BOTÁNICA

JUSTO SOTO REBOLLO



Asignatura: BOTÁNICA

INTRODUCCIÓN:

La Botánica es una Ciencia que se ocupa de todo lo referente a las plantas en cuanto a su estructura y funcionamiento.

PROGRAMA:

MÓDULO 1 (9 h.) Profesor: Alberto Altés (alberto.altes@uah.es)

- **Introducción.**
  - **Concepto de Botánica.**
  - **Organismos objeto de estudio.**
  - **Líneas de trabajo en Botánica.**
- **Taxonomía vegetal.**
  - **Definición. Caracteres taxonómicos.**
  - **Categorías taxonómicas. Concepto de especie.**
  - **Consideraciones básicas sobre nomenclatura.**
- **Nutrición en plantas.**
  - **Generalidades.**
  - **Aprovechamiento de la luz.**
  - **Particularidades de la nutrición en plantas:**
    - **Simbiosis.**
    - **Parasitismo.**
    - **Carnivorismo.**
- **Morfología y anatomía I.**
  - **Niveles de organización morfológica.**
  - **Histología vegetal básica.**
  - **Estructura y función de los principales órganos vegetativos:**
    - **Tallo.**
    - **Raíz.**
    - **Hoja.**

MÓDULO 2 (9 h.) Profesor: Michel Heykoop (michel.heykoop@uah.es)

- **Morfología y anatomía II.**
  - **Sexos en vegetales.**
  - **Tipos de reproducción.**
  - **Estructura y función de los principales órganos reproductores.**
    - **Flor. Diagramas florales.**
    - **Semilla.**
    - **Fruto.**
  - **Ecomorfología vegetal.**
    - **Biotipos.**
    - **Adaptaciones a medios acuáticos.**
    - **Adaptaciones a medios húmedos.**
    - **Adaptaciones a medios xéricos.**

MÓDULO 3 (9 h.) Profesor: Gabriel Moreno (gabriel.moreno@uah.es)

- **Diversidad vegetal (repaso de los principales tipos de organismos vegetales)**
  - **Algas.**
  - **Musgos.**
  - **Hepáticas.**
  - **Helechos.**
  - **Gimnospermas.**
  - **Angiospermas.**

Programa práctico (opcional): 5 horas

- **Práctica de campo (jornada para la observación de las plantas y estructuras estudiadas en la asignatura)**

BIBLIOGRAFÍA:

[1] D.L. Nelson y M.M. Cox, Eds. Principios de Bioquímica de Lehninger (7ª ed.), Ediciones Omega.
[2] L. Stryer, J.M. Berg y J.L. Tymoczko. Bioquímica (7ª ed.), Editorial Reverté S.A, 2013.
[3] T.M. Devlin, Bioquímica. Libro de texto con aplicaciones clínicas (4ª ed.), Editorial Reverté S.A.
[4] D. Voet y J.G. Voet y C.W. Pratt, Fundamentos de Bioquímica (4ª ed.), Editorial Médica Panamericana.

Tema 1: CONCEPTO DE BOTÁNICA, ORGANISMO Y LINEAS DE TRABAJO

ÍNDICE TEMÁTICO

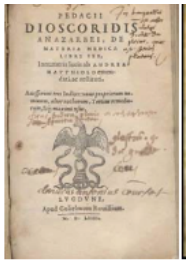
1. Definición y concepto de botánica
2. ¿Qué es una planta? Definición y características
3. Organismos estudiados en botánica
4. Ramas de la botánica
   - Botánica básica y aplicada
5. Diversidad y taxonomía
   - Diversidad de especies, historia y conceptos de clasificación
6. Categorías taxonómicas
   - Linneo, jerarquía, códigos, evolución de los modelos
7. Conceptos de especie
8. Nombres vulgares vs. científicos y nomenclatura botánica

🪴 1. DEFINICIÓN Y CONCEPTO DE BOTÁNICA

Etimología y origen

- La palabra **"botánica"** proviene del griego **botané**, que significa **"planta útil"**.
- Otra raíz griega relacionada es **phyton**, que también significa **"planta"**, lo que llevó a plantear si el término correcto no debería ser **fitología** (ciencia de las plantas).

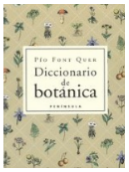
Antecedentes históricos



- **Dioscórides** (siglo I d.C.) escribió el tratado *De Materia Medica*, donde clasificaba y describía plantas con fines **medicinales y prácticos**. Esta obra tuvo una enorme influencia durante siglos.
- Ya en esa época se relacionaba la botánica con el uso humano de las plantas.

Definiciones modernas

- **DRAE (2014)** define la botánica como:
  "Ciencia que trata de los vegetales"
- **Font Quer** (botánico y farmacéutico) aporta una definición más amplia y precisa:
  "Ciencia que se ocupa de todo lo referente (estructura y funcionamiento) a las plantas"

Observaciones

- A lo largo del tiempo, la botánica ha evolucionado de ser una recopilación de plantas útiles para el ser humano (visión práctica) a una **ciencia completa** que estudia la **estructura, función, evolución, clasificación, ecología y aplicaciones** de las plantas y organismos afines.

