



## PLUVIISILVA

**Clima cálido (25-27°C) con precipitaciones de 2000 a 4000 mm** uniformemente distribuidos a lo largo del año, pudiéndose llegar a los 12000 en algunos puntos. Teóricamente se deben presentar dos máximos de lluvia, sin épocas secas pronunciadas, pudiendo darse algún mes "seco", con menos de 100 mm (Ej. en el Oeste de Africa).

La vegetación crece exuberante, con pocas limitaciones, formando un bosque denso de 40-50 m de altura, con gran cantidad de especies arbóreas (50-100 especies distintas por hectárea, con alguna excepción como Trinidad con un estrato arbóreo formado por una única especie: *Mora excelsa*). En general siempre dominan los árboles. (en la Amazonia se han descrito hasta 2500 especies arbóreas).

Se pueden encontrar varios **estratos**: **arbóreo superior, medio e inferior, arbustivo y herbáceo**, aunque normalmente es muy difícil observar estratos, por haber una masa verde de 10-40 m. Horizontalmente hay una variación continua. En la Amazonía la zona cercana a los ríos tiene mayor riqueza en palmáceas y su altura es menor (30 m). Los estratos que encontramos son:

- **Arbóreo superior**: árboles de 40-60 m que se ramifican muy arriba y cuyas copas no contactan. Son árboles de diámetros superiores a 2 m.
- **Arbóreo medio**: con árboles entre 20 y 30 m, de copas que se interpenetran, forma una masa continua.
- **Arbóreo inferior**: árboles de 15 a 20 m de sombra, mezclados con individuos jóvenes de los estratos superior y medio. Ramificados desde poca altura.
- **Arbustivo**: bastante claro y con hierbas gigantes de la familia Musaceae.
- **Herbáceo**: con cepellones de gramíneas y helechos. No existe ningún estrato muscinal por el bajo aporte de hojarasca (Los musgos se instalan en troncos caídos, en hojas de los árboles, etc.).

Se estima que casi la mitad del oxígeno producido en la Tierra proviene de estos espacios vegetales y, sin embargo, han sido objeto de claros y talas indiscriminadas desde hace más de un siglo, lo que está reduciendo rápidamente su área por todo el

mundo. En la década de los 90, se estima que hubo una reducción anual de 58.000 km<sup>2</sup>. El 14% de la superficie de la Tierra estaba cubierto de selvas, en la actualidad, este porcentaje se ha reducido tan sólo al 6% y al ritmo actual de deforestación, éstas habrán desaparecido dentro de unos 40 años. Existen serias discrepancias científicas respecto a estas estimaciones, en especial, considerando el rápido crecimiento de la vegetación tropical en zonas que han sido clareadas. Sin embargo, los biólogos consideran que gran cantidad de especies están siendo abocadas a la extinción -posiblemente más de 50.000 al año- debido a la eliminación de su hábitat

## ***Suelos lateríticos***

Son **suelos ácidos (pH : 4,5-5,5), con escasez de humus, pobres y poco fértiles, de procedencia aluvial o volcánica**. Son generalmente de origen terciario, por lo que ha habido tiempo de producirse mucha lixiviación (lavado) produciéndose arcillas pardo rojizas, proceso denominado **laterización**, por lo que se les denomina suelos lateríticos, que en muchos casos forman costras. Parece que no hay una lixiviación acusada porque las plantas realizan una rápida absorción.

Las raíces presentan **micorrizas** hasta una profundidad de 15-20 cm, de manera que están en contacto directo con capas de materia orgánica a través de las hifas del hongo, lo que permite que no haya una total mineralización de los nutrientes para la absorción, sino una nutrición parcialmente saprofítica que evita así la lixiviación. Si hay tala y quema, entonces sí hay lixiviación y fuga de nutrientes.

El **humus es escaso porque hay un reciclaje rapidísimo**. La hojarasca es degradada rápidamente por los descomponedores. La necromasa es rápidamente mineralizada e inmediatamente absorbida por las raíces, luego la reserva de nutrientes no está en el suelo sino en la fitomasa aérea.

