

Árboles Arbustos y Plantas

Artículo - Árbol

1 INTRODUCCIÓN

Árbol, planta caracterizada por tener un tallo principal erguido leñoso; por lo general, los árboles son las plantas que en su madurez alcanzan mayor altura. Se diferencian de los arbustos en que generalmente emiten un único tallo principal o tronco, y de las hierbas en que el tallo está formado casi en su totalidad por tejido leñoso. Los árboles más pequeños forman a veces varios tallos, como los arbustos, pero casi todas las especies grandes adoptan el biotipo de árbol. Los árboles más pequeños pueden medir en la madurez poco más de 4,5 m de altura y sólo 15 cm de perímetro del tronco; en cambio, las especies más grandes superan los 110 m de altura y los 6 m de diámetro en el tronco.

A los árboles se les suele agrupar de una manera muy general en dos categorías: árboles de hoja perenne y árboles de hoja caduca, que no se ajustan por completo a la clasificación botánica descrita más adelante. Los de hoja perenne, o perennifolios, son los que mantienen las hojas durante todo el año; estos árboles pierden hojas viejas y forman hojas nuevas continuamente. Hay dos tipos básicos de hoja perenne: 1) la acicular o aguja, tipificada por la hoja rígida, delgada o escamosa y resinosa de casi todas las coníferas y 2) la hoja ancha de las angiospermas, común sobre todo en regiones tropicales, pero con algunos representantes en zonas templadas. Los árboles caducifolios o de hoja caduca son todos de hoja ancha y pierden todo el follaje una vez al año, casi siempre cuando se acerca la estación más fría o más oscura.

2 CLASIFICACIÓN

Todos los árboles son plantas con semillas, pero entre ellos hay gimnospermas, en su mayor parte con piñas o conos; y angiospermas, que son plantas con flor. Las angiospermas se dividen en dos clases: Liliópsidas (monocotiledóneas) y Magnoliópsidas (dicotiledóneas) en función de la estructura de la semilla. La mayor parte de las 60.000 ó 70.000 especies de árboles son dicotiledóneas; sólo hay unos centenares de monocotiledóneas y menos de un millar de gimnospermas.

Los cinco órdenes vivientes de gimnospermas engloban sobre todo especies arbóreas. Los más importantes son Pinales y Taxales, que constituyen las coníferas. Entre las angiospermas son pocas las especies monocotiledóneas de porte arbóreo; la única familia de monocotiledóneas formada en buena parte por árboles es la de las Palmáceas, cuyos géneros son originarios de las regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo. Las dicotiledóneas comprenden casi todos los árboles de hoja ancha, distribuidos por todo el globo.

3 EVOLUCIÓN

Hay árboles desde el periodo devónico de la era paleozoica (véase Geología: *La escala de tiempos geológicos*). Los más antiguos conocidos para la paleobotánica son los del género *Cordaites*, que surgieron a principios del devónico y se extinguieron al final del paleozoico. El orden de plantas arbóreas con representantes supervivientes más antiguo que se conoce es Ginkgoales, formado por gimnospermas, con una sola especie viviente: el ginkgo, *Ginkgo biloba* (véase *Ginkgo*). Hay coníferas desde mediados del carbonífero. Las angiospermas arbóreas aparecieron en el cretácico inferior de la era mesozoica; en los primeros tiempos del plioceno, de la era cenozoica, ya crecían en abundancia casi todos los géneros que ahora viven en la Tierra. La mayoría de las hojas fósiles de árboles halladas en rocas del plioceno son imposibles de distinguir de las formadas por los árboles actuales. Véase también Paleontología.

4 NECESIDADES DE CLIMA Y SUELO

Los árboles crecen en cualquier lugar donde haya suficiente agua en el suelo durante la mayor parte del año. No abundan en desiertos ni en zonas donde sólo la capa de agua superficial baste para mantener una vegetación de pradera; en estos puntos, los árboles sólo crecen en condiciones de cultivo bien controladas, en oasis y a lo largo de las orillas de ríos y arroyos. Además, los árboles que bordean desiertos y praderas suelen estar deformados o son de porte enano. En las cotas más altas de las montañas o en los linderos de los bosques boreales de coníferas, estos árboles dispersos, enanos y retorcidos se llaman *krumholz*. En condiciones óptimas, los árboles crecen en extensas formaciones vegetales llamadas bosques.

Las necesidades climatológicas y edafológicas (de suelo) de los árboles varían de unas especies a otras. Casi todas cubren grandes extensiones de las que sólo una pequeña proporción permite el crecimiento óptimo de la planta. La especie arbórea más común en una zona determinada se llama dominante. Así, en España, el roble tozo o melojo domina en las majadas extremeñas; el castaño en ciertos puntos de la Galicia interior; la encina en extensas áreas de Cataluña; el haya en los bosques pirenaicos; las choperas y fresnedas en las orillas de numerosos cursos de agua; y en toda la península Ibérica hay extensas zonas de montaña repobladas con pinos y eucaliptos. En el continente americano predominan, por ejemplo, en Estados Unidos, las piceas y los abetos en Maine y el norte de Nueva York; el abedul, el haya y el arce o maple en las zonas del sur de Nueva York, Michigan y Wisconsin; especies como *Pinus palustris* y *Pinus taeda* son propias de los estados que bañan el golfo de México. El roble y el nogal aparecen en los Apalaches y en las cuencas del Mississippi y del Ohio. La secuoya es característica de California; en el litoral pacífico, al norte, se encuentra el pino sitka, y al sur, el madroño. El Trópico de Cáncer, que atraviesa México, determina una franja de transición climática entre la zona templada del norte y la tropical del sur. Junto con una compleja estructura geológica y un régimen de lluvias

particular, produce una diversidad muy notable, que se hace patente porque no existen las grandes agrupaciones de una sola especie, sino que varias especies comparten incluso pequeñas superficies de terreno.

El chamizo, el palo fierro, el hojasén y el huizache son árboles y arbolillos propios de las zonas áridas y semiáridas de México (península de Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, parte de Hidalgo, Puebla y Oaxaca). En los desiertos de Sonora y Baja California predomina el torote o copalquín. Pino, encina, cedro y abeto u oyamel crecen en zonas templadas y frías de Chihuahua, Durango, Michoacán, Jalisco, norte de Puebla, Morelos y Veracruz. El ahuehuate abunda en las zonas de clima húmedo templado. El bosque mixto, de parte de Sonora, Chihuahua, Jalisco, Distrito Federal, Oaxaca y Chiapas, que cuenta con palo batea, encino blanco, ocozote o liquidámbar y árbol de las manitas, representa la transición del bosque de tierras altas al bosque tropical. Ésta se extiende desde el istmo de Tehuantepec hasta Yucatán y en ella abundan caoba, capomo, árbol del chicle, cedro rojo, ceiba, corpo, chicozapote, hule, mamey, palo de Campeche. En Veracruz, Tabasco, Chiapas y Yucatán destacan el aguacate, la magnolia, el jaboncillo, el guayabo y el copal. En los manglares, que se desarrollan desde los litorales de México hasta los de América del Sur, la especie característica es el mangle.

La especie predominante en la selva nicaragüense es la caoba (véase Meliáceas) y en Guatemala es el *Pinus occidentalis*, el cual se extiende al trópico antillano. En la selva virgen de la zona ecuatorial y la cuenca del Amazonas abundan el caucho, el cacao y el plátano. En las montañas tropicales del sur del continente aparecen las quinias y en las selvas montañosas las coníferas como *Araucaria brasiliensis*. En los bosques de Chile y Argentina hay ciprés de Chile, hayas y radial. En Chile también hay bosques en los que domina el alerce de Chile y otros como la especie *Araucaria araucana* y el pino araucano (véase Araucaria).

5 CICLO VITAL

Casi todos los fenómenos fisiológicos que experimentan los árboles son comunes a todas las plantas superiores. Debido a que la estructura de todos los árboles es similar en esencia, muchos de estos fenómenos ocurren de la misma forma en todos ellos.

5.1 Estructura básica

Los árboles, como los arbustos, crecen por la incorporación sucesiva de numerosas capas de tejido leñoso en el tallo que envuelven la plántula original. El eje de esta plántula, formado por la raíz y el tallo, está dividido en tres capas principales. La más externa, llamada epidermis, está formada por células de paredes delgadas y protege los tejidos internos del eje. La capa central o córtex es un aglomerado de células más grandes de pared fina que funcionan durante un tiempo como células de almacenamiento. La capa interna o estela consta de un anillo de células pericíclicas resistentes, un anillo pluricelular de células de floema,

un anillo pluricelular de células de xilema o leñosas y un núcleo interior de células de paredes delgadas llamado médula.

5.2 Desarrollo embrionario

En las primeras etapas del desarrollo de la planta se forma una capa celular embrionaria, llamada cámbium, entre el floema y el xilema. El cámbium se encuentra siempre en periodo de división y produce alternativamente células de floema y xilema. Cuando una célula del cámbium se divide para formar células de xilema, la célula que ocupa una posición más interna de las dos resultantes de la división se transforma en xilema, mientras que la exterior sigue actuando como cámbium en la división siguiente. Cuando ésta ocurre, la célula más externa se transforma en célula del floema, y la interna sigue actuando como cámbium. Se producen muchas más células de xilema que de floema.

5.3 Desarrollo

Las continuas divisiones del cámbium aumentan poco a poco la circunferencia del eje. El cámbium también aumenta su perímetro a medida que la porción leñosa del tronco crece como consecuencia de la multiplicación de las células de xilema. Pero los tejidos situados fuera del cámbium —floema, periciclo, córtex— empiezan en seguida a romperse y sufrir fisuras profundas, hasta que terminan por desprenderse de la planta. En la parte externa del floema se forma nuevo cámbium, llamado cámbium suberoso o felógeno, que da lugar a varias capas de células de corcho que protegen el eje. A medida que éste prosigue el crecimiento, las capas de corcho desarrollan en la superficie fisuras características y, a medida que el cámbium suberoso se abre forzado por la presión del leño, se forma nuevo súber que lo sustituye.

5.4 Madurez

En la madurez, el eje del árbol suele estar formado por varias capas de células suberosas fisuradas por la parte exterior: cámbium suberoso, algunas capas de floema aplastado, otras de floema funcional, el cámbium y numerosas capas de xilema. Éstas constituyen, por lo general, más del 95% del diámetro del eje; en conjunto reciben el nombre de madera o leño, mientras que las capas externas se llaman corteza. El cámbium suberoso divide la corteza en exterior e interior.

5.5 Anillos anuales

Dado que las células del xilema producidas en primavera son grandes y las formadas más tarde pequeñas, y que durante el invierno el crecimiento se interrumpe, la madera que se forma cada año adopta la forma de anillo anual o de crecimiento. La anchura de cada anillo se ve afectada por el clima y otras variables; por ello, la arqueología ha podido basarse en el estudio de estos anillos para estimar las condiciones climáticas y las variaciones del medio ambiente en épocas pasadas. Partiendo de árboles de edad conocida y comparando sus anillos

con los de ejemplares de edad desconocida, los arqueólogos han elaborado una cronología que se remonta a unos 4.000 años atrás; esta técnica de datación, llamada dendrocronología, se ha empleado para fechar estructuras y edificios antiguos de los que se conservaban vigas de madera. Los anillos anuales más antiguos, de color más oscuro, casi nunca son funcionales y reciben en conjunto el nombre de duramen; los más jóvenes, de tonalidad más clara, transportan savia y constituyen la albura.

5.6 Nutrición

La albura del eje transporta agua y nutrientes minerales disueltos desde el suelo hacia las hojas (véase Ósmosis). En las hojas, el agua se utiliza, junto con el dióxido de carbono que la planta absorbe de la atmósfera, en un proceso de fabricación de alimento llamado fotosíntesis. La albura transporta también los productos gaseosos de la respiración, que se forman en todas las células vivas de la planta, hacia las hojas, desde las que pasan a la atmósfera. El floema transporta en sentido descendente, hasta las raíces, los alimentos fabricados en la fotosíntesis y el oxígeno absorbido del aire y usado en la respiración.

5.7 Reproducción

Los árboles, como casi todas las demás plantas, se reproducen por alternancia de generaciones. Los óvulos y el polen pueden formarse en una misma flor o en una misma inflorescencia. Pero muchos árboles, como los acebos, fresnos, arces, tejos, enebros y ginkgos, tienen plantas con flores sólo masculinas o sólo femeninas. La polinización suele ser anemófila o entomófila, aunque varias especies de abedul producen semillas fértiles sin necesidad de polinización.

5.8 Longevidad

El tiempo de vida de un árbol depende de la especie. Algunos abedules, por ejemplo, mueren al cabo de unos cuarenta años; en cambio, el arce de Canadá puede vivir 500 años; algunos robles alcanzan los 1.500 años, ciertos enebros llegan a 2.000 años y hay secuoyas gigantes de 4.000 años. El pino del Colorado (*Pinus aristata*), nativo de Estados Unidos, es el ser vivo más longevo del planeta: se conocen ejemplares de casi 5.000 años de edad.

6 APLICACIONES

Los árboles y sus productos tienen enorme importancia para la humanidad. Véase información sobre el cultivo de los árboles para obtener madera y sobre la utilización de ésta en Silvicultura; Industria maderera; Madera; y los artículos dedicados a las distintas especies arbóreas. En cuanto al uso de los árboles como fuentes de productos alimenticios, véase: Fruto; Horticultura; Huerto de frutales; y los artículos dedicados a los árboles frutales más comunes. Sobre el uso de los árboles para controlar la erosión, véase: Conservación; Erosión. Muchos árboles se emplean también como ornamentales en parques, avenidas, bulevares y

jardines (véase Jardinería).

1

Artículo - Plantas acuáticas

Plantas acuáticas, nombre que reciben los vegetales que se desarrollan en las aguas, tanto dulces como marinas. Se denominan, en sentido amplio, hidrófitos. Existen diversos tipos de relación entre las plantas y el agua, partiendo de la base de que todas sin excepción necesitan este compuesto para desarrollarse. Según sea ésta, se pueden clasificar en:

- **Flotantes:** que pueden carecer de raíces y vivir sobre el agua o sumergidas sin enraizar durante toda su vida, o bien pueden enraizar pero todos sus órganos son flotantes. Dentro de los hidrófitos no enraizantes se incluyen varias familias, pero sin duda la más representativa de todas es la de las Lemnáceas (lentejas de agua), con cuatro géneros flotantes (*Lemna*, *Wolffia*, *Spirodela* y *Pseudowolffia*), dos sumergidos (*Wolffiopsis* y *Wolffiella*), que agrupan más de 40 especies. En el segundo caso, existen también varias familias, pero quizá las más importantes son las Ninfáceas, las Haloragáceas, las Hidrocaritáceas y las Potamogetonáceas. A la primera pertenecen especies tan llamativas como la victoria amazónica o lirio de la reina Victoria (*Victoria amazonica*), que tiene hojas flotantes de hasta 4 m de diámetro; o los nenúfares (*Nymphaea* y *Nuphar*). A la familia Hidrocaritáceas pertenecen muchas plantas de acuario, como *Eolodea canadensis*.
- **Sumergidas:** viven durante toda su vida enraizadas al substrato y sumergidas. Se trata de la mayoría de las algas de aguas dulces y marinas. Las carofíceas (filo *Charophyta*) son, entre las plantas inferiores, el principal elemento vegetal de las aguas calcáreas; con apariencia de equisetos, se caracterizan por acumular en sus paredes carbonato cálcico y por tener un color blanquecino. También hay familias de plantas superiores, espermatofitas, como las Posidoniáceas y las Zosteráceas, de vital importancia en el medio marino por constituir un soporte de la flora y fauna submarina, así como por servir de alimento a peces e invertebrados.
- **Anfibias:** plantas terrestres que pueden vivir en el agua o fuera de ella y son las que normalmente se conocen como plantas acuáticas. En general también se denominan helófitos (pasan gran parte de su ciclo dentro del agua), como los carrizos, el berro, los juncos o las espadañas, para diferenciarlos de los higrófitos o freatófitos, que son plantas que viven en un medio muy húmedo y reciben del suelo humedad permanente, como los olmos, chopos o sauces y la mayor parte de las plantas de las selvas ecuatoriales y tropicales.

Las plantas acuáticas presentan una serie de necesidades básicas para poder desarrollarse. Entre estas destaca la de poseer órganos capaces de mantenerlas flotando. Esto se consigue teniendo los tejidos celulares dispuestos en forma de panal de abeja, con una estructura denominada aerénquima formada por grupos de células que rodean los grandes espacios intercelulares. Las hojas y los tallos sumergidos presentan también una organización especial (hidromorfosis) que les

permite absorber directamente del agua el dióxido de carbono y el oxígeno necesarios, así como las sales nutritivas. Otra adaptación particular es la presencia de hojas muy diferentes o heterofilia: las flotantes están constituidas casi como las hojas de las plantas terrestres, mientras que las sumergidas son muy sutiles, delgadas, a menudo filiformes (como en *Ceratophyllum* o *Myriophyllum*), aumentando de esta forma la superficie para así contrarrestar la lentitud de difusión de gases en el agua. Las plantas que viven en medios acuáticos con cieno, en manglares o en marismas, desarrollan raíces respiratorias o neumatóforos. En otras especies, como los nenúfares, los peciolos de las hojas se hacen muy flexibles para permitir que las hojas y la flor sean flotantes a pesar de las grandes oscilaciones del caudal. También son interesantes los mecanismos de propagación de la semilla y el fruto, como ocurre en el género *Potamogeton*, cuyas semillas presentan un recubrimiento viscoso para adherirse a la avifauna acuática.

2

Artículo - Plantas insectívoras

1 INTRODUCCIÓN

Plantas insectívoras, también llamadas carnívoras; reciben este nombre los vegetales que se nutren parcialmente de animales, en especial de insectos, que capturan ellas mismas. Casi todas crecen en turberas y humedales, donde el suelo es ácido y pobre en nitrógeno asimilable; en estas condiciones, capturar insectos es una forma de obtener compuestos nitrogenados sin necesidad de sintetizarlos. Al mismo tiempo, las hojas verdes de estas plantas fabrican hidratos de carbono. El mecanismo de captura ocupa un espacio pequeño, y por ello las presas son, casi inevitablemente, insectos diminutos.

Las plantas insectívoras son variadas, y se agrupan en tres órdenes distintos de dicotiledóneas: *Nepenthales*, *Scrophulariales* y *Rosales*. La mayor parte de las especies pertenecen al orden *Nepenthales*, entre ellas las plantas odre, las dróseras y la venus atrapamoscas. Son también insectívoras las lentibularias y grasillas y la planta odre australiana. A continuación estudiaremos con más detalle las dróseras y lentibularias. También son carnívoras ciertas especies de hongos.

2 DRÓSERAS

Las dróseras agrupan entre 90 y 100 especies, en su mayor parte hierbas vivaces. Están distribuidas por todo el mundo, y son las plantas insectívoras más comunes. Las flores, pequeñas, de color blanco, rosa o púrpura, crecen aisladas o en inflorescencias unilaterales. Las hojas forman pequeñas rosetas pegadas al suelo en zonas pantanosas; el haz del limbo foliar está recubierto de pelos verdes o rojizos terminados en una glándula prominente que excreta un fluido pegajoso transparente similar a una gota de rocío. Si un insecto se posa en la hoja o la toca levemente, queda sujeto por los pelos pegajosos, que se curvan hacia adentro y comprimen a la víctima junto a la superficie foliar, donde es digerida.

3 LENTIBULARIAS

La familia de las lentibularias agrupa cinco géneros de herbáceas de amplia distribución. El más extendido tiene alrededor de 275 especies propias de las regiones templadas y tropicales de todo el mundo, entre las cuales hay plantas acuáticas y terrestres; varias tropicales viven separadas del suelo (véase Epifito) y se parecen a las orquídeas. Dentro de las lentibularias acuáticas, unas especies arraigan en el fango y otras, como la lentibularia común, flotan libremente en el agua de las charcas. El nombre científico de la planta hace referencia a las numerosas vejigas o utrículos que se forman en las hojas de esta especie.

Estas vejigas tienen hasta 5 mm de diámetro y están provistas de una abertura protegida por cerdas. Cuando un animal pequeño, como un insecto acuático o un pez diminuto, toca las cerdas, la vejiga se dilata súbitamente, absorbe al animal y lo atrapa. La digestión de estas presas proporciona nutrientes que las plantas absorben normalmente por las raíces.

A esta familia pertenecen también las grasillas o tirañas, que no son acuáticas.

Clasificación científica: la planta odre australiana pertenece a la familia de las Cefalotáceas (*Cephalotaceae*), especie *Cephalotus follicularis*. Las dróseras forman la familia de las Droseráceas (*Droseraceae*). Las lentibularias pertenecen a la familia de las Lentibulariáceas (*Lentibulariaceae*); el género más común de esta familia es *Utricularia*, y la lentibularia común corresponde a la especie *Utricularia vulgaris*.

3

Artículo - Cactáceas

Cactáceas, nombre común de una familia de plantas que contiene un grupo de aspecto peculiar, espinosas, crasas, nativas de América e introducidas en otros continentes (como Australia, África oriental y la región mediterránea). La familia contiene alrededor de 1.650 especies, en su mayor parte adaptadas a climas áridos. Los frutos de los cactus son importantes fuentes de alimento y bebida en muchas de las zonas donde crecen estas plantas. Como exigen pocos cuidados y adoptan formas muy extrañas, se han convertido en plantas de interior muy apreciadas, lo que está sometiendo a muchas especies a una presión cada vez mayor; en la actualidad hay más de 17 tipos de cactus en peligro de extinción (véase Especies amenazadas) a consecuencia de la avidez de coleccionistas y recolectores furtivos, especialmente en el suroeste de Estados Unidos y el norte de México.

Los cactus suelen tener tallos espinosos y raíces; las hojas están por lo general muy reducidas, faltan por completo o se han transformado en espinas. Sólo hay

dos géneros con hojas bien formadas. Los tallos están hinchados y son carnosos, adaptados para la acumulación de agua; muchos tienen una forma que conduce el agua de lluvia directamente a las raíces. Éstas son extensas y superficiales, para absorber la mayor cantidad posible de agua de una gran superficie. En los desiertos, las plantas suelen estar muy separadas unas de otras.

Las estructuras vegetativas más características de las Cactáceas son las aréolas, zonas especializadas del tallo en las que suelen crecer espinas agudas y rígidas. Algunas cactáceas carecen de espinas, pero tienen en las aréolas pelos o barbas afiladas llamadas gloquidios. Las aréolas se desarrollan en los tallos a partir de yemas laterales y se consideran equivalentes a ramas muy especializadas.

Las flores de los cactus suelen ser grandes y vistosas, y se presentan aisladas en lugar de agrupadas en inflorescencias. El perianto (corola) no está formado por sépalos y pétalos bien diferenciados, sino por una serie de brácteas (hojas modificadas) que van transformándose paulatinamente en sépalos primero y por último en llamativos pétalos. Tienen muchos estambres y ovario ínfero soldado al perianto. El fruto suele ser carnoso y de color vivo.

La mayor parte de los aproximadamente 130 géneros de la familia de las cactáceas se cultivan; las especies pequeñas y de crecimiento lento son las más apreciadas, por la diversidad de formas, colores y espinas que exhiben. Uno de los grupos más conocidos contiene especies de flores atractivas que se abren por la noche; a él pertenece también el cactus llamado *saguaro*, autóctono de México. Algunos taxónomos dividen este grupo hasta en 10 géneros distintos (véase *Cereus*). También muy popular es el llamado cactus de Navidad; en este grupo hay especies que se comportan como epífitos naturales en las selvas húmedas de los trópicos y que no se ajustan al perfil de planta enana y carnosa propia de regiones desérticas que suele asociarse con la idea de cactus; no obstante, el examen de los tallos revela la presencia de aréolas, órganos exclusivos de la familia de las cactáceas; también las flores tienen las peculiaridades características de esta familia. En el sur de España y Portugal es muy común la chumbera o nopal, que produce frutos comestibles llamados higos chumbos o tunas.