- **Concepto de planta**

El D.R.A.E. en la edición de 2014 dice: Vegetal (= Planta): "ser vivo autótrofo y fotosintético, cuyas células poseen pared compuesta principalmente de celulosa y carecen de capacidad locomotora"

Font Quer Sin embargo, este botánico, farmacéutico y químico español, dijo que "el término planta (= vegetal) no tiene significación científica precisa".

Entonces, ¿podemos decir que la ciencia no tiene claro el concepto de planta?

ENTRAMOS EN MATERIA:

🌱 2. PLANTAS: CARACTERÍSTICAS GENERALES DETALLADAS

🔹 Organismos pluricelulares terrestres

- Son **eucariotas** formados por muchas células.
- Están **adaptados al medio terrestre**, aunque algunas se han reconvertido a hábitats acuáticos (e.g. *Lemna*).

🔹 Autótrofos con clorofila

- Producen su propio alimento mediante **fotosíntesis**.
- La **clorofila**, junto a otros pigmentos, se encuentra dentro de orgánulos especiales: los **cloroplastos**.

🔹 Células vegetales

- Poseen **pared celular de celulosa**, lo que les da rigidez estructural.
- Tienen una **gran vacuola central**, que regula el equilibrio hídrico y el almacenamiento.

🔹 Reproducción principalmente sexual

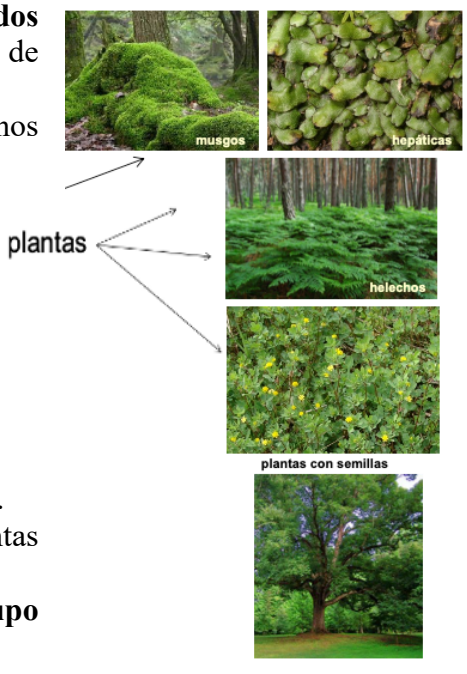
- Alternan fases haploides (gametofito) y diploides (esporofito), lo que se conoce como **alternancia de generaciones**.
- Aunque también pueden reproducirse asexualmente (por esquejes, rizomas, etc.), la sexualidad está muy presente.

🔹 Fijación al sustrato: sin desplazamiento voluntario

- No tienen movilidad como los animales.
- Están **arraigadas al suelo** mediante estructuras como rizomas, raíces o rizoides (según el grupo).

🔹 Crecimiento ilimitado y estructura abierta

- Pueden crecer indefinidamente gracias a **tejidos meristemáticos** que están activos durante toda la vida de la planta.
- Su estructura es abierta: pueden formar nuevos órganos continuamente (ramas, hojas, flores…).



🌿 Clasificación general de las plantas

Incluye cuatro grandes grupos principales:

1. **Musgos y hepáticas** (briofitas): sin vasos conductores verdaderos.
2. **Helechos** (pteridofitas): con vasos, pero sin semillas.
3. **Plantas con semillas**:
   - **Gimnospermas**: semillas desnudas (e.g. pinos).
   - **Angiospermas**: semillas dentro de frutos (plantas con flor).

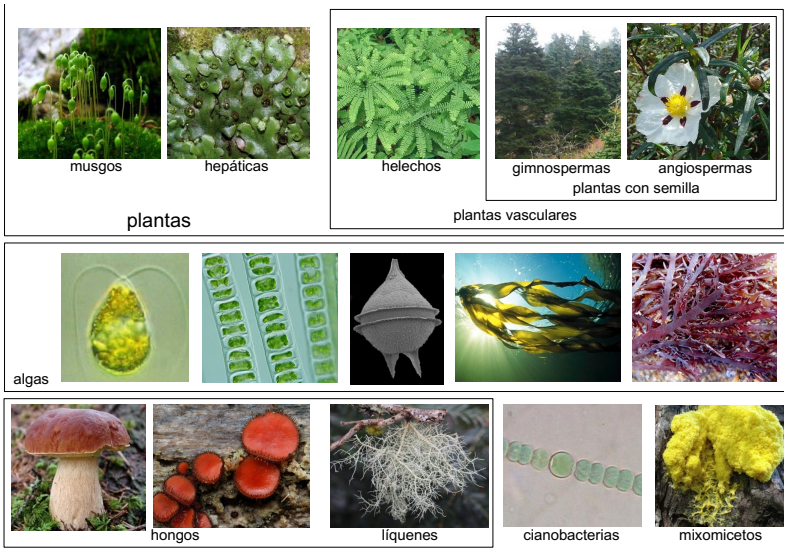
Este conjunto de rasgos define a las **plantas como un grupo natural (clado)** en el árbol de la vida.

3. GRUPOS DE ORGANISMOS ESTUDIADOS EN BOTÁNICA

Aunque en sentido estricto la botánica estudia a las **plantas verdaderas**, tradicionalmente ha abarcado otros organismos fotosintéticos o similares a las plantas. Esta es la clasificación general de esos organismos:

1. Plantas con semillas

- Las más evolucionadas.
- Incluye:
  - **Gimnospermas**: sin fruto (pinos, cipreses…).
  - **Angiospermas**: con flor y fruto (la mayoría de las plantas actuales).