## ***Adaptaciones vegetales***

**El principal factor realmente limitante para las plantas del bosque tropical es la competencia por la luz** con otros individuos. Por tanto son los árboles los componentes estructurales de estos bosques y los que les confieren complejidad.

Dentro de la selva se dan varios microclimas. El estrato arbóreo superior recibe la irradiación directa elevando la temperatura incluso hasta los 40°C. Las hojas pueden estar

hasta 40-50°C, lo que lleva a condiciones de xericidad. **Adaptaciones de las hojas:**

- En general las hojas son **siempreverdes** de tamaño medio y relativamente coriáceas o al menos pinnadas, pues los episodios de sequía, aunque breves, no son infrecuentes, sobre todo debido al rápido drenaje del suelo. Las hojas del estrato superior son más pequeñas y coriáceas. Según vamos



Hojas de *Ficus* sp.

- descendiendo, las hojas son más finas y más grandes en la medida en que va descendiendo la intensidad de luz. La luz que llega abajo es muy difusa (0,5-2 % de la luz ambiental). Se presentan hojas de sombra y sol incluso en los mismos individuos, con diferencias de iluminación de hasta 1/25. La humedad relativa del aire se mantiene alta, habiendo cierta constancia. Las hojas malacófilas sólo se presentan en el estrato más inferior.
- **Las hojas tienen "goteador"**, o ápice alargado que ayuda a eliminar la lámina acuosa que dificulta la transpiración y la fotosíntesis foliar.
  - La caída de la hoja, al no haber referencias estacionales, está ligada a una periodicidad autónoma de cada individuo, pudiendo haber un árbol con hojas y otro de la misma especie sin hojas, lo mismo ocurre con la floración: puede haber ramas sin hojas, otras con flores, otras con fruto y otras con yemas. Se ha experimentado con robles, hayas, chopos, en zonas tropicales, viendo que con el tiempo pierden la periodicidad anual del cambio de hoja. La Teca (*Tectona grandis*), en la zona occidental de Java, más húmeda, no tira la hoja y en la oriental tira la hoja en el período seco.
  - **No es necesaria la protección de las yemas** y al no haber tejidos protectores las hojas en muchos casos nacen blancas o rojas y cuelgan flácidas, volviéndose verdes y rígidas con el tiempo, a lo que no se ha encontrado un sentido adaptativo. Podría ser una forma de defensa frente a los insectos, que así serían mejor vistos por las aves, o bien una adaptación a la superpoblación foliar.

**La competencia por la luz es aquí el principal factor limitante y por ello la principal inversión que hace el árbol es en estructuras de soporte para llegar lo más arriba posible.** Hay otras **adaptaciones en troncos**:

- Troncos muy rectos y ramificados muy arriba, sin anillos de crecimiento por falta de estacionalidad, corteza lisa, tallos a veces verdes, sin retidoma.
- Presencia de **contrafuertes en la base** (raíces tabulares que contrarrestan la desigual distribución de las copas o la diferente carga de epífitos) **y raíces-zanco** que actúan como arbotantes góticos.
- Es frecuente la **caulifloría** (formación de ramas florales en partes viejas como el tronco), fenómeno unido a frutos voluminosos y pesados. Se debe al desarrollo de yemas durmientes que quedan en la corteza y se activan años después. Este fenómeno puede ir ligado a la quiropterogamia (el cacao y la papaya son fecundados por murciélagos nectaríferos).
- Las lianas utilizan ganchos, **pinchos o se enroscan en los tallos para trepar** o bien reptan sobre los troncos. Así aparecen helechos trepadores, palmeras trepadoras, etc.

#### **Adaptaciones en raíces:**

- Aparecen **raíces superficiales y sistemas radiculares extensivos** concentrados en los primeros centímetros del suelo para hacer frente a la carencia de oxígeno en suelos frecuentemente encharcados.
- La presencia de **micorrizas** asegura un incremento importante en la captación de agua y nutrientes.