Muchos grupos de plantas que nada tienen que ver con los cactus han adquirido, al adaptarse a la vida en regiones áridas, un aspecto externo parecido. Son buenos ejemplos de evolución paralela: organismos alejados filogenéticamente y expuestos a presiones ambientales similares suelen desarrollar características funcionales y anatómicas semejantes. Así, muchas euforbiáceas, que crecen en regiones secas de África en las que no hay cactus, tienen también tallos crasos, sin hojas y espinosos.

Clasificación científica: los cactus pertenecen a la familia de las Cactáceas (*Cactaceae*). Las especies provistas de hojas bien formadas se clasifican en los géneros *Pereskia* y *Pereskopsis*. Los saguaro y los cactus con floración nocturna pertenecen al género *Cereus*. El cactus de Navidad es *Schlumbergera bridgesii*.

Las especies de chumbera o nopal son *Opuntia ficus-indica* y *O. vulgaris*.

4

Artículo - Plantas medicinales

1 INTRODUCCIÓN

Plantas medicinales, todas aquellas plantas que contienen, en alguno de sus órganos, principios activos, los cuales, administrados en dosis suficientes, producen efectos curativos en las enfermedades de los hombres y de los animales en general. Se calcula en unas 260.000 las especies de plantas que se conocen en la actualidad, de las que el 10% se pueden considerar medicinales, es decir, se encuentran recogidas en los tratados médicos de fitoterapia, modernos y de épocas pasadas, por presentar algún uso. Evidentemente, sobre todo en las regiones ecuatoriales, la proporción de especies medicinales puede variar sensiblemente de este porcentaje, ya que ni siquiera se conoce la totalidad de la flora.

2 HISTORIA

La fitoterapia tiene sus orígenes en los albores de la humanidad, desde que aparecen registros o referencias fiables. Al principio se utilizaba a través de rituales mágicos. El uso, desde tiempos antiguos, de las plantas para curar se pone de manifiesto por la existencia de herbarios desde la época de los sumerios, los asirios, los babilonios o los fenicios. El *Papiro de Ebers* (1700 a.C.), con más de 20 m de longitud, encontrado en las ruinas de Luxor, ya recoge, por ejemplo, el uso medicinal de 700 plantas, como el ajo o la adormidera. En China y el resto de Asia el uso de plantas para tratar enfermedades se remonta a más de 10.000 años. Sin embargo, fueron griegos y romanos los primeros en sistematizar en Occidente, a través de sus escritos, el estudio de las plantas medicinales. Así, Dioscórides, en su obra *De Materia Medica*, describe más de 600 plantas de uso medicinal.

3 PRINCIPIOS ACTIVOS

El estudio de los componentes de las plantas medicinales se centra en las sustancias que ejercen una acción farmacológica sobre el ser humano o los seres vivos en general. Los principios activos de las plantas pueden ser sustancias simples (como alcaloides) o bien mezclas complejas (resinas, aceites esenciales, etc.). Los compuestos más comunes son los azúcares y heterósidos (azúcar más un compuesto sin azúcar), que pueden ser glucósidos, galactósidos, etc. El primer heterósido que se descubrió fue la salicina (extraído de *Salix alba*). Otros componentes activos de las plantas son alcaloides, lípidos, gomas, mucílagos, principios amargos, taninos, aceites esenciales, resinas, bálsamos, oleorresinas, ácidos orgánicos, enzimas y vitaminas.

4 RECOLECCIÓN Y FORMAS DE PREPARACIÓN

La recolección debe realizarse cuando los principios activos de la planta están maduros. Por lo general, se debe proceder al secado de los vegetales lo más rápido posible, de forma que no fermenten los azúcares que contienen, aunque hay que tener en cuenta que las hierbas secas poco a poco van perdiendo sus propiedades. Las flores deben cogerse recién abiertas y secarse con papel limpio; las hojas deben recolectarse antes y durante la floración y extenderse sobre un papel o rejilla; las plantas enteras deben ser despojadas de las hojas marchitas y los restos de tierra; las semillas y frutos no suelen necesitar ningún tratamiento; y las cortezas y raíces se deben tomar de ejemplares jóvenes.

Las preparaciones más frecuentes, que se pueden llevar a cabo en casa, son:

Infusión: calentar agua y añadir la parte de la planta necesaria en el primer hervor. Seguidamente se aparta del fuego, se tapa y se deja reposar unos minutos. La infusión una vez hecha no debe hervir. Se suele preparar con las partes jóvenes de la planta, como hojas, flores y semillas.

Decocción: proceso por el cual la planta se hierve en agua durante un periodo de tiempo determinado. Se usa este procedimiento con las partes más duras, como corteza, hojas coriáceas, raíces y tallos.

Reducción: si la cocción se lleva a cabo durante más de 20 minutos, se produce la reducción. Se emplea para principios activos que resisten el calor y de los que se necesita, por su escasa proporción, una mayor concentración.

Maceración: consiste en dejar reposar las plantas en agua fría durante algunas horas. Sirve para extraer principios activos inestables frente al calor pero solubles en agua.

Tintura o vinos medicinales: es la maceración hecha en alcohol y normalmente lleva una parte de la planta por cinco de alcohol. Se usa si los principios activos no se disuelven bien en agua o son de sabor desagradable, empleándose generalmente planta seca. Son muy conocidos los vinos de quina o el aguardiente de endrino (pacharán).

Jarabes: son disoluciones de azúcar en agua a las que después se les añade la planta.

Zumo: directamente se trituran las plantas frescas y luego se tamiza el líquido.

Aceites medicinales: al igual que el alcohol, el aceite es otro de los disolventes más usados. De hecho hay ciertas plantas que transfieren mejor sus principios activos al aceite. Son los más utilizados para uso externo (friegas, masajes o untes).

Cataplasmas o compresas: se hacen hirviendo la planta o sometiéndola a la acción del agua. Las plantas hervidas se envuelven en paños delgados que se sitúan sobre la zona a tratar.

Vahos: se preparan con hierbas aromáticas, las cuales se hierven en agua. El vapor que se desprende del recipiente una vez retirado éste del fuego, es el que debe ser inhalado.

5 PROPIEDADES MEDICINALES

Los principios activos de las plantas, a los que hay que atribuir sus efectos curativos, pueden utilizarse en el tratamiento de gran número de enfermedades o dolencias. A continuación se dan algunos ejemplos de las propiedades medicinales de las plantas, así como de algunas de las especies vegetales que presentan estas propiedades:

Pectorales y antitusivas: fáfara (*Tussilago farfara*), amapola (*Papaver rhoeas*) y malva.

Tónicas y digestivas: la salvia, el orégano, el poleo, la hierba luisa, la genciana, la angélica o el ajenjo.

Laxantes: el acebo, el algarrobo, la cuscuta o el polipodio.

Diuréticas: el apio, el perejil, el limonero o el equiseto *Equisetum telmateia*.

Abortivas: corona del rey, sabina, tejo o azafrán.

Hipnóticas: majuelo, tilo, valeriana, lúpulo o naranjo.

Antireumáticas: rododendro, estramonio, espliego o judía.

Vermífugas: ontina, tomillo, nogal o tanaceto.

Vulnerarias: hipérico, vulneraria o aliso.

5

Artículo - Plantas ornamentales

1 INTRODUCCIÓN

Plantas ornamentales, plantas o vegetales silvestres que se han utilizado desde antiguo por los seres humanos para la decoración o adorno de su entorno más inmediato (las viviendas, las calles, etc.) o de todos aquellos lugares que por diversos motivos (religiosos, festivos o históricos) debían ser engalanados. Bien conocidos son los ejemplos de los jardines colgantes de Babilonia o de los jardines japoneses. Dentro de las plantas ornamentales se puede distinguir entre aquellas especies vegetales que se utilizan para decorar ambientes externos (como jardines, patios o parques) y las plantas que se emplean en la ornamentación de espacios interiores como los hogares o los comercios. Las especies de exterior pueden mantenerse al aire libre todo el año, mientras que las plantas de interior no son capaces, salvo en algunas zonas con clima suave, de sobrevivir al aire libre ya que no soportan las bajas temperaturas.

2 PLANTAS DE EXTERIOR

La mayor parte de las plantas ornamentales utilizadas como plantas de exterior forman parte de la flora y vegetación naturales del mismo lugar en el que se plantan, o bien suelen estar adaptadas a unas características climáticas similares a las de su origen. Cada vez con mayor profusión se utilizan plantas autóctonas, como pueden ser, en la península Ibérica, las jaras (*Cistus sp.*), el romero (*Rosmarinus officinalis*), los tomillos (*Thymus sp.*) o el acebo (*Ilex aquifolium*). En

otras ocasiones son especies introducidas, como el ginkgo (*Ginkgo biloba*), el magnolio (*Magnolia grandiflora*), el árbol de los tulipanes o tulipero (*Liriodendron tulipifera*) o las secuoyas (*Sequoia sp.* y *Sequoiadendron sp.*), las que forman parte de la ornamentación de jardines y calles. Muchas especies se eligen por su follaje decorativo, que puede alcanzar una coloración intensa en otoño, o por la fragancia o la vistosidad de sus flores, como el jazmín de olor (*Jasminum polyanthum*), las rosas o las hortensias. Las plantas trepadoras y colgantes son plantas generalmente de tallos endebles y volubles que no son capaces de sostenerse sin la existencia de un soporte y que se suelen utilizar para camuflar estructuras de las casas poco vistosas, para adornar las fachadas o incluso para dar sombra (algunas son muy conocidas como la madreselva, la glicina, la hiedra o la flor de la pasión).

3 PLANTAS DE INTERIOR

Con las plantas de interior se aporta un cierto toque natural al interior de cualquier estancia y además sirven de regalo en fechas señaladas, como la llamada flor de Pascua o poinsetia (*Euphorbia pulcherrima*). La mayoría de las plantas que viven en el interior de los lugares que habitamos tienen su origen en las zonas tropicales y subtropicales de ambos hemisferios, donde el clima apenas presenta variaciones estacionales y, en general, se dan unas condiciones ecológicas muy homogéneas a lo largo del año. Algo parecido a lo que sucede en el interior de las casas, donde en el invierno de nuestras latitudes mantienen una temperatura media que oscila entre 19 y 21 °C (aunque el ambiente se reseca con el uso de calefacciones) y en el verano no superan los 26 °C, a lo que hay que añadir unas condiciones de luminosidad semejantes a las de las selvas ecuatoriales y tropicales, es decir, generalmente luz indirecta (como la tamizada por las copas de los árboles). El aporte de agua es regulado por nosotros mismos, manteniéndose más o menos uniforme a lo largo del año, igual que en las selvas y bosques húmedos. La naturaleza del sustrato es también un punto importante ya que en las selvas las plantas se nutren de un suelo con un alto porcentaje de materia orgánica, por eso siempre se recomienda utilizar este tipo de sustratos (turba, mantillo).

4 UTILIZACIÓN DE LAS PLANTAS DE INTERIOR

En función del biotipo de las plantas (leñosas arborescentes, trepadoras, geófitos bulbosos, etc.) y del espacio que se quiere decorar (solitario, alto, ancho, pequeño, etc.), se realiza la selección del tipo de ornamentación. Las plantas arborescentes, como muchas especies de los géneros *Dracaena*, *Chamaedorea*, *Ficus* o *Howeia*, crecen en altura y con el tiempo adquieren dimensiones considerables, por lo que es recomendable su uso para decorar habitaciones grandes y amplias. Estas plantas no suelen destacar precisamente por la vistosidad de sus flores o frutos, sino más bien por la belleza del porte o por la forma de sus hojas, siempre verdes. Otras especies se pueden utilizar cultivadas en macetas colgantes como muchos helechos del género *Adiantum*, los culantrillos. Las plantas crasas o suculentas, es decir, las especies de las familias de las Cactáceas, Aizoáceas, Euforbiáceas o Crasuláceas, presentan por regla

general un pequeño tamaño por lo que son muy utilizadas para crear minijardines o bien terrarios (minijardines de interior rodeados de una estructura de vidrio). Las plantas suculentas más utilizadas son *Crassula portulacea*, *Cephalocereus senilis* o barba de viejo; *Echinocactus grusonii* o asiento de suegra; *Myrtillocactus geometrizans* y especies de pequeño tamaño del género *Opuntia*, la chumbera. Las plantas carnívoras también se utilizan en la jardinería de interior, si bien son de difícil mantenimiento. Las dos especies más comunes son *Dionaea muscipula* o Venus atrapamoscas y *Sarracenia flava*. También es delicado el cultivo de otros tipos de plantas de interior, como las plantas bulbosas que suelen florecer en el invierno o en la primavera temprana; los géneros más utilizados son los narcisos (*Narcissus sp.*), los azafranes (*Crocus sp.*), los tulipanes (*Tulipa sp.*) o los jacintos (*Hyacinthus*). Por último, la forma más común de planta de interior es la planta de maceta. Existe una gran diversidad de especies que se comercializan bajo esta denominación que van desde los muy conocidos geranios (*Pelargonium sp.*), originarios de Suráfrica, a los troncos del Brasil (*Dracaena fragans*). Generalmente su atractivo radica en la espectacularidad de la floración, en las flores como tal, en el colorido de sus frutos o en el color y forma de las hojas. Familias como las Bromeliáceas, constituidas mayoritariamente por plantas epifitas, son también muy utilizadas, destacando especies como la acmea o bromelia fasciada (*Aechmea fasciata*), la piña (*Ananas comosus*), *Neoregelia carolinae* o *Vriesia splendens*.

6

Artículo - Plantas trepadoras

Plantas trepadoras, plantas que ascienden por diversos métodos sobre soportes verticales. Las plantas trepadoras pueden dividirse en tres tipos básicos: las que se enganchan, las enredaderas y las que trepan por medio de zarcillos y otros dispositivos. Las primeras, como el rosal silvestre, sobresalen por encima de la vegetación circundante por medio de ganchos, espinas o barbas. Las enredaderas, como la correhuela, arrollan el tallo en torno a un soporte; el arrollamiento es una pauta de crecimiento que responde a la luz (véase Tropismo). En las plantas que trepan por medio de zarcillos, el arrollamiento de éstos en torno al soporte es una respuesta al contacto.

Los zarcillos son muy variables y pueden formarse a partir de distintas partes de la planta: el tallo, como en la parra; la raíz, como en ciertas orquídeas; los foliolos, como ocurre en el guisante; el peciolo foliar, como en la clemátide; y hasta el ápice de las hojas, como en algunos lirios. A veces los zarcillos forman en el extremo unas almohadillas pegajosas, como se observa en la parra virgen. Los zarcillos jóvenes describen amplios movimientos de barrido determinados por cambios de la presión intracelular. Cuando tocan un soporte, empiezan a arrollarse a su alrededor como resultado del crecimiento desigual a uno y otro lado del zarcillo. Una vez firmemente asido a su soporte, el zarcillo se arrolla sobre sí mismo para acercar la planta al soporte. Dentro del zarcillo arrollado se forma un fuerte tejido de sostén; en algunas especies, un solo zarcillo soporta una carga de 0,5 kilogramos.

Unas pocas especies trepan valiéndose de otros métodos. La hiedra, por ejemplo, emite finas raíces aéreas que penetran en el soporte y sujetan así los tallos.

7

Artículo - Plantas venenosas

Plantas venenosas, plantas que contienen sustancias que, al penetrar en el organismo provocan reacciones nocivas que causan lesiones o la muerte. Es muy posible que exista hasta un 1% de especies de plantas venenosas aunque aún no se haya reconocido esa condición en todas ellas. Las plantas peligrosas gozan de amplia distribución en bosques (hierba de San Cristóbal o actea), campos (leche de gallina), pantanos (eléboros como el vedegambre y la rosa de navidad), regiones secas (ciertos chaparros o encinos), bordes de caminos (celastráceas) y parques (kalmia), y crecen tanto silvestres (celidonia o celedonia, celidueña, hierba de la golondrina) como cultivadas (glicina o wistaria). Muchas plantas ornamentales comunes, como la adelfa o balandre, laurel rosa, blanco o colorado, la convalaria (muguete, lirio de los valles o hierba de San Juan) o el muérdago, son venenosas.

Los botánicos no han fijado normas que permitan determinar con exactitud si una planta concreta es venenosa. Las especies tóxicas están dispersas, en cuanto a sus hábitats y a sus relaciones botánicas. Contienen más de veinte en especial tóxicos, en especial alcaloides, glucósidos, saponinas, resinoides, oxalatos, compuestos fotosensibilizadores y ciertos minerales, como selenio o nitratos, que toman del suelo y van acumulando. Los compuestos venenosos pueden estar distribuidos por todas las partes de la planta (cicuta) o acumularse más en unos lugares que en otros, como la raíz (tsuga), las bayas (*daphne*) o las hojas (laurel de montaña). La toxicidad de una planta puede variar con la edad; por lo general, la nocividad aumenta con la madurez, sin embargo, algunas especies muy tóxicas en sus fases juveniles se transforman luego en inocuas (cadillo).

Ciertos principios activos provocan irritación de la piel (ortiga), mientras que otros desencadenan una reacción alérgica (hiedra venenosa). Pero casi todos los venenos deben penetrar en el organismo para actuar y, en la mayor parte de los casos, esa entrada se produce por ingestión. Por lo general, una persona adulta tendría que comer más de 60 g de la parte venenosa de la planta para intoxicarse (esta cantidad es, en proporción, menor para los niños). No obstante, algunas plantas son tóxicas en cantidades muy inferiores; así, bastan una o dos semillas de ricino (higuera, higuera, palmacristi, tártago de Venezuela) para matar a un niño.

Después de la ingestión, el veneno puede actuar inmediatamente sobre el aparato digestivo (diefembaquia, euforbio, ciertas Solanáceas) y provocar dolor abdominal agudo, vómitos e, incluso, hemorragias internas, o bien pasar al torrente sanguíneo. En este caso, primero llega al hígado, que puede resultar lesionado.

Los oxalatos cristalizan en el riñón (ruibarbo) y desgarran los túbulos. Algunas plantas afectan al corazón (adelfa); ingeridas en pequeñas cantidades, algunas de estas toxinas tienen virtudes medicinales (digital o dedalera). Las especies que contienen alcaloides suelen inducir reacciones desagradables o peligrosas en el sistema nervioso. Son ejemplo la parálisis (cicuta), las alucinaciones (estramonio o toloache, hierba del diablo, o chamico) o el paro cardíaco (tejo). Algunos tóxicos actúan directamente sobre las células del organismo. El ejemplo más claro es el cianuro, liberado a partir de un glucósido vegetal (laurel cerezo), que impide que las células absorban oxígeno. Por su parte, los nitratos, que ciertas plantas contienen en concentraciones excesivas, se combinan con la hemoglobina de la sangre, que queda incapacitada para transportar oxígeno a las células. Algunas reacciones son muy específicas; así, el helecho común destruye la médula ósea, donde se forman las células hemáticas; el hipérico o hipericón contiene un veneno que, al ser ingerido por los animales, reacciona con la luz solar y provoca quemaduras y lesiones graves en la piel expuesta.

Las plantas venenosas son demasiado numerosas como para pensar en erradicarlas y muchas son muy apreciadas como ornamentales de jardín o de interior. En caso de sospecha de intoxicación, hay que acudir al médico cuanto antes.

8

Artículo - Vegetal

1 INTRODUCCIÓN

Vegetal o Planta, cualquier miembro del reino Vegetal o reino Plantas (*Plantae*) formado por unas 260.000 especies conocidas de musgos, hepáticas, helechos, plantas herbáceas y leñosas, arbustos, trepadoras, árboles y otras formas de vida que cubren la tierra y viven también en el agua. Se abarcan todos los biotipos posibles: desde las plantas herbáceas (terófitos, hemicriptófitos, geófitos) a las leñosas que pueden ser arbustos (caméfitos y fanerófitos), trepadoras o árboles (fanerófitos). Del mismo modo son capaces de colonizar los ambientes más extremos, desde las heladas tierras de la Antártida en las que viven algunos líquenes hasta los desiertos más secos y cálidos en los que sobreviven ciertas acacias, pasando por toda una gama de sustratos (suelo, rocas, otras plantas, agua). El tamaño y la complejidad de los vegetales son muy variables; este reino engloba desde pequeños musgos no vasculares, que necesitan estar en contacto directo con el agua, hasta gigantescas secuoyas —los mayores organismos vivos— capaces, con su sistema radicular, de elevar agua y compuestos minerales hasta más de cien metros de altura.

El ser humano utiliza directamente sólo un reducido porcentaje de las especies vegetales para procurarse alimento, cobijo, fibras y medicinas. A la cabeza de la lista están el arroz, el trigo, el maíz, las legumbres, el algodón, las coníferas y el tabaco, especies de las que depende la economía de naciones enteras. Pero aún tienen más importancia para la humanidad los beneficios indirectos obtenidos de

todo el reino Vegetal, que lleva más de 3.000 millones de años realizando la fotosíntesis. Las plantas nos han dejado combustibles fósiles (como el petróleo) de los que se obtiene energía y, a lo largo de su prolongada historia, han suministrado oxígeno suficiente a la atmósfera para permitir que los seres vivos pudieran desarrollarse, desde las primeras formas de vida terrestre a la diversidad extraordinaria que conocemos en la actualidad. La biomasa mundial está formada en una proporción abrumadora por plantas, que no sólo constituyen la base de todas las cadenas tróficas, sino que también modifican los climas, y crean y sujetan los suelos, transformando así en habitables lo que de otro modo serían masas de piedras y arena.

2 DIFERENCIACIÓN DE OTROS REINOS

Los vegetales son organismos verdes pluricelulares; sus células contienen un protoplasma eucariótico (con núcleo) encerrado en el interior de una pared celular más o menos rígida compuesta en su mayoría por celulosa. La principal característica de los vegetales es su capacidad fotosintética, que utilizan para elaborar el alimento que necesitan transformando la energía de la luz en energía química; este proceso tiene lugar en unos plastos (orgánulos celulares) verdes que contienen clorofila y se llaman cloroplastos. Algunas especies de plantas han perdido la clorofila y se han transformado en saprofitas o parásitas (como los jopos, especies del género *Orobancha*) que absorben los nutrientes que necesitan de materia orgánica muerta o viva; a pesar de esto, los detalles de su estructura demuestran que se trata de formas vegetales evolucionadas.

Los hongos, también eucarióticos y considerados durante mucho tiempo miembros del reino Vegetal, se han clasificado ahora en un reino independiente, porque carecen de clorofila y de plastos, y porque la pared celular, rígida, contiene quitina en lugar de celulosa. Los hongos no sintetizan el alimento que necesitan, sino que lo absorben de materia orgánica viva o muerta.

También los diversos grupos de algas se clasificaban antes en el reino Vegetal, porque son eucarióticas y porque casi todas tienen paredes celulares rígidas y realizan la fotosíntesis. No obstante, debido a la diversidad de tipos de pigmentos, tipos de pared celular y manifestaciones morfológicas observadas en las algas, ahora se consideran parte de dos reinos distintos que engloban organismos variados semejantes a las plantas y de otros tipos entre los cuales no hay necesariamente una afinidad estrecha. Se considera que una de las divisiones o filos de algas —formada por las llamadas algas verdes— es la predecesora de las plantas verdes terrestres, porque los tipos de clorofila, las paredes celulares y otros detalles de la estructura celular son similares a los de las plantas.

También los miembros del reino Animal son pluricelulares y eucarióticos, pero se diferencian de las plantas en que se alimentan de materia orgánica; en que ingieren el alimento, en lugar de absorberlo, como hacen los hongos; en que carecen de paredes celulares rígidas; y en que, por lo general, tienen capacidad sensorial y son móviles, al menos en alguna fase de su vida. Véase Clasificación.

3 DIVISIONES VEGETALES

Las numerosas especies de organismos del reino Vegetal se organizan en varias divisiones (equivalentes botánicos de los filos). Musgos, hepáticas y antocerotas se incluyen en la división *Bryophyta* (briofitos), con más de 23.000 especies conocidas; los helechos y plantas afines se engloban en la división *Pteridophyta*, con unas 12.000 especies; y los espermatofitos o plantas con semillas, con unas 225.000 especies, se agrupan en 2 divisiones: la división *Pinophyta* que incluye las gimnospermas (plantas con semillas no encerradas en la madurez en un fruto), con unas 850 especies; y la división *Magnoliophyta* formada por las angiospermas (plantas con semillas encerradas en la madurez en un fruto).

Los briofitos carecen de sistema vascular desarrollado para el transporte interno de agua y nutrientes, y se han descrito como plantas no vasculares. Las otras 3 divisiones restantes reciben la denominación común de plantas vasculares o cormofitos. El tejido vascular es un tejido conductor interno que se encarga de transportar agua, minerales y nutrientes. Hay dos tipos de tejido vascular: xilema, que conduce agua y minerales desde el suelo hacia los tallos y hojas, y floema, que conduce los alimentos sintetizados en las hojas hacia los tallos, las raíces y los órganos de almacenamiento y reproducción. Además de la presencia de tejido vascular, los cormofitos se diferencian de los briofitos en que las plantas con hojas son la generación asexual o productora de esporas del ciclo vital. En la evolución de los cormofitos, la generación esporofítica creció en tamaño y complejidad, al tiempo que la gametofítica se reducía hasta quedar encerrada en el tejido esporofítico. La capacidad para evolucionar hacia esporofitos mayores y más diversificados, junto con la propiedad de elevar agua que tiene el tejido vascular, liberó a los cormofitos de la dependencia directa de las aguas de superficie. De este modo colonizaron todas las regiones continentales de la tierra, salvo las zonas árticas más altas, y se convirtieron en fuente de alimento y refugio para los animales que las habitan.

3.1 División *Bryophyta*

Los briofitos constituyen un conjunto polifilético diverso (como el reino Hongos) de plantas no vasculares. Abundan en lugares húmedos y sombríos, pero hay especies xerófilas que pueden vivir en medios estacionalmente secos (como una pared o una roca). En cualquier caso, su ciclo reproductor implica necesariamente una fase acuosa. La mayor diversidad se alcanza en los trópicos, pudiendo dominar en regiones boreales y australes y en algunas comunidades de zonas templadas como las turberas. Los ejemplares de briofitos con hojas que se conocen corresponden a la generación sexual o productora de gametos del ciclo vital de estos organismos. Por la falta de sistema vascular y porque los gametos necesitan una película de agua para dispersarse, los briofitos son, por lo general, plantas pequeñas que tienden a vivir en condiciones húmedas, aunque algunos ejemplares alcanzan gran tamaño en condiciones favorables y otros (casi siempre muy pequeños) están adaptados a la vida en el desierto, asociados a periodos

estacionales húmedos o a humedades atmosféricas altas.

Los briofitos comprenden 3 clases: *Hepatopsida* o *Marchantiopsida*, que incluye las hepáticas; *Bryopsida*, formada por los musgos; y *Anthocerotopsida*, que engloba las antocerotas.

3.2 División *Pteridophyta*

La división *Pteridophyta* engloba las criptógamas vasculares, es decir, los helechos y plantas afines (licopodios, selaginelas y equisetos). De las aproximadamente 12.000 especies que componen la división, cerca del 80% se distribuyen en las regiones intertropicales. Presentan un ciclo biológico con alternancia de generaciones en el que la generación asexuada o esporofito domina sobre la generación sexuada o gametofito. La fecundación debe realizarse en presencia de agua.

Se diferencian 4 subdivisiones de pteridofitos vivientes: *Lycophytina* (las licofitinas o licopodios), *Equisetophytina* (equisetos), *Psilophytina* (psilofitinas, con sólo dos géneros vivientes) y *Filicophytina* (helechos verdaderos).

3.3 División *Pinophyta*

La división *Pinophyta* incluye a las gimnospermas, es decir, a aquellas plantas vasculares cuyas semillas no están encerradas en la madurez en un fruto. La fecundación no depende de la presencia de agua pues el grano de polen es transportado por el viento hasta el gametofito femenino produciéndose la fecundación.

Esta división incluye 4 clases con representantes vivos: *Cycadopsida* (cícadas), *Ginkgopsida* (*Ginkgo biloba*), *Coniferopsida* (coníferas y Taxáceas) y *Gnetopsida*.

3.4 División *Magnoliophyta*

Este grupo está integrado por las angiospermas o plantas con flor, que constituyen la forma de vida vegetal dominante. Se subdividen en dos clases: *Magnoliopsida* (dicotiledóneas) y *Liliopsida* (monocotiledóneas). Las dicotiledóneas, que pueden ser plantas herbáceas, arbustivas o arbóreas, se caracterizan por presentar un embrión con 2 cotiledones (hojas primordiales que proporcionan alimento a la nueva plántula). Las monocotiledóneas, cuyo embrión sólo presenta 1 cotiledón, suelen ser herbáceas.

4 ESTRUCTURA Y FUNCIÓN CELULAR

La enorme variedad de especies vegetales refleja, en parte, la diversidad de tipos de células que constituyen las diferentes plantas. Pero entre todas estas células hay similitudes básicas que descubren el origen común y las relaciones entre las especies botánicas. Cada una de las células vegetales es, al menos en parte,

autosuficiente, y está aislada de sus vecinas por una membrana celular o plasmática y por una pared celular. Membrana y pared garantizan a las células la realización de sus funciones; al mismo tiempo, unas conexiones citoplásmicas llamadas plasmodesmos mantienen la comunicación con las células contiguas.

4.1 Pared celular

La principal diferencia entre las células vegetales y animales es que las primeras tienen pared celular. Ésta protege el contenido de la célula y limita su tamaño; también desempeña importantes funciones estructurales y fisiológicas en la vida de la planta, pues interviene en el transporte, la absorción y la secreción.

La pared celular vegetal es una estructura formada por varios compuestos químicos; el más importante de ellos es la celulosa (un polímero formado por moléculas del azúcar glucosa). Las moléculas de celulosa se unen en fibrillas, que constituyen el bastidor estructural de la pared. Otros componentes importantes de muchas paredes celulares son las ligninas, que aumentan la rigidez, y las ceras — como cutina y suberina— que reducen la pérdida de agua por parte de las células. Muchas células vegetales producen una pared celular primaria mientras crece la célula, y otra secundaria que se forma dentro de la primaria cuando la célula ha terminado de crecer. Los plasmodesmos atraviesan las dos y establecen vías de transporte de sustancias.

4.2 Protoplasto

La pared celular encierra el contenido vivo de la célula, llamado protoplasto. Este contenido está envuelto en una membrana celular única de tres capas. El protoplasto está formado por citoplasma, que a su vez contiene orgánulos y vacuolas envueltos en membrana y núcleo, la unidad hereditaria de la célula.

4.2.1 Vacuolas

Las vacuolas son cavidades limitadas por una membrana, llenas de savia celular, formada en su mayor parte por agua con azúcares, sales y otros compuestos en solución.

4.2.2 Plastos

Los plastos son orgánulos —estructuras celulares especializadas semejantes a los órganos— limitados por dos membranas. Hay tres tipos importantes de plastos: los cloroplastos contienen clorofila y pigmentos carotenoides; en ellos se lleva a cabo la fotosíntesis, el proceso de captación y fijación de la energía solar en forma de energía química acumulada en los enlaces de diversos compuestos de carbono. Los leucoplastos carecen de pigmentos e intervienen en la síntesis de almidones, aceites y proteínas. Los cromoplastos sintetizan carotenoides.

4.2.3 Mitocondrias

Mientras que los plastos intervienen de distintas formas en el almacenamiento de energía, las mitocondrias (otros orgánulos celulares) son las sedes de la respiración. Este proceso consiste en la transferencia de energía química desde los compuestos que contienen carbono al trifosfato de adenosina o ATP, la principal fuente de energía para las células. La transferencia tiene lugar en tres etapas: glicolisis (producción de ácidos a partir de los hidratos de carbono), ciclo de Krebs y transferencia de electrones. Como los plastos, las mitocondrias están envueltas en dos membranas, la interna muy plegada; estos pliegues internos o crestas mitocondriales constituyen las superficies en las cuales se producen las reacciones respiratorias.

4.2.4 Ribosomas, aparato de Golgi y retículo endoplasmático

Hay otros dos elementos celulares importantes: los ribosomas (donde se enlazan los aminoácidos para formar proteínas), y el aparato de Golgi, que interviene en la secreción de material celular. Además, recorre gran parte del citoplasma un complejo sistema de membranas llamado retículo endoplasmático, que parece actuar como sistema de comunicación a través del cual circulan varios tipos de sustancias de unos puntos de la célula a otros. Los ribosomas suelen estar conectados con el retículo endoplasmático, que se prolonga en la doble membrana que envuelve el núcleo celular.

4.2.5 Núcleo

El núcleo determina las proteínas que deben producirse, y controla así las funciones celulares. También mantiene y transmite información genética a las nuevas generaciones celulares mediante la división celular. Véase Genética.

5 TEJIDOS

La estructura básica de la célula vegetal y sus elementos presenta muchas variantes. Los tipos de células similares se organizan en unidades estructurales y funcionales llamadas tejidos que constituyen el conjunto de la planta; éstos tienen puntos de crecimiento formados por células en división activa en los cuales se forman células y tejidos nuevos. Los puntos de crecimiento, llamados meristemos, se encuentran en los extremos apicales de los tallos y las raíces (meristemos apicales), donde causan el crecimiento primario de los vegetales, y en las paredes de tallos y raíces (meristemos laterales), donde inducen el crecimiento secundario. En las plantas vasculares se reconocen tres grandes sistemas tisulares: dérmico, vascular y fundamental.

5.1 Tejido dérmico

El tejido dérmico está formado por la epidermis o capa externa del cuerpo de la planta. Constituye la piel que cubre hojas, flores, raíces, frutos y semillas. Las células epidérmicas varían mucho en cuanto a estructura y función.

En la epidermis puede haber estomas, unas aberturas a través de las cuales la planta intercambia gases con la atmósfera. Estas aberturas están rodeadas por células especializadas llamadas oclusivas que al cambiar de tamaño y forma, modifican el diámetro de la abertura estomática y de este modo regulan el intercambio gaseoso. La epidermis está revestida por una película de cera llamada cutícula; es impermeable, y su función es reducir la pérdida de agua por evaporación a través de la superficie de la planta. Si ésta experimenta crecimiento secundario —es decir, aumento de diámetro de raíces y tallos por actividad de los meristemas laterales— en lugar de epidermis tendrá peridermis, tejido formado por células impermeabilizadas casi por completo (sobre todo tejido suberoso o de corcho) que mueren al madurar.

5.2 Tejido vascular

Hay dos clases de tejido vascular: xilema, encargado de conducir agua, nutrientes y minerales disueltos, y floema, que transporta alimentos. El xilema también almacena nutrientes y contribuye a sujetar la planta.

5.2.1 Xilema

El xilema está formado por dos clases de tejido conductor: traqueidas y vasos. Las células que los forman son en los dos tipos alargadas, afiladas por los extremos, con paredes secundarias y sin citoplasma, y mueren al madurar. La pared celular tiene unas punteaduras (adelgazamientos) en las cuales no se produce engrosamiento secundario y a través de las que el agua pasa de unas células a otras. Los vasos suelen ser más cortos y anchos que las traqueidas y, además de punteaduras, tienen perforaciones carentes de engrosamiento primario y secundario a través de las que circulan libremente el agua y los nutrientes disueltos.

5.2.2 Floema

El floema o tejido conductor de nutrientes está formado por células que se mantienen vivas al madurar. Las células principales del floema son los elementos cribosos —llamados así por los grupos de poros que tienen en las paredes— a través de los que se conectan los protoplastos de las células contiguas. Hay dos tipos de estos elementos: células cribosas, con poros estrechos dispuestos en grupos bastante uniformes en las paredes celulares, y tubos cribosos, con poros mayores en unas paredes celulares que en otras. Aunque los elementos cribosos contienen citoplasma también en la madurez, carecen de núcleo y otros orgánulos. Los elementos cribosos llevan asociadas unas células anexas que tienen núcleo y se encargan de fabricar y segregar sustancias que entregan a los elementos cribosos, así como de extraer de éstos los productos de desecho que forman.

5.3 Tejido fundamental

Las plantas tienen tres tipos de tejido fundamental. El primero, llamado parénquima, está distribuido por toda la planta, está vivo y mantiene la capacidad de división celular durante la madurez. En general, las células tienen sólo paredes primarias de grosor uniforme. Estas células del parénquima se encargan de numerosas funciones fisiológicas especializadas: fotosíntesis, almacenamiento, secreción y cicatrización de heridas. También hay células de este tipo en los tejidos xilemático y floemático.

El colénquima es el segundo tipo de tejido fundamental; también se mantiene vivo en la madurez, y está formado por células provistas de paredes de grosor desigual. El colénquima puede plegarse, y actúa como tejido de sostén en las partes jóvenes de las plantas que se encuentran en fase de crecimiento activo.

El esclerénquima, el tercer tipo de tejido, está formado por células que pierden el protoplasto al madurar y tienen paredes secundarias gruesas, por lo general con lignina. El esclerénquima se encarga de sujetar y reforzar las partes de la planta que han terminado de crecer.

6 ÓRGANOS VEGETALES

El cuerpo de toda planta vascular está organizado en tres tipos generales de órganos: raíces, tallos y hojas. Estos contienen a su vez los tres tipos de tejidos que acaban de describirse, pero se diferencian por la forma en que se especializan las células para desempeñar distintas funciones.

6.1 Raíces

La función de las raíces es sujetar la planta al sustrato y absorber agua y elementos minerales. Por tanto, las raíces suelen ser subterráneas y crecer hacia abajo, en el sentido de la fuerza gravitatoria, es decir, tienen un geotropismo positivo. Sin embargo, en algunos casos pueden estar expuestas al sol y, debido a la acción de la luz, adquieren un color verdoso. A diferencia de los tallos, carecen de hojas y nudos y están incapacitadas para formar hojas o flores. La epidermis se encuentra justo por detrás del ápice de crecimiento de la raíz y está cubierta de pelos radicales, que son proyecciones de las células epidérmicas que aumentan la superficie de la raíz y se encargan de absorber agua y nutrientes.

En su interior, las raíces están formadas en su mayor parte por xilema y floema, aunque en muchos casos están muy modificadas para desempeñar funciones especiales. Así, algunas son importantes órganos de almacenamiento, como sucede en la remolacha, la zanahoria o el rábano; estas raíces son ricas en tejido parenquimatoso. Muchos árboles tropicales tienen raíces aéreas de apuntalamiento, denominadas contrafuertes, que mantienen el tronco vertical y que son típicas de las áreas pantanosas y de manglar. Los epífitos tienen raíces modificadas para absorber con rapidez el agua de lluvia que escurre sobre la corteza de la planta hospedante.

La raíz aumenta de longitud con la actividad de los meristemos apicales, y de diámetro mediante la de los meristemos laterales. Las ramas de la raíz surgen en su interior, a alguna distancia por detrás del ápice de crecimiento, cuando ciertas células se transforman en meristemáticas.

6.2 Tallos

Los tallos suelen encontrarse por encima del suelo, crecen hacia arriba y llevan hojas dispuestas de manera regular en nudos formados a lo largo del propio tallo. La porción comprendida entre dos nudos se llama entrenudo. Los tallos aumentan de longitud gracias a la actividad del meristemo apical situado en el extremo. Este punto de crecimiento (yema apical) es también el origen de las hojas nuevas, que lo rodean y protegen antes de abrirse. Las yemas apicales de los árboles caducifolios, que pierden las hojas durante parte del año, suelen estar protegidas por unas hojas modificadas llamadas escamas.

Los tallos son más variables en aspecto externo y estructura interna que las raíces, pero también están formados por los tres tipos de tejidos conocidos y tienen varias características comunes. El tejido vascular se agrupa en haces que recorren el tallo longitudinalmente, y forma una red continua con el tejido vascular de hojas y raíces. En las plantas herbáceas, el tejido vascular está envuelto en tejido parenquimático, mientras que los tallos de las leñosas están formados por tejido xilemático endurecido. Los tallos aumentan de diámetro mediante la actividad de los meristemos laterales, que producen, en las especies leñosas, la corteza y la madera. La corteza —que comprende también el floema— actúa como cubierta externa protectora, que evita lesiones y pérdida de agua.

Dentro del reino Vegetal se dan numerosas modificaciones del tallo básico, como las espinas de las zarzas. Ciertos tallos, como los zarcillos de las parras, están modificados para crecer hacia arriba y sujetarse al sustrato. Muchas plantas tienen hojas reducidas o carecen de ellas; en tal caso, es el tallo el que actúa como superficie fotosintética (véase Cactáceas). En otras ocasiones el tallo, que recibe el nombre de filóclado o filocladio, se transforma para adquirir el aspecto de una hoja, como ocurre en el rusco (*Ruscus aculeatus*). Algunos reptan sobre la superficie del suelo y reproducen la planta de la que proceden por medios vegetativos; es un fenómeno común entre las gramíneas (véase Reproducción vegetativa). Otros tallos son subterráneos y actúan como órganos de almacenamiento de nutrientes que, en muchos casos, aseguran la supervivencia de la planta durante el invierno; son ejemplos los bulbos de tulipanes, azafranes o narcisos.

6.3 Hojas

Las hojas son los principales órganos fotosintéticos de casi todas las plantas. Suelen ser láminas planas con un tejido interior llamado mesofilo que en su mayor parte es de naturaleza parenquimática; está formado por células poco apretadas entre las que quedan espacios vacíos que están llenos de aire, del cual absorben

las células dióxido de carbono y al cual expulsan oxígeno. El mesofilo está limitado por las caras superior e inferior del limbo foliar, revestido de tejido epidérmico. Recorre el mesofilo una red vascular que proporciona agua a las células y conduce los productos nutritivos de la fotosíntesis a otras partes de la planta.

El limbo foliar está unido al tallo por medio de un delgado rabillo o peciolo formado en su mayor parte por tejido vascular. En muchas especies brotan de la base del peciolo unos apéndices llamados estípulas.

Hay muchas clases de hojas especializadas. Algunas se modifican y adoptan la forma de espinas que protegen a la planta de los depredadores. Ciertos grupos de plantas tienen hojas muy especializadas que capturan y digieren insectos de los que extraen nutrientes que no pueden sintetizar (véase Plantas insectívoras). A veces las hojas adoptan colores luminosos y forma petaloidea para atraer a los insectos polinizadores hacia las flores, pequeñas y poco atractivas. Las hojas más modificadas son las flores; en efecto, todas las piezas florales —carpelos, estambres, pétalos y sépalos— son hojas modificadas que se encargan de la reproducción.

7 CRECIMIENTO Y DIFERENCIACIÓN

El crecimiento y la diferenciación de los tejidos y órganos vegetales están controlados por varios factores internos y externos.

7.1 Hormonas

Las hormonas vegetales, compuestos químicos especializados producidos por las plantas, son los principales factores internos que controlan el crecimiento y el desarrollo. Las hormonas se producen en cantidades muy pequeñas en unas partes de las plantas y son transportadas a otras, donde ejercen su acción. Una misma hormona puede desplegar efectos distintos en diferentes tejidos de destino. Así, la auxina, una de las más importantes hormonas vegetales, se sintetiza en las yemas apicales de los tallos y pasa desde allí a otras partes de la planta, donde puede tanto estimular el crecimiento como inhibirlo. En los tallos, por ejemplo, la auxina favorece el alargamiento de las células y la diferenciación del tejido vascular, mientras que en las raíces inhibe el crecimiento en la parte central y favorece la formación de raíces adventicias. También retrasa la abscisión o caída de flores, frutos y hojas.

Las giberelinas son otras importantes hormonas controladoras del crecimiento vegetal; se conocen más de cincuenta tipos. Determinan el alargamiento de los tallos e inducen la germinación de la semilla de algunas gramíneas al desencadenar la producción de las enzimas que descomponen el almidón en azúcares para alimentar al embrión. Las citoquininas fomentan el crecimiento de las yemas laterales y se oponen así a la auxina; también favorecen la formación de yemas. Además, las plantas producen, por descomposición parcial de ciertos hidrocarburos, el gas etileno, que a su vez regula la maduración y abscisión de los

frutos.

7.2 Tropismos

En el desarrollo y crecimiento de las plantas intervienen también varios factores externos, que con frecuencia actúan junto con las hormonas. Un tipo importante de respuesta a estímulos externos son los llamados tropismos, que determinan el cambio de la dirección de crecimiento de la planta. Son ejemplos el fototropismo, o inclinación del tallo hacia la luz; y el geotropismo, o respuesta del tallo y la raíz a la gravedad. Los tallos presentan geotropismo negativo, pues crecen hacia arriba, mientras que las raíces lo presentan positivo, y crecen hacia abajo. La fotoperiodicidad, o respuesta a los ciclos de luz y oscuridad, tiene especial importancia en la determinación del inicio de la floración, de la foliación y de la caída de las hojas; así, ciertas plantas son propias de días cortos, y sólo florecen cuando el periodo de luz es inferior a cierto valor (véase Relojes biológicos). En el complejo inicio de la floración intervienen también otras variables, tanto internas (la edad de la planta, por ejemplo), como externas (la temperatura o la cobertura de otras plantas que impiden el paso del Sol). Así, muchas plantas del estrato herbáceo de los bosques caducifolios suelen florecer antes de que las especies arbóreas echen sus hojas planas y grandes impidiendo el paso de la luz.

8 ECOLOGÍA

Como las plantas más comunes arraigan en el suelo, suelen considerarse formas de vida pasivas. Pero un examen de las elaboradas interacciones que mantienen con su medio biológico desmiente esta idea.

8.1 Cooperación y competencia

Muchas especies vegetales tienen pies masculinos y femeninos distintos; en tal caso, el polen de las flores masculinas debe llegar hasta las femeninas para que tengan lugar los fenómenos de polinización y desarrollo de la semilla. El agente polinizador es a veces el viento (elemento del medio físico), pero en muchos casos es un insecto, un murciélago o un pájaro (elementos del medio biológico). Las plantas pueden también confiar a estos agentes la dispersión de las semillas; así, después de la polinización, el cerezo forma cerezas que atraen a los pájaros; éstos comen los frutos y excretan los huesos a cierta distancia del árbol. Otras plantas desarrollan frutos espinosos que se enganchan en el pelaje de los animales, desprendiéndose de éstos en otros lugares.

Las plantas han desarrollado muchas otras relaciones beneficiosas con otros organismos, como las bacterias fijadoras de nitrógeno que viven en los nódulos radiculares de las Fabáceas (véase Leguminosas) y de otras familias como las Betuláceas (como en el aliso) o las Eleagnáceas (como en el árbol del paraíso). Muchas gramíneas de pradera y otras plantas que medran en terrenos abiertos dependen de distintos herbívoros, que evitan que el bosque se cierre y les prive de luz.

Como parte de la competencia entre las plantas por la luz, muchas especies han aumentado de altura y han formado hojas y copas de formas especiales para captar los rayos del sol. Otras producen sustancias químicas que inhiben la germinación o el arraigamiento de semillas de especies distintas en sus cercanías; de este modo evitan la competencia por los nutrientes minerales y la luz. Los nogales, por ejemplo, utilizan esta forma de alelopatía o inhibición química.

8.2 La red trófica

Como las plantas son organismos autótrofos —es decir, capaces de sintetizar el alimento que necesitan— se sitúan en la misma base de la red trófica. Los organismos heterótrofos (incapaces de sintetizar el alimento que necesitan) son por lo general menos sedentarios que los vegetales, pero en última instancia su alimentación depende de los autótrofos. Las plantas sirven de alimento a los consumidores primarios, que son los herbívoros, que a su vez dan de comer a los consumidores secundarios o carnívoros. Los descomponedores actúan en todos los niveles de la red trófica. Cada salto de esta red supone una considerable pérdida de energía; en efecto, un nivel cualquiera acumula sólo el 10% de la energía contenida en el anterior. Por tanto, la mayor parte de las redes tróficas están formadas por pocos niveles.