2. Helechos, musgos y hepáticas

- Plantas sin semilla.
- Son **vasculares sin semilla** (helechos) o **no vasculares** (musgos y hepáticas).
- Requieren ambientes húmedos.

3. Algas

- **Gran grupo diverso** de organismos fotosintéticos acuáticos.
- No forman tejidos verdaderos ni estructuras complejas como raíces o tallos.
- Algunas, como las **algas rojas y verdes**, están más próximas a las plantas verdaderas.

4. Hongos y líquenes

- Aunque no son plantas, se han estudiado en botánica por tradición:
  - **Hongos**: organismos heterótrofos con pared de quitina.
  - **Líquenes**: simbiosis entre un hongo y un alga o cianobacteria.

5. Cianobacterias

- Son bacterias fotosintéticas (procariontes), no eucariotas.
- Fueron incluidas en la botánica por su **capacidad de fotosíntesis**, aunque hoy se consideran parte del dominio Bacteria.

6. Mixomicetos

- Organismos que producen esporas, a veces parecidos a hongos.
- Grupo raro y de clasificación ambigua, pero tradicionalmente tratado en botánica.

¿Por qué se estudian todos estos grupos en botánica?

Históricamente, el criterio para agrupar estos organismos ha sido **su parecido funcional o morfológico con las plantas**, especialmente por la **presencia de pigmentos fotosintéticos**, la **vida sésil**, y el **desarrollo de estructuras reproductivas similares**.

Hoy, con el enfoque evolutivo y molecular, muchos de estos grupos se asignan a reinos distintos, pero **la botánica mantiene una mirada integradora** para comprender su papel ecológico, evolutivo y su interrelación.

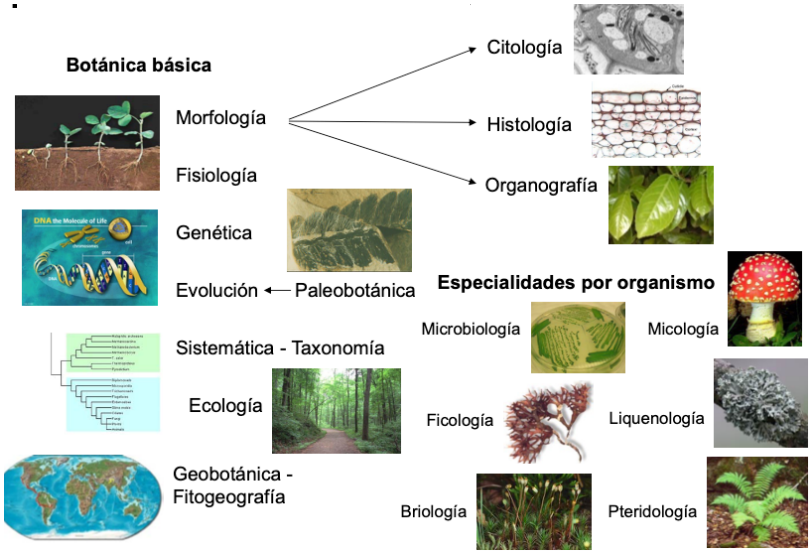
🌱 4. RAMAS DE LA BOTÁNICA

La botánica se divide en múltiples ramas, unas **básicas** y otras **aplicadas**, en función del tipo de fenómenos que estudia o de los organismos en los que se especializa. Estas ramas se centran en el **conocimiento fundamental** sobre las plantas y su entorno.

🔬 BOTÁNICA BÁSICA

👄 Subdisciplinas generales

- **Morfología**: Estudia la forma externa de las plantas (hojas, tallos, raíces…).
- **Citología**: Analiza la célula vegetal.
- **Histología**: Se centra en los tejidos vegetales (epidermis, parénquima, xilema, floema…).
- **Organografía**: Describe y clasifica los órganos de las plantas.
- **Fisiología vegetal**: Estudia las funciones vitales: fotosíntesis, respiración, transporte de savia…
- **Genética vegetal**: Investiga la herencia y variabilidad.



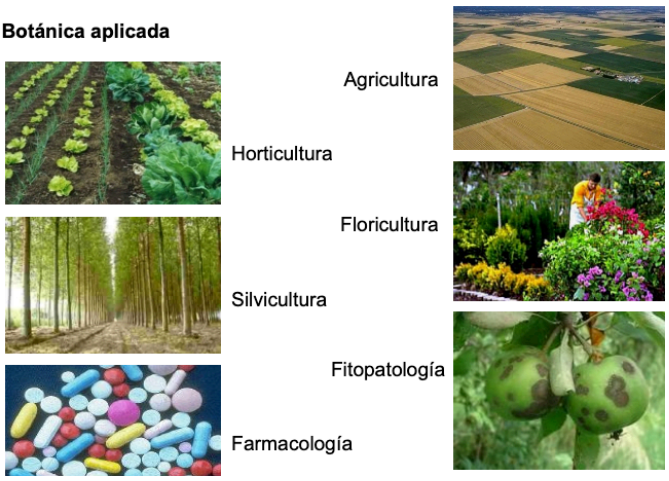
- **Evolución** y **paleobotánica**: Analizan la historia evolutiva y los fósiles vegetales.
- **Sistemática - Taxonomía**: Clasifica las plantas según relaciones de parentesco.
- **Ecología vegetal**: Estudia la relación entre las plantas y su entorno.
- **Geobotánica / Fitogeografía**: Investiga la distribución de las plantas sobre la Tierra.