Aparecen también numerosas estrategias adaptativas y **adaptaciones en flores, frutos y semillas**:

- **Florecimiento simultáneo** de todos los miembros de una especie, **para saturar la oferta ante la presión de los posibles depredadores.**
- **Establecimiento de secuencias de floración** de diversas especies **para aprovechar al máximo la colaboración de los polinizadores.**

## **Árboles estranguladores**

Se denomina con este nombre a un grupo de árboles del mismo género pero de especies distintas, que se **desarrollan en las selvas ecuatoriales y cuyo crecimiento se hace a costa de un árbol huésped en el que se desarrollan en las primeras fases de su vida**. En las selvas americanas se llama **higuerón** (*Ficus marckii*), la especie asiática es el **matapalo** (*Ficus microcarpa* o *Ficus benjamina*). En Costa de Marfil aparece *Ficus elegans*.

### **Durante su crecimiento pasa por cuatro fases:**

- **Epífita:** El fruto del *Ficus* es un higo (fruto complejo: sicono, formado por múltiples flores interiores, cada una de las cuales da lugar a un minúsculo fruto con su semilla encerrados en una cámara). Los higos pueden ser comidos por monos o aves frugívoras que dispersan las semillas con sus heces, cuando están sobre las ramas. A veces son comidas por murciélagos que comen sus frutos pese a su olor nauseabundo. Nada más cogerlos se los llevan a lo alto de los árboles, donde se cuelgan a comérselos y enseguida expulsan los excrementos para evitar el peso extra. Estos salen en paquetes pegajosos con las semillas. Las semillas que quedan cerca del dosel y reciben más luz pueden germinar y se agarran con haustorios a las ramas, recogiendo restos orgánicos de hojas, ramas, cortezas, polvo, que junto con el agua proveen de nutrientes a las raíces aéreas.
- **Hemiepífita:** el principal problema de las epífitas es la interceptación de agua de lluvia, por lo que necesita conectar con el suelo donde se encuentra el agua, además de los nutrientes que necesita. Por ello deja crecer sus tallos verticalmente hacia abajo a un ritmo de 5 metros por año hasta conectar con el suelo, donde encontrará más nutrientes y agua. Cuando lo alcanzan se produce un desarrollo extraordinario. Las raíces se extienden mucho por el suelo para captar el máximo de recursos.
- **Fusión de raíces y estrangulamiento:** las raíces se hacen cada vez más espesas alrededor del árbol huésped, llegando a pegarse y anastomosarse, fundiéndose sus haces vasculares. Llega un momento en que el árbol huésped no tiene espacio para crecer y su tronco no tiene acceso al aire, con lo que se produce un ahogamiento del huésped. El tronco del viejo árbol se va pudriendo al encontrarse en la parte interior, atacado por hongos. Al mismo tiempo el

matapalo va asumiendo las tareas de sostén, valiéndose de las múltiples raíces que hacen contacto con el suelo.

- **Árbol hueco**: en esta fase suele albergar una variada fauna interior.

## **Epifitas**

**Epifitas son todas aquellas plantas que crecen apoyándose sobre otras para conseguir una competencia eficaz por la luz**, aunque no tienen por qué ser necesariamente parásitas. Lo que hacen es aprovechar los nutrientes que se depositan sobre troncos y ramas. Las epifitas son la norma entre los musgos y líquenes, pero entre las plantas vasculares son minoría, aunque representan hasta el 10% de estas. En algunos grupos como las bromelias, tillandsias y orquídeas y entre los helechos, más de la mitad de las especies lo son. **Pueden ser de varios tipos: bejucos, apoyantes, hemiepífitos, y plantas más pequeñas como bromelias, tillandsias, orquídeas y helechos.**

Su principal problema adaptativo deriva de su alejamiento del suelo y es la falta de agua, **por ello crecen sobre todo en lugares donde la humedad ambiental sea alta, como en las selvas tropicales y las selvas de montaña y sus adaptaciones son convergentes con las de las plantas de hábitats desérticos y subdesérticos.** La



Mariposa polinizando una orquídea

fuerza de agua es por tanto la humedad ambiental, el rocío y directamente la lluvia o el agua que se escurre por el tronco de los árboles.

Muchas epifitas tienen una cutícula **de cera revistiendo la epidermis** que les ayuda a retener agua. **El área de superficie foliar es a menudo pequeña**, quedando en algunos casos reducida a pequeñas escamas. Las **raíces aéreas verdes** de esas plantas llevan a cabo la fotosíntesis. La mayor pérdida de agua se produce habitualmente a través de los estomas de las hojas, por lo que muchas de ellas **tienen metabolismo CAM**. Este tipo de metabolismo, típico de cactus y plantas crasas, se basa en la apertura de los estomas durante la noche, para coger el dióxido de carbono, de forma que de día

permanezcan cerrados y no haya apenas evaporación. Durante la noche estas plantas producen ácido málico en sus vacuolas y de día lo liberan para soltar el dióxido de carbono “encerrado” en él, de forma que se pueda producir la fotosíntesis. También aparecen **tallos que almacenan** agua en cactáceas epifíticas.

Los **bejucos** son plantas trepadoras que a veces se dejan caer, o cuelgan como las **lianas**. El 90 % de los bejucos son exclusivamente intertropicales y el 8 % de las especies de centroamérica son bejucos.

Algunas epífitas responden a estímulos de contacto, creando raíces fijadoras. Otras tienen ya formados los órganos de fijación como ganchos o espinas, en estos casos se las llama **apoyantes** y no bejucos (ej. Calamus, palmácea con tallos de hasta 250 m). Otras apoyantes serían las del género de las zarzas, con tallos de 30-40 m y 8 cm de diámetro.

Hay formas intermedias curiosas entre epífitos y bejucos que son los **hemiepífitos**. Estos inician su vida como un bejuco normal, ascienden por el árbol de soporte hasta que en un momento muere la parte vieja y el resto permanece produciendo raíces aéreas que llegan al suelo y enraízan (lianas como el Ficus bengalensis)

### **Bromelias y Tillandsias**

Bromelias y Tillandsias son epífitas pequeñas, es decir plantas que viven sobre los árboles de la selva, en lugares donde pueden acceder a la luz del sol.

En el caso de las **bromelias** (o achupallas, como se les conoce en los Andes), las hojas se disponen de forma que sus acanaladuras centrales llevan agua hasta el centro de la planta, como si fuera un embudo, formándose así un pequeño estanque central. En algunas bromelias se han llegado a registrar hasta veinte litros de agua



**Bromeliácea**

almacenados en este depósito. Aparte del agua, quedan atrapados en este depósito abundantes restos orgánicos, de hojas, cortezas y polvo lavado de las hojas. Estos tanques de reserva proveen el hábitat para un montón de insectos, crustáceos y anfibios. Las bromelias aprovechan también los nutrientes derivados de los productos de excreción y descomposición de estos organismos. El agua y los minerales entran en la planta a través de un conjunto de pelos absorbentes ubicados en las hojas y que funcionan además como "válvulas de una sola dirección"

El recurso a la creación de un suelo propio está bastante extendido entre las epífitas, con formas de embudo como en *Asplenium nidus*, o con hojas especiales que recogen los restos de vegetales como en *Platyserium alcinorne*. Esta función a veces se ve reforzada por zoofilia, pues en ese suelo pueden vivir hormigas que aportan cadáveres (es una garantía de aporte de nutrientes). Hay estructuras especiales que favorecen estas relaciones con los animales como *Myrmecodia* que tiene la base del tallo hinchada y en ese ensanchamiento hay huecos habitados por hormigas, por lo que se va a formar un suelo y crearán raíces. El suelo aéreo puede representar varias toneladas por hectárea en una selva rica en epífitos.

A diferencia de las bromelias, las **tillandsias** o claveles del aire, son abundantes tanto en climas secos como en las selvas tropicales. Esto se debe a que las tillandsias en general tienen menor superficie foliar que les permite evaporar menos agua. También poseen una densa cobertura de pelos absorbentes en sus hojas para captar la humedad del ambiente. Una forma de extrema adaptación es la representada por la barba de español (*Tillandsia usneoides*); esta planta conserva las raíces sólo mientras es joven, siendo reemplazadas de forma progresiva por unas escamas foliares especializadas en la

## ***Adaptaciones animales***

La característica principal del ecosistema es la intensa competencia por la luz, que estratifica el hábitat en función del gradiente de luz disponible. La floración se produce generalmente en las copas de los árboles adultos, y es por tanto necesario dominar el desplazamiento entre los diversos niveles para acceder a las flores y los frutos disponibles en cada momento. Así las adaptaciones en la locomoción son múltiples: apareciendo animales saltadores, planeadores, braquiadores (rotan totalmente

el hombro para permitirse el desplazamiento de rama en rama), deslizadores, etc. Para conseguirlo se producen especializaciones en uñas afiladas para trepar, dedos opuestos, colas prensiles, extremidades posteriores o anteriores más largas, membranas entre las extremidades y el cuerpo, etc.

A diferencia de otros ecosistemas no hay un período desfavorable, por lo que los animales son activos durante todo el año y no necesitan migrar. Esto permite una diversidad muy alta y a una gran variedad de interacciones entre especies. Debido a la alta diversidad de depredadores, las adaptaciones defensivas se desarrollan al máximo aquí. Entre ellas destaca el camuflaje en la mayoría de los animales pequeños, apareciendo mimetismo en el color e incluso en la forma: se trata de imitar ramitas, hojas o bien a especies peligrosas. En otras ocasiones la defensa consiste en la posesión de sustancias químicas muy venenosas y en anunciarlas convenientemente con llamativos colores, de los que se alejarán los posibles depredadores.



Morfo sobre las hojas del higuerón

Aparecen también interacciones mutualistas entre los árboles y muchas otras especies que se alimentan de néctar y polinizan las flores (colibríes, insectos, murciélagos) o que se alimentan con los frutos y dispersan sus semillas (monos, aves, murciélagos y mamíferos del suelo de la selva). Las flores rojas suelen atraer aves y las pálidas y fétidas atraen a los murciélagos.

Los monos alcanzan los frutos de las ramas gruesas, que soportan su peso, las aves comen en ramas más delgadas. Los loros comen sujetándose con una pata y sosteniendo el fruto con la otra, mientras que cálaos y tucanes lanzan el fruto al aire para cogerlo después. Por la noche es el turno de los murciélagos frugívoros.

**El perezoso** tiene adaptaciones en sus pelos que le permiten mimetizarse con el medio. En cada pelo se instalan algas en simbiosis, lo que le da un color verdoso. Vive cabeza abajo, agarrándose con sus garras a los árboles y sus pelos están también situados al revés con el fin de escurrir el agua de lluvia de forma eficaz. Su alimentación poco energética sólo le permite un ritmo de vida lento.

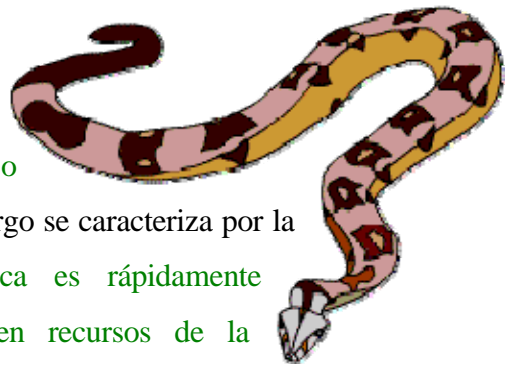
Al suelo de la selva no llega apenas luz por lo que no hay casi herbáceas. Por tanto el suelo no puede alimentar grandes herbívoros y mucho menos manadas. Es por esto que aparecen muy pocos animales de este tipo en la selva. Algunos de ellos son el **okapi africano**, el **tapir sudamericano**, que se alimentan de brotes y hojas del sotobosque, tubérculos y frutos caídos, etc. También el ciervo ratón asiático, el antílope enano africano y el agutí sudamericano, que se alimentan de frutos secos y carnosos, hongos, hojas y yemas. Aquí vive el mayor roedor del mundo: el **capibara**, que se alimenta de plantas acuáticas en aguas remansadas.

También hay varias aves capaces de contentarse con lo que hay en el suelo, como el **gallo bankiva**, antepasado del gallo común y que canta como él al amanecer; hay unas dos aves de suelo que se han hecho tan gordas y pesadas que ya no pueden volar, como el **argo gigante**.

## ***Funcionamiento***

Son bosques con una **gran fitomasa**: hasta 700 toneladas por Ha. **Su productividad es sin embargo pequeña**: hay una producción media de 15-20 toneladas por Ha y año.

Otra de las características principales es que la mayoría de los nutrientes utilizables se encuentran ya atrapados en forma de plantas o animales, es decir en la biomasa. El suelo, sin embargo se caracteriza por la escasez de materia orgánica, pues la hojarasca es rápidamente mineralizada, muchas veces otras plantas extraen recursos de la hojarasca al mismo tiempo que se va descomponiendo. Esto no significa que haya pocos descomponedores sino todo lo contrario, **se ha calculado hasta en un 60 % la biomasa de los descomponedores** con respecto a la biomasa animal total. Junto con hongos y bacterias, hay una gran cantidad de artrópodos que cortan las hojas en trozos pequeños, como termitas y hormigas ayudando directa o indirectamente a la descomposición, a veces con sus propios “jardines” o cultivos de hongos a los que llevan constantemente detritos foliares.



Al talar, quemar y cultivar se van originando selvas secundarias, con menor biodiversidad, con más cantidad de bejucos y mayor densidad en el subvuelo. Si se vuelve

a talar y quemar se originan formaciones diversas con dominio de Bambusa y pocas especies. Las selvas son poco fértiles, excepto cuando poseen suelos jóvenes de origen volcánico, como las de Java y Centroamérica. Cuando se repite varias veces este proceso, el suelo sólo permite el crecimiento de helechos.

Los nutrientes minerales se encuentran en la fitomasa, habiendo sido extraídos antes del suelo. Probablemente el gran acopio de nutrientes debió realizarse cuando la formación estaba en contacto con la roca madre. Si en zonas degradadas aflora la roca madre, se da una formación primaria, si la roca madre es pobre (ej. arenas aluviales) se forma una selva secundaria pobre.

Cuando cae algún gran árbol ya viejo, arrastra consigo gran cantidad de lianas y otros árboles, formándose claros que se denominan "gaps". Si el hueco es grande germinan especies del género Cecropia, pioneras de selvas amazónicas. Producen muchas semillas pequeñas, transportadas por murciélagos y pájaros, que germinan y crecen con gran rapidez (2-3 m por año), igual que los bejucos. Cecropia presenta una simbiosis con hormigas del género Azteca, a las que proporciona gotitas con azúcares en cápsulas de las bases foliares, a cambio las hormigas eliminan los brotes de bejucos y lianas y protegen al árbol de otros insectos como las hormigas cortadora de hojas. Pero hay también otros acontecimientos catastróficos que dan lugar a una regeneración: los deslizamientos de tierras, los ciclones tropicales, los volcanes o los incendios

La mayoría de las especies son polinizadas por insectos (moscas: miofilia en flores-trampa, mariposas o coleópteros), con especializaciones muy desarrolladas, como la mayoría de las



Guacamayo

que presentan las orquídeas (imitación de insectos, trampas, mecanismos móviles, etc). También son frecuentes las especies polinizadas por murciélagos (quiropterogamia) que suelen presentar las flores en zonas más accesibles como el tronco (caulifloría), o bien poseer flores al final de largos pedúnculos en la copa (flagelifloría). La ornitofilia aparece también sobre todo con colibrís.

En cuanto a la dispersión de las semillas, las aves frugívoras (tucanes, loros, buceros, etc) tienen un papel muy importante, pero también lo tienen murciélagos, roedores, jabalíes, primates, etc.

