargo presenta solo pares de laminillas simples, no apiladas en montones. Esto corresponde a una característica primitiva que puede relacionar a este grupo con las cianofíceas.

Según sean las condiciones del medio, las rodofitas, presentan una variedad de tonos que va desde el verde, pasando por el rojo y el pardo, el rojo brillante y el azul, hasta rojo púrpura e incluso negro. Deben su color típico a la presencia de pigmentos ficobilínicos ac-

cesorios como la r-ficoeritrina (roja) y la r-ficocianina (azul); hay también grupos que presentan b-ficoeritrina y aloficocianina y c-ficocianina.

Las ficobilinas son muy parecidas a las de las cianofíceas y criptofíceas, aunque químicamente no son iguales.

Las algas rojas poseen carotenos de los tipos alfa y beta y las xantofilas luteína y zeaxantina. A pesar de que el color verde no es dominante en el grupo; también tienen clorofila a y d, esta última hallada en pocas especies.

Las reservas alimenticias se encuentran almacenadas en forma de un polisacárido llamado almidón de florideas. Se acumulan como pequeños gránulos citoplasmáticos de almidón que se tiñe de violeta o rojo cuando se trata con yodo. Este almidón es similar aunque no idéntico al glicógeno y a la fracción amilopectina del almidón ordinario. Otras sustancias de reserva son diversos sacáridos como la trehalosa, el floridofósido, el ácido manoglicérico y la sacarosa. En algunas especies abundan polialcoholes, otras almacenan lípidos como colesterol, cistoterol y fucosterol.

La mayoría son autótrofos pero las hay endofíticas, con un color muy pálido o completamente incoloras, lo que hace suponer que su nutrición se realice en parte a expensas del hospedante.

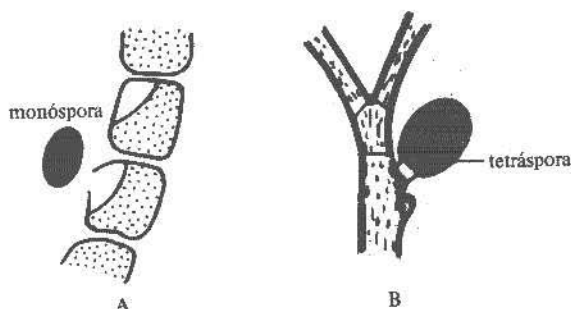
En las algas rojas nunca se encuentran células flageladas ni siquiera en los gametos masculinos, los cuales son inmóviles y su transportación se debe a las corrientes de agua.

Reproducción

La reproducción puede ser vegetativa, por esporas, y gamética.

La reproducción vegetativa es por fragmentación, es muy simple y aunque se presenta no es frecuente.

Las esporas son del tipo aplanósporas, nunca zoósporas, y pueden ser de dos tipos: monósporas, una sola célula haploide formada por metamorfosis de una célula o monosporangio sin meiosis (fig. 4.28 A), y tetrásporas, cuatro esporas haploides formadas en un tetrasporangio con previa meiosis (fig. 4.28 B).



4.28 Aplanósporas en rodofitas.
A, formación de monósporas. B, formación de tetrásporas.

La reproducción gamética es siempre por oogamia. Los gametos masculinos se llaman espermacios, son inmóviles y se reproducen en un espermatangio (fig. 4.29 A). Los núcleos femeninos se producen en el carpogonio que es unicelular y con una proyección en un extremo llamada tricógina (fig. 4.29 B). El espermacio es arrastrado pasivamente por el agua; penetra por la tricógina, se fusiona con el núcleo femenino, y da lugar al cigoto. La germinación de este origina un estado vegetativo muy sencillo, el carposporófito, productor de esporas (carpósporas). Este estado comienza con el carpogonio fecundado, dura hasta la maduración de las esporas a que da origen y puede ser haploide si durante su formación en las primeras divisiones del cigoto, ocurre la reducción meiótica.

En otros casos las carpósporas son diploides y la reducción cromosómica se produce en estados posteriores del ciclo de vida.

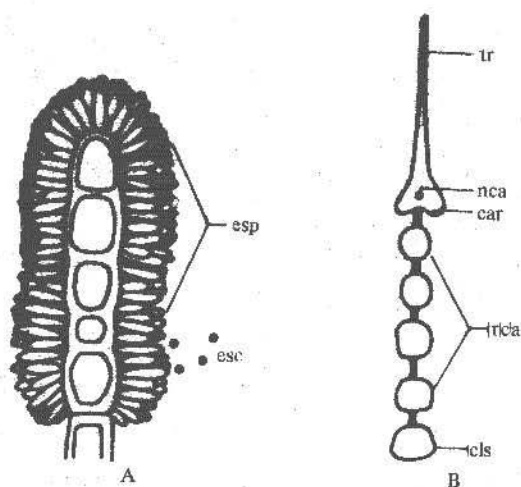
De acuerdo con el desarrollo que sigue el cigoto en su germinación se presentan dos ciclos de vida principales que son la base de la clasificación.

Clasificación

La división *Rhodophyta* tiene una sola clase, *Rhodophyceae* y dos subclases, *Bangiophyceae* y *Floridophycidae*. Las bangiofícidas hasta fecha reciente habían sido referidas todas

a un solo orden, *Bangiales*; algunos especialistas actuales del grupo prefieren reconocer varios órdenes: *Goniotrichales*, *Bangiales*, etc.

La subclase *Floridophycidae* se divide en seis órdenes basados en sus ciclos de vida: *Nemationales*, *Gelidiales*, *Chryptonemiales*, *Gigartinales*, *Rhodymeniales* y *Ceramiales*.



4.29 Estructuras reproductoras en rodofitas. A, estructura masculina: esp, espermatangios; esc, espermacios. B, Estructura femenina: cls, célula de soporte; rca, rama carpogonial; car, carpogonio; nca, núcleo carpogonial; tr, tricógina.

Subclase Bangiophycidae

Caracteres

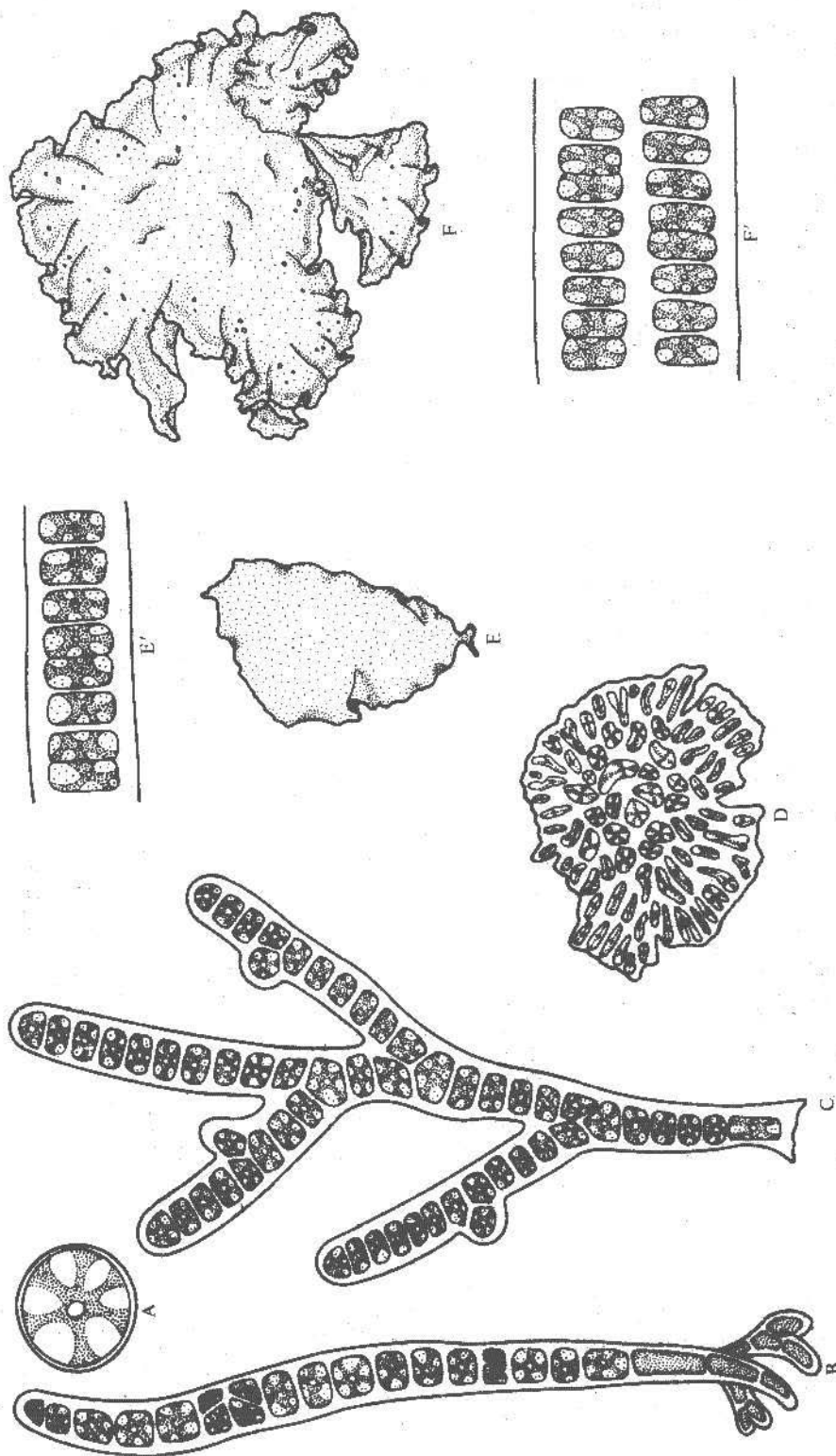
Comprende un pequeño número de especies, 70 o más en 20 géneros, de ellos seis representados en Cuba. Son algas muy sencillas tanto desde el punto de vista vegetativo como reproductivo. La mayoría son marinas; viven sobre rocas o epifitas. Son individuos unicelulares (fig. 4.30 A), filamentosos (fig. 4.30 B), generalmente uniseriados o membranosos. El tipo de crecimiento alcanzado por este grupo es el foliáceo; las células se dividen según dos planos y forman un cuerpo monostromático, o según tres planos y forman un talo distromático (fig. 4.30 E, E', F, F').

Presentan pared celular con celulosa o polisacáridos afines. Hay poros de comunicación entre las células vecinas. Son uninucleadas, con migración de núcleos a través de las comunicaciones hasta segundo orden. Poseen vacuolas pequeñas. Los pigmentos se encuentran en rodoplastos, con pirenoides y sin sustancias de reserva. Carecen de esporocistos especializados, solo transformación de una célula vegetativa. Oogonio muy reducido, es también la transformación de una célula vegetativa y puede tener tricógina o no muy rudimentaria. Los individuos se fijan por una simple célula mediante unos pocos filamentos rizoidales pluricelulares basales originados a partir de cierto número de células existentes en la base del talo.

Ciclo vital haplontico

En *Porphyra* hay individuos masculinos y femeninos separados que no se diferencian entre sí y que constituyen los gametofitos. En el gametofito masculino (fig. 4.31 A) cualquier célula del talo excepto las rizoidales de fijación pueden transformarse en un gametangio que aquí se llama espermatangio. En el espermatangio mediante divisiones mitóticas se forma un gran número de espermacios (16-32-64-128, según la especie), casi incoloros, inmóviles, que salen al exterior y son transportados por el agua (fig. 4.31 D). Los individuos productores de espermacios adquieren un color blanquecino junto al margen que es por donde el talo comienza a hacerse fértil.

En el gametofito femenino (fig. 4.13 B), igual que en el masculino, cualquier célula puede transformarse, por metamorfosis sencilla, en un gametangio femenino que aquí se llama carpogonio (fig. 4.31 F). El carpogonio es uninucleado, sufre una ligera modificación y forma una tricógina rudimentaria que es como una papila receptora de la célula (fig. 4.31 G).



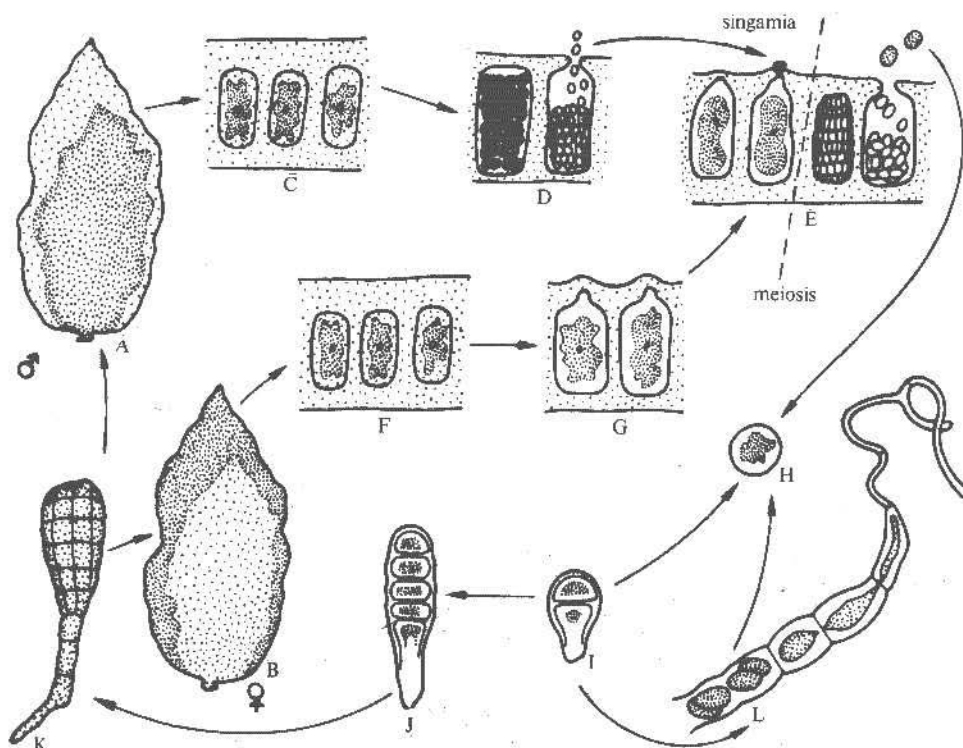
4.30 Tipos de talos en *Bangiophycidae*. A, unicelular. B, filamentosos uniseriados y no ramificados. C, ramificados. D, postrado y monostromatico. E, foliaceo, monostromatico. E', corte transversal del talo monostromatico. F, talo distromatico. F', corte transversal del talo distromatico.

La matriz gelatinosa del talo masculino se encoge al quedar expuesta a la desecación entre las mareas. Cuando un talo con espermatangios maduros es bañado por la siguiente marea, el hinchamiento exprime a las células masculinas hacia el agua.

Cuando un espermacio establece contacto con la tricógina (fig. 4.31 E), su núcleo penetra en el citoplasma del carpogonio y se fusiona con el núcleo femenino. En algunos casos el carpogonio no alcanza la superficie del talo y el núcleo masculino llega mediante un tubo que crece a partir del espermacio. Inmediatamente después de la fusión de los núcleos, el cigoto sufre la meiosis, seguida, algunas veces, por cierto número de divisiones mitóticas.

A continuación el citoplasma se divide en fragmentos y forma un cierto número (4-64) de carpósporas haploides uninucleadas según las especies (fig. 4.31 E-H).

Las carpósporas pueden germinar, crecer, y originar nuevos gametofitos pluricelulares y foliáceos (fig. 4.31 I-K). Si las condiciones son desfavorables, pueden germinar, empezar a crecer y originar un individuo foliáceo, pero en vez de continuar hasta la madurez, el desarrollo del talo foliáceo puede quedar detenido en una fase de talo diminuta aunque pluricelular. Cada célula de este talo, excepto las células rizoidales pueden redondearse y liberar una monóspora que se comporta exactamente del mismo modo que una carpóspora. Esta fase se conoce como filamento en estado de *Conchocelis* (fig. 4.31 L) y durante mucho tiempo se creyó que era otro género hasta que se comprobó que es una fase del ciclo del género *Porphyra*.



4.31 Ciclo vital de *Porphyra* (en una especie monostromática). A, gametofito masculino con el margen fértil. B, gametofito femenino. C y F, células vegetativas del gametofito. D, formación y liberación de espermacios a partir de los espermatangios. E, fecundación (izquierda) y formación de carpósporas (derecha) a partir del cigoto, en el gametofito femenino. G, desarrollo del carpogonio. H-K, germinación de la carpóspora, se forma un esporofito. L, fase filamentosa o *Conchocelis*, nacida de la carpóspora germinada (con producción de monóspora).

En otras condiciones puede desarrollarse de diferentes maneras; la carpóspora puede germinar y transformarse en una fase filamentosa ramificada, que al llegar a la madurez produce una célula más o menos hinchada que funciona como monosporangio; cada monosporangio produce una monóspora única que por su función es potencialmente parecida a una carpóspora. Esta fase filamentosa origina manchas rojizas sobre las conchas de los moluscos muertos y algunos de estos filamentos llegan a penetrar en el interior de la concha.

Orden Bangiales

Las especies de este orden son filiformes, de forma foliácea o discoidal y se extienden en un plano horizontal. Las células poseen un rodoplasto estrellado y un núcleo. En Cuba están representadas dos familias: *Bangiaceae* y *Cosmopogonaceae*.

La familia *Bangiaceae* comprende los géneros siguientes: *Asterocystis*, con una sola especie en Cuba (*A. racemosa*); *Goniotrichum*, con una sola especie en Cuba (*G. alsidii*); *Bangiopsis*, con una sola especie en Cuba (*B. humprevi*); *Erythrocladia*, con una sola especie en Cuba (*E. carnea*).

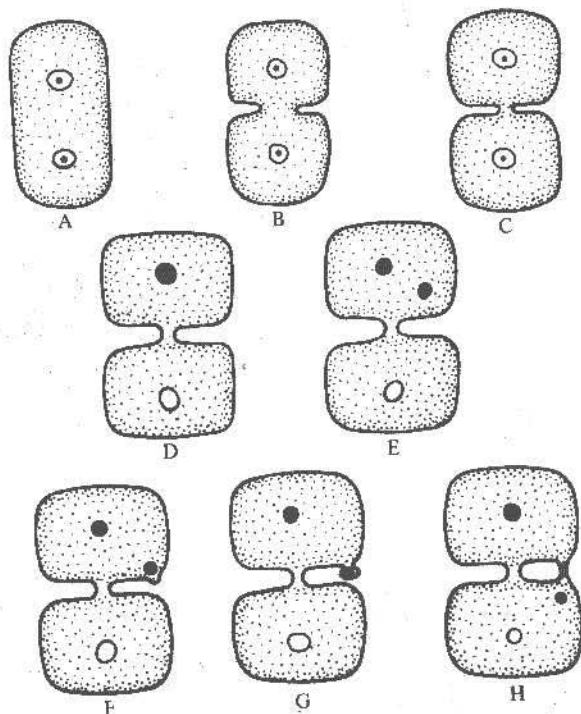
La familia *Cosmopogonaceae* tiene en Cuba un solo género y una sola especie. *Cosmopogon caeruleus*.

Subclase Floridophycidae

Esta subclase está constituida por un gran número de especies, aproximadamente 3 500, agrupadas en 375 géneros. La mayoría marinas con unas 200 especies de agua dulce. Crecen sobre rocas u otro sustrato sólido.

Caracteres

Presentan plasmodesmos primarios y secundarios entre las células adyacentes. Los plasmodesmos primarios se forman debido a un crecimiento incompleto de la pared transversal entre dos células hijas (fig. 4.32 A-C). Los plasmodesmos secundarios se forman entre células adyacentes del mismo filamento o entre células de filamentos adyacentes (fig. 4.32 D-H) y en los géneros parásitos entre las células del parásito y las del hospedan-

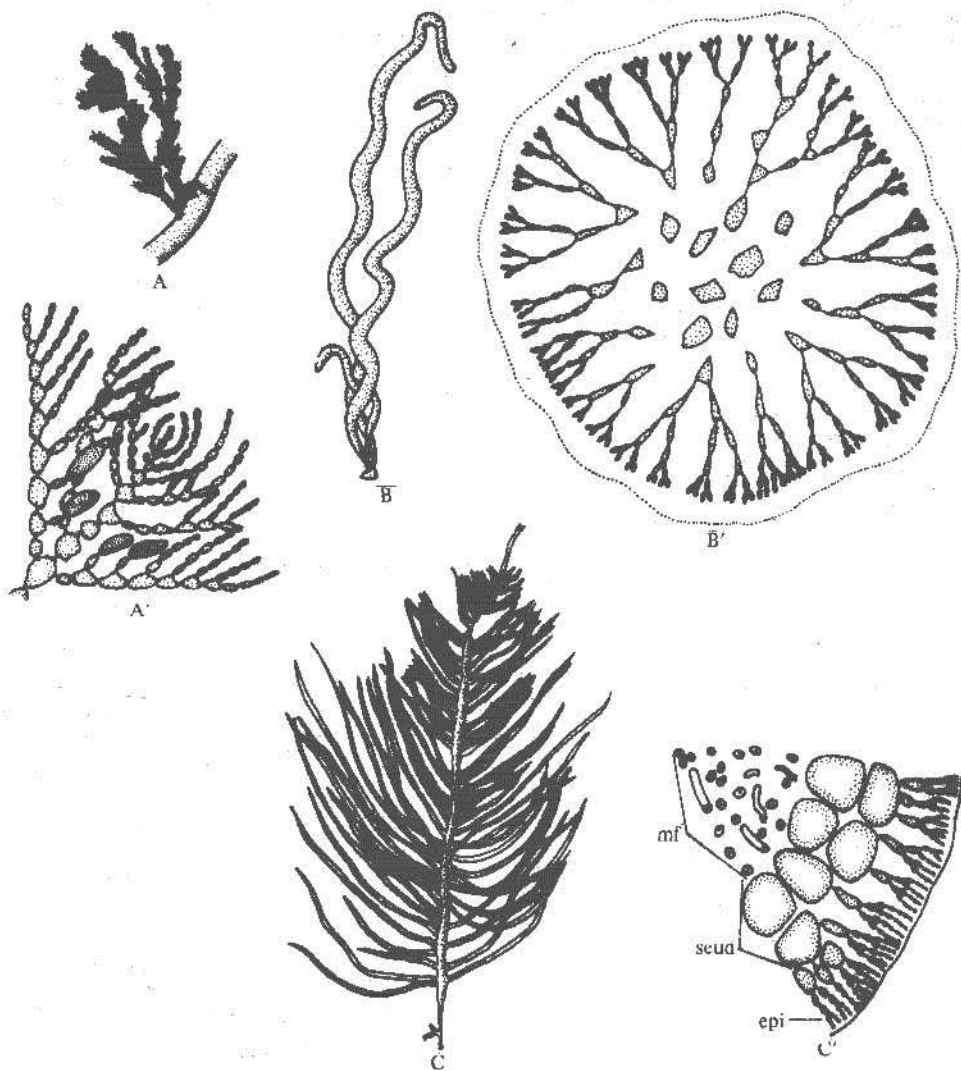


4.32 Formación de plasmodesmos en las floridofícidas. A-C, plasmodesmo primario. D-H, plasmodesmo secundario.

te, la función de los plasmodesmos no ha sido establecida con claridad en estos grupos, probablemente representen un sistema de transporte de alimento de una célula a otra.

En esta subclase no se conocen representantes unicelulares. Las especies más sencillas son uniseriadas y ramificadas, las más complejas son filamentosas ramificadas y esas ramificaciones están fusionadas lateralmente en grado variable, hasta llegar a originar un talo pseudoparenquimático.

El crecimiento de cada rama es apical: en pocos géneros hay crecimiento intercalar o marginal y las formas pseudoparenquimatosas y laxamente ramificadas pueden tener un crecimiento uniaxial o multiaxial sencillo o complejo (fig. 4.33).



4.33 Tipos de crecimiento en las floridoficidas. *Antithamnion*: A, aspecto general de la planta fija epifita de un alga parda; A', porción terminal del talo mostrando estructura uniaxial, laxa y filamentososa. *Nematium*: B, aspecto de un grupo de plantas; B', corte transversal del talo donde se muestra estructura multiaxial sencilla y su organización a base de filamentos ramificados incluidos en una matriz mucilagínosa. *Agardhiella*: C, aspecto general; C', corte transversal de una porción de talo multiaxial más complejo donde se muestra la médula filamentososa (mf), el córtex pseudoparenquimático (seud) y la epidermis (epi).

Pared celular con celulosa, agar y carragenina. Las células multinucleadas con poros de comunicación y migración de núcleos hasta de sexto orden. Presencia de vacuolas grandes y centrales. Pigmentos en rodoplastos y sin pirenoides. Sustancias de reserva, almidón de florideas. Esporas contenidas en esporocistos especializados, los que pueden ubicarse en una rama o en el córtex del talo en conceptáculos. Oogonios con una célula de soporte que origina la rama carpogonial donde está el carpogonio con su tricógina.

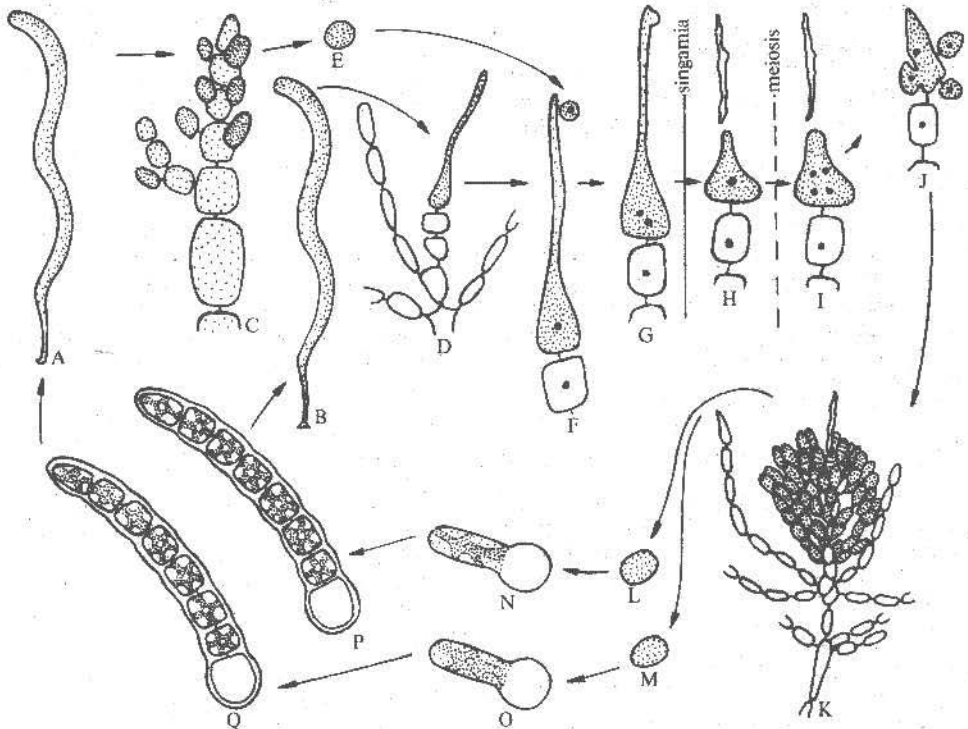
En esta subclase se presentan los tipos de ciclos vitales haplontico y haplodiplontico y los individuos monoicos o dioicos.

Ciclo vital haplontico

El gametofito es la generación deloficea (fig. 4.34 A y B). El gametofito masculino desarrolla ramas con varios espermatangios (fig. 4.34 C) y cada uno de estos produce un solo espermacio incoloro que queda libre (fig. 4.34 E). El gametofito femenino desarrolla un carpogonio y este presenta la tricógina (fig. 4.34 D).

El espermacio se fija sobre la tricógina y el núcleo pasa hasta la parte basal dilatada del carpogonio donde se fusiona con el núcleo femenino (fig. 4.34 F-H).

La primera división del núcleo del cigoto es meiótica. Después de la meiosis (fig. 4.34 I y J), los núcleos hijos se separan y constituyen células que se dividen repetidamente hasta formar cadenas. Las cadenas formadas originan los filamentos gonimoblásticos o carposporófitos constituidos por células haploides, pero que están sobre el gametofito (fig. 4.34 K). Este carposporófito queda en contacto con el medio, sus células terminales maduran y originan directamente carposporangios; cada uno de los cuales produce una sola carpóspora haploide (fig. 4.34 L y M). Las carpósperas germinan y dan gametofitos de vida libre (fig. 4.34 N-Q).



4.34 Ciclo vital de *Nematium*. A y B, gametofitos. C, ramita del gametofito masculino con varios espermatangios. D, ramita de un gametofito femenino con un carpogonio. E, espermacio recién liberado. F, espermacio sobre la tricógina. G, núcleo del espermacio después de llegar a la base del carpogonio. H, después de la singamia. I, después de la meiosis, degeneración de la tricógina. J, aparición de los filamentos del gonimoblasto a partir del carpogonio fecundado. K, gonimoblasto maduro, con numerosos carposporangios. L y M, carpósperas. N y O, germinación de las carpósperas P y Q, plántulas filamentosas.

Ciclo vital haplodiplóntico

Este tipo de ciclo vital es el que se encuentra con más frecuencia entre las floridofíceas, presenta generaciones de vida libre productoras de gametos que alternan con una generación de vida libre productora de tetrásporas y un diminuto carposporófito diploide intermedio que permanece *in situ* sobre el gametofito femenino. Sin embargo, en la mayoría de los casos el tetrasporófito diploide es morfológicamente idéntico a los gametofitos haploides.

El ciclo de vida más frecuente en las floridofíceas se aproxima a una alternancia de generaciones isomórficas excepto en lo que se refiere a la introducción de una generación diploide suplementaria, el carposporófito.

Los gametofitos masculinos y femeninos (fig. 4.35 A y B) de vida libre son grandes y son la generación delofícea. El gametofito masculino desarrolla ramas con varios espermatangios y cada uno de ellos produce un espermacio que queda libre (fig. 4.35 C y E). El gametofito femenino desarrolla un carpogonio y este presenta la tricógina (fig. 4.35 D y F).

El espermacio se fija sobre la tricógina y el núcleo pasa a la parte basal dilatada del carpogonio donde se fusiona con el núcleo femenino y se forma el cigoto (fig. 4.35 F-H).

El cigoto sufre división mitótica, los núcleos hijos se separan y constituyen células (fig. 4.35 I) que se dividen repetidamente hasta formar los filamentos gonimoblásticos de células diploides (fig. 4.35 J).

El carposporófito diploide, no expuesto al exterior, que produce carpósporas diploides queda rodeado por una estructura en forma de urna, el pericarpo, que está formado por células gametofíticas femeninas que envuelven el carposporófito en desarrollo hasta formar una cobertura filamentosa protectora (fig. 4.35 K).

Las carpósporas diploides quedan en libertad (fig. 4.35 L), crecen, y dan lugar a una generación filamentosa diminuta de vida libre, con un aspecto tan distinto que se conoció durante mucho tiempo como un género aparte, *Trailiella* (fig. 4.35 M).

La fase *Trailiella* produce tetrasporangios (fig. 4.35 N) y la meiosis tiene lugar durante la formación de las tetrásporas. Cada tetráspora, una vez liberada (fig. 4.35 O) germina y origina un nuevo individuo gametofítico típico.

Orden Nemalionales

Se considera el orden más primitivo entre las floridofíceas, coincide con *Bangiales* en que tiene un solo núcleo y generalmente un solo rodoplasto con un pirenoide.

El orden *Nemalionales* estructuralmente tiene una amplia diversidad, pues sus individuos presentan formas filamentosas uniseriadas, hasta las complejas multiaxiales, corticadas, ramificadas y calcificadas. Pueden tener ciclo monogenético solo con fase esporofítica; es probable que este ciclo no se haya estudiado mucho y que exista alternancia de generaciones.

En Cuba se reportan tres familias con cuatro géneros, que se estudian a continuación.

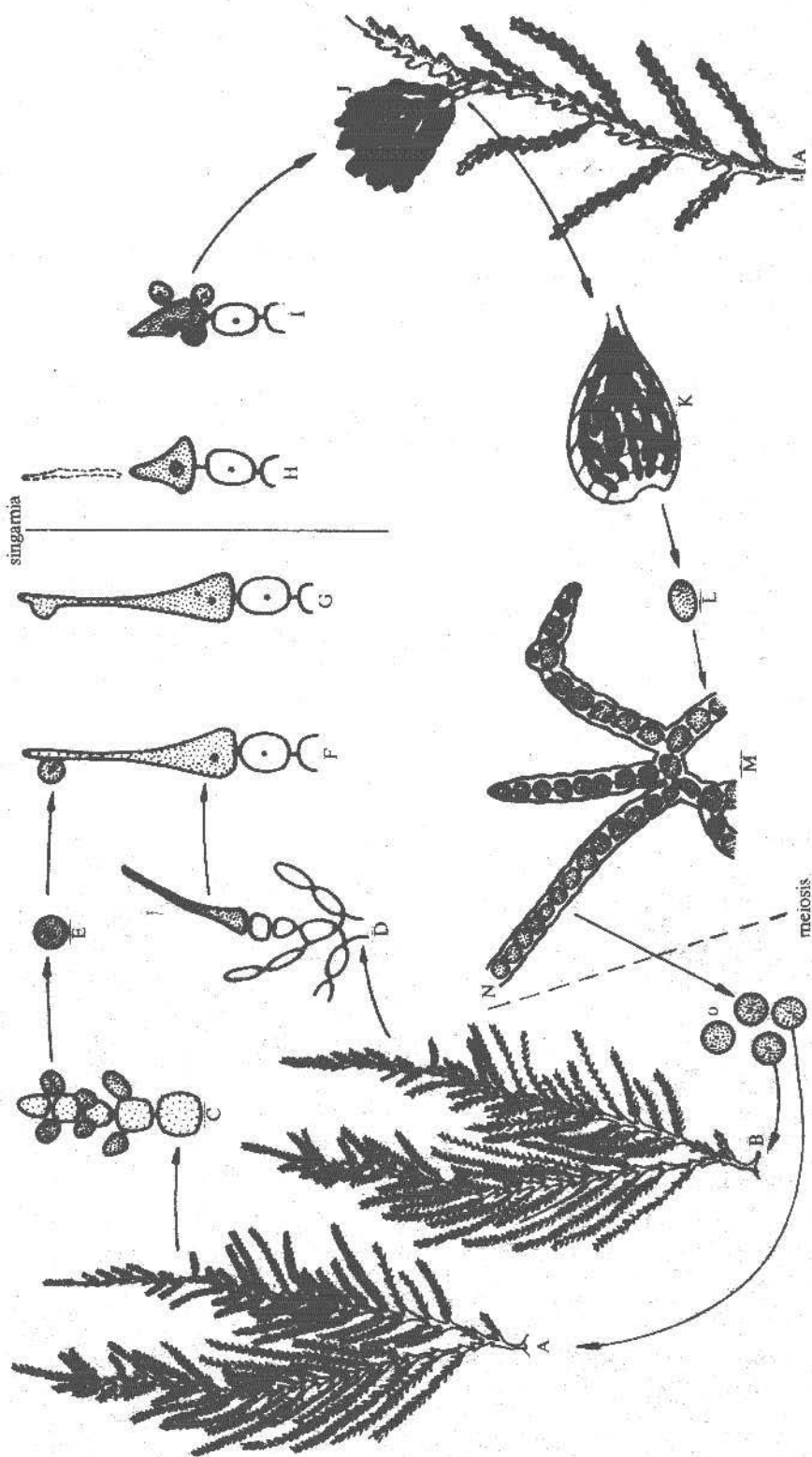
Familia *Acrochaetiaceae*. Género *Acrochaetium*

Es un género que agrupa alrededor de 150 especies aunque en Cuba hay reportada una sola, *A. flexuosum*. La mayoría de estos organismos se reproducen por monósporas formadas en esporocistos terminales o laterales. Algunas especies producen tetrásporas y a muy pocas se le conoce reproducción sexual. Son filamentosas, gregarias, de color rojo rosado; se adhieren por una célula basal, disco y filamentos libres que pueden terminar en forma de pelos o en verdaderos pelos.

Familia *Helminthocladiaceae*. Géneros *Trichogloea* y *Liagora*

En el género *Trichogloea*, los individuos son copiosos, muy gelatinosos o mucosos, con ramificación alterna radial; tienen un solo rodoplasto y un pirenoide. En Cuba hay dos especies: *T. requienii* y *T. herveyi*.

Los representantes del género *Liagora* son copiosos, gruesos, algunas veces mucosos; generalmente tienen calcificación dispersa a veces firme. La estructura es multiaxial, la médula constituida por filamentos longitudinales incoloros. En Cuba se reportan cinco especies, entre las que están *L. farinosa* y *L. pinnata*.



4.35 Ciclo vital de *Bonnaisonia*. A y B, gametofitos. C, ramita del gametofito masculino con varios espermatangios. D, ramita del gametofito femenino con un carpogonio. E, espermacio. F, espermacio sobre la tricógina. G, núcleo del espermacio después de llegar a la base del carpogonio. H, cigoto después de la singamia y degeneración de la tricógina. I, formación de células ($2n$) por mitosis. J, formación de filamentos gonimoblasticos. K, carposporofito diploide. L, carposporos diploides. M, fase *Tetrasporangia*. N, tetrasporangio. O, tetraspora (n).

Familia Chaetangiaceae. Género *Galaxaura*

Galaxaura (fig. 4.36 A) es un género tropical ampliamente distribuido. Presenta tal dimorfismo en la alternancia de generaciones que se les podría tratar como especies diferentes de no ser por los trabajos de cultivo. Sus especies por lo general presentan ramificación dicotómica, consistencia firme, dura y casi siempre calcificada. Son de color pardusco rosado claro o traslúcido, son pilosas, con estructura multiaxial y médula filamentosa incolora. Las tetrásporas y las ramas carpogoniales tienen tres células en la parte interna de las células corticales. En Cuba hay reportadas diez especies, entre ellas: *G. comans* y *G. rugosa*.

Orden Gelidiales

Este es un orden pequeño, aunque algunas de sus especies están muy distribuidas y son muy conocidas especialmente las que tienen importancia económica.

Casi siempre sus representantes se ramifican en dirección lateral, con ramas redondas o algo aplanadas; presentan una estructura uniaxial sólida, con un filamento central que produce ramitas laterales impregnadas de una sustancia gelatinosa resistente. Tienen alternancia de generaciones isomórficas, pero el gametofito es visible cuando es fértil. El orden tiene solo dos familias que se estudian a continuación.

Familia Gelidiales. Géneros *Gelidium*, *Gelidiella*, *Gelidiopsis* y *Pterocladia*

Gelidium (fig. 4.36 B) es el género más importante y conocido. El tamaño de sus ejemplares oscila entre 1 cm (*G. pusillum*) y 1 m de largo (*G. cartilagineum* var. *robustum*). Las especies presentan un eje erecto, generalmente con ramificación lateral, desarrollada a partir de células apicales. En Cuba se reportan cuatro especies, entre las que están *G. pusillum* y *G. corneum*.

El género *Gelidiella* con una sola especie en Cuba, *G. acerosa*. El género *Gelidiopsis*, posee una sola especie en Cuba, *G. truncata*. El género *Pterocladia* posee tres especies en Cuba, una es *P. americana*.

Familia Wurdemaniaceae. Género *Wurdemanian*

El género *Wurdemanian* en Cuba tiene doce especies; por ejemplo, *W. miniata* es una de ellas.

Orden Cryptonemiales

Es uno de los órdenes más grandes, ya que agrupa a más de 100 géneros, por lo cual tiene gran diversidad en forma, estructura y consistencia. Presenta generaciones alternantes y la célula auxiliar se forma antes de la fertilización, en un filamento especial del gametofito. Agrupa a cuatro familias y dos subfamilias que se estudian a continuación.

Familia Rhizophyllidaceae. Género *Ochtodes*

El género *Ochtodes* tiene individuos copiosos, con ramificación dicotómica o irregular, ramas cilíndricas. El eje central está formado por dos filamentos rodeados de filamentos rizoidales que se observan muy bien en un corte transversal. Las células pericentrales son grandes, rodeadas a su vez por un córtex de células más pequeñas. Los soros se disponen alrededor del eje. En Cuba hay una sola especie, *O. secundiramea*.

Familia Squamariaceae. Género *Hildebrandia*

Las especies del género *Hildebrandia* (fig. 4.36 C) son costrosas con el lado inferior muy adherido al sustrato, no calcificadas. Las tetrásporas son zonadas de forma irregular. Están ampliamente distribuidas. En Cuba solo hay una especie reportada, *H. prototypus*.

Familia Corallinaceae

Los representantes de *Corallinaceae* presentan el talo fuertemente calcificado; crecen muy mezclados con los corales y contribuyen junto con estos a la formación de los arrecifes de coral.

Subfamilia Melobesieae. Géneros Melobesie, Lithothamnion y Goniolithon.

Los individuos del género *Melobesie* son costrosos, con el talo formado por una sola capa de células vegetativas, excepto en las partes reproductoras donde hay varias capas. En Cuba existe una sola especie, *M. membranacea*. En Cuba hay dos especies del género *Lithothamnion*, *L. floridanum* y *L. incertum*. En Cuba hay cuatro especies de *Goniolithon* entre las que están *G. strictum* (fig. 4.36 D) y *G. accretum*.

Subfamilia Corallineae. Géneros Amphiroa, Jania y Corallina

Los individuos de *Amphiroa* tienen el talo copioso, coralino, articulado, con ramificación dicotómica o irregular; adherido al sustrato por una base costrosa. Los conceptáculos están distribuidos en la superficie de los segmentos. En Cuba se reportan tres especies; por ejemplo, *A. fragilissima* y *A. rigida*.

Las especies de *Jania* presentan talo erecto, articulado, con ramificación dicotómica, se adhieren por un disco basal. Los conceptáculos se localizan en las porciones terminales de cada segmento. En Cuba el género está representado por cuatro especies, dos de ellas son *J. capillacea* y *J. adherens*.

El género *Corallina* en Cuba está representado por dos especies: *C. cubensis* y *C. subulata*.

Familia Grateloupiaceae. Géneros Grateloupia, Halymenia y Cryptonemia

Los representantes del género *Grateloupia* poseen un talo firmemente cartilaginoso a submembranoso, foliáceo o ramificado: las ramificaciones cilíndricas o comprimidas y las ramificaciones dicotómicas pinnadas o prolíferas. Médula con filamentos anastomosados con filamentos de células. Estructuras reproductoras en la superficie del talo. En Cuba hay una sola especie reportada, *Grateloupia filicina*.

El género *Halymenia* en Cuba tiene una sola especie, *H. duchassaingii*. El género *Cryptonemia* en Cuba posee una sola especie, *C. crenulata*.

Orden Gigartinales

Los representantes de *Gigartinales* no tienen mucha diversidad; sin formas calcáreas. Su estructura puede ser monoaxial, desde cilíndrica a foliácea; pocas especies son costrosas y ninguna microscópica ni filamentosas.

En Cuba se han reportado siete familias que se estudian a continuación.

Familia Gracilariaceae

Esta familia incluye varios géneros con pocas especies. Las especies poseen ramas redondas, aplanadas o foliáceas, ramificadas con irregularidad o a modo de horquilla; a veces también lobuladas en forma irregular o hendidas. Los cistocarpos están distribuidos por la superficie o el borde de las ramas; se hinchan hacia el exterior. Los esporangios también se pueden encontrar esparcidos.

Género Gracilaria

Las especies de *Gracilaria* (fig. 4.36 E) tienen el talo cartilaginoso, multiaxial, con ramificaciones abundantes y más o menos dicotómicas. Las ramas son carpogoniales con 2-4 células. Los cistocarpos forman protuberancias llamativas. En Cuba está representado el género por 16 especies entre ellas están *G. verrucosa* y *G. debilis*.

Familia Solieriaceae. Géneros Agardhiella y Euchema

Agardhiella en Cuba presenta una sola especie, *A. tenera*. Los individuos de *Euchema* (fig. 4.36 F) tienen talo cartilaginoso y muy ramificado, con estructura multiaxial. Las ramificaciones son de formas variadas, espinosas, truncadas, etc., carposporófitos generalmente en papilas proyectadas. Paredes celulares con alto contenido de carragenina. En Cuba se han reportado cuatro especies, entre las que están *E. isiforme* y *E. gelidium*.

Familia Rhabdoniaceae. Género Catanella

En Cuba existe una sola especie de *Catanella*, *C. repens*.

Familia Rhodophyllidaceae. Género Cystoclonium

En Cuba hay una sola especie de *Cystoclonium*, *C. purpureum*.

Familia Hypneaceae. Género Hypnea

En Cuba hay cuatro especies de este género, entre ellas están *H. spinella* y *H. cornuta*.

Familia Phyllophoraceae. Género Gymnogongrus

En Cuba se ha reportado una sola especie, *G. tenuis*.

Familia Gigartinaceae. Género Gigartina

Este género incluye aproximadamente 90 especies, las más masivas entre las algas rojas. El talo puede alcanzar en las formas foliadas hasta un metro de ancho. Se adhieren al sustrato por un disco multicelular perenne, que sirve de base a nuevos individuos cuando caen los viejos. Estructura multiaxial, con médula filamentosa en una matriz gelatinosa. Generalmente se les reconoce por presentar papilas cortas en la superficie del talo. En Cuba reportada la especie más pequeña del grupo: *G. acicularis*.

Orden Rhodymeniales

Los individuos con ramas redondas o aplanadas, a veces tabulares y más o menos huecas. Presentan ramificaciones ahorquilladas o laterales. Los esporangios dentro de la corteza, espaciados o asociados en grupos. Los cistocarpos hundidos, se hinchan hacia el exterior, lugar en que poseen un poro. Son isomórficos en sus generaciones. En este orden hay representantes de dos familias que se diferencian vegetativamente y se estudian a continuación.

Familia Rhodymeniaceae. Géneros Coelarthum y Botryocladia

El género *Coelarthum* con una sola especie en Cuba, *C. albertesii*. El género *Botryocladia* con una sola especie en Cuba, *B. occidentalis*.

Familia Champiaceae. Géneros Champia, Lomentaria y Coelothrix

Champia posee tres especies en Cuba: por ejemplo, *C. salicornoides* y *C. parvula*. *Lomentaria* con una sola especie reportada en Cuba, *L. baileyana*. *Coelothrix*, solo tiene una especie reportada en Cuba, *C. irregularis*.

Orden Ceramiales

Es el mayor de los órdenes de las algas rojas pues presentan 250 géneros aproximadamente agrupados en cuatro familias bien definidas por la estructura vegetativa del talo: *Ceramiales*, *Delesseriaceae*, *Dasyaceae* y *Rhodomeliaceae*. La mayoría son organismos delicados, de formas membranosas o filamentosas; solo pocas especies llegan a tener un talo de tamaño grande y textura fuerte. La célula auxiliar se forma después de la fecundación. Siempre hay pericarpio evidente que da la formación de un cistocarpio y la alternancia de generaciones es isomórfica.

Familia Ceramiaceae

La familia *Ceramiaceae* comprende los géneros siguientes: *Ceramium*, con nueve especies cubanas, por ejemplo, *C. subtile*; *Crouania* con dos especies cubanas, una de ellas es *C. attenuata*; *Wrangelia* que posee tres especies cubanas, entre las que está *W. argus*; *Callitamnion* con tres especies cubanas, por ejemplo, *C. uruguayense*; *Hapolegma* con una especie cubana, *H. duperreyi*; *Griffithsia* con dos especies cubanas, una de ellas es *G. tenuis*; *Spermothamnion* con dos especies cubanas, por ejemplo, *S. roseolum*; *Gymnothamnion* con

una especie cubana, *G. elegans*; *Spyridia* con tres especies cubanas, una de ellas es *S. filamentosa*, y *Centroteras* con una especie cubana, *C. clavulatum*.

Familia Delesseriaceae

La familia *Delesseriaceae* posee los géneros siguientes, los cuales tienen una sola especie en Cuba: *Caloglossa*, *C. Lebourii*; *Hypoglossum*, *H. tenuifolium*; *Taenioma*, *T. perpusillum*; *Cotoniella*, *C. filamentosa*; y *Martensia*, *M. pavonia*.

Familia Dasyaceae

Los géneros de la familia *Dasyaceae* son: *Dasya* con siete especies cubanas, por ejemplo, *D. rigidula*; *Dasyopsis* con una sola especie cubana, *D. arcillarum*; *Heterosiphonia* con dos especies cubanas, entre las que está *H. wurdemanni*, y *Dictyurus* con una sola especie cubana, *D. occidentalis*.

Familia Rhodomelaceae

Los géneros que pertenecen a esta familia son: *Falkenbergia* con una sola especie cubana, *F. hillebrandi*; *Polisiphonia* con 13 especies cubanas, por ejemplo, *P. subtilissima*; *Bryocladia* con una especie cubana, *B. cuspidata*; *Bryothamnion* con dos especies cubanas, una de ellas es *B. seaforthii*; *Digenia* con una sola especie cubana, *D. simplex*; *Brongniartella* con una sola especie cubana, *B. mucronata*; *Lophocladia* con una sola especie cubana, *L. trichoclados*; *Murrayella* con una sola especie cubana, *M. pericladus*; *Bostrychia* con cinco especies cubanas, por ejemplo, *B. rivularis*; *Herposiphonia* con tres especies cubanas, una de ellas es *H. secunda*; *Lophosiphonia* con una sola especie cubana, *L. cristata*.

Amansia con una especie cubana, *A. multifida*; *Vidalia* con una especie cubana, *V. obtusiloba*; *Chondria* con ocho especies cubanas, entre las que está *C. littoralis*; *Acanthophora* con dos especies cubanas, por ejemplo, *A. spicifera*; *Laurencia* (fig. 4.36 G) con ocho especies cubanas entre las que está *L. papillosa*, y *Enantiocladia* con una sola especie cubana, *E. duperreyi*.

Importancia de las algas rojas

De todas las algas son estas posiblemente las más utilizadas por el hombre. Desde el punto de vista económico son importantes ya que constituyen la fuente de coloides como el agar y la carragenina. Antes de la II Guerra Mundial el agar se producía casi en su totalidad en el Japón, a partir de especies del género *Gelidium*. Durante la guerra y después de ella, se han usado también como fuentes de agar otros géneros que se encuentran en las costas de Norteamérica y en las de Australia y Sudáfrica.

El agar es muy utilizado como medio de cultivo para bacterias; para dar cuerpo a los laxantes y como estabilizador de varios alimentos comerciales.

La carragenina tiene propiedades diferentes a las del agar y la alga; es producida por la especie *Chondrus crispus* que se cosecha en las costas del norte de Europa, Nueva Inglaterra y las Marítimas, aunque en la actualidad en otras partes del mundo obtienen coloides muy similares a la carragenina de otras algas rojas. Esta sustancia se usa como emulsificante y estabilizador; por ejemplo, en el chocolate.

Las algas rojas son también usadas como alimento: *Porphyra* se consume en el Oriente como ingrediente principal de algunas sopas y condimento de otros alimentos; se cultiva en Japón y se cosecha anualmente.

Las algas coralinas son contribuyentes importantes del crecimiento de los arrecifes de coral ya que crecen muy mezcladas con los corales y ambos están muy calcificados. También sirven de alimento como productores primarios, directa o indirectamente a los animales marinos, pero al igual que las algas pardas en ese sentido son menos importantes que otros grupos de protobiontas; por ejemplo, las diatomeas.

El alga *Porphyra* se prepara hervida y se utiliza en ensaladas; según los antropólogos fue utilizada por los indios americanos durante miles de años para suministrar la sal necesaria al organismo. Actualmente es en Japón donde ha adquirido mayor uso, pues la utilizan en la preparación de un plato llamado *nori*. Su consumo fue tanto que hace muchos años que se cultiva para cubrir la alta demanda y en el año 1950 los esfuerzos realizados por Kathleen Drew hicieron más productivos los cultivos. Los japoneses consideran estos trabajos tan importantes que erigieron un monumento a la Drew a su muerte, que se encuentra en la bahía de Tokio mirando hacia los cultivos de *nori*.



4.36 Diversas rodofitas. A, *Galaxaura* sp. B, *Gelidium* sp. C, *Hildebrandia* sp. D, *Goniolithon strictum*. E, *Gracilaria* sp. F, *Eucheuma* sp. G, *Laurencia* sp.

Hace doce siglos que en Irlanda y Escocia el alga *Rhodymenia palmata* se cultiva y se utiliza en la alimentación.

En Europa occidental, en los últimos siglos, se cocina *Chondrus crispus* con la leche y le da a esta un sabor a vainilla o frutas.

Las algas rojas no tienen un alto valor nutricional porque algunos carbohidratos no son fáciles de digerir por el hombre. Su valor como alimento está determinado por su capacidad de estimular el apetito, proveer las sales minerales en forma orgánica asimilable y de una gran cantidad de vitaminas importantes y elementos traza. Se consideran como un suplemento de la dieta; el hecho de que en los países orientales las personas no padezcan de corisa se supone que, en parte, es por la costumbre de consumir especies de algas que contienen grandes cantidades de cloruro de potasio, que es un remedio conocido para aliviar este padecimiento.

Sin que tengan un carácter de industrialización, en los países de grandes disponibilidades de algas, es tradicional su empleo en la alimentación del ganado.

En Escocia e Irlanda algunas especies (*Rhodymenia palmata*) son alimento de cabras, ovejas y ganado vacuno. Durante una época del año estos animales se alimentan casi exclusivamente de estas algas; por ejemplo, *Rhodymenia palmata* y *Gigartina mamillata*, conocida como musgo de Irlanda. El sabor de la leche y la carne no se alteran porque los animales ingieran este alimento.

El valor de las algas es muy antiguo en cuanto a su utilización como fertilizantes en las costas de Asia y por los colonizadores de las costas e islas del noroeste de Europa. Las algas rojas no son las más utilizadas en el abono, pero el agar obtenido de ellas se utiliza de soporte para bacterias beneficiosas a la agricultura.

Algunas especies del género *Lithothamnion* y otras coralinas que tiene la propiedad de acumular gran cantidad de CO_2 se usan para corregir suelos turbosos y de mucho humus; se muelen finamente antes de incorporarlas al suelo. En Cuba esto no se ha puesto en práctica debido a las dificultades de obtención de grandes cantidades de algas rojas, por estar mezcladas con las verdes.

El uso de las algas rojas en la medicina es tan viejo como su utilización en la alimentación. *Gelidium* se emplea en los trastornos estomacales y las enfermedades con fiebres. Son muy utilizadas los agarófitos *Gelidium*, *Pterocladia* y *Gracilaria* en la elaboración de laxantes.

En Europa, *Chondrus crispus* tiene una larga historia medicinal en el tratamiento de diarreas, trastornos urinarios e infecciones pectorales.

El uso como vermífugo de las algas marinas es muy interesante. Linné conoció al alga calcárea *Coralina officinalis* como un vermífugo popular en los tiempos medioevales. En 1775 un médico griego descubrió en la isla de Córcega las propiedades vermífugas de una pequeña alga conocida más tarde como *Alsidium helminthochorton*.

El agar es el producto más utilizado en una gran cantidad de industrias y en primer lugar en la médica.

Se fabrican laxantes, cápsulas antibióticas, vitaminas y otros medicamentos que permiten la lenta difusión en el organismo. Es utilizado como medio de cultivo en las investigaciones de microbiología patológica.

El agar es muy útil en la industria alimenticia, tanto de países húmedos como de clima seco, pues se usa en las conservas como estabilizador de la humedad, en la elaboración de cremas y helados que requieren suavidad, en jaleas de frutas, en la preparación de salsas, etcétera.

Interviene en la preparación de telas impermeables, en la fabricación de papeles impermeables, además, alarga la duración del papel.

El agar también se utiliza en la fabricación de rollos fotográficos no inflamables; bombillos (como lubricante unido al grafito); jabones, cremas de belleza, pomadas, creyones de labio, lociones, etcétera.

El principal productor de agar es Japón; seguido por Estados Unidos, URSS, España, México, en menor escala Chile, África del Sur, Uruguay, Egipto, Brasil, Australia, Canadá, China e Italia.

En Cuba se han hecho varias tentativas de estudios serios con agarófitos, pero sin ningún resultado final. Díaz Piferrer (1955) en un informe presentado ofrece resultados sobre investigaciones en algas pardas y rojas en las costas de las provincias de Oriente y recomienda continuar con mayores recursos humanos y materiales.

Soloni (1955) obtuvo 77% de agaróide en *Eucheuma isiforme*; Gómez de la Maza (1958) ofrece conclusiones desalentadoras, y plantea que los agarófitos en Cuba son muy escasos.

En 1967 y 1968 un investigador noruego recomienda hacer más investigaciones en Las Villas y el Norte de Camagüey. En 1971 el Centro de Investigaciones Marinas (CIM) con el Instituto Finlay del MINSAP iniciaron una investigación que después continuó con el género *Gracilaria* y arribaron a las siguientes conclusiones:

1. Su distribución es muy dispersa y solo existe una abundancia relativa en los meses de abril y junio.
2. Hay muchas variedades juntas, lo que dificulta su colecta.
3. Está muy epifitada.

Debido a estos resultados se recomendó en aquel momento no pensar en la industrialización de algas agarófitos en Cuba, pero en la actualidad se realizan experimentos para cultivar el alga *Bryothamnion* con el fin de obtener agar cubano.

División Charophyta

Caracteres

La división *Charophyta* constituyen un pequeño grupo de algas que viven preferentemente en aguas dulces, sumergidas y fijas al fondo; se conocen seis géneros con 550 especies aproximadamente.

Las células de los representantes de esta división son del tipo eucarióticas, uninucleadas, aunque a veces las grandes células internodales son plurinucleadas. Las paredes celulares son de celulosa y a veces se impregnan de cal. Son de color verde gracias a los pigmentos clorofila a y b, y carotenos, contenidos en numerosos cloroplastos pequeños. La nutrición es autótrofa y almacenan como sustancia de reserva almidón.

Se distinguen por su crecimiento apical y por la diferenciación del talo en regiones nodales e internodales. A nivel de los nodos aparecen verticilos de ramificaciones con crecimiento limitado. En el género *Chara* (fig. 4.37 A) la región internodal se halla revestida por filamentos de células corticales, que también salen de los nodos y se extienden hacia arriba y hacia abajo sobre la superficie de las células internodales.

Las especies de *Charophyta* presentan un sistema bien diferenciado de filamentos rizoidales ramificados y septados en la base del talo. Carecen de movimiento, salvo los gametos masculinos que son biflagelados.

Reproducción

La reproducción puede ser: vegetativa, que se efectúa por fragmentación de grupos especializados de células, y gamética, pero nunca por esporas.

La reproducción sexual es oógama; es el principal tipo de reproducción y la mayoría de las especies producen sobre el mismo talo órganos reproductores masculinos y femeninos. Los oogonios pueden considerarse unicelulares; sin embargo, los órganos reproductores masculinos son pluricelulares y de estructura compleja. Los oogonios se forman en los nodos (fig. 4.37 C), son de color verde y cada uno contiene un solo óvulo grande que se une al nodo por una célula peduncular y está rodeado de una sola capa de células alargadas dispuestas en espiral que se separan entre sí cerca del ápice del oogonio y forman cinco pequeñas hendiduras que permiten la entrada de los anterozoides al oogonio.

Al final de cada una de las células de revestimiento se individualizan una o dos pequeñas células coronulares que en conjunto forman la corónula. La estructura reproductora femenina, incluyendo las células protectoras externas, suele llamarse núcula u ovoyema.

El anteridíforo a diferencia del desarrollo relativamente sencillo que se observa en el órgano femenino, es la estructura reproductora masculina más compleja que se encuentra en las algas (fig. 4.37 C).

El órgano reproductor masculino recibe el nombre de anteridíforo; este va unido a la región nodal del talo por una corta célula peduncular; es de color rojo anaranjado y de forma esférica. En la fase inicial de su desarrollo se observa una capa externa de células estériles que se diferencian a partir de un grupo interno de células fértiles. Las células externas crecen en tamaño y al llegar a la madurez forman ocho células estériles llamadas *escudos* (fig. 4.37 D).

Unida a la superficie interna de cada uno de estos escudos se encuentra una pequeña célula, manubrios (fig. 4.37 D), que origina células que forman uno o más filamentos anteridiales. Cada una de las células del filamento anteridial (fig. 4.37 E) produce un solo espermatozoide (fig. 4.37 F) enrollado en espiral que tiene dos flagelos también espiralados dirigidos hacia la parte posterior desde el punto de inserción apical.

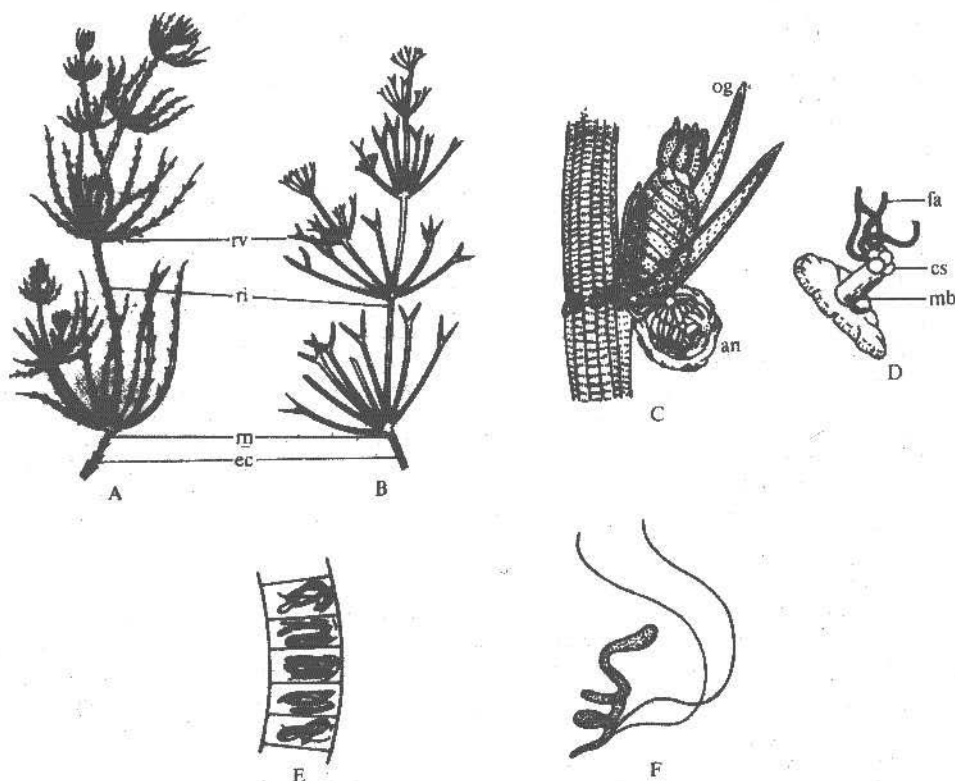
Cada una de las células del filamento anteridial o la totalidad de la estructura, el anteriodióforo, puede considerarse como un anteridio independiente.

Los espermatozoides quedan libres en el agua, y deben penetrar en el óvulo por entre las células coronulares hasta hacer contacto con la célula femenina.

La singamia tiene lugar por tanto *in situ*. Una vez que el espermatozoide ha penetrado, el cigoto formado segrega una pared resistente. El cigoto, con lo que queda de la cubierta protectora, persiste generalmente y constituye una forma de resistencia.

En el momento de la germinación el núcleo del cigoto se divide meióticamente y produce cuatro núcleos haploides, tres de los cuales degeneran y el núcleo funcional restante produce al principio una fase filamentososa, el protonema, que origina el talo típico de crecimiento apical.

La estructura peculiar del anteriodióforo con su extraordinaria envoltura protectora es única entre los organismos fotosintetizadores y la curvatura helicoidal de sus espermatozoides no se encuentran en ninguna otra alga; todo esto unido a la estructura del talo demuestra que estas algas ocupan una posición muy aislada de las restantes y que no presentan parentesco próximo con las algas verdes; lo que justifica la separación del grupo como una división aparte, *Charophyta*, y no como una clase dentro de *clorofita*, aunque coincida con ella en los pigmentos y las sustancias de reserva.



4.37 Carófitas. A, fragmento del talo de *Chara* sp. B, fragmento del talo en *Nitella*: ec, eje central; rn, región nodal; ri, región internodal; rv, ramas verticiladas. C, nodo con anteridíforo: an, anteridíforo; og, oogonio. D, escudo aislado: mb, manubrio; cs, células secundarias; fa, filamento anteridial. E, células del filamento anteridial con un espermatozoide cada una. F, espermatozoides.

Clasificación

La división *Charophyta* está constituida por una sola clase, *Charophyceae* y esta tiene un orden, *Charales*, al que pertenecen los géneros *Chara* y *Nitella*.

Género *Chara*

Las células internodales de las especies de este género están rodeadas de un estrato de células pequeñas llamadas corticales. El talo tiene un aspecto de candelabro de color verde claro a veces blanco o grisáceo debido a la acumulación de carbonato de calcio. Habitan en aguas dulces en todo el mundo y en ocasiones en aguas algo salobres forman verdaderas praderas en el fondo. Dentro de las especies de este género están *Chara foetida*, *C. crinita* y *C. fragilis*.

Género *Nitella*

Los representantes de *Nitella* tienen gran parecido con *Chara*, solo que las células internodales están desnudas y la coronita consta de agujas bicelulares (fig. 4.37 B).

Habitan en aguas dulces y algo salobres de todo el mundo. Especies, *N. flexilis*, *N. gracilis* y *N. mucronata*.

División psilophyta. Clase Psilopsida

La división *Psilophyta* comprende las plantas terrestres más primitivas y simples que se conocen, provistas de haces conductores y de estomas. La mayoría son fósiles y se supone que constituyen las antecesoras de todas las plantas superiores.

Las plantas que viven actualmente fueron reconocidas desde hace mucho como tipos anómalos que no encajaban en ningún tipo conocido entonces.

Después del descubrimiento de numerosos fósiles, relacionados morfológicamente con *Psilotum* y *Tmesipteris*, que son sus dos únicos géneros vivos, se hizo evidente que estos eran relictos de lo que puede llamarse una flora psilofítica que dominó en los períodos Silúrico y Devónico.

Distribución y ecología

Las especies conocidas de *Psilotum* viven en regiones tropicales y subtropicales de ambos hemisferios, crecen en suelos humíferos, en hábitat húmedos y sombreados, pero en ocasiones crecen como epifitas sobre arbustos y árboles. En Cuba hay una especie, *Psilotum flaccidum* que crece en toda la isla epífita o sobre rocas.

El género *Tmesipteris* con una sola especie, de Australia y Oceanía, vive en hábitat húmedos y sombreados y crece principalmente en forma epífita sobre arbustos y helechos arborescentes.

Caracteres generales

Las plantas se diferencian en parte aérea y parte subterránea.

La parte aérea o tallo está ramificado dicotómicamente, aunque, en algunos casos pueden tener ramificaciones anisótomas.

La parte subterránea es rizomatosa, con prolongaciones unicelulares que se desarrollan a partir de las células superficiales a modo de rizoides.

Las plantas de esta división poseen un haz conductor de forma anillada o helicoidal, que está rodeado por una corteza de tejido parenquimatoso y limitado del exterior por una epidermis muy fina con estomas simples. No tienen hojas verda-

deras sino emergencias foliares y en algunos casos faltan por completo.

Las emergencias foliares son expansiones del tejido epidérmico del tallo, sin nerviaciones ni contacto con los haces conductores del tallo, pero a pesar de su sencillez ayudan a aumentar la superficie de asimilación.

Los esporangios se desarrollan en el extremo de las ramas, solos o agrupados en diferentes formas, y están protegidos por capas de células estériles, algunos tienen un esbozo rudimentario de dehiscencia o una columela dentro de ellos.

Las esporas son todas iguales en cada especie (isósporas). En las formas fósiles, se supone la existencia de un gametofito, que ha sido identificado en los géneros vivos.

Clasificación de la división Psilophyta

La clasificación de la división *Psilophyta* se expone en el cuadro 2.1.

Cuadro 2.1

<i>Orden</i>	<i>Familia</i>	<i>Género</i>
<i>Psilophytales</i>	<i>Psilophytaceae</i>	<i>Psilophyton</i>
	<i>Rhyniaceae</i>	<i>Rhynia</i>
		<i>Horneophyton</i>
	<i>Asteroxylaceae</i>	<i>Asteroxylon</i>
<i>Psilotales</i>	<i>Psilotaceae</i>	<i>Psilotum</i>
		<i>Tmesipteris</i>

La clase *Psilopsida* tiene los mismos caracteres de la división *Psilophyta* e incluye los órdenes *Psilophytales*, con todos los representantes fósiles y *Psilotales*, con dos representantes vivos.

Orden Psilophytales

El primer fósil descubierto de *Psilophyta* fue *Psilophyton*, al cual le fue dado este nombre por el geólogo canadiense John Dawson, en 1859, por su semejanza con *Psilotum*. El dibujo de Dawson fue una reconstrucción basada en segmentos de ejemplares diferentes y durante muchos años se dudó de la exactitud de la reconstrucción, hasta que en 1913 se descubrieron los primeros fósiles completos de plantas vasculares bien conservados en rocas del Devónico Medio, cerca de Aberdeen, Escocia, en los yacimientos de Rhynie, los que disiparon las dudas que existían alrededor de *Psilophyton*, y se estableció el orden *Psilophytales* para incluir a todos los fósiles de caracteres similares.

Del orden *Psilophytales* se han descrito más de 25 géneros encontrados al este del Canadá, Estados Unidos, oeste de Europa y Australia, en rocas del Silúrico Medio al Devónico.

El orden se divide en dos grupos, uno sin emergencias foliares donde se encuentra la familia *Rhyniaceae* con los géne-

ros *Psilophyton*, *Rhynia* y *Horneophyton* y otro grupo con emergencias foliares muy rudimentarias, en forma de verrugas o espinas y representado por la familia *Asteroxylaceae* con el género *Asteroxylon*.

El tallo aéreo puede llegar a medir 1.5 m de altura y se ramifica dicotómicamente. Presenta un cilindro macizo de xilema con traqueidas anilladas. La parte subterránea es un rizoma liso del que parten las ramas aéreas. Los esporangios están situados en el ápice de las ramas, una especie del género *Psilophyton* es *P. princeps*.

Familia Rhyniaceae

Se le llamó *Rhynia* al primer fósil completo del orden *Psilophytales*, descubierto en la región de *Rhynie*, Escocia, en 1913. Fue descrito por Kidston y Lang entre los años 1917 y 1921, aunque desde 1859 Dawson describió tentativamente a *Psilophyton*, otro representante de este orden (fig. 2.1).

Rhynia es el género más importante de los fósiles psilofíticos, porque tiene todas las características del prototipo ancestral de todas las plantas vasculares (fig. 2.2).



Fig. 2.1 *Psilophyton* reconstruido.

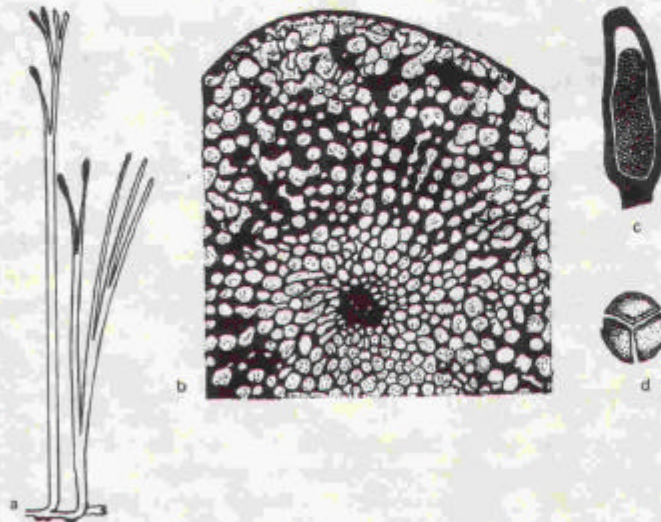


Fig. 2.2 *Rhynia*: a, vástago con esporangios; b, sección transversal del tallo; c, sección longitudinal de un esporangio; d, tétradas de esporas.

El esporofito de *Rhynia* es un eje ramificado dicotómicamente, desprovisto de emergencias foliares, con un rizoma horizontal y ramas aéreas erectas de 30 a 50 cm de alto. Su rizoma es parecido a las ramas aéreas, pero con rizoides unicelulares. Los esporangios son cilíndricos, con diámetro mayor que las ramas que los sustentan, situados en el extremo de las ramas aéreas y con paredes de varias capas de células. En la cavidad del esporangio se encuentran las isósporas reunidas en tétradas o libres. Los esporangios son indehiscentes y la liberación de las esporas ocurre por lisis en las paredes de estos (fig. 2.2). Se supone la existencia de un gametofito a partir de las esporas. Como especie representativa está *R. major*.



Fig. 2.3 *Horneophyton*.



Fig. 2.4 *Asteroxylon mackiei* con las ramas aéreas cubiertas de emergencias foliares.

El género *Horneophyton* (fig. 2.3) es otro fósil común de los yacimientos de Rhynie, muy parecido a *Rhynia*, pero el rizoma es corto, engrosado y no presenta sistema vascular, además de que posee en la cápsula del esporangio una columna de tejido estéril, semejante a la columela del esporangio de los musgos.

Otros géneros también desprovistos de emergencias foliares son: *Taenioocrada*, *Zosterophyllum* y *Yarravia*.

Familia Asteroxylaceae

Del segundo grupo, caracterizado por poseer emergencias foliares, se estudiará la familia *Asteroxylaceae* con el género *Asteroxylon*, conocido como fósil de los depósitos del Devónico en Alemania, así como de los yacimientos de Rhynie.

Asteroxylon es un género más complejo morfológicamente que *Rhynia* y *Horneophyton*. Alcanzó 1 m de altura y el tallo tenía numerosas emergencias foliares de hasta 0.5 cm de largo.

En la sección transversal del tallo, se aprecia la estela del tipo actinostela y en algunas especies esta contiene médula (sifonostela) y traqueidas con poros areolados.

El rizoma carece de rizoides, pero algunas de sus ramas son muy delgadas y tienden a extenderse hacia abajo en el sustrato. Estas ramas delgadas muy divididas funcionaron como órganos de fijación y de absorción, aunque no pueden considerarse como raíces.

Los esporangios de *Asteroxylon* son pequeños, miden aproximadamente 1 mm de largo y nacen en la punta de ramas bifurcadas dicotómicas, delgadas y sin emergencias foliares, estos esporangios presentan indicios de mecanismos de dehiscencia.

El material fósil encontrado de *Asteroxylon* es fragmentario e incompleto y parece que los esporangios están relacionados con hojas, lo cual permite considerar la posibilidad de que *Asteroxylon* pertenezca a las licofitas.

Zimmernann afirma categóricamente que *Asteroxylon* pertenece a las licofitas. Nosotros hemos respetado la inclusión tradicional que aparece en casi todos los tratados.

Una especie de este género es *Asteroxylon mackiei* (fig. 2.4).

Orden Psilotales

El orden está representado por plantas que viven en la actualidad, se diferencian de las anteriores por presentar esporangios fusionados que forman sinangios.

Familia Psilotaceae

La única familia del orden *Psilotales* es *Psilotaceae*, y tiene dos géneros vivos: *Psilotum* que es pantropical y *Tmesipteris*

que vive en Australia y Oceanía. Los dos son de tamaño pequeño y con marcada ramificación dicotómica.

Psilotum vive en las regiones tropicales y subtropicales de ambos hemisferios, generalmente crece en suelos humíferos, en hábitat húmedos y sombreados y también puede encontrarse como epifito sobre árboles y arbustos.

Psilotum crece en Cuba de forma espontánea, casi siempre sobre fisuras de rocas, en lugares húmedos, como una hierba perenne, de 25-30 cm de altura. Es fácil de cultivar en invernaderos si se mantiene en atmósfera húmeda.

El esporofito de *Psilotum* está constituido fundamentalmente por un tallo ramificado de color verde que posee ramas angulosas divaricadas, es decir, que forma con los ejes ángulos muy abiertos y ramificación dicotómica. En la sección transversal del tallo se observa, de adentro hacia fuera el xilema con cuatro a seis brazos de traqueidas anilladas y fibras de esclerenquima. Rodeando el xilema está lo que parece ser floema, ya que no se han encontrado vasos cribosos, pero se sabe que funciona en el transporte de los alimentos.

Esos dos tejidos constituyen el cilindro central o estela, que en este caso corresponde a la protostela. A continuación está la endodermis, formada por una sola capa de células apretadas, sin espacios intercelulares, rodeadas de la corteza.

La corteza posee varias capas de células incoloras, las más externas poseen pequeños cloroplastos y espacios intercelulares. La epidermis, que es el tejido más externo, está constituida por un solo estrato de células y está cubierta por una cutícula gruesa con cutina, también presenta estomas.

Psilotum tiene pocas y pequeñas emergencias foliares parecidas a escamas de menos de 1 mm de largo, con tejido similar al de los haces vasculares y sin nerviaciones.

Algunas de las expansiones foliares del tallo están sustituidas por apéndices portadores del esporangio. Aunque la naturaleza exacta del apéndice fértil está en dudas, algunos consideran que se trata de un eje muy corto portador de dos expansiones foliáceas y tres esporangios fusionados entre sí, lo que se conoce como sinangio.

Los tres esporangios de un grupo comienzan su desarrollo como cuerpos separados, pero se unen en la madurez. Cada esporangio está formado por una pared externa de varias capas de células. La región central contiene células madres de las esporas dispersas entre células parenquimáticas que actúan como fuente de alimento de las esporas en desarrollo y quedan completamente consumidas en el momento en que el esporangio efectúa la dehiscencia.

Las esporas son todas del mismo tamaño, por lo cual son isósporas.

Su forma es reniforme y su tamaño varía entre 50 y 60 μ m. La dehiscencia de cada esporangio es longitudinal, por lo cual quedan en libertad las esporas que están agrupadas en tétradas.

Psilotum (fig. 2.5) tiene una dotación cromosómica (genoma) de $n = 52-54$.

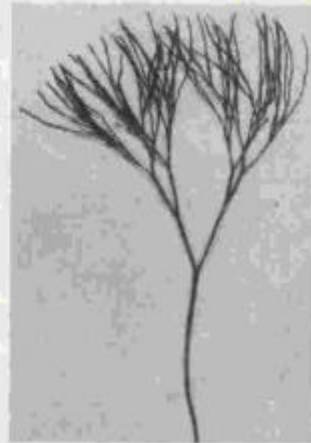


Fig. 2.5 *Psilotum* en el que se observan las ramificaciones dicotómicas y los esporangios.

Importancia evolutiva de la división Psilophyta

La división *Psilophyta* incluye las plantas terrestres más antiguas que se conocen actualmente.

Se han encontrado muchos fósiles bien conservados de numerosas especies que constituyen no menos de 25 géneros, los cuales evidencian que esta división fue la flora característica

División Bryophyta

Los briófitos están constituidos por los musgos y las hepáticas. La principal característica de la división es su ciclo de vida en el cual el esporofito no tiene conexión directa con el suelo y es total o parcialmente dependiente del gametofito para su nutrición. Son siempre plantas pequeñas, rara vez se elevan más de unos cuantos centímetros por encima de la superficie del sustrato. Tienen anteridios y arquegonios multicelulares, no poseen sistema conductor especializado con xilema y floema, aunque las más evolucionadas poseen estructuras primitivas que realizan la función de transporte.

Los briófitos se incluyen en el reino *Cormobionta* porque sus representantes foliosos poseen un vástago rudimentario diferenciado en tallo y hojas a los que se les ha llamado caulidio o caulioide y filidios o filoides, también poseen raíces rudimentarias conocidas como rizidios o rizoides con función de fijación fundamentalmente, y también absorben agua por capilaridad.

Tienen alternancia de generación heterofásica, cuyas fases están íntimamente unidas; la fase gametofítica, que es haploide, depende del agua.

Estructura del gametofito. Anteridios y arquegonios. Caracteres del esporofito

El gametofito es la generación más aparente, es taloso (en forma laminar) folioso o cormoide, puede ser anual o perenne. Se fija al sustrato por medio de rizoides que en la mayoría no poseen acción absorbente alguna.

El arquegonio, órgano sexual femenino, es microscópico, en forma de botella y pluricelular. El cuello está constituido por cinco o seis filas longitudinales de células, la capa externa es uniestratificada y está rodeada por un filamento axial de células que ocupa el canal del cuello, la parte interior ensanchada la constituye el vientre que encierra su único óvulo.

El anteridio, órgano sexual masculino, está unido al gametofito mediante un pedúnculo, es siempre pluricelular y presenta forma alargada o esférica. La cubierta externa de células

es siempre estéril y cada una origina un solo espermatozoide, corto, retorcido y con flagelos alargados.

El esporofito se produce en la mayoría de los briófitos por división mitótica del cigoto, se diferencia y origina una estructura distinta morfológicamente. A medida que se desarrolla el esporofito las células del vientre y del pedúnculo del arqueogonio también se dividen y forman una envoltura (caliptra) que protege el desarrollo del esporofito.

En la mayoría de los esporofitos las células basales o pie forman con el gametofito un tipo de unión que se puede considerar como un haustorio, de modo que, los alimentos sintetizados por el gametofito son absorbidos por el esporofito en desarrollo.

A los briófitos no se les ha probado relaciones de parentesco perfectamente definidas con otros grupos de plantas, pero existen algunos caracteres que les señalan como probables derivados de los psilófitos primitivos como son: que los esporangios de *Horneophyton*, uno de los primeros fósiles encontrados relacionados con las psilofitas, poseían un esporangio con una zona central de tejido estéril, semejante a la columela que presentan los briófitos; la presencia de esporangios pluricelulares, rasgo típico de *Cormobionta*, y la presencia de estomas en el esporofito de algunos briófitos. Además, ambos grupos presentan clorofila a y b, carotenos y varias xantofilas, celulosa en sus membranas y almidón como sustancias de reserva.

Si se analizan esos caracteres en el grupo de las psilofitas y los briófitos, parece poco probable que estas estructuras se hayan desarrollado de igual forma en grupos que no tengan relaciones filogenéticas entre sí.

Ecología y distribución

Con excepción del mar y los desiertos extremos no existe ningún biótomo que no pueda ser colonizado por briófitos, aunque ellos se desarrollan mucho mejor cuando las condiciones de humedad son elevadas como en los bosques y las turberas.

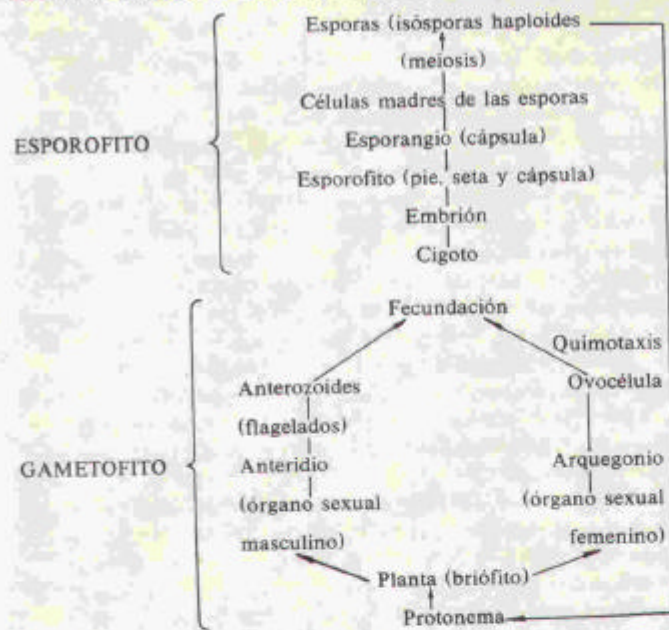
La mayor riqueza en formas la alcanzan los briófitos en los países intertropicales, sobre todo cuando conviven con las fanerógamas. Varias especies son acuáticas, adaptadas a una vida flotante o sumergidas en agua dulce. Este grupo contribuye a mantener el equilibrio hídrico de los bosques por su capacidad de retener cantidades importantes de agua.

Algunos briófitos son xerófitos, por lo cual pueden resistir la desecación por temporadas largas como es el caso de *Tortula muralis* que puede permanecer rígido y seco hasta 14 años.

Muchos musgos necesitan suelos ácidos para poder crecer como los esfagnos, mientras que muchas especies son indiferentes a la acidez del medio. Pocos viven a la orilla del mar y en suelos salinos.

Todos los briófitos son pequeños, las especies erectas de mayores dimensiones alcanzan 60 cm de altura, algunos prostrados o acuáticos pueden alcanzar más de 1 m de longitud, también los hay casi microscópicos que miden entre 1-2 mm.

Ciclo de vida de la división Bryophyta



Clasificación de la división Briophyta

La clasificación de la división Briophyta se muestra en el cuadro 3.1

Cuadro 3.1

Clase	Orden	Familia	Género
Anthoceropsida	Anthocerotales	Anthocerotaceae	Anthoceros Notothylas Dendroceros
Hepaticopsida	Jungermanniales	Plagiochilaceae	Plagiochila
		Frullaniaceae	Frullantia
	Sphaerocarpaceae	Sphaerocarpaceae	Sphaerocarpus Riella
Sphagnopsida	Marchantiales	Marchantiaceae	Marchantia
		Ricciaceae	Riccia
	Sphagnales	Sphagnaceae	Sphagnum
Bryopsida	Fissidentales	Fissidentaceae	Fissidens
		Calymperaceae	Calymperes Barbula Octoblepharum
	Bryales	Bryaceae	Bryum
	Polytrichales	Polytrichaceae	Polytrichum Funaria

Clase Anthoceropsida

Esta clase está constituida por un solo orden, *Anthocerotales*, una sola familia, *Anthocerotaceae*, cinco géneros y aproximadamente 100 especies. Son plantas calcifugas con la característica de que el esporofito tiene la estructura interna más compleja que la de otros representantes de la división.

El gametofito es simple, está constituido por un talo discooidal lobulado de varios centímetros de diámetro; con él se distinguen dos caras, la dorsal y la ventral, esta última se fija al sustrato por medio de rizoides y presenta estomas con dos células oclusivas reniformes, los espacios intercelulares tienen una sustancia mucilagínosa y casi siempre están colonizados por las cianofíceas del género *Nostoc* o *Anabaena*.

También es característica del gametofito (fig. 3.1) que sus células posean un solo cloroplasto grande, disciforme con un pirenoide. Los anteridios se desarrollan en el interior de cavidades cerradas en la cara superior del gametofito. La ovocélula después de fecundada se divide transversalmente en dos células, la superior queda orientada hacia el cuello del arqueogonio y a partir de otras divisiones desarrolla el esporangio, mientras que la célula inferior origina el pie o haustorio del esporangio que se fija al talo por medio de células parecidas a rizoides.

El esporangio es sésil, en forma de cuerno y produce una cápsula silicuiforme de pocos centímetros de longitud, que se abre en dos valvas longitudinales y en cuyo eje se encuentra una columna de tejido estéril, la columela, formada por escasas filas de células y cubierta a modo de caperuza por un estrato de células esporógenas, arqueosporio, productoras tanto de células estériles, eláteres, como de las células madres que originan las esporas.

A diferencia de los demás briófitos, las esporas de los antocerotales no maduran todas a la vez, van madurando en diferentes etapas, por la división de una zona meristémica situada en la base de la cápsula.

Es característica típica de este orden que la pared del esporogonio posea un solo cloroplasto y estomas bicelulares.

El orden *Anthocerotales*, tiene como única familia *Anthocerotaceae*, con los mismos caracteres que presenta el género *Anthoceros*, el cual es cosmopolita, tiene el gametofito taloide con diferenciación dorsiventral, los lóbulos pueden ser dicotómicos o irregulares. Presenta rizoides y poros en la superficie ventral y en la dorsal a veces. Los anteridios se desarrollan agrupados y los arquegonios dispersos y hundidos en la superficie basal del gametofito. El esporofito tiene pie y la cápsula es alargada y cilíndrica. Son especies del género *Anthoceros*, *A. laevis*, *A. vicentianum*, *A. gracilis*, etcétera.

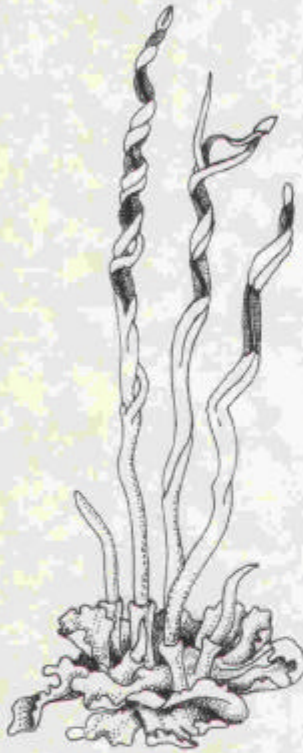


Fig. 3.1 Ejemplar de antocerotales en el que se observan el gametofito y los esporofitos.

Clase Hepaticopsida

La clase comprende plantas pequeñas que habitan en lugares muy húmedos sobre rocas, troncos, suelo, etc. La clase está

constituida por 10 000 especies aproximadamente. La mayoría tienen el gametofito aplanado dorsiventralmente, en forma de talo laciniado o ramificado, a veces foliáceo y formado por células isodiamétricas. En general el gametofito se desarrolla a partir de la espora sin ningún protonema preliminar. Cuando la espora germina se diferencia una célula apical que se divide en varios planos y desarrolla un gametofito taloso o folioso.

Los rizoides crecen en la parte ventral del talo y son unicelulares y sin clorofila. El esporofito tiene un periodo de madurez muy corto y presenta poca clorofila.

Las células madres de las esporas que se encuentran en la cápsula forman por divisiones, además de las esporas, células estériles o eláteres que ayudan a la dispersión de estas.

Algunas células del talo de las hepáticas almacenan cuerpos oleosos formados por gotas de esencia de constitución particular y rodeados de una membrana que aunque generalmente es incolora, puede presentarse de color azul intenso o pardusco, estos cuerpos oleosos por las características que mantienen en cada representante son útiles como criterio en la determinación de las especies.



Fig. 3.2 *Jungermanniales*.



Orden Marchantiales

Se considera el orden más evolucionado de las hepáticas, comprende 12 familias con 33 géneros y 450 especies aproximadamente.

Son cosmopolitas, particularmente el género *Marchantia*. Viven en la tierra húmeda y solo unas pocas viven en el agua.

El gametofito es siempre un talo postrado diferenciado internamente en varios tejidos, los gametangios pueden presentarse solos o en gametangióforos. La epidermis está constituida por una capa de células situada externamente, frecuentemente está cutinizada y contiene poca clorofila.

El orden *Marchantiales* tiene dos familias, *Marchantiaceae* y *Ricciaceae*.

Familia Marchantiaceae

El género *Marchantia* (fig. 3.6) es el que caracteriza a la familia. Es frecuente en sitios húmedos, presenta el talo acintado, plano, un poco carnoso, con ancho de hasta 2 cm, se ramifica dicotómicamente y está recorrido por una costilla central poco marcada. Posee en la parte ventral escamas con una capa de células y rizoides filamentosos unicelulares con fototropismo negativo, que además de fijar el talo al sustrato, suministran agua por capilaridad. Los rizoides son de dos tipos, los paralelos al talo que suministran agua y los perpendiculares al talo que lo fijan al sustrato.

Debajo de la epidermis de la parte dorsal, provista de una cutícula casi impermeable, se encuentran grandes espacios intercelulares, las cámaras aeríferas, separadas unas de otras por paredes integradas por una o dos capas de células, estas paredes determinan la formación de un retículo rómbico o hexagonal prominente en la superficie del talo. Del fondo de la cámara se elevan numerosas columnitas cortas y ramificadas, a veces soldadas con la epidermis, compuestas de células redondeadas que contienen cloroplastos y representan el tejido asimilador. Cada cámara está en contacto con el aire atmosférico a través de un poro aerífero en forma de tonel, en *Marchantia*

este poro consta de cuatro pisos anulares, cada uno de ellos, formado por cuatro células; puede realizar hasta cierto grado movimientos de cierre.

Las células grandes parenquimatosas que se encuentran en la región ventral del talo poseen poca clorofila y su función es de reserva. De la epidermis de la región ventral se desarrollan en la costilla media del talo, dos series de escamas de una sola capa de células que envuelven un fascículo longitudinal de rizoides filamentosos.

Sobre el nervio medio de la cara superior del talo aparecen generalmente unos receptáculos de borde dentado, los conceptáculos, dentro de los cuales se encuentra un número de propágulos aplanados cuya función es la multiplicación vegetativa del gametofito.

Los gametofitos se disponen sobre ramas especiales del talo, los gametangióforos. Los anteridios y los arquegonios nacen sobre gametofitos distintos, es decir, son dioicos.

La determinación del sexo, igual que en muchos otros briófitos es por medio de cromosomas sexuales.

Las ramas masculinas rematan en un disco horizontal de borde octabulado a consecuencia de una ramificación triple dicotómica, en cuya cara superior se encuentran hundidos los anteridios, cada uno dentro de una cavidad en forma de botella que se abre al exterior por medio de una abertura estrecha. Estas cavidades se hallan separadas entre si por un tejido con cámaras aeríferas.

Las ramas femeninas son muy parecidas a las masculinas durante las fases iniciales de su desarrollo.

Los arquegonios se disponen en ocho series radiales de forma semejante a una sombrillita que se repliega hacia abajo, por lo cual los arquegonios quedan situados en la cara inferior de esta (fig. 3.7).

La fecundación ocurre en presencia de agua, la que facilita el transporte de los espermatozoides desde los esporofitos masculinos hasta los arquegonios que los atraen quimiotácticamente.

Después de la fecundación comienza a desarrollarse la ovocélula en un embrión pluricelular que forma un esporogonio ovoide pequeño. La cápsula del esporogonio es redondeada y en ella se diferencian células internas y externas que por divisiones sucesivas dan lugar a eláteres y esporas en las que ocurre la división reductiva.



Fig. 3.7 Sección longitudinal del arquegoniíforo, con arquegonios.

Clase Sphagnopsida

La clase *Sphagnopsida* posee un solo orden, *Sphagnales* con una familia, *Sphagnaceae* y un solo género, *Sphagnum* con diez especies aproximadamente.

Son cosmopolitas y viven en lugares extremadamente húmedos y ácidos.

Las especies de *Sphagnum* se identifican solo por los caracteres del gametofito, ya que el esporofito es efímero y se produce con poca frecuencia: en Cuba no se ha reportado *Sphagnum* fructificado; está localizado en las zonas de arenas silíceas, cerca de los arroyos y en las partes altas y muy húmedas de los sistemas montañosos de las provincias orientales, como en Altos de Iberia, Moa.

Algunas de las especies de *Sphagnum* son: *S. papillosum*, *S. molluscum*, *S. squarrosum*.

Las especies acuáticas de *Sphagnum* que crecen en las márgenes de los lagos y charcos colaboran en la acidificación de estas aguas, se acumulan en el lago y forman una alfombra flotante de materia orgánica. Con el tiempo el agua queda recubierta por una vegetación formadora de turba, y en algunas zonas la turbera puede quedar recubierta por un bosque.

Con los depósitos turbosos de un lago puede reconstruirse la historia de la vegetación de una zona determinada relativamente amplia, ya que el polen y las esporas, además de otros restos que la integran conservan caracteres que permiten su estudio.



Fig. 3.8 Cloronema.



Fig. 3.9 Caulonema.



Fig. 3.10 Musgo: a, espora de un musgo germinando; b, protonema con yemas y gametofito joven.

Clase Bryopsida

En esta clase se encuentran la mayoría de los musgos, 12 órdenes, 75 familias, 650 géneros y 15 000 especies aproximadamente. Son cosmopolitas. El gametofito es muy variado y está muy relacionado con la diversidad del esporofito.

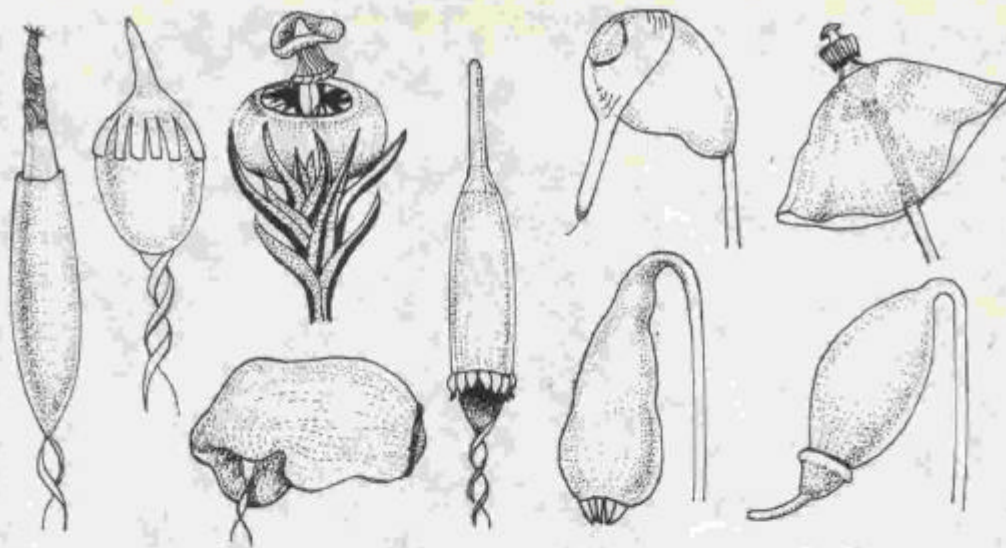
Los representantes de la clase se caracterizan porque las esporas al germinar producen un filamento verde muy ramificado con fototropismo positivo, el protonema, rico en cloroplastos (cloronema), y presenta tabiques transversales perpendiculares al eje longitudinal (fig. 3.8).

El cloronema se transforma gradualmente en un caulonema que crece adherido al sustrato, es más pobre en cloroplastos y los tabiques son oblicuos (fig. 3.9).

Cuando existe una buena iluminación se forman en el caulonema, las yemas productoras de plantas o gametofitos del musgo (fig. 3.10).

El gametofito del musgo se encuentra siempre diferenciado en caulidio, filidio o filoides y rizidios; se dice que el gametofito es cormoide y los filoides tienen estructura central compuesta por células especializadas para el transporte y sostén.

El esporofito puede contener o no cloroplastos, pero siempre depende del gametofito para su nutrición. La cápsula (fig. 3.11) del esporofito del musgo es compleja y con mayor



proporción de tejido estéril; generalmente tiene una columna central que puede alcanzar o no el extremo de la cápsula; no existen elaterios.

Por su forma general los musgos pueden ser acrocárpicos o pleurocárpicos. Los acrocárpicos (fig. 3.12) son considerados más primitivos y poseen el gametofito folioso erecto; se caracterizan porque el esporofito es terminal y cuando se encuentra lateral se debe al crecimiento secundario o aparición de nuevas ramificaciones. Los pleurocárpicos (fig. 3.13), considerados más evolucionados, se caracterizan porque son muy ramificados y postrados; los esporofitos crecen en ramas laterales.

Los musgos poseen una capacidad extraordinaria de regeneración, cualquiera de sus partes y aun fragmentos, pueden originar nuevas plantas directamente o pasando por la fase de protonema.

En casi todas las especies se forman en la axila de los filidios, en el extremo de ramas o en otros lugares, complejos celulares que se desprenden como propágulos (fig. 3.14).

Fig. 3.11 Diferentes tipos de cápsulas de los musgos.



Fig. 3.12 Musgo acrocárpico.

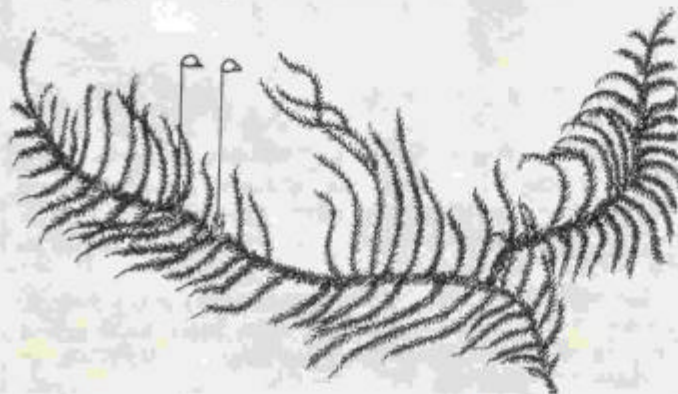


Fig. 3.13 Musgo pleurocárpico.



Fig. 3.14 Tipos de propágulos.

Los filidios son de forma muy variada; su implantación puede ser helicoidal y ordenada en dos series alrededor del caulidio. Algunos crecen lateralmente siguiendo un patrón tri-radial. No es frecuente encontrarlos ordenados en dos series (fig. 3.15).

Los musgos pueden ser hermafroditas monoicos y dioicos, según se encuentren los anteridios y arquegonios en la misma rama, en ramas distintas de la misma planta o estén sobre individuos diferentes (fig. 3.16).

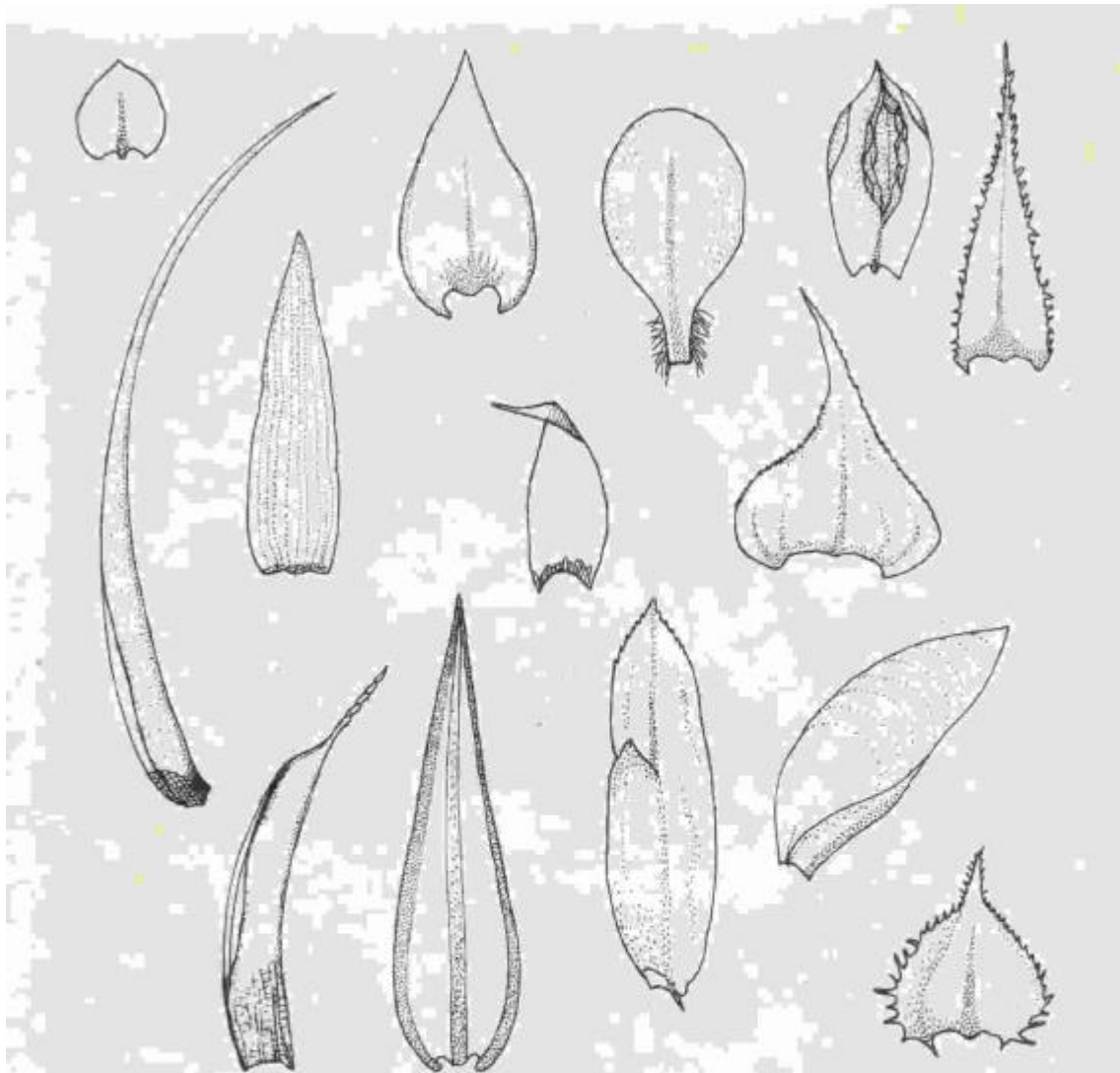


Fig. 3.15 Tipos de filidios.



Fig. 3.16 Tipos de inflorescencias encontradas en los musgos: a, sinoecia; b, protoecia; c, autoecia; d, dioecia. a y c representan la condición monoecia.

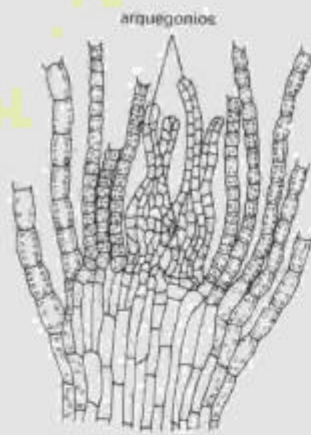


Fig. 3.17 Paráfisis rodeando gametóforo femenino con arquegonio.

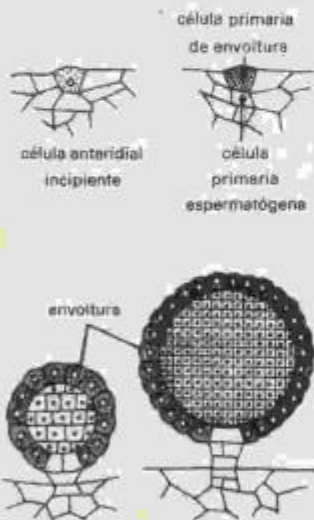


Fig. 3.18 Desarrollo del anteridio de un briófito.

Las paráfisis son pelos pluricelulares estériles que se presentan entre los órganos sexuales (fig. 3.17) de los musgos. A veces son engrosados y se supone que intervengan en la retención del agua necesaria en la fecundación (fig. 3.17).

En algunas especies de musgos se observa dimorfismo sexual, las plantas femeninas son más pequeñas y con filidios mayores que los que presentan las plantas masculinas. En otras especies se presentan las plantas masculinas enanas y con pocos filidios, mientras que las femeninas son mayores y con hojas más numerosas.

Las plantas adultas de musgos, que son gametofitos desarrollados, tienen órganos sexuales cuya estructura gametangial básica es bastante similar en todos los briofitos.

El órgano masculino o anteridio se desarrolla a partir de una sola célula anteridial incipiente. Esta célula se divide y forma una célula externa, la cual vuelve a dividirse repetidamente y origina tres grupos de células que desarrollan filidios, una cubierta de una sola capa de células y células espermátogenas que ocupan el interior de la cápsula (fig. 3.18). A partir de estas células espermátogenas se originan los anterozoides biflagelados de cola espiralada.

El arquegonio también se desarrolla a partir de una sola célula vegetativa llamada célula incipiente arquegonial, que al dividirse produce dos células, una externa y otra basal. La externa se divide en una célula central y en numerosas células del cuello que forman la cubierta externa de un solo estrato del arquegonio. La célula se divide varias veces y origina una columna de células del canal del cuello y un huevo. La parte de la cubierta que rodea al huevo se llama vientre y la parte que rodea las células del canal del cuello, cuello.

A medida que un arquegonio madura el huevo aumenta de tamaño y las células del canal del cuello se desintegran y forman un canal dentro de este, que proporciona una vía espermática hacia el huevo (fig. 3.19).

Después que el óvulo es fecundado por el espermatozoide, el cigoto es retenido en el arquegonio y por divisiones repetidas se transforma en el embrión de la generación esporofítica, crece encima del ápice

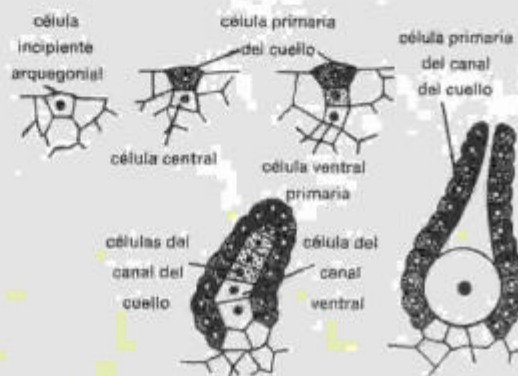


Fig. 3.19 Desarrollo del arquegonio de un briófito.

de una rama, se alarga gradualmente y se transforma en un esporofito adulto por la división de dos células apicales, una queda situada en la parte inferior y la otra en la parte superior.

El esporofito o esporogonio de los musgos presenta en su cápsula una columela rodeada por el saco esporógeno con las esporas. La columela funciona como tejido conductor de las sustancias nutritivas y como depósito de agua para las esporas en formación.

La cápsula madura forma en su extremo superior estructuras especiales de disposición anular que ayudan a su dehiscencia e intervienen en la diseminación de las esporas, la seta eleva la cápsula de manera que el viento pueda con facilidad diseminar las esporas a grandes distancias.

La clase *Bryopsida* está representada por los órdenes *Fissidentales*, *Bryales* y *Polytrichales*.

Orden Fissidentales

Este orden se caracteriza porque posee una célula apical caulinar cuneiforme con dos filas de células; los filidios tienen disposición distica y poseen alas dorsales. El peristoma es sencillo. Incluye las familias *Fissidentaceae* y *Calymperaceae*.

Familia Fissidentaceae

Casi nunca los representantes de *Fissidentaceae* forman céspedes densos. El género *Fissidens* vive en toda Cuba en zonas húmedas y está representado por las especies *F. bryoides*, *F. adianthoides* y *F. taxifolius*.

Familia Calymperaceae

Casi siempre viven sobre los troncos de los árboles formando céspedes. Son géneros de esta familia, *Calymperes*, *Barbula* y *Octoblepharum*.

Barbula. Se presenta casi siempre fructificado, su cápsula es cilíndrica y el opérculo largo. Se desarrolla sobre piedras, rocas, suelo y paredes calcáreas; mide aproximadamente 1 cm (fig. 3.20). Se encuentra en todas las provincias de Cuba, especialmente en zonas húmedas.

Octoblepharum. Es común en la base o corteza de los árboles, sobre todo en las palmas; también puede encontrarse sobre materia orgánica en descomposición. Abunda en toda Cuba y en la Isla de la Juventud (fig. 3.21).

Orden Bryales

Se caracteriza porque el saco esporógeno se halla separado de la pared capsular mediante un sistema cilíndrico hueco de espacios intercelulares. El endotecio se diferencia casi siempre en arqueporio y columela, la cual atraviesa el arqueporio. El esporogonio se diferencia en cápsula y pedicelo (seta). El protonema es cladoforoide o raramente protaloide.



Fig. 3.20 *Barbula*.



Fig. 3.21 *Octoblepharum*.

El orden está representado por la familia *Bryaceae*, cuyos géneros más comunes son *Mielchhoferia*, *Webera* y *Bryum*.

Orden Polytrichales

Existen representantes en todo el mundo. El orden es relativamente pequeño: tiene 2 familias, 18 géneros y 370 especies. Es un grupo natural por la anatomía y morfología del gametofito y el esporofito. La mayoría son terrestres aunque algunos viven en pantanos, zonas encharcadas, márgenes de las corrientes y superficie de las rocas. Alcanzan hasta 15 cm de alto y sus filidios miden 1 cm de largo. La cápsula tiene posición inclinada y es cuadrangular. Es común en toda Cuba.

En este grupo están muy desarrollados los cordones conductores formados por elementos celulares más o menos alargados con función conductora. El peristoma posee dientes constituidos por células en forma de herradura.

Familia Polytrichaceae

La familia *Polytrichaceae* con los mismos caracteres del orden tiene el género *Polytrichum* con 92 especies, dos de ellas son *P. commune* y *P. formosum*. También de esta familia es el género *Funaria* con más de 200 especies cosmopolitas, que tienen los siguientes caracteres: los rizidios se localizan en la base y los filidios tienen una nervadura central delgada que adquiere proporciones mayores a medida que se acerca al caulidio. Los anteridios y arquegonios se sitúan en el extremo superior del caulidio. La cápsula es periforme y la seta casi siempre se presenta encorvada.

Antigüedad, filogenia e importancia de la división Bryophyta

A partir del Devónico Superior se han encontrado briófitos fósiles, tanto de formas talosas como foliosas, hepáticas y musgos de organización elevada. No hay dudas de que el grupo es de gran antigüedad y no ha sufrido ningún desarrollo importante durante el mesozoico y cenozoico.

La mayoría de los briófitos fósiles proceden del Terciario y se pueden incluir en los géneros actuales.

No se conocen briófitos primitivos, es decir, próximos a formas originarias de nivel inferior. Las teorías filogenéticas sobre este grupo son puramente especulativas por la escasez de fósiles.

Por sus caracteres bioquímicos como son los pigmentos y las sustancias de reserva, los briófitos solo parecen relacionarse con las clorofitas, por lo cual se supone que deben haberse originado a partir de estas algas.

Algunas aves y pequeños mamíferos utilizan las cápsulas de musgos como alimento. No se conoce ningún musgo que sea venenoso, muchos de ellos son poco susceptibles a la in-

fección por hongos, parásitos, e invertebrados, por lo cual se supone que contengan sustancias antibióticas. Antiguamente se utilizaban para rellenar colchones, confeccionar guirnaldas y otros adornos, el embalaje de objetos frágiles y plantas vivas.

Desde el punto de vista ecológico los musgos, en general, ayudan a la formación del suelo porque pueden implantarse en la roca desnuda, destruirla y contribuir cuando mueren a la capa vegetal o materia orgánica que posibilita que otras plantas mayores puedan implantarse.

División Lycophyta

Las plantas de esta división tienen una de las historias más antiguas de las eumobiontas; sus representantes dominaron en el Paleozoico y alcanzaron formas arbóreas que constituyeron elementos típicos de la flora de esa época.

Las licofitas actuales son más numerosas en climas cálidos y regiones húmedas, que en climas fríos y regiones secas. Muchas especies tropicales son epífitas y tienen ramas débiles y colgantes, otras son terrestres, preferentemente habitan en las zonas montañosas aunque hay especies que viven también en los llanos, las terrestres viven solo sobre suelos ácidos.

Son plantas perennes, generalmente pequeñas, muchas de ellas con rizomas y raíces adventicias, herbáceas y con tallo bien desarrollado del tipo protostélico, sifonostélico o polistélico, sin crecimiento secundario en grosor excepto en *Isoetes* y *Lepidodendron*. El tallo puede ser simple o ramificado y erguido o rastrero. La ramificación es de dicotómica a simpodial o monopodial, el eje central es recto y no desarrollado debido a una sucesión de dicotomías desiguales, de acuerdo con el género. Las ramas se originan por bifurcación del meristemo o célula apical y cada una de las partes continúa su desarrollo como meristemo o célula apical de un eje separado.

A pesar de que muchos investigadores consideran que en esta división hay hojas verdaderas, en este libro las consideramos como emergencias foliares, pues son expansiones del tejido epidérmico recorridas por un nervio central no ramificado, sin comunicación con el sistema vascular del tallo, mientras que las hojas verdaderas son aquellas cuyas nerviaciones están ramificadas en el parénquima foliar y se comunican con el sistema vascular del tallo.

Las emergencias foliares son numerosas, sésiles, pequeñas, alineadas, lineales y dispuestas helicoidalmente sobre el tallo y las ramas. Poseen estomas en el haz y en el envés. Excepto en *Lycopodiales*, las emergencias foliares tienen un pequeño apéndice en la cara adaxial llamado ligula.

Hay emergencias foliares en cuya base o axila están situados los esporangios debido a la reducción del eje que los sostenía. Las emergencias reciben el nombre de esporofilo. Los esporangios generalmente están agrupados y constituyen una espiga o estróbil.

En los esporangios se desarrollan las meiósporas, que son trirringeadas y pueden ser de dos tipos: microsporas y macrósporas.

Las *Microsporas* son esporas microscópicas que se forman en gran número en los esporangios, llamados microsporangios; que al germinar originan un gametofito masculino. La emergencia foliar que sostiene al microsporangio se conoce como microsporofilo.

Las *Macrósporas* llamadas también megásporas, son esporas grandes, en ocasiones, del tamaño de la cabeza de un alfiler y se forman en número limitado en cada esporangio, llamado macrosporangio o megasporangio, y que al germinar origina un gametofito femenino. La emergencia foliar que sostiene al macrosporangio se conoce como macrosporofilo o megasporofilo.

De lo señalado anteriormente se deriva que hay licofitas que son homósporas, las que tienen esporas de un solo tamaño, y heterósporas, que las tienen de dos tamaños.

Clasificación de la división Lycophyta

La división comprende las clases *Lycopodiopsida* y *Selaginellopsida* y cuatro órdenes, *Lycopodiales*, *Selaginellales*, *Isoetales* y *Lepidodendrales*.

Los tres primeros órdenes pertenecen a la flora actual mientras que el cuarto únicamente está representado por formas fósiles que se encuentran en los estratos del Paleozoico. Estos restos son muy abundantes y su estado de conservación ha permitido conocer de forma precisa su morfología y estructura.

En el cuadro 4.1 se muestra la clasificación de la división *Lycophyta*.

Cuadro 4.1

<i>Clase</i>	<i>Orden</i>	<i>Familia</i>	<i>Género</i>
<i>Lycopodiopsida</i>	<i>Lycopodiales</i>	<i>Lycopodiaceae</i>	<i>Lycopodium</i>
			<i>Lycopodiella</i> <i>Huperzia</i>
<i>Selaginellopsida</i>	<i>Selaginellales</i>	<i>Selaginellaceae</i>	<i>Selaginella</i>
	<i>Isoetales</i>	<i>Isoetaceae</i>	<i>Isoetes</i>
	<i>Lepidodendrales</i>	<i>Lepidodendraceae</i>	<i>Lepidodendron</i>
		<i>Sigillariaceae</i>	<i>Sigillaria</i>

Clase Lycopodiopsida

Viven en suelos ácidos y húmedos. Sus tallos rastreros desarrollan ramas erectas cubiertas por numerosas emergencias foliares que también forman espigas o estróbilos. Son isosporos y sus esporas se agrupan en tétradas. Esta clase tiene un solo orden, *Lycopodiales* con una sola familia *Lycopodiaceae*.

Orden Lycopodiales

Las plantas de este orden se diferencian principalmente de las demás licofitas por ser homósporas.

Son plantas herbáceas, siempre verdes, que se ramifican dicotómicamente, aunque a veces un eje predomina sobre los demás (anisotomia) y da la apariencia de ramificación monopodial.

A pesar del desarrollo del tallo, este no presenta crecimiento secundario en grosor. La epidermis de un tallo maduro tiene una capa de células y estomas con estructura similar a la que aparece en las emergencias foliares. La corteza varía en grosor y en estructura de una especie a otra, ya que en algunos casos la parte externa, interna o central de la corteza, está completamente esclerificada. El sistema vascular está separado de la corteza por una endodermis.

En muchas especies hay una diferenciación en cuanto a las emergencias, pero en general son sésiles, lanceoladas y con una base ancha, tienen un haz conductor (nervio) no ramificado, que parte de la corteza, pero no existe una verdadera diferenciación interna en los tejidos y hay estomas en ambas caras. Hay emergencias foliares fértiles (esporofilos) e infértiles (trofofilos).

El sistema radical es adventicio y se forma desde la endodermis o a partir de esta. Las raíces están diferenciadas internamente al igual que en el resto de las cormobiontas, en epidermis, corteza y estela. En la epidermis pueden presentarse pelos radicales siempre en parejas.

Generalmente los tallos son erguidos y portan los esporangios en su ápice, los cuales producen isósporas unidas en tétrada. Las isósporas pueden germinar inmediatamente después de ser liberadas y originar un cuerpo multicelular: el gametofito o protalo, que carece de clorofila y está asociado con micorrizas, o puede tardarse la germinación de tres a ocho años. El desarrollo del gametofito, desde la germinación de la espora hasta que los órganos sexuales están maduros, demora desde ocho meses hasta seis o quince años.

Este orden solo tiene una familia, *Lycopodiaceae* representada en Cuba por tres géneros: *Lycopodium*, *Lycopodiella* y *Huperzia*.

***Lycopodium*.** La distribución de los ejemplares de este género es cosmopolita, pero la mayoría de sus especies son propias de la zona intertropical. Todos son plantas herbáceas y relativamente pequeñas, algunas erectas y fruticulosas y otras postradas y rastreras que llegan en ocasiones a subterráneas. Todas son densamente cubiertas por pequeñas emergencias foliares escuamiformes. En el caso de *Lycopodium* las plantas son terrestres y sus esporangios están separados por pedúnculos de la parte estéril de la rama. Se ha encontrado en Cuba dos especies de este género, *L. virginicum*, en los suelos arenosos, ácidos y húmedos de Pinar del Río y *L. serratum*, que crece en la región oriental de la isla, en el pico Turquino, Sierra Maestra.



Fig. 4.1 *Lycopodiella cernua*.

Lycopodiella. Sus representantes son terrestres, viven en zonas montañosas y en los llanos. Presentan diferencias en sus emergencias foliares, según sean estas o no portadoras de esporangios. Sus esporangios están agrupados en espigas situadas en el extremo de ramas laterales colgantes y carentes de pedúnculos. Una especie de este género es *Lycopodiella cernua* (fig. 4.1).

Huperzia. Este género (fig. 4.2) conocido anteriormente como *Urostachys*, tiene representantes terrestres y epífitos. Sus esporangios no se encuentran formando estróbilos en el extremo de las ramas, sino están dispersos en estas, siempre asociados a una emergencia foliar semejante a las emergencias infértiles, es decir, no hay distinción entre los trofófilos y esporófilos. Una especie muy común es *Huperzia selago*.

Clase Selaginellopsida

Esta clase (fig. 4.3) es semejante a la anterior, sus representantes actuales son herbáceos, rastreros o erectos, en ocasiones tallos subterráneos y emergencias foliares en roseta. Posee alrededor de 700 especies que viven principalmente en las regiones tropicales. En la mayoría las emergencias foliares están dispuestas en cuatro hileras de "hojas" opuestas dos a dos y las superiores son más pequeñas que las inferiores; a este fenómeno de presentar tipos diferentes de "hojas" se le conoce como heterofilia.

Presentan una escama encima de la "hoja", llamada ligula que se cree interviene en la toma del agua. También tienen dos tamaños diferentes de esporas, fenómeno conocido como heterosporia.

Orden Selaginellales

Este orden está representado por una sola familia, *Selaginaceae*, con el género *Selaginella*.

Presentan tallos rastreros postrados o erectos divididos dicotómicamente con emergencias foliares en cuatro hileras, dos de mayor tamaño.

Presentan ligula y rizóforos que son vástagos especializados los cuales parten del tallo principal de las axilas de las ramificaciones ascendentes, se dirigen hacia abajo y forman raíces adventicias que penetran en el sustrato.

Los esporangios se encuentran situados en las axilas de las emergencias, más o menos modificadas, los esporófilos están agrupados en espigas o estróbilos terminales; no todos los esporangios son del mismo tamaño como en la clase *Lycopodiopsida*, pues en la base de la espiga hay esporangios grandes, macrosporangios o megasporangios en los que se producen generalmente cuatro macrósporas; hacia el ápice hay esporangios pequeños o microsporangios que desarrollan numerosas microsporas reunidas en tétradas. Las macrósporas están protegidas por macrosporófilos y los microsporangios por microsporófilos.



Fig. 4.2 *Huperzia*.

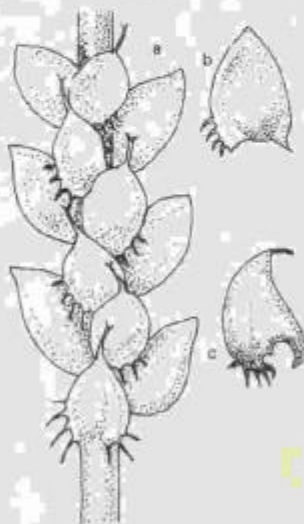
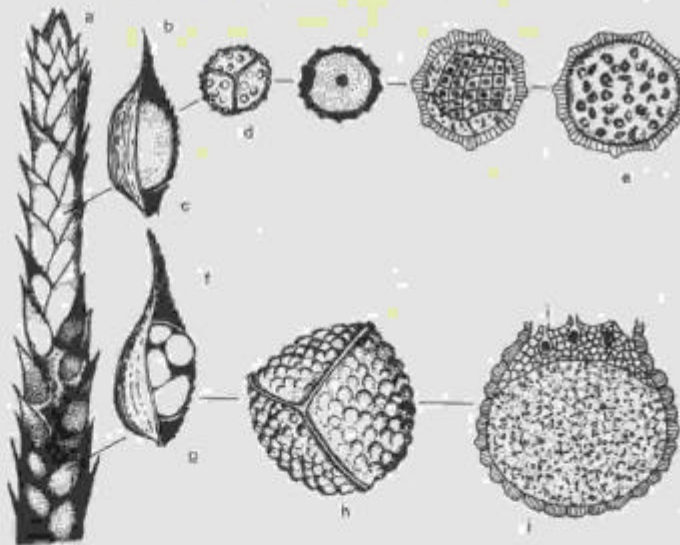


Fig. 4.3 *Selaginella*: a. fragmento de una ramita con hojas aplanadas dispuestas en cuatro filas longitudinales; b. hoja de una fila lateral; c. hoja de una fila superior.

Fig. 4.4 *Selaginella*: a, estróbito con microsporangios; b, microsporofilo; c, microsporangio; d, microsporas; e, microsporas con anterozoides; f, macrosporofilo; g, macrosporangio; h, macrospora; i, macrospora con macroprotalo desarrollado; j, arqueogonio.



Los dos tipos de esporangios están separados pero en la misma espiga, por lo tanto estas plantas son heterósporas por presentar dos tipos diferentes de esporas (fig. 4.4).

La heterosporia es importante porque implica la diferenciación sexual de los gametofitos formados, paso indispensable en el desarrollo posterior de la semilla, que ocurre cuando la macrospora queda alojada por un tiempo relativamente prolongado en el esporofito que es la planta madre.

El sexo de las esporas de *Selaginella* es evidente antes de que maduren y formen el gametofito, por ser estas de dos tamaños diferentes, las más pequeñas, microsporas, originan siempre gametofitos masculinos y las más grandes, megásporas, siempre originan gametofitos femeninos.

Las microsporas se desarrollan dentro de los microsporangios que se forman en microsporofilos y las megásporas o macrosporas se desarrollan dentro de megasporangios o macrosporangios en los macrosporofilos.

Los gametofitos masculinos y femeninos permanecen tan pequeños que nunca pueden salir completamente de las paredes de la espora que los originó.

El gametofito masculino o microprotalo tiene pocas células, de ellas las centrales son espermatógenas, es decir, tienen la propiedad de desarrollar anterozoides biflagelados. Después de estar formados los anterozoides estos se liberan por ruptura del gametofito. El proceso ocurre siempre en una época muy húmeda cuando el suelo tiene por lo menos una película de agua, la cual permite a los anterozoides nadar y llegar a la ovocélula.

Las macrosporas germinan en el macrosporangio cuando este está unido aún a la planta madre, el gametofito femenino o macroprotalo formado da lugar a uno o pocos arquegonios.

Al caer al suelo, la macrospora se rompe y el macroprotalo que posee clorofila comienza a fotosintetizar al mismo tiempo

que forma rizoides que lo fijan al sustrato y es en el suelo donde ocurre la fecundación, se desarrolla el embrión y crece la nueva planta o esporofito.

El grado de desarrollo que alcanza el macroprotalo antes de que el macrosporangio se rompa y las macrósporas caigan al suelo es variable y depende de las condiciones ambientales.

El macroprotalo puede ser liberado antes de que se haya formado en él, uno o más arquegonios o puede quedar largo tiempo retenido en el esporangio con los arquegonios ya maduros.

Importancia evolutiva y relaciones filogenéticas de la división Lycophyta

Las selaginelas y los lycopodios actuales con su porte herbáceo, no desempeñan ningún papel importante en los paisajes, pero sí contribuyen a la conservación de la capa vegetal porque evitan la erosión del suelo. Su importancia es evolutiva ya que en una de sus clases aparecen por primera vez en el reino *Cormobionta* la heterofilia y la heterosporia, y también la presencia de un nervio central en la emergencia foliar.

La heterosporia se considera un paso importante en el origen y desarrollo de la semilla, porque, representa una fase de transición entre las plantas que producen esporas y las que ya tienen semilla, lo cual evidencia una de las leyes de la dialéctica que explica el desarrollo, la ley de los cambios cuantitativos en cualitativos.

Algunas especies de *Lycopodium* y *Selaginella* son cultivadas con fines ornamentales.

Los miembros fósiles de la división son de mayor importancia económica que los miembros vivos pues las *Lepidodendrales* estuvieron entre las principales contribuyentes, junto con otros grupos en la formación de los depósitos vegetales del periodo Carbonífero que se transformaron en carbón y que actualmente se extraen para utilizarlos como combustible.

Es muy probable que las licofitas se derivaran de los psilófitos, de los que difieren por tener esporofilos, raíces verdaderas, una vena central en la emergencia foliar, y por la posición de los esporangios.

Aunque los esporangios de algunos psilófitos pueden interpretarse como axilares, en realidad son terminales porque las ramas que los sostienen se han acortado considerablemente.

Los órdenes *Lycopodiales*, *Selaginellales* y *Lepidodendrales* están relacionados entre sí. Las licopodiales, que son ho-

Clase Equisetopsida

Esta clase comprende plantas herbáceas o leñosas, pero siempre articuladas, con nudos y entrenudos y raíces adventicias generalmente. Los tallos son fistulosos (huecos), con ramas y hojas verticiladas. Las hojas son escuamiformes, muy pequeñas, aunque en algunas especies fósiles pudieron alcanzar un tamaño moderado.

Son organismo heterospóreos (con esporas desiguales) o anisospóreos (esporas morfológicamente iguales, pero fisiológicamente diferentes). Los esporangios están situados en soportes especializados llamados esporangióforos que se agrupan formando estructuras estrobiliformes.

Orden Equisetales

Este orden tiene una sola familia, *Equisetaceae*, y un solo género, *Equisetum*, por lo cual coinciden las características para las tres categorías taxonómicas.

Equisetum tiene alrededor de 32 especies de plantas herbáceas, que tienen una amplia distribución en el mundo, excepto en Australia. En Cuba existe la especie *Equisetum giganteum*, de las montañas orientales, que se conoce con el nombre de cola de caballo. Muchas de estas especies se encuentran en lugares húmedos o en aguas poco profundas de las que emergen tallos, pero muchas viven en suelos ordinarios drenados.

Equisetum consta de un rizoma rastrero, a veces con tubérculos feculentos de los que nacen hacia abajo las raíces y hacia arriba los tallos erguidos que pueden tener hasta 3 m de alto. El tallo está articulado con un verticilo de pequeñas hojas angostas en cada articulación. La parte basal de cada articulación está formada por tejido meristemático, por lo cual el crecimiento del entrenudo se efectúa por la actividad de este meristemo. El tallo presenta surcos longitudinales y crestas que alternan entre los entrenudos sucesivos. El tallo está diferenciado en epidermis, corteza, endodermis y cilindro central. Todos los tejidos se derivan de la célula apical o de los meristemos intercalares, no hay crecimiento secundario. La estela consiste en una médula grande, central, parenquimatosa y rodeada por una red irregular de tejidos vasculares. La mayor parte de la médula degenera pronto y deja una cavidad central en el tallo que está interrumpida en cada nudo por un diafragma de tejido firme.

A cada nudo corresponde un verticilo de hojas pequeñas, con un nervio medio, unidas entre sí por su parte inferior que forman una vaina en torno a la base del nudo correspondiente. La función asimiladora, sin embargo, no corresponde a las hojas, pues carecen de clorofila, esta función la realizan el tallo y sus ramas. Un hecho curioso de *Equisetum* es que las ramas secundarias se desarrollan a partir de la base del nudo y atraviesan la vaina lo cual es un fenómeno raro.

Es interesante el dimorfismo caulinar de algunas especies de *Equisetum* pues se originan vástagos precoces fértiles, sin clorofila, los cuales después de producir y dispersar las esporas, mueren y vástagos estériles, con abundante clorofila y muy ramificados.

Importancia económica y relaciones evolutivas de la división Microphylophyta

Las modernas *Equisetopsida* son insignificantes económicamente, sin embargo las *Calamitales* estuvieron entre las plantas más abundantes que vivieron en el Carbonífero, al menos en áreas pantanosas y por tanto, fueron importantes contribuyentes a la formación de depósitos de vegetales que después se transformaron en carbón o lignito.

División Pteridophyta

Esta división incluye árboles, arbustos, hierbas, lianas, y epifitas; las hojas son verdosas, originadas por la culminación, planación y concrescencia de sistemas de ramas dicotómicas laterales, después que estas pierden su homogeneidad y se diferencian en principales y laterales. Como resultado se origina una hoja penninervia, paralelinervia, o con nerviación reticulada (fig. 6.1), es decir, una hoja con nerviación no dicotómica. Este tipo de hoja le brinda grandes ventajas a las plantas, ya que al ser dañadas por los insectos u otros herbívoros, las partes de la hoja no afectadas pueden seguir viviendo, a causa de las anastomosis existentes entre los nervios que se intercomunican entre sí en el mesófilo de la hoja.

Las hojas con nerviación reticulada presentan una amplia superficie de asimilación. Los esporangios de este grupo se encuentran sobre las hojas (filosporia) y estas pueden o no, estar diferenciadas de las asimiladoras. El fenómeno de la filosporia en este grupo se presenta debido a que no existe una diferenciación temprana entre ramas asimiladoras y reproductoras como ocurre en *Microphyllrophyta*, sino que, como ocurre en las *Psilophyta* primitivas, todos los telomas pueden portar esporangios apicales. En las *Macrophyllrophyta* durante el proceso de formación de hojas, en un grupo de telomas ocurre culminación, planación y concrescencia; los antiguos telomas después de ocurrido el proceso quedan convertidos en nervios, y sobre ellos y otras partes de la hoja quedan los esporangios, por lo cual en este grupo se presenta el fenómeno de la filosporia, a diferencia de *Microphyllrophyta* donde sucede la estaquiosporia (fig. 6.2).

Esta división incluye tres subdivisiones: *Filicophytina* (helechos), *Cycadophytina* (cicas) y *Magnoliophytina* (plantas con flores).

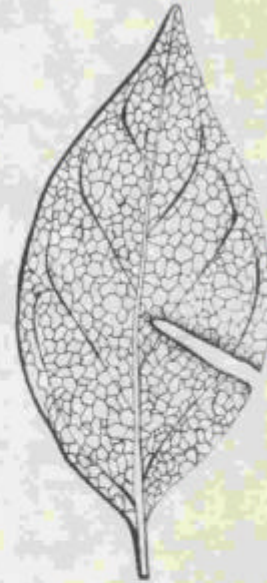


Fig. 6.1 Hoja con nerviación reticulada.

Subdivisión *Filicophytina* ← no

Este grupo incluye a los llamados helechos. Son hierbas en su mayor parte, o arbustos, distribuidos abundantemente en los países tropicales de climas húmedos. Las hojas de este grupo llamadas frondes, pueden ser simples o compuestas. El término de hoja pinnada se aplica donde existe un raquis central y los folíolos o pinnulas se disponen a ambos lados de este.

Fig. 6.2 Representación de los procesos probables elementales que condujeron a la filiosporia de las macrofilofitas actuales; a, ramificación original de los telomas equivalentes; b, telomas concrecentes, culminados y aplanados; c, hoja de *Filicophytina*; d, carpelo de *Magnoliophytina*.

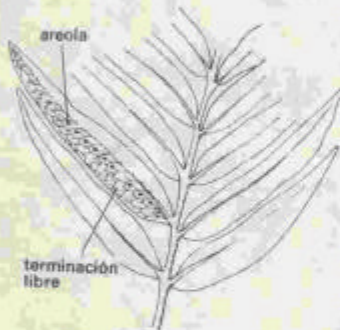


Fig. 6.3 Areola con terminación libre en *Polypodium*.



Fig. 6.4 Prefoliación circinada en un helecho.

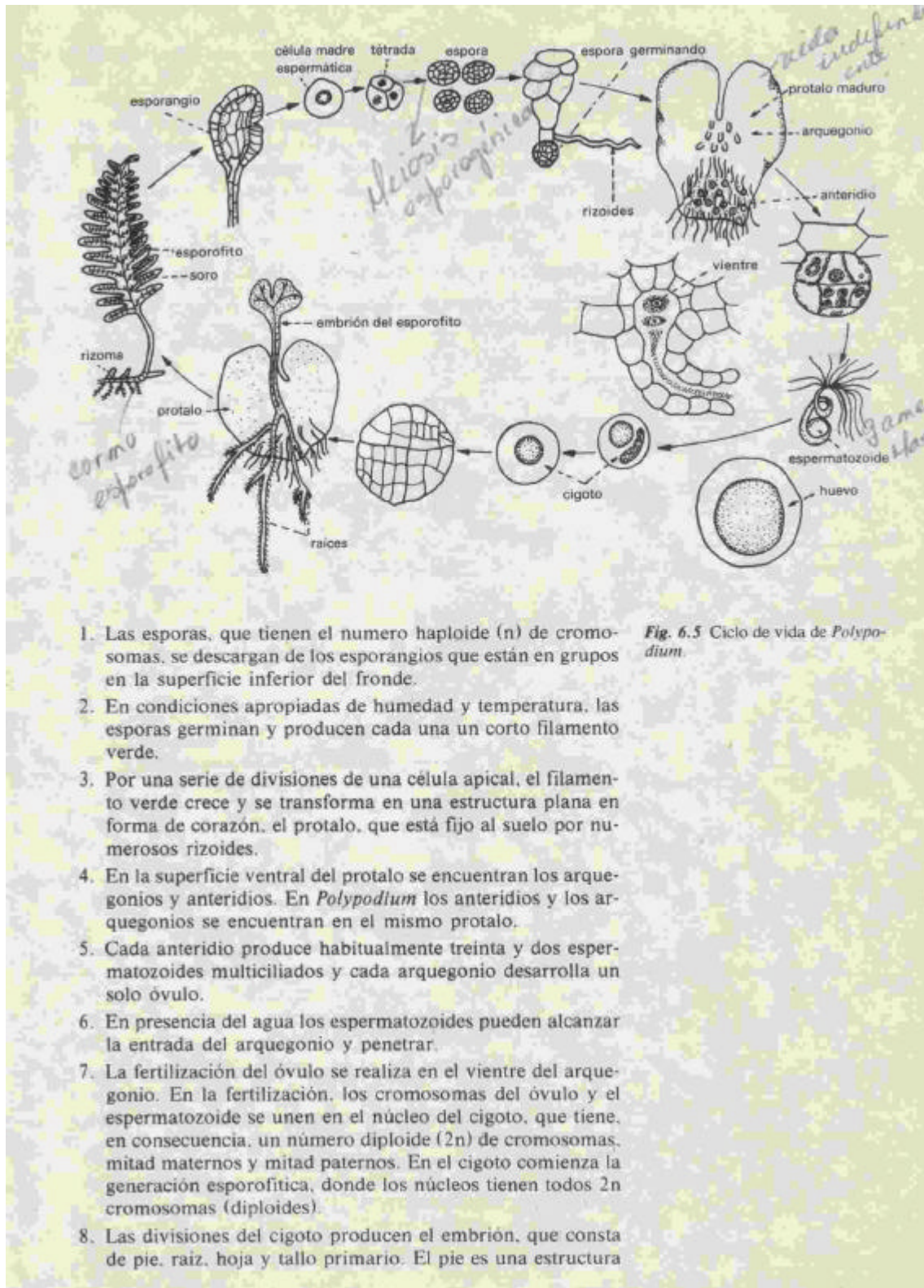
Las hojas pueden ser una o más veces pinnadas, según el raquis central se divida en ramificaciones secundarias o terciarias, y los folíolos se sitúan sobre estas últimas divisiones del raquis. Otro término muy utilizado es el de hojas o frondes pinnatífidos, que se aplica a las hojas de nervadura pinnada (con nervios a ambos lados del raquis), cuando tienen el margen hendido de tal manera, que las divisiones llegan a lo sumo hasta la mitad del semilimbo.

Muchas veces los nervios laterales en las hojas se anastomosan entre sí y forman las llamadas areolas (fig. 6.3), a los que pueden llegar o no terminaciones libres de nervios; esto constituye un rasgo de importancia taxonómica.

Los esporangios se encuentran situados normalmente en el envés de las hojas, las cuales no han perdido la capacidad de realizar la fotosíntesis. Solo en algunos grupos hay una tendencia a diferenciar las hojas fértiles de las vegetativas; en este caso se habla de esporofilos u hojas portadoras de los esporangios y de trofofilos, que son las hojas con función asimiladora.

Los esporangios se encuentran casi siempre en soros, muchas veces protegidos por un órgano de origen epidérmico, el indusio, de forma y posición muy variable. Los soros pueden encontrarse también recubiertos por el margen reflejo de las hojas o ser desnudos. Tanto la forma y distribución de los soros sobre las hojas, como las características del indusio, son muy útiles para la clasificación de estas plantas. Los frondes presentan una prefoliación circinada (fig. 6.4), lo cual significa que la hoja joven se enrolla sobre sí misma desde el ápice hasta la base, y se extiende posteriormente en su desarrollo.

El gametofito, que es la fase haploide y que recibe el nombre de protalo, tiene vida independiente y su forma es acorazonada, con color verde y marcada simetría dorsiventral. El ciclo de vida de *Polypodium* (fig. 6.5) que a continuación se resume, puede ilustrar el proceso en el resto de los helechos.



1. Las esporas, que tienen el número haploide (n) de cromosomas, se descargan de los esporangios que están en grupos en la superficie inferior del fronde.
2. En condiciones apropiadas de humedad y temperatura, las esporas germinan y producen cada una un corto filamento verde.
3. Por una serie de divisiones de una célula apical, el filamento verde crece y se transforma en una estructura plana en forma de corazón, el protalo, que está fijo al suelo por numerosos rizoides.
4. En la superficie ventral del protalo se encuentran los arquegonios y anteridios. En *Polypodium* los anteridios y los arquegonios se encuentran en el mismo protalo.
5. Cada anteridio produce habitualmente treinta y dos espermatozoides multiciliados y cada arquegonio desarrolla un solo óvulo.
6. En presencia del agua los espermatozoides pueden alcanzar la entrada del arquegonio y penetrar.
7. La fertilización del óvulo se realiza en el vientre del arquegonio. En la fertilización, los cromosomas del óvulo y el espermatozoide se unen en el núcleo del cigoto, que tiene, en consecuencia, un número diploide ($2n$) de cromosomas, mitad maternos y mitad paternos. En el cigoto comienza la generación esporofítica, donde los núcleos tienen todos $2n$ cromosomas (diploides).
8. Las divisiones del cigoto producen el embrión, que consta de pie, raíz, hoja y tallo primario. El pie es una estructura

Fig. 6.5 Ciclo de vida de *Polypodium*.

temporal que solo por corto tiempo, absorbe alimento del protalo al que está unido. El pie muere después que la raíz y hoja primaria se han desarrollado hasta el punto de poder proporcionar agua y alimento suficiente al joven esporofito. Después que las hojas y las raíces adventicias se desarrollan en el tallo, las hojas y raíces primarias mueren, de modo que solo uno de los cuatro órganos primarios (tallo) es permanente. El esporofito maduro es un rizoma con raíces y frondes.

Clasificación de la subdivisión Filicophytina

En el cuadro 6.1 se muestran las categorías principales de la subdivisión.

Cuadro 6.1

Clase	Orden	Familia	Género
Marattiopsida	Marattiales	<i>Marattiaceae</i>	<i>Marattia</i> <i>Danaea</i>
	Ophioglossales	<i>Ophioglossaceae</i>	<i>Ophioglossum</i> <i>Botrychium</i>
Filicopsida	Filicales	<i>Osmundaceae</i>	<i>Osmunda</i>
		<i>Schizaeceae</i>	<i>Anemia</i> <i>Lygodium</i> <i>Schizaea</i>
		<i>Gleicheniaceae</i>	<i>Stelchenia</i>
		<i>Hymenophyllaceae</i>	<i>Trichomanes</i> <i>Vandenboschia</i> <i>Hymenophyllum</i>
		<i>Cyatheaceae</i>	<i>Cyathea</i> <i>Alsophyla</i>
	Salviniales	<i>Marsileaceae</i>	<i>Marsilea</i>
		<i>Salvinaceae</i>	<i>Salvinia</i> <i>Azolla</i>

Clase Marattiopsida

Son los helechos que presentan los esporangios con paredes formadas por varias capas de células y en los representantes vivientes los soros se sueldan para formar estructuras llamadas sinangios. Incluye dos órdenes representados ambos en Cuba: *Marattiales* y *Ophioglossales*.

Orden Marattiales

Este orden cuenta con helechos herbáceos perennes, hojas generalmente compuestas, desde pinnadas hasta tripinnadas.

El rizoma es macizo, grueso, globoso y con simetría dorsiventral; las hojas tienen en la base del peciolo órganos estipulares que son persistentes. Los esporangios están en el envés de las hojas, en soros dorsales al nervio o en sinangios pluriloculares. Los gametofitos son robustos, epigeos y de larga duración. Es un orden de distribución tropical, generalmente en zonas montañosas.

Familia Marattiaceae

La familia *Marattiaceae*, única del orden, incluye dos géneros: *Marattia* y *Danaea*.

Los representantes del género *Marattia* poseen un rizoma terrestre, erecto, globoso, grande; los frondes generalmente son tripinnados en las especies cubanas y algunas veces bipinnados; presentan venación libre y los sinangios se encuentran en el envés de las hojas dispuestos dorsalmente con relación a los nervios (fig. 6.6).

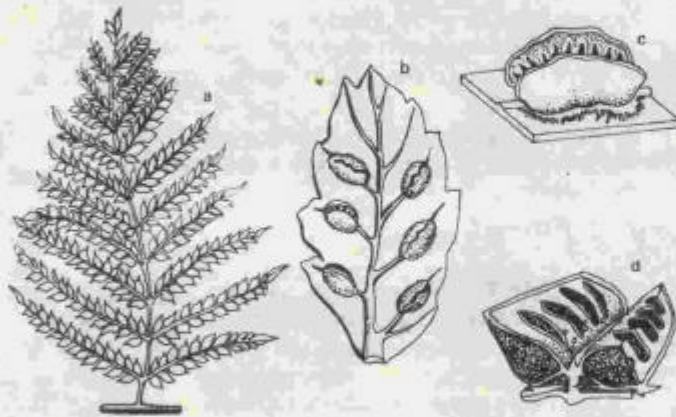


Fig. 6.6 *Marattia alata*: a, pinna y porción de raquis; b, pinnula con soros; c, soro portando esporangios; d, soro portando esporangio y sección transversal.

El género *Danaea* incluye helechos terrestres con rizomas horizontales, cilíndricos y dorsiventrales. Los frondes son pinnados y en los cubanos simple pinnados; las pinnas son articuladas y las venas libres; se presenta heterofilia (desigualdad entre las hojas que portan los esporangios y las hojas vegetativas). Los sinangios se encuentran en el envés de las pinnas más estrechas y cada sinangio abre por un poro terminal. En Cuba hay cuatro especies de este género que se encuentran en zonas montañosas.

Orden Ophioglossales

Ophioglossales está compuesto por helechos herbáceos, terrestres, de mediano a pequeño tamaño (excepto algunos epífitos). Producen generalmente un solo fronde, a veces dos y muy raras veces tres. Las hojas se dividen en dos porciones o segmentos, uno estéril que puede ser entero o dividido y uno fértil que puede ser apanojado o en forma de espiga, el cual



Fig. 6.7 *Ophioglossum*.



Fig. 6.8 *Botrychium*.

porta los esporangios que son libres. Cada esporangio produce numerosísimas esporas. El protalo es hipógeo, carente de clorofila y está asociado a micorrizas.

Familia Ophioglossaceae

La familia *Ophioglossaceae*, única del orden, incluye dos géneros: *Ophioglossum* y *Botrychium*.

Ophioglossum está integrado por helechos terrestres que presentan el segmento estéril entero y el segmento fértil similar a una espiga; tiene distribución pantropical (fig. 6.7).

Botrychium está representado por helechos terrestres que se diferencian del género anterior en que tanto el segmento estéril como el fértil están divididos (fig. 6.8).

Clase Filicopsida

En esta clase se presentan las paredes de los esporangios con una sola capa de célula, originadas por la división de una sola célula epidérmica; los esporangios presentan un anillo que es una hilera de células engrosadas que participan en su apertura (fig. 6.9).

La clase *Filicopsida* está compuesta por dos órdenes, ambos representados en Cuba: *Filicales* y *Salviniales*.

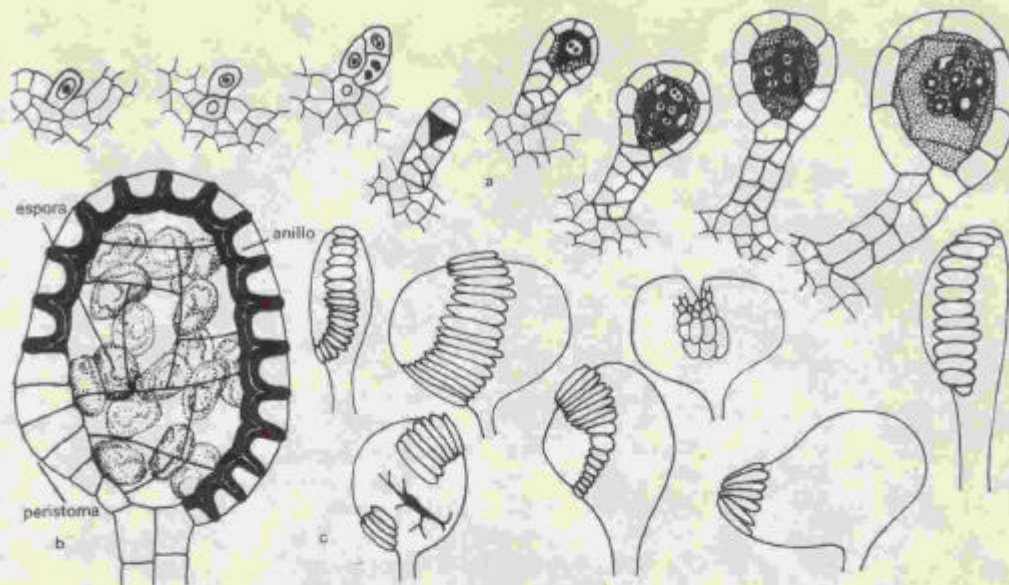
Orden Filicales

En el orden *Filicales* se encuentran helechos isósporos con los esporangios libres o en soros, que pueden ser desnudos, con indusio o protegidos por el margen reflejo de las hojas. Es típica la presencia de anillo en los esporangios de este orden, lo que constituye en muchos casos un carácter de importancia taxonómica.

Familia Osmundaceae

En la familia *Osmundaceae* aparecen helechos que tienen una posición intermedia entre los helechos leptosporangiados (*Marattiopsida*) y los eusporangiados (*Filicopsida*), porque a pesar de tener una sola capa de célula en los esporangios, presentan, como rasgo primitivo los esporangios carentes de anillo y en su lugar, un grupo de células engrosadas que le permiten la ruptura en posición apical. Tienen numerosas esporas y espermatozoides y cuando ocurre la fecundación el embrión presenta un desarrollo retardado. También como rasgo primitivo en la familia se observa maduración simultánea en los gametangios. Son terrestres con segmentos o porciones especializadas que le permiten llevar los esporangios.

El género *Osmunda* comprende helechos terrestres con rizomas erectos y ramificados, frondes en roseta, bipinnados con pinnas portadoras de los esporangios modificadas. La nerviación es abierta y pinnada y presentan órganos estipulares



como en *Marattiales*. En Cuba se reportan dos especies, una en la Ciénaga de Zapata y otra en lagunas turbosas del sur de Pinar del Río.

Fig. 6.9 Esporangio de *Filicopsida* con anillo: a. etapas del desarrollo de un esporangio; b. detalle de un esporangio; c. variación de la posición del anillo.

Familia Schizaeaceae

En la familia *Schizaeaceae* están los helechos terrestres o trepadores; los frondes presentan partes especializadas que portan los esporangios. Estos tienen anillo y están protegidos por una expansión del fronde a manera de indusio. En Cuba hay dos géneros bien representados, son ellos *Anemia* y *Lygodium*, mientras que *Schizaea* tiene una distribución muy restringida.

En *Anemia* las hojas son pinnadas y de crecimiento limitado. Los esporangios se encuentran en el par de pinnas inferiores, las cuales tienen la lámina reducida. Existen varias especies corrientes en distintos tipos de vegetación (fig. 6.10).

En *Lygodium*, las hojas son pinnadas, de crecimiento ilimitado y trepadoras. Los esporangios se disponen lateralmente en espiguillas y en segmentos normales de las hojas; cada esporangio presenta un indusio en forma de escama. Este género es muy común en varios tipos de vegetación (fig. 6.11).

El género *Schizaea* posee hojas con estructura dicotómica, y las hojas fértiles tienen la lámina reducida. Este género es muy raro en la zona que se extiende desde Moa hasta Baracoa y se halla sobre suelos muy ácidos (fig. 6.12).





Fig. 6.20 *Asplenium*.



Fig. 6.21 *Nephrolepis*.



Fig. 6.22 *Camphyloneuron*.

Familia Davalliaceae

En la familia *Davalliaceae* se encuentran helechos epífitos que son fisurícolas (viven en las grietas de las rocas) y algunos terrestres; los frondes son pinnados desde simples a varias veces pinnados. La nerviación es libre; los soros en posición variada, desde submarginales hasta plenamente abaxiales (en el envés) y presentan generalmente indusio.

Nephrolepis es un género muy difundido en toda Cuba con especies de interés ornamental. Este género presenta rizomas cortos, a veces elongados y cubiertos de escamas; las hojas están en roseta, comúnmente unipinnadas con el ápice de la hoja que denota un crecimiento indeterminado; las pinnas son articuladas y la nerviación es libre. Son helechos terrestres o epilíticos; presentan una reproducción vegetativa muy fuerte por rizomas rastreros. Los soros se encuentran en posición media hasta submarginales, siempre rematan las terminaciones de los nervios y forman una hilera a cada lado del nervio central. El indusio puede ser desde casi orbicular hasta reniforme (fig. 6.21).

Familia Polypodiaceae

Polypodiaceae es una familia con numerosas especies en Cuba; sus representantes son epífitos, aunque hay algunos terrestres. El rizoma es rastrero o trepador, nunca forma tronco y está recubierto de escamas amplias y fijas; los frondes son simples, enteros, en muchos casos o pinnados. La nerviación es dicótomo-libre o con una nerviación reticulada y generalmente una sola terminación libre. Los soros son con frecuencia redondeados y carentes de indusio.

En el género *Camphyloneuron* se encuentran helechos epífitos de tamaño moderado, a veces terrestres; el rizoma es grueso, cubierto por escamas y rastrero; frondes en roseta, simples, enteros, lanceolados, sin indumento y reticulados; es típica la presencia de dos hileras de soros entre los nervios secundarios, los cuales carecen de indusios (fig. 6.22).

Microgramma incluye helechos siempre epífitos, pequeños, con rizoma largamente trepador y con escamas estrechas. Los frondes son simples, estrechos, dimórficos (los fértiles más estrechos que los estériles). Los soros son redondeados, carentes de indusio, con abundantes paráfisis y dispuestos en dos hileras, una a cada lado del frondé.

En el género *Paltonium* se presenta el rizoma corto y hojas en roseta; sus especies son epífitas; frondes enteros lanceolados y glabros. Los soros están elongados en la parte superior del frondé.

El género *Pleopeltis* comprende helechos epífitos de tamaño reducido, con rizoma alargado y cubierto por escamas que pueden ser peltadas. Los frondes son enteros, con soros de redondeados a elípticos, los cuales forman dos hileras una a cada lado del nervio central.

El género *Polypodium* está integrado por helechos epífitos con frondes pinnatifidos o pinnados y los nervios secundarios libres. Estos helechos se conocen con el nombre de doradilla.

Una de las especies más comunes en nuestros campos es *P. polypodioides* que tiene usos medicinales (fig. 6.23).

Orden Salviniales

Son helechos generalmente acuáticos o palustres; presentan algunos de los frondes modificados, los cuales forman los soros que reciben el nombre de esporocarpos. En este orden aparece la heterosporia, es decir, producen esporas desiguales que originan protalos desiguales. Está representado en Cuba por dos familias: *Marsileaceae* y *Salvinaceae*.

Familia Marsileaceae

La familia *Marsileaceae* está integrada por helechos pequeños que crecen en lugares cenagosos. Los frondes tienen uno o dos pares de folíolos que rematan en un estípido o peciolo largo. Los esporangios se encuentran en estructuras recias y fuertes llamadas esporocarpos, los cuales crecen en la base de los peciolos. En el interior de los esporocarpos se encuentran los microsporangios y macrosporangios.

El género *Marsilea* tiene dos pares de folíolos opuestos dos a dos y se le encuentran en la actualidad preferentemente en lagunas del sur de Pinar del Río y en la Isla de la Juventud (fig. 6.24).

Familia Salviniaceae

La familia *Salvinaceae* incluye helechos netamente acuáticos, muy pequeños y flotantes. Los microsporangios y macrosporangios se encuentran en esporocarpos morfológicamente diferentes.

El género *Salvinia* que tipifica a la familia, presenta frondes en verticilos de a tres, dos son hojas flotadoras y la otra se modifica y forma lacinias que tienen la función de tomar las sustancias alimenticias. El género cuenta con 11 especies, varias de ellas intertropicales; en Cuba se reporta frecuentemente en lagunas ácidas del sur de Pinar del Río y en la Isla de la Juventud, las especies *Salvinia auriculata* y *Salvinia natans* (fig. 6.25).

El otro género de la familia representado en Cuba es *Azolla*, que presenta dos hileras de hojas donde cada una tiene un lóbulo superior flotante y el inferior sumergido. Está integrado por seis especies de las cuales se reporta para Cuba *A. caroliniana*, con igual distribución que las especies de *Salvinia* antes mencionadas.

Importancia y relaciones evolutivas de la subdivisión Filicophytina

En la actualidad solo existen especies importantes desde el punto de vista ornamental y unas pocas que presentan uso medicinal, sin embargo, en épocas geológicas anteriores en que constituyeron el grupo de plantas dominantes en la tierra, contribuyeron al morir, a la formación de grandes yacimientos de carbón y otros minerales.

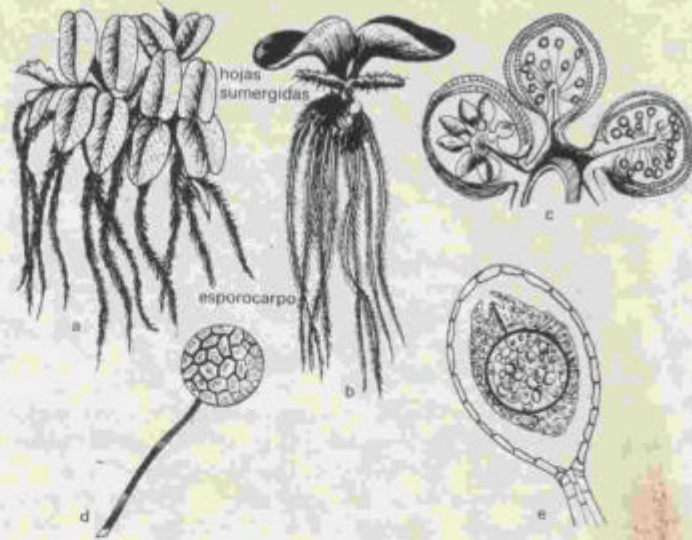


Fig. 6.23 *Polypodium*.



Fig. 6.24 *Marsilea*.

Fig. 6.25 *Salvinia natans*: a, planta flotadora vista desde arriba; b, porción vista de lado con hojas flotantes; c, grupo de microsporangios y un macrosporocarpio; d, microsporangios aislados y aumentados; e, macrosporangio y macróspora en sección longitudinal.



Los antepasados de las *Filicophytina* hay que buscarlos en las *Psilophyta*. Los *Protopteridiales* como *Protopteridium* y *Stauropteris* representan el nexo entre los dos grupos: los miembros de este orden muestran cierta afinidad con los psilófitos, pero a su vez presentan caracteres muy superiores. Es común en los *Protopteridiales* la posesión de esporangios terminales, así como la particularidad de que los segmentos foliares todavía no se encuentran en el mismo plano: frondes tridimensionales.

El género clásico de *Protopteridiales* es *Protopteridium* que se ha encontrado en la parte oriental de Norteamérica, Europa y China. El tallo tiene un tipo de ramificación simpódica con ramas laterales divididas dicotómicamente. Estas ramas laterales presentan segmentos aplanados que recuerdan un fronde sencillo. Algunos segmentos de las ramas tienen esporangios ovales en los extremos. Las características del grupo hasta cierto punto intermedias entre *Psilophyta* y *Filicophytina* actuales, sugieren la posible relación entre ambos taxones.

División Pinophyta

Subdivisión Coniferophytina

Clase Ginkgopsida

Esta clase está integrada en la actualidad por un orden, una familia y un género (*Ginkgo*) con la especie *Ginkgo biloba*. Son árboles de tronco ramificado, con las hojas agrupadas en fascículos llamados braquiblastos (ramas de crecimiento limitado), las que a su vez se encuentran sobre ramas mayores (macroblastos) que presentan un crecimiento ilimitado. La corteza del tallo es delgada con leño homogéneo, círculos de desarrollo y radios medulares manifiestos. Presentan canales resiníferos, hojas muy pecioladas y limbo flabeliforme delgado. Los nervios están divididos dicotómicamente (fig. 5.5).

Son unisexuales y anemófilos, los órganos reproductores masculinos están aislados en las axilas de las hojas terminales de los braquiblastos, en estróbilos amentiformes rodeados en la base por dos o tres brácteas estériles. Cada escama contiene generalmente dos microsporangios (sacos polínicos), que son dehiscentes por una fisura longitudinal. El polen al germinar origina dos células protálicas, microgametos móviles que son ciliados y un tubo polínico ramificado, el cual penetra en la nucela como un haustorio.



Los órganos reproductores femeninos también están aislados en las axilas de las hojas braquiblasticas con un largo y delgado pedúnculo simple, bifurcado o ramificado, el cual en su extremo presenta dos macrosporangios rodeados en su base por un rodete engrosado. El macrosporangio posee un solo tegumento prolongado con un micropilo bilabiado, el cual, por encima de la nucela forma una cámara polínica; la fecundación no ocurre hasta después de varios meses de la llegada del polen a la cámara micropilar. En cada estróbilo femenino se forma una sola semilla voluminosa, esferoidal con dos tegumentos, semejante a un fruto en drupa.

El género *Ginkgo* se encuentra difundido en los yacimientos jurásicos y triásicos de todo el planeta, sin embargo, en la actualidad la única especie viviente, *Ginkgo biloba*, ha sido salvada de la extinción en China y se ha difundido por casi todo el mundo como planta de jardín, es un ejemplo típico de fósil viviente.

Clase Coniferopsida

Los representantes de la clase *Coniferopsida* tienen una amplia distribución en ambos hemisferios, pero principalmente en Norteamérica, China, Australia y Nueva Zelanda, y constituyen la mayor clase de la división.

Son árboles de gran talla o arbustos, con ramificación monopodial; las hojas, mayormente en braquiblastos y macroblastos, son perennes, pequeñas, aciculares, escumiformes o lineal-lanceoladas; nerviación dicotómica o dicotomo-paralelinervia. Presentan abundante ritidoma, leño secundario muy desarrollado y homogéneo, formado por traqueidas provistas de punteaduras areoladas. Esta clase posee además, canales resiníferos en la corteza y en el leño; la médula falta. El cilindro primario vascular es una sifonostela, generalmente con lagunas foliares bien desarrolladas. Los órganos que llevan las semillas de las *Coniferopsida* son variados, pero nunca son foliares, es probable que sean telomas o sistemas de telomas modificados, los cuales nunca han sido hojas vegetativas. Los conos femeninos son muy complejos en su estructura. Los macrosporangios nacen en la superficie de la escama, que por su origen (teoría de Florin, 1894), es un braquiblasto reducido, por lo cual es evidente en este grupo la estaquiosporia (esporangios sobre ramas especializadas). Numerosos autores han considerado siempre el cono femenino como una flor. Las investigaciones clásicas realizadas en *Walchia* por el paleobotánico sueco Rudolph Florin, han demostrado cómo ha surgido el estróbilo femenino de las *Coniferopsida*. De acuerdo con esta teoría, originalmente aparecieron telomas muy ramificados que presentan en sus axilas hojas dicotómicas.

Existían además telomas mixtos, vegetativos y fértiles que por acortamiento y reducción del número de esporangios a uno o dos, dieron lugar a los estróbilos. Un estadio en el desarrollo

del cono femenino de las coníferas actuales se representa en el fósil *Walchia*. El estudio del cono masculino indica que es más simple que el cono femenino, consta de un eje central corto en torno al cual se agrupan en espiral, primero las brácteas, y en el ápice los esporangios (sacos polínicos).

En las *Coniferopsida* actuales la escama tectriz está formada por un braquiblasto estéril, mientras que la escama seminífera, que se fusiona a la tectris, está formada por el braquiblasto fértil y contiene uno o dos macrosporangios. El macroblastos con los braquiblastos fértiles y estériles, fusionados uno con otro y dispuestos helicoidalmente, constituyen el estróbilo femenino. Esta teoría explica la naturaleza estaquiospórica del grupo, al encontrarse los esporangios sobre ramas, no sobre hojas: es decir, braquiblastos reducidos que forman la escama seminífera. La figura 5.6 representa la formación de un estróbilo femenino de las *Coniferopsida* actuales por reducción de los macroblastos y braquiblastos fértiles; de este proceso, *Walchia* debe representar uno de los estadios intermedios.

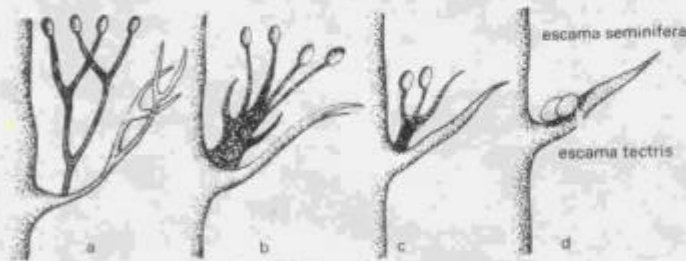


Fig. 5.6 Representación esquemática de los procesos probables elementales que condujeron a la estaquiosporia: a. ramificación original (se distinguen telomas asimiladores y telomas reproductores); b. estadio reducido de *Ernestiodendron filiciforme* (extinto); c. reducción extrema de los telomas originales; d. estadio muy reducido y concrescente de *Pinus* mostrando la escama seminífera y la tectris

La historia geológica de las *Coniferopsida* comienza en el Carbonífero superior y su máximo desarrollo lo alcanzaron a finales del Jurásico y principios del Cretáceo para declinar en el Cenozoico como resultado de la competencia con los representantes de la subdivisión *Magnoliophytina* (plantas con flores). Ciertos géneros de esa época como *Sequoia* y *Metasequoia* lograron sobrevivir en localidades restringidas, son considerados fósiles vivientes y su existencia junto a *Ginkgo*, permitió aclarar en gran medida la evolución del grupo. Los géneros como *Pinus*, *Araucaria*, *Podocarpus*, etc., llegaron hasta nuestros días en mayor abundancia.

Orden Coniferales

Los miembros de este orden son el grupo más grande de los representantes actuales de *Coniferopsida*; son alrededor de 300 especies. Se les encuentra desde el Ártico hasta el Círculo Antártico, pero son más frecuentes en las zonas templadas o frío-templadas, en el hemisferio norte, donde existen extensos bosques. *Pinus*, que tiene alrededor de 90 especies, es el género más grande del hemisferio norte; *Araucaria*, es el más grande del hemisferio sur.

Los órganos reproductores de los *Coniferales* actuales se presentan en estróbilos con escamas seminíferas y tectrices, concrecentes. Las escamas están dispuestas helicoidalmente sobre un eje central formando el cono. Sobre la superficie superior (adaxial) de la escama seminífera del cono femenino se originan los esporangios usualmente en número de dos. Los conos masculinos son axilares o terminales sobre ramas cortas. Los microsporangios nacen de la superficie inferior (abaxial) de la escama y varían en número de dos hasta aproximadamente 15, pero es dos el número más frecuente en los géneros del hemisferio norte.

El orden *Coniferales* incluye las familias *Araucariaceae*, *Pinaceae*, *Cupressaceae*, *Podocarpaceae*, *Taxaceae* y *Cephalotaxaceae*.



Fig. 5.11 *Araucaria columnaris*.

Familia Araucariaceae

Las araucarias estuvieron muy extendidas a partir del Triásico, incluso en Europa y en Groenlandia, pero hoy se hallan limitadas al hemisferio sur. Producen conos leñosos con numerosos complejos monospermos de escamas seminíferas y tectrices; las semillas se originan de un macrosporangio que está hundido en una bolsa de la escama seminífera.

Entre las especies de *Araucaria* hay árboles de gran talla, ramificados de manera regular, con acículas dispuestas helicoidalmente y en general muy fuertes. En Cuba hay algunas especies introducidas que se cultivan como ornamentales; una especie comúnmente cultivada es *Araucaria columnaris* conocida como siete pisos (fig. 5.11).

Familia Pinaceae

Los representantes de esta familia poseen también hojas aciculares dispuestas de forma helicoidal y estróbilos leñosos con dos macrosporangios por escama seminífera. Los granos de polen son relativamente grandes y presentan vescículas aeríferas (polen vesculado). Estas alas se forman porque en dos puntos del grano de polen se eleva el estrato externo de la exina y produce una ampollita en cada uno. Esta característica constituye una adaptación para la polinización por el viento, ya que disminuye la velocidad de la caída del grano de polen.

Las *Pinaceae* (fig. 5.12) se conocen desde el Jurásico y habitan casi exclusivamente en el hemisferio boreal, mas hacia el sur suelen circunscribirse a las montañas.

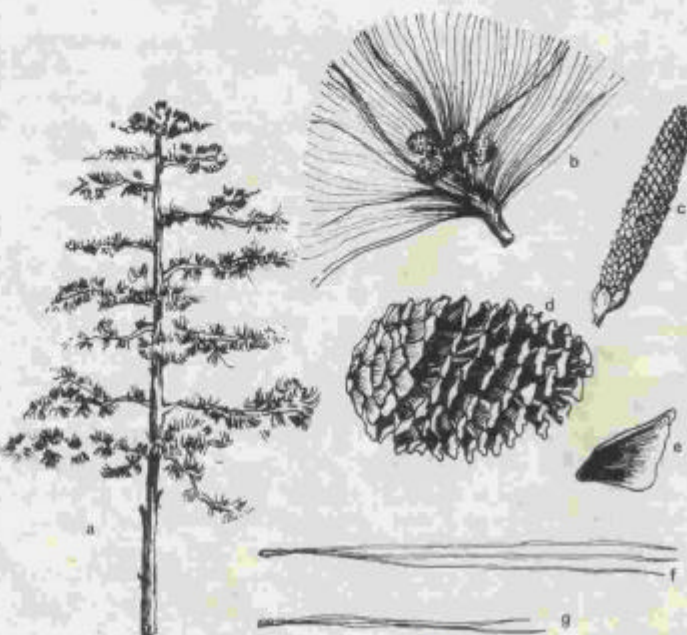


Fig. 5.12 Familia *Pinaceae*, *P. caribaea*: a, árbol adulto; b, macroblasto portando braquiblastos reducidos provistos de hojas aciculares y estróbilos femeninos jóvenes; c, estróbilo masculino; d, estróbilo femenino; e, semilla, *P. maestrensis*; f, braquiblasto, *P. cubensis*; g, braquiblasto.

Los representantes del género *Pinus* son árboles que tienen hojas aciculares, con dos haces vasculares cada una y están dispuestas en número de dos a cinco acículas por braquiblasto (rama de crecimiento limitado). Los braquiblastos se disponen en macroblastos (ramas de crecimiento ilimitado). Las semillas de este género son aladas. El cono masculino es alargado y posee de dos a seis microsporangios en el borde inferior de cada escama.

En Cuba existen cuatro especies endémicas de *Pinus*, dos de Cuba oriental y dos de Cuba occidental.

Pinus tropicalis (pino blanco o hembra). Presenta las hojas en fascículos comúnmente de a dos, de 20-30 cm de largo y de color verde amarillento. Los conos son subterminales y erguidos. Se les encuentra en suelos silíceos, bajos y colinas arcillosas y pizarrosas de Pinar del Río e Isla de la Juventud (fig. 5.13).

Pinus caribaea (pino amarillo o pino macho). Tiene las hojas en fascículos de a tres, rara vez cuatro y algo rígidas. Los conos son laterales de 5-15 cm de largo; se encuentra en Pinar del Río e Isla de la Juventud (fig. 5.14).

Pinus cubensis (pino de Mayarí). Tiene hojas en fascículos de a dos, rara vez tres, de 4-15 cm de largo de color verde oscuro, conos subterminales, con escamas mucronadas cuando jóvenes. Habita desde la Sierra de Nipe hasta Baracoa, en suelos lateríticos derivados de la serpentina.

Pinus maestrensis (pino de la Sierra Maestra). Las hojas son suaves, en fascículos de tres a cinco, conos jóvenes erguidos, subterminales, de 5-8 cm cuando están maduros. Se encuentra ubicado en las cuchillas elevadas de la Sierra Maestra generalmente sobre los 1 000 m sobre el nivel del mar.

Familia Cupressaceae

Los representantes de esta familia están distribuidos por todo el orbe y tienen las hojas escuamiformes, generalmente opuestas o verticiladas de a tres. En Cuba está presente como género autóctono *Juniperus*, mientras que *Biota* y *Cupressus* son géneros introducidos como ornamentales.

Juniperus. Se caracteriza, a diferencia de los dos géneros restantes, por la presencia de estróbilos carnosos. En Cuba se reportan dos especies del género conocidas como sabina (fig. 5.15). *J. lucayana* posee hojas de dos clases, unas escamosas de 1 mm de largo y otras aciculares, el cono con pocas semillas, a veces una sola. Este árbol hermoso y de madera valiosa abundaba mucho en el pasado y está a punto de desaparecer en algunas localidades. Se le reporta para la Sierra de Nipe, en la Coloma en Pinar del Río, y otras localidades. La otra especie es *J. saxicola* con una sola clase de hojas, subuladas de 5-10 cm de largo. Se reporta para el Turquino y es endémica. La madera es preciosa y perfumada; se ha empleado en la fabricación de lápices, muebles y objetos de arte y sus hojas y estróbilos son medicinales.



Fig. 5.13 *Pinus tropicalis*.



Fig. 5.14 *Pinus caribaea*.



Fig. 5.15 Familia Cupresaceae. *Juniperus lucayana*: a, ramita fértil con estróbilo masculino; b, estróbilo femenino.

Los géneros *Biota* y *Cupressus* presentan estróbilos leñosos y se pueden diferenciar por la disposición de las ramas; en *Biota* son aplanadas verticalmente, mientras que en *Cupressus* adoptan una disposición helicoidal similar a *Juniperus*.

Familia Podocarpaceae

Las *Podocarpaceae* (fig. 5.16) son del hemisferio austral, presentan hojas lanceoladas y espinoso-mucronadas; los órganos reproductores femeninos son muy simplificados y no forman estróbilos leñosos; las escamas seminíferas forman, al madurar, una envoltura carnosa sobre la cual se desarrolla el macrosporangio y de este la semilla.

En Cuba *Podocarpaceae* está representada por el género *Podocarpus* del cual se han reportado cinco especies, pero en la actualidad son objeto de revisión taxonómica, pues evidentemente son menos sus especies. En general se nombran vulgarmente como sabina cimarrona.

Existe una especie introducida y cultivada ampliamente como ornamental, *Podocarpus nerifolia*, de hojas lineal oblongas y mucronadas en el ápice.

Los miembros de la familia *Cephalotaxaceae* son plantas relictuales, limitadas actualmente a un solo género, que habitan en el Himalaya y Asia oriental, mientras que *Taxaceae* incluye árboles y arbustos propios del hemisferio boreal. Estas familias no tienen representantes en Cuba.

Importancia económica y relaciones evolutivas de la división Microphylophyta

Las modernas *Equisetopsida* son insignificantes económicamente, sin embargo las *Calamitales* estuvieron entre las plantas más abundantes que vivieron en el Carbonífero, al menos en áreas pantanosas y por tanto, fueron importantes contribuyentes a la formación de depósitos de vegetales que después se transformaron en carbón o lignito.

Las *Coniferopsida* son muy importantes al producir una madera que puede tener diferentes usos. Dentro de estas plantas, las más utilizadas son determinadas especies de *Pinus*, *Abies*, *Larix*, *Picea*, *Biota* y *Tsuga* en el hemisferio norte y en el hemisferio sur de *Agathis* y *Araucaria*.

La pulpa de madera se usa para hacer papel y en la manufactura del rayón. Muchas especies son productoras de resinas que contienen trementina, de la cual se extraen por destilación aceites que son los principales solventes de las pinturas y barnices y tienen algunos usos relacionados con propiedades estimulantes y astringentes, antiespasmódicas y antidiuréticas. La resina es un ingrediente de barnices, pinturas, jabones y una gran variedad de productos. La trementina cruda también se utilizaba mucho en la época de los barcos de madera para calafatear y proteger del agua.

El bálsamo de Canadá es una resina obtenida de *Abies balsamifera* que tiene propiedades refringentes similares al vidrio.



Fig. 5.16 Familia Podocarpaceae. *Podocarpus nerifolia*: a, ramita terminal; b, ramita seminífera; c, ramita con estróbilos masculinos.

Subdivisión Cycadophytina

En este grupo, al igual que los helechos, se mantiene la prefoliación circinada y los esporangios se encuentran sobre hojas. Estas hojas, sin embargo, muestran una evidente diferenciación entre las asimiladoras o trofófilos y las portadoras de los esporangios o esporófilos. En estas plantas no solo se desarrollan los esporangios y las esporas sobre los esporófilos, sino que son retenidos y ocurre en ellos la formación del gametofito femenino, la fecundación y por primera vez la formación de semillas sobre hojas. Estas semillas no llegan a ser envueltas por hojas (carpelos), por lo cual son desnudas (plantas gimnospermas). En el traslado del polen de estas plantas inter-

vienen el viento o los insectos. El grano de polen germina y origina dos espermatozoides que son ciliados y se consideran los más grandes de los vegetales y los animales, pues pueden alcanzar hasta 0,3 mm. Los espermatozoides entran en el gametofito femenino a través de la gota polinizante que existe en el micrópilo del rudimento seminal.

Clasificación de la subdivisión Cycadophytina

La clasificación de *Cycadophytina*, se muestra en el cuadro 6.2

Cuadro 6.2

Clase	Orden	Familia	Género
<i>Cycadophyllopsida</i>	<i>Cycadophycales</i>	<i>Lyginodendraceae</i>	<i>Lyginodendron</i>
		<i>Medullosaceae</i>	<i>Medullosa</i>
<i>Cycadopsida</i>	<i>Cycadales</i>	<i>Cycadaceae</i>	<i>Cycas</i> <i>Microcycas</i>
		<i>Zamiaceae</i>	<i>Zamia</i> <i>Macrozamia</i>
		<i>Ephedraceae</i>	<i>Ephedra</i>
<i>Bennettitopsida</i>	<i>Bennettitales</i>	<i>Gnetaceae</i>	<i>Gnetum</i>
		<i>Welwitschiaceae</i>	<i>Welwitschia</i>

Clase Cycadophyllopsida

La clase *Cycadophyllopsida* se conoce también con el nombre de helechos con semillas o pteridospermas. Constituyen un grupo de plantas fósiles semejantes morfológicamente a los helechos. Los grupos de sacos polínicos y primordios seminales aparecían en segmentos especiales del fronde, en general muy divididos (esporotrofilos). En estas plantas se formaban semillas desnudas y la anatomía correspondía con las *Cycadopsida* actuales, por la presencia de tráqueas con poros areolados y el crecimiento secundario. Dentro de los fósiles incluidos en esta clase se encuentran los géneros *Tetrastigia*, *Lygiopteris*, *Gnetopsis*, *Medullosa*, etc. Este grupo de plantas tuvieron su máximo desarrollo en el Carbonífero y desaparecieron a principios del Triásico.

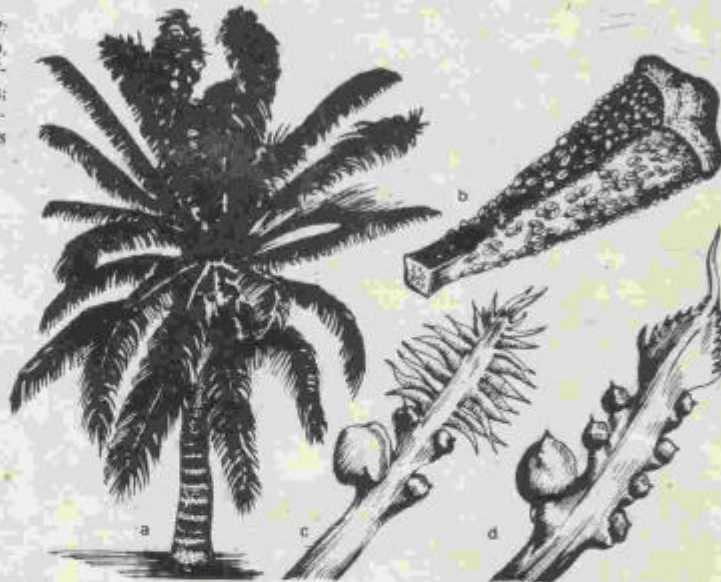
Clase Cycadopsida

La clase *Cycadopsida* tuvo su máximo desarrollo desde el Triásico, hasta el Cretáceo. Son plantas de tallo sencillo o muy poco ramificado; las hojas son pinnadas, dispuestas en forma de roseta en el ápice del tallo y tienen prefoliación circinada.

al igual que los helechos. Esta clase incluye solo a plantas dioicas.

Los esporangios se encuentran situados en hojas especializadas y reducidas, denominadas microsporofilos u hojas carpelares. Las hojas carpelares muestran en ocasiones, una relativa semejanza con las hojas vegetativas, y los macrosporangios se encuentran en el margen de estas, como es el caso de género *Cycas* (fig. 6.26).

Fig. 6.26 Familia *Cycadaceae*: a, planta adulta de *Cycas* sp.; b, microsporofilos de *Cycas circinalis* mostrando sacos polínicos; c, macrosporofilo de *Cycas revoluta*; d, macrosporofilo de *Cycas circinalis*.



Los macrosporofilos experimentan una reducción en el resto de los representantes de la clase, hasta adoptar la forma escamiforme; solo presentan dos primordios seminales en cada hoja carpelar, como ocurre en el género *Zamia*. Estas hojas fértiles, reducidas a escamas, se sitúan sobre un eje y forman un cono o estróbil, que en la época de fecundación se abre ligeramente, lo cual permite la entrada del polen que es conducido por el viento.

Los microsporangios o sacos polínicos se encuentran en gran número en el envés de los microsporofilos. Tienen forma de escama y se agrupan en estróbilos en todos los géneros. Las microsporas o granos de polen viven por tiempo prolongado sobre los primordios seminales y forman pequeños haustorios que penetran en el tejido del primordio y extraen de él las sustancias alimenticias; al germinar, el grano de polen forma anterozoides ciliados (fig. 6.27).

En Cuba existen representantes de los géneros *Zamia*, con diez especies aproximadamente y *Microcycas* que es un género monotípico y endémico, cuyo único representante es *M. calocoma*, endémica de Pinar del Río. *Zamia* presenta un tallo subterráneo, con los microsporofilos y macrosporofilos formando estróbilos y carece de nervio central en los foliolos. *Microcycas*, a diferencia de *Zamia*, tiene un tallo aéreo, mientras



Fig. 6.27 *Zamia* sp.: a, planta; b, estróbil femenino.

que los microsporofilos y macrosporofilos están en estróbilos y carecen de nervio central en los foliolos. En Cuba también existen con relativa abundancia el género *Cycas*, que es oriundo de Asia, el cual se diferencia de los géneros anteriores en que presenta los macrosporofilos sin formar estróbilos y los foliolos tienen nervio central. El tallo al igual que *Microcycas* (fig. 6.28) es aéreo y los microsporofilos están en estróbilos. Las especies más ampliamente cultivadas como ornamentales son *Cycas circinalis* y *Cycas revoluta*.

Importancia y relaciones evolutivas de la subdivisión Cycadophytina

En la actualidad muchos representantes de la clase *Cycadopsida* son cultivados como ornamentales en parques, jardines, paseos, etc., y otros como *Ephedra* contienen principios activos utilizados en medicina moderna. Este grupo alcanzó un gran desarrollo durante el Carbonífero y al comenzar a declinar sus restos formaron yacimientos que constituyen en la actualidad gran parte de las reservas de combustible en la tierra.

El origen de *Cycadophytina*, según exponen la mayoría de los autores, es a partir de las *Filicophytina* (helechos) de la clase *Marattiopsida*, basándose en que ambos grupos presentan los esporangios con varias capas de células. Se plantea que los helechos originarios presentaron esporangios concrescente (sinangios), en los que solo quedaba funcional el esporangio central, el cual dio lugar a la nucela que originó el rudimento seminal, en tanto que los esporangios marginales estériles, dieron lugar a los tegumentos que envuelven el esporangio fértil.

Capítulo: División Magnoliophyta.

Clase Magnoliopsida

Las plantas con flores que tradicionalmente se conocen como angiospermas, pertenecen a la subdivisión *Magnoliophytina*. Estas son el grupo más grande y diversificado del mundo y no solo predominan sobre todos los grupos vegetales en el número de especies, que asciende aproximadamente a 250 000, sino también por su enorme cantidad de individuos.

Un rasgo característico de las plantas con flores lo constituye su plasticidad evolutiva, la cual excede a la de los helechos y las coníferas. En el curso de la evolución, se han adaptado a las más diversas condiciones ambientales. Pueden encontrarse angiospermas sobreviviendo en las rocas frías del alto Himalaya, en la zona tórrida, y en los desiertos salinos y arenosos de África y Asia.

Algunas de estas plantas están adaptadas a vivir en el medio acuático y muy pocas en el mar. La mayoría son terrestres o epífitas.

El rango de adaptabilidad de las *Magnoliophytina* es extremadamente grande, y han sufrido intensa evolución en muchas direcciones bajo diversas condiciones ambientales. Las plantas con flores han alcanzado tan extraordinario grado de diversidad morfológica y ecológica que se ha sugerido que tienen un origen polifilético, es decir, se derivaron de más de un ancestro original. La gran mayoría de los investigadores consideran concluyentes las evidencias en sentido contrario, es decir, que estas contienen un origen monofilético o común.

Las evidencias valoradas como concluyentes están dadas por la presencia en estas plantas de los siguientes caracteres morfológicos comunes:

1. Uniformidad en la estructura estaminal con el característico estrato endotecial fibroso, muy semejante en todas las flores.
2. Presencia de carpelos con estigmas en todos los casos.
3. Constancia en la posición relativa de los verticilos florales con la secuencia de cáliz, corola, androceo y gineceo.
4. Presencia similar del gametofito masculino y femenino en todos los grupos.

Cuadro 7.1 (cont.)

Orden	Familia	Género
Malvales	Malvaceae	Hibiscus Gossypium Abelmoschus
	Bombacaceae	Celba Ochroma
	Sterculiaceae	Hildegardia Guazuma Theobroma
	Tiliaceae	Tilia Corchorus
Euphorbiales	Euphorbiaceae	Euphorbia Manihot Ricinus Croton Hevea Jatropha Platygyne Poinsettia Gymnanthes Chamaesyce

La clase *Magnoliopsida* agrupa al relicto del grupo arcaico ancestral, *Magnoliales* y a otros. Son plantas de porte leñoso, los verticilos perianticos en números indefinidos o multiples de cinco. Los estambres generalmente en número indefinido y el gineceo súpero apocárpico o paracárpico. Es un grupo primitivo en casi toda su totalidad.

Entre los caracteres comunes de los órdenes mencionados pueden citarse:

1. Ovario súpero, carpelos en cantidad indefinida y en número de tres a partir del orden *Violales*.
2. Estambres en número indefinido.
3. Cáliz y corola en los órdenes primitivos como *Magnoliales*, o *Illiciales*, con sus piezas en número indefinido, y aciclicas. Algunos representantes de estos órdenes, presentan disposición hemicíclica y en los más evolucionados de la clase la disposición es cíclica.
4. No abunda el gineceo infero, excepto en *Vaccinium* (*Vacciniaceae*), *Cucurbitaceae* y *Begoniaceae*.

En la clase *Magnoliopsida* se presentan generalmente árboles y arbustos, con menos frecuencia hierbas y lianas; las hojas son simples. Las flores presentan evolución centrifugal, lo cual significa que en las familias más primitivas las piezas interiores se presentan helicoidales, mientras que en las más evolucionadas el resto de los verticilos se van haciendo cíclicos hacia el exterior. Las flores son generalmente hermafroditas.

Orden Magnoliales

Los representantes de este orden son generalmente leñosos, las hojas son simples, alternas, raramente opuestas, estipuladas o no. Las flores son de gran tamaño con inserción de las piezas en espiral o espirocíclicas, esta inserción tiende a ser helicoidal; son hipóginas, bisexuales, rara vez unisexuales; los estambres son muy numerosos, libres o no; carpelos libres o reducidos a uno. Embrión pequeño, endospermo abundante. A este orden pertenecen las familias *Magnoliaceae* y *Canellaceae*.

Familia Magnoliaceae

Comprende árboles y arbustos. Es característico de estas plantas las cicatrices anulares en los tallos, así como en las ramas debido a las grandes estipulas caedizas que envuelven a la yema terminal.

Los árboles y arbustos de esta familia se reconocen fácilmente por las hojas simples, alternas, enteras, que pueden ser orbiculares, abovadas, elípticas, de consistencia coriácea, con nervadura pinnada.

Las flores son de gran tamaño, solitarias, terminales, o axilares, generalmente bisexuales. Los sépalos son similares a los pétalos, distribuidos en varias series, imbricados y libres (corola dialepétala). El eje floral (tálamo) es alargado, cónico y sin vasos; las piezas se insertan a dicho eje en espiral o espirocíclicas, no presentan nectarios. Los estambres son numerosos, libres y dispuestos en espiral (rasgo primitivo), sin estaminodios y también son primitivos en su forma y estructura: son trinervados, más o menos laminares y no diferenciados en filamento y conectivo. Anteras grandes biloculares que se abren longitudinalmente: el polen de las *Magnoliaceae* es de tipo primitivo, monocolpado elíptico. La esporodermis en *Magnoliaceae* es muy similar a la de *Bennettitopsida*, *Cycadopsida* y *Ginkgo*, lo cual aporta indicios de primitivismo en esta familia.

El mayor grano de polen y el más primitivo es el de *Magnolia* y *Talauma*. Los carpelos son generalmente numerosos, uniloculares, dispuestos en espiral sobre un eje alargado, con dos o más óvulos distribuidos en dos series en la sutura ventral.

El fruto es generalmente un polifolículo en espiral, el más primitivo que se conoce. Los carpelos pueden hendirse de forma transversal o longitudinal, o ser indehiscentes y samaroides, con menos frecuencia unidos en un sincarpo carnoso succulento.

Las semillas son grandes, con testas ariladas en el exterior o rara vez adheridas al endocarpo. Otro rasgo primitivo de la familia es el pequeño embrión y la presencia de abundante endospermo aceitoso que es característico del orden. En Cuba hay dos géneros: *Magnolia* (fig. 7.1) y *Talauma*, que se encuentran en los macizos montañosos de Oriente. *Magnolia* se halla también en las montañas del Escambray (Guamuaya).

Cuadro 8.1 (cont.)

<i>Orden</i>	<i>Familia</i>	<i>Género</i>
<i>Caryophyllales</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Dianthus</i>
	<i>Phytolaccaceae</i>	<i>Rivina</i> <i>Petiveria</i> <i>Phytolacca</i>
	<i>Nyctaginaceae</i>	<i>Mirabilis</i> <i>Bougainvillea</i> <i>Pisonia</i>
	<i>Portulacaceae</i>	<i>Portulaca</i>
	<i>Amaranthaceae</i>	<i>Amaranthus</i>
	<i>Chenopodiaceae</i>	<i>Chenopodium</i>
<i>Plumbaginales</i>	<i>Plumbaginaceae</i>	<i>Plumbago</i>
<i>Polygonales</i>	<i>Polygonaceae</i>	<i>Polygonum</i> <i>Coccoloba</i>
<i>Opuntiales</i>	<i>Cactaceae</i>	<i>Opuntia</i> <i>Melocactus</i> <i>Mammillaria</i> <i>Dendrocereus</i> <i>Cylindropuntia</i> <i>Cereus</i>

Orden Annonales

Este orden representa un grupo enteramente leñoso: las hojas son alternas, simples; flores hipóginas, periginas, bisexuales, apocárpicas y rara vez sincárpicas con placentación parietal; en ocasiones presentan pétalos gamopétalos; los estambres son numerosos, libres en disposición helicoidal al igual que los carpelos.

Familia Annonaceae

Son árboles o arbustos aromáticos; las hojas son simples y típicamente alternas disticas (dispuestas en un mismo plano) y sin estípulas. Las flores son solitarias, grandes, bisexuales o rara vez unisexuales con el periantio cíclico de dos a tres verticilos de tres piezas (trimero). Frutos apocárpicos que pueden presentar tres variantes: carpelos que se fusionan al madurar y forman un fruto colectivo; carpelos que no se fusionan al madurar y forman folículos; y carpelos que se fusionan al madurar y constituyen una baya con una sola semilla.

Las anonáceas son plantas tropicales abundantes en América. El género *Oxandra* es antillano, se caracteriza por ser un árbol pequeño, de madera dura y flexible, el fruto es una baya

con una sola semilla. Tiene dos especies en Cuba, la más abundante es *Oxandra lanceolata* (yaya), típica de los montes de toda Cuba.

El género *Annona* (fig. 8.1) tiene en Cuba varias especies endémicas. Los carpelos están separados, pero se hacen concrescentes en la madurez, presentan foliación distica. Tiene especies higrofíticas, mesofíticas, xerofíticas, e incluso algunas viven en suelo ácido. Como ejemplo de especies xerofíticas están *Annona bullata* y *Annona reticulata*.

Las plantas de este género tienen importancia económica, pues se utilizan sus frutos, por ejemplo, chirimoya (*A. cherimolia*), anón (*A. squamosa*) (fig. 8.2) y guanábana (*A. muricata*), los cuales son cultivados en Cuba.



Fig. 8.1 *Annona* sp.



Fig. 8.2 *Annona squamosa*: a, ramita y hojas; b, parte del periantio seccionado; c, pieza aislada del verticilo interno; d, fruto.

***Annona bullata*.** Crece en suelos serpentinosos de diversas provincias del país, se conoce con el nombre de laurel de cua-bal. Posee hojas coriáceas y es característica de la vegetación arbustiva.

Su nombre vulgar se debe al hecho de que al machacar las hojas se percibe un olor a laurel. Es endémica de Cuba.

***Annona reticulata*.** Es la chirimoya del país, vive silvestre con una distribución relativamente amplia. Es una de las pocas plantas silvestres en Cuba que posee un fruto agradable, que es amarillo naranja, pequeño y aromático.

Esta familia se distribuye en regiones tropicales y en menor extensión en regiones subtropicales de Asia, África, América y Australia con el mayor número de especies en el Viejo Mundo.

Familia Nymphaeaceae

Los representantes de *Nymphaeaceae* son hierbas con hojas alternas: las sumergidas finamente divididas y las flotantes peltadas o cordadas sobre largos peciolo, con flores bisexuales, solitarias, grandes y vistosas, muchas veces perfumadas. Tienen de tres a seis sépalos libres, a veces petaloídes; pétalos desde tres hasta numerosos, imbricados, algunas veces gradualmente transitorios con los estambres de 3 hasta 18, ocho carpelos o más unidos dentro de un ovario polilocular. El fruto es indehisciente o bacciforme.

En Cuba esta familia está representada por los géneros *Nymphaea*, *Nuphar* y *Brasenia*.

El género *Nymphaea* (fig. 11.2) posee rizoma perenne, hojas flotantes, escapos unifloros. Flores grandes, comúnmente blancas en Cuba; pétalos de pocos a numerosos, nacidos como los estambres sobre el hipantio que cierra el ovario. Carpelos numerosos, hundidos en el hipantio formando con él un ovario multilocular semiinfero. La especie *N. odorata* se localiza en lagunas, arroyos y cañadas de varias provincias del país.



Fig. 11.2 *Nymphaea*.

Familia Moraceae

Es la familia más importante de este orden, posee alrededor de 950 especies que viven en las regiones intertropicales, en Cuba hay 34 especies aproximadamente.

Son plantas con látex lechoso, su hábito es generalmente arbóreo o arbustivo, aunque a veces pueden encontrarse trepadoras; pero raramente herbáceas. Las hojas son enteras, alternas, pocas veces opuestas con la yema terminal protegida típicamente por una estipula en forma de capucha, que al caer deja una cicatriz. Las flores son pequeñas y reunidas en inflorescencias sobre un receptáculo que puede ser alargado, aplanado, globular o convertido en un sicono. El fruto es en achenio o rara vez en drupa.

Los géneros típicos son *Morus*, *Ficus*, *Artocarpus*, *Cecropia*, *Castilloa* y *Antiaris*.

Morus tiene importancia económica, ya que la especie *M. nigra* (moras) produce frutos apreciados para la confección de mermeladas y *M. alba* constituye buen alimento para los gusanos de seda, es conocido como morera.

Ficus se encuentra ampliamente distribuido en los países intertropicales y subtropicales, con más de 700 especies de plantas herbáceas trepadoras, arbustos o árboles gigantes, muy interesantes por sus variadas particularidades. Las raíces son tubulares, las cuales serpentean en el suelo, también poseen raíces adventicias que parten de las ramas y, en ocasiones sustituyen al tronco por su gran desarrollo.

En *Ficus religiosa* de la India, existe caulifloria, en *Ficus hirta*, polimorfismo foliar y sexual.

También es característico del género *Ficus* el fruto en sicono y el sistema de vasos laticíferos muy complejos, que en algunas especies permite la elaboración de caucho a partir de su látex como en *F. elastica* de la India. Otras especies de *Ficus* producen ceras y lacas como *F. ceriflua* y *F. laticifera*.

También *F. carica*, higuera, importante por sus frutos comestibles (higos), que consisten en un receptáculo más o menos carnoso que se comunica con el exterior mediante una abertura apical, el ostiolo, cerrado casi por completo por pequeños filomas escumiformes y cubierto completamente en su interior por florecitas unisexuales, las masculinas situadas junto al ostiolo y las femeninas muy numerosas en lo profundo del receptáculo. El estudio de la morfología comparada de la inflorescencia del sicono es el resultado de la evolución de un capítulo que se hace cóncavo, y se pliega y concluye de forma utricular (fig. 9.2).

El sicono es una infrutescencia derivada del tipo particular de la inflorescencia, formada por muchos frutos secos en



Fig. 9.2 Receptáculo de un capítulo que se hace cóncavo, concluye utricular y forma el sicono.

aquenio y la parte carnosa comestible la constituye el receptáculo que se vuelve jugoso al madurar.

Las flores masculinas tienen el perigonio formado por varias piezas y por otros tantos estambres, las femeninas con el ovario súpero bicarpelar terminan en un estilo y dos estigmas desiguales.

La polinización la realizan los insectos, en el caso de *Ficus carica*, o higuera común es *Blasiophaga psenes*, con hembras aladas y machos apteros.

El género *Artocarpus*, representado por árboles de hojas grandes, inflorescencias masculinas y femeninas separadas, infrutescencias grandes, comestibles, ricas en almidón y conocidas como fruto del pan, árbol del pan, o mapen. En Cuba se cultiva *A. altilis*, de frutos apreciados y *A. heterophyllus*, conocido como rima, de frutos menos apreciados (fig. 9.3).

En los países americanos intertropicales está el género *Cecropia*, cuyos representantes son árboles de madera blanda, hojas grandes palmatilobuladas con inflorescencias masculinas y femeninas separadas; tienen rápido crecimiento. Muy común es la especie *C. peltata* (yagruma), utilizada con fines medicinales y que constituye un elemento típico de la vegetación secundaria de toda Cuba (fig. 9.4).

Como árboles naturales de América continental introducidos en Cuba puede citarse al género *Castilloa*, que tiene hábito arbóreo, hojas alternas, dentadas, con látex muy abundante y lechoso; por ejemplo, *Castilloa elastica* conocida como hule o caucho.

En Venezuela y Cuba crece el género *Brosimum* con la especie *B. alicastrum*; del mismo género *B. galactodendron*, conocido como el árbol de la leche de Venezuela.

De las islas Sondas el género *Antiaris* con la especie *A. toxicaria* con el que los indígenas envenenan sus flechas.

Orden Fagales

Son árboles o arbustos de las regiones templadas del hemisferio norte donde tienen gran importancia en la formación de los bosques de hojas caducas. Las hojas son simples, alternas, estipuladas, a veces divididas profundamente. Flores unisexuales con el cáliz muy reducido o ausente, las flores femeninas siempre están rodeadas de un involucre de brácteas, el perianto es nulo, los frutos monospermos nueciformes sin endospermo. Las flores inconspicuas reunidas en inflorescencias compuestas, amentiformes.

Los frutos están rodeados de una cúpula axial lignificada provista de escamas o de aguijones.



Fig. 9.3 *Artocarpus*.



Fig. 9.4 *Cecropia peltata*.

Familia Casuarinaceae

Es la única familia del orden *Casuarinales* con los mismos caracteres y un solo género, *Casuarina* con 30 especies aproximadamente. En las regiones intertropicales crece bien la *Casuarina* igual que en Cuba, donde se desarrolla rápidamente, en algunos casos llega a alcanzar 25 m en 25 años.

Si se analizan los caracteres de la familia *Casuarinaceae* se observa que el aparente aislamiento de *Casuarina* en la zona originaria es el resultado de una extrema y peculiar especialización de sus hojas y de sus órganos reproductores que parecen acercarla más a plantas primitivas que a plantas evolucionadas. Las flores unisexuales anemófilas, la ausencia completa de periantio, la extrema reducción de las flores masculinas uniestaminadas, la tendencia de la división del estambre único, el gineceo muy especializado, la reducción del loculo posterior del ovario, la fusión de la envoltura de la semilla con el pericarpo, la ausencia del endospermo en ellas y el embrión grande, son caracteres de un alto desarrollo en la evolución y una especialización morfológica de gran alcance, pero *Casuarina* no es tan rara ni tan aislada como parece a primera vista: en muchas características estructurales se aproxima a fa-

milias como *Urticaceae*, *Myricaceae* y otras de la clase a la cual pertenece.

Casuarina es utilizada como sombra y como cortina rompevientos, también en los planes actuales de reforestación se siembra en grandes cantidades para utilizarla como combustible.

Se aconseja no sembrarla en las playas arenosas porque es formadora de suelos y deforma el perfil de la playa, lo que ayuda a la pérdida de arena. Su madera no es muy apreciada en la carpintería ya que se astilla con facilidad, la corteza contiene taninos y es de gran poder calórico. Solamente la especie *Casuarina frazeriana* se cultiva para obtener su madera preciosa en la fabricación de muebles. *Casuarina glauca* se utiliza como ornamental, crece recta y tiene el tallo liso; *Casuarina frazeriana* posee ramas que salen de la base y es quizás la mejor para cortinas rompevientos. En Cuba la especie que más se cultiva es *Casuarina equisetifolia* (fig. 9.6), con los caracteres siguientes: árbol corpulento muy ramificado de porte elegante parecido al pino, por lo cual, se le dice vulgarmente, pino de Australia; ramas filiformes mimbreras con hojas reducidas a apéndices pequeños, agrupados alrededor de ramitas delgadas, con nudos, estriadas y al fondo de su estrias se encuentran los estomas.

Las plantas de este género son dioicas y monoicas; las flores masculinas con un solo estambre se encuentran reunidas en amentos en las terminaciones de las ramas; las flores femeninas son desnudas (sin periantio) y se agrupan en capítulos en forma de plumeritos situados en las axilas de las ramas.

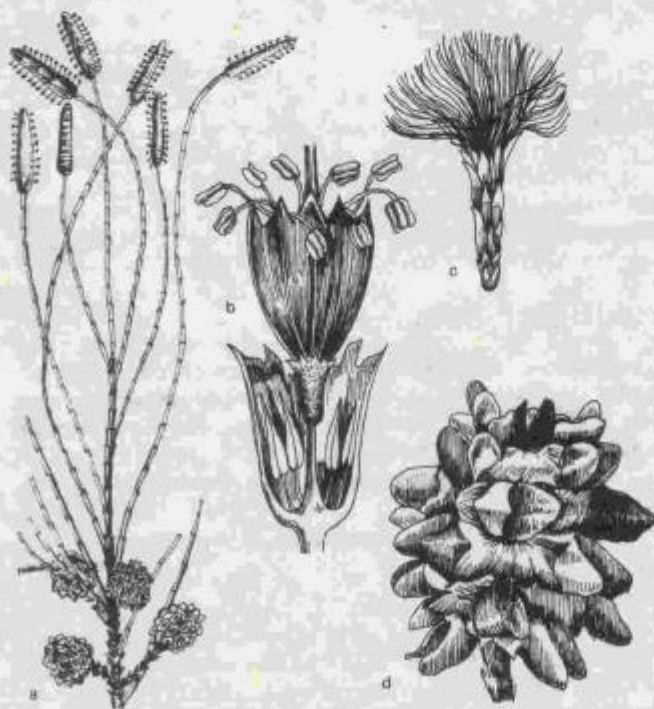


Fig. 9.6 *Casuarina equisetifolia*: a, rama con inflorescencias masculina e infrutescencias; b, fragmento de una inflorescencia masculina; c, inflorescencia femenina; d, inflorescencia.



Fig. 8.8 Rama florida de *Rhodocactus cubensis*.

Familia Cactaceae

Hierbas suculentas y arbustos con frecuencia muy espinosos que tiene tallos rollizos suculentos, globulosos o a veces comprimidos y divididos en artejos. Las hojas muy reducidas, efímeras o transformadas en espinas que están agrupadas en fascículos, areolas, en las que, suelen hallarse mechitas de pelos largos denominados gloquidios. Las areolas representan brotes con crecimiento reducido o nulo. Las flores con gran número de piezas; las externas son sepaloideas y las internas corolinas. Numerosos estambres y numerosos carpelos concrescentes en un ovario infero. El fruto es una baya, a menudo espinosa o cerdosa. Las semillas son numerosas, inmersas en la pulpa, con la testa frecuentemente oscura; endospermo casi siempre ausente, embrión de recto a semicircular.

La familia *Cactaceae* tiene tres subfamilias: *Pereskioideae*, *Opuntioideae* y *Ceroideae*.

***Pereskioideae*.** Arbustos o arbolitos donde se agupan los cactus con hojas. Es la subfamilia más primitiva, poseen todavía hojas permanentes; las espinas son homólogas a las hojas y están agrupadas en areolas. En Cuba se encuentra el género *Rhodocactus*, el cual habita principalmente en sabanas del sur de las provincias de la mitad oriental del país. Se conoce con el nombre de erizo o abrojo. Una de las especies de este género es *Rhodocactus cubensis* (fig. 8.8).

Opuntioideae. Árboles o arbustos que se caracterizan por presentar tallos aplanados, succulentos y aplastados, aunque hay cilíndricos en el género *Cylindropuntia*. En las areolas hay gloquidios característicos de la subfamilia. El género *Cylindropuntia* presenta espinas con una vaina amarilla que las recubre. Las hincadas ocasionadas por estas espinas son muy peligrosas por lo punzante y dolorosa que resultan. El género *Opuntia* (tuna) tiene frutos comestibles (fig. 8.9). En el género *Consolea* el tallo central se redondea con la edad y las ramas laterales son asimétricas. Puede medir de 5 a 6 cm; se conoce con el nombre de tuna de cruz.

Ceroideae. Árboles o hierbas sin hojas, tallos cilíndricos o globulares acostillados, ramificados o no. Flores por lo común vistosas, con frecuencia se desarrollan en determinadas regiones especializadas de los tallos. Es la más polimorfa de las tres subfamilias.

En la familia *Cactaceae* pueden citarse entre otros los géneros *Dendrocereus*, *Selenicereus*, *Melocactus* y *Mammillaria*.

Dendrocereus. Árboles muy ramificados, flores grandes, frutos en baya grande y verde (fig. 8.10). Se conoce con el nombre de aguacate cimarrón, abundante en las costas de Cuba occidental (Varadero), y Cuba oriental (Guantánamo-Maisi).

Selenicereus. Arbustos postrados, trepadores hasta epífitos con tallos cilíndricos, flores muy grandes nocturnas. Se le conoce con el nombre de novia de la noche y pitahaya.

Melocactus. Plantas pequeñas, cilíndricas o casi globulares, acostilladas, sin ramificación o poco ramificadas; las flores se producen solo en una región especializada formada por el ápice de la planta cuando es adulta, denominada cefalio, la cual presenta abundantes cerdas, las flores son pequeñas y los frutos son piriformes. Este género se conoce con el nombre de erizo o melón de costa.

Mammillaria. Plantas globulares con abundantes protuberancias llamadas mamilas, al final de las cuales están las areolas con las espinas; en Cuba existe una sola especie ubicada en los mogotes de Pinar del Río, Sierra de Najasa y la costa sur de Guantánamo. Se desarrollan en condiciones áridas o semiáridas. Este género tiene especies de las zonas templadas y cálidas de América.

Caracteres evolutivos de la clase Annonopsida

A lo largo del estudio de cada uno de los órdenes de la clase *Annonopsida* (fig. 8.11) se destacan los siguientes aspectos:

1. Los órdenes *Annonales* y *Laurales* constituyen los más primitivos ya que presentan generalmente el porte leñoso, las hojas esparcidas, alternas, simples, enteras, en casos raros opuestas, o subopuestas en el orden *Laurales* y, además,



Fig. 8.9 *Opuntia* sp.: a. planta florida; b. fruto maduro.



Fig. 8.10 Rama florida de *Dendrocereus nudiflorus*.



Fig. 8.7 *Coccoloba uvifera*.

Orden Polygonales

Herbáceas como en *Caryophyllales*. Hojas alternas u opuestas; estipulas mayormente presentes a menudo intrapeciolares. En este orden se incluye la familia *Polygonaceae* con hojas provistas de una vaina membranosa, la ócrea, que rodea el tallo. Las flores son bisexuales o unisexuales, actinomorfas, pequeñas; de tres a seis sépalos imbricados. Pétalos ausentes, estambres generalmente de seis a nueve; ovario súpero unilocular. El fruto es una nuez, en algunas especies drupa.

De esta familia puede citarse el género *Coccoloba*, que son árboles y arbustos con frutos en bayas. Es el único género de la familia con frutos carnosos. Las especies son neotropicales y una de ellas es muy conocida, *C. uvifera* (uva caleta) (fig. 8.7).



Fig. 8.6 *Bouganvillea* (flor de papel).

Familia Nyctaginaceae

Muchos arbustos o árboles con hojas simples, alternas u opuestas, y flores algunas veces rodeadas por brácteas coloreadas, estas últimas ocasionalmente parecen un cáliz; las piezas del periantio sencillo (perigonio) se sueldan en forma de tubo. Las flores son bisexuales o unisexuales; estambres uno o numerosos. El fruto es indehisciente, algunas veces rodeado en la base por el cáliz persistente que a menudo es glandular.

Entre los géneros más importantes de esta familia se deben citar *Mirabilis*, *Bouganvillea*, *Pisonia*, *Torrubia*, etcétera.

Mirabilis y *Bouganvillea* se destacan por sus brácteas ornamentales. *Mirabilis jalapa* (maravilla) de flores olorosas y *Bouganvillea spectabilis* (bouganvil) conocida por flor de papel (fig. 8.6).

El género *Pisonia* son plantas conocidas por zarza, trepadoras, espinosas, características de la vegetación secundaria. Los frutos tienen hileras de glándulas en los ángulos que se adhieren a los animales grandes. La especie *P. aculeata* conocida por uña de gato o zarza es típica de maniguas en toda Cuba.

Familia Clusiaceae

Plantas leñosas, raramente herbáceas, con látex amarillo o amarillo-verdoso; poseen hojas opuestas persistentes, enteras, paralelinervias. Las flores vistosas en cimas, actinomorfas y bisexuales o unisexuales por aborto; perianto muy variable por el número y posición de sus piezas. Estambres de cuatro a dos, gineceo de uno a quince carpelos. El fruto puede ser en cápsula, drupa o baya.

Los géneros de esta familia son: *Mammea*, *Calophyllum*, *Clusia* y *Rheedia*.

Mammea americana, mamey de Santo Domingo, presenta fruto grande en baya con una a tres semillas.

El género *Calophyllum* incluye árboles de gran talla con hojas lustrosas y el fruto en drupa. Presenta varias especies endémicas, algunas apreciadas por la calidad de la madera. La

El género *Clusia* es neotropical, con flores bisexuales; las hojas muy coriáceas y el fruto es abayado con semillas envueltas por un arilo carnososo (fig. 7.4).

El género *Rheedia* posee las hojas generalmente verticiladas con el ápice en forma de espina. La especie *R. aristata* se conoce con el nombre de manajú y tiene resina medicinal.

Familia Caricaceae

Pequeños árboles o arbustos con una agrupación terminal de hojas, con poca frecuencia herbáceas con hojas dispersas; las hojas son alternas a menudo variadamente digitadas, lobuladas o folioladas, las estípulas ausentes; flores bisexuales y unisexuales e inflorescencia racimosas.

Las flores masculinas presentan cáliz lobulado o dentado, pétalos pequeños unidos en un delgado tubo, lóbulos contortos o valvados; estambres insertados sobre la corola, ovario rudimentario; cáliz igual que en las flores masculinas; ovario súpero y sécil. El fruto es un baya pulposa grande y las semillas con endospermo carnososo y embrión recto. La especie *Carica papaya* es la más cultivada dentro de esta familia por sus frutos comestibles; el jugo de las hojas y el fruto contiene una enzima, la papaina, de acción proteolítica; es un pequeño arbolito monopodial dioico o monoico.

Orden Malvales

Plantas de herbáceas a leñosas o lignificación débil, liber fibroso; estambres monadelfios, flores a menudo hipóginas, actinomorfas.

Orden Cucurbitales

Son con frecuencia herbáceas, generalmente trepadoras por zarcillos, flores epiginas casi siempre unisexuales; cáliz lobulado, pétalos libres o unidos. Estambres numerosos o pocos. Ovario infero con placentación parietal o axilar.

Familia Cucurbitaceae

Plantas herbáceas trepadoras, zarcillos simples, bifidos o trifidos; hojas amplias, acorazonadas, enteras o con tres a cinco lóbulos; tallos y peciolo huecos; flores unisexuales monoicas o dioicas, muy rara vez hermafroditas, actinomorfas; la flor masculina tiene cáliz tubular, corola polipétala o simpétala, lóbulos imbricados, estambres libres o unidos de forma variable, generalmente tres o con poca frecuencia de uno a cinco; flor femenina con el tubo del cáliz adnato al ovario; ovario infero, rara vez libre; estilo simple o con poca frecuencia tres estilos libres, estigmas gruesos. El fruto es de tipo pepónide (baya), las semillas son numerosas.

Los géneros y especies representativas de *Cucurbitaceae* (fig. 7.6) son: *Cucurbita maxima* (calabaza), *Citrullus vulgaris* (melón de agua), *Cucumis melo* (melón de Castilla), *Sechium edule* (chayote), *Momordica charantia* (cundiamor), *Luffa* (estropajo), etcétera.



Fig. 7.6 Rama de *Cucurbita* sp.

Familia Caricaceae

Pequeños árboles o arbustos con una agrupación terminal de hojas, con poca frecuencia herbáceas con hojas dispersas; las hojas son alternas a menudo variadamente digitadas, lobuladas o folioladas, las estípulas ausentes; flores bisexuales y unisexuales e inflorescencia racimosas.

Las flores masculinas presentan cáliz lobulado o dentado, pétalos pequeños unidos en un delgado tubo, lóbulos contortos o valvados; estambres insertados sobre la corola, ovario rudimentario; cáliz igual que en las flores masculinas; ovario súpero y sésil. El fruto es un baya pulposa grande y las semillas con endospermo carnoso y embrión recto. La especie *Carica papaya* es la más cultivada dentro de esta familia por sus frutos comestibles; el jugo de las hojas y el fruto contiene una enzima, la papaina, de acción proteolítica; es un pequeño arbolito monopodial dioico o monoico.

Familia Sapotaceae

Son árboles y arbustos de gran tamaño, lignificados; presentan látex. Las hojas son alternas, simples; las flores bisexuales, actinomorfas, caulífloras, generalmente pequeñas.



Fig. 7.5 *Chrysophyllum olivaeforme*: a. ramita florífera; b. flor.

Manilkara. Son árboles o arbustos grandes, con madera muy dura, poco corruptible, muchas especies reciben el nombre vulgar de ácana, o de jaimiquí; se reconoce este género por las hojas redondeadas y emarginadas, agrupadas en el extremo de la rama. *M. albens* es un hermoso árbol de madera roja, brillante y apreciada.

Mastichodendron. Comprende árboles con hojas confertas y presentan el margen festonado, así como el nervio central canaliculado. Existen especies en los montes sobre suelos calizos. Son árboles grandes con madera blanco-amarillenta, muy homogénea y resistente. Se utilizan para la fabricación de embarcaciones menores, marcos de puertas, etc., se conoce a la especie, *M. foetidissimum* (jocuma).

Chrysophyllum. Se caracteriza porque el envés de las hojas tiene color carmelita. Una especie es *C. olivaeforme* (fig. 7.5) que se conoce con el nombre de caimitillo, habita en vegetación secundaria. *C. cainito* es el caimito, el cual es un árbol frutal.

Pouteria. Comprende árboles con hojas confertas y fruto en baya con semilla lustrosa; ejemplo de árboles frutales son: *P. nervosa* (canistel) y *P. mammosa* (mamey colorado).

Dipholis. Es un género típico de la América Central y las Antillas; son árboles y arbustos, algunos de importancia forestal como *D. Salicifolia* conocido por cuyá.

Cuadro 10.1 (cont.)

Orden	Familia	Subfamilia	Género
Scrophulariales	Solanaceae		Solanum
			Brunfelsia
			Solandra
			Datura
			Nicotiana
			Capsicum
	Scrophulariaceae		Russelia
			Angelonia
		Bignoniaceae	
			Tubebuia
	Spathodea		
	Crescentia		
Lentibulariaceae		Pinguicola	
		Utricularia	
Polemoniales	Convolvulaceae		Ipomoea
			Merremia
			Turbina
	Boraginaceae		Bourreria
			Cordia
		Heliotropium	
Verbenales	Verbenaceae		Lantana
			Avicennia
			Tectona
			Duranta
	Lamiaceae		Coleus
		Mentha	
Asterales	Lobeliaceae		Isotoma
	Asteraceae		Bidens
			Borrichia
			Pluchea
			Eupathorium
Cichoriaceae		Lactuca	

Orden *Rosales*

Este orden comprende árboles, arbustos y plantas herbáceas, con hojas alternas y normalmente estipuladas. Las flores son actinomorfas y dialipétalas con estambres principalmente libres, periginos o epiginos. Los carpelos son libres o soldados de forma diversa, y en este caso el ovario es con frecuencia infero. Este orden tiene la mayor parte de sus representantes en la región templada norte.

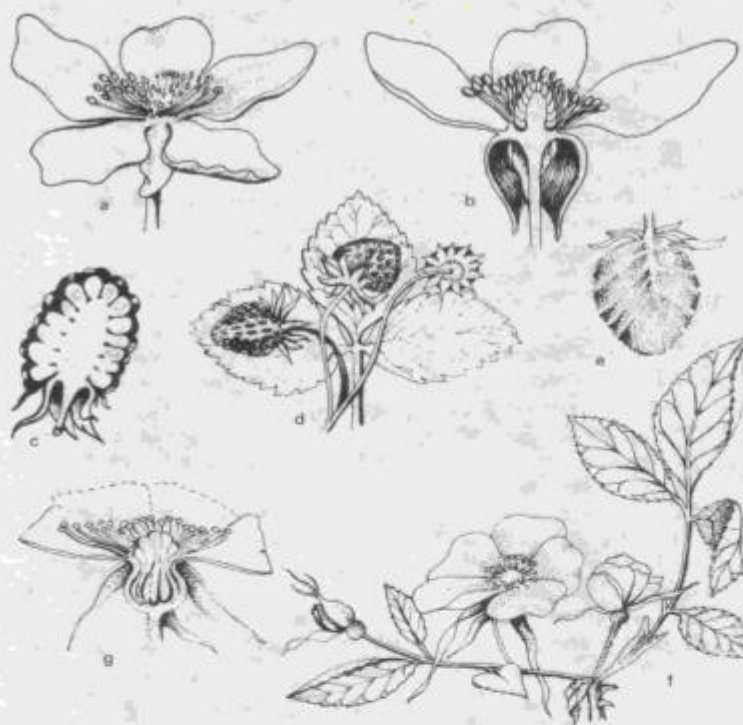


Fig. 10.1 Familia Rosaceae. *Rubus* sp.: a. flor; b. sección longitudinal; c. fruto. *Fragaria*: d. hoja basal y frutos; e. fruto seccionado longitudinalmente. *Rosa conica*: f. ramita con hojas y flores; g. flor seccionada longitudinalmente.

Familia Rosaceae

Incluye hierbas, arbustos y árboles con hojas simples y compuestas, casi siempre alternas, rara vez opuestas, comúnmente con estipulas conspicuas. Flores con receptáculo floral cónico, hermafroditas, dialipétalas y actinomorfas; muestran con frecuencia androceo multiplicado de modo secundario, el gineceo es infero y los frutos son cariocárpicos (en forma de nuez).

Esta familia tiene algunas especies presentes en Cuba, pertenecientes a los géneros *Rubus* (10.1 a,b,c), *Fragarias* (10.1 d,e), *Rosa* (10.1 f,g). El género *Rosa* está caracterizado por arbustos armados de aguijones, con hojas generalmente dentadas, imparipinnadas y con grandes estipulas. Las flores tienen cáliz, corola y estambres en forma ciclica, en número de cinco o múltiplo de cinco; los carpelos, sin embargo, son apocárpicos y están incluidos en el receptáculo cóncavo que forma la base de la flor. Frutos en núculas, los cuales pueden formar frutos compuestos y se encuentran en la parte cóncava de un eje utriculiforme.

En Cuba se cultiva *Rosa centifolia* (rosa) y numerosos híbridos, que proceden, aunque no de manera exclusiva, de cruzamientos entre *Rosa chinensis* y *Rosa fragans* con *Rosa damascina* y *Rosa gallica*; *R. damascina* se cultiva en Bulgaria para la obtención de esencia de rosa (fig. 10.2).



Fig. 10.2 *Rosa* sp. cultivada.

El género *Rubus* está formado por arbustos, rara vez hierbas erguidas, trepadoras o rastreras, a menudo con aguijones.

Hojas lobuladas de tres a siete folíolos, estipulas adnatas al peciolo. El fruto con muchas o pocas drupitas nacidas sobre un receptáculo convexo (polidrupa).

En el género *Rubus* se incluyen las zarzamoras de fruto negro, violáceo o rojo; estas se emplean para preparar jarabes y confituras. El frambueso, *Rubus idaeus*, de los bosques montañosos europeos, *Rubus chamaemorus* y *Rubus arcticus*, muy difundidos en regiones boreales, poseen verdadera importancia alimenticia o higiénica, ya que las confituras preparadas con los frutos de las dos últimas especies son antiescorbúticos.

En Cuba se encuentra el género *Rubus*, representado de forma natural por tres especies endémicas, un ejemplo de ellas es *Rubus* (zarzamora), endémica de las montañas orientales y de Pinar del Río. También merece mención *Rubus rosaefolius* (rosa de novia), oriunda de Asia y que exhibe flores blancas y fruto comestible.

El género *Fragaria* es el tercer género de *Rosaceae* presente en Cuba, el cual se ha naturalizado en algunas regiones. Está formado por hierbas inermes con hojas trifoliadas. Presenta un receptáculo carnoso y succulento sobre el que se encuentran las núculas. Una de las especies más cultivadas es *Fragaria vesca* (fresa), de fruto apreciado para preparar helados, jarabes, confituras, etcétera.



Orden Fabales

Incluye árboles, arbustos y hierbas con hojas mayormente con estipulas, alternas y compuestas: paripinnadas e imparipinnadas. En cuanto a la morfología floral, es notable la tendencia a pasar de la flor actinomorfa a la zigomorfa.

En este orden se agrupan las llamadas leguminosas, que presentan un fruto en legumbre: fruto monocarpelar, generalmente alargado, derivado de un ovario súpero, con numerosas semillas y que se abre por una sutura ventral. Las semillas tienen grandes cotiledones que suplen la ausencia del endospermo.

Con frecuencia sus raíces están en simbiosis con bacterias nitrificantes, lo que les asegura un suministro adicional de nitrógeno. Estas plantas son ricas en proteínas, especialmente almacenadas en las semillas, las cuales son muy importantes en la alimentación del hombre y del ganado, además de constituir "abonos verdes", ya que al morir fertilizan el suelo.

Familia Mimosaceae

Incluye árboles, arbustos y rara vez hierbas que habitan en las regiones tropicales. Las hojas son compuestas: bipinnadas, paripinnadas; las flores son todavía actinomorfas, generalmente pentámeras, en capítulos o glomerulos. El cáliz y la corola están muy reducidos en tamaño, mientras que los filamentos estaminales son largos y vistosos, y constituyen un dispositivo importante en la polinización por insectos. Los granos de polen de esta familia quedan con frecuencia reunidos en grandes grupos. En muchos de los representantes existen movimientos násticos (fig. 10.6).

Familia Caesalpiniaceae

Son árboles, arbustos o hierbas con las hojas alternas, paripinnadas o imparipinnadas; las flores hermafroditas, con los pétalos desarrollados, los cuales forman una corola ligeramente zigomorfa (los dos pétalos inferiores recubren a los dos laterales y estos a su vez, al superior), esta tendencia, además, se observa en la posición de los estambres. En la figura 10.10 se muestran algunos géneros de la familia.



Fig. 10.10 Familia *Caesalpiniaceae*. *Bauhinia* sp.: a, ramita; b, hoja; c, flor; d, flor vista posteriormente. *Cassia floribunda*: e, flor.

El género *Tamarindus* comprende árboles inermes con hojas bipinnadas y folíolos alternos, pequeños y numerosos. Flores en racimos con tres estambres, monadelfos y estaminodios diminutos. Legumbre dehiscente y mesocarpo pulposo. En Cuba está presente *Tamarindus indica* (tamarindo), especie in-



Fig. 10.13 *Bauhinia* sp.

El género *Bauhinia* incluye árboles o arbustos a veces trepadores y a menudo provistos de espinas o zarcillos. Las hojas son sencillas, enteras o con dos folíolos opuestos en el raquis y fusionados (fig. 10.13).

En Cuba están reportadas alrededor de ocho especies. *Bauhinia cumanensis* (bejuco de tortuga), es una trepadora larga que constituye una de nuestras más valiosas plantas melíferas; *B. tomentosa* (flor de azufre), es un arbusto con flores de pétalos amarillos y rojos en la base, que se cultiva como ornamental; *B. monandra* (casco de mulo), es un arbolito o arbusto, con pétalos rosados, uno de ellos moteado de carmesí, es introducida de Asia como ornamental.

En esta familia se deben citar, además, las especies *Poeppigia procera* (tengue) y *Copaífera hymenaeifolia* (quiebra-hacha), ambas productoras de maderas valiosas.

Una de las especies más conocidas de *Caesalpiniaceae* es *Delonix regia* (framboyán), planta oriunda de África oriental y ampliamente cultivada como ornamental. Es un árbol con hojas bipinnadas sin estipulas y de flores grandes de color anaranjado a escarlata ubicadas en racimos corimbosos, axilares o terminales. La legumbre es leñosa, comprimida y bivalva.

La familia *Caesalpiniaceae* tiene especies muy apreciadas por los beneficios que aportan al hombre. Uno de los empleos fundamentales es como maderables. Son también ampliamente cultivados como ornamentales. Algunas especies de la familia son utilizadas por las materias tintóreas que producen; por ejemplo, *Caesalpinia brasillense* que da la brasilina, y *Haematoxylon campechianum* (palo de campeche), presente en Cuba, que produce la hematoxilina, colorante de amplio uso en microbiología. También muchas especies de *Caesalpinia* producen drogas como *Caesalpinia coriacea* conocida como divi-divi.

Además, tienen interés las drogas que se obtienen de los géneros *Pseudocopaiva*, *Tamarindus* y *Cassia*.

Familia Fabaceae

Pueden ser árboles, arbustos y hierbas con hojas imparipinnadas y excepcionalmente simples. Las flores son zigomorfas, de corola papilionada, es decir, compuesta de cinco pétalos, de los cuales, uno, el mayor, es posterior y exterior (vexilo o estandarte); dos son laterales (alas), interiores con respecto al estandarte y exteriores a otros dos; los inferiores, totalmente internos, y acoplados constituyen la quilla que envuelve los estambres y el pistilo. Los estambres son diez, libres o soldados por los filamentos, o nueve concrescentes y uno libre. El fruto es una legumbre, al igual que las dos familias anteriores.

Los representantes de esta familia ocupan también zonas tropicales y extratropicales; los tropicales son generalmente plantas lignificadas, mientras que los extratropicales son casi siempre hierbas; incluye unas 12 000 especies que habitan en todas las latitudes. En Cuba están presentes alrededor de 50 géneros de los cuales se estudiarán los más importantes.

El género *Gliricidia* reúne árboles o arbustos de hojas imparipinnadas; las flores están en racimos con estandarte orbicular y estambres diadelfos (en dos grupos o manojos). *Gliricidia septium* (piñón florido), tiene flores moradas pálidas, en racimos que aparecen en la primavera cuando las ramas pierden las hojas. Esta planta se emplea con frecuencia para cercas vivas.

Brya (fig. 10.14) es uno de los géneros de *Fabaceae* con hojas simples por reducción; sus representantes son arbustos o arbolitos con aguijones solitarios bajo el peciolo. Las flores son amarillas, solitarias y axilares; la legumbre con uno o dos artículos planos, indehisciente y con semillas reniformes (arriñonadas). Los miembros más conocidos de este género se incluyen en sentido amplio en la especie *Brya ebenus*. Se conocen con el nombre de granadillo o espino de sabana, y proporcionan madera valiosa muy apreciada para objetos de arte.

El género *Arachis* está integrado por plantas postradas, casi siempre anuales, con hojas imparipinnadas, comúnmente con cinco folíolos; las flores ubicadas en espigas axilares y la legumbre madura en el suelo. En Cuba se cultiva la especie *Arachis hypogaea* (maní) por sus semillas oleaginosas, es oriunda de Sudamérica. Esta especie también se cultiva a gran escala en Norteamérica y otras áreas del mundo (fig. 10.15a).

El género *Desmodium* (fig. 10.15b) está representado por hierbas anuales o perennes, que se conocen como amor seco. Las hojas son casi siempre trifoliadas; flores rosadas, purpúreas o a veces blancas, mayormente en racimos o panojas. La legumbre con dos o varios artejos casi siempre indehiscientes, pero se desprenden con facilidad uno del otro. Presentan pelos abundantes mediante los cuales se fijan a la superficie del cuerpo de los animales y a la ropa del hombre, lo que les garantiza la dispersión de las semillas. Las especies frecuentes en los campos de Cuba son *D. triflorum* y *D. axillare*.

El género *Lonchocarpus* presenta árboles o arbustos con hojas alternas imparipinnadas, unifoliadas o trifoliadas, con folíolos opuestos o alternos. Flores moradas, rojo-purpúreas, blancuzcas o amarillas; legumbre orbicular, oblonga o alargada. La mayoría presenta fibras en el liber, que son útiles para hacer sogas. Como ejemplo más frecuente en nuestro país puede citarse la especie *Lonchocarpus domingensis* (guamá de sogá), que se localiza a menudo en las orillas de ríos y arroyos.

Los representantes del género *Geoffraea* son árboles con hojas alternas imparipinnadas y brillosas por el haz; las flores son comúnmente violáceas en panojas terminales; fruto carnoso indehisciente y de globoso a ovoide con una semilla péndula. En Cuba solo hay una especie, *Geoffraea inermis* (yaba), que es maderable y se le atribuyen distintas propiedades medicinales (fig. 10.16).

En el género *Abrus*, se encuentra en Cuba una sola especie, *Abrus precatorius* (peonia), que es una trepadora con hojas imparipinnadas y folíolos numerosos. Flores de rosadas a blancas en racimos axilares o terminales. La legumbre es plana y bivalva con tabiques entre las semillas que son globosas, de color rojo y negro brillantes. Se le atribuyen propiedades me-



Fig. 10.14 *Brya* sp.



Fig. 10.15 Familia *Fabaceae*: a. fruto de *Arachis hypogaea*; b. fruto en lomento de *Desmodium* sp.



Fig. 10.16 *Geoffraea inermis*.



Fig. 10.17 *Clitoria ternatea*.

dicinales a las raíces, tallos, hojas y flores, pero las semillas contienen alcaloides venenosos. Las semillas se utilizan en trabajos de artesanía.

El género *Clitoria* incluye árboles y arbustos mayormente trepadores. Las hojas tienen tres o más foliolos; las flores pueden estar solitarias o en inflorescencias; son vistosas, azules, blancas o purpúreas; legumbre lineal, bivalva y comprimida. Se han descrito alrededor de tres especies para Cuba: *C. ternatea* (conchita azul) (fig. 10.17) con foliolos en número de cinco a siete, cultivada como ornamental y medicinal; *C. rubiginosa* con hojas de largos peciolas y trifoliadas y *C. laurifolia* con hojas casi sentadas y trifoliadas.

El género *Erythrina* incluye árboles o arbustos con hojas pinnadas o trifoliadas, con foliolos anchos y grandes; flores grandes, rojas o anaranjadas, en racimos axilares o terminales; la legumbre lineal, atenuada en ambos extremos y contraída entre las semillas.

Las especies de este género representadas en Cuba son *E. berteriana* (piñón de pito), usada para cercas vivas a la que se atribuyen distintas propiedades medicinales; *E. cubensis* (piñón de sierra), es un bello árbol endémico, que al florecer pierde las hojas y se cubre completamente de flores rojas. Otra especie endémica de este género es *E. grisebachii* (piñón real), que se utiliza como planta de sombra en los cafetales.

El género *Mucuna* está compuesto de trepadoras o árboles con hojas grandes, pinnadas o trifoliadas; flores grandes en inflorescencias. Las flores poseen pedúnculos muy largos y colgantes. La legumbre es bivalva, oblonga, lineal o aovada, a menudo, con pelos urticantes. En Cuba está representado el género *Macuna* por tres especies, una de las más conocidas es *Macuna urens* (ojo de buey), con foliolos lampiños en el envés. Esta planta posee propiedades medicinales y se utiliza también la semilla en artesanía. *Mucuna pruriens* (picapica), presenta los foliolos pelosos en el envés y las flores en racimos; pelos muy urticantes en sus frutos que constituyen un verdadero peligro para los ojos. Se le atribuyen también usos medicinales.

El género *Phaseolus* incluye hierbas trepadoras, a veces con raíces tuberosas, hojas trifoliadas; flores blancas, amarillas, rojas o purpúreas, fasciculada-racemosas; legumbre lineal o falciforme (en forma de hoz), subcilíndrica o comprimida. En Cuba merece mención *P. lunatus* (frijol caballero) con legumbre lampiña en forma de media luna y las semillas de diversos colores; una variedad muy estimada es conocida con el nombre de haba de Lima. Existen, según Roig, casos positivos de envenenamiento producido por el ácido cianhídrico contenido en las semillas. *P. vulgaris* (frijol común) presenta legumbre lampiña, lineal o curva; las semillas de las distintas variedades hortícolas forman un alimento sano y muy apreciado en la dieta del hombre.

Muchas especies de *Fabaceae* tienen importancia como plantas alimenticias cultivadas desde tiempos remotos en sus lugares de origen y que después se han difundido por todo el globo terráqueo, son *Pisum sativum* (chicharo), *Vicia faba* (ha-

ba), *Lens sculenta* (lenteja) y *Cicer arctium* (garbanzo). Estas especies se cultivan en los países del Mediterráneo y en Asia menor desde tiempos prehistóricos, al igual que *Glycine soja* (soya), *Phaseolus vulgaris* (frijol), y otras especies tropicales. De las especies forrajeras, muchas de ellas se emplean como abonos verdes de los campos; por ejemplo, los géneros *Lupinus*, *Medicago*, *Trifolium*, *Vicia*, etc. Otras especies producen materias primas utilizadas en la industria, como son las que proporcionan sustancias gomosas conocidas comercialmente como goma de tragacanto. De los frutos de la especie *Indigofera anil* se procesa el añil.

Se obtienen drogas utilizadas en medicina y productos tóxicos a partir de *Cytisus scoparius*. Desde el punto de vista terapéutico puede citarse *Myroxylon balsamum* var. *pereyra* de Colombia y Venezuela, que se cultiva en las Antillas para la obtención de bálsamo de Tolú, también conocido como bálsamo del Perú. Muchas *Fabaceae* se cultivan además como ornamentales.

Orden Rutales

Incluye plantas lignificadas con aceites esenciales y resinas olorosas o bálsamos; las hojas son generalmente compuestas o simples por reducción; las flores son completas, radiadas, en general con disco nectarífero intraestaminal. Este orden está representado en Cuba por las familias *Anacardiaceae*, *Burseraceae*, *Simarubaceae*, *Meliaceae* y *Rutaceae*, de las cuales se estudiarán los taxones más importantes.

Familia Anacardiaceae

La familia *Anacardiaceae* reúne plantas leñosas (árboles o arbustos), con abundantes materiales tánicos y siempre provistos de canales resiníferos; hojas esparcidas, rara vez verticiladas, simples, ternadas (trifolioladas) o imparipinnadas; las flores reunidas en espigas pequeñas, con disco nectarífero desarrollado; el gineceo es apocárpico y en la mayoría de los casos está reducido a un solo carpelo. El fruto es a menudo una drupa y en ocasiones una nuez. Algunos géneros producen frutos en drupas comestibles. Esta familia posee alrededor de 500 especies de países cálidos y templados.

Uno de los géneros más importantes es *Mangifera*, que incluye árboles con hojas sencillas y alternas; flores poligamodioicas en panojas terminales. El fruto es una drupa carnosa con receptáculo no ensanchado. Este género está presente en Cuba con numerosas variedades introducidas de la especie *Mangifera indica* (mango) (fig. 10.18a). Es un árbol frutal importante que puede consumirse crudo o en dulces y de los jugos fermentados se fabrican vinos, compotas, jugos, etc. El árbol es muy bello y se utiliza comúnmente como planta de sombra; la madera blanca o pardusca se utiliza en construcciones rurales.

Familia Meliaceae

Esta familia comprende árboles, a veces arbustos, ricos en resinas; hojas alternas ocasionalmente opuestas, pinnadas o digitadas, rara vez unifoliadas, sin estipulas; inflorescencias axilares o terminales, en racimos, panículas corimbosas umbeladas, flores regulares, hermafroditas, cáliz y corola formando un tubo o libres; el fruto es casi siempre en capsula; las semillas son generalmente aladas o ariladas. A esta familia pertenecen especies muy estimadas por su madera, algunas muy conocidas como el cedro y la caoba, otras son medicinales y ornamentales. Posee alrededor de 750 especies de países intertropicales (fig. 10.22).

En la actualidad esta familia se subdivide en tres subfamilias: *Cedreloideae*, *Trichiloideae* y *Melioideae*.



Familia Myrtaceae

Son árboles o arbustos ricos en aceites esenciales; las hojas son simples y generalmente opuestas sin estipulas; las flores son actinomorfas, hermafroditas o poligamas, con sépalos y pétalos en números de cuatro o cinco; estambres numerosos reunidos en grupos, rara vez en número definido; presentan dos, cinco o muchos carpelos concrescentes con el talamo, con un solo estilo; el ovario es infero o semiinfero y con uno o muchos rudimentos seminales; el fruto es carnoso (en baya o drupa) en los representantes cubanos o en cápsula.

La familia tiene alrededor de 60 géneros y 2 750 especies de regiones tropicales y templadas. Esta familia para su mejor estudio se divide en dos subfamilias, las cuales se diferencian por el fruto. En la figura 10.32 se muestran algunas especies de esta familia.

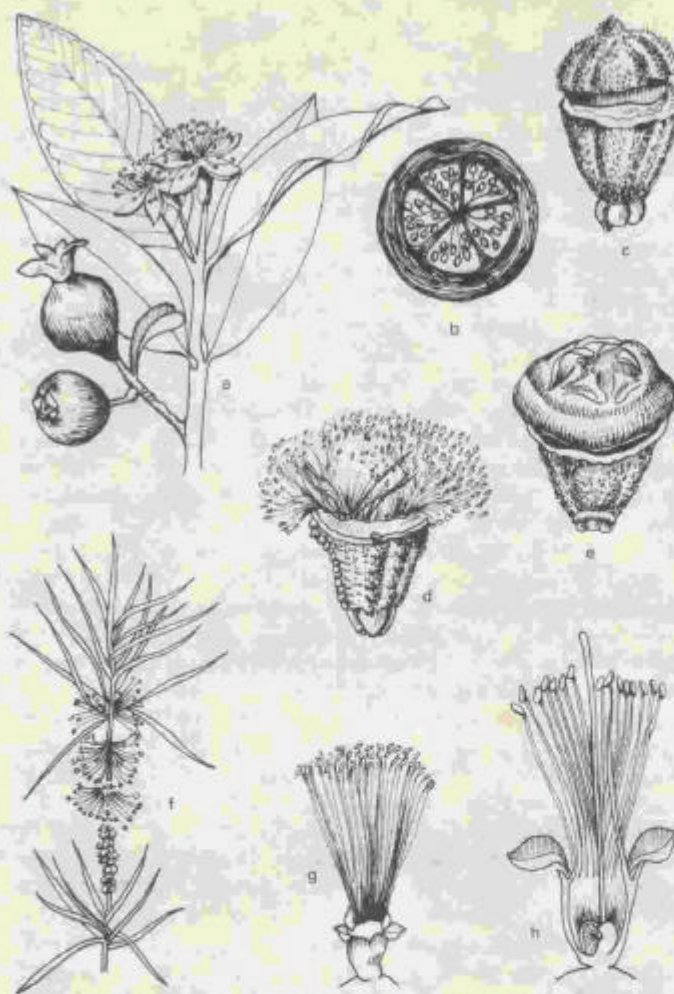


Fig. 10.32 Familia *Myrtaceae*. *Psidium guajava*: a, rama con flores y frutos; b, fruto de una variedad cultivada seccionado transversalmente. *Eucalyptus*: c, capsula floral; d, flor. *Callistemon speciosus*: e, fruto; f, rama florida; g, flor; h, flor en seccion longitudinal.

Subfamilia Leptospermoideae

Los representantes de esta subfamilia son arbustos o árboles; las hojas son opuestas en las ramas o plantas jóvenes, mientras que en las plantas adultas son alternas; las flores presentan pétalos relativamente pequeños, los estambres son numerosos y a menudo coloreados; el fruto es una cápsula.

La distribución de *Leptospermoideae* es hacia el hemisferio sur, con muchos representantes en Australia; las especies presentes en Cuba son todas introducidas; las más conocidas pertenecen a los géneros *Callistemon* y *Eucalyptus*. *Callistemon* (fig. 10.33) comprende arbustos o árboles ornamentales, con flores de color rojo, mientras que *Eucalyptus* (eucalipto) está integrado por árboles de gran talla con flores blancas, que se cultivan ampliamente en Cuba como maderables y también de sus hojas se extraen aceites esenciales utilizados en medicina.



Fig. 10.33 *Callistemon speciosus* con flores y frutos.

Subfamilia Myrtoideae

Myrtoideae comprende árboles o arbustos; las hojas opuestas; flores blancas y el fruto es carnososo, generalmente en baya. Los representantes cubanos de la familia *Myrtaceae* pertenecen a esta subfamilia.

El género *Psidium* incluye árboles o arbustos; las flores en cimas de hasta tres flores, los lóbulos del cáliz están ausentes o se encuentran en número de cuatro a cinco, completamente unidos en el botón y se abren en valvas hasta el disco durante la antesis (apertura de la flor); el ovario está formado por cuatro o cinco lóbulos; el fruto es una baya con numerosas semillas.

Se reportan para Cuba alrededor de 25 especies de *Psidium*, en su mayoría endémicas. La especie más conocida es *P. guajava* (guayabo) por sus frutos comestibles al natural y en dulces, jaleas, pastas, etc. La madera es dura y resistente; la corteza contiene taninos utilizados en medicina como astringente contra diarreas, y sus frutos además, son alimento del ganado y la fauna silvestre. Otra especie que tiene frutos comestibles es *P. salutare* (guayabita del pinar). Sus frutos aunque tienen poca pulpa por su pequeño tamaño, son de sabor agradable, muy aromáticas y se utilizan para fabricar un licor llamado guayabita del pinar. Esta planta abunda en los pinares de Pinar del Río y la Isla de la Juventud.

El género *Eugenia* (fig. 10.34) agrupa árboles y arbustos con flores en inflorescencias; cáliz con tubo más o menos prolongado con respecto al ovario o no prolongado más allá del ovario; el ovario es bilocular; baya comúnmente drupácea o pulposa con semillas de hasta cuatro. Este género presenta en Cuba una gran cantidad de especies que son en su mayoría endémicas. Una de las especies más conocida es *E. axillaris* (guairaje), que es generalmente un arbusto y pocas veces un árbol, el cual está presente en toda Cuba. Su madera es utilizada en construcciones rústicas, generalmente para cercas.

El género *Jambosa* reúne árboles con hojas lanceoladas y oblongo-lanceoladas; flores pocas y grandes en corimbos terminales, cáliz turbinado (estrecho en la base y ancho en el ápice); ovario bilocular o trilocular; fruto en baya grande, coronada por los lóbulos del cáliz. En Cuba se encuentra presente *J. vulgaris* (pomarrosa) que es oriunda de Asia; pero ha invadido con éxito muchos de los ríos y cañadas de Cuba. El fruto tiene olor a rosas y es comestible. Su madera es utilizada para cujes de tabaco y construcciones rústicas, además, se ha utilizado como ornamental y tiene usos medicinales.

Los representantes de la familia *Myrtaceae*, fundamentalmente de los lugares cálidos, son apreciados por las drogas que producen. *Caryophyllus aromaticus* (árbol de las Molucas), que se cultiva en las regiones intertropicales, presenta abundantes glándulas olíferas en el tálamo floral, que contiene una droga conocida por clavo de especia, utilizada como condimento en las comidas o en farmacia y también para la extracción de la esencia de clavo empleada en odontología (para



Fig. 10.34 *Eugenia punicifolia* (cereza de pinar).

Familia Euphorbiaceae

Los géneros de esta familia se estudiarán a continuación.
El género *Gymnanthes* con la especie *G. lucidus* (yaiti), co-

mún en lugares secos de nuestro país, árbol pequeño que cuando desarrolla produce una madera preciosa de color oscuro y brillante. Posee las flores unisexuales en inflorescencias muy apretadas y carece de látex.

El género *Phyllanthus* es pantropical y muy variado. Hay desde árboles hasta hierbas. Presentan las ramas con hojas alternas disticas que asemejan una hoja compuesta, por lo cual, al aparecer las flores se puede pensar que estas se encuentran sobre hojas, esta característica originó el nombre del género que significa flores sobre hojas. En nuestro país se halla uno de sus centros de evolución en la región oriental, pues tiene varias especies endémicas características de dicha región. Predominan las especies arbustivas y hay una especie antillana que tiene filocladios. Algunas especies llegan a ser malas hierbas, de importancia económica; por ejemplo, yerba de la niña. Como especies de este género se pueden mencionar *Phyllanthus orbicularis* (alegría) de las serpentinias de Cuba (fig. 7.8).

El género *Croton* tiene un centro de evolución secundario en la región oriental. Es un género aromático. Sus aceites esenciales tienen uso medicinal. Las especies xerofíticas de *Croton* poseen un denso tomento amarillo rojizo muy llamativo. Las especies cubanas son arbustivas casi todas adaptadas a ambientes secos o muy secos, como es la costa sur de la región oriental del país; abundan en aquellos lugares donde la vegetación primaria está destruida.

El género *Hippomane* incluye al llamado manzanillo, *H. mancinella*, con látex blanco abundante y cáustico; árbol mediano propio de lugares secos costeros, con madera dura poco aprovechable, pues el serrín que desprende es venenoso. El género es monotípico.

El género *Platygyne* conocido como ortiguilla, es endémico de Cuba; sus representantes son trepadores, con pelos urticantes, hay varias especies entre las cuales está *P. hexandra* (ortiguilla).

El género *Jatropha* se considera aberrante en la familia por tener corola en las flores y estas son evidentemente entomógamas. Está representado por varias especies, algunas de ellas tienen uso ornamental. Es un género pantropical.

Chamaesyce es un género americano, tanto tropical como extratropical, en su mayoría hierbas indeseables de los cultivos; tienen látex y hojas opuestas, esto último no es característico de la familia. Los ciatios son muy pequeños y tienen apéndices petaloideos blancos.

El género *Euphorbia* no es muy abundante en Cuba, sus representantes son malas hierbas latescentes; las hay ornamentales (fig. 7.9) como *E. millii* (tú y yo), y es muy común la mala hierba *E. heterophylla* (hierba lechera).

En esta familia pueden mencionarse además, las especies *Manihot sculenta* (yuca), *Ricinus communis* (recino o higuera), *Poinsettia pulcherrima* (flor de pascua), con ciatio atractivo y ornamental, y *Hevea brasiliensis*, que es el árbol de caucho y su látex contiene una proporción especialmente elevada de caucho aprovechado a gran escala.



Fig. 7.8 *Phyllanthus orbicularis*. a, ramita florida; b, la misma ramita aumentada mostrando las flores.



Fig. 7.9 *Euphorbia millii*.

Familia Anacardiaceae

La familia *Anacardiaceae* reúne plantas leñosas (árboles o arbustos), con abundantes materiales tánicos y siempre provistos de canales resiníferos; hojas esparcidas, rara vez verticiladas, simples, ternadas (trifolioladas) o imparipinnadas; las flores reunidas en espigas pequeñas, con disco nectarífero desarrollado; el gineceo es apocárpico y en la mayoría de los casos está reducido a un solo carpelo. El fruto es a menudo una drupa y en ocasiones una nuez. Algunos géneros producen frutos en drupas comestibles. Esta familia posee alrededor de 500 especies de países cálidos y templados.

Uno de los géneros más importantes es *Mangifera*, que incluye árboles con hojas sencillas y alternas; flores poligamodioicas en panojas terminales. El fruto es una drupa carnosa con receptáculo no ensanchado. Este género está presente en Cuba con numerosas variedades introducidas de la especie *Mangifera indica* (mango) (fig. 10.18a). Es un árbol frutal importante que puede consumirse crudo o en dulces y de los jugos fermentados se fabrican vinos, compotas, jugos, etc. El árbol es muy bello y se utiliza comúnmente como planta de sombra; la madera blanca o pardusca se utiliza en construcciones rurales.

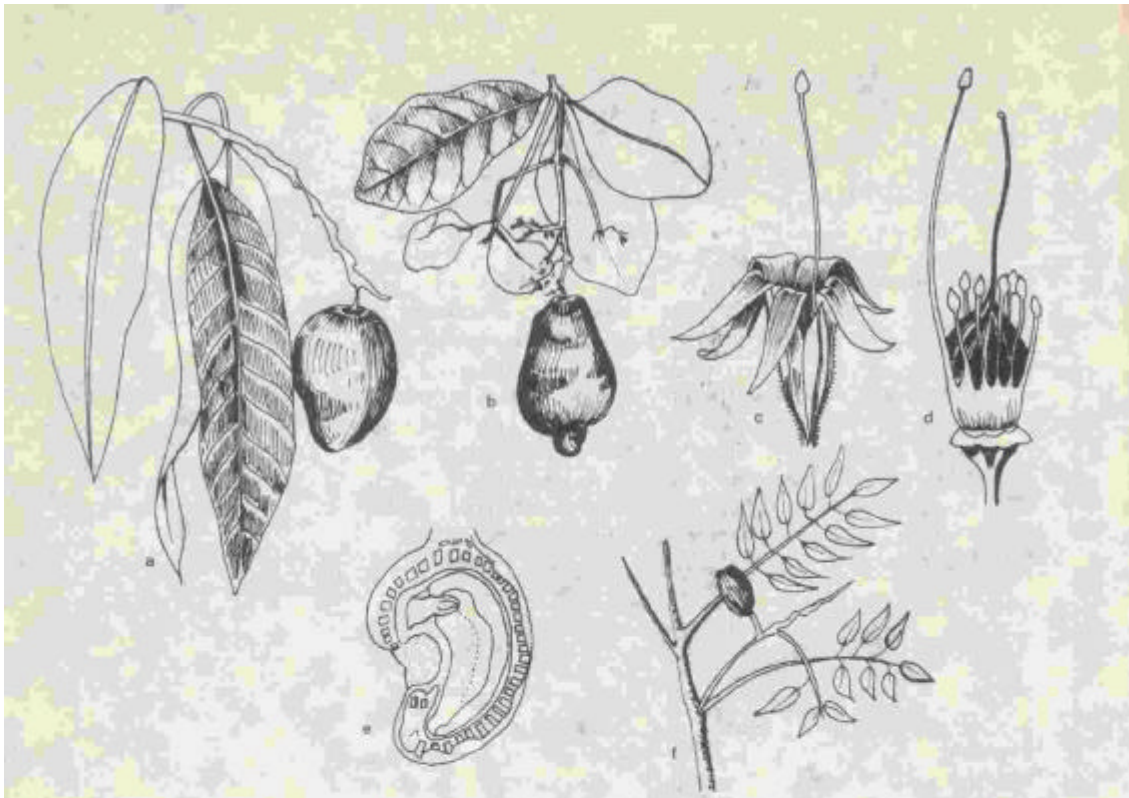


Fig. 10.18 Familia Anacardiaceae. *Mangifera indica*: a, rama con hojas y frutos. *Anacardium occidentale*: b, rama con hojas y frutos; c, flor masculina; d, flor hermafrodita; e, sección longitudinal de un fruto maduro. *Spondias*: f, rama con hojas y frutos.

1. *Anacardium*, género que tipifica a la familia, tiene en Cuba solo una especie, *Anacardium occidentale* (marañón) (fig. 10.18b, c, d, e). Son árboles con hojas simples y alternas. Las flores son pequeñas, polígamas, ubicadas en panojas terminales; el fruto es una drupa coriacea, reniforme y con pedúnculo muy ensanchado y carnoso.

En el marañón, lo que se llama fruto erróneamente es el pedúnculo fructífero hinchado y carnoso que es comestible. El fruto que contiene en su interior a la semilla, es duro y tiene el auténtico pericarpio con gran cantidad de bolsas llenas de aceites. El pedúnculo ensanchado es muy astringente cuando está verde por el tanino que contiene, y cuando maduro tiene un sabor agrio y dulce. Su jugo fermentado da un vino apreciado y puede destilar alcoholes. Las nueces tostadas se usan igual que las almendras. El aceite de las semillas, de color negro, espeso, ácido y cáustico, se utiliza en la preservación de libros y madera contra el comején. El látex del tronco puede usarse como tinta indeleble, el tronco exuda una goma transparente con propiedades similares a la goma arábiga que es empleada para barniz y en la encuadernación para ahuyentar a los insectos.

El género *Comocladia* comprende arbustos, a veces árboles pequeños; el tallo es delgado, comúnmente no ramificado y contiene látex pegajoso, cáustico, que se pone negro e indeleble. Hojas ubicadas en la extremidad del tallo, alternas e imparipinnadas, casi siempre dentadas y brillosas. Las flores se encuentran en panojas axilares, trimeras o tetrámeras; ovario

tricarpetal y unilocular y tres estigmas sentados. El género presenta en Cuba unas cuatro especies conocidas como guao. Poseen látex cáustico que produce hinchazón y urticaria a la mayoría de las personas. La especie más abundante es *Comocladia dentata* (guao prieto), que está distribuida por Cuba.

Metopium es otro género cuyas especies son conocidas también como guao o guao de costa y producen un látex tan cáustico como el del guao prieto; son árboles o arbustos ramificados, con hojas imparipinnadas, los folíolos coriáceos y enteros; las flores son pequeñas, verdosas, poligamas y ubicadas en panojas axilares. El periantio es pentámero, ovario tricarpelar y unilocular; un solo estilo y las capas del pericarpio no se separan. Las especies se conocen como guao de costa, y son: *M. venosum*, de las montañas orientales; *M. toxiferum* de las provincias orientales, Camaguey y Villa Clara y *M. brownii* con igual distribución que la especie anterior y además, en la Isla de la Juventud y Pinar del Río.

El género *Spondias* (fig. 10.18f) reúne árboles de hojas caedizas, imparipinnadas, alternas, folíolos opuestos, comúnmente membranosos; flores poligamas, pequeñas, ubicadas en panojas terminales o laterales; el ovario con cuatro o cinco carpelos y estambres en número de ocho a diez; ovario de cuatro a cinco lóculos y el fruto es una drupa carnosa comestible. Este género presenta en Cuba dos especies: *Spondias mombin* (jobo) de toda Cuba, que proporciona una madera blanda y los frutos agrios son comidos por los cerdos y el ganado vacuno; *S. purpurea* (ciruela), con fruto comestible que puede utilizarse en la fabricación de vino. Esta planta se utiliza con frecuencia para cercas vivas.

Familia Solanaceae

Son plantas mayormente herbáceas, algunos representantes son arbustos y trepadoras que presentan abundantes alcaloides; las hojas son alternas, generalmente sin estipulas, lam-

piñas o más o menos pubescentes con pelos estrellados, ramificados, glandulosos o simples. Las flores son gamopétalas y actinomorfas (caso único en el orden) y pentámeras; el ovario es súpero con óvulos numerosos; el fruto es una cápsula o una baya. Presenta alrededor de 75 géneros y cerca de 1 800 especies, más abundantes en las regiones tropicales. En la figura 10.46 se muestran algunas especies de la familia *Solanaceae*.

Un género de esta familia muy representado en Cuba es *Solanum* (fig. 10.47), que posee hierbas, arbustos o arbolitos, a menudo espinosos en el tallo y en las hojas y con pelos estrellados; el fruto siempre es una baya. En este género se encuentran importantes especies; por ejemplo, *S. tuberosum* (papa), *S. melongena* (berenjena) y numerosas hierbas o arbustos importantes por los alcaloides que contienen, como son *S. antillarum*, *S. bahamensis* (ajicón), y *S. torvum*, *S. erithum*.

Los representantes cubanos del género *Brunfelsia* todos son arbustos con cáliz acampanado; presentan cuatro estambres didínamos, es decir, en dos parejas diferenciadas, en este caso dos fértiles y dos estériles. El fruto es una cápsula. Este género está representado en Cuba por *B. nitida*, galán de noche (fig. 10.48), a veces cultivada como ornamental y endémica. Otra especie cultivada como ornamental es *B. cestroides* (galán morado). El género posee alrededor de 14 especies en Cuba, de las cuales varias son endémicas.

El género *Solandra* está integrado por trepadoras leñosas con hojas alternas, flores solitarias de gran tamaño y vistosas; el cáliz es muy tubular y persistente y la corola embudada. El fruto es una baya. En Cuba se reportan dos especies: *S. grandiflora* (chamico bejuco), con tubo de la corola aproximadamente del largo del cáliz y la baya conoidea, *S. longiflora* (palo guaco) que tiene el tubo de la corola más largo que el cáliz y la baya es globosa. Esta última especie es la más conocida de las dos reportadas para Cuba y muchas veces se ve como planta ornamental en jardines.

Los representantes del género *Datura* son hierbas o arbustos con hojas delgadas; las flores son grandes, vistosas, el ovario presenta cuatro lóculos y los estambres en número de cinco. El fruto es una cápsula. Dentro de las especies más conocidas está *D. arborea* (campana), que es una planta rica en alcaloides psicotrópicos utilizados en medicina, además, es una planta ornamental por sus grandes flores embudiformes y colgantes (fig. 10.48).

Otros géneros con especies importantes en la familia son *Capsicum*, *Nicotiana* y *Lycopersicum*. *Capsicum annum* y *C. longum* (pimiento), son empleados como hortaliza, y sus frutos son utilizados como condimentos de alto valor nutritivo; *Nicotiana tabacum* (tabaco) es una planta originaria de Suramérica y constituye un renglón importante en la economía cubana, la nicotina del tabaco es un alcaloide contenido en todas las partes de la planta y es altamente tóxica, razón por la cual se recomienda abandonar el hábito de fumar debido a los múltiples efectos perjudiciales que causa al organismo. La nicotina se emplea como un insecticida de gran eficacia. *Lycopersicum*



Fig. 10.47 Rama de *Solanum* sp. mostrando flor y fruto.



Fig. 10.48 *Brunfelsia nitida* (galán de noche).



Fig. 10.49 *Datura*.

sculentum (tomate) es otra especie oriunda de Suramérica muy importante y cultivada en todo el mundo por sus frutos de alto valor nutritivo.

Familia Apocynaceae

Está constituida por hierbas, arbustos, árboles y trepadoras, tienen látex lechoso en el que contienen alcaloides venenosos. Hojas comúnmente opuestas, a veces verticiladas o alternas. Las flores presentan el cáliz gamosépalo; la corola es gamopétala, con pétalos contortos, muchas veces con apéndices en la garganta; estigma y estilos unidos, filamentos libres y granos de polen simples. El fruto generalmente es un bifolículo, aunque puede ser en cápsula, abayado o drupáceo. La semilla puede ser alada, con arilo caroso o desnuda. La familia reúne cerca de 300 géneros y 1 300 especies de amplia distribución, mayormente tropical. En la figura 10.38 se muestran algunas especies de la familia *Apocynaceae*.

El género *Tabernaemontana* está formado por arbustos o arbolitos; tienen abundante látex lechoso, hojas opuestas, flores en inflorescencias cimosas y corola blanca asalvillada. El fruto es un bifolículo con semillas ariladas en la madurez. La especie de más amplia distribución en Cuba es endémica *T. amblyo-carpa*, conocida como huevo de gallo o lechoso.

El género *Plumeria* comprende árboles y arbustos, con abundante látex lechoso, comúnmente con tallo suberoso y succulento; las hojas son alternas y helicoidales; flores en inflorescencias vistosas con corola asalvillada, sin apéndices por dentro; el fruto es un bifolículo con numerosas semillas aladas. A este género pertenecen especies bien conocidas como *P.*

Fig. 10.38 Familia Apocynaceae. *Allamanda nerifolia*: a, rami-
ta florida; b, sección longitudinal
del ovario; c, sección transversal
del ovario. *Plumeria rubra*: d,
ápice florido de una rama; e, flor
vista desde arriba. *Nerium
oleander*: f, rama florida. *Plume-
ria* sp.: g, fruto.



rubra (franchipán o lirio tricolor), cultivada ampliamente como ornamental; existen otras especies autóctonas, comunes de toda Cuba; por ejemplo, *P. obtusa* (lirio), *P. tuberculada* (lirio de costa), etcétera.

En el género *Mesechites* se incluyen lianas, poseen látex; las hojas son opuestas y llevan en la base del nervio principal del haz desde una hasta cuatro glándulas; las flores son vistosas, rosadas o de color crema; fruto en bifolículo con semillas numerosas y no aladas. En Cuba es muy conocida *M. rosea* (rosa de sabana, rosa del cuabal), que presenta flores rosadas (fig. 10.39).

El género *Rauvolfia* cuenta con árboles o arbustos; hojas verticiladas con tres o cuatro hojas opuestas; flores pequeñas comúnmente verdosas; fruto en drupa con una o dos semillas. Este género es importante desde el punto de vista medicinal por los alcaloides que contiene. *R. tetraphylla* (fruta de aura), está presente en toda Cuba y posee hojas verticiladas de a cuatro generalmente (fig. 10.40).

En la familia *Apocynaceae* existen numerosas especies introducidas en Cuba como ornamentales, ejemplo de ellas es *Catharanthus roseus* (vicaria) con alcaloides que tienen diversos usos medicinales, entre ellos, la elaboración de citostáticos, tratamiento de la conjuntivitis, etc. Otras especies ornamentales son *Nerium oleander* (adelfa) (fig. 10.41), *Allamanda cathartica* (flor de barbero).



Fig. 10.39 *Mesechites rosea* (ro-
sa del cuabal).

Numerosas especies de la familia son productoras de glucósidos y alcaloides utilizados en medicina, especialmente del género *Strophanthus* de Asia y África y *Rauvolfia* de las regiones tropicales. Existen otras especies importantes por su madera, pertenecientes al género *Cameraria*. Las hay textiles como *Apocynum cannabinum*, del cual se extrae en Norteamérica una fibra textil. Hay especies cauchíferas como son las pertenecientes al género *Landolphia*, de África intertropical; *Carpodiscus* de Angola, etc. Existen especies muy tóxicas del género *Acocanthera* utilizadas por los indígenas para envenenar sus flechas. En Cuba se encuentra la especie *Urechites lutea* (bejuco marrullero), que es la causante de frecuentes casos de muerte súbita en el ganado vacuno.



Orden Rubiales

Incluye árboles, arbustos o hierbas con hojas opuestas o verticiladas; la corola es gamopétala y el ovario infero formado por dos carpelos. Este orden cuenta en Cuba con dos familias: *Rubiaceae* y *Caprifoliaceae* de las cuales se estudian a continuación algunos taxa representativos.

Familia Rubiaceae

Está integrada por árboles, arbustos o hierbas que frecuentemente contienen alcaloides; las hojas son simples, opuestas y con estipulas interpeciolares; las flores son hermafroditas, gamopétalas, actinomorfas, con pétalos contortos solo en el botón; el ovario es infero y formado por dos carpelos; el fruto es una cápsula, drupa o baya. Es una familia fundamentalmente tropical y tiene alrededor de 400 géneros y cerca de 5 000 especies. Es una de las familias más grandes de la flora de Cuba.

Entre los representantes con fruto en cápsula de la familia está el género *Exostema*, con la especie *E. caribaea* (vera), que es un árbol o arbolito de la vegetación xeromorfa de Cuba. Este género y otros afines, especialmente *Cinchona*, de los Andes, son productores de alcaloides (quinina) que se utilizaban para combatir la malaria desde antes del descubrimiento de los medicamentos sintéticos.



Fig. 10.44 *Coffea liberica*: a, rami-
ta florida; b, rami fructifera;
c, fruto en sección longitudinal
mostrando el pericarpio, la cu-
bierta seminal, el endospermio, y
el embrión.

Debe mencionarse la especie *Genipa americana* (jagua), es un árbol maderable de los montes semicaducifolios, cuyo fruto contiene una pulpa comestible que también se utiliza para teñir. El género *Psychotria*, también de fruto abayado, incluye generalmente arbustos o arbolitos; presentan estipulas persistentes bilobuladas o caedizas y enteras; las flores están en inflorescencias multifloras con corola corta, recta, lóbulos valvares y los estambres sobre el tubo de la corola. Comprende alrededor de 67 especies; en Cuba la mayoría conocidas como tapa comino, taburete y lengua de vaca.

De las especies con fruto en drupa hay que mencionar en primer lugar al género *Coffea*, cafeto (fig. 10.44), de origen africano. La principal especie cultivada en Cuba es *C. arabica* que proviene de Etiopía donde crece en el sotobosque. Esta especie cuando se le brindan condiciones semejantes a las del país de origen, se cultiva en amplias zonas tropicales; en las montañas de Cuba constituyen un importante renglón económico.

Ixora (fig. 10.45) es un género muy emparentado con *Coffea*, del cual se cultivan como ornamentales varias especies con flores de vivos colores y son principalmente de origen asiático. Un género ornamental de esta familia es *Gardenia*, que posee flores vistosas y olorosas.



Fig. 10.45 *Ixora* sp.

Fig. 10.46 Familia Solanaceae.
Lycopersicum sculentum: a, rama florida; b, flor; c, sección longitudinal de la flor; d, ovario en sección transversal. *Nicotiana tabacum*: e, flor; f, fruto.



El género *Guettarda* presenta árboles o arbustos con las hojas opuestas o ternadas con estipulas intrapeciolares; flores con cáliz caedizo y los estambres sobre el tubo de la corola; el fruto es drupáceo similar a *Coffea* e *Ixora*. Para Cuba se reportan unas 32 especies, muchas conocidas como cuero.

El orden *Rubiales* está emparentado con *Gentianales*, por la corola gamopétala, contorta (en *Rubiales* solo en el botón), el ovario bicarpelar y la presencia de alcaloides. *Rubiales* ocupa una posición evolutiva superior fundamentalmente por la presencia de ovario infero.



Fig. 10.60 Familia Asteraceae. *Artemisia nobilis*; a, corte de un capitulo; b, flor ligulada. *Helianthus annuus*; c, parte marginal de un capitulo; d, fruto.



Fig. 10.61 *Pluchea carolinensis* (salvia).

Familia Lobeliaceae

Los representantes cubanos todos son hierbas con tubos laticíferos y alcaloides; las hojas son alternas y raramente opuestas; las flores son zigomorfas reunidas en inflorescencias no capituliformes. El representante más corriente en Cuba es *Isotoma longiflora* (revienta caballos), planta herbácea de lugares húmedos con flores blancas de más de 10 cm de largo; esta planta es una de las más venenosas de nuestra flora. La familia posee alrededor de 450 especies, más propias de los trópicos.

Familia Asteraceae

Son fundamentalmente plantas herbáceas, carentes de látex; las hojas son alternas, opuestas o verticiladas. Las flores pueden ser hermafroditas o unisexuales, con frecuencia en un mismo capitulo se encuentran flores femeninas y flores hermafroditas. Las primeras son zigomorfas generalmente, con corola en forma de cinta, mientras que las últimas son actinomorfas y están provistas de corola tubular. En muchos casos, las flores más externas del capitulo producen una corola asimétrica que con su parte ligular se asemeja a los pétalos, como ocurre en *Bidens pilosa* (romerillo). Las inflorescencias, además, tienen brácteas estériles que acompañan a las flores y el cáliz está reducido en muchos casos a un vilano. El fruto es un aquenio, a menudo comprimido, coronado por un vilano. Esta familia es una de las más numerosas de *Magnoliophytina* y posee alrededor de 14 000 especies distribuidas en todas las latitudes. En la figura 10.60 se muestran algunas especies de la familia Asteraceae.

El género *Bidens* está integrado por hierbas con hojas opuestas, dentadas o lobuladas; las flores externas del capitulo son estériles mientras que las internas son hermafroditas y fértiles. La especie más conocida y abundante en terrenos yermos de toda Cuba es *B. pilosa* (romerillo).

El género *Borrchia* comprende arbustos con hojas opuestas y casi siempre enteras; las flores son femeninas en una sola hilera, mientras que las internas son hermafroditas; *B. arborescens* (romero de playa) se encuentra en la vegetación de costas altas en toda Cuba.

El género *Pluchea* reúne arbustos tomentosos, muchas veces pegajosos; hojas alternas, las flores en capítulos muy pequeños agrupados en cimas corimbosas. Las especies casi todas son conocidas como salvia; una de las especies más abundantes en maniguas de toda Cuba es *P. carolinensis* (salvia), a la cual se le atribuyen propiedades medicinales (fig. 10.61).

En el género *Eupatorium* se presentan arbustos o hierbas con hojas opuestas, capítulos en forma de disco, panojas, corimbos o solitarios. Algunas de estas plantas son conocidas como rompezaragüey.

Entre los representantes útiles de la familia se encuentran numerosas plantas ornamentales, por ejemplo, los pertenecientes a los géneros *Zinnia*, *Dahlia* y *Chrysanthemum*. Se cultiva además *Helianthus annuus* (girasol), cuyas semillas son ricas en aceites. Como planta medicinal se encuentra *Matricaria*

chamonilla (manzanilla) de origen europeo, cuyos capítulos contienen aceites esenciales y otras sustancias que sirven para combatir inflamaciones. La familia, sin embargo, está integrada fundamentalmente por malas hierbas que afectan diferentes cultivos.

Familia Cichoreaceae

Tiene las mismas características que la familia *Asteraceae*, pero contiene látex y todas sus flores poseen siempre una corola asimétrica ligulada. En Cuba ha sido introducida la especie *Lactuca sativa* (lechuga), que es una hortaliza de gran importancia.

Importancia económica y evolutiva de la clase *Paeoniopsida*

La clase *Paeoniopsida* comprende numerosas familias de gran importancia para el hombre. Desde el punto de vista forestal son varias las familias que presentan especies maderables de importancia: por ejemplo, *Caesalpiniaceae*, *Mimosaceae*, *Meliaceae*, *Rutaceae* y *Myrtaceae*. En este aspecto sobresalen plantas maderables como el cedro, la caoba, la ayúa, la teca, el abey, el eucalipto, la yarúa, etc. Dentro de las frutales se destacan las familias *Rutaceae* y *Anacardiaceae*, en las que se encuentran la mayoría de las frutas más importantes en Cuba, como son el mango, la ciruela, el marañón, la naranja, la toronja, el limón, etcétera.

Otras familias proporcionan semillas o frutos muy importantes desde el punto de vista alimenticio, un ejemplo de ellas es *Fabaceae*, con el frijol, el chicharo y el garbanzo, que poseen un gran valor nutritivo y que son imprescindibles en la dieta de la mayoría de los países. Asimismo, en la familia *Solanaceae* se incluyen el tomate, la papa, el ají, el pimiento y la berenjena, que constituyen alimento directo en las comidas de alto valor nutritivo y también se emplean como condimentos. El tabaco constituye un rubro importante de la economía cubana y de otros países. De igual forma, el café, de la familia *Rubiaceae*, es un renglón de gran importancia en la economía cubana y de otros estados por la gran demanda que tiene este producto a nivel mundial.

Numerosas son las familias con importancia bioquímica y medicinal, por la presencia de aceites esenciales, resinas olorosas, sapogeninas, alcaloides, etc. En este sentido merecen también mención las familias *Myrtaceae*, *Apocynaceae*, *Solanaceae*, *Lamiaceae*, *Mimosaceae*, *Sapindaceae* y *Rutaceae*, entre otras. Muchas son las especies que son objeto de estudios fitoquímicos con el propósito de descubrir los principios con actividad biológica que presentan y poderlos utilizar con fines terapéuticos.

Existen en la clase muchas familias con plantas ornamentales, como *Rosaceae*, *Apocynaceae*, *Asclepiadaceae*, *Solanaceae*, *Verbenaceae*, *Caesalpiniaceae*, *Mimosaceae*, *Asteraceae*, *Lamiaceae*, etc. Algunos representantes que hacen derroche de belleza son las rosas, las caliandras, los crisantemos, las da-

Orden Hydrocharitales

Los representantes de este género son hierbas acuáticas perennes con rizomas. Hojas comúnmente con limbos y flores monoicas o dioicas, a veces poligamas en espátas; perianto doble o la corola ausente. Androceo de 1 a 12 estambres, gineceo con carpelos de 3 a 15; ovario infero. Fruto capsular o abaya-do.

El orden tiene una familia, *Hydrocharitaceae*, representada por hierbas con hojas dispersas sobre tallos largos, espátas sésiles o con pedúnculos largos; perianto uniseriado o diseriado. Estambres, uno o numerosos; ovario infero. Plantas polinizadas dentro o en la superficie del agua. El fruto globoso o lineal, seco o pulposo y las semillas numerosas. Los géneros *Vallisneria* y *Elodea* son de agua dulce. El género *Thalassia*, marino.

El género *Elodea* es muy empleado para prácticas de Fisiología Vegetal; además, se usa en peceras.

El género *Thalassia* comprende plantas marinas polinizadas bajo la superficie del agua, con hojas alternas no diferenciadas en lámina y peciolo, flores unisexuales y perianto único. Este género habita en el océano Índico, oeste del Pacífico, y oeste del Atlántico. Puede citarse la especie *T. testudinum*, conocida como hierba de manatí y cuyas especies son plantas herbáceas, acuáticas, sumergidas o flotantes de agua dulce o salada, parcial o completamente sumergidas; habitan en las regiones más calurosas del mundo.

Orden Arecales

Las especies de este orden son plantas leñosas, a menudo arborescentes, no ramificadas, de muy alta a escasa estatura y pocas con crecimiento secundario anómalo; hojas muy largas, pinnadas o flabeladas, divididas o nervadas; raquis a menudo extendido en la base de una vaina; flores pequeñas, actinomorfas, bisexuales o dioicas, en panículas y a menudo provistas con grandes brácteas parecidas a espadas; perianto doble; generalmente seis estambres; ovario súpero de carpelos libres o unidos. Fruto en baya o drupa y semillas con endospermo. Los representantes de este orden habitan en trópicos y subtrópicos y muy pocas especies en regiones templadas.

Familia Arecaceae

Las plantas de esta familia presentan hojas que forman generalmente un penacho en el extremo del tallo, alternas, coriáceas, pinnatipartidas o palmatífidas de gran tamaño. Las flores en inflorescencia que consisten en espadices sencillas o ramificadas; las espadas a menudo son leñosas cuando están presentes. Perianto de seis partes, tres del cáliz y tres de la corola; comúnmente seis estambres y tres carpelos; ovario unilocular o trilocular y uniovulado o triovulado; tres estigmas comúnmente. El fruto es una drupa o baya.

Los representantes del género *Sabal* son palmas más o menos altas, hojas suborbiculares, multifidas; poseen peciolo inerme. Habitan en América tropical. Ejemplo, *S. parviflora*, que es la palma cana típica de las sabanas cubanas.

Las especies del género *Roystonea* son palmas inermes con hojas grandes terminales; limbo pinnatipartido, segmentos numerosos, lineales acuminados. Espadices grandes. Flores monoicas. Ejemplo, *R. regia*, palma real, que es nuestro árbol nacional (fig. 11.14).

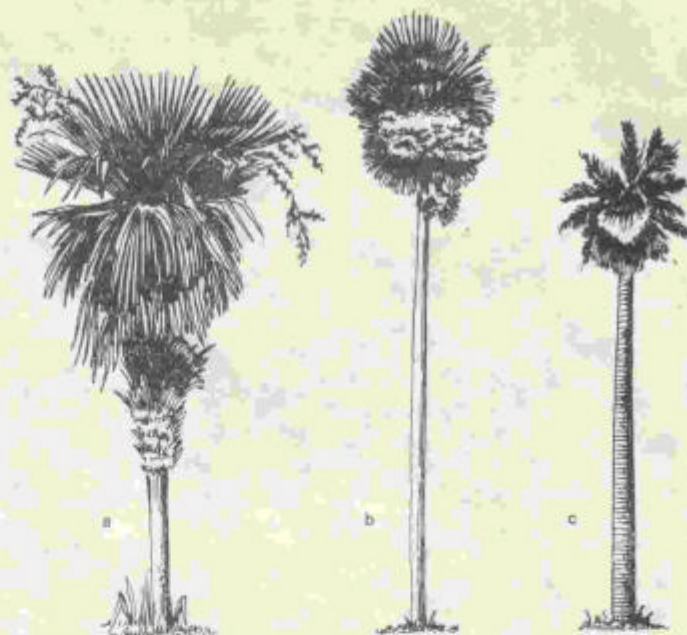


Fig. 11.15 *Copernicia*: a, *C. macroglossa*; b, *C. vespertilionum*; c, *C. fallaense*.

Los individuos del género *Copernicia* son palmas de tronco erguido, inermes, con hojas palmatífidas, peciolo espinoso a veces casi nulo. Habitan en América tropical. Algunas de las especies de este género se conocen como jata y otras como ya-rey (fig. 11.15).

Las especies del género *Coccothrinax* son palmas inermes, desde acaules hasta de 30 m de alto. Vaina de haces fibrosos cruzados en distintas direcciones. Limbo flabeliforme. Estas especies son conocidas en general como guano, guanito, miraguano o yuraguano. Ejemplo, *C. alexandri*, que habita de Maisí a Guantánamo, *C. garciana* de Holguín y *C. pseudorigida* de Camagüey. El corajo (*Gastrococos plumosus*) se caracteriza por sus troncos barrigudos, con fuertes espinas; frutos grandes ricos en aceites. Entre las palmas cultivadas como ornamentales está el género *Chrysalidocarpus*, al que se le denomina areca (fig. 11.16).



Fig. 11.16 Familia *Arecaceae*. *Chrysalidocarpus lutescens*: porción terminal del tronco.

Las palmas comprenden plantas interesantes, incluso desde el punto de vista práctico, pues son ampliamente usadas por los habitantes de los países tropicales; son útiles como maderables. Las hojas se utilizan para cobijar las casas y tejer objetos; los ápices y frutos son comestibles. Una de las plantas más conocidas de esta familia es la palmera de dátiles, *Phoenix dactylifera*, oriunda del Asia intertropical, que solo se conoce en estado de cultivo y de sus frutos se alimentan muchos pueblos.

Los brotes jóvenes de *Cocos nucifera* (fig. 11.17) se aprovechan como verdura comestible y de su albumen se extrae aceite de uso doméstico e industrial. El aceite de palma es una de las pocas grasas vegetales que permanecen sólidas a la temperatura ordinaria. El agua de coco al fermentar produce un líquido alcohólico que es el vino de palma, muy apreciado.

Las palmas del género *Sabal* producen fibras para labores de trenzado como cuerdas y redes. Las fibras que se sacan del mesocarpo del coco se emplean también para fabricar cuerdas y esteras.

Orden Arales

Los representantes de este orden son hierbas rara vez trepadoras, en ocasiones acuáticas; hojas enteras o variadamente divididas; flores bisexuales o unisexuales, muy pequeñas, densas y dispuestas sobre una espiga (espadice), generalmente sostenida o encerrada en una bráctea larga (espata); o el perianto, cuando está presente, es pequeño; estambres hipoginos, libres o unidos; ovario súpero; fruto generalmente en baya. Los representantes de este orden habitan en regiones templadas y tropicales.

Familia Araceae

Las plantas de la familia *Araceae* son hierbas con jugo acuoso, amargo o lechoso, rizoma tuberoso o alargado, rara vez leñoso y trepador. Hojas enteras o variadamente divididas, solitarias, alternas y disticas o dispuestas en espiral. Las flores son pequeñas o diminutas, a menudo aromáticas, dispuestas sobre una espadice rodeada por una espata, bisexuales y todas semejantes o monoicas; las masculinas ubicadas en la parte superior de la espadice y las femeninas debajo, rara vez dioicas. Perianto presente en las flores bisexuales, de cuatro a seis segmentos mayormente ausente en las flores unisexuales. Estambres hipoginos en número de dos, cuatro, u ocho; estaminodios algunas veces presentes entre las flores femeninas y debajo de las flores masculinas. Ovario súpero o inmerso en el espadice. El fruto es en baya y las semillas varían en número.

Los representantes del género *Xanthosoma* son hierbas grandes con rizomas gruesos, hojas con peciolo largos. Espata con tubo ovoide u oblongo. Una especie de este género es *X. sagittifolium*, malanga o guagüi, vianda comestible.

En el género *Philodendron* se encuentran plantas trepadoras, hojas enteras, lobuladas o pinnatilobuladas, espata carnosamente erguida; espadice sentado o subestipitada. La especie más común es *P. lacerum*, con hojas pinnatilobuladas, conocidas como macusey macho.

La especie *Monstera deliciosa* (fig. 11.18) de América tropical se cultiva por la elegancia de sus grandes hojas fenestradas y lobuladas incisas. Como ornamentales también se cultivan especies del género *Scindapsus* conocidas como malanguitas; por ejemplo, *S. aureus*, que es oriunda de Asia y posee hojas acorazonadas de color verde, veteadas de amarillo.



Fig. 11.17 *Cocos nucifera*: a, fruto maduro; b, fruto en sección longitudinal.



Fig. 11.18 Planta de *Monstera deliciosa*.

Orden Poales

Los representantes de este orden son hierbas perennes o anuales, rara vez arborescentes; tallos erectos, ascendentes o postrados y rastreros, generalmente ramificados en la base. Hojas solitarias en los nudos, alternas y en dos hileras consistentes de vaina, ligula y lámina foliar.

Flores bisexuales y algunas veces unisexuales, pequeñas e inconspicuas, en complicadas inflorescencias, generalmente en panícula, espigas o racimos. Poseen estambres y pistilos y de dos a tres diminutas escamas que representan al perianto, subsésil, dispuesto entre dos brácteas. Estambres hipoginos de uno a seis, generalmente tres, con delicados filamentos y dos

anteras locales; ovario unilocular; dos estilos y estigmas plumosos. Fruto casi siempre cariósido con un pericarpo fino, adnato a la semilla.

Familia Poaceae

Presenta las mismas características que el orden y se divide en dos subfamilias: *Bambusoideae* y *Poideae*.

En Cuba la subfamilia *Bambusoideae* está poco representada, aunque la caña brava o bambú, *Bambusa vulgaris*, de origen asiático, se encuentra naturalizada en toda la isla. Al género *Arthrostylidium* pertenecen plantas rastreras o trepadoras que abundan en ciertos tipos de vegetación, en especial en la zona norte de Cuba oriental. La especie *A. fimbriatum* es el tibisi.

En la subfamilia *Poideae* se encuentran las gramíneas de importancia económica como los géneros *Panicum* y *Andropogon*. *Panicum maximum* es la hierba Guinea. Como pasto natural se utilizan especies del género *Paspalum*. En esta subfamilia se ubican los cereales, que ocupan el primer lugar en importancia, ya que constituyen la base alimentaria de todos los pueblos del mundo. El maíz (*Zea mays*) se cultiva en todos los países por su grano rico en reservas amiláceas o dextrínicas. El sorgo (*Andropogon sorghum*) se utiliza en la extracción de sacarosa y como forraje para la alimentación de las aves de corral. El arroz (*Oryza sativa*) tiene vasto empleo no solo en la alimentación, sino también para extraer fécula. La avena (*Avena sativa*), el centeno (*Secale cereale*) y el trigo (*Triticum vulgare*) constituyen importantes cereales. La cebada (*Hordeum vulgare*) es necesaria en la fabricación de la cerveza.

De la conocida caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) se extrae el azúcar común o sacarosa, cultivada en gran medida en países cálidos.

En la importancia económica de la familia poáceas se debe tener en cuenta, además, sus especies medicinales; por ejemplo, *Cymbopogon citratus*, caña santa y las muchas especies ornamentales de los géneros *Gynerium*, *Bambusa* (fig. 11.13), etc. No debe olvidarse la lucha entablada para la destrucción de numerosas gramíneas invasoras de nuestros cultivos.

Las plantas de la familia *Poaceae* se caracterizan por su amplio espectro ecológico, ya que están adaptadas a los más diversos hábitat, incluso a las condiciones ecológicas más extremas. Están distribuidas por todas partes de la tierra donde sea posible la existencia de las plantas superiores.



Fig. 11.13 *Bambusa vulgaris* (caña brava).



pecies *Z. officinalis*, jengibre dulce (fig. 11,8c) y *Z. cassumunar*, jengibre amargo, que se utilizan en cocimientos y en la industria de bebidas. Habitan en los trópicos y subtropicos.

Familia Zingiberaceae

Las especies de esta familia son hierbas perennes con rizoma tuberoso horizontal. El tallo algunas veces muy corto, hojoso o porta solamente flores. Las hojas dispuestas en dos hileras (disticas). Las flores solitarias o en inflorescencias diversas, acompañadas o separadas de las hojas, y casi siempre bisexuales, simétricas o asimétricas. El fruto es carnoso e indehiscente.

Los representantes del género *Hedychium* son hierbas de tallos hojosos con rizomas horizontales robustos; flores vistosas paniculadas o en espigas terminales bracteadas; *H. coronarium*, flor nacional de Cuba (fig. 11.8a, b) conocida como mariposa, posee flores perfumadas y crece espontáneamente en arroyos.

Otro género de la familia es *Zingiber*, y sus representantes son hierbas con rizomas horizontales, aromáticos, hojas disticas; peciolo envainadores. En el género pueden citarse las es-

Orden Bromeliales

Las especies de este orden son mayormente epífitas o sobre rocas húmedas; hojas en un denso racimo en forma de cinta, espinulosas, dentadas; inflorescencia terminal, brácteas fuertemente coloreadas; perianto diseriado; al exterior similar al cáliz, imbricado y el interior similar a la corola; seis estambres; ovario de súpero a ínfero, trilocular. Fruto generalmente carnoso; semillas con endospermo. Habitan en trópicos americanos y subtropicos.

Familia Bromeliaceae

Los representantes de este orden son hierbas con hojas frecuentemente coloreadas en dirección a la base, flores actinomorfas y fruto carnoso e indehisciente. Los géneros de esta familia son *Bromelia*, *Tillandsia* y *Ananas*.

Las especies del género *Bromelia* son plantas grandes, terrestres, estoloníferas con hojas estrechas de bordes espinosos y panículas sobre las hojas en roseta. Ejemplo, *B. pinguin*, piña de ratón, que se utiliza en cercas. Los representantes del género *Tillandsia* son plantas epífitas caulescentes o acaules con hojas enteras estrechas; se conocen como curujeyes. El género *Ananas* tiene hojas en rosetas comúnmente espinosas y aserradas. Inflorescencia de flores sentadas, sépalos y pétalos libres. Ovarios unidos entre sí y con las brácteas formando un fruto carnoso compuesto por frutos concrescentes (infrutescencia en sorosis). La especie *A. comosus*, piña, es un frutal aromático y su jugo es muy apreciado.



Fig. 11.3 Familia Liliaceae. *Hemerocallis fulva*: a, flor; b, flor abierta y sin pistilo; c, pistilo.

Orden Liliales

Las plantas de este orden son hierbas con rizomas o bulbos, tallos hojosos y hojas agrupadas en la base o todas radicales, flores de pequeñas a grandes y muy vistosas, generalmente bisexuales; perianto actinomorfo o ligeramente zigomorfo, mayormente equivalente a la corola; raras veces el cáliz se diferencia de la corola (corolifloras). Seis estambres generalmente. Ovario súpero o semiinfero, el fruto con frecuencia en cápsula o baya.

Familia Liliaceae

Los representantes de la familia son hierbas con rizomas o bulbos. Las hojas son alternas, rara vez con peciolo claramente definido, y las flores bisexuales o rara vez unisexuales, actinomorfas o ligeramente zigomorfas, algunas veces grandes y vistosas; perianto petaloideo con tubo o sin él; segmentos o lóbulos en número de seis, en ocasiones cuatro o más, en dos series distintas; estambres generalmente seis, hasta 12 y en ocasiones 3. El fruto es una cápsula loculicida, septicida o una baya carnosa. El género *Hemerocallis* (fig. 11.3) posee flores en panícula y sus representantes habitan en Europa y Asia. *H. fulva* conocido como lirio turco, se cultiva en los jardines.

Familia Agavaceae

Las plantas son perennes, herbáceas o leñosas, con hojas en roseta, estrechas, a menudo gruesas y carnosas con el margen comúnmente armado de espinas rectas o curvas. Las flores son bisexuales, actinomorfas, o algo zigomorfas, racimosas o paniculadas; tubo del perianto corto o más bien largo; seis estambres; ovario súpero o infero. El fruto en cápsula loculicida o baya. Las semillas pueden ser numerosas o solitarias. Los géneros de esta familia son *Dracaena*, *Yucca*, *Agave* y *Furcraea*. En la figura 11.4 se muestran algunas especies de la familia.

Las plantas del género *Yucca*, son leñosas con tallos hojosos hasta arriba y flores bisexuales en panículas o racimos. En este género se encuentra la especie *Y. alofolia*, que se conoce por bayoneta o espino y tiene importancia ornamental.

Los representantes del género *Dracaena* tienen el tallo leñoso, hojas aglomeradas en el ápice o dispuestas a lo largo del tallo. Este género tiene en Cuba su único representante de las Antillas, que crece en Moa y Baracoa, *D. cubensis*. La mayoría de las demás especies viven en trópicos del Viejo Mundo.



Fig. 11.4 Familia Agavaceae. *Agave underwoodii*: a, planta florida. *Furcraea seilloa*: b, planta florida. *Polyantes tuberosa*: c, inflorescencia; d, flores aumentadas. *Sansevieria* sp.: e, planta florida; f, flor aumentada.

Las especies del género *Agave* son plantas grandes, carnosas con hojas en roseta cuyos márgenes presentan espinas rectas o curvas, y flores en espiga o panícula en un escapo largo. Son americanas y en general las especies cubanas se llaman magüey; habitan en lugares secos y presentan saponinas en las hojas. *A. furcroydes* es el henequén natural de América Central, de gran importancia en la industria textil, se utiliza para hacer sogas. Se cultiva en lugares áridos costeros.

En el género *Furcraea* se presentan plantas carnosas, a menudo con grandes hojas de margen espinoso. Habitan en América, y se les conoce como pita.

Familia Amaryllidaceae

Los representantes de esta familia son hierbas con pocas hojas localizadas desde la base del tallo o ápice de los bulbos, más o menos lineales. Las flores son vistosas, bisexuales, actinomorfas solitarias y umbeladas en las cimas de los escapos. El fruto en cápsula o carnoso e indehiscente y las semillas generalmente numerosas. Son géneros comunes: *Crinum* e *Hymenocallis*.

Los representantes del género *Crinum*, son hierbas bulbosas, acaules con hojas lineales; flores vistosas, grandes, en umbela. Las plantas de este género se conocen como lirios, y su importancia es ornamental.

El género *Hymenocallis* está representado por hierbas mayormente acaules con bulbos tunicados; hojas lineales o lanceoladas, flores blancas, umbeladas, olorosas; se conocen como lirio de San Juan, y tienen importancia ornamental.

Familia Alliaceae

Esta familia, a diferencia de *Liliaceae*, tiene inflorescencias en forma de umbelas, protegidas en su desarrollo por dos brácteas involucrales. Las flores bisexuales tienen perianto indiferenciado con dos verticilos trimeros; seis estambres; ovario tricarpelar, sincárpico y súpero. Son hierbas con bulbos, fuertemente aromáticas, de distribución extratropical, pero bien conocidas en Cuba como hortalizas importantes. Entre las especies y variedades que se cultivan en Cuba con estos fines comerciales se pueden citar: *Allium cepa* (cebolla) (fig. 11.5d), *Allium sativum* (ajo) (fig. 11.5a, b, c), *Allium porro* (ajo porro) y *Allium fistulosum* (cebollino).

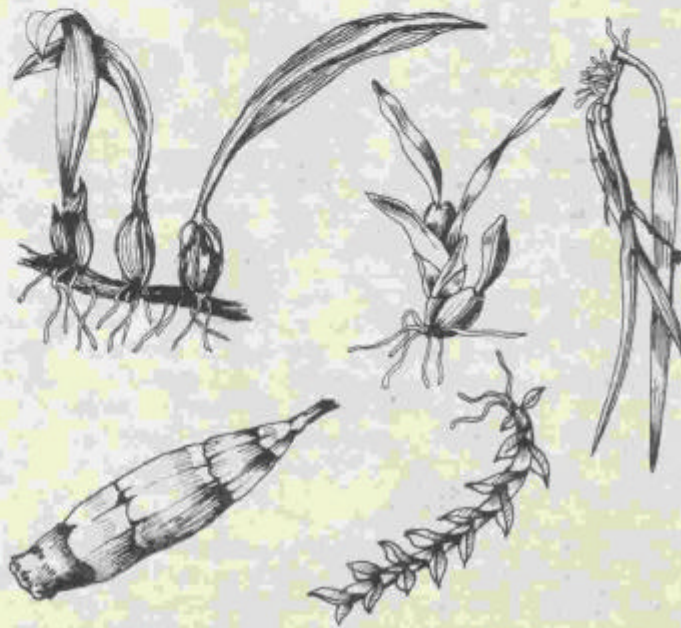


Fig. 11.5 Familia Alliaceae. *Allium sativum*: a, planta florida; b, inflorescencia; c, flor aumentada. *Allium cepa* (variedad *hortense*): d, planta.

Familia Orchidaceae

Las especies de esta familia son hierbas perennes o epífitas, con tallo hojoso o escaposo, frecuentemente engrosado en la base en pseudobulbos y raíces aéreas asimiladoras (Fig. 11.10). Las hojas son indivisas, alternas y casi siempre disticas, algunas veces todas reducidas a escamas, con frecuencia succulentas. La vaina cerrada y rodeando el tallo. Las flores, a menudo de muy bellas formas y colores, pero algunas veces pequeñas y menos coloreadas, pardas o grises, bracteadas, bisexuales y en ocasiones poligamas o monoicas, zigomorfas; la inflorescencia puede ser espigada, racemosa, paniculada, o con flores solitarias. Perianto con seis piezas en dos verticilos, tres exteriores y tres interiores; de las interiores dos son iguales y la otra es grande, vistosa, recubre los órganos sexuales y se denomina labelo. Estambres soldados en una columna con el estilo y el estigma, ginostemo; una o dos anteras fértiles. Polen en polinios; gineceo con ovario infero, tricarpetar, trilobular, a menudo retorcido, con numerosísimos rudimentos seminales. Estilo y estigma unidos con los estambres en el ginostemo. El fruto es generalmente una cápsula con dehiscencia lateral por tres o seis hendiduras longitudinales. Entre los géneros más comunes se pueden citar *Epidendrum*, *Bletia* y *Cattleya*.

Fig. 11.10 Familia Orchidaceae. Vástagos monopódicos y simpódicos.



Las especies de *Epidendrum* son epifitas, con pseudobulbos o sin ellos. Tallos sencillos o ramosos, herbáceos o leñosos. Hojas comúnmente coriáceas. Escapo sencillo o ramoso, flores en racimo. Varias de estas especies son endémicas de Cuba.

Los representantes del género *Bletia* son plantas terrestres o epifitas con pseudobulbos; pocas hojas, articuladas, alargadas; escapo lateral áfilo; flores en racimo. *B. purpurea* vive en América y Cuba y *B. wrightii* es endémica de Pinar del Río.

Entre las orquídeas cultivadas se destacan los géneros *Cattleya*, *Vanda* y *Vanilla*. *Cattleya* posee flores grandes rosadas y aromáticas, es la orquídea más popular de los trópicos americanos. El género *Vanda* es de origen asiático y tiene flores grandes de colores variados. Aunque son pocas las orquídeas que presentan una verdadera utilidad práctica, la vainilla, droga constituida por los frutos aromáticos de *Vanilla planifolia* (fig. 11.11) de México, es una orquídea trepadora de cápsulas angostas y muy largas, de color pardo negruzco en estado seco. Esta especie contiene numerosas y diminutas semillas en una pulpa pardusca de aroma característico.



Capítulo VI: Características de la flora de Cuba.

La flora es el conjunto de especies y otras unidades taxonómicas de cualquier país o región, incluyendo la flora acuática, tanto de agua dulce como de agua salada.

La vegetación es el manto o tapiz vegetal de cualquier país o región considerando todos los hábitos vegetales, como árboles, arbustos, hierbas, etc., sin clasificarlas en sus respectivos taxones, que en su conjunto dan un aspecto particular al paisaje.

La flora de Cuba se caracteriza, entre otros, por tres elementos principales: alto endemismo, riqueza taxonómica y micranthia.

Alto endemismo

Endemismo es el término que se utiliza para considerar el fenómeno de que algunas plantas sean exclusivas de un área: país, cordillera, isla, etc.; es sinónimo de autóctono o indígena. Nuestro país, archipiélago cubano, tiene un alto índice de endemismo, aproximadamente 50 %, superado en el mundo solo por unos pocos territorios, entre ellos Hawái, Madagascar y archipiélago de Juan Fernández en Chile. Una característica del endemismo cubano es la existencia de áreas pequeñas de alto endemismo específico: las mayores son aquellas sobre suelos serpentinosos y latosol... le siguen las calizas costeras muy secas y mogotes y las de menor endemismo son las costas (manglares), llanuras y montañas bajas. En nuestro país hay 67 géneros endémicos y las 3 familias más representadas son *Asteraceae* (12 géneros), *Rubiaceae* (9 géneros) y *Fabaceae* (7 géneros). Generalmente estos géneros no se presentan distribuidos por todo el país, sino que se agrupan en las zonas de Cuba occidental, Cuba central o Cuba oriental.

El endemismo del archipiélago cubano está determinado por diferentes causas, como son:

Aislamiento. Puede ser de dos tipos: aislamiento exterior, producido por el mar que separa a Cuba del resto de las Antillas; aislamiento interior, dado principalmente la diversidad de suelos que hay en el territorio y la variedad del relieve.

Factores geológicos y edáficos. Riqueza de suelos, extensión relativamente grande y dispersa de las serpentinas, los carsos, las pizarras ácidas, así como de las arenas blancas silíceas.

Clima. Han influido los cambios climáticos del Cuaternario, los térmicos, de humedad y la aridez relativa del clima actual.

Relieve. Los cambios de relieve, aunque no influyen directamente, agudizan los factores ecológicos.

Mosaico ecológico. Por todas las causas citadas se originan zonas de alto endemismo; por ejemplo, cuando hay zonas aisladas de serpentina dentro de la caliza o viceversa.

Factores genéticos. Ocurrencia de mutaciones, hibridaciones y adaptaciones.

Riqueza taxonómica

Otra característica de la flora de Cuba es la gran riqueza taxonómica. Se desconoce el total exacto de taxones de nuestra flora, pero se calcula que debe alcanzar una cifra entre 10 000 y 11 000 especies; solo las magnoliofitas conocidas alcanzan aproximadamente la cifra de 6 200 especies; si se tiene en cuenta que el área del país es de 110 922 km² se observa que la densidad de especies de este grupo es alrededor de 0.06 especies por km², lo que constituye una riqueza florística elevada.

Micrantia

La tercera característica de nuestra flora es la *micrantia*, o sea, que hay riqueza de plantas con flores pequeñas, hecho este que implica adaptaciones especiales de los animales polinizadores.

Relación de la flora de Cuba con la región del Caribe

La flora de Cuba se relaciona con la de las Antillas, principalmente La Española, Jamaica y Puerto Rico; además, con el resto de las Antillas y el sur de Estados Unidos; también hay relaciones con la flora de México y América Central y por último con la de América del Sur.

Formaciones vegetales

Las formaciones vegetales representan el aspecto de la vegetación dado por las plantas, su estructura y disposición espacial. Las principales formaciones vegetales se encuentran en equilibrio con las condiciones ecológicas y su posición geográfica.

En Cuba las formaciones vegetales se clasifican en cinco grandes grupos: formaciones arbóreas (bosques), formaciones arbustivas (matorrales), formaciones herbáceas, complejos de vegetación y vegetación secundaria.

Formaciones arbóreas (bosques)

Son aquellas donde predominan los árboles; existen en Cuba ocho tipos de estas formaciones bien diferenciadas entre sí desde el punto de vista estructural y florístico, las cuales se estudiarán a continuación.

Bosque pluvial (pluvilsilva)

Es un bosque sin elementos caducifolios, aunque puede presentar emergentes deciduos, con abundancia de epifitas; se desarrolla en zonas de alto nivel de pluviosidad. Hay presencia de arbustos, herbáceas y trepadoras. Estos bosques se subdividen en bosque de llanura (fig. 12.1) y bosque montano (fig. 12.2). El primero solo está presente en una pequeña zona de Moa y Toa y el segundo en la Sierra Maestra, Imías y Escambray sobre los 400 m sobre el nivel del mar.



Fig. 12.1 Bosque de llanura

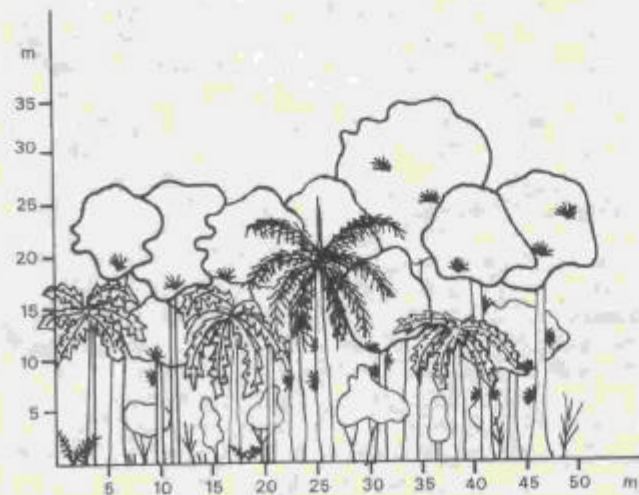


Fig. 12.2 Bosque montano.

Entre los elementos de la flora del bosque pluvial se deben citar: *Bactris cubensis* (palma pajúa, palmilla), *Carapa guianensis* (najesí), *Diospyros caribes*, *Ficus* sp. (jagüeyes), *Manilkara albescens* (ácana), etcétera.

En el bosque montano son frecuentes *Magnolia acuminicola*, *Matayba domingensis* (macurije), *Ocotea cuneata*, *Talauma minor* (marañón de costa), etcétera.

Bosque nublado

Bosque con estrato arbóreo de 8 a 12 m, estrato arbustivo denso, estrato herbáceo con abundancia de briófitos y epífitas. El bosque nublado se desarrolla en general entre los 900 y 1 600 m sobre el nivel del mar, en la Sierra Maestra, Gran Piedra, Sierra del Purial, Sierra de Imías y Sierra del Escambray (fig. 12.3).



Fig. 12.3 Bosque nublado.

Entre las especies que se destacan en esta formación se encuentran: *Brunellia comocladifolia*, *Cordia longipedunculata*, *Cyrilla rademiflora* (yanilla), *Illicium cubense* (anis), *Magnolia cacuminicola*, *Mectrandra reticularis*, etc. Además existen numerosos helechos, entre ellos arborescentes, licopodiáceas; orquídeas terrestres y musgos.

Bosque siempreverde

Es un bosque con menos del 30% de caducidad entre los árboles, hay presencia de arbustos y herbáceas; poco desarrollo de las epífitas y mucho de las lianas. Comprende el bosque mesófilo y macrófilo; el mesófilo está compuesto por árboles de hojas de aproximadamente 13 a 26 cm de longitud. El estrato arbóreo mide de 15 a 25 m, está compuesto de palmas y árboles emergentes; presencia de epífitas y lianas, arbustos y herbáceas. Mayormente se encuentra en alturas submontanas entre 300 y 800 m sobre el nivel del mar.

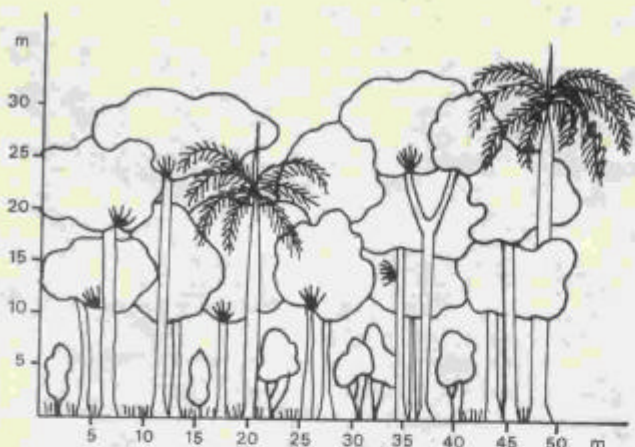


Fig. 12.4 Bosque siempreverde mesófilo.

La composición florística del bosque siempreverde (fig. 12.4) es similar al bosque semidecíduo mesófilo, pero con mayor proporción de especies siempreverdes, por lo cual es menor su porcentaje de caducidad. Entre las especies que se destacan en esta formación pueden citarse *Alchornea latifolia* (aguacatillo), *Amaioua corymbosa* (pitajoni cimarrón), *Calophyllum antillanum* (ocuje), *Dendropanax arboreus* (vibona), *Ficus* sp. (jagüeyes), *Mestichodendron foetidissimum* (jocuma), *Matayba apetala* (macuriye), *Oxandra lanceolata* (yaya) y *Zanthoxylum martinicense* (ayúa) entre otras.



Fig. 12.5 Bosque siempreverde micrófilo.

El bosque siempreverde micrófilo (fig. 12.5) es un bosque con árboles siempreverdes y deciduos; hojas de aproximadamente 1 a 6 cm de longitud; estratos de 12 a 15 m y de 5 a 10 m; hay presencia de epifitas, lianas y arbustos en parte espinosos, algunas cactáceas columnares o arborescentes, otras suculentas y herbáceas. Este bosque se encuentra localizado en calizas costeras y se conoce también con el nombre de monte seco. Entre las especies que se destacan en esta formación es-

tán: *Bourreria succulenta* (agracejo), *Bucida spinosa* (júcaro espinoso), *Bursera simaruba* (almácigo), *Coccoloba diversifolia* (uverillo), *Coccothrinax borhidiana* (guano), *Colubrina arborescens* (bijaguara), *Dendrocerbus nudiflorus* (aguacate cimarrón), *Eugenia maleolens* (guairaje), *Metopium brownei* (guao de costa), *Omphalea trichotoma* (avellano de costa), *Opuntia dillenii* (tuna brava), *Picrodendron macrocarpum* (yanilla), etcétera.

Bosque semideciduo

Posee elementos caducifolios entre el 40 y 65 %, generalmente en el estrato arbóreo superior, presenta arbustos y herbáceas escasas; poco desarrollo de epifitas y abundancia de lianas. Se subdivide en mesófilo y micrófilo.

El bosque semideciduo mesófilo (fig. 12.6) posee árboles de hojas aproximadamente de 14 a 26 cm de longitud. Con dos estratos arbóreos, el superior de 15 a 20 m y hasta 25 m en algunos casos, formado mayormente por árboles deciduos que pueden presentarse emergentes y palmas de más de 25 m de altura. En el estrato arbóreo inferior se encuentran árboles deciduos y siempreverdes esclerófilos. Este bosque se distribuye mayormente en zonas llanas y onduladas de Cuba central y occidental.



Fig. 12.6 Bosque semideciduo mesófilo.

Entre las especies del bosque semideciduo se destacan: *Adelia ricinella*, *Alvaradoa amorphoides*, *Allophylus comina* (palo de caja), *Amyris balsamifera* (cuaba), *Geoffrea inermis* (yaba), *Bursera simaruba* (almácigo), *Casearia mollis* (raspa lengua), *Cedrela odorata* (cedro), *Ceiba pentandra* (ceiba), *Cordia gerascanthus* (varia), *Eugenia lucida* (yaiti), *Pithecellobium cubensis* (moruro), *P. Lenticifolium* (humo), *Zanthoxylum martinicense* (ayúa), *Z. fagara* (chivo), etcétera.

En el bosque semideciduo micrófilo (fig. 12.7) existen árboles con hojas de 1 a 6 cm de longitud aproximadamente. Dos estratos arbóreos de 8 a 10 m y 12 a 15 m respectivamente.

te; árboles deciduos micrófilos, muchas veces espinosos; palmas de hojas palmatifidas. Puede localizarse en llanuras y colinas de Camagüey, Tunas, Holguín y al sur de la Isla de la Juventud.

Entre las especies que se destacan en esta formación pueden citarse *Allophylus cominia* (palo de caja), *Brya* sp. (granadillo), *Bursera simaruba* (almácigo), *Erythroxylon* sp. (arabo o jiba), *Eugenia maleolens* (guairaje), *Malpighia* sp. (palo bronco), *Mastichodendron foetidissimum* (jocuma), *Picramnia pentandra* (aguedita), etcétera.



Fig. 12.7 Bosque semideciduo micrófilo.



Fig. 12.8 Bosque de ciénaga.

Bosque de ciénaga

Presenta un estrato arbóreo de 8 a 15 m y en algunos casos hasta 20 m, con presencia de elementos arbóreos, deciduos heliofitos y epifitos; puede presentar elementos del manglar. El bosque de ciénaga (fig. 12.8) se presenta en zonas periódicas o permanentemente inundadas en ciénagas costeras sobre

suelos ricos en materia orgánica en la península de Guanahacabibes y de Zapata, costa norte entre Matanzas y Camaguey y al sur de la Isla de la Juventud.

Entre las especies presentes en esta formación, puede citarse *Annona glabra* (bagá), *Bucida palustris* (júcaro), *Copernicia* sp. (palma jata), *Dalbergia ecastophyllum* (péndola), *Hibiscus elatus* (majagua), *Sabal parviflora* (palma cana), *Tabebuia angustata* (roble), etcétera.

Bosque de galería

Posee estrato arbóreo de 15 a 20 m (fig. 12.9), estrato arbustivo, hierbas, lianas y epífitas. El bosque de galería está condicionado a las orillas de ríos y arroyos, formado por las especies más heliófilas de la vegetación circundante, entre ellas las palmas. Algunas especies muy comunes son: *Calophyllum antillanum* (ocuje), *Lonchocarpus domingensis* (guamá), *Roystonea regia* (palma real), *Tabebuia angustata* (roble blanco).

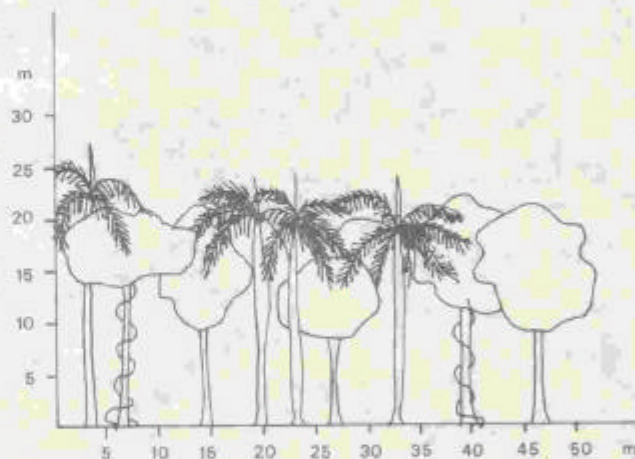


Fig. 12.9 Bosque de galería.

Bosque de mangles (manglares)

Presenta un estrato arbóreo de 5 a 15 m de altura; tiene raíces zancudas y neumatóforos; sin estrato arbustivo y con herbáceas y trepadoras presentes. Se encuentra en costas bajas y cenagosas.

Entre las especies que se destacan en el bosque de mangle (fig. 12.10) se encuentran: *Avicennia germinans* (mangle prieto), *Batis maritima* (hierba de iguana), *Conocarpus erecta* (yana), *Laguncularia racemosa* (patabán), *Rhizophora mangle* (mangle rojo).

Bosque de pinos (pinares)

Posee estrato arbóreo de árboles aciculifolios; un estrato arbustivo y uno herbáceo; pocas epífitas y lianas. Los bosques de pinos pueden subdividirse según el suelo en que se encuentran.



Fig. 12.10 Bosque de mangles



Fig. 12.11 Bosque de pinos.

Entre las especies que se presentan en los pinares de Cuba occidental e Isla de la Juventud, están: *Andropogon* sp. (pajón) *Aristida* sp. (espartillo), *Axonopus* sp., *Blechnum serrulatum*, *Byrsonima* sp. (peralejos), *Coccothrinax* sp. (guano blanco), *Colpothrinax wrightii* (palma barrigona), *Chrysobalanus icaco* (hicaco), *Curatella americana* (vaca buey), *Davilla rugosa* (bejuco colorado), *Pinus caribaea* (pino macho), *P. tropicalis* (pino hembra), *Quercus cubana* (encino), etcétera.

Entre las especies presentes en los pinares (fig. 12.11) de Cuba oriental pueden citarse: *Anemia coriacea*, *Coccothrinax orientalis*, *Eugenia pinetorum*, *Eupatorium*, *Jacaranda arborea* (abey), *Pinus cubensis*, *Pinus mestrensis*, etcétera.

Formaciones arbustivas (matorrales)

En estas formaciones predominan los arbustos, pueden presentarse o no árboles emergentes. A continuación se estudiarán los distintos tipos de matorrales.

Matorral xeromorfo costero y subcostero (manigua costera)

Es un matorral con arbustos y árboles emergentes achaparrados, elementos deciduos mayormente esclerófilos, micrófilos, nanófilos, y espinosos; en ocasiones puede tomar el aspecto de un bosque arbustoso, con plantas suculentas, palmas, herbáceas y lianas. Puede presentarse en calizas costeras.

Entre los elementos de la flora que se encuentran en el matorral xeromorfo están: *Agave* sp. (magüeyes), *Coccothrinax* sp. (guano blanco), *Cordia* sp., *Dendrocereus nudiflorus* (aguacate cimarrón), *Eugenia* sp. (guairaje), *Guaiacum officinale* (guayacán), *Jacquinia berterii* (manajucillo), *Lantana* sp., *Leptocereus* sp., etcétera.

La abundancia de plantas suculentas puede llegar a ser notable, sobre todo en la costa sur de las provincias orientales; se destaca la presencia de agaves y cactáceas.

Matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina (cuabal)

Es un matorral con un estrato arbustivo denso de 2 a 4 m con árboles emergentes de 4 a 6 m, plantas herbáceas dispersas, palmas, epifitas y abundancia de lianas.

El matorral xeromorfo se presenta principalmente en llanuras y alturas bajas sobre suelos derivados de serpentinitas (serpentina). Entre las especies que se destacan en esta formación pueden citarse: *Bucida ophitica*, *Bursera angustata*, *Coccoloba* sp., *Coccothrinax* sp. (miraguano), *Copernicia* sp. (palma jata), *Neobracea valenzuelana*, *Phyllanthus orbicularis* (alegría), etcétera.

Matorral xeromorfo subespinoso sobre serpentina (charrascal)

Matorral con estrato arbustivo denso de 4 a 6 m, con arbustos emergentes de 7 a 10 m; hay presencia de herbáceas dispersas, lianas y epifitas. Se presenta en llanuras, zonas colinosas y montañosas, sobre suelos derivados de serpentinas en Cuba oriental.

Entre las especies presentes en esta formación se encuentran: *Ariadne shaferei*, *Coccoloba* sp., *Erythroxylum* sp., *Mocroton* sp., *Phyllanthus* sp., *Rheedia* sp. (manajú), *Spathelia cubensis*, etcétera.

Matorral subalpino (monte fresco, monte frío)

Es el matorral de arbustos achaparrados de alrededor 3 m de altura que presenta plantas suculentas, epifitas y petrófitas trepadoras. El matorral subalpino solo se encuentra en el macizo del Turquino por encima de 1 600 m sobre el nivel del mar.

Entre las especies que se destacan en esta formación se pueden citar: *Agave* sp. (magüey), *Juniperus saxicola* (sabina), *Paranthe cubensis*, *Myrica cacauminis*, *Rubus turquinensis* (zarzamora), etcétera.

Formaciones herbáceas con predominio de especies herbáceas

Comunidades acuáticas de agua dulce

Tienen especies que pueden encontrarse libremente flotantes y otras enraizadas. Entre las flotantes están: *Azolla caroliniana*, *Eichhornia* sp. (malagueta), *Lemna minima*, *Salvinia auriculata*, *Utricularia* sp., etc., y entre las enraizadas se encuentran *Brassia schreberi* (mazorra), *Cabomba platyensis* (ayum), *Hydrocotyle umbellata* (ombligo de Venus), *Myriophyllum* sp., *Nymphaea* sp. (ova), *Nymphoides* sp., *Potamogeton* sp., *Najas* sp., etcétera.

Comunidades halófitas (salinas)

Están formadas por plantas mayormente herbáceas y suculentas que admiten altos niveles de salinidad.

Entre las especies que se destacan en esta formación pueden citarse: *Batis maritima* (yerba de iguana), *Heliotropium curassavicum* (alancracillo de playa), etc. Suelen corresponder también a esta formación herbazales de ciénaga y herbazales de orillas de ríos y arroyos.

Complejos de vegetación

Los complejos de vegetación comprenden grupos de comunidades vegetales afines, que se distribuyen de forma específica en cada territorio, al que le imprimen características particulares.

Vegetación de mogotes

Es una vegetación arbustosa, con un estrato arbóreo de 5 a 10 m de altura, discontinuos, con palmas y árboles caducifolios; presencia de plantas suculentas y epifitas; hay abundancia de lianas. Se presenta en montañas de cono cónico (mogotes), y forma un complejo de formaciones vegetales con los bosques semidecíduos y siempreverdes.

Las formaciones mogotiformes pueden localizarse en Cuba occidental, donde son las más representativas; también se encuentran en la región central de las provincias orientales.

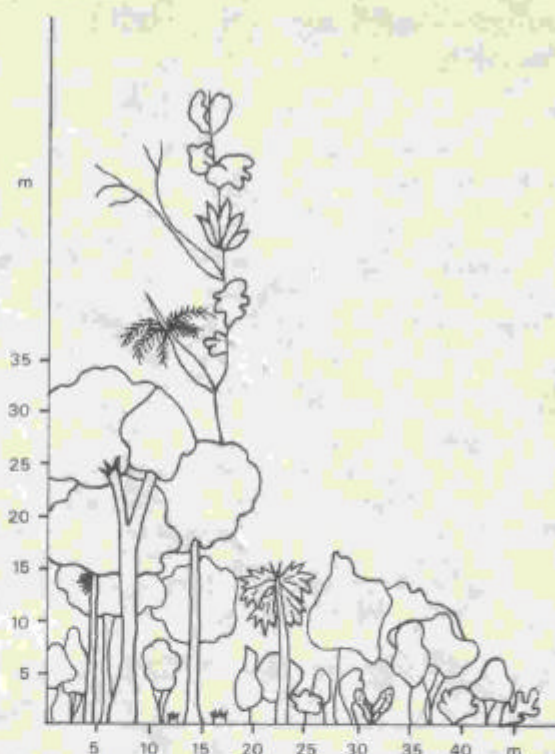
Entre las especies que aparecen en Cuba occidental, están: *Agave* sp. (magüey), *Bombacopsis cubensis* (ceibón), *Erythrina cubensis* (piñón de sierra), *Leptocereus* sp., *Plumeria sericea* (lirio), *Thouinia nervosa*, etcétera.

Las especies que se destacan en los mogotes (fig. 12.12) de Cuba en la región central de las provincias orientales son: *Coccolobus* sp., *Eupatorium caribaeum*, *Hemithrinax compacta*, *Phyllanthus epiphyllanthus* sp., *Zanthoxylum coriaceum*, etcétera.

Vegetación de costa rocosa

Son comunidades abiertas con plantas suculentas grandes y pequeñas, arbustos pequeños, a veces achaparrados; plantas herbáceas.

Fig. 12.12 Vegetación de mogotes.



Entre las especies que caracterizan este complejo pueden citarse: *Borrichia arborescens*, *Chamaesyce buxifolia*, *Erithalis fruticosa*, *Flaveria linearis*, *Opuntia dillenii* (tuna brava), *Rachicallis americana* (oreja de ratón), *Sesuvium maritimum* (verdolaga de mar), *Sesuvium portulacastrum* (verdolaga de playa), etcétera.

Vegetación de costa arenosa

Incluye plantas herbáceas y subfruticasas dispersas, entre las que pueden aparecer especies arbóreas, mayormente de mangles y la uva caleta (*Coccoloba uvifera*).

Entre las especies que se destacan se encuentran *Borrichia arborescens*, *Canavalia maritima* (frijol de playa), *Cenchrus tribuloides* (guizazo), *Erithalis fruticosa*, *Messerschmidia gnaphalodes* (incienso), *Scaevola plimieri*, *Surlana maritima* (cuabilla de costa), etcétera.

Vegetación secundaria

Son las comunidades que surgen como consecuencia de la degradación de la vegetación natural y su complejidad estructural se relaciona con niveles de su desarrollo sucesional. Para describir la vegetación secundaria puede ampliarse citando especies abundantes que caractericen los estratos de la vegetación de interés; por ejemplo, bosques secundarios con abundancia de palma real y ceiba.

Pronunciación de los fonemas en latín popular y clásico

Latín popular

Se escribe	Se pronuncia
cya-	[cia]
-phy-	[fi]
-ceae-	[ce]
Chroo-	[croo]
-neo-	[eo]
-ll-	[l]
-ae-	[e]
Py-	[pi]
-rr-	[rr]
-ium-	[ium]
-io-	[o]
sc-	[Ce]
-th-	[t]
oe-	[oe]
-ai-	[ai]
-rhi-	[ri]
chae-	[que]
-aeo-	[eo]
-tyo-	[tio]
-ss-	[s]
-ia-	[ia]
-oea-	[ea]
-ie-	[ie]
-ieae	[ieai]
-eae-	[eai]
j-	[y]
-ova	[ova]
-mn	[mn]
-ff	[f]

Latín clásico

Se escribe	Se pronuncia
Cyanophyta	[kianofita]
Cyanophyceae	[kianofikiai]
Oscillatoria	[Oskil-latoria]
Anabaena	[Anábaina]
Bacillariophyceae	[Bakil-larofikeai]
Scenedesmus	[Kenedesmus]
Oedogoniaceae	[Oidogoniákeai]
Avrainvillea	[Avrainvil-tea]
Chaetomorpha	[kaitomorfa]
Phaeophyta	[Faiofita]
Tricogloea	[Trikogloia]
Gelidiella	[Guelidiel-la]
Corallineae	[Koral-lineai]
Callitamnion	[Kal-litanion]

Ejemplo	Se pronuncia
Cyanophyta	[Cianofita]
Cyanophyceae	[Cianofice]
Chroococcales	[Croococcales]
Gloeocapsa	[Gleocápsa]
Oscillatoria	[Oscilatória]
Anabaena	[Anabena]
Pyrrophyta	[Pirrofitia]
Peridinium	[Peridinium]
Bacillariophyceae	[Bacilarofice]
Scenedesmus	[cenedésmus]
Ulothrix	[Ulótrix]
Oedogoniaceae	[Oedogoniáce]
Avrainvillea	[Avrainvilea]
Rhipilia	[Ripilia]
Chaetomorpha	[Quetomórfa]
Phaeophyta	[Feofita]
Dictyota	[Dictiofa]
Sargassum	[Sargasum]
Bangiales	[Bangiales]
Tricogloea	[Tricoglea]
Gelidiella	[Guelidiella]
Melobesia	[Melobesia]
Corallineae	[Corallineai]
Jania	[Yania]
Crovania	[Crovania]
Callitamnion	[Calitamnion]
Griffithsia	[Grifisia]

Claves para la clasificación de las algas verdes*

1. a) Estructuras siphonales 3
- b) Plantas filamentosas o foliáceas 2
2. a) Células pequeñas, uninucleadas, un cromoplasto parietal y un núcleo.
 Pared celular lisa *Ulotrichales*
- b) Células grandes o filamentos uniseriados. Cromoplasto reticulados o fragmentado.
 Multinucleado. Pared celular estriada *Cladophorales*
3. a) Células cenocíticas septadas, menos en las ramificaciones. Cromoplastos reticulados
 o discoides *Siphonocladales*
- b) Células cenocíticas sin septos. Cromoplasto discoidal. Sin pirenoides 4
4. a) Con estolón rastrero. Ramas erectas muy diferenciadas *Caulerpales*
- b) Sin estolón rastrero 5
5. a) Sin simetría radial *Codiales*
- b) Con simetría radial *Dasycladales*

Orden Ulotrichales. Familia Ulvaceae

Clave para géneros

1. a) Filamentos en forma de tubos huecos multicelulares *Enteromorpha*
- b) Filamentos multicelulares en forma foliácea 2
2. a) Con una sola capa de células de grosor *Monostroma*
- b) Con dos capas de células de grosor *Ulva*

Orden Cladophorales. Familia Cladophoraceae

Clave para géneros

1. a) Filamentos no ramificados o con ramificaciones cortas y simples 2
- b) Filamentos abundantemente ramificados *Cladophora*
2. a) Sin ramificaciones. Células más o menos en forma de barril *Chaetomorpha*
- b) Células mucho más largas que anchas. Cuando tienen ramificaciones son cortas y
 con forma de espuelas *Rhizoclonium*

Orden Siphonocladales

Clave para familias

1. a) Plantas globosas, estrosas o formando colchones de filamentos *Valoniaceae*
- b) Plantas filamentosas, foliáceas o reticuladas 2
2. a) Filamentos ramificados que pueden terminar en brochas estipuladas *Siphonocladaceae*
- b) Foliáceos o reticulados 3
3. a) Foliáceas, formando un encaje o reticuladas sin estipe *Anadyomenaceae*
- b) Reticuladas con estipe o formando hojas o masas esponjosas *Boodleaceae*

* Elaboradas por la licenciada Ana María Suárez

Familia Valoniaceae

Clave para géneros

1. a) Unicelulares *Halicistis* 2
b) Multicelulares 3
2. a) Formas globosas 4
b) Costrosas o en bolsas *Valonia*
3. a) Superficie lisa *Dictyosphaeria*
b) Superficie con células poligonales que dan apariencia rugosa
4. a) Bolsas o almohadas de hasta 2.5 cm de altura, de filamentos entrelazados *Valoniopsis*
b) Pequeñas, costrosas, superficie lisa un poco calcificada, hasta 5 mm de espesor *Petrosiphon*

Familia Siphonocladaceae

Clave para géneros

1. a) Filamentos ramificados 2
b) Estipe monosiphonal, anillado, terminado en filamentos muy ramificados que le dan forma de brocha *Chamaedoria*
2. a) Célula basal evidentemente más larga o por lo menos distinta a las demás 3
b) Célula basal más o menos semejante a las otras. Ramas sin pared basal *Cladophoropsis*
3. a) Ramificación unilateral o radial. Reptante en masas densas *Siphonocladus*
b) Ramificación verticilada *Ernodesmis*

Familia Anadyomenaceae

Clave para géneros

1. a) Formas aplanadas multisiphonales. Ramificación policotómica en forma de abanico, con células intercalares *Anadyomene*
b) Estructura en forma de red. Perforaciones más o menos iguales *Microdyction*

Familia Boodleaceae

Clave para géneros

1. a) Estructura en forma de red, con estipe evidente *Struvea*
b) Hojas o masa irregulares esponjosas *Boodlea*

Orden Codiales

Clave para familias

1. a) Ramificación plumosa con un eje principal evidente *Bryopsidaceae*
b) Ramificación variada. A veces con estipes gruesos. Calcificadas o esponjosas *Codiaceae*

La familia *Bryopsidaceae* posee un solo género: *Bryopsis*.

Familia Codiaceae

Clave para géneros

1. a) Plantas filamentosas. Ramificación dicotómica o tricotómica o irregular, con constricciones basales *Boodleopsis* 2
b) No filamentosas 3
2. a) Brochas estipuladas 4
b) Brochas no estipuladas
3. a) Brocha de filamentos unidos como bolitas y generalmente en varios pisos *Rhipocephalus*

- b) Brocha en filamentos libres ramificados *Penicillus*
4. a) Talo plano a veces rizado formado por una o dos láminas con estipe 5
- b) Talo cilíndrico o con articulaciones entre láminas generalmente planas. Sin estipe o eje principal 7
5. a) Sin calcificación 6
- b) Calcificadas aunque sea en parte *Udotea*
6. a) Lámina muy delgada de filamentos muy entrelazados que le dan apariencia porosa *Rhipilia*
- b) Láminas gruesas y esponjosas de color oscuro *Ayrainvillea*
7. a) Esponjoso. Ramificaciones indefinidas y semejantes *Codium*
- b) Calcificado *Halimeda*
- El orden *Caulerpales* tiene una sola familia, *Caulerpaceae* y un solo género, *Caulerpa*.

Orden Dasycladales. Familia Dasycladaceae

Clave para géneros

1. a) No calcificadas. Eje central con ramitas verticiladas 2
- b) Calcificadas 3
2. a) Eje totalmente cubierto de ramitas *Dasycladus*
- b) Parte inferior del eje sin ramitas *Batophora*
3. a) Sin ramificaciones 4
- b) Ramificados. Con penachos en las últimas ramificaciones *Cympolia*
4. a) Pequeñas, simples, cilíndricas, con superficie continua *Neomeris*
- b) Con discos estipulados 5
5. a) Esporas sin calcio *Acetabularia*
- b) Esporas con calcio 6
6. a) Corona inferior presente *Acicularia*
- b) Corona inferior ausente *Chalmasia*

Claves para la clasificación de las algas pardas*

1. a) Plantas filamentosas o costrosas 2
 b) Plantas no filamentosas 3
2. a) Filamentos uniseriados, ramificados. Un solo plastidio generalmente axial
 *Ectocarpales*
 b) Filamentos multiaxiales, corticados. Pueden ser también muy pequeñas y costrosas
 *Chordariales*
3. a) Membranosas, aplanadas o globosas 4
 b) Talo cilíndrico, corticado, con ramificación monopodial 5
4. a) Membranosas o aplanadas. Crecimiento apical o marginal. Reproducción asexual por tetrasporas y sexual por oogonios. Gran desarrollo de soros *Dictyotales*
 b) Globosas, tubulares o reticuladas (perforadas). Reproducción asexual por esporocistos uniloculares y gametocistos pluriloculares. Crecimiento difuso o intercalar
 *Dictyosiphonales*
5. a) Extremo de las ramas con tufos de pelos. Reproducción asexual por esporocistos uniloculares; gametofito filamentoso, microscópico. Reproducción sexual por oogonios
 *Sporochnales*
 b) Parenquimatosas, con médula filamentosa. Receptáculo con conceptáculos. Presencia de flotadores *Fucales*

Orden Ectocarpales. Familia Ectocarpaceae

Clave para géneros

1. a) Esporocistos intercalares. Plastidios estrellados *Bacheletia*
 b) Esporocistos esparcidos fuera del talo 2
2. a) Plastidios acintados *Ectocarpus*
 b) Plastidios discoideos *Giffordia*

Orden Dictyotales. Familia Dictyotaceae

Clave para géneros

1. a) Talo aplanado o lobulado. A veces inciso 4
 b) Talo acintado o ramificado 2
2. a) Con nervadura central *Dictyopteris*
 b) Sin nervadura central 3
3. a) Médula con una sola capa de células *Dictyota*
 b) Médula con dos o más capas de células *Dilophus*
4. a) Margen redondeado y arrollado. Zonada *Padina*
 b) Margen liso, puede ser zonada o no 5
5. a) Nervadura central en la parte inferior del talo *Zonaria*
 b) Sin nervaduras 6
6. a) Muy incisa. Lóbulos muy irregulares 7
 b) Entera o poco incisa. Líneas oscuras longitudinales *Pocokiella*
7. a) Con zonación formada por esporocistos y pelos *Stypopodium*
 b) Sin zonación *Spatoglossum*

* Elaboradas por la licenciada Ana María Suárez

Orden Dictyosiphonales. Familia Scytosiphonaceae

Clave para géneros

1. a) Plantas alargadas cilíndricas o planas 2
- b) Globosas, sinuosas o perforadas 3
2. a) Talo y ramificaciones sólidas, frecuentemente comprimido *Chnoespora*
- b) Talo cilíndrico y tubular. Hueco *Rosenvigea*
3. a) Sinuosa muy lobulada *Colpomenia*
- b) Reticulada *Hydroclathrus*

Orden Sporochneales. Familia Sporochneaceae

Clave para géneros

1. a) Ramificación simpodial. Esporocistos sin papilas fértiles. Sétiles *Nereia*
- b) Ramificación monopodial. Esporocistos en ramitas laterales especializadas *Sporochnus*

Orden Fucales. Familia Sargassaceae

Clave para géneros

1. a) Ramificaciones de tres tipos. Asimiladoras, foliáceas, vesículas flotadoras y receptáculos *Sargassum*
- b) Ramificaciones de dos tipos. Asimiladoras piramidales con vesícula interior y receptáculos *Turbinaria*

Clave para la clasificación de las algas rojas

Clase Rhodophyceae. Subclase Bangiophycidae. Orden Bangiales

Clave para familias

- a) Plantas pequeñas, filamentosas, erectas o costrosas, uniseriadas o poliseriadas *Bangiaceae*
- b) Plantas microscópicas, muy ramificadas. Generalmente de color violeta oscuro a grisáceo. Multiaxiales *Compsogonaceae*

Familia Bangiaceae

Clave para géneros

- 1. a) Pluricelulares. Células en varias filas. Sin ramificación *Erythrotrichia*
- b) Filamentos uniseriados, erectas o costrosas. Ramificadas y epifitas 2
- 2. a) Frecuentemente forman discos y su porción central se hace parenquimatosa *Erythrocladia*
- b) No forman discos, generalmente uniseriadas 3
- 3. a) Ramificación abundante y pseudodicotómica o irregular 4
- b) Ramificación generalmente lateral y a veces ausente. Cromatóforo radial o axial *Bangiopsis*
- 4. a) Células generalmente irregulares y largas. Color gris verdoso *Asterocystis*
- b) Célula cortas. Color rosado o rojo *Goniotrichum*

Subclase Floridophycidae

Clave para órdenes

- 1. a) Médula filamentosa o multiaxial. Tetrásporas cruzadas o zonadas 2
- b) Médula uniaxial. Tetrásporas cruzadas o tetrahédricas 4
- 2. a) Filamentos uniseriados o de médula filamentosa. Sin célula auxiliar. Monósporas *Nemalion*
- b) Uniaxiales o multiaxiales. Con célula auxiliar 3
- 3. a) Célula auxiliar antes de la fecundación en rama especial. Estructuras cilíndricas o foliáceas que pueden ser calcificadas *Chryptonemia*
- b) La célula auxiliar es una rama carpogonial o la misma de soporte. Nunca calcificadas *Gigartinales*
- 4. a) Sin célula auxiliar. Con células nutritivas. Cilíndricas, membranosas o foliáceas *Gelidiales*
- b) Con célula auxiliar 5
- 5. a) Célula auxiliar, filial de la soporte. Se observa antes de la fecundación *Rhodymenial*
- b) Célula auxiliar es una pericentral que será auxiliar después de la fecundación *Ceramiales*

Orden Nemalionales

Clave para familias y géneros

1. a) Filamentos uniseriados y ramificados, de color rojo-rosado. Los filamentos pueden terminar en pelos. Un cromatóforo que a veces puede dividirse Familia *Acrochaetiaceae*
 b) Género *Acrochaetium* 2
2. a) Cistocarpos inmersos 3
 b) Cistocarpos externos. Ejes con pequeñas ramitas. Con estolón rastrero Familia *Bonnemaisoniaceae*
 b) Género *Asparagopsis*
3. a) Sin superficie cortical continua y sin pericarpo. Multiaxial. Las ramitas terminales filamentosas sor. radiales Familia *Helminthocladiaceae*
 b) Células corticales forman superficie continua. Con pericarpo. Calcificadas. Muchas veces con constricciones en las bases de las ramificaciones Género *Galaxaura*
4. a) Cistocarpos en filamentos involucrados. Poco calcificada Género *Trichogloea*
 b) Cistocarpos sin filamentos involucrados. Pueden ser calcificadas Género *Llagora*

Orden Gelidiales

Clave para géneros

1. a) Médula filamentosa con rizinas. Aplanadas, membranosas, con proliferaciones marginales *Pterocladia*
 b) Médula uniaxial o multiaxial, pero siempre celular 2
2. a) Médula uniaxial 3
 b) Médula multiaxial 4
3. a) Sin rizinas interiores *Gelidiella*
 b) Con rizinas interiores *Gelidium*
4. a) Esporocistos tetrahédricos generalmente. Células medulares menores que las subcorticales y con paredes gruesas *Gelidiopsis*
 b) Esporocistos zonados. Células medulares de pared fina *Wurdemannia*

Orden Chryptonemiales

Clave para familias

1. a) Plantas costrosas, sin filamentos libres *Squamariaceae*
 b) Plantas erectas, foliáceas o muy ramificadas 2
2. a) Muy calcificadas, puede haber algunas costrosas. Esporocistos en conceptáculos *Corallinaceae*
 b) No calcificadas 3
3. a) Médula biaxial *Rhizophyllidaceae*
 Género *Ochtodes*
 b) Médula multiaxial con células estrelladas. Cartilaginosa a membranosas ramificadas o no *Grateloupiaaceae*

Familia Corallinaceae

Clave para géneros

1. a) Costrosas o erectas, no articuladas 2
 b) Erectas con segmentos calcificadas articulados 8
2. a) Tetrásporas zonadas en criptas individuales *Archaeolithothamnion*
 b) Tetrásporas agrupadas en conceptáculos 3
3. a) Conceptáculos con numerosos poros de salida 4
 b) Conceptáculos con un solo poro de salida 5
4. a) Costrosas, delicadas. Monostromáticas en la parte vegetativa *Melobesia*

b) Costrosas masivas. Polistromáticas	<i>Lithothamnion</i>	6
5. a) Sin heterocistos. Generalmente costrosas		7
b) Con heterocistos. Generalmente erectas	<i>Fosliella</i>	
6. a) Con una a tres capas de células en la parte vegetativa	Conceptáculos parcial-	
b) Con muchas capas de células y parte erecta en base costrosa.	mente inmersos	
	<i>Lithophyllum</i>	
7. a) Heterocistos esparcidos	<i>Goniolithon</i>	
b) Heterocistos agrupados	<i>Porolithon</i>	
8. a) Conceptáculos en la superficie de dos segmentos. Ramificación dicotómica o irregu-		
lar	<i>Amphiroa</i>	9
b) Conceptáculos en los segmentos terminales		
9. a) Ramificación dicotómica	<i>Jania</i>	
b) Ramificación lateral, alterna u opuesta	<i>Corallina</i>	

Orden Gigartinales

Clave para géneros

1. a) Médula uniaxial		2
b) Médula multiaxial		3
2. a) Extremo de las ramificaciones generalmente encorvado. Con cinco células pericentrales triangulares o piramidales mayores que la central. Ejes y ramas cilíndricas		
	<i>Hypnea</i>	
b) Eje y ramificaciones cilíndricas o aplanadas. De cinco a siete células pericentrales de tamaño semejante a la central. Tetrásporas superficiales	<i>Gracilaria</i>	
3. a) Médula multiaxial celular. Córtex con filas de células anticlinales. Cilíndricas, a veces comprimidas y con proliferaciones laterales	<i>Gymnogongrus</i>	4
b) Médula multiaxial filamentosas		
4. a) Plantas pequeñas, aplanadas. Las ramificaciones tienen constricciones que le dan aspecto de segmentos ovalados	<i>Catenella</i>	5
b) Plantas medianas o grandes		
5. a) Córtex con filas de células anticlinales rodeando a la médula. Ejes y ramificaciones cilíndricas, a veces algo aplanadas. Esporocistos en soros inmersos	<i>Gigartina</i>	6
b) Sin filas de células anticlinales		
6. a) Plantas de mediano tamaño, ramificadas en un plano. Foliáceas. Crecimiento marginal	<i>Cystoclonium</i>	7
b) Células corticales pequeñas de tamaño semejante		
7. a) Ramificaciones cilíndricas lisas	<i>Agardhiella</i>	
b) Ramificaciones cilíndricas con papilas o espinas	<i>Eucheuma</i>	

Orden Ceramiales

Clave para familias

1. a) Estructura cilíndrica		2
b) Membranosas, foliáceas en forma de hojitas con nervaduras	<i>Delesseriaceae</i>	
2. a) Corticadas a tramos. Monosifonal	<i>Ceramiceae</i>	3
b) No corticadas a tramos. Polisifonal		
3. a) Talo polisifónico no corticado. Ramas terminando en extensiones filiformes incoloras	<i>Dasyaceae</i>	
b) Talo polisifónico corticado o no. Sin extensiones filiformes incoloras	<i>Rhodomelaceae</i>	

Familia Ceramiceae

Clave para géneros

1. a) Talo en forma de red, completamente perforado. Mallas regulares de consistencia esponjosa	<i>Haloplegma</i>	2
b) Talo de otra forma		

2. a) Con estolones rastreros	<i>Spermothamnion</i>
b) Sin estolones rastreros	3
3. a) Ramificación verticilada	4
b) Ramificación no verticilada	5
4. a) Sin corticación	<i>Crouania</i>
b) Con corticación rizoidal, cubriendo las células del eje principal de forma incompleta	<i>Wrangelia</i>
5. a) Ramificación monopodial. Filamentos monosifonales con corticación celular. Terminación de los pelos más o menos en punta con corticación en X	<i>Spyridia</i>
b) Ramificación dicotómica, bilateral, alterna, etc.	6
6. a) Células grandes (hasta de 3 mm de longitud). Con tricoblastos verticilados que se caen con facilidad	<i>Griffithsia</i>
b) Sin tricoblastos	7
7. a) Corticación a tramos. Ramificaciones finales, terminales, con pelos largos y finos	<i>Callithamnion</i>
b) Ramificación opuesta, bipinnada o regular	<i>Gymnothamnion</i>

Familia Dasyaceae

Clave para géneros

1. a) Talo en forma de red con un eje principal evidente	<i>Dictyurus</i>
b) Talo cilíndrico	2
2. a) Muy ramificado en las ramas extremas con filamentos monosifonales	<i>Heterosiphonia</i>
b) Ramificación simpodial	3
3. a) Células pericentrales evidentes, sin espinas	<i>Dasya</i>
b) Células pericentrales con corticación gruesa, con espinas	<i>Dasyopsis</i>

Familia Rhodomelaceae

Clave para géneros

1. a) Hojas o cintas con nervadura más o menos evidente	2
b) Talo cilíndrico o aplanado pero sin nervadura	4
2. a) Ápices enrollados. A veces sin corticación	3
b) Ápices planos. Corticados. Ramas alternas	<i>Vidalia</i>
3. a) Ramas opuestas	<i>Enantiocladia</i>
b) Ramas alternas	<i>Amansia</i>
4. a) Célula apical hundida en cavidades apicales	5
b) Célula apical libre y expuesta	7
5. a) Con estolones, rizoides y talos erectos	<i>Bostrychia</i>
b) Sin estolones	6
6. a) Esporocistos en estiquidios. Se pueden distinguir cinco células pericentrales en las partes viejas	<i>Chondria</i>
b) Esporocistos esparcidos. Las células pericentrales no pueden distinguirse en las partes viejas	<i>Laurencia</i>
7. a) Ramificación radial	8
b) Ramificación dorsiventral. Sin corticación. Con filamentos rastreros y erectos	16
8. a) Tricoblastos ausentes	9
b) Tricoblastos presentes. Sin espinas	14
9. a) Sin diferenciación en ramas definidas e indefinidas	10
b) Ramas indefinidas y ramitas definidas	11
10. a) Tres células pericentrales	<i>Falkenbergia</i>
b) Cuatro o más células pericentrales	<i>Polysiphonia</i>
11. a) Ramitas definidas con espinas	12
b) Ramitas sin espinas. Filiformes	13
12. a) Ramitas irregulares	<i>Acanthophora</i>
b) Ramitas en tres planos	<i>Bryothamnion</i>

13. a) Ramitas en espiral *Bryocladia*
 b) Ramitas irregulares *Digenia*
 14. a) Sin corticación de rizoides exteriores *Murayella*
 b) Con corticación de rizoides exteriores en la parte inferior 15
 15. a) Cuatro células pericentrales *Lophocladia*
 b) De cinco a siete células pericentrales *Brongniartella*
 16. a) Filamentos erectos sin ramificación. De 2 a 7 mm de alto *Lonphosiphonia*
 b) Filamentos erectos con ramas definidas o indefinidas. Producidas de una forma irregular y de hasta 10 cm de alto *Herposiphonia*