🧬 Especialidades según tipo de organismo

- **Microbiología**: Organismos microscópicos, incluidos algunos fotosintéticos.
- **Ficología**: Algas.
- **Briología**: Musgos y hepáticas.
- **Pteridología**: Helechos.
- **Micología**: Hongos.
- **Liquenología**: Líquenes.

🧪 BOTÁNICA APLICADA

Esta vertiente se ocupa de las **utilidades prácticas** de las plantas para el ser humano:



- **Agricultura**: Mejora y manejo de cultivos.
- **Horticultura**: Cultivo de huertos, frutales, ornamentales…
- **Floricultura**: Producción de flores con fines estéticos o comerciales.
- **Silvicultura**: Manejo sostenible de los bosques.
- **Fitopatología**: Estudio de enfermedades de las plantas.
- **Farmacología vegetal**: Uso de plantas en medicina (fitoterapia, principios activos…).

→ Estas ramas reflejan la importancia de la botánica en campos como la alimentación, el medio ambiente, la salud o la industria.

CLASIFICACIÓN Y ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

🌍 5. DIVERSIDAD Y TAXONOMÍA

🔢 Diversidad de organismos vivos

Estimaciones del número de especies vivas conocidas:

TIPO DE ORGANISMO	ESPECIES DESCRITAS (APROX.)
Insectos	1.000.000
Plantas	300.000
Hongos	100.000
Algas	34.000
Líquenes	17.000
Cianobacterias	2.500
Protozoos	29.000
Vertebrados	65.000
- de ellos, peces	31.000
- mamíferos	5.500

Además:

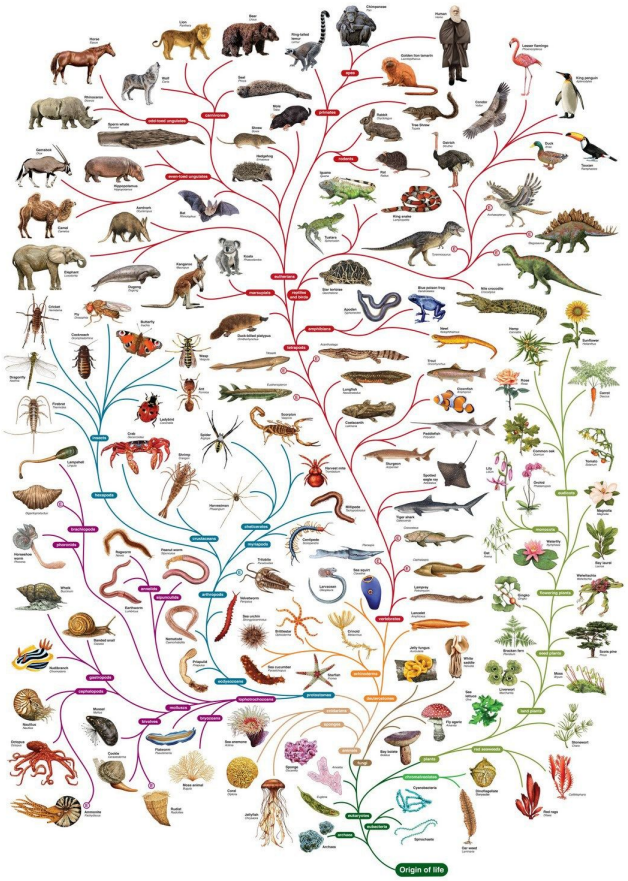
- Se estima que existen **entre 5 y 50 millones de especies**, aunque solo unas **2 millones han sido descritas** (~18% del total estimado).
- Estas cifras proceden del informe *Numbers of Living Species in Australia and the World (2009)*.

🧾 Conceptos clave de clasificación

🧠 **Taxonomía (griego taxis= orden, nomos = conocimiento)**

Taxón= grupo taxonómico.

- De modo que Taxonomía es la **ciencia que clasifica los organismos** en grupos jerárquicos llamados **taxones**.



🌳 Sistemática

- Rama de la biología que **estudia las relaciones de parentesco** entre los organismos, más allá de su aspecto externo.
- Utiliza herramientas como la genética, la morfología comparada y la biogeografía.

🧬 Filogenia

- Se refiere a la **historia evolutiva** de un grupo de organismos.
- Representada habitualmente como un **árbol filogenético**, donde cada rama es un **clado** (grupo monofilético o grupo de organismos que comparten un antepasado común).
- En este árbol vemos como los diferentes grupos biológicos se relacionan en función de su evolución.

🧭 6. CATEGORÍAS TAXONÓMICAS Y CLASIFICACIÓN JERÁRQUICA

🔷 6.1. De la taxonomía primitiva a la moderna

🏺 Taxonomía primitiva

- **Teofrasto (IV-III a.C.)**: clasificó unas 480 plantas en 4 grupos: árboles, arbustos, subarbustos y hierbas.
- **Dioscórides (I d.C.)**: describió 716 plantas por sus usos medicinales y culinarios.

Estas clasificaciones se basaban en **caracteres morfológicos rudimentarios**, sin base científica moderna.

🧬 Taxonomía actual

Utiliza caracteres más diversos:

- **Macro y microscópicos**
- **Ultraestructurales** (ej. orgánulos)
- **Moleculares** (ADN, proteínas)

Distingue entre:

- **Caracteres intrínsecos/extrínsecos**
- **Cuantitativos/cualitativos**

Un **buen carácter taxonómico** debe ser constante dentro del grupo, fácil de observar y poco variable por el ambiente.

🔷 6.2. Categorías jerárquicas clásicas

Sistema de Linnaeus (Linneo, 1753)

Carlos Linneo, científico, naturalista, botánico, médico y zoólogo sueco, introdujo el sistema binomial y una jerarquía que se mantiene en esencia en la actualidad:

CATEGORÍA PRINCIPAL	SUBCATEGORÍAS ADICIONALES
Reino	
División / Phylum	
Clase	
Orden	
Familia	**Tribu**
Género	**Sección, Serie**
Especie	**Variedad, Forma**

Cada nivel agrupa organismos con un **grado creciente de similitud genética y morfológica**.

CATEGORÍAS Y UNIDADES TAXONÓMICAS		
CATEGORÍAS TAXONÓMICAS	**TERMINACIONES**	**UNIDADES TAXONÓMICAS**
REINO		PLANTAE
SUBREINO	-BIONTA	CORMOBIONTA
DIVISIÓN (PHYLUM)	-PHYTA (-MYCOTA)	MAGNOLIOPHYTA (Angiospermas)
SUBDIVISIÓN (SUBPHYLUM)	-PHYTINA (-MYCOTINA)	
CLASE	-PHYCEAE (Algas) -MYCETES (Hongos) -OPSIDA o -ATAE (Plantae)	MAGNOLIOPSIDA (Dicotiledóneas)
SUBCLASE	-IDAE	ASTERIDAE
SUPERORDEN	-ANAE	ASTERANAE
ORDEN	-ALES	ASTERALES
FAMILIA	-ACEAE	*Asteraceae*
SUBFAMILIA	-OIDEAE	*Asteroideae*
TRIBU	-EAE	*Anthemideae*
GÉNERO		*Anthemis*
SUBGÉNERO		
ESPECIE		*Anthemis nobilis*
SUBESPECIE (subsp., ssp.)		*Anthemis nobilis* subsp. *glauca*
VARIEDAD (var.)		*Anthemis nobilis* var. *nana*
FORMA (f., fma.)		*Anthemis nobilis* f. *erecta*

🔷 6.3. Historia de los sistemas de clasificación

🌿 De Aristóteles a Linneo

- **Aristóteles y Teofrasto** distinguían entre tres reinos: **Mineral, Animal y Vegetal**.
- **Linneo** consolidó esta visión en su *Systema Naturae* (1735).

👄 Evolución de los reinos

Se han propuesto varios modelos, que amplían o redefinen el concepto de reino:

<table>
<tr><th>Linneo
1735
2 reinos</th><th>Haeckel
1866
3 reinos</th><th>Copeland
1938
4 reinos</th><th>Whittaker
1969
5 reinos</th><th>Woese
1990
3 dominios</th><th>Cavalier-Smith
1998
6 reinos</th><th>Ruggiero et al.
2015
7 reinos</th></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="3">Protista</td><td rowspan="2">Monera</td><td rowspan="2">Monera</td><td>Archaea</td><td rowspan="2">Bacteria</td><td>Archaea</td></tr>
<tr><td>Bacteria</td><td>Bacteria</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td rowspan="3">Protoctista</td><td rowspan="2">Protista</td><td rowspan="4">Eucarya</td><td>Protozoa</td><td>Protozoa</td></tr>
<tr><td>Chromista</td><td>Chromista</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Vegetabile</td><td rowspan="2">Plantae</td><td>Fungi</td><td>Fungi</td><td>Fungi</td></tr>
<tr><td>Plantae</td><td>Plantae</td><td>Plantae</td><td>Plantae</td></tr>
<tr><td>Animale</td><td>Animalia</td><td>Animalia</td><td>Animalia</td><td>Animalia</td><td>Animalia</td><td>Animalia</td></tr>
</table>

El sistema de **Woese en 1990 está basado** en estudios moleculares del ARN ribosómico y revolucionó la biología evolutiva.

🌱 7. <u>CONCEPTOS DE ESPECIE</u>

El concepto de "especie" es clave en biología, pero ha cambiado mucho a lo largo de la historia. Vamos a ver los dos grandes enfoques: **morfológico** y **biológico**, y cómo la evolución y la genética transformaron nuestra forma de entenderlo.

🔶 7.1. Concepto morfológico

Este concepto fue dominante hasta el siglo XIX y aún se utiliza en taxonomía práctica.

Características:

- Se basa en **la forma externa** del organismo (morfología).
- Considera que:
  - Las especies tienen **número constante de individuos**.
  - Sus **características son invariables**.

Este modelo fue útil para clasificaciones iniciales (como las de **Lamarck** y **Linnaeus**), pero tiene limitaciones:

- No explica variaciones dentro de la especie.
- No reconoce especies que se parecen, pero no pueden cruzarse (especies crípticas o gemelas).

🔶 7.2. Concepto biológico

Introducido en el siglo XX, especialmente por los estudios de **Dobzhansky (1937)** y la síntesis evolutiva moderna.

Definición: Una especie es un conjunto de poblaciones naturales que pueden cruzarse entre sí y tener descendencia fértil, pero que están **aisladas reproductivamente** de otros grupos.

Aportaciones clave:

- **Darwin y Wallace (s. XIX)**: introdujeron la idea de **evolución** como proceso continuo.
- **Mendel** (s. XIX): sentó las bases de la **herencia genética**.
- **Dobzhansky** combinó estos conceptos con la genética moderna para explicar cómo se forman nuevas especies (**especiación**).

Ventajas:

- Tiene base **evolutiva y genética**.
- Explica mejor los **procesos de diversificación**.

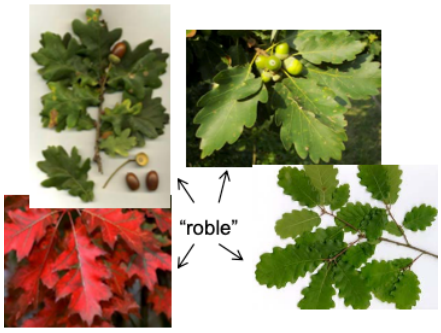
Limitaciones:

- No puede aplicarse a organismos extintos.
- Tampoco a organismos que se reproducen de forma asexual (como muchas bacterias y algunas plantas).

Este cambio de enfoque —de lo que "parece" una especie a lo que "es funcionalmente" una especie— supuso un **cambio de modelo** en la biología.

---

8. NOMENCLATURA BOTÁNICA

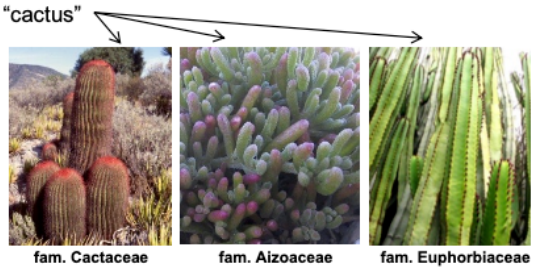


8.1. Nombres vulgares

También llamados **nombres comunes**, son los que usamos en la vida cotidiana: *encina*, *roble*, *cactus*, etc.

Problemas de los nombres vulgares:

- **Limitados geográficamente**: solo son comprensibles para quienes comparten el idioma o dialecto.
- **Ambiguos**:
  - Un mismo nombre puede usarse para diferentes especies.
  - Una misma especie puede tener múltiples nombres.
- **No informan sobre parentescos** entre especies.
- **Solo existen para especies útiles o conocidas** (no sirven para especies raras o no estudiadas).



8.2. Nombres científicos

Los nombres científicos se basan en reglas precisas para ser:

- **Universales** (latín o latinizados).
- **Estables** y **únicos**.
- **Informativos** sobre el parentesco entre especies.
- **Aplicables a todas las especies conocidas** (incluso las no útiles para el ser humano).

Fundamento legal:

Se rigen por el **Código Internacional de Nomenclatura para Algas, Hongos y Plantas** (CIN), que establece:

1. **Uso de tipos nomenclaturales**: Ejemplares reales conservados en herbario como referencia.
2. **Principio de prioridad**: Se reconoce el nombre más antiguo que haya sido publicado correctamente.
3. **Publicación válida**: Los nombres deben ser descritos de forma oficial y pública.

🔶 8.3. Nomenclatura binomial

Introducida por **Linnaeus (1753)**. Cada especie se nombra con **dos palabras**:

- **Nombre genérico** (con mayúscula): *Ulex*
- **Epíteto específico** (minúscula): *capensis*
- Conforman el **nombre de la especie**: *Ulex capensis*

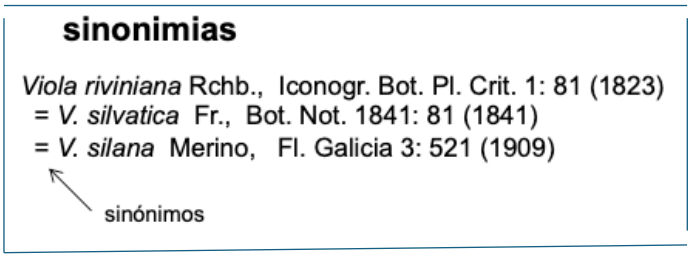
Reglas adicionales:

- No se aceptan binomios con ambos términos iguales (como *Ulex ulex*).
- Para referirse a una especie **no identificada**: → *Ulex sp.*
- Para referirse a **varias especies del mismo género**: → *Ulex spp.*
    - *("sp." significa "especie".*

🔶 8.4. Sinónimos, autoría y combinaciones



- El **nombre del autor** que describió la especie suele acompañar al binomio:
    - Ej: *Pinus sylvestris* **L.** (Linnaeus)
- Si se cambia el género, se reconoce el autor del **nombre original (basiónimo)**:
    - *Abies sylvestris* **(L.)** Altés ≡ *Pinus sylvestris* L.
- Los **sinónimos** son nombres válidamente publicados pero que no se aceptan como oficiales. Por ejemplo:
    - *Viola riviniana* Rchb. = *V. silvatica* Fr. = *V. silana* Merino



Esto permite rastrear la **historia taxonómica** de una especie y evitar confusiones.

Tema 2: NUTRICIÓN EN PLANTAS

🌱 **ÍNDICE TEMÁTICO: Nutrición en Plantas**

1. **Concepto de nutrición autótrofa**
2. **Elementos minerales y suelo como fuente de nutrientes**
3. **Fotosíntesis y metabolismo energético**
4. **Simbiosis y asociaciones nutricionales especiales**
   - Micorriza
   - Líquenes
   - Bacterias fijadoras de nitrógeno
5. **Parasitismo en plantas**
   - Hemiparásitas y holoparásitas
6. **Plantas carnívoras (insectívoras)**
   - Tipos de trampas: adhesivas, prensoras, deslizantes, suctoras

---

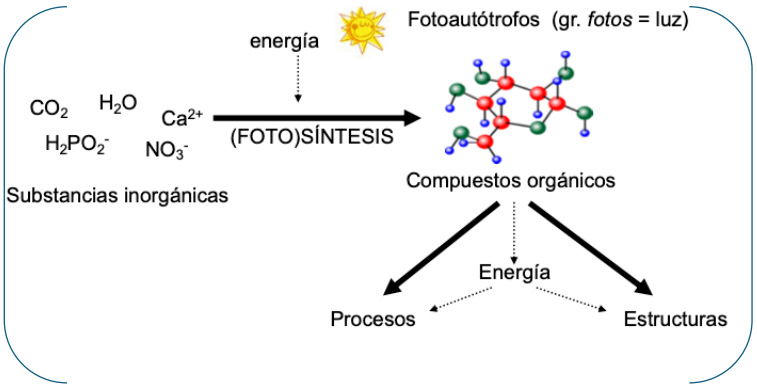
🌿 1. CONCEPTO DE NUTRICIÓN AUTÓTROFA

🔷 Autótrofos vs. Heterótrofos

- El término **autótrofo** (del griego *autós* = por sí mismo, *trofos* = alimentarse) se refiere a los **organismos capaces de fabricar su propio alimento** a partir de sustancias inorgánicas sencillas.
- Por el contrario, los **heterótrofos** obtienen materia orgánica **a partir de otros organismos**, vivos o muertos.

En el caso de las plantas, hablamos de **fotoautótrofos**, ya que:

- Usan **luz solar** como fuente de energía (fotosíntesis).
- Utilizan **CO_2**, **agua** y sales minerales (como nitratos, fosfatos, calcio…) para **fabricar compuestos orgánicos** (azúcares).



⚙️ Componentes y procesos implicados

Materias primas:

- **CO_2** (dióxido de carbono)
- **H_2O** (agua)
- **$H_2PO_4^-$**, **NO_3^-**, **Ca^{2+}**, etc. (iones minerales)

Producto orgánico final:

- **Azúcares** (glucosa, sacarosa…) → Fuente de energía y base estructural

Energía necesaria:

- **Luz solar**, captada mediante **pigmentos fotosintéticos** en los cloroplastos

🧪 Nutrientes esenciales y su absorción

En la tabla de la derecha abajo se presentan los elementos esenciales para las plantas, diferenciando entre:

TIPO	ELEMENTOS	FORMA DE ABSORCIÓN	PROPORCIÓN EN PLANTA
Macronutrientes	C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S	CO_2, H_2O, NO_3^-, etc.	Mayor cantidad
Micronutrientes	Fe, Mn, Cu, Zn, B, Cl, Mo, Ni	Iones diversos	Cantidades muy bajas

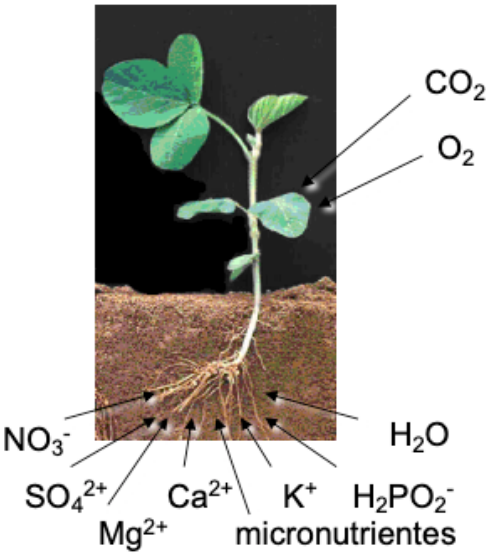
→ Estos son los nombre de cada elemento **Macronutriente**:

- **C:** Carbono
- **H:** Hidrógeno
- **O:** Oxígeno
- **N:** Nitrógeno
- **P:** Fósforo
- **K:** Potasio
- **Ca:** Calcio
- **Mg:** Magnesio
- **S:** Azufre

→ Estos son los nombre de cada elemento **Micronutriente**:

- **Fe:** Hierro
- **Mn:** Manganeso
- **Cu:** Cobre
- **Zn:** Zinc
- **B:** Boro
- **Cl:** Cloro
- **Mo:** Molibdeno
- **Ni:** Níquel

ELEMENTO	FORMA PRINCIPAL EN QUE EL ELEMENTO ES ABSORBIDO	CONCENTRACIÓN USUAL EN PLANTAS SANAS (% DEL PESO EN SECO)
Macronutrientes		
Carbono	CO_2	~44 %
Oxígeno	H_2O u O_2	~44 %
Hidrógeno	H_2O	~6 %
Nitrógeno	NO_3^- o NH_4^+	1-4 %
Potasio	K^+	0,5-6 %
Calcio	Ca^{2+}	0,2-3,5 %
Fósforo	$H_2PO_2^-$ o HPO_4^{2-}	0,1-0,8 %
Magnesio	Mg^{2+}	0,1-0,8 %
Azufre	SO_4^{2-}	0,05-1 %
Micronutrientes		
Hierro	Fe^{2+} o Fe^{3+}	25-300 ppm
Cloro	Cl^-	100-10.000 ppm
Cobre	Cu^{2+}	4-30 ppm
Manganeso	Mn^{2+}	15-800 ppm
Zinc	Zn^{2+}	15-100 ppm
Molibdeno	MoO_4^{2-}	0,1-5,9 ppm
Boro	BO_3^- o $B_4O_7^{2-}$	5-75 ppm



Cada nutriente se absorbe **en forma iónica específica**. Por ejemplo:

- El **nitrógeno** se absorbe como **NO_3^-**
- El **fósforo** como **$H_2PO_4^-$**
- El **calcio** como **Ca^{2+}**

Todos estos elementos se obtienen tanto del aire (CO_2, O_2) como del suelo.

2. ELEMENTOS MINERALES Y EL SUELO COMO FUENTE DE NUTRIENTES

2.1. Macronutrientes y micronutrientes

Ya hemos visto por la tabla anterior que las plantas absorben los nutrientes **en forma inorgánica** (iones disueltos en agua) a través de las raíces. Vamos a verlo un poco más en detalle:

→ **Macronutrientes (necesarios en grandes cantidades):**

- **C** (CO_2 del aire): ~44% del peso seco
- **O** (H_2O y O_2): ~44%
- **H** (H_2O): ~6%
- **N**, **K**, **Ca**, **Mg**, **S**, **P** (del suelo): en cantidades variables

→ **Micronutrientes (necesarios en trazas):**

- **Fe**, **Mn**, **Zn**, **Cu**, **B**, **Cl**, **Mo**, **Ni**
- Aunque están en **muy baja concentración**, son **imprescindibles** para enzimas y funciones metabólicas específicas.

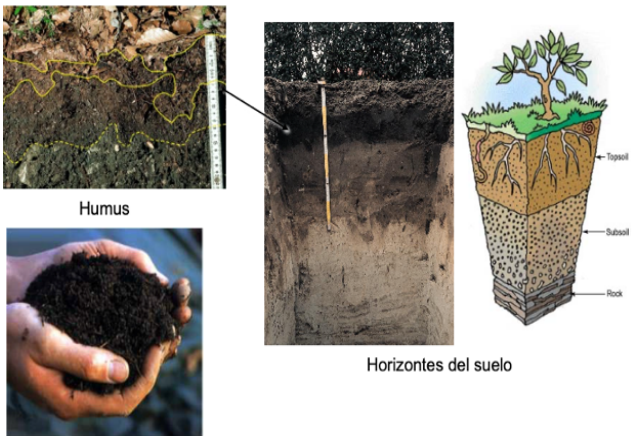
2.2. El suelo como medio nutritivo

El suelo es una mezcla compleja de:

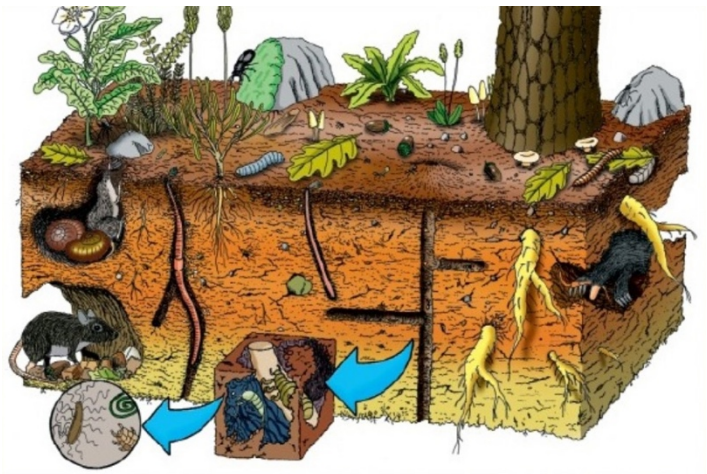
- **Partículas minerales** (arena, limo, arcilla)
- **Materia orgánica** en descomposición (**humus**)
- **Agua** y **aire**
- Una **rica comunidad biológica** (bacterias, hongos, lombrices…)

En esta imagen se muestran:

- Las **capas u horizontes del suelo**:
  - **Horizonte O (orgánico)**: rico en humus
  - **Horizonte A (superficial)**: mezcla de materia orgánica y mineral
  - **Horizonte B**: acumulación de minerales lixiviados
  - **Horizonte C**: roca madre alterada
  - **Roca madre** (no alterada)



Horizontes del suelo



En esta otra imagen vemos en detalle:

El ecosistema subterráneo: raíces, micorrizas, lombrