

Morfología de Plantas Vasculares

Tema 3: Adaptaciones del cormo

Tema 3.1: Factores ecológicos. Adaptaciones al agua y a la temperatura

Los órganos vegetativos de los cormófitos a menudo se hallan transformados o metamorfoseados de manera diversa. Tanto la forma externa como la estructura interna están adaptados más o menos estrechamente a su modo de vida y a su ambiente, es decir a sus residencias ecológicas. Por esta razón, presiones selectivas similares determinan características convergentes en plantas que viven en regiones diferentes pero con igual clima, o características vegetativas parecidas en plantas de muy diversas familias.

Las presiones selectivas determinan formas similares incluso en órganos con distinto origen: por ejemplo hay hojas con aspecto y función de raíces.

Estos órganos de origen diferente que cumplen la misma función se designan como **análogos**, en tanto que los órganos de igual origen son **homólogos** aún cuando tengan diferente función.

Cada especie ocupa un nicho ecológico propio, caracterizado por una combinación específica de condiciones referentes a humedad, calor, luz y sales nutritivas, y presenta una determinada amplitud ecológica, es decir un intervalo de variación dentro del cual puede vivir. Una especie con gran amplitud ecológica es una especie **eurioica**, mientras que las especies que habitan en lugares de ambiente muy preciso, definido, reciben el nombre de **estenoicas**.

Los factores ecológicos más importantes a los que deben adaptarse los cormófitos son:

Factores	Tipos de plantas	
Agua y temperatura	poikilohídricas	reviviscentes
	homoiohídricas	<ul style="list-style-type: none">mesófitastropófitasterófitas efímerasgeófitasxerófitashidrófitashigrófitas
Luz	<ul style="list-style-type: none">trepadorashemiepífitasepífitas	
Condiciones anormales de nutrición	heterótrofas (parcial o totalmente)	<ul style="list-style-type: none">hemiparásitasholoparásitascarnívoras
	halófitas	

1. ADAPTACIONES AL AGUA Y LA TEMPERATURA

Los vegetales están adaptados a hábitats diferentes por el clima y la cantidad de agua disponible para las plantas. El factor térmico interfiere intensamente con el factor hídrico; por un lado, el efecto de las altas temperaturas puede reducirse si hay agua abundante; por otro lado, las temperaturas inferiores a 0° pueden provocar la desecación por helada al congelar el agua del suelo.

Las plantas **poikilohídricas** están en equilibrio con la humedad atmosférica del ambiente, de la cual depende la hidratación de sus células. Se llaman plantas **reviviscentes**, ya que pueden sufrir, sin morir, una desecación extrema, y al disponer de agua reanudan las funciones normales.

Entre ellas están las briófitas y algunas pteridófitas como *Selaginella lepidophylla*, planta de la resurrección (Ingrouille, 1992) y *Polypodium squalidum*, especie nativa de Corrientes.

Polypodium squalidum bien hidratado (izq.), y totalmente desecado, con vida (der.).



Las plantas **homoiohídricas** son independientes de la humedad atmosférica, tienen raíces u otros recursos para obtener agua (Ingrouille, 1992). Los vegetales que viven en ambientes con humedad y temperatura medianas son los **mesófitos**.

Hay plantas óptimamente adaptadas al ritmo de variaciones climáticas que se dan a lo largo del año: **tropófitas**, su aspecto externo y su ritmo fisiológico se transforman en correlación con el clima. Puede haber variación periódica de temperatura en las zonas templadas, o alternación de estaciones seca y lluviosa en zonas tropicales. Son formas **deciduas** con hojas caedizas, pierden las hojas al comenzar la estación seca para evitar la transpiración.

Otras plantas terrestres con adaptaciones distintas son las **geófitas** y las **xerófitas**. Las **hidrófitas** son las plantas acuáticas

A. Terófitos efímeros

Son plantas que escapan a los períodos de sequía ambiental con ciclos de vida muy cortos, desarrollados durante el breve período en que el agua está disponible. Las semillas pasan el período desfavorable con el embrión en estado de vida latente. Este tipo de plantas es característico de los desiertos, con estaciones lluviosas muy cortas.

Adaptaciones al agua y a la temperatura: Geófitas

Factores	Tipos de plantas	
Agua y temperatura	poikilohídricas	reviviscentes
	homoiohídricas	<ul style="list-style-type: none">  mesófitas  tropófitas  terófitos efímeros  geófitas  xerófitas  hidrófitas  higrófitas

A. Geófitas

Las hierbas perennes o las plantas bianuales pierden los brotes foliosos epigeos para pasar la estación desfavorable; tienen yemas epigeas situadas a ras del suelo o yemas subterráneas. Para que estas yemas broten necesitan reservas elaboradas en el período favorable anterior, que se almacenan en órganos como:

Rizomas

Son tallos subterráneos, generalmente de crecimiento horizontal, que pueden ramificarse simpodial o monopodialmente (con menos frecuencia). Crecen indefinidamente, en el curso de los años mueren las partes más viejas pero cada año producen nuevos brotes, pueden cubrir grandes áreas. Sus ramas engrosadas suelen presentar entrenudos cortos, tienen catáfilos incoloros y membranáceos, raíces adventicias y yemas.

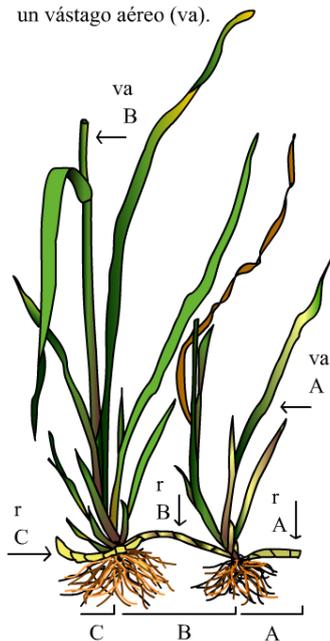
Frecuentemente las espermatófitas presentan rizomas simpodiales, en los que cada porción corresponde al desarrollo de yemas axilares sucesivas. La yema terminal de cada porción produce el brote epigeo. Ejs.: *Sansevieria thyrsiflora*, *Paspalum nicorae*.

Rizoma simpodial de *Sansevieria thyrsiflora* cola de tigre con tres brotes epigeos

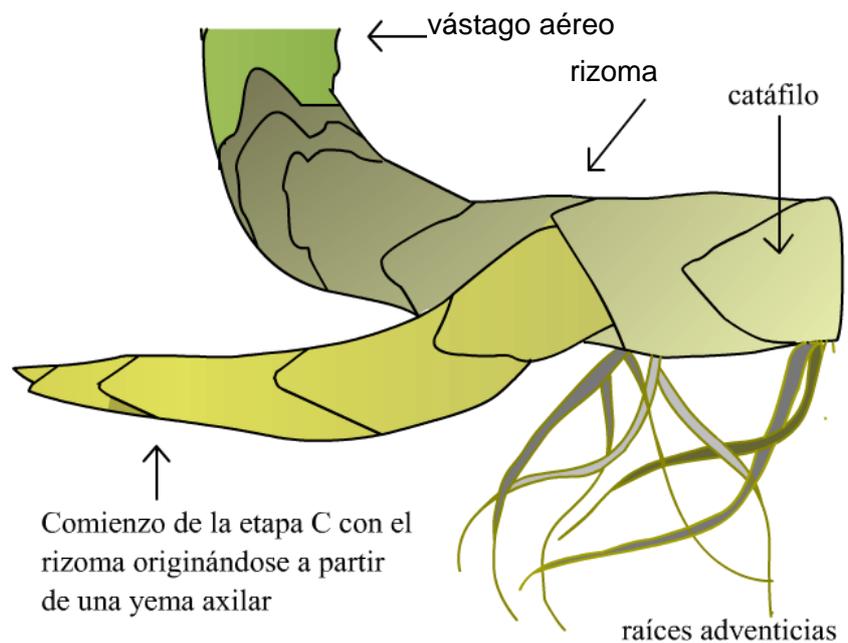


Rizoma simpodial con vástagos aéreos

Tres etapas del crecimiento (A, B y C) cada una con una porción de rizoma (r) y un vástago aéreo (va).



Detalle de una porción de rizoma de la etapa B



En los rizomas monopodiales la yema terminal continúa el crecimiento indefinido del rizoma, mientras las yemas axilares originan los brotes epigeos ejs.: *Paris quadrifolia*, *Phyllostachys*. *Microgramma vacciniifolia* es una pteridófito epífita con rizomas que se alargan por la actividad de una yema apical, y se ramifican irregularmente.

Rizomas de *Microgramma vacciniifolia*



Brotos epigeos a partir de yemas axilares del rizoma monopodial en *Phyllostachys aurea* (tacuara)

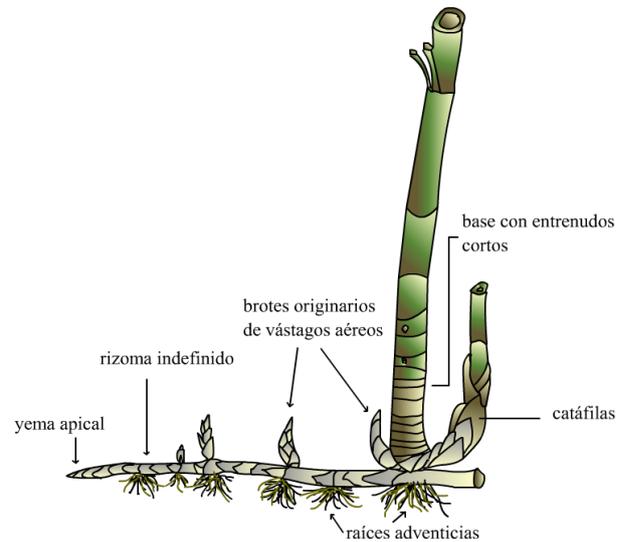


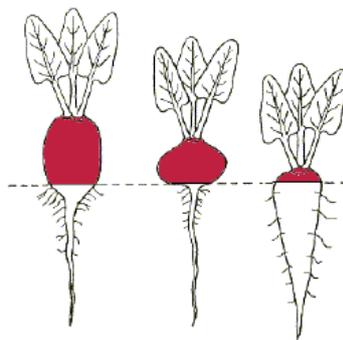
Imagen modificada de Parodi

Tubérculos caulinares

Tienen crecimiento limitado, son epigeos o subterráneos, pueden originarse por fuerte engrosamiento primario o secundario del hipocótilo, o de uno o varios entrenudos. El colinabo, *Brassica oleracea* var. *gongyloides*, es un típico tubérculo caulinar epigeo.

Tienen tubérculos del hipocótilo: la violeta de los Alpes (*Cyclamen* sp.), el rábano (*Raphanus sativus*), la remolacha roja (*Beta vulgaris* var. *conditiva*).

Tubérculos del hipocótilo y tubérculo radical en variedades de remolacha (*Beta vulgaris*)

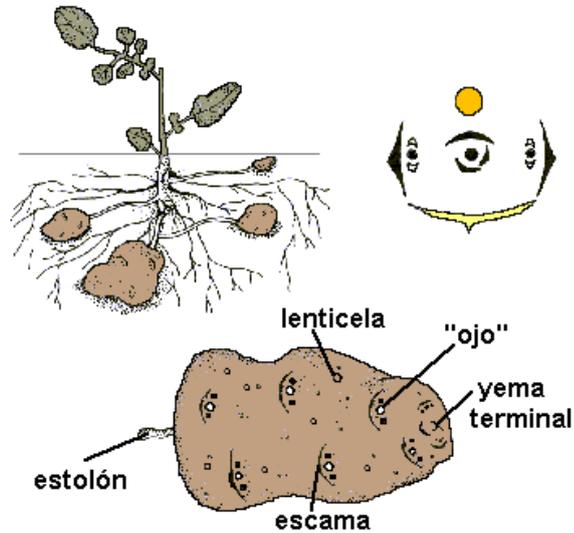


-Forrajera (izq.); roja, comestible (centro) y azucarera (der.).

Imagen modificada de Camefort 1972

La papa, *Solanum tuberosum*, es un tubérculo caulinar hipógeo formado en los entrenudos apicales de estolones con crecimiento plagiótropo subterráneo, presenta cicatrices de las escamas membranáceas fugaces y "ojos" o yemas. Las yemas no son colaterales, en cada axila hay una yema principal y las dos laterales están en la axila de los profilos. En la papa el engrosamiento es primario, se acumula almidón en un parénquima medular hipertrofiado y también en el córtex.

Tubérculo caulinar de *Solanum tuberosum*, papa



Otro ejemplo de tubérculo caulinar hipógeo es *Helianthus tuberosus*, topinambur (Font Quer, 1974).

Algunas plantas perennes presentan tubérculos anuales de vida corta (*Gladiolus*), formados por la misma base del tallo principal ortótropo. Estos tubérculos, antes llamados bulbos macizos o cormos, forman los tubérculos que pasan el invierno. Al llegar la primavera siguiente, una yema lateral origina el nuevo brote epígeo, cuya base, en el curso del período de vegetación formará el nuevo tubérculo. En *Crocus* éste se forma junto al extremo superior del viejo, al que se superpone; en *Colchicum* se origina lateralmente junto a la base del viejo (Strasburger 1986: 203). Muchas orquídeas tienen tubérculos caulinares llamados **pseudobulbos** que almacenan agua. Abarcan un entrenudo en *Oncidium* y *Coelogyne* o varios entrenudos en *Catasetum*.

Pseudobulbos epígeos en orquídeas

Oncidium bifolium, "patito"



Catasetum fimbriatum



Tubérculos radicales

Son análogos a los caulinares, pero se reconoce que son órganos homólogos a raíces porque poseen caliptra, carecen de primordios o cicatrices foliares y por su estructura anatómica. Algunas dicotiledóneas alorizas presentan raíces napiformes, axonomorfas, engrosadas total o parcialmente. Ejs.: *Daucus carota*, zanahoria; *Brassica rapa*, nabo orquídeas como *Orchis militaris*. A veces interviene también el hipocótilo, como en la remolacha azucarera, *Beta vulgaris* var. *altissima* (Strasburger: 205)

Tubérculo radical en *Daucus carota*, zanahoria

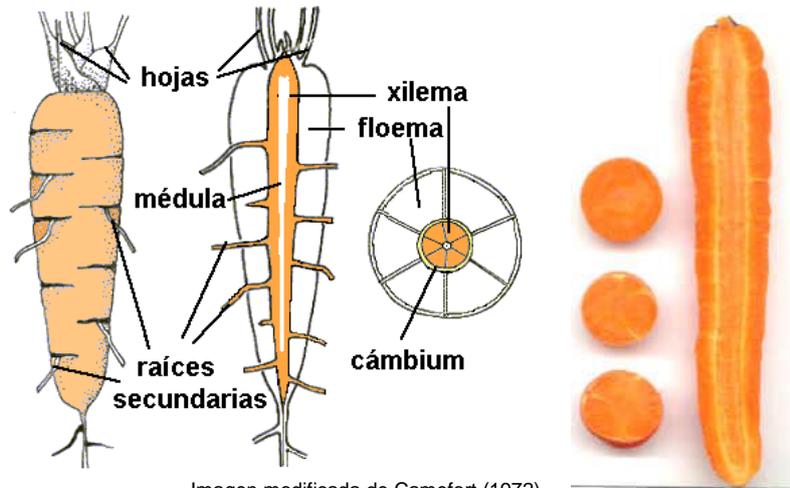


Imagen modificada de Camefort (1972)

En *Dahlia* el sistema radical es fasciculado, las raíces son adventicias, caulógenas, igual que las raíces de *Ipomoea batatas*.

Bulbos

La función reservante es ejercida principalmente por hojas engrosadas y carnosas. El tallo generalmente es subterráneo, muy intensamente acortado, con hojas engrosadas y carnosas. En la cebolla, *Allium cepa*, planta bienal, cuando la semilla germina se forma un tallo corto llamado **platillo** que lleva las hojas cilíndricas dispuestas en forma concéntrica. Las vainas foliares se ensanchan, llenándose de sustancias de reserva. Las más externas no engruesan, se secan constituyendo túnicas de protección. En invierno los limbos foliares mueren y queda el bulbo bajo tierra. Al año siguiente la yema apical desarrolla el tallo florífero, utilizando las reservas acumuladas, el bulbo se consume totalmente y no es reemplazado, es decir que la planta muere.

Bulbo en *Allium cepa*, cebolla

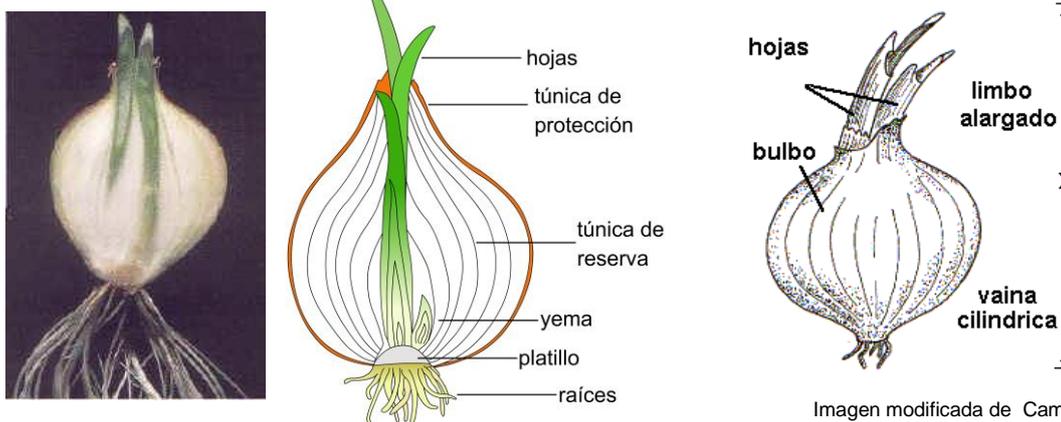
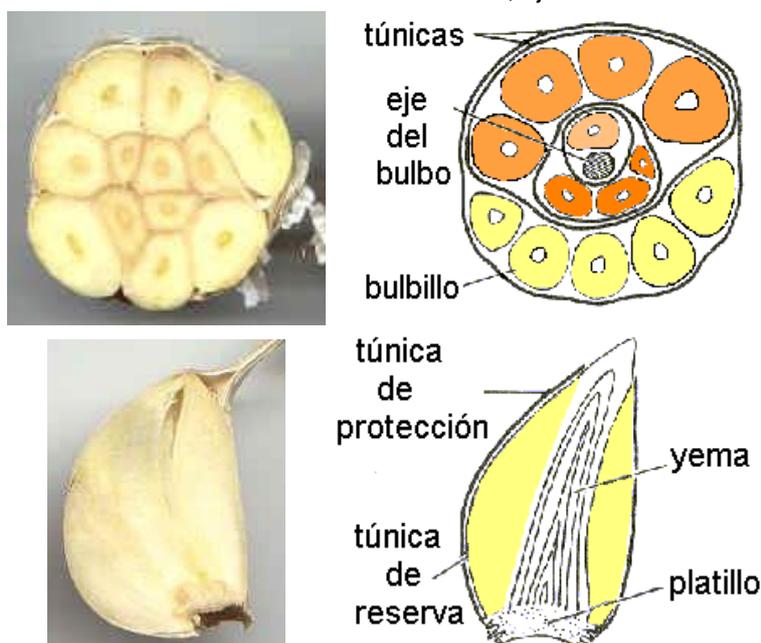


Imagen modificada de Camefort

En el ajo, *Allium sativum*, todas las túnicas son delgadas y papiáceas. En la axila de cada túnica se desarrollan dos a cinco yemas colaterales que formarán **bulbillos**, los "dientes de ajo", cada uno con una sola túnica carnososa alrededor de la yema terminal. Cada bulbillo puesto en tierra dará un brote epigeo, y las yemas ubicadas en la axila de sus túnicas protectoras formarán nuevamente bulbillos.

Bulbo en *Allium sativum*, ajo



En *Tulipa* las hojas engrosadas son **catáfilos**, que nunca presentan partes aéreas, los más externos de protección y los más internos reservantes; se observa una yema terminal y una yema axilar en la axila del catáfilo más interno. En primavera la yema terminal originará el tallo florífero, utilizando las reservas del bulbo. Las hojas persisten después de la floración y en verano las reservas se acumulan en los catáfilos de la yema axilar, formando un nuevo bulbo (**bulbo simpodial**) que repetirá el proceso. Una vez que se forma el nuevo bulbo el tallo aéreo y el disco viejo se secan.

Tema 3.3: Xerófitas o Plantas de ambientes secos

Son plantas perennes capaces de soportar grandes sequías, sobre todo del suelo, por lo menos durante cierto tiempo.

Se encuentran en desiertos, estepas y roquedales áridos. En regiones con inviernos muy fríos las plantas de hojas persistentes tienen caracteres xeromorfos que previenen la desecación por heladas. También muchas plantas epífitas poseen dichos caracteres.

Presentan dispositivos diversos para facilitar la absorción de agua y reducir la transpiración.

■ Las **freatófitas** (Ingrouille, 1992) como *Eucalyptus* y *Prosopis* tienen raíces profundas para absorber cantidades suficientes de agua del suelo casi seco. El xilema está muy desarrollado, tiene vasos de gran diámetro que permiten la circulación rápida del agua. Muchas plantas reducen el tamaño de la parte aérea o se ramifican escasamente, proporcionalmente está más desarrollado el sistema radical.

■ Las formas **esclerófilas** presentan hojas pequeñas, verdes todo el año, coriáceas, poco jugosas, con baja relación entre superficie externa y volumen; el mesófilo frecuentemente está reforzado por esclerenquima. Muchas plantas siempreverdes tienen hojas revolutas para reducir la superficie de transpiración (Ericaceae); otras tienen hojas escuamiformes. El calentamiento excesivo del limbo se evita mediante la posición de perfil. En *Eucalyptus* el limbo es péndulo; otras plantas tienen hojas erectas.

■ Las formas **deciduas** tienen hojas caedizas, pierden las hojas al comenzar la estación seca para evitar la evaporación.

■ **Reducción** de las hojas y formación de órganos aplanados. Los órganos aplanados, foliiformes, se forman para compensar la disminución de la fotosíntesis por la reducción de las hojas. Algunas plantas presentan nomófilos con filodios, pecíolos aplanados, de aspecto laminar, que frecuentemente persisten después que la lámina ha caído. En *Acacia* las hojas primordiales no desarrollan filodios

Hojas con limbo péndulo en *Eucalyptus*



Filodios en *Acacia*

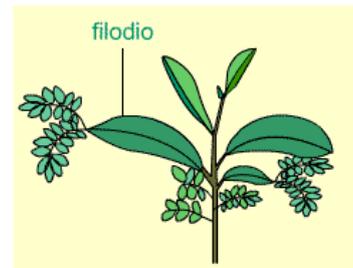


Imagen modificada de Goebel(1900)

■ **Espinas.** Son formaciones agudas, a veces ramificadas, provistas de tejido vascular, rígidas por ser ricas en tejidos de sostén. Pueden ser de origen foliar como en *Acacia aroma*, con espinas simples, y en *Berberis* con espinas trifurcadas; las espinas de *Euphorbia splendens*, corona de Cristo, son estípulas modificadas.

■ Las espinas pueden tener origen caulinar, es decir que son ramas reducidas a espinas, como sucede en *Prunus spinosa* y y otras especies como *Gleditsia triacanthos*. El tejido vascular de la espina es continuación del leño del tallo. *Hydrolea spinosa* var. *paraguariensis*, planta palustre de nuestros humedales, presenta espinas caulinares que a veces llevan hojas diminutas.

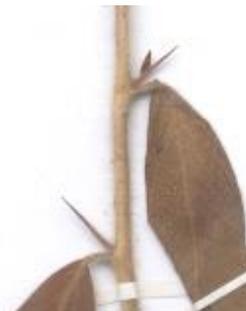
■ En cambio los **aguijones** carecen de tejido vascular, y por ello son fáciles de arrancar. Los aguijones de *Ceiba speciosa*, el palo borracho, y de *Fagara rhoifolia* son emergencias formadas por tejidos corticales del tallo.

Espinas y aguijones

a. Espina foliar en *Acacia*



b. Espina caulinar en *Hydrolea spinosa*



c. *Euphorbia splendens*, corona de Cristo; estípulas convertidas en espinas



d. Agujones en tallo de *Fagara rhoifolia*



e. Agujones en el tallo de *Celastrum speciosum*



■ **Suculencia.** Muchos xerófitos captan agua durante los cortos períodos de lluvia y la almacenan para la estación seca. El agua puede almacenarse en diferentes tejidos:

- a) Epidermis, como ocurre en las hojas de Piperaceae y *Ficus*.
- b) Parénquima acuífero: cuando este tejido alcanza gran desarrollo los órganos adquieren consistencia carnosos-jugosa, y las plantas se denominan **suculentas**. Presentan hojas suculentas *Agave*, *Aloe* y *Mesembryanthemum*.



En los tallos suculentos de Cactaceae y ciertas *Euphorbia* y Asclepiadaceae la reducción de las hojas es extrema, las plantas son áfilas.

Tallos suculentos con hojas reducidas

Asclepiadaceae: *Stapelia*



Cactaceae



La función asimiladora de las hojas es realizada por los tallos, cuya transformación se produce por reducción de ramas laterales, hojas reemplazadas por espinas y aumento de corteza para almacenar agua. Algunas Cactaceae presentan tallos aplanados llamados **cladodios**, con **aréolas** (yemas axilares reducidas) en los nudos y estrechamientos en los puntos de ramificación. El caso extremo es el tallo esférico, con profundos pliegues o costillas que siguen los ortósticos. Estos tallos plegados pueden extenderse o contraerse según el parénquima acuífero esté más o menos repleto de agua. La evolución de la succulencia en las plantas superiores está estrechamente asociada con un tipo especial de fotosíntesis llamado CAM [metabolismo del ácido málico de las Crasuláceas].

Cactaceae

Cladodios



Tallos esféricos y plegados en *Echinopsis*



Filóclado de *Ruscus aculeatus*

■ Las ramas que tienen crecimiento limitado, es decir que son braquiblastos, y presentan aspecto de hojas se llaman **filóclados**.
Ej.: *Ruscus aculeatus*.



Imagen modificada de Camefort (1972)

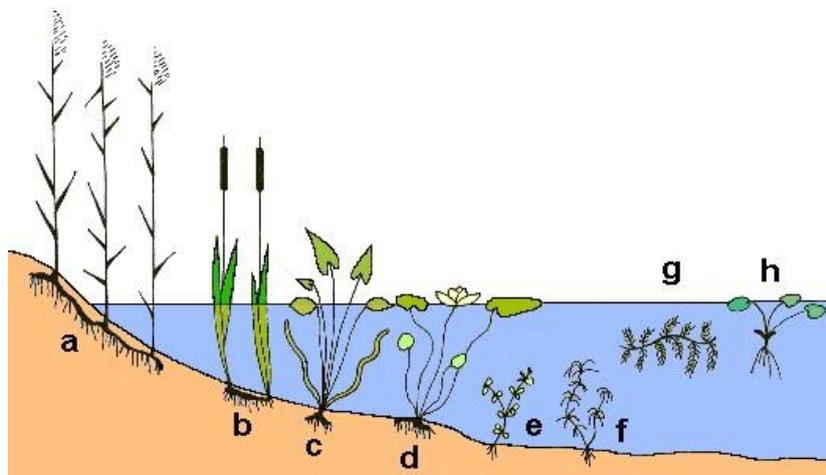
Tema 3.4: Hidrófitos e Higrófitos

Hidrófitos. Plantas acuáticas

Las hidrófitas o plantas acuáticas son las que viven en el agua o en suelos inundados. Junto a los cuerpos de agua, la vegetación muestra una zonación que está determinada en parte por la profundidad creciente del agua.

- Plantas anfibias o palustres o hidrófitos emergentes
- Plantas acuáticas arraigadas con hojas flotantes
- Plantas acuáticas arraigadas, totalmente sumergidas
- Plantas acuáticas flotantes o plantas acuáticas libres

Diversos tipos de plantas hidrófitas



a,b. plantas anfibias o palustres

c,d. plantas acuáticas arraigadas con hojas flotantes

e,f. plantas acuáticas arraigadas totalmente sumergidas

g,h. plantas acuáticas libres, sumergidas (**g**), y con hojas flotantes

Imagen modificada de Camefort (1972)

Los embalsados tan típicos de nuestros humedales están formados por una asociación de especies palustres y flotantes, acompañadas por plantas terrestres de lugares muy húmedos.

Las plantas tienen sus raíces envueltas en fango, hay suelo, y debajo del embalsado puede haber 1 metro de agua o más, de manera que constituyen verdaderas islas flotantes. Sustentan incluso algunas especies arbóreas: *Sapium haematospermum* (lecherón), *Erythrina crista-galli* (seibo), *Nectandra falcifolia* (laurel), *Croton urucurana* (sangre de dragón).

Total de *Typha angustifolia*



Embalsado en Laguna Luna, Iberá, Corrientes



■ Plantas anfibias o palustres: hidrófitos emergentes o helófitos

Son las plantas que viven en las riveras de los espejos de agua y de los ríos, en pajonales y juncuales y también en las marismas, donde las crecidas o mareas anegan periódicamente el terreno. Representan la transición entre las plantas acuáticas y las mesófitas. Son los hidrófitos más especializados; las raíces y rizomas que están bajo el agua están bien desarrollados; el factor limitante es la disponibilidad de oxígeno, por eso presentan aerénquima bien desarrollado.

Astrocaryum jauari es una palmera amazónica propia de selva inundable (selva sujeta a los desbordes de los grandes ríos durante varios meses al año). Esta palmera, cubierta por más de un metro de agua, no se pudre ni pierde las hojas, solo disminuye la cantidad de clorofila. Las raíces y el tallo presentan adaptaciones que le permiten una buena aireación, y evitan su colapso (Schlüter *et al.*, 1993). *Copernicia alba*, palmera propia de nuestros ambientes inundables, probablemente presenta adaptaciones del mismo tipo.

Hay plantas palustres de hojas anchas como *Sagittaria* (saeta), *Thalia*, *Polygonum* (catay), otras que forman los pajonales: muchas gramíneas, ciperáceas y juncáceas, así como *Typha* (totorá) con tallos robustos y hojas ensiformes. Varias Onagraceae como *Ludwigia grandiflora* y *L. peploides* presentan largos tallos flotantes, sobre los cuales se disponen las hojas emergentes; en cada nudo nacen además raíces "flotantes" o **neumatóforos**, con geotropismo negativo, y raíces con geotropismo positivo, con estructura diferente.

Ludwigia peploides



Los neumatóforos participan en el intercambio de aire, aparentemente toman oxígeno de la superficie, que circula al resto de la planta a través de los espacios intercelulares, y probablemente permiten la salida del dióxido de carbono (Ellmore, 1981).

Plantas anfibias o palustres

Cyperaceae

Copernicia

Thalia multiflora



■ Plantas acuáticas arraigadas con hojas flotantes

Son frecuentes en agua estancada o en corrientes de agua lentas. Los rizomas están fijos, las hojas largamente pecioladas tienen el limbo flotante sobre la superficie del agua. Ej.: irupé, *Victoria cruziana*, con hojas flotantes de bordes elevados; *Nymphoides humboldtiana*, nenúfar; *Nymphoides indica*; la saeta, *Sagittaria montevidensis*; el helechito de agua, *Myriophyllum aquaticum*. Algunas de estas plantas presentan **heterofilia**: hojas sumergidas, flotantes y emergidas con forma diferente.

Nymphoides verrucosa



Plantas acuáticas con hojas flotantes

Hydrocleys nymphoides



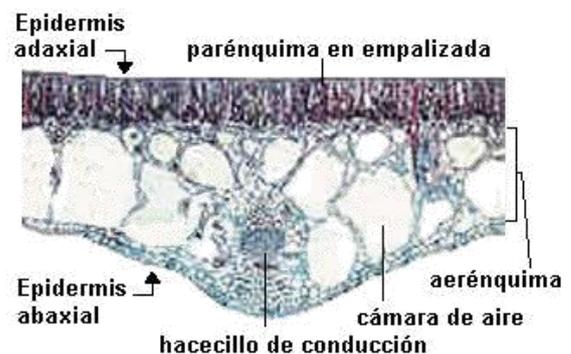
Nymphaea amazonum



Nymphoides verrucosa (detalle)



Corte de hoja de *Nymphaea*



La cara adaxial de las hojas flotantes tiene características mesofíticas mientras la cara abaxial en contacto con el agua tiene caracteres hidrofíticos: aerénquima con grandes cámaras de aire y epidermis sin estomas.

■ Plantas acuáticas arraigadas, totalmente sumergidas

La totalidad del aparato vegetativo está sumergido en el agua. El sistema radical reducido les sirve sólo de anclaje al suelo, pues el vástago puede absorber directamente agua, anhídrido carbónico y sales nutritivas. Son frecuentes en agua corriente.

Plantas acuáticas con hojas sumergidas y flores o inflorescencias emergentes

Potamogeton ferrugineus

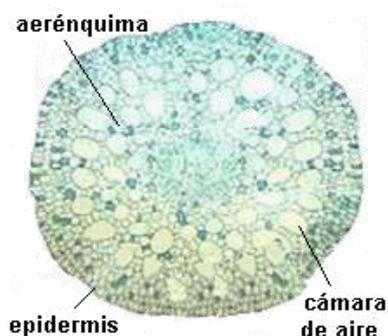


Cabomba caroliniana



Los tallos sumergidos no presentan tejido de sostén, no lo necesitan porque el agua sostiene la planta. El factor limitante es la escasez de oxígeno, de modo que los tallos y hojas contienen aerénquima, tejido con un sistema muy extendido de espacios intercelulares a través de los cuales difunden los gases.

Corte transversal del tallo de *Elodea*



Egeria naias



Debido a la lenta difusión de los gases en el agua, a la luz difusa y a la relativa pobreza de sales, las hojas sumergidas presentan una alta relación superficie / volumen: pueden ser enteras y muy delgadas (*Potamogeton ferrugineum*, *P. pederseii*), divididas o fenestradas (*Cabomba caroliniana*, *Myriophyllum aquaticum*) o pequeñas pero muy numerosas (*Egeria naias*)

Myriophyllum aquaticum



Cabomba caroliniana



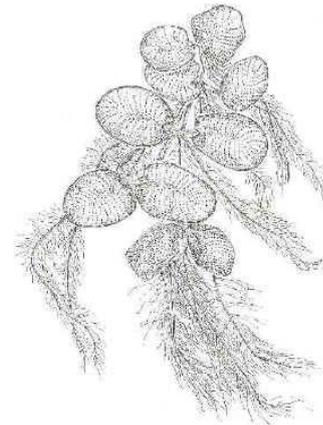
En la familia Podostemonaceae el aparato vegetativo está reducido semejando el talo de ciertas algas o hepáticas; este pseudotalo crece aplicado al sustrato o puede flotar entre dos aguas; a veces lleva ejes foliosos y a veces solamente ejes floríferos. Las flores se desarrollan cuando las plantas quedan parcialmente fuera del agua, y su polinización es entomófila.

■ Plantas acuáticas flotantes o plantas acuáticas libres

Hay plantas libres sumergidas como *Ceratophyllum demersum*, *Utricularia foliosa* y *U. myriocista*, sin raíces, con tallos bien desarrollados y hojas muy divididas. Otras son flotantes, algunas como *Pistia stratiotes*, el repollito de agua y *Eichhornia crassipes*, el aguapé, son formas en roseta, con hojas modificadas para flotar; tienen raíces bien desarrolladas, con caliptra pero sin pelos absorbentes, que sirven principalmente para asegurar el equilibrio de la planta sobre el agua. *Azolla* flota por sus hojas aplicadas contra la superficie del agua. *Salvinia* carece de raíces verdaderas, pero en cada nudo una de las hojas, con limbo muy dividido, hace las veces de órgano absorbente.

Plantas acuáticas flotantes o libres

a. *Salvinia auriculata*, hojas flotantes bilobadas, hojas sumergidas con aspecto de raíces



b. *Ceratophyllum demersum*



c. *Eichhornia crassipes*



d. *Azolla filiculoides*



e. *Pistia stratiotes*, Repollito de agua)



El aerénquima se encuentra siempre en el órgano que hace de flotador: el pecíolo inflado en *Eichhornia crassipes*, la lámina foliar en *Pistia stratiotes*.

Las lentejas de agua, Lemnaceae (monocotiledóneas) presentan el cormo, llamado talo o fronde por algunos autores, reducido a 1-3 milímetros. Presentan flores unisexuales, las femeninas reducidas al gineceo y las masculinas a 1-2 anteras.

Corte longitudinal y transversal del pecíolo inflado de *Eichhornia crassipes*



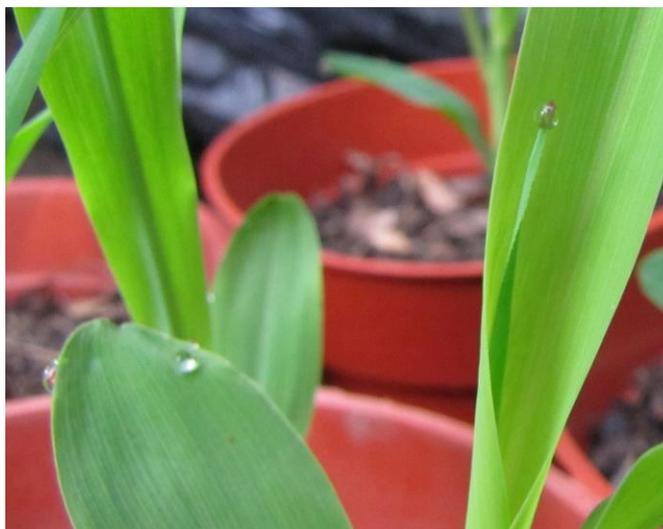
Algunos ejemplares de Lemnaceae



Higrófitos o plantas de ambientes húmedos

Son las que viven en una atmósfera muy húmeda y reciben del suelo, permanentemente húmedo, un abundante abastecimiento de agua, por ejemplo muchas plantas de sombra o las que viven en el interior de la selva. El sistema radicular y el vascular están débilmente desarrollados. Presentan estructuras que favorecen la transpiración: limbos foliares grandes, delgados, tiernos, jugosos y muchas presentan **hidátodos**, estructuras para eliminar agua activamente por un fenómeno llamado **gutación**. La luz está limitada, de modo que frecuentemente tienen cloroplastos en la epidermis. Ej.: helechos, *Ruellia spp.*, algunas gramíneas.

Gutación en *Trigo*



Algunas plantas higrófitas presentan iridiscencia azul que se debe a la formación de filtros por delgadas películas de interferencia en la epidermis o en los cloroplastos. La ventaja de estos filtros en la sombra de la selva es la absorción más efectiva de las ondas de luz rojas a expensas de la reflexión de las azules (Lee, 1977). Muchas hierbas de la selva tropical presentan antocianinas en la epidermis abaxial. Aparentemente este recurso aumenta la captación de energía luminosa por retrodispersión de la luz que atraviesa el tejido clorofiliano (Lee, 1979).

Tema 3.5: Adaptaciones al aprovechamiento de la luz

ADAPTACIONES AL APROVECHAMIENTO DE LA LUZ

En la lucha por luz y espacio se originaron dos tipos de cormófitos propios de las selvas tropicales

- plantas trepadoras
- enredaderas
- lianas
- hemiepífitas
- epífitas

A. PLANTAS TREPADORAS

Hay varios tipos (Gentry, 1985):

Enredaderas: trepadoras herbáceas o subleñosas, con tallos delgados, primordialmente crecen en hábitats modificados o en bordes de bosques. Ejs.: *Cissampelos pareira*, *Muehlenbeckia sagittifolia*, *Oxypetalum macrolepis*.

Enredaderas

Cissampelos pareira

Oxypetalum macrolepis



Lianas o bejucos: trepadoras leñosas, de tallos gruesos, son típicas de bosques y selvas maduros. Muchas lianas presentan crecimiento secundario anómalo. Las estructuras pueden ser increíblemente complejas. *Bauhinia* (Leguminosae), la escalera de mono, tiene el tallo acintado, más delgado en el centro que en los márgenes, resistente a la torsión y a la flexión. En *Bignoniaceae* el tallo es circular pero la disposición particular de los tejidos vasculares le otorga flexibilidad. En las Sapindaceae, es frecuente el tallo fasciculado, resultado una estructura retorcida parecida a sogas formadas por varios elementos. (Gentry, 1985).

Lianas

Bauhinia "escalera de mono"

Bignoniaceae

Podranea (*Bignoniaceae*)



■ **Hemiepífitas leñosas**, que comienzan su vida como epífitas y que finalmente desarrollan tallos trepadores leñosos que crecen adosados a árboles que los soportan (Marcgraviaceae, Melastomaceae, Solanaceae, Moraceae).

Las trepadoras elevan en poco tiempo sus hojas por encima de la sombra de los árboles trepando por encima de otros vegetales, o también sobre rocas o muros.

Utilizan varios recursos:

- **Zarcillos**, órganos filiformes o ramificados que tienen la capacidad de rodear los soportes y fijarse a ellos por su intensa excitabilidad al contacto. Su origen es caulinar en *Vitis vinifera*, *Passiflora spp.*, y foliar en Leguminosae y Bignoniaceae. En *Parthenocissus* los zarcillos caulinares son ramificados y terminan en ventosas.

Smilax es inusual entre las monocotiledóneas, cada hoja presenta, en posición estipular, dos estructuras modificadas en zarcillos (Bell, 1991).

Zarcillos

a. caulinares



b. caulinares



c. foliares (*Dolichandra cynanchoides*)



- **Movimientos de circumnutación de los tallos con largos entrenudos.** Se presentan en plantas volubles como *Phaseolus*, *Aristolochia*, *Convolvulus*. En *Tropaeolum* y *Clematis* los que se enroscan son los pecíolos. En muchos tallos se presenta además una corteza gruesa y áspera que probablemente evita el deslizamiento: *Aristolochiaceae*, *Apocynaceae*, *Cucurbitaceae*.

- **Aguijones y espinas.** Los primeros se presentan en especies trepadoras de *Rosa*. *Bougainvillea spectabilis*, la "Santa Rita" y varias especies de *Mimosa* presentan espinas caulinares. *Desmoncus*, la única palmera neotropical trepadora con tallos espinosos y el par terminal de folíolos modificados en espinas.

Aguijones en *Rosa* sp.



Espina caular en *Bougainvillea spectabilis*



- **Raíces adhesivas:** se trata de raíces adventicias, caulógenas. Ej.: hiedra, *Hedera helix*, *Syngonium*, *Vanilla*, *Monstera*, *Philodendron*. En algunas especies como *Parthenocissus* forman en sus extremos discos adhesivos o ventosas para fijarse a superficies planas.

Raíces adhesivas de *Syngonium* (Araceae) sobre un tronco



- **Ramas laterales divergentes a modo de ganchos:** *Solanum dulcamara*.

- **Hojas cortantes** como *Scleria* (Cyperaceae), *Petrea* (Verbenaceae), *Prionostemma* (Hippocrateaceae).

Muchas familias con lianas presentan hojas opuestas, con nudos prominentes. Gentry (1985) sugiere que pueden ayudar a mantener el equilibrio de la planta en el dosel de la selva.

- **Pelos rígidos:** *Galium aparine*

B. ADAPTACIONES AL APROVECHAMIENTO DE LA LUZ: EPÍFITAS

Viven desde el principio sobre ramas y troncos de árboles, que les sirven sólo de soporte, y pueden ser reemplazados por muros, tejados o cables telefónicos. Las raíces son adherentes, no les sirven como órganos de absorción y raramente alcanzan el suelo (Araceae, Cactaceae, Piperaceae). Por esto tienen dificultad en captar agua y presentan rasgos xeromórficos.

Algunas especies de Bromeliaceae son plantas "tanque": sus hojas están dispuestas en roseta, y las bases foliares muy juntas entre sí forman "cisternas" en las que se acumula una cantidad considerable de agua que es absorbida a través de la epidermis adaxial. Otras presentan dispositivos especiales para captar el agua de lluvia, como los pelos escamosos de *Tillandsia*.

Clavel del aire sobre un cable



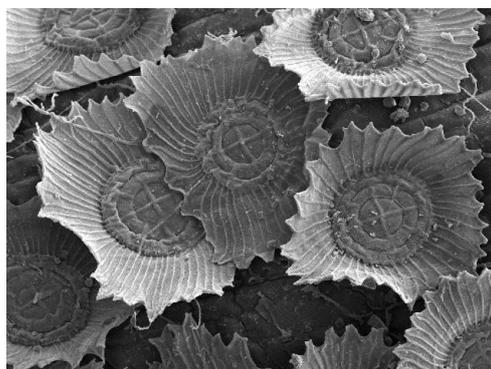
Planta tanque de Bromeliaceae



Tillandsia meridionalis, Clavel del aire



Pelos escamosos de las hojas de *Tillandsia*



Las raíces de Orchidaceae epífitas presentan **velamen** (rizodermis pluriestratificada), un tejido de origen epidérmico que previene la pérdida de agua. Además, en varios géneros, el córtex presenta una modificación peculiar: el pseudovelamen. Parecen tener función mecánica, aparecen en especies ecológicamente especializadas, como las de hábitats secos y las que forman una "canasta" de raíces donde se acumulan restos orgánicos y tierra.

Tema 3.7: Adaptaciones a condiciones anormales de nutrición

A. Plantas total o parcialmente heterótrofas	<ul style="list-style-type: none">☒ Hemiparásitas☒ Holoparásitas☒ Carnívoras
B. Plantas de suelos salinos, halófitas	

A. PLANTAS PARCIAL O TOTALMENTE HETERÓTROFAS

Hemiparásitas

Son plantas verdes que conectan su sistema de conducción de agua con el de la planta parasitada por medio de órganos chupadores o **haustorios**, apéndices succionadores cónicos.

Hhaustorio de *Phoradendron* y corte transversal del haustorio



Fresno sin hojas parasitado por *Phoradendron bathyoryctum*, liga, una fanerógama.

Holoparásitas

Carecen casi absolutamente de clorofila, presentan una reducción más o menos fuerte de los órganos vegetativos, las hojas se reducen a escamas amarillentas, las raíces desaparecen en muchos casos, reemplazadas por haustorios que se introducen en el hospedante estableciendo una conexión entre los tejidos conductores del hospedante y la planta parásita.

Hay dos tipos:

- **parásitas epífitas**, las que se fijan sobre el vástago del hospedante como *Cuscuta spp.*, *Pilosyles*.
- **parásitas epirrizas**, las que se fijan sobre las raíces del hospedante, como la "flor de piedra", *Lophophytum leandri*, parásita de *Piptadenia*

Cuscuta, Holoparásita trepadora



Lophophytum leandri, holoparásita epirrizza



NOTA IMPORTANTE:

esta planta no vive sin su hospedante, por lo que no debe adquirirla a vendedores sin prejuicios!!

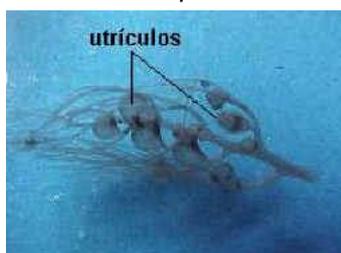
Las semillas de *Cuscuta* son pequeñas (1-1,5 mm diám.) producidas en gran número, albuminadas y recubiertas por un tegumento coriáceo, pardo, de superficie irregular, que determina una dormancia profunda. Son diseminadas con las semillas de cultivos contaminados. Después de permanecer un tiempo en el suelo, el tegumento se altera y por fin emerge la radícula que se alarga, se hincha y se cubre de papilas o pelos absorbentes. Simultáneamente, el talluelo se alarga y forma un gancho característico. La radícula tiene vida efímera, degenera rápidamente en forma acrópeta, mientras el talluelo explora alrededor con movimientos circulares buscando un hospedante potencial. Si no lo encuentra, la joven planta degenera rápidamente. Si halla un tallo próximo, lo envuelve formando dos o tres espiras alrededor, y envía varios haustorios hacia los tejidos conductores del hospedante mientras la parte basal de la planta se deseca. El extremo apical crece en forma rectilínea varios centímetros hasta que hace contacto con otro tallo hospedante. Esta porción lleva hojas escuamiformes, no clorofilianas, y puede ramificarse. Esta alternación de crecimiento en espiral y rectilíneo, así como la ramificación por yemas axilares, explican la rapidez de la extensión de la *Cuscuta*. Una sola semilla produce un individuo capaz de cubrir, en una estación, varios metros cuadrados de filamentos amarillo-anaranjados. Después de unas pocas semanas, la planta florece y produce numerosos frutos y semillas (Dembélé & Raynal-Roques, 1994).

Plantas carnívoras

Crecen en medios oligotróficos pobres especialmente en nitrógeno. Están dotadas de dispositivos especiales mediante los cuales capturan y retienen pequeños animalitos, sobre todo insectos, los digieren parcialmente y los utilizan como fuente suplementaria de nitrógeno orgánico. Varias especies acuáticas de *Utricularia* (Lentibulariaceae) presentan el cuerpo vegetativo sumergido; son muy comunes en nuestras lagunas, presentan sobre las hojas muy divididas bolsitas denominadas utrículos, que son las trampas para atrapar pequeños insectos y otros organismos del plancton.

Utrículos

a. *Utricularia poconensis*



b. *Utricularia breviscapa*



B. PLANTAS DE SUELOS SALINOS: Halófitas

Compensan la salinidad del suelo absorbiendo muchas sales; la concentración salina del citoplasma supera la del suelo. Algunos disponen de glándulas especiales para la eliminación de sal como *Atriplex* y *Tamarix*, por ello durante el día se presentan cubiertos de un polvo gris formado por cristales de sal; por la noche dan impresión de verdor y de estar cubiertos de rocío porque la sal en su superficie incorpora vapor de agua atmosférico

En los manglares las plantas han desarrollado adaptaciones no solo a la salinidad sino a la deficiente aireación: algunas como *Laguncularia* presentan neumatóforos (Fig.3.41), raíces negativamente geotrópicas que crecen fuera del agua, con lenticelas en la superficie y un aerénquima muy desarrollado. Otras como *Rhizophora mangle* para compensar la acción mecánica a la que están sometidas por la oscilación periódica de las mareas tienen "raíces fúlcreas", de origen caulinar, que en la porción aérea se comportan como neumatóforos. Estos órganos tienen características intermedias entre tallo y raíz, pero según N.L.Menezes tienen más de tallo que de raíz, salvo la presencia de caliptra.

Neumatóforos de *Laguncularia*



Imagen tomada de Raven

Se encuentran especies halófitas entre las Rhizophoraceae, Verbenaceae (*Avicennia*), Chenopodiaceae (*Salicornia*, *Atriplex*), Plumbaginaceae (*Limonium*), Tamaricaceae (*Tamarix*), Gramineae (*Spartina*) y algunas pteridófitas (*Acrostichum*).

Frankenia chilensis hierba del salitre Planta halófitas



Imagen tomada de Teillier A.(1998)

Glosario

Aerénquima: tejido parenquimático que contiene espacios intercelulares particularmente grandes.

Áfila/o: desprovisto de hojas.

Análogos: órganos de origen diferente que cumplen la misma función

Bianual o bienal: planta que normalmente necesita dos estaciones de crecimiento para completar su ciclo biológico, floreciendo y fructificando en el segundo año.

Briófita/o: miembro de una división de plantas no vasculares; son los musgos, las hepáticas y los antoceros.

Catafilo: su forma es más sencilla que los nomófilos; a menudo son escumiformes o de consistencia membranosa o coriácea, con frecuencia carece de clorofila.

Caulógena: que surge o se forma en el tallo, por ejemplo flores caulógenas del algarrobo.

Clorofila, pigmento fotosintéticamente activo generalmente asociado con pigmentos carotenoides, está localizada en las membranas tilacoides.

Córtex: conjunto de tejidos comprendidos entre la epidermis y el cilindro vascular de un vástago.

Embalsado: Masa de vegetación arraigada en un suelo fangoso y restos de vegetales en distinto grado de descomposición, retenidos por las raíces entrecruzadas, que flota sobre uno o dos metros de agua. En las lagunas del nordeste argentino se ubican en la zona de transición entre el espejo de agua y el límite de desarrollo de los juncales de la costa.

Entomófila/o: plantas en cuya polinización intervienen los insectos de todo orden.

Epígea/o: Aplíquese a cualquier órgano vegetal que se desarrolle sobre el suelo

Equifacial: con dos caras de aspecto o estructura iguales.

Esclerénquima: Tejido con función mecánica, constituido por células con paredes totalmente engrosadas y lignificadas, propio de los órganos en estado de desarrollo completo.

Estolón: tallo que crece horizontalmente a lo largo de la superficie del suelo y que puede presentar raíces adventicias; como por ejemplo en las plantas de frutilla o de papa.

Fenestrado: Que tiene ventanas; en general perforado.

Geotropismo: conjunto de fenómenos en los cuales el factor estimulante es la gravedad.

Hidatodo: órgano secretor, generalmente foliar, que segrega soluciones acuosas sumamente diluidas, poco menos que agua pura; la liberación de agua se produce a través de un poro en la epidermis (estoma no funcional).

Hidrofítica/o: relativo a los hidrófitos, plantas acuáticas con las hojas sumergidas o flotantes.

Hipertrofia: proceso patológico de crecimiento en que, por alcanzar las células mayor tamaño que el normal, se dilatan los tejidos originando la hinchazón del órgano afectado.

Hipocótilo: porción del vástago situada entre el cuello de la raíz y el nudo cotiledonar.

Hipogeo: Dícese de cualquier órgano vegetal que se halle dentro del suelo, que crece subterráneo

Homólogos: órganos de igual origen aunque tengan diferente aspecto y/o función.

Iridiscencia: fenómeno que combina los colores del arco iris y que exhiben las superficies de ciertos cuerpos, como las alas de las mariposas.

Lenticela: en las plantas leñosas, cualquiera de ciertas protuberancias visibles a simple vista y con una abertura de forma lenticular, reemplaza a los estomas de la epidermis y permite el intercambio de gases entre los tejidos externos y la atmósfera.

Mesofítica/o: vegetación de ecología intermedia entre el medio seco y el medio acuático.

Metamorfosear: transformar o transformarse por metamorfosis; por ejemplo los zarcillos son hojas o ramitas metamorfoseadas.

Metamorfosis: conjunto de modificaciones morfológicas y estructurales experimentadas por la planta o por sus órganos en el curso de su desarrollo filogenético.

Napiforme: aplícase a la raíz axonomorfa muy gruesa; como por ejemplo el nabo o la zanahoria.

- Neumatóforo:** extensión geotrópicamente negativa del sistema radical de algunas plantas que crecen en hábitats pantanosos; crecen hacia arriba y hacia fuera del agua y funcionan para asegurar la aireación adecuada.
- Oligotrófico u oligótrofo:** calificativo ecológico de las plantas que prosperan en medios pobres en asimilables, sobre todo en nitrógeno.
- Parénquima:** tejido preponderante en la mayoría de los órganos vegetales, compuesto por células isodiamétricas, con paredes primarias, con protoplasto parietal y el centro ocupado por uno o varios vacuolos.
- Perenne:** planta que vive 3 o más años y produce estructuras reproductoras año tras año; como por ejemplo todos los arbustos y árboles.
- Peridermis:** tejido de protección externo que reemplaza a la epidermis cuando es destruida durante el crecimiento secundario.
- Plagiótopo:** la planta o el órgano que, como consecuencia de la acción unilateral de un estímulo, se coloca en posición oblicua o transversal. Por ejemplo en el pino el tronco es ortótopo pero las ramas son plagiótropas.
- Poikilohídrica:** condición de los organismos como los musgos, los hongos y las algas, con la economía hídrica no estabilizada porque carecen de un tejido aislante que impida la evaporación frente a las variables condiciones atmosféricas
- Roquedal:** ambiente con afloramientos rocosos.
- Secretar:** elaborar o despedir las células cualquier substancia.
- Súber:** tejido protector compuesto por células muertas con paredes suberizadas, originado por el felógeno, reemplaza a la epidermis en tallos y raíces con crecimiento secundario.
- Suberoso:** que contiene súber.
- Talo:** cuerpo vegetativo no diferenciado en un eje caulinar folioso y en raíces. Las algas, hongos y líquenes tienen talo (talófitas)
- Túnica:** en general envoltura o tegumento.
- Terófito:** planta anual, capaz de completar todo el ciclo vital en la estación favorable.
- Pseudotalo:** falso talo.
- Tropismo:** todo movimiento de orientación realizado por la planta o por una parte de la misma ante la influencia unilateral de un factor estimulante.
- Xeromorfo:** se dice de la planta que por su morfología externa o por su estructura está adaptada a la sequedad; como los xerófitos.
- Xilema:** Tejido encargado de la conducción del agua desde las raíces hacia el resto de la planta. Está integrado por elementos traqueales (*miembros de vasos* y *traqueidas*), células de sostén (*fibras*) y de almacenamiento (*parenquimáticas*).

Bibliografía

- Bell, A. D.** 1993. Plant form. An illustrated Guide to Flowering Plant Morphology. Oxford Univ. Press.
- Camefort, M.** 1972. Morphologie des Végétaux Vasculaires. 2^{da} ed. Doin, Éditeurs.
- Dembélé, B. & A. Raynal-Roques.** 1994. Plantes Parasites des Cultures et des Essences Forestières au Sahel. John Libbey Eurotext 43 págs.

- Ellmore, G.** 1981. Root dimorphism in *Ludwigia peploides* (Onagraceae): structure and gas content of mature roots. *Amer.J.Bot.* 68: 557-568
- Font Quer, P.** 1974. *Botánica Pintoresca*. Ed. Labor
- Gentry, A. H.** 1985. Sn: Ecotaxonomy survey of panamanian lianas. *Monogr.Syst. Bot. Missouri Bot.Gard.* 10: 29-42
- Goebel, K.** 1900. *Organography of Plants. Part 1*. Oxford Press.
- Ingrouille, Martin.** 1992. *Diversity and Evolution of land plants*. Chapman & Hall. 340 págs.
- Lee, D.W.** 1977. On Iridescent Plants. *Garden's Bull.* 30: 21-29
- Lee, D.W. et al.** 1979. Abaxial Anthocyanin Layer in Leaves of Tropical Rain Forest Plants: Enhancer of Light Capture in Deep Shade. *Biotropica* 11: 70-77
- Moore, R., W. Dennis Clark & K. R. Stern.** 1995. *Botany*. Wm. C. Brown Publishers.
- Raven P.H.; Evert R.F. & S.E.Eichhorn.** 1991. *Biología de las Plantas*, 2 vols. Ed.Reverté.
- Schlüter, U. et al.** 1993. Physiological and anatomical adaptations by young *Astrocaryum jauari* Mart. (Arecaceae) in periodically inundated biotopes of central Amazonia. *Biotropica* 25: 384-396
- Strasburger E. y col.** 1994. *Tratado de Botánica*, 8ª ed. castellano. Ed. Omega.
- Teillier A., Zepeda F. y García V.** 1998. *Flores del Desierto de Chile*. Marisa Cuneo Ediciones.111 págs.

AMPLÍE ESTE TEMA LEYENDO REPRODUCCIÓN ASEXUAL EN EL TEMA 22