8.3 Las plantas y el ser humano

Desde el inicio de la agricultura en el neolítico hasta nuestros días, la humanidad ha tomado de la naturaleza y ha refinado sólo una pequeña proporción de especies vegetales, que ha convertido en fuentes primordiales de alimentos, fibras, cobijo y medicinas. Este proceso de cultivo y selección vegetal comenzó, se supone, por casualidad, probablemente cuando las semillas de frutos y hortalizas silvestres amontonadas cerca de los asentamientos humanos germinaron y empezaron a cultivarse de forma muy primaria. Algunas plantas, como el trigo (que posiblemente surgió en el Mediterráneo oriental hace más de 9.000 años) empezaron a seleccionarse y replantarse año tras año por su considerable valor alimenticio. En muchos casos, es casi imposible determinar los ancestros silvestres o las comunidades vegetales primitivas de las que surgieron las actuales plantas cultivadas. Este proceso de selección se hacía al principio sin saber nada sobre mejora vegetal, con la sola guía de la familiaridad constante y estrecha que la humanidad mantenía con las plantas antes de la era industrial.

Pero ahora, la relación del ser humano con las plantas es casi la contraria: éste tiene cada vez menos contacto con sus cultivos, y los agricultores que sí mantienen ese contacto se especializan cada vez más en ciertos productos. Por otra parte, el proceso de selección se ha acelerado mucho, impulsado sobre todo por el avance de la genética; la genética vegetal puede desarrollar ahora, en sólo unos años, razas de maíz resistentes al viento o con otras propiedades semejantes que multiplican el rendimiento de los cultivos.

Al mismo tiempo, la humanidad ha aumentado la demanda de alimentos y energía hasta el extremo de que se están destruyendo especies y ecosistemas vegetales completos, sin dar tiempo a los científicos para inventariar y conocer las poblaciones y especies de plantas que podrían ser útiles. La mayor parte de las especies se conocen poco; las más prometedoras son propias de regiones tropicales, donde el rápido crecimiento demográfico puede reducir a gran velocidad los suelos a extensiones arenosas áridas. El conocimiento básico de las plantas es importante en sí mismo, pero además resulta útil en el marco de la solución de las dificultades que ahora afronta la humanidad. Véase *Viveres mundiales*.

Véase *también* Dicotiledóneas; Enfermedades de las plantas; Fruto; Monocotiledóneas; Distribución y dispersión vegetal; Reproducción vegetal; Plantas venenosas; y los artículos dedicados a los principales grupos botánicos.

9

Artículo - Pluvisilva

1 INTRODUCCIÓN

Pluvisilva o Selva lluviosa, formación boscosa caracterizada por una vegetación exuberante y temperaturas y precipitaciones relativamente altas durante todo el año. Las pluvisilvas son los ecosistemas biológicamente más variados del mundo. Aunque ocupan menos del 7% de la superficie de las tierras emergidas, contienen más del 50% (según algunos científicos este porcentaje se elevaría hasta más del 90%) de las especies animales y vegetales del mundo. Una hectárea de pluvisilva tropical puede contener más de 600 especies arbóreas. A modo de comparación, los bosques de los Estados Unidos y Canadá combinados poseen sólo unas 700 especies de árboles. El número de especies animales que se cobijan en las pluvisilvas es incluso mayor. En un estudio se encontraron más especies de hormigas en un tronco de árbol localizado en una pluvisilva que en todas las islas Británicas.

Además, las pluvisilvas juegan un papel vital en la regulación del clima, ya que absorben dióxido de carbono, el gas responsable del calentamiento del globo. Las plantas absorben dióxido de carbono y expiden oxígeno en el proceso de la fotosíntesis y las pluvisilvas tropicales absorben más dióxido de carbono que cualquier otro ecosistema terrestre. Las emisiones de dióxido de carbono han aumentado un 30% en el último siglo. Existe un acuerdo general entre los científicos en que mediante la absorción de este gas, las pluvisilvas amortiguan en gran medida sus efectos.

Para clasificar a un bosque como pluvisilva, es necesario que las copas de sus árboles se toquen y entrelacen entre sí formando una bóveda vegetal que no permita apenas el paso de luz. Además, debe poseer temperaturas elevadas y precipitaciones abundantes durante todo el año. Las selvas que cumplen estos requisitos se encuentran en la zona a ambos lados del ecuador, tanto en Centroamérica y Sudamérica, Asia, África y Oceanía. En Sudamérica, la vasta

región boscosa en torno al río Amazonas que se extiende por buena parte de Brasil y los países adyacentes, conocida con el nombre de Amazonia, es, con mucho, la pluvisilva más grande del mundo. Las selvas lluviosas más grandes de Asia se encuentran en Indonesia (en concreto en las islas de Borneo y Sumatra), la península de Malaca y las Filipinas. La otra gran pluvisilva de Asia se extiende entre la isla de Nueva Guinea y en el norte de Australia. En África, la mayor parte de la pluvisilva se encuentra en torno a la costa atlántica y en la cuenca del río Congo.

En algunas regiones de los hemisferios boreal y austral se encuentran pequeñas pluvisilvas templadas a lo largo de las zonas costeras, donde las precipitaciones y la humedad son altas y los inviernos suaves. Bosques de este tipo se encuentran, por ejemplo, en el área del Pacífico correspondiente al noroeste de Estados Unidos y suroeste de Canadá. Sin embargo, estas áreas poseen tan sólo unas pocas especies en comparación con la fabulosa variedad genética de las pluvisilvas tropicales. Este artículo trata fundamentalmente de esta última variedad de pluvisilva.

2 CARACTERÍSTICAS DE LAS PLUVISILVAS

Las pluvisilvas tropicales pertenecen a una categoría forestal más amplia conocida como bosques húmedos tropicales, de los que hay muchos y muy distintos tipos. Los botánicos distinguen las pluvisilvas de las demás clases considerando factores como la temperatura, las precipitaciones, la duración de la estación seca y la altitud.

2.1 Temperatura

Las pluvisilvas son cálidas y húmedas; la temperatura media anual es de unos 25 °C. La temperatura en latitudes cercanas al ecuador varía poco a lo largo del año, de modo que las temperaturas de las pluvisilvas vienen a ser siempre las mismas. Las mínimas mensuales medias están en torno a unos tibios 18 °C. De hecho, no se encuentran pluvisilvas en ningún lugar en el que las temperaturas puedan llegar a caer hasta los 0 °C porque las plantas y animales de la pluvisilva no están adaptados para resistir la escarcha. La temperatura no depende tan sólo de la distancia al ecuador sino también de la altitud. A medida que aumenta ésta, las temperaturas nocturnas caen considerablemente. La variación diaria de las temperaturas afecta a las especies forestales, de modo que no se suelen encontrar pluvisilvas por encima de los 1.000 m.

2.2 Precipitaciones

Las precipitaciones en las pluvisilvas varían entre los 1.800 mm y los 9.000 mm al año. Lo que distingue a una auténtica selva lluviosa es la distribución de las precipitaciones a lo largo del año, ya que no existe una estación seca. Cada mes cae un mínimo de 100 mm de agua en forma de lluvia. Si una pluvisilva tiene periodos secos, éstos son normalmente cortos e imprevisibles.

En muchos climas, el vapor del agua de lluvia es transportado para caer en forma de lluvia en lugares alejados, pero en las selvas lluviosas casi el 50% de las precipitaciones provienen de la evaporación local. El aire húmedo y cálido que flota en una pluvisilva constituye un microclima que no permite que escape mucho agua. Buena parte de la lluvia que cae sobre una pluvisilva se queda en las copas de los árboles más altos. Parte de ella resbala por sus hojas y troncos hasta los árboles y plantas más bajas, pero un buen porcentaje se evapora y se condensa en forma de pequeñas gotitas que flotan en la húmeda atmósfera. Los vientos suaves y continuos elevan estas gotitas hasta capas más altas de la atmósfera donde se enfrían y forman nubes. Cuando una cantidad suficiente de estas gotas se enfría, se condensan y caen en forma de lluvia, comenzando de nuevo el ciclo.

2.3 Suelos

A pesar de la increíble exuberancia y la gran variedad de su flora, una de las peculiaridades de las pluvisilvas es que los suelos sobre los que se asientan suelen ser pobres en nutrientes que puedan ser absorbidos por las raíces de las plantas. Los nutrientes minerales han sido barridos por las fuertes lluvias y las altas temperaturas a lo largo de miles de años. Para compensar esta carencia, la mayoría de los árboles tropicales absorben todos los nutrientes que pueden y los conservan en sus capas internas. En cambio los ricos suelos de los bosques templados retienen mejor los nutrientes, permitiendo a sus árboles absorberlos poco a poco, a medida que va necesiéndolos. Cuando un árbol tropical muere, sus nutrientes se descomponen y van a parar al suelo. En lugar de almacenarse en el suelo como sucedería en un bosque templado, los nutrientes son rápidamente absorbidos por otros organismos vivientes.

3 ESTRUCTURA FORESTAL

La estructura de una pluvisilva es diferente de otros tipos de bosque por su cantidad de capas vegetales, a las que se conoce como estratos. El estrato más bajo es el monte bajo, compuesto de palmas, plantas herbáceas (como el jengibre silvestre), pimpollos y retoños. Sólo un 2% de la luz solar llega hasta este estrato, de modo que las especies que lo habitan han desarrollado adaptaciones especiales para sobrevivir con poca luz. Muchas tienen una coloración rojiza en el envés de sus hojas para capturar algo de la escasa luz que llega al monte bajo. Esta coloración permite a las plantas absorber luz de un espectro diferente al que acceden las verdes y exuberantes plantas de la bóveda vegetal. Por encima del monte bajo, pero por debajo de la bóveda, existen uno o varios estratos de plantas leñosas, como arbustos grandes y árboles de mediana altura.

El techo es la bóveda vegetal, en la que las copas de los árboles forman una capa continua que captura la mayor parte del agua de lluvia y de la luz solar que llega a la selva. La altura de la bóveda depende de la región y del tipo de selva, y puede variar entre los 20 y los 50 m. La exuberante y verde bóveda explota de vida, y los botánicos han inventado ingeniosos métodos para acceder a este misterioso

ecosistema. Los investigadores usan globos de aire caliente, cables, pasarelas, torres, sofisticados aparatos para trepar a los árboles e incluso robots para estudiar los millones de plantas y animales que buscan su hogar en la cubierta vegetal. Los que estudian este ecosistema también utilizan grandes grúas lanzadas desde helicópteros al corazón del bosque. Suspendida del brazo de largo y móvil brazo de la grúa se encuentra una gran góndola que funciona como laboratorio móvil. Saltando de árbol en árbol, los biólogos recogen muestras, hacen experimentos y observan la vida en la frontera de la bóveda vegetal.

El estrato más alto de la pluvisilva lo forman los árboles emergentes, aquellos ejemplares que destacan por encima de la bóveda vegetal. Los emergentes, que no forman una capa continua, son, por lo general, los gigantes del bosque, que alcanza alturas entre los 35 y los 70 m, e incluso más, con anchos de tronco de más de 2 m de diámetro. Menos de un 1% de los árboles del bosque pertenecen a la bóveda vegetal o los emergentes. Sin embargo, suelen ser tan grandes que entre todos representan la mayor parte de la masa forestal, o biomasa, del bosque.

La hermosa ordenación por niveles de la pluvisilva, incluida la capa continua de la bóveda vegetal, se ve perturbada regularmente por sucesos naturales, como la caída de árboles. Los árboles de una pluvisilva suelen estar unidos por lianas, y al caer un árbol puede echar abajo a otros, produciendo un efecto dominó. El claro abierto de este modo en la bóveda vegetal permite a la luz llegar hasta el suelo del bosque. Nuevas plantas y animales se mudan a esa zona y comienzan a crecer.

Otros trastornos naturales pueden abrir claros aún mayores. Por ejemplo, a lo largo de la zona devastada por los huracanes en el mar Caribe y la que atraviesan los tifones en el Pacífico occidental, algunos bosques se ven alterados substancialmente cuando las tormentas y los fuertes vientos echan abajo centenares de árboles cada pocos años. A menor escala, grandes mamíferos como los elefantes, devastan regularmente la vegetación en la cuenca del río Congo en África. Los científicos han descubierto que estas perturbaciones naturales y la consiguiente regeneración de la selva forman parte de un proceso natural que produce bosques sanos y diversos.

4 VIDA VEGETAL Y ANIMAL

Los ecosistemas de pluvisilva contienen más especies animales y vegetales que ningún otro hábitat en el mundo. Aunque su extensión se ha expandido y contraído con los cambios climáticos habidos en los últimos millones de años, las pluvisilvas están, por lo general, entre los ecosistemas más antiguos de la Tierra. Como resultado de esta continuidad, las pluvisilvas albergan millones de especies diferentes, muchas de las cuales son *endémicas*, o propias únicamente de hábitat de pluvisilva.

4.1 Plantas

Aunque contienen numerosas especies, las pluvisilvas son notablemente uniformes en su apariencia general. Muchos árboles tienen troncos altos y esbeltos, que no se ramifican hasta cerca de la copa. Muchos, como los kapok, se apoyan mediante gruesos sostenes que se pueden extender más de 10 m. Estos apoyos proporcionan el sostén necesario a los árboles de la pluvisilva, que pesan más en la copa, ya que los suelos pobres en nutrientes de la pluvisilva dan como resultado raíces frágiles y huecas. La corteza de los árboles de la pluvisilva suele ser delgadas y lisa. Excepciones notables son las palmeras, que son comunes en algunas selvas lluviosas, y sin embargo están ausentes de casi todos los demás tipos de bosque.

Las plantas de la pluvisilva tienen muchas características físicas únicas para aprovechar el hábitat particular, o nicho ecológico, que ocupa esa especie. Las plantas de los niveles bajos y medios del bosque, como las emparentadas con el banano, suelen tener hojas especialmente grandes para capturar tanta luz como sea posible, es decir, la poca luz que no ha sido ya interceptada por la bóveda vegetal. Estas hojas grandes no se secan como harían si estuvieran en lo alto del bosque, donde la intensa radiación solar origina un entorno más seco. Estas tendencias, sin embargo, pueden cambiar cuando se altera el entorno. Los árboles de la bóveda vegetal cambian su forma a lo largo del curso de su vida, dependiendo del entorno que les rodea. Las hojas se suelen hacer más pequeñas a medida que el árbol crece. En algunos casos, las hojas de los especímenes juveniles pueden ser casi diez veces más grandes que las de los adultos de la misma especie.

En el suelo del bosque pobre en nutrientes, muchas plantas como la *Astrocaryum sciophilum*, perteneciente a la familia de las palmeras, y del tamaño de una persona, recogen los residuos que caen de otras plantas mediante sus hojas con forma de copa para formar su propia reserva de compuestos orgánicos. En las pluvisilvas también viven plantas insectívoras, que recogen gran parte de sus nutrientes capturando animales —en especial insectos— con sus hojas. Entre las plantas insectívoras, están las plantas jarra, propias de Asia tropical. Los insectos se posan sobre sus hojas en forma de tubo y entonces resbalan hasta una cavidad, la jarra, situada en el tallo y llena de jugos digestivos. Allí se disuelve rápidamente el insecto y los nutrientes que contiene son almacenados por la planta. Las pluvisilvas albergan también a la mayor flor del mundo, la *rafflesia* gigante, conocida comúnmente como el lirio de los muertos. Llega a pesar 7 kg, con pétalos que se abren 1 m. Se conoce a esta flor por su olor pútrido. La planta emite un hedor a carne podrida para atraer a cierto tipo de moscas que son sus polinizadoras.

Las pluvisilvas suelen estar llenas de plantas trepadoras, como las palmeras rattan. Estas trepadoras gruesas y leñosas (llegan a tener 25 cm de diámetro), se encuentran frecuentemente uniendo árboles, ascendiendo hasta las copas y colgando de ellas. Trepando a los árboles, estas lianas exponen sus hojas y sus flores a la luz del Sol, a pájaros e insectos sin gastar la energía necesaria para construir sus propios sistemas de sustentación. Las epifitas, como el musgo, las

bromelias y las orquídeas, crecen en los troncos de los árboles o en las intersecciones de las ramas. Como carecen de raíces permanentes en el suelo, las epifitas tienen que obtener sus nutrientes de otras plantas vivas, o captando el agua y la materia orgánica a medida que caen al suelo del bosque. Las bromelias pueden almacenar hasta 38 litros de agua en los tanques que forman con sus hojas superpuestas. Muchas de ellas viven armoniosamente con sus hospedadores, aunque algunas son menos benignas. Las plantas estranguladoras, que empiezan como epifitas, germinan en los árboles de la bóveda vegetal y mandan raíces hasta el suelo. A medida que crecen, estos parásitos envuelven a sus hospedadores hasta que literalmente los estrangulan, en cuyo momento se convierten en árboles propiamente dichos.

4.2 Animales

Casi el 90% de las especies animales de la pluvisilva son insectos, y de ellos la mayoría son escarabajos. Un solo árbol tropical puede albergar más de 150 especies de escarabajos. Como viven en lo alto de la bóveda vegetal, la mayoría de estos escarabajos y otras especies de insectos han burlado a los científicos hasta hace poco, cuando la tecnología ha permitido el acceso al estrato superior. Hasta el día de hoy, los científicos no están seguros de cuántas especies animales existen en el mundo, en buena medida porque sólo han identificado una pequeña parte de los millones (para algunos hasta 30 millones) de insectos que viven en el pluvisilva.

Entre los insectos más fascinantes, de entre los ya descubiertos, están las hormigas cortadoras de hojas, notables porque cultivan su propio alimento. Estas hormigas cortan las hojas de determinadas plantas y las llevan a sus nidos subterráneos, donde las fertilizan con saliva. Este cuidadoso proceso hace crecer un determinado hongo, que las hormigas recolectan y que es su única fuente de alimento.

En 15 km² de pluvisilva puede haber hasta 100 especies diferentes de mamíferos. Estos animales ocupan cualquier nicho ecológico posible, desde las madrigueras en el suelo del bosque hasta las ramas de los árboles emergentes. La mayor parte de los mamíferos de la pluvisilva son nocturnos (activos durante la noche) o crepusculares (activos durante el amanecer o el anochecer), y pasan la parte calurosa del día durmiendo. De hecho, casi la mitad de los mamíferos de las pluvisilvas son murciélagos —mamíferos voladores notables por su actividad nocturna—, algunos mamíferos tropicales, como los gorilas, elefantes, tapires, agutíes y jabalíes habitan en el suelo, pero la mayoría, al igual que los insectos, prefiere las altas copas de la bóveda vegetal. Los habitantes de esta bóveda han desarrollado toda una panoplia de fascinantes características para sobrevivir en las ramas de los árboles. Por ejemplo, algunas selvas tropicales asiáticas son especialmente notables por animales con capacidad de planear. Solamente en Borneo hay más de 30 especies de mamíferos, reptiles y anfibios que pueden planear de un árbol a otro. Muchos monos tropicales de Centroamérica y Sudamérica utilizan sus colas especializadas, capaces de agarrar ramas, como un

quinto miembro cuando trepan, comen o incluso juegan en las alturas de la bóveda vegetal.

El perezoso de tres dedos pasa la mayor parte de su vida indefenso, colgando boca debajo de las ramas de los árboles. Para despistar a los depredadores, sus movimientos son tan lentos que son prácticamente indetectables, incluso para los cautelosos jaguares. El perezoso además, ha desarrollado una relación con una planta tropical, que lo hace todavía más escurridizo: aunque tiene el pelaje pardusco, el perezoso se confunde con su entorno natural verde, porque un tipo particular de alga verde vive en su pelaje.

4.3 Interrelaciones entre plantas y animales

Como sucede con este tipo de alga y el perezoso, muchas plantas y animales de la selva tropical dependen unos de otros, incluso en mayor grado que en otros ecosistemas. Por ejemplo, el 90% de los árboles dependen de animales para dispersar sus semillas. En comparación, en otros tipos de bosque el 50% de los árboles o más, utilizan el viento para hacerlo. Estas relaciones entre plantas y animales son beneficiosas para ambos. Algunos animales protegen especies vegetales de sus depredadores mientras que las plantas proporcionan alojamiento, por ejemplo, muchas plantas tropicales como el árbol-serpiente, tienen estructuras huecas en sus tallos que las hormigas mordedoras usan como hogar. A cambio de un lugar donde vivir, las hormigas protegen a la planta, ahuyentando los posibles depredadores (plantas trepadoras o animales hambrientos) tan pronto como descubren su presencia.

En algunos casos, las especies son tan dependientes la una de la otra, que no pueden vivir por separado. Por ejemplo, todos los tipos de higuera dependen de una o más especies de avispa, y viceversa. Sin la tarea de polinización que llevan a cabo las avispas, las higueras no podrían reproducirse, y se enfrentarían a la extinción; y sin cobijo para sus huevos y larvas, a las avispas les aguardaría un destino similar.

5 VALOR ECONÓMICO

Las pluvisilvas son regiones increíblemente ricas en recursos naturales, en especial madera, minerales y petróleo, que alcanzan altos precios en los mercados internacionales. Muchos árboles de las selvas tropicales son muy apreciados por la durabilidad y belleza de su madera. La teca, el palo de rosa y la caoba son maderas duras que se utilizan para la confección de muebles y labores de ebanistería en todo el mundo. La teca, que resiste a la corrosión atmosférica, es muy apreciada también en la construcción naval. Los yacimientos de crudo y gas natural del Sureste asiático, golfo de Guinea y Sudamérica atraen a las multinacionales. Para muchos campesinos, las selvas tropicales ofrecen amplios terrenos para pastos o labores agrícolas. Las selvas tropicales agregan también una gran cantidad de animales exóticos, como loros y monos, que son muy valiosos como mascotas.

La gran diversidad de especies hace de las pluvisilvas hábitats muy apreciados para la experimentación de nuevas medicinas y cultivos agrícolas. Entre las drogas que han tenido su origen en la pluvisilva destacan las primeras variedades de la píldora anticonceptiva, sintetizada por primera vez a partir de batatas salvajes de Centroamérica; o medicinas muy especializadas, derivadas de la vincapervinca rosa de Madagascar, utilizada para el tratamiento de una variante poco habitual de leucemia. De las miles de plantas identificadas como portadoras de compuestos anticancerígenos, más de la mitad son propias de las pluvisilvas. Se llevan a cabo proyectos multinacionales de investigación en cientos de laboratorios de todo el mundo en los que se ponen a prueba plantas de la pluvisilva como tratamientos para muchas enfermedades, especialmente el cáncer y el síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA).

Quizás el mayor beneficio obtenido de los bosques tropicales, sea, sin embargo, su papel como protectores de la vida en el planeta. Estos esenciales servicios ambientales incluyen el reciclaje de nutrientes esenciales como el nitrógeno y el fósforo, la absorción de dióxido de carbono procedente de la atmósfera, la regulación de temperaturas y precipitaciones, la protección de la erosión del suelo por arrollada, y su papel como albergadores de los polinizadores de las cosechas agrícolas. Se ha calculado que el valor económico de estos servicios sobrepasa cualquier otro uso posible de la tierra. Por ejemplo, los economistas estiman que los servicios ambientales de una hectárea de selva tropical costarricense tienen un valor de entre 1.300 y 2.700 dólares estadounidenses al año, mucho más que los beneficios que cualquier granjero podría obtener convirtiendo la tierra en pasto sembrado o en plantación.

6 PUEBLOS INDÍGENAS

La mayor parte de las pluvisilvas del mundo están habitadas, y lo han estado desde hace milenios, por pueblos aborígenes que dependen de las selvas para su subsistencia. Muchos pueblos indígenas viven en lo más profundo del bosque, en zonas a las que, incluso hasta hoy día, sólo se puede llegar a través de los ríos. Los antropólogos creen que pueden existir hasta mil culturas diferentes viviendo en las selvas tropicales del mundo. Entre muchos otros pequeños grupos, cabe destacar a los yanomami, los ashaninka y los cayapó en Sudamérica; los pigmeos baka de Camerún; y los dayak, penan y bentian de Borneo. Aunque cada grupo indígena posee una cultura y costumbres diferentes, todos comparten su dependencia del hábitat selvático en el que viven.

Las tribus indígenas poseen a menudo un gran conocimiento sobre las pluvisilvas, que incluye el uso medicinal de diferentes plantas, las costumbres de cría de los pájaros y los ciclos estacionales. Este conocimiento ha pervivido oralmente de generación en generación. Muchos pueblos indígenas recolectan frutos, nueces, leña, materiales de construcción de las pluvisilvas. La mayoría depende también de la agricultura a pequeña escala para alimentarse y proveerse de medicinas.

La mayor parte de los pueblos indígenas utilizan un método conocido como de rotación y barbecho, para lo que aclaran pequeñas manchas de bosque en las que cultivan plantas en huertos. A veces aclaran el terreno mediante la quema controlada. Conocido como cultivo por rozas, este método facilita el aclarado del bosque y libera rápidamente los nutrientes del suelo. Dado que los suelos de la pluvisilva son pobres en nutrientes, la producción cae en picado tras un par de años. Entonces, el huerto se abandona y se abre un nuevo claro en otra parte. Los pueblos indígenas han confiado en estos métodos agrícolas durante milenios. Antiguamente, los claros abandonados se regeneraban durante muchos años antes de ser cultivados nuevamente. Estas prácticas tradicionales no eran muy dañinas para la pluvisilva, debido a la gran extensión que ocupaban las pluvisilvas y a la exigüidad de las poblaciones indígenas.

En la segunda mitad del siglo XX, las tribus indígenas han sido superadas ampliamente en número por los colonos que han emigrado a la región. Atraídos por la tierra aparentemente desocupada, pequeños granjeros y rancheros amenazan la supervivencia de los pueblos indígenas y de su hábitat forestal. Las explotaciones madereras, las minas, y los yacimientos de gas y petróleo, han reducido también drásticamente el tamaño de las selvas tropicales en el mundo, y a medida que los bosques se hacen más pequeños, los pueblos indígenas son forzados a competir por el territorio que queda. En este escenario competitivo, incluso las prácticas de agricultura sostenible de antaño pueden causar un daño considerable al frágil ecosistema de la pluvisilva.

7 DEFORESTACIÓN

A pesar de su singularidad y de su extraordinario valor, las selvas tropicales están siendo destruidas y degradadas a un ritmo insostenible. Algunos científicos estiman que a principios de la década de 1990, las selvas tropicales estaban siendo destruidas a un ritmo de aproximadamente 28 ha por minuto, o lo que es lo mismo, 14 millones de hectáreas al año (una superficie similar a la del estado de Wisconsin). Esta cifra, que suponía una disminución respecto de la década anterior, cuando se destruyeron 16 millones de ha al año, fue debida a una menor tasa de deforestación en la Amazonia a principios de la última década del siglo. Sin embargo, fotografías tomadas por satélites, indican que a finales de la década de 1990 volvió a incrementarse la destrucción de la Amazonia. En las últimas tres décadas del siglo XX, cerca de 5 millones de km² han sido talados, lo que supone el 20% de las selvas tropicales del mundo. En este tiempo, la deforestación de Asia tropical llegó al 30%. Las altas tasas de deforestación son seguidas inevitablemente por tasas alarmantes de extinción de especies vegetales y animales, porque la mayoría de las especies de la pluvisilva no pueden sobrevivir fuera de su hábitat. Algunos científicos estiman que se extinguen docenas de especies de la pluvisilva cada día.

Las causas de la deforestación varían según las zonas, pero algunas tendencias parecen ser comunes en todas las pluvisilvas. Las compañías madereras que buscan valiosas especies tropicales o, menos a menudo, las compañías

petrolíferas en busca de más pozos, suelen ser las primeras en llegar a un área remota de la pluvisilva. Si se les deja crecer durante unas pocas décadas, algunos bosques talados pueden regenerarse, pero en general esto no sucede así: las carreteras construidas por las madereras proporcionan acceso a los campesinos sin tierra para llegar a esta nueva zona, así como para transportar sus cosechas al mercado. Por cada kilómetro de carretera construida a través de un área forestal, entre 4 y 24 km² de bosque son talados y colonizados.

Una vez que los leñadores abandonan el territorio, les sigue un típico ciclo de destrucción. Cuando llegan los campesinos sin tierra, aclaran el terreno para sembrarlo. Los pobres suelos tropicales producen escasas cosechas, especialmente después de un par de años. Entonces, los campesinos venden sus tierras a los rancheros de ganado o a los propietarios de grandes plantaciones. Después de que se han agotado los nutrientes y los suelos han sido compactados por el ganado, las tierras son abandonadas completamente yermas. El bosque tropical no se regenera fácilmente en tales territorios sin ayuda humana. Mientras tanto, los campesinos y los rancheros se marchan en busca de un nuevo territorio, al cual se puede acceder por la acción de los madereros y en donde el ciclo empieza de nuevo.

8 CONSERVACIÓN DE LA PLUVISILVA

Desde la década de 1970 se ha asistido a la creación de un número cada vez mayor de organizaciones nacionales e internacionales destinadas a promover la conservación de la pluvisilva. En los últimos años, se han utilizado principalmente dos enfoques: la protección estricta y el desarrollo sostenible. El primero, la protección propiamente dicha a través de parques nacionales y reservas naturales, se ha convertido en un elemento esencial para la conservación de la biodiversidad. Con este método de conservación, se aíslan sectores enteros de selva y se regula estrictamente su uso. Las áreas protegidas son especialmente importantes para preservar las pluvisilvas más emblemáticas desde un punto de vista biológico, es decir, aquellas selvas con una diversidad de especies excepcionalmente alta o con muchas especies endémicas. Así, en los últimos 20 años del siglo XX, el número de parques nacionales en los países tropicales se ha incrementado considerablemente y a comienzos del nuevo milenio aproximadamente el 5% de todos los bosques estaba sujeto a algún tipo de protección. Organizaciones internacionales como el Banco Mundial o el Fondo Mundial para la Naturaleza han lanzado una campaña para que todos los países del mundo en vías de desarrollo protejan el 10% de sus bosques para final de siglo.

Sin embargo, proteger esas áreas es caro, e incluso imposible en algunas zonas. Las comunidades que viven cerca de las selvas tropicales necesitan de ellas para alimentarse. Cuando se les prohíbe que usen la selva, se les reducen las posibilidades de subsistencia. Para aminorar estos efectos, se han desarrollado programas que proporcionan alternativas económicas sostenibles al uso destructivo de la tierra.

Una alternativa en algunas selvas es la tala sostenible, en la que los árboles son seleccionados cuidadosamente para aminorar el impacto sobre el ecosistema. Otras comunidades cosechan y venden productos biológicos, como semillas vegetales muy valiosas (nueces tagua o nueces de Brasil), en tanto que otras se dedican a la producción y comercialización de medicinas y drogas para fortalecer y diversificar sus economías. Otra alternativa cada vez más popular son las granjas dedicadas a la cría de bellas mariposas tropicales. En muchas comunidades situadas en áreas de pluvisilva ha proliferado la actividad ecoturística (basada en un tipo de turismo dedicado al estudio de la naturaleza y a la práctica de actividades al aire libre que tienen un impacto ecológico mínimo) como medio para atraer recursos económicos preservando a la vez su frágil ecosistema tropical.

10

Artículo - Jardinería

1 INTRODUCCIÓN

Jardinería, arte u oficio de crear espacios donde se cultivan plantas con fines ornamentales.

2 HISTORIA

Los orígenes de la jardinería se remontan a unos 7.000 años. Los restos más antiguos se encuentran en Mesopotamia y parecen estar relacionados con la invención del riego artificial, que permitió la plantación de bosques sagrados sobre montículos. A esta cultura pertenecían los jardines colgantes de Babilonia, construidos hacia el año 600 a.C., que constaban de una serie de terrazas. Sobre los jardines egipcios, sin embargo, existen más datos. Los primeros fueron construidos entre el año 1504 y 1483 a.C. Normalmente eran de forma rectangular y estaban atravesados por un pequeño canal; a veces tenían un estanque. En ellos se cultivaban muchas plantas medicinales y ornamentales. Además era muy común el cultivo en recipientes como grandes vasijas de arcilla.

Es posible que los primeros jardines chinos fueran aún más antiguos que los mencionados más atrás. Las primeras noticias que se tienen de ellos son del año 200 a.C., pero ya entonces se creía que era un arte muy antiguo. Eran jardines menos estructurados que los egipcios y trataban de imitar la naturaleza. Los elementos más destacados eran el agua y las piedras; las plantas se elegían por su forma y por su aroma, no por su color. Nunca sembraban césped, pero en todos los jardines había color verde. Esta costumbre desaparecería después en los jardines japoneses, los cuales se consideraban como un lugar de meditación, lleno de simbologías religiosas taoístas y budistas.

En la antigua Grecia, la jardinería comenzó con la plantación de árboles en las calles, sobre todo los que se conocían como árboles del pueblo, los del género *Populus* (véase Álamo). Pero la jardinería como tal no apareció hasta que

Alejandro Magno entró en contacto con Egipto. Entonces comenzaron a construirse jardines en los que era frecuente la utilización de plantas procedentes de otros países. Los romanos, gracias a su organización social, y partiendo como modelo de las villas rústicas, dedicadas al cultivo de hortalizas, crearon las villas urbanas rodeadas de jardín. La casa se situaba en el lugar más alto y a sus pies se extendían las terrazas con sus plantas y diferentes construcciones. El conjunto continuaba siendo muy geométrico.

Los árabes comenzaron construyendo jardines geométricos, con mucha utilización del agua, siguiendo el estilo de los jardines egipcios y romanos. Con el tiempo fueron introduciendo nuevos elementos. En general los jardines se rodeaban de altas tapias y estaban divididos por setos podados.

Durante la edad media los jardines más característicos fueron los de los monasterios, que parecían estar inspirados en los jardines romanos y estaban dedicados al cultivo de hortalizas, árboles frutales y plantas medicinales. Durante esta época aparecieron los laberintos, que consistían en un entramado de setos, y los primeros libros de jardinería, que ayudaron a la planificación de los jardines.

Durante el renacimiento, con el auge de la botánica, surgieron los jardines botánicos dedicados al estudio de las plantas. Tenían un trazado muy simétrico e incorporaban escaleras, estatuas y surtidores de agua. Estaban completamente separados del paisaje que los rodeaba. Se utilizaban poco las flores.

Ya con el barroco, el jardín se integró más en el paisaje; siguió siendo muy geométrico, pero daba más prioridad a la arquitectura. Se utilizaron mucho más las flores. En la época del romanticismo hubo una vuelta a la naturaleza, se apreciaba la planta en su individualidad y se perdió la simetría. Esta corriente tuvo especial importancia en Inglaterra. Las plantas no se podaban y los caminos se volvieron sinuosos.

En la época moderna y, debido al aumento de la clase media, a la existencia de grandes ciudades y a la necesidad de espacios abiertos, surgieron los jardines públicos a cargo de las administraciones y se abrieron al público jardines privados. En la actualidad, con el aumento del número de viviendas unifamiliares permanentes o de fin de semana se dispone de espacios ajardinados. La jardinería también aparece unida a la arquitectura (véase Paisajismo) y está presente a la hora de diseñar comunidades de vecinos, urbanizaciones y grandes centros comerciales. Este tipo de jardinería es difícil de encuadrar dentro de algún estilo conocido.

3 EL JARDÍN

En jardinería se pueden distinguir diferentes aspectos: la construcción de un jardín nuevo, su mantenimiento y su estructura.

3.1 Construcción

El jardín de nueva construcción requiere una serie de trabajos que son diferentes a los de su mantenimiento posterior. Lo primero que se lleva a cabo es un proyecto que tenga en cuenta el tipo de jardín que se va a construir, la disponibilidad de agua, el clima de la zona, el tipo de suelo, la distribución de los espacios y los tipos de plantas que se van a utilizar. En la elección de las plantas es fundamental tener en cuenta las plantas vivaces, porque son las que van a permanecer muchos años en el jardín, especialmente los árboles y arbustos. Después se realizan las obras de infraestructura, que consisten en todas aquellas labores de movimiento de tierras y ubicación de los elementos que van a formar parte de la construcción, como fuentes, jardineras fijas, caminos de piedra o instalación de las bocas o sistema de riego. Además, hay que limpiar el terreno de escombros y de plantas no deseadas. Finalmente, se procede a la plantación y siembra prevista. Las plantas y muchos de los materiales que sirven para adornar el jardín se obtienen en los viveros, que son lugares en los que se reproducen las plantas para su posterior venta al público.

3.2 Mantenimiento

El mantenimiento de un jardín consiste en la realización de todas aquellas labores que tienen como finalidad cuidar, conservar y mejorar el jardín. Las más importantes son la reposición de plantas anuales y bienales, el riego, la poda, el abonado, la eliminación de malas hierbas, el tratamiento de las enfermedades y plagas, y la limpieza. Para ello se utilizan herramientas manuales, como la manguera, tijeras de podar, la azada, la pala jardinera, el rastrillo y la carretilla. En superficies grandes o para labores de cierta envergadura se emplean máquinas apropiadas, como motocultores, tractores, remolques y motosierras. Además, es necesario tener herramientas y útiles específicos para determinadas partes del jardín, como son el césped, los setos, las jardineras y las plantas trepadoras. Para ello se utilizan la segadora, el rastrillo de airear el césped, la tijera de dos manos o la perfiladora mecánica, paletines, plantadores y escaleras. El tratamiento de plagas y enfermedades también requiere herramientas apropiadas, como la mochila de fumigar (véase Control de plagas).

3.3 Estructura

En la configuración de los jardines se pueden encontrar diferentes elementos. Los más comunes suelen ser los caminos o paseos que forman glorietas en sus cruces y donde suelen estar situados los bancos. El término parterre se aplica para denominar a todo un jardín o a una parte grande de él en la que suele haber césped, plantas con flores y paseos. Los arriates son franjas estrechas donde se cultivan plantas. Los cuarteles son partes de un jardín bien definidas que tienen plantas con flores o césped y que en muchas ocasiones están limitados por setos o flores. Los macizos son grupos homogéneos de plantas. El bosquejo es una plantación de árboles que aparece en ciertos jardines, y es una aportación típica española a la jardinería. Las jardineras son muebles o instalaciones fijas donde se ubican plantas. Las rocallas están formadas por un conjunto de piedras y plantas.

La combinación de unos elementos u otros da lugar a los diferentes tipos de jardines. Su elección depende de factores como la climatología, la capacidad de mantenimiento, los estilos y el uso a que estén destinados.

4 LAS PLANTAS EN JARDINERÍA

En jardinería las plantas se suelen clasificar según la función que van a desempeñar o por el lugar que van a ocupar. Las plantas de parterre comprenden las que forman el césped, los bordes y las que se cultivan por la flor. Las plantas para recubrir el suelo son rastreras, que van enraizando según crecen, o ciertas leñosas, que tienen un crecimiento horizontal. Las trepadoras son aquellas que recubren vallas y paredes. En el caso de la formación de setos se suelen emplear las leñosas, que soportan la poda y que tienen follaje abundante. Las plantas solitarias son las que se cultivan aisladas, árboles o arbustos o incluso plantas anuales o bienales. Las utilizadas para bordes son las que sirven para formar setos o bien anuales. Las plantas con flor suelen ser anuales y se utilizan para formar macizos, para las jardineras y para adornar los cuarteles. Las acuáticas se cultivan en las fuentes y en los estanques de los jardines. Las empleadas para rocalla son vivaces, muchas veces crasas; en general no suelen tener un tamaño grande. Los céspedes suelen estar compuestos por gramíneas y leguminosas.

5 JARDINES DE PATIOS, TERRAZAS Y AZOTEAS

Debido a la escasez de espacio y al atractivo por las plantas, surgieron lo que se ha dado en llamar jardines de patios y terrazas, cuando el tipo de construcción disponía de dichos elementos. En la actualidad se han generalizado también los jardines en las azoteas, especialmente en las ciudades. Todos ellos tienen en común que utilizan recipientes para el cultivo. Cuando éstos son individuales o sólo para algunas, como las macetas, se trata de jardines móviles, ya que pueden cambiar de sitio según las preferencias, o incluso colgarlos de las paredes. Cuando se cultiva en espacios construidos para tal función se denominan jardineras y no son móviles. En los patios, terrazas y azoteas se cultivan plantas no muy grandes, o arbustos o árboles que no alcanzan un gran tamaño debido a que las macetas y jardineras no suelen superar la profundidad de 40 o 50 cm y las raíces no pueden desarrollarse. Como la capa de sustrato es relativamente delgada, no es posible la acumulación de grandes cantidades de sustancias nutritivas y de humedad, por lo que las exigencias fundamentales de este tipo de cultivos suelen ser el riego y el abonado apropiados.

11

Artículo - Botánica

1 INTRODUCCIÓN

Botánica, rama de la biología dedicada al estudio de las plantas (reino *Plantae*) y al de algunas otras clases de organismos como los hongos (reino *Fungi*). En la actualidad, las plantas se definen como organismos pluricelulares capaces de

realizar la fotosíntesis. Pero otros organismos tradicionalmente llamados plantas, como las algas y los hongos, siguen formando parte de la botánica, por la relación histórica que mantienen con esta disciplina y por las muchas similitudes que hay entre ellos y las plantas verdaderas.

La botánica estudia todos los aspectos de las plantas, desde las formas más pequeñas y simples hasta las más grandes y complejas; y desde las características de los individuos aislados hasta las complejas interacciones de los distintos miembros de una comunidad botánica con su medio ambiente y con los animales (véase Ecología).

2 EVOLUCIÓN HISTÓRICA

Como la civilización se apoya en parte en el conocimiento de las plantas y en su cultivo, puede decirse que la botánica surgió junto con la agricultura, que empezó a practicarse hacia los años 9000-7000 a.C. Pero el interés por las plantas propiamente dichas no se manifestó hasta hace unos 2.300 años. En efecto, la botánica como ciencia pura dio sus primeros pasos en el siglo IV a.C., de la mano del filósofo griego Teofrasto, cuyos tratados sobre clasificación, morfología y reproducción de las plantas ejercieron sobre esta disciplina una influencia considerable hasta el siglo XVII. En realidad, la botánica moderna no empezó a desarrollarse hasta el siglo XVI, en parte gracias a la invención del microscopio (1590) y de la imprenta de tipos móviles (1440).

Los griegos creían que las plantas obtenían el alimento exclusivamente del suelo. Hubo que esperar hasta el siglo XVII para que el científico belga Jan Baptista van Helmont demostrara que un sauce cultivado en una maceta a la que sólo se añadía agua alcanzaba un peso de casi 75 kg, mientras que la tierra de la maceta perdía sólo unos 60 g de peso en cinco años. Esto demostraba que el suelo contribuye muy poco al aumento de peso de las plantas. En el siglo XVIII, el químico inglés Joseph Priestley demostró que las plantas en crecimiento "restauran" el aire privado de oxígeno (por la llama de las velas o la respiración de los animales); el fisiólogo holandés Jan Ingenhousz (1730-1799) amplió esta observación demostrando que hace falta luz para que las plantas restauren el aire. Estos y otros descubrimientos constituyen la base de la moderna fisiología vegetal, la rama de la botánica que estudia las funciones básicas de las plantas.

En las plantas, el agua se desplaza hacia arriba y los solutos hacia abajo a lo largo del tallo, como descubrieron de forma independiente durante el siglo XVII Marcello Malpighi en Italia y Nehemiah Grew en Inglaterra. Aunque estos hechos se conocen desde hace unos 300 años, sólo recientemente, y gracias a refinadas técnicas analíticas, se ha podido elaborar una teoría aceptable que explique el movimiento de los fluidos en las plantas.

3 ESTUDIOS CLÁSICOS

Pueden hacerse observaciones macroscópicas y experimentos sobre fotosíntesis

y movimiento de agua en las plantas sin conocer su estructura; pero explicar estos fenómenos exige conocimientos de morfología (estudio e interpretación de la forma, el desarrollo y el ciclo vital de las plantas) y de anatomía (estudio de los tejidos vegetales, su origen y sus interrelaciones). El primero en estudiar la naturaleza celular de las plantas fue el científico inglés Robert Hooke en el siglo XVII, quien observó que la corteza del corcho estaba formada por células. En 1838, el botánico alemán Matthias Schleiden descubrió que todos los tejidos vegetales estaban formados por células. Este descubrimiento puso de manifiesto que existía cierta similitud entre todos los organismos vivos, y sentó las bases del desarrollo de la citología, el estudio de la estructura y función de las células, consideradas como unidades individuales. El patólogo alemán Rudolf Virchow demostró en 1858 que toda célula procede de otra célula anterior y que, por tanto, el pasado y el presente de los seres vivos están unidos por una línea continua.

Estas observaciones no fueron importantes sólo para el desarrollo de la fisiología y la anatomía de las plantas, sino también para comprender la genética, o estudio de la herencia, y la evolución. En el siglo XIX, el botánico austriaco Gregor Mendel descubrió los fundamentos de la genética observando las variaciones de una serie de características vegetativas y florales de variedades cultivadas de guisante o chícharo. Sus experimentos de hibridación exigían conocer la función de las distintas piezas de la flor durante la reproducción, conocimientos que procedían de los experimentos del botánico holandés Rudolph Jacob Camerarius, quien demostró la naturaleza de la reproducción sexual de los vegetales. Los experimentos de Mendel pasaron desapercibidos hasta los primeros años del siglo XX. Mientras tanto, Charles Darwin había propuesto la teoría de la evolución por selección natural (que en su formulación moderna se basa en los principios de la genética) sin conocer el trabajo de Mendel. Darwin observó las variaciones y cambios que experimentan los organismos a lo largo del tiempo, y Mendel definió las leyes que rigen la combinación y recombinación de rasgos individuales. Sin embargo, el origen de las diferencias y los cambios no se conoció hasta que el botánico holandés Hugo de Vries observó la aparición espontánea de rasgos nuevos en cruces de ejemplares de hierba del asno de resultados previsibles, y sugirió que eran resultado de cambios o mutaciones de los genes.

Los conocimientos de anatomía, genética y evolución han contribuido decisivamente a la clasificación de las plantas y han aportado fundamento racional a esta disciplina. El naturalista del siglo XVII John Ray clasificó las plantas en formas sin flores y con flores, y subdividió estas últimas en dicotiledóneas y monocotiledóneas. Pero fue el botánico sueco del siglo XVIII Carl von Linné quien sentó las bases de la clasificación moderna de las plantas y quien ideó un sistema de nomenclatura simplificado en virtud del cual cada planta queda identificada por dos términos en latín, el primero de los cuales corresponde al género y el segundo a la especie.

4 LA BOTÁNICA EN LA ACTUALIDAD

La botánica no recurre al registro fósil en igual medida que la zoología para

obtener datos sobre la evolución, porque el registro vegetal es mucho más incompleto que el animal. No obstante, la paleobotánica o estudio de las plantas fósiles ha contribuido mucho al conocimiento general de la evolución de los grandes grupos vegetales, y en especial a la comprensión de las relaciones existentes entre las clases de plantas con semillas. Pero aún queda mucho por estudiar antes de poder responder a preguntas tan básicas como el origen de las plantas con flor (véase Angiospermas).

Los botánicos o especialistas en el estudio de las plantas desempeñan un abanico muy variado de actividades. Muchos ocupan puestos académicos y realizan labores de enseñanza e investigación, que comprenden trabajos de laboratorio y de campo. En términos estrictos, la botánica es una ciencia pura dedicada a estudiar la naturaleza básica de las plantas. Pero muchos aspectos de la botánica afectan directamente al bienestar y al progreso de la humanidad, por lo que la botánica aplicada ha cobrado gran importancia. Especialidades como la silvicultura y la horticultura están estrechamente vinculadas con la botánica básica; otras, como la farmacología y la agronomía, aunque son más autónomas, dependen también de los conocimientos botánicos básicos. Además, existen otras especialidades, como la geobotánica, que estudian la relación de las plantas con el medio físico.

12

Artículo - Suelo

1 INTRODUCCIÓN

Suelo, cubierta superficial de la mayoría de la superficie continental de la Tierra. Es un agregado de minerales no consolidados y de partículas orgánicas producidas por la acción combinada del viento, el agua y los procesos de desintegración orgánica.

Los suelos cambian mucho de un lugar a otro. La composición química y la estructura física del suelo en un lugar dado están determinadas por el tipo de material geológico del que se origina, por la cubierta vegetal, por la cantidad de tiempo en que ha actuado la meteorización, por la topografía y por los cambios artificiales resultantes de las actividades humanas. Las variaciones del suelo en la naturaleza son graduales, excepto las derivadas de desastres naturales. Sin embargo, el cultivo de la tierra priva al suelo de su cubierta vegetal y de mucha de su protección contra la erosión del agua y del viento, por lo que estos cambios pueden ser más rápidos. Los agricultores han tenido que desarrollar métodos para prevenir la alteración perjudicial del suelo debida al cultivo excesivo y para reconstruir suelos que ya han sido alterados con graves daños.

El conocimiento básico de la textura del suelo es importante para los ingenieros que construyen edificios, carreteras y otras estructuras sobre y bajo la superficie terrestre. Sin embargo, los agricultores se interesan en detalle por todas sus propiedades, porque el conocimiento de los componentes minerales y orgánicos, de la aireación y capacidad de retención del agua, así como de muchos otros

aspectos de la estructura de los suelos, es necesario para la producción de buenas cosechas. Los requerimientos de suelo de las distintas plantas varían mucho, y no se puede generalizar sobre el terreno ideal para el crecimiento de todas las plantas. Muchas plantas, como la caña de azúcar, requieren suelos húmedos que estarían insuficientemente drenados para el trigo. Las características apropiadas para obtener con éxito determinadas cosechas no sólo son inherentes al propio suelo; algunas de ellas pueden ser creadas por un adecuado acondicionamiento del suelo.

2 NATURALEZA DEL SUELO

Los componentes primarios del suelo son: 1) compuestos inorgánicos, no disueltos, producidos por la meteorización y la descomposición de las rocas superficiales; 2) los nutrientes solubles utilizados por las plantas; 3) distintos tipos de materia orgánica, viva o muerta y 4) gases y agua requeridos por las plantas y por los organismos subterráneos.

La naturaleza física del suelo está determinada por la proporción de partículas de varios tamaños. Las partículas inorgánicas tienen tamaños que varían entre el de los trozos distinguibles de piedra y grava hasta los de menos de 1/40.000 centímetros. Las grandes partículas del suelo, como la arena y la grava, son en su mayor parte químicamente inactivas; pero las pequeñas partículas inorgánicas, componentes principales de las arcillas finas, sirven también como depósitos de los que las raíces de las plantas extraen nutrientes. El tamaño y la naturaleza de estas partículas inorgánicas diminutas determinan en gran medida la capacidad de un suelo para almacenar agua, vital para todos los procesos de crecimiento de las plantas.

La parte orgánica del suelo está formada por restos vegetales y restos animales, junto a cantidades variables de materia orgánica amorfa llamada humus. La fracción orgánica representa entre el 2 y el 5% del suelo superficial en las regiones húmedas, pero puede ser menos del 0.5% en suelos áridos o más del 95% en suelos de turba.

El componente líquido de los suelos, denominado por los científicos solución del suelo, es sobre todo agua con varias sustancias minerales en disolución, cantidades grandes de oxígeno y dióxido de carbono disueltos. La solución del suelo es muy compleja y tiene importancia primordial al ser el medio por el que los nutrientes son absorbidos por las raíces de las plantas. Cuando la solución del suelo carece de los elementos requeridos para el crecimiento de las plantas, el suelo es estéril.

Los principales gases contenidos en el suelo son el oxígeno, el nitrógeno y el dióxido de carbono. El primero de estos gases es importante para el metabolismo de las plantas porque su presencia es necesaria para el crecimiento de varias bacterias y de otros organismos responsables de la descomposición de la materia orgánica. La presencia de oxígeno también es vital para el crecimiento de las

plantas ya que su absorción por las raíces es necesaria para sus procesos metabólicos.

3 CLASES DE SUELO

Los suelos muestran gran variedad de aspectos, fertilidad y características químicas en función de los materiales minerales y orgánicos que lo forman. El color es uno de los criterios más simples para calificar las variedades de suelo. La regla general, aunque con excepciones, es que los suelos oscuros son más fértiles que los claros. La oscuridad suele ser resultado de la presencia de grandes cantidades de humus. A veces, sin embargo, los suelos oscuros o negros deben su tono a la materia mineral o a humedad excesiva; en estos casos, el color oscuro no es un indicador de fertilidad.

Los suelos rojos o castaño-rojizos suelen contener una gran proporción de óxidos de hierro (derivado de las rocas primigenias) que no han sido sometidos a humedad excesiva. Por tanto, el color rojo es, en general, un indicio de que el suelo está bien drenado, no es húmedo en exceso y es fértil. En muchos lugares del mundo, un color rojizo puede ser debido a minerales formados en épocas recientes, no disponibles químicamente para las plantas. Casi todos los suelos amarillos o amarillentos tienen escasa fertilidad. Deben su color a óxidos de hierro que han reaccionado con agua y son de este modo señal de un terreno mal drenado. Los suelos grisáceos pueden tener deficiencias de hierro u oxígeno, o un exceso de sales alcalinas, como carbonato de calcio.

La textura general de un suelo depende de las proporciones de partículas de distintos tamaños que lo constituyen. Las partículas del suelo se clasifican como arena, limo y arcilla. Las partículas de arena tienen diámetros entre 2 y 0,05 mm, las de limo entre 0,05 y 0,002 mm, y las de arcilla son menores de 0,002 mm. En general, las partículas de arena pueden verse con facilidad y son rugosas al tacto. Las partículas de limo apenas se ven sin la ayuda de un microscopio y parecen harina cuando se tocan. Las partículas de arcilla son invisibles si no se utilizan instrumentos y forman una masa viscosa cuando se mojan.

En función de las proporciones de arena, limo y arcilla, la textura de los suelos se clasifica en varios grupos definidos de manera arbitraria. Algunos son: la arcilla arenosa, la arcilla limosa, el limo arcilloso, el limo arcilloso arenoso, el fango arcilloso, el fango, el limo arenoso y la arena limosa. La textura de un suelo afecta en gran medida a su productividad. Los suelos con un porcentaje elevado de arena suelen ser incapaces de almacenar agua suficiente como para permitir el buen crecimiento de las plantas y pierden grandes cantidades de minerales nutrientes por lixiviación hacia el subsuelo. Los suelos que contienen una proporción mayor de partículas pequeñas, por ejemplo las arcillas y los limos, son depósitos excelentes de agua y encierran minerales que pueden ser utilizados con facilidad. Sin embargo, los suelos muy arcillosos tienden a contener un exceso de agua y tienen una textura viscosa que los hace resistentes al cultivo y que impide, con frecuencia, una aireación suficiente para el crecimiento normal de las plantas.

4 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

Los suelos se dividen en clases según sus características generales. La clasificación se suele basar en la morfología y la composición del suelo, con énfasis en las propiedades que se pueden ver, sentir o medir —por ejemplo, la profundidad, el color, la textura, la estructura y la composición química—. La mayoría de los suelos tienen capas características, llamadas horizontes; la naturaleza, el número, el grosor y la disposición de éstas también es importante en la identificación y clasificación de los suelos.

Las propiedades de un suelo reflejan la interacción de varios procesos de formación que suceden de forma simultánea tras la acumulación del material primigenio. Algunas sustancias se añaden al terreno y otras desaparecen. La transferencia de materia entre horizontes es muy corriente. Algunos materiales se transforman. Todos estos procesos se producen a velocidades diversas y en direcciones diferentes, por lo que aparecen suelos con distintos tipos de horizontes o con varios aspectos dentro de un mismo tipo de horizonte.

Los suelos que comparten muchas características comunes se agrupan en series y éstas en familias. Del mismo modo, las familias se combinan en grupos, y éstos en subórdenes que se agrupan a su vez en órdenes.

Los nombres dados a los órdenes, subórdenes, grupos principales y subgrupos se basan, sobre todo, en raíces griegas y latinas. Cada nombre se elige tratando de indicar las relaciones entre una clase y las otras categorías y de hacer visibles algunas de las características de los suelos de cada grupo. Los suelos de muchos lugares del mundo se están clasificando según sus características lo cual permite elaborar mapas con su distribución.

5 QUÍMICA DEL SUELO

El suelo ha sido comparado con un laboratorio químico muy complicado, donde tienen lugar un gran número de reacciones que implican a casi todos los elementos químicos conocidos. Algunas reacciones se pueden considerar sencillas y se comprenden con facilidad, pero el resto son complejas y de difícil comprensión. En general los suelos se componen de silicatos con complejidades que varían desde la del sencillo óxido de silicio —cuarzo— hasta la de los silicatos de aluminio hidratados, muy complejos, encontrados en los suelos de arcilla. Los elementos del suelo más importantes para la nutrición de las plantas incluyen el fósforo, el azufre, el nitrógeno, el calcio, el hierro y el magnesio. Investigaciones recientes han mostrado que las plantas para crecer también necesitan cantidades pequeñas pero fundamentales de elementos como boro, cobre, manganeso y cinc.

Las plantas obtienen nutrientes de los coloides del suelo, partículas diminutas parecidas a la arcilla que se mezclan con el agua, aunque no se disuelven en ella. Se forman como producto de la meteorización física y química de minerales

primarios. Consisten en cantidades variables de óxidos hidratados de hierro, aluminio y silicio y de minerales cristalinos secundarios como la caolinita y la montmorillonita.

Los coloides tienen algunas propiedades físicas marcadas que afectan fuertemente las características agrícolas de los distintos suelos. Los suelos de las regiones con precipitación escasa y poca agua subterránea están sometidos a lixiviación moderada y, por tanto, contienen gran cantidad de compuestos originales, como calcio, potasio y sodio. Los coloides de este tipo se expanden en gran medida cuando se mojan y tienden a dispersarse en el agua. Al secarse toman una consistencia gelatinosa y pueden, tras un secado adicional, formar masas impermeables al agua.

Donde el terreno queda cubierto por bosques, los coloides inorgánicos y orgánicos penetran en la tierra transportados por agua subterránea después de lluvias o inundaciones; forman una capa concentrada en la parte inferior del suelo y consolidan otras partículas de él para producir una masa densa y sólida.

Una de las características importantes de las partículas coloidales es su capacidad para participar en un tipo de reacción química conocida como intercambio de bases. En esta reacción un compuesto cambia al sustituir uno de sus elementos por otro. Así, los elementos que estaban ligados a un compuesto pueden quedar libres en la solución del suelo y estar disponibles como nutrientes para las plantas. Cuando se añade a un suelo materia fertilizante como el potasio, una porción del elemento requerido entra en la solución del suelo de forma inmediata, y queda disponible, mientras que el resto participa en el intercambio de bases y permanece en el suelo incorporado a los coloides.

Uno de los ejemplos de intercambio de bases más simple y valioso para la agricultura es la reacción que se produce cuando la caliza (CaCO_3) se utiliza para neutralizar la acidez. La acidez del suelo, que puede definirse como la concentración de iones de hidrógeno, afecta a muchas plantas; las legumbres, por ejemplo, no pueden crecer en un terreno ácido.

6 AGUA DEL SUELO

Como se dijo, la cantidad de agua disponible en un suelo dado tiene un efecto importante en la productividad del terreno para su uso agrícola. Tanto en estado líquido como gaseoso, el agua ocupa cerca de un cuarto del volumen del suelo productivo. La cantidad de agua retenida depende del tamaño y de la disposición de los poros en el terreno. En suelos gruesos y desagregados, el agua tiende a drenarse hacia abajo por la acción de la gravedad, dejando un pequeño remanente.

Los suelos compuestos por partículas finas suelen tener una porosidad total superior, por tanto, retienen cantidades de agua mayores que los suelos de textura gruesa. El agua se mueve y queda retenida por un sistema de poros. Sólo están

disponibles para las plantas dos tercios del agua almacenada después de que se haya drenado el exceso. Las partículas del suelo absorben el agua restante con fuerza suficiente como para impedir su uso por las plantas.

Las fuerzas que actúan sobre el agua, llamadas succión del suelo, pueden clasificarse así: las causadas por las partículas (fuerzas mátricas), por los solutos disueltos en el agua (fuerzas osmóticas) y por la gravedad (fuerzas gravitatorias). Las fuerzas mátricas surgen de la acción capilar y de las interacciones electrostáticas entre el agua y las partículas del suelo. Las fuerzas osmóticas dependen de la cantidad de sales disueltas en el agua y que influyen de forma indirecta en su movimiento por el suelo. La suma de las fuerzas mátricas y osmóticas se llama potencial total del agua.

El agua que interactúa con las superficies de los minerales del suelo tiene propiedades distintas de las del agua libre. Por tanto se llama agua ligada. Ésta, comparada con el agua libre, tiene volumen específico, viscosidad y calor específico mayores, constante dieléctrica menor y una mayor resistencia a los reordenamientos. Estos efectos se extienden a distancias muy cortas, del orden de tres a diez capas de moléculas de agua. El enlace de hidrógeno y las fuerzas de Van der Waals (atracción intermolecular) se mencionan como razones por las que el agua queda ligada a las superficies de suelo.

Las necesidades de agua de las plantas se satisfacen con el agua del suelo. El límite máximo de embalse depende de la capacidad del terreno, y el mínimo depende del porcentaje de secado permanente y también de la ocupación efectiva de las raíces de la cosecha. La capacidad del terreno es la cantidad de agua en un suelo dos o tres días después de una inundación completa de su perfil, expresada como peso seco del suelo. El coeficiente de marchitamiento se define como el valor de la humedad del suelo bajo el cual un vegetal se marchitaría y moriría, aún cuando se encuentre en una atmósfera húmeda. Se expresa como porcentaje de masa de suelo seco.

7 MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO

El término general utilizado para definir la mezcla compleja de materia orgánica del suelo es humus. No es una mezcla estable de sustancias químicas, es más bien una mezcla dinámica, en constante cambio, que representa cada etapa de la descomposición de la materia orgánica muerta, desde la más simple a la más compleja. El proceso de descomposición está causado por la acción de un gran número de bacterias y hongos microscópicos. Estos microorganismos atacan y digieren los compuestos orgánicos complejos que constituyen la materia viva, reduciéndola a formas más simples que las plantas pueden usar como alimento. Un ejemplo típico de acción de las bacterias es la formación de amoníaco a partir de proteínas animales y vegetales.

Unas bacterias oxidan el amoníaco para formar nitritos, y otras actúan sobre los nitritos para constituir nitratos, un tipo de compuesto del nitrógeno que puede ser

utilizado por las plantas. Algunas bacterias son capaces de atraer, o extraer, nitrógeno del aire (véase Fijación del nitrógeno) de forma que quede disponible en el suelo. Incluso partes no descompuestas del humus, o que sólo han experimentado descomposición parcial, contribuyen a la fertilidad del terreno dando al suelo una textura más ligera y porosa.

Bajo condiciones naturales, así como en zonas que no han sido nunca perturbadas por cultivo o deforestación, hay un equilibrio entre la cantidad de humus destruido por descomposición total y la materia añadida por la putrefacción de plantas y de cuerpos animales. Donde se practica la agricultura o donde se altera el equilibrio de los procesos naturales, bien por los humanos, bien por accidentes naturales como el fuego, se pierde la estabilidad y se reduce el contenido orgánico del suelo hasta que se alcanza un nuevo equilibrio.

13

Artículo - Ecología

1 INTRODUCCIÓN

Ecología, estudio de la relación entre los organismos y su medio ambiente físico y biológico. El medio ambiente físico incluye la luz y el calor o radiación solar, la humedad, el viento, el oxígeno, el dióxido de carbono y los nutrientes del suelo, el agua y la atmósfera. El medio ambiente biológico está formado por los organismos vivos, principalmente plantas y animales.

Debido a los diferentes enfoques necesarios para estudiar a los organismos en su medio ambiente natural, la ecología se sirve de disciplinas como la climatología, la hidrología, la física, la química, la geología y el análisis de suelos. Para estudiar las relaciones entre organismos, la ecología recurre a ciencias tan dispares como el comportamiento animal, la taxonomía, la fisiología y las matemáticas.

El creciente interés de la opinión pública respecto a los problemas del medio ambiente ha convertido la palabra *ecología* en un término a menudo mal utilizado. Se confunde con los programas ambientales y la ciencia medioambiental (véase Medio ambiente). Aunque se trata de una disciplina científica diferente, la ecología contribuye al estudio y la comprensión de los problemas del medio ambiente.

El término *ecología* fue acuñado por el biólogo alemán Ernst Heinrich Haeckel en 1869; deriva del griego *oikos* (hogar) y comparte su raíz con *economía*. Es decir, ecología significa el estudio de la economía de la naturaleza. En cierto modo, la ecología moderna empezó con Charles Darwin. Al desarrollar la teoría de la evolución, Darwin hizo hincapié en la adaptación de los organismos a su medio ambiente por medio de la selección natural. También hicieron grandes contribuciones naturalistas como Alexander von Humboldt, profundamente interesados en el cómo y el por qué de la distribución de los vegetales en el mundo.

2 LA BIOSFERA

El delgado manto de vida que cubre la Tierra recibe el nombre de biosfera. Para clasificar sus regiones se emplean diferentes enfoques.

2.1 Biomas

Las grandes unidades de vegetación son llamadas formaciones vegetales por los ecólogos europeos y biomas por los de América del Norte. La principal diferencia entre ambos términos es que los biomas incluyen la vida animal asociada. Los grandes biomas, no obstante, reciben el nombre de las formas dominantes de vida vegetal.

Bajo la influencia de la latitud, la elevación y los regímenes asociados de humedad y temperatura, los biomas terrestres varían geográficamente de los trópicos al Ártico, e incluyen diversos tipos de bosques, praderas, monte bajo y desiertos. Estos biomas incluyen también las comunidades de agua dulce asociadas: corrientes, lagos, estanques y humedales. Los medios ambientes marinos, que algunos ecólogos también consideran biomas, comprenden el océano abierto, las regiones litorales (aguas poco profundas), las regiones bentónicas (del fondo oceánico), las costas rocosas, las playas, los estuarios y las llanuras mareales asociadas.

Veáse también Chaparral; Arrecife de coral; Estuario; Comunidades marinas; Pantanal; Turbera; Sabana; Comunidades de la zona intermareal; Tundra.

2.2 Ecosistemas

Resulta más útil considerar a los entornos terrestres y acuáticos, *ecosistemas*, término acuñado en 1935 por el ecólogo vegetal sir Arthur George Tansley para realzar el concepto de que cada ecosistema es un todo integrado. Un *sistema* es un conjunto de partes interdependientes que funcionan como una unidad y requiere entradas y salidas. Las partes fundamentales de un ecosistema son los productores (plantas verdes), los consumidores (herbívoros y carnívoros), los organismos responsables de la descomposición (hongos y bacterias), y el componente no viviente o abiótico, formado por materia orgánica muerta y nutrientes presentes en el suelo y el agua. Las entradas al ecosistema son energía solar, agua, oxígeno, dióxido de carbono, nitrógeno y otros elementos y compuestos. Las salidas del ecosistema incluyen el calor producido por la respiración, agua, oxígeno, dióxido de carbono y nutrientes. La fuerza impulsora fundamental es la energía solar. Por último, en un nivel de organización superior se encuentran las relaciones entre los diferentes elementos o partes del ecosistema.

2.3 Energía y nutrientes

Los ecosistemas funcionan con energía procedente del Sol, que fluye en una dirección, y con nutrientes, que se reciclan continuamente. Las plantas usan la

energía lumínica transformándola, por medio de un proceso llamado fotosíntesis, en energía química bajo la forma de hidratos de carbono y otros compuestos. Esta energía es transferida a todo el ecosistema a través de una serie de pasos basados en el comer o ser comido, la llamada red trófica. En la transferencia de la energía, cada paso se compone de varios niveles tróficos o de alimentación: plantas, herbívoros (que comen vegetales), dos o tres niveles de carnívoros (que comen carne), y organismos responsables de la descomposición. Sólo parte de la energía fijada por las plantas sigue este camino, llamado red alimentaria de producción. La materia vegetal y animal no utilizada en esta red, como hojas caídas, ramas, raíces, troncos de árbol y cuerpos muertos de animales, dan sustento a la red alimentaria de la descomposición. Las bacterias, hongos y pequeños animales (generalmente invertebrados) que se alimentan de materia muerta se convierten en fuente de energía para niveles tróficos superiores vinculados a la red alimentaria de producción. De este modo la naturaleza aprovecha al máximo la energía inicialmente fijada por las plantas.

En ambas redes alimentarias el número de niveles tróficos es limitado debido a que en cada transferencia se pierde gran cantidad de energía (como calor de respiración) que deja de ser utilizable o transferible al siguiente nivel trófico. Así pues, cada nivel trófico contiene menos energía que el que le sustenta. Debido a esto, por ejemplo, los ciervos o los alces (herbívoros) son más abundantes que los lobos (carnívoros).

El flujo de energía alimenta el ciclo biogeoquímico o de los nutrientes. El ciclo de los nutrientes comienza con su liberación por desgaste y descomposición de la materia orgánica en una forma que puede ser empleada por las plantas. Éstas incorporan los nutrientes disponibles en el suelo y el agua y los almacenan en sus tejidos. Los nutrientes pasan de un nivel trófico al siguiente a lo largo de la red trófica. Dado que muchas plantas y animales no llegan a ser comidos, en última instancia los nutrientes que contienen sus tejidos, tras recorrer la red alimentaria de la descomposición, son liberados por la descomposición bacteriana y fúngica, proceso que reduce los compuestos orgánicos complejos a compuestos inorgánicos sencillos que quedan a disposición de las plantas.

2.4 Desequilibrios

Los nutrientes circulan en el interior de los ecosistemas. No obstante, existen pérdidas o salidas, y éstas deben equilibrarse por medio de nuevas entradas o el ecosistema dejará de funcionar. Las entradas de nutrientes al sistema proceden de la erosión y desgaste de las rocas, del polvo transportado por el aire, y de las precipitaciones, que pueden transportar materiales a grandes distancias. Los ecosistemas terrestres pierden cantidades variables de nutrientes, arrastrados por las aguas y depositados en ecosistemas acuáticos y en las tierras bajas asociadas. La erosión, la tala de bosques y las cosechas extraen del suelo una cantidad considerable de nutrientes que deben ser reemplazados. De no ser así, el ecosistema se empobrece. Es por esto por lo que las tierras de cultivo han de ser fertilizadas.

Si la entrada de un nutriente excede en mucho a su salida, el ciclo de nutrientes del ecosistema afectado se sobrecarga, y se produce contaminación. La contaminación puede considerarse una entrada de nutrientes que supera la capacidad del ecosistema para procesarlos. Los nutrientes perdidos por erosión y lixiviación en las tierras de cultivo, junto con las aguas residuales urbanas y los residuos industriales, van a parar a los ríos, lagos y estuarios. Estos contaminantes destruyen las plantas y los animales que no pueden tolerar su presencia o el cambio medioambiental que producen; al mismo tiempo favorecen a algunos organismos con mayor tolerancia al cambio. Así, en las nubes llenas de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno procedentes de las áreas industriales, éstos se transforman en ácidos sulfúrico y nítrico diluidos y caen a tierra, en forma de lluvia ácida, sobre grandes extensiones de ecosistemas terrestres y acuáticos. Esto altera las relaciones ácido-base en algunos de ellos, mueren los peces y los invertebrados acuáticos y se incrementa la acidez del suelo, lo que reduce el crecimiento forestal en los ecosistemas septentrionales y en otros que carecen de calizas para neutralizar el ácido.

Véase Ciclo del carbono; Ciclo del nitrógeno.

3 POBLACIONES Y COMUNIDADES

Las unidades funcionales de un ecosistema son las poblaciones de organismos a través de las cuales circulan la energía y los nutrientes. Una población es un grupo de organismos de la misma especie que comparten el mismo espacio y tiempo (véase Especies y especiación). Los grupos de poblaciones de un ecosistema interactúan de varias formas. Estas poblaciones interdependientes forman una comunidad, que abarca la porción biótica del ecosistema.

3.1 Diversidad

La comunidad tiene ciertos atributos, entre ellos la dominancia y la diversidad de especies. La dominancia se produce cuando una o varias especies controlan las condiciones ambientales que influyen en las especies asociadas. En un bosque, por ejemplo, pueden ser dominantes una o más especies de árboles, como el roble o el abeto; en una comunidad marina los organismos dominantes suelen ser animales, como los mejillones o las ostras. La dominancia puede influir en la diversidad de especies de una comunidad porque la diversidad no se refiere solamente al número de especies que la componen, sino también a la proporción que cada una de ellas representa.

La naturaleza física de una comunidad queda en evidencia por las capas en las que se estructura, o su estratificación. En las comunidades terrestres, la estratificación está influida por la forma que adoptan las plantas al crecer. Las comunidades sencillas, como los pastos, con escasa estratificación vertical, suelen estar formadas por dos capas: suelo y capa herbácea. Un bosque puede tener varias capas: suelo, herbácea, arbustos, árboles de porte bajo, árboles de porte

alto con copa inferior o superior, entre otras. Estos estratos influyen en el medio ambiente físico y en la diversidad de hábitats para la fauna. La estratificación vertical de las comunidades acuáticas, por contraste, recibe sobre todo la influencia de las condiciones físicas: profundidad, iluminación, temperatura, presión, salinidad, contenido en oxígeno y dióxido de carbono.

3.2 Hábitat y nicho

La comunidad aporta el hábitat, el lugar en el que viven las distintas plantas o animales. Dentro de cada hábitat, los organismos ocupan distintos nichos. Un nicho es el papel funcional que desempeña una especie en una comunidad, es decir, su ocupación o modo de ganarse la vida. Por ejemplo, el candelero oliváceo vive en un hábitat de bosque de hoja caduca. Su nicho, en parte, es alimentarse de insectos del follaje. Cuanto más estratificada esté una comunidad, en más nichos adicionales estará dividido su hábitat.

3.3 Tasas de crecimiento de la población

Las poblaciones tienen una tasa de nacimiento (número de crías producido por unidad de población y tiempo) una tasa de mortalidad (número de muertes por unidad de tiempo) y una tasa de crecimiento. El principal agente de crecimiento de la población son los nacimientos, y el principal agente de descenso de la población es la muerte. Cuando el número de nacimientos es superior al número de muertes la población crece y cuando ocurre lo contrario, decrece. Cuando el número de nacimientos es igual al de muertes en una población dada su tamaño no varía, y se dice que su tasa de crecimiento es cero.

Al ser introducida en un medio ambiente favorable con abundantes recursos, una pequeña población puede experimentar un crecimiento geométrico o exponencial. Muchas poblaciones experimentan un crecimiento exponencial en las primeras etapas de la colonización de un hábitat, ya que se apoderan de un nicho infraexplotado o expulsan a otras poblaciones de uno rentable. Las poblaciones que siguen creciendo exponencialmente, no obstante, acaban llevando al límite los recursos, y entran con rapidez en declive debido a algún acontecimiento catastrófico como una hambruna, una epidemia o la competencia con otras especies. En términos generales, las poblaciones de plantas y animales que se caracterizan por experimentar ciclos de crecimiento exponencial son especies con abundante descendencia y se ocupan poco de sus crías o producen abundantes semillas con pocas reservas alimenticias. Estas especies, que acostumbra a tener una vida corta, se dispersan con rapidez y son capaces de colonizar medios ambientes hostiles o alterados. Se conocen como especies generalistas o estrategias de la R, aunque a menudo reciben también el nombre de especies oportunistas, y se caracterizan por presentar altas tasas de reproducción, pocas exigencias ecológicas y no explotar con eficacia los recursos.

Otras poblaciones tienden a crecer de forma exponencial al comienzo y logísticamente a continuación, es decir, su crecimiento va disminuyendo al ir

umentando la población, y se estabiliza al alcanzar los límites de la capacidad de sustentación de su medio ambiente. A través de diversos mecanismos reguladores, tales poblaciones mantienen un cierto equilibrio entre su tamaño y los recursos disponibles. Los animales que muestran este tipo de crecimiento poblacional tienden a tener menos crías, pero les proporcionan atención familiar; las plantas producen grandes semillas con considerables reservas alimenticias. Estos organismos tienen una vida larga, tasas de dispersión bajas y son malos colonizadores de hábitats alterados. Suelen responder a los cambios en la densidad de población (número de organismos por unidad de superficie) con cambios en las tasas de natalidad y de mortalidad en lugar de con la dispersión. Cuando la población se aproxima al límite de los recursos disponibles, las tasas de natalidad disminuyen y las de mortalidad entre jóvenes y adultos aumentan. Se conocen como especies especialistas o estrategas de la K y se caracterizan por presentar menor fecundidad, mayores exigencias ecológicas y mejor aprovechamiento de los recursos.

3.4 Interacciones en la comunidad

Las principales influencias sobre el crecimiento de las poblaciones están relacionadas con diversas interacciones, que son las que mantienen unida a la comunidad. Estas incluyen la competencia, tanto en el seno de las especies como entre especies diferentes, la depredación, incluyendo el parasitismo, y la coevolución o adaptación.

3.4.1 Competencia

Cuando escasea un recurso compartido, los organismos compiten por él, y los que lo hacen con mayor éxito sobreviven. En algunas poblaciones vegetales y animales, los individuos pueden compartir los recursos de tal modo que ninguno de ellos obtenga la cantidad suficiente para sobrevivir como adulto o reproducirse. Entre otras poblaciones, vegetales y animales, los individuos dominantes se apoderan de la totalidad de los recursos y los demás quedan excluidos. Individualmente, las plantas tienden a aferrarse al lugar donde arraigan hasta que pierden vigor o mueren, e impiden que sobrevivan otros individuos controlando la luz, la humedad y los nutrientes del entorno.

Muchos animales tienen una organización social muy desarrollada a través de la cual se distribuyen recursos como el espacio, los alimentos y la pareja entre los miembros dominantes de la población. Estas interacciones competitivas pueden manifestarse en forma de dominancia social, en la que los individuos dominantes excluyen a los subdominantes de un determinado recurso, o en forma de territorialidad, en la que los individuos dominantes dividen el espacio en áreas excluyentes, que ellos mismos se encargan de defender. Los individuos subdominantes o excluidos se ven obligados a vivir en hábitats más pobres, a sobrevivir sin el recurso en cuestión o a abandonar el área. Muchos de estos animales mueren de hambre, por exposición a los elementos y víctimas de los depredadores.

La competencia entre los miembros de especies diferentes provoca el reparto de los recursos de la comunidad. Las plantas, por ejemplo, tienen raíces que penetran en el suelo hasta diferentes profundidades. Algunas tienen raíces superficiales que les permiten utilizar la humedad y los nutrientes próximos a la superficie. Otras que crecen en el mismo lugar tienen raíces profundas que les permiten explotar una humedad y unos nutrientes no disponibles para las primeras.

3.4.2 Depredación

Una de las interacciones fundamentales es la depredación, o consumo de un organismo vivo, vegetal o animal, por otro. Si bien sirve para hacer circular la energía y los nutrientes por el ecosistema, la depredación puede también controlar la población y favorecer la selección natural eliminando a los menos aptos. Así pues, un conejo es un depredador de la hierba, del mismo modo que el zorro es un depredador de conejos. La depredación de las plantas incluye la defoliación y el consumo de semillas y frutos. La abundancia de los depredadores de plantas, o herbívoros, influye directamente sobre el crecimiento y la supervivencia de los carnívoros. Es decir, las interacciones depredador-presa a un determinado nivel trófico influyen sobre las relaciones depredador-presa en el siguiente. En ciertas comunidades, los depredadores llegan a reducir hasta tal punto las poblaciones de sus presas que en la misma zona pueden coexistir varias especies en competencia porque ninguna de ellas abunda lo suficiente como para controlar un recurso. No obstante, cuando disminuye el número de depredadores, o estos desaparecen, la especie dominante tiende a excluir a las competidoras, reduciendo así la diversidad de especies.

3.4.3 Parasitismo

El parasitismo está estrechamente relacionado con la depredación. En él, dos organismos viven unidos, y uno de ellos obtiene su sustento a expensas del otro. Los parásitos, que son más pequeños que sus huéspedes, incluyen multitud de virus y bacterias. Debido a esta relación de dependencia, los parásitos no suelen acabar con sus huéspedes, como hacen los depredadores. Como resultado, huéspedes y parásitos suelen coevolucionar hasta un cierto grado de tolerancia mutua, aunque los parásitos pueden regular la población de algunas especies huéspedes, reducir su éxito reproductivo, modificar su comportamiento e incluso producir su muerte. Véase Parásito.

3.4.4 Coevolución

La coevolución es la evolución conjunta de dos especies no emparentadas que tienen una estrecha relación ecológica, es decir, que la evolución de una de las especies depende en parte de la evolución de la otra. La coevolución también desempeña un papel en las relaciones depredador-presa. Con el paso del tiempo, al ir desarrollando el depredador formas más eficaces de capturar a su presa, ésta

desarrolla mecanismos para evitar su captura. Las plantas han desarrollado mecanismos defensivos como espinas, púas, vainas duras para las semillas y savia venenosa o de mal sabor para disuadir a sus consumidores potenciales. Algunos herbívoros son capaces de superar estas defensas y atacar a la planta. Ciertos insectos, como la mariposa monarca, pueden incorporar a sus propios tejidos sustancias venenosas tomadas de las plantas de las que se alimentan, y las usan como defensa contra sus depredadores. Otros organismos similares relacionados con ella (véase Mariposa virrey) pueden adquirir, a través de la selección natural, un patrón de colores o una forma que imita la de la especie no comestible. Dado que se asemejan al modelo desagradable, los imitadores consiguen evitar la depredación. Otros animales recurren a asumir una apariencia que hace que se confundan con su entorno o que parezcan formar parte de él. El camaleón es un ejemplo bien conocido de esta interacción. Algunos animales que emplean olores desagradables o venenos a modo de defensa suelen exhibir también coloraciones de advertencia, normalmente colores brillantes o dibujos llamativos, que actúan como aviso adicional para sus depredadores potenciales. Véase Adaptación; Mimetismo.

Otra relación coevolutiva es el mutualismo, en el que dos o más especies dependen la una de la otra y no pueden vivir más que asociadas. Un ejemplo de mutualismo es el de las micorrizas, relación forzosa entre determinados hongos y las raíces de ciertas plantas. En uno de los grupos, el de las ectomicorrizas, los hongos forman una capa o manto en torno a las radículas. Las hifas de los hongos invaden la radícula y crecen entre las paredes celulares, además de extenderse suelo adentro a partir de ella. Los hongos, que incluyen varias setas comunes de los bosques, dependen del árbol para obtener energía. A cambio, ayudan al árbol a obtener nutrientes del suelo y protegen sus raicillas de ciertas enfermedades. Sin las micorrizas, algunos grupos taxonómicos, como las gimnospermas y algunas angiospermas (aliso, árbol del paraíso), no pueden sobrevivir y desarrollarse. Por su parte, los hongos no pueden existir sin los árboles. El ejemplo más concluyente de simbiosis mutualista lo constituyen los líquenes: una asociación entre un hongo y un simbionte fotosintético, un alga, de cuya interacción se origina un talo estable con estructura y fisiología específicas. Véase Simbiosis.

3.5 Sucesión y comunidades clímax

Los ecosistemas son dinámicos en el sentido de que las especies que los componen no son siempre las mismas. Esto se ve reflejado en los cambios graduales de la comunidad vegetal con el paso del tiempo, fenómeno conocido como sucesión. Comienza por la colonización de un área alterada, como un campo de cultivo abandonado o un río de lava recientemente expuesto, por parte de especies capaces de tolerar sus condiciones ambientales. En su mayor parte se trata de especies oportunistas que se aferran al terreno durante un periodo de tiempo variable. Dado que viven poco tiempo y que son malas competidoras, acaban siendo reemplazadas por especies más competitivas y de vida más larga, como ocurre con ciertos arbustos que más tarde son reemplazados por árboles.

En los hábitats acuáticos, los cambios de este tipo son en gran medida resultado de cambios en el medio ambiente físico, como la acumulación de sedimentos en el fondo de un estanque. Al ir haciéndose éste menos profundo, se favorece la invasión de plantas flotantes como los lirios de agua y de plantas emergentes como las espadañas. La velocidad de la sucesión depende de la competitividad de la especie implicada; de la tolerancia a las condiciones ambientales producidas por el cambio en la vegetación; de la interacción con los animales, sobre todo con los herbívoros rumiantes, y del fuego. Con el tiempo, el ecosistema llega a un estado llamado clímax (estado óptimo de una comunidad biológica, dadas las condiciones del medio), en el que todo cambio ulterior se produce muy lentamente, y el emplazamiento queda dominado por especies de larga vida y muy competitivas. Al ir avanzando la sucesión, no obstante, la comunidad se vuelve más estratificada, permitiendo que ocupen el área más especies de animales. Con el tiempo, los animales característicos de fases más avanzadas de la sucesión reemplazan a los propios de las primeras fases.

14

Artículo - Gimnospermas

Gimnospermas (del latín, *gymnos*, 'desnuda'; del griego, *sperma*, 'semilla'), nombre que reciben las plantas vasculares que forman semillas pero carecen de flores. Comprenden varios grupos: cícadas, ginkgósidos, coniferósidos y gnetópsidas. Las gimnospermas son plantas leñosas de porte arbustivo, arbóreo o, más raramente, trepador (algunas plantas gnetópsidas). Se diferencian de la otra división de plantas con semillas, la formada por las plantas con flores (véase Angiospermas), en que las semillas no están encerradas en carpelos, sino dispuestas sobre escamas organizadas en conos. Las gimnospermas son las plantas con semillas más antiguas; al parecer, proceden de helechos del devónico. Las cícadas conservan los caracteres más primitivos de las actuales plantas con semillas. Las pruebas morfológicas y moleculares sugieren que las gnetópsidas comparten un antepasado común con las plantas con flores. Las gimnospermas vivientes están distribuidas por todo el mundo: las coníferas prefieren las regiones templada y subártica, las cícadas abundan en las regiones tropicales e intertropicales y las gnetópsidas incluyen especies de zonas templadas y tropicales. Los ginkgósidos sólo cuentan con una especie viviente: el *Ginkgo biloba*, un árbol caducifolio propio de Japón y de China. Las gimnospermas se agrupan en unos 66 géneros que incluyen unas 850 especies vivientes, muchas menos que en muchas familias de plantas con flores.

Clasificación científica: las gimnospermas constituyen la división *Pinophyta* formada por 4 clases con representantes vivos: *Cycadopsida* (cícadas), *Ginkgopsida* (ginkgósidos), *Coniferopsida* (coniferósidos, representados en la actualidad por las coníferas y la familia Taxáceas) y *Gnetopsida* (gnetópsidas, representadas en la actualidad por sólo tres géneros, *Ephedra*, *Welwitschia* y *Gnetum*).

15

Artículo - Cícadas

Cícadas, nombre común de un grupo de plantas de crecimiento lento parecidas a las palmeras. En la actualidad comprenden unas 160 especies que se engloban en 11 géneros, pero en el jurásico, hace unos 200 millones de años, dominaban la vida vegetal. Son gimnospermas (plantas con la semilla desnuda) primitivas, con células espermáticas móviles que dan lugar a semillas expuestas en estructuras parecidas a piñas que se forman en el ápice de la planta. Son propias de regiones tropicales, subtropicales y templadas. Casi todas son plantas de buen tamaño, de tronco columnar no ramificado y con un penacho de hojas semejantes a frondes en el extremo superior. Son plantas de hoja perenne y follaje atractivo, y muchas de ellas se cultivan como ornamentales. Crecen al aire libre en zonas cálidas, y en interiores en las regiones más frías. La recolección indiscriminada ha originado que casi todas las especies se encuentren en peligro de extinción.

Clasificación científica: las cícadas constituyen la clase *Cycadopsida* perteneciente a la división *Pinophyta*. El género representativo es *Cycas*, de la familia Cicadáceas (*Cycadaceae*). La especie *Cycas revoluta* es muy utilizada como ornamental en parques y jardines.

16

Artículo - Semilla

1 INTRODUCCIÓN

Semilla, embrión de la planta una vez que ha alcanzado la madurez. Puede estar acompañado de tejidos nutritivos y protegido por una cubierta o testa. Las semillas de las angiospermas o plantas con flores se diferencian de las formadas por las gimnospermas, entre las que se encuentran las coníferas y otros grupos afines, en que están encerradas en el interior de un ovario que al madurar se transforma en fruto; las semillas de las gimnospermas se forman sobre unas escamas de unas estructuras llamadas conos o piñas y están expuestas.

Durante la fecundación, el tubo polínico penetra en el óvulo a través del micrópilo. Uno de los dos núcleos espermáticos del tubo polínico se une a una célula del óvulo llamada ovocélula y forma un cigoto, que da lugar al embrión; en las gimnospermas sólo se produce un núcleo espermático o gameto masculino. En las plantas con flores, el otro núcleo espermático se une con dos núcleos polares presentes en el saco embrionario para formar el núcleo del endospermo, que más tarde se transformará en el endospermo nutritivo que rodea al embrión de la semilla. En las gimnospermas, el endospermo se forma a partir del tejido del propio saco embrionario. La nucela o megasporangio es el tejido que forma la mayor parte del óvulo y es digerido en parte durante el desarrollo de los tejidos del embrión y el endospermo. La semilla está rodeada por una capa dura y resistente derivada del integumento del óvulo y llamada testa. En las plantas con flores se forma una segunda envoltura por el interior de la testa llamada tegmen. Además, algunas semillas forman proyecciones de la testa que favorecen la absorción de agua en el momento de la germinación o que actúan como protección suplementaria. En casi todas las semillas, el micrópilo a través del cual había penetrado el tubo polínico en el óvulo, persiste en forma de orificio diminuto de la

testa. En las plantas con flores, un peciolo o funículo une la semilla a la placenta por el interior de la pared del fruto. Al retirar la semilla queda una pequeña cicatriz o hilo que señala el punto de inserción del funículo. Véase Reproducción vegetal.

En algunas plantas, como las Orquidáceas, el embrión se mantiene en forma de pequeña masa indiferenciada de células hasta después de que la semilla se ha separado de la planta parental; durante el periodo comprendido entre la separación y la germinación, las células indiferenciadas se transforman en raíz, yema, tallo y hoja embrionarios. En casi todas las demás plantas, esta diferenciación tiene lugar antes de la dispersión de las semillas; la raíz embrionaria o radícula suele crecer hacia el micrópilo; la yema embrionaria, llamada plúmula o epicótilo, se forma en el extremo del embrión opuesto a la radícula; el tallo embrionario o hipocótilo conecta la radícula con las hojas de la semilla o cotiledones. En las gimnospermas suele haber varios cotiledones; las angiospermas se dividen, desde este punto de vista, en dos grandes grupos, uno de ellos está formado por plantas con un solo cotiledón en la semilla (monocotiledóneas) y el otro por plantas con dos cotiledones (dicotiledóneas). Los cotiledones son centros de absorción y almacenamiento que extraen material nutritivo del endospermo. En muchas plantas, como el girasol, actúan después de la germinación como órganos fotosintéticos primordiales, antes de que se desarrollen las hojas a partir de la plúmula.

2 VIABILIDAD DE LAS SEMILLAS

Algunas semillas, como las del sauce, son *viabiles*, es decir, capaces de germinar y transformarse en organismos sanos, sólo durante unos días después de desprenderse del árbol parental. Otras conservan la viabilidad durante años; así, se sabe que las semillas del loto oriental conservan el poder germinativo 3.000 años después de su dispersión. Cada especie botánica tiene un periodo propio de viabilidad; las semillas sembradas después de dicho periodo de viabilidad óptima pueden producir plantas débiles o no germinar.

3 ANÁLISIS DE SEMILLAS

En casi todos los países, las leyes obligan a los distribuidores a analizar la viabilidad y la pureza de las semillas antes de comercializarlas. Para ello se toma una muestra de cierto número de semillas y se colocan en un medio favorable para su desarrollo; el porcentaje de semillas viables de la muestra analizada constituye el índice de viabilidad de todas las semillas del mismo lote. El análisis de las semillas garantiza también la comercialización de semillas fieles al tipo, es decir, que no difieren de la variedad deseada.

4 DESCANSO DE LAS SEMILLAS

A veces se confunde la falta de viabilidad de una semilla con el periodo de descanso. En efecto, muchas semillas necesitan pasar una fase de descanso tras haberse desprendido de la planta parental, antes de estar en condiciones de

germinar y transformarse en plantas nuevas. En las Orquidáceas, por ejemplo, las semillas deben completar la maduración durante este periodo de descanso. En otros casos se producen durante el descanso una serie de cambios químicos que preparan la semilla para el proceso de germinación. Por otra parte, hay semillas provistas de una cáscara externa muy dura que debe reblandecerse o pudrirse para que el agua y el oxígeno puedan llegar a la semilla e intervenir en el desarrollo del embrión o para que éste rompa la cáscara externa. En los casos de embrión infradesarrollado, es casi imposible acortar artificialmente el periodo de descanso y acelerar la germinación de la semilla; por el contrario, cuando la semilla tiene cáscara dura pero el embrión está plenamente desarrollado, se puede acortar este periodo tratando la semilla con abrasivos, sumergiéndola en agua o en compuestos como ácido sulfúrico diluido, calentándola o sometiéndola a ciclos de congelación y descongelación.

5 GERMINACIÓN

Se llama germinación al proceso por el que se reanuda el crecimiento embrionario después de la fase de descanso. Este fenómeno no se desencadena hasta que la semilla no ha sido transportada hasta un medio favorable por alguno de los agentes de dispersión. Las condiciones determinantes del medio son: aporte suficiente de agua y oxígeno y temperatura apropiada. Cada especie prefiere para germinar una temperatura determinada; en general, las condiciones extremas de frío o calor no favorecen la germinación. Algunas semillas necesitan también un tiempo determinado de exposición a la luz para iniciar la germinación.

Durante la germinación, el agua se difunde a través de las envolturas de la semilla y llega hasta el embrión, que durante la fase de descanso se ha secado casi por completo. El agua hace que la semilla se hinche, a veces hasta el extremo de rasgar la envoltura externa. El oxígeno absorbido proporciona a la semilla la energía necesaria para iniciar el crecimiento. Diversas enzimas descomponen los nutrientes almacenados en el endospermo o en los cotiledones en sustancias más sencillas que son transportadas por el interior del embrión hacia los centros de crecimiento. La radícula es el primer elemento embrionario en brotar a través de la envoltura de la semilla. Forma pelos radicales que absorben agua y sujetan el embrión al suelo. A continuación empieza a alargarse el hipocótilo, que empuja la plúmula, y en muchos casos el cotiledón o los cotiledones, hacia la superficie del suelo. Los cotiledones que salen a la luz forman clorofila y llevan a cabo la fotosíntesis hasta que se desarrollan las hojas verdaderas a partir de la plúmula. En algunas especies, sobre todo de gramíneas, los cotiledones no alcanzan nunca la superficie del suelo, y la fotosíntesis no comienza hasta que no se desarrollan las hojas verdaderas; mientras tanto, la planta subsiste a costa de las reservas nutritivas almacenadas en la semilla. Desde que comienza la germinación hasta que la planta logra la completa independencia de los nutrientes almacenados en la semilla, la planta recibe el nombre de plántula.

Veáse también Horticultura; Mejora vegetal.

Artículo - Fotosíntesis

1 INTRODUCCIÓN

Fotosíntesis, proceso en virtud del cual los organismos con clorofila, como las plantas verdes, las algas y algunas bacterias, capturan energía en forma de luz y la transforman en energía química. Prácticamente toda la energía que consume la vida de la biosfera terrestre —la zona del planeta en la cual hay vida— procede de la fotosíntesis.

Una ecuación generalizada y no equilibrada de la fotosíntesis en presencia de luz sería:



El elemento H_2A de la fórmula representa un compuesto oxidable, es decir, un compuesto del cual se pueden extraer electrones; CO_2 es el dióxido de carbono; CH_2 una generalización de los hidratos de carbono que incorpora el organismo vivo. En la gran mayoría de los organismos fotosintéticos, es decir, en las algas y las plantas verdes, H_2A es agua (H_2O); pero en algunas bacterias fotosintéticas, H_2A es anhídrido sulfúrico (H_2S). La fotosíntesis con agua es la más importante y conocida y, por tanto, será la que tratemos con detalle.

La fotosíntesis se realiza en dos etapas: una serie de reacciones que dependen de la luz y son independientes de la temperatura, y otra serie que dependen de la temperatura y son independientes de la luz. La velocidad de la primera etapa, llamada reacción lumínica, aumenta con la intensidad luminosa (dentro de ciertos límites), pero no con la temperatura. En la segunda etapa, llamada reacción en la oscuridad, la velocidad aumenta con la temperatura (dentro de ciertos límites), pero no con la intensidad luminosa.

2 REACCIÓN LUMÍNICA

La primera etapa de la fotosíntesis es la absorción de luz por los pigmentos. La clorofila es el más importante de éstos, y es esencial para el proceso. Captura la luz de las regiones violeta y roja del espectro y la transforma en energía química mediante una serie de reacciones. Los distintos tipos de clorofila y otros pigmentos, llamados carotenoides y ficobilinas, absorben longitudes de onda luminosas algo distintas y transfieren la energía a la clorofila A, que termina el proceso de transformación. Estos pigmentos accesorios amplían el espectro de energía luminosa que aprovecha la fotosíntesis.

La fotosíntesis tiene lugar dentro de las células, en orgánulos llamados cloroplastos que contienen las clorofilas y otros compuestos, en especial enzimas, necesarios para realizar las distintas reacciones. Estos compuestos están organizados en unidades de cloroplastos llamadas tilacoides; en el interior de éstos, los pigmentos se disponen en subunidades llamadas fotosistemas. Cuando los pigmentos absorben luz, sus electrones ocupan niveles energéticos más altos,

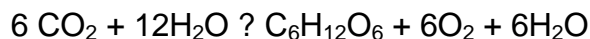
y transfieren la energía a un tipo especial de clorofila llamado centro de reacción.

En la actualidad se conocen dos fotosistemas, llamados I y II. La energía luminosa es atrapada primero en el fotosistema II, y los electrones cargados de energía saltan a un receptor de electrones; el hueco que dejan es reemplazado en el fotosistema II por electrones procedentes de moléculas de agua, reacción que va acompañada de liberación de oxígeno. Los electrones energéticos recorren una cadena de transporte de electrones que los conduce al fotosistema I, y en el curso de este fenómeno se genera un trifosfato de adenosina o ATP, rico en energía. La luz absorbida por el fotosistema I pasa a continuación a su centro de reacción, y los electrones energéticos saltan a su aceptor de electrones. Otra cadena de transporte los conduce para que transfieran la energía a la coenzima dinucleotido fosfato de nicotinamida y adenina o NADP que, como consecuencia, se reduce a NADPH₂. Los electrones perdidos por el fotosistema I son sustituidos por los enviados por la cadena de transporte de electrones del fotosistema II. La reacción en presencia de luz termina con el almacenamiento de la energía producida en forma de ATP y NADPH₂.

3 REACCIÓN EN LA OSCURIDAD

La reacción en la oscuridad tiene lugar en el estroma o matriz de los cloroplastos, donde la energía almacenada en forma de ATP y NADPH₂ se usa para reducir el dióxido de carbono a carbono orgánico. Esta función se lleva a cabo mediante una serie de reacciones llamada ciclo de Calvin, activadas por la energía de ATP y NADPH₂. Cada vez que se recorre el ciclo entra una molécula de dióxido de carbono, que inicialmente se combina con un azúcar de cinco carbonos llamado ribulosa 1,5-difosfato para formar dos moléculas de un compuesto de tres carbonos llamado 3-fosfoglicerato. Tres recorridos del ciclo, en cada uno de los cuales se consume una molécula de dióxido de carbono, dos de NADPH₂ y tres de ATP, rinden una molécula con tres carbonos llamada gliceraldehído 3-fosfato; dos de estas moléculas se combinan para formar el azúcar de seis carbonos glucosa. En cada recorrido del ciclo, se regenera la ribulosa 1,5-difosfato.

Por tanto, el efecto neto de la fotosíntesis es la captura temporal de energía luminosa en los enlaces químicos de ATP y NADPH₂ por medio de la reacción en presencia de luz, y la captura permanente de esa energía en forma de glucosa mediante la reacción en la oscuridad. En el curso de la reacción en presencia de luz se escinde la molécula de agua para obtener los electrones que transfieren la energía luminosa con la que se forman ATP y NADPH₂. El dióxido de carbono se reduce en el curso de la reacción en la oscuridad para convertirse en base de la molécula de azúcar. La ecuación completa y equilibrada de la fotosíntesis en la que el agua actúa como donante de electrones y en presencia de luz es



4 FOTOSÍNTESIS ARTIFICIAL

Si los químicos lograran reproducir la fotosíntesis por medios artificiales, se abriría la posibilidad de capturar energía solar a gran escala. En la actualidad se trabaja mucho en este tipo de investigación. Todavía no se ha logrado sintetizar una molécula artificial que se mantenga polarizada durante un tiempo suficiente para reaccionar de forma útil con otras moléculas, pero las perspectivas son prometedoras.

18

Artículo - Clorofila

Clorofila, pigmento que da el color verde a los vegetales y que se encarga de absorber la luz necesaria para realizar la fotosíntesis, proceso que transforma la energía luminosa en energía química. La clorofila absorbe sobre todo la luz roja, violeta y azul, y refleja la verde. La gran concentración de clorofila en las hojas y su presencia ocasional en otros tejidos vegetales, como los tallos, tiñen de verde estas partes de las plantas. En algunas hojas, la clorofila está enmascarada por otros pigmentos. En otoño, la clorofila de las hojas de los árboles se descompone, y ocupan su lugar otros pigmentos.

La molécula de clorofila es grande y está formada en su mayor parte por carbono e hidrógeno; ocupa el centro de la molécula un único átomo de magnesio rodeado por un grupo de átomos que contienen nitrógeno y se llama anillo de porfirinas. La estructura recuerda a la del componente activo de la hemoglobina de la sangre. De este núcleo central parte una larga cadena de átomos de carbono e hidrógeno que une la molécula de clorofila a la membrana interna del cloroplasto, el orgánulo celular donde tiene lugar la fotosíntesis. Cuando la molécula de clorofila absorbe un fotón, sus electrones se excitan y saltan a un nivel de energía superior (véase fotoquímica) esto inicia en el cloroplasto una compleja serie de reacciones que dan lugar al almacenamiento de energía en forma de enlaces químicos.

Hay varios tipos de clorofilas que se diferencian en detalles de su estructura molecular y que absorben longitudes de onda luminosas algo distintas. El tipo más común es la clorofila A, que constituye aproximadamente el 75% de toda la clorofila de las plantas verdes. Se encuentra también en las algas verdeazuladas y en células fotosintéticas más complejas. La clorofila B es un pigmento accesorio presente en vegetales y otras células fotosintéticas complejas; absorbe luz de una longitud de onda diferente y transfiere la energía a la clorofila A, que se encarga de transformarla en energía química. Algunas bacterias presentan otras clorofilas de menor importancia.

19

Artículo - Fruto

1 INTRODUCCIÓN

Fruto, en las plantas con flor, conjunto formado por el ovario maduro y todas las demás piezas de la flor inseparables de él. En sentido botánico, se llama fruto sólo

al ovario maduro. En términos coloquiales, la palabra suele usarse sólo para describir los frutos suculentos y comestibles de las plantas leñosas, los de matas y arbustos, como el tomate o el melón, y algunos otros más pequeños, como la fresa o el arándano. En condiciones naturales, el fruto suele formarse una vez que ha tenido lugar la fecundación del óvulo, pero en muchas plantas, casi siempre variedades cultivadas, como los cítricos sin pepitas, la uva, el banano y el pepino, el fruto madura sin necesidad de fecundación; este fenómeno se llama partenocarpia. En cualquier caso, la maduración del ovario provoca el marchitamiento de los estigmas y las anteras y el agrandamiento del propio ovario (o de los ovarios, si la flor tiene más de uno). Los óvulos del interior de los ovarios fecundados se desarrollan y forman las semillas. En las variedades partenocárpicas éstas no se desarrollan, y los óvulos mantienen el tamaño original. La principal función del fruto es proteger las semillas durante su desarrollo; en muchas plantas también favorecen su dispersión.

2 ESTRUCTURA DEL FRUTO

Al madurar, las paredes del ovario se desarrollan y forman el pericarpio, constituido por tres capas. La más externa o epicarpio suele ser una simple película epidérmica. El grosor de la capa media o mesocarpio y de la interna o endocarpio es muy variable, pero dentro de un mismo tipo de fruto, una de las capas puede ser gruesa y las otras delgadas. En los frutos carnosos, la pulpa suele corresponder al mesocarpio, como ocurre en el melocotón (durazno) y la uva. La semilla o las semillas, dispuestas dentro del pericarpio, constituyen en ciertos casos la totalidad de la porción comestible del fruto. Así, en el coco, la cáscara dura exterior es el pericarpio, y la parte comestible interior, es la semilla.

En los casos típicos, el fruto se limita al ovario maduro, como ocurre en la vaina del guisante (chícharo); en cambio, la manzana incluye ovario y receptáculo —el conjunto de las demás piezas florales soldadas—; la fresa es en realidad una infrutescencia formada por diminutos frutos individuales dispuestos sobre un receptáculo carnoso; en la piña tropical el fruto lo forma el desarrollo de la inflorescencia completa. Véase Bromeliáceas.

3 TIPOS DE FRUTOS

Los frutos se clasifican atendiendo a varias características, la más importante de las cuales es el número de ovarios. Un fruto simple es un ovario simple desarrollado a partir del pistilo de una sola flor, que puede ser simple o compuesta. Un fruto múltiple o policárpico está formado por numerosos ovarios unidos a un mismo receptáculo; los frutos complejos resultan de la coalescencia de los ovarios de una inflorescencia completa. Los frutos simples se subdividen a su vez en secos y carnosos. En un fruto simple, las paredes del ovario son suculentas al principio de la maduración pero, en los frutos secos, pierden casi toda la humedad conforme avanza su desarrollo, mientras que en los carnosos aumenta de tamaño y retiene aún más agua. Los frutos secos que se abren o parten al madurar se llaman dehiscentes, e indehiscentes los que no se abren.

La vaina o legumbre es un fruto seco dehiscente característico de las leguminosas. La vaina propiamente dicha es el pericarpio, y el contenido (judías o frijoles, guisantes o chícharos) son las semillas. La dehiscencia se produce a lo largo de las dos suturas de los bordes; las semillas se insertan en la ventral. Algunas leguminosas forman vainas indehiscentes que, en la madurez, no se abren, sino que se parten de forma transversal; esta clase de fruto se llama lomento. El folículo de las peonías y de las plantas de la familia de las Asclepiadáceas tiene dos suturas, como las legumbres, pero se abre sólo a lo largo de una de ellas. La cápsula está formada por varios carpelos soldados; si se abre por el centro de cada uno de ellos, como ocurre en la familia de las Liliáceas, se habla de dehiscencia loculicida; si se abre a lo largo de las líneas de soldadura de los carpelos, como en la azalea (azalia), se llama dehiscencia septicida. Las cápsulas de la amapola presentan dehiscencia foraminal, pues se produce a partir de unos poros. Las cápsulas del llantén se abren a lo largo de una línea circular horizontal que delimita una especie de tapadera superior; esta clase de dehiscencia se llama circuncisa. La silicua, característica de la familia de las Crucíferas, es un fruto seco de dos cámaras que se abre a lo largo de otras tantas suturas y deja las semillas expuestas, unidas a una delgada división membranosa. Casi todas las silicuas son al menos tan largas como anchas; las más anchas que largas, como la del albarraz, suelen llamarse silículas.

Casi todos los frutos indehiscentes se desarrollan a partir de ovarios con una sola semilla; es decir, son frutos monospermos. El pericarpio está en estos frutos tan unido a la semilla que el fruto completo adquiere el aspecto de semilla. La cariopsis o grano verdadero, característica de la familia de las Gramíneas, es poco más que una semilla envuelta en un delgado pericarpio membranoso inseparable de aquélla. El aquenio, que es el tipo de fruto que forma el grano del alforfón (véase Poligonáceas), se considera a veces una semilla desnuda, pues el delgado pericarpio es separable. La sámara, fruto característico de olmos, arces (véase Aceráceas) y fresnos, tiene una excrescencia en forma de ala que brota de la pared del ovario y favorece la dispersión por el viento. El fruto típico de la familia de las Apiáceas o Umbelíferas es el esquizocarpo; es policárpico, a diferencia de otros frutos secos indehiscentes, pero cuando madura se parte en porciones monocarpelares (es decir, con una sola semilla cada una). La nuez es el fruto representativo de robles, castaños y avellanos; se trata de un fruto monocárpico con un pericarpio muy duro.

Todos los frutos carnosos son indehiscentes, y las partes pulposas quedan unidas a las semillas durante la dispersión. La baya verdadera, tipificada por el tomate (jitomate), el arándano y la grosella, forma semillas que se dispersan junto con el mesocarpio carnoso y el endocarpio. El exocarpio es una piel delgada. Muchos frutos, como la fresa y la frambuesa, se describen incorrectamente como bayas. Hesperidio y pepónide son dos tipos especiales de bayas que incluyen numerosos frutos de importancia comercial. Todos los cítricos, incluidas naranjas, limones y pomelos (toronjas), son hesperidios; se caracterizan por la presencia de una cáscara coriácea, resultado de la maduración de exocarpio y mesocarpio, que

envuelve los segmentos jugosos del endocarpio. El pepónide es el fruto característico de la familia de las Cucurbitáceas, que comprende pepinos, calabazas, melones y sandías. La cáscara externa se forma a partir del receptáculo que envuelve el mesocarpio. En el último de los frutos carnosos, llamado pomo o poma, el pericarpio comprende el corazón y la parte interna carnosa; son ejemplos de pomo la manzana, la pera y el membrillo; el resto de la porción carnosa del fruto es un tejido derivado de la fusión de las otras piezas florales y el ovario. La drupa es el fruto con hueso propio de plantas como el ciruelo, el cerezo, el olivo, el melocotonero o duraznero o el almendro (la almendra comestible, que a veces se describe de forma incorrecta como fruto en nuez, es el hueso seco de una drupa). La semilla, única, está encerrada por un endocarpio leñoso duro; la porción carnosa es el mesocarpio. Las drupas pequeñas que forman parte de ciertos frutos compuestos suelen llamarse drupéolas.

Los frutillos individuales que componen la mayor parte de los frutos múltiples encajan bien en la misma clasificación de los frutos simples. Así, zarzamoras, frambuesos y zarzas terreñas llevan frutos formados por un agregado de drupéolas. El fruto de la fresa es un aquenio, pero lo que se consume no es este fruto seco, sino el receptáculo carnoso. En cambio, los frutillos individuales de la piña tropical o americana no encajan en ninguno de los tipos de frutos sencillos, porque la infrutescencia es una masa de ovarios soldados que brotan de un eje central.

4 VALOR NUTRITIVO

Los frutos se consumen crudos, cocidos, enlatados o conservados mediante distintas preparaciones. Los hidratos de carbono, que incluyen almidones y azúcares, constituyen el principio nutritivo dominante. Cítricos, tomates y fresas son fuentes primordiales de vitamina C, y casi todos los frutos contienen cantidades considerables de vitaminas A y B. El contenido vitamínico merma de forma drástica durante el almacenamiento y el transporte de los frutos frescos, pero se conserva bien en los congelados. La propiedad que tienen muchos de formar mermeladas se debe a la pectina, un importante hidrato de carbono. En general, los frutos contienen pocas proteínas y grasas; son excepciones el aguacate, la nuez y la aceituna (véase Oleáceas), que encierran grandes cantidades de grasa, y los granos y legumbres, ricos en proteínas. Aunque la porción comestible de los frutos tiene una cantidad de cenizas (residuo inorgánico) pequeña, aportan una parte sustancial de los minerales esenciales de la dieta humana. Los frutos secos o evaporados contienen una proporción mucho más alta de elementos nutritivos que los frescos, pues la evaporación los concentra. Véase Nutrición humana.

Veáse también Granja agrícola: *Cultivo de frutales*; Horticultura; Huerto de frutales; Reproducción vegetal; Poda.

1 INTRODUCCIÓN

Flor, órgano reproductor de ciertas plantas (véase Angiospermas) que produce los frutos, que a su vez encierran las semillas (véase Vegetal). No todas las plantas que forman semillas tienen flores; las coníferas, por ejemplo, forman las semillas en las escamas de unas estructuras llamadas conos o piñas.

2 PARTES DE LA FLOR

La flor es siempre una rama terminal que consiste en un tallo modificado: el eje floral o receptáculo. El eje floral lleva entre uno y cuatro tipos de apéndices especializados u hojas modificadas, por lo general dispuestos en verticilos en las flores más evolucionadas y en espiral en las más primitivas. En una flor típica, el verticilo externo o cáliz está formado por varios sépalos que protegen el capullo floral antes de que se abra. El siguiente verticilo del receptáculo floral es la corola, compuesta de varios pétalos; en muchos casos, lleva glándulas productoras de néctar para atraer a los polinizadores (véase Néctar; Polinización). El siguiente verticilo, el androceo, agrupa varios estambres, que producen en las anteras el polen necesario para la reproducción; puede haber dos verticilos de estambres. El verticilo más interior es el gineceo, formado por varios carpelos, en muchos casos soldados en un pistilo. Cada carpelo contiene al menos una placenta en la cual se insertan los óvulos o semillas inmaduras. Cáliz y corola forman en conjunto el perianto.

Las plantas con flores se dividen en dos grandes clases: dicotiledóneas y monocotiledóneas. En las primeras, las piezas florales suelen presentarse en múltiplos de cuatro o cinco; en las segundas, los números más comunes son los múltiplos de tres.

3 TIPOS DE FLORES

Casi todas las especies de angiospermas llevan flores que se apartan de la norma que acaba de describirse. Las flores con sépalos, pétalos, estambres y carpelos se llaman completas, e incompletas las que carecen de alguno de estos verticilos. Algunas flores pueden presentar 2 o más verticilos de sépalos o de pétalos. Cuando falta el perianto se dice que la flor es aclamídea o desnuda, como la de los sauces y chopos. Las flores son unisexuales cuando les falta el androceo o el gineceo; si sólo lleva pistilos, se dice que la flor es pistilada o femenina, y estaminada o masculina cuando sólo lleva estambres. Cuando las flores masculinas o femeninas se presentan agrupadas todas en un mismo pie de planta, se dice que la especie de que se trate es monoica, y dioica cuando cada pie de planta lleva flores de un solo sexo. Las flores típicas son bisexuales o hermafroditas (con androceo y gineceo situados en la misma flor).

En muchas flores, los sépalos y los pétalos son de tamaño uniforme y adoptan una disposición estrellada o con simetría radial. En cambio, las flores con simetría

bilateral tienen pétalos de formas y tamaños diferentes. Así, los cinco pétalos de la flor del guisante (chícharo), por ejemplo, comprenden: uno grande y vistoso llamado estandarte, dos pequeños, semejantes a alas dispuestos a los lados de la flor, y, entre ellos, una quilla, estructura de dos pétalos que encierra pistilos y estambres, soldados a lo largo de los bordes.

La posición relativa de las piezas florales es variable. En una flor hipógina, los sépalos forman el verticilo inferior, seguido, en orden ascendente, por pétalos, estambres y pistilos. En una flor perígina, el cáliz envuelve al gineceo, y las demás piezas florales se insertan en el borde de aquél. En algunos casos, el cáliz es el resultado de la fusión de las porciones basales de otras piezas de la flor, mientras que en otros consiste en la prolongación hacia arriba del receptáculo. En una flor epígina, la corola está soldada al gineceo y las demás piezas florales se encuentran en la parte superior del ovario; de este tipo es la flor del manzano. En algunos casos, el cáliz floral soldado al ovario es resultado de la fusión de las piezas de la flor; en otros, procede del desarrollo ascendente del receptáculo soldado al ovario.

4 EVOLUCIÓN DE LAS FLORES

Las flores constituidas por numerosas piezas dispuestas en espiral e insertas de forma independiente en el eje floral son las más antiguas en la historia evolutiva de las angiospermas. Las que presentan variaciones sobre este plan son más evolucionadas. Así, la organización en verticilos, la reducción y fusión de piezas, la pérdida de partes y la simetría bilateral revelan cambios, y las flores que presentan una o varias de estas características son más evolucionadas. Si presenta una sola, se considera que la flor ha evolucionado sólo en ese aspecto. Las Ranunculáceas y Magnoliáceas se cuentan entre las plantas más antiguas de la Tierra en términos de semejanza con antepasados fósiles; en cambio, las Escrofulariáceas, las Labiadas, las Compuestas y las Orquidáceas están entre las más avanzadas, es decir, las que han evolucionado más tarde.

Las flores compuestas constituyen un caso especial. La flor de las Compuestas (una margarita, por ejemplo) no es una flor, sino un conjunto de muchas flores llamado capítulo o cabezuela. Los pétalos de la margarita no son pétalos individuales, sino el resultado de la fusión de cinco pétalos, y forman parte de una pequeña flor completa, con simetría bilateral, dispuesta en el borde del capítulo y cuya corola se llama lígula. El centro de la margarita está formado por flores completas y perfectas con simetría radial, llamadas flósculos, cada una de las cuales tiene cinco pétalos soldados que forman un tubo. *Veáse también* Inflorescencia.

5 EL COLOR DE LAS FLORES

Las flores deben su color a dos tipos de pigmentos: pigmentos liposolubles contenidos en los cromoplastos y pigmentos hidrosolubles contenidos en las vacuolas de las células epidérmicas de los pétalos. Casi todos los tonos azules y

púrpuras se deben a pigmentos vacuolares llamados antocianinas. Éstos cambian de color en función del grado de acidez o alcalinidad y del tipo exacto de antocianina: si la solución vacuolar es básica, el color es azul; si es neutra, vira al púrpura o al violeta; y si es ácida, se convierte en rojo. Los rojos pueden deberse también a la presencia de pigmentos cromoplásticos. Los amarillos los dan casi siempre las flavonas, como en la primula. El color blanco de los pétalos se debe a la presencia de diminutas bolsas de aire entre las células que los forman.

6 FRAGANCIAS FLORALES

La fragancia de las flores tiene su origen en la formación de pequeñas cantidades de aceites volátiles por alteración de los aceites esenciales contenidos en los pétalos. Los perfumes naturales se elaboran con flores como el jacinto, el heliotropo, la mimosa, el jazmín, la flor de azahar, la rosa y la violeta. Las fragancias atraen a los polinizadores. Algunas flores exhalan olores pútridos, también para atraer a polinizadores, en este caso moscas de la carne u otros insectos próximos a ellas; estas flores huelen como la carne en putrefacción y no están agrupadas dentro de una familia o un orden especiales dentro de las plantas con flor.

Fuentes

1. Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
2. Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
3. Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
4. Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
5. Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
6. Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
7. Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002 Microsoft

Corporation. Reservados todos los derechos.

8. Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

9. Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

10. Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

11. Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

12. Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

13. Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

14. Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

15. Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

16. Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

17. Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

18. Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

19. Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

20. Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

21. Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

Bibliografía

Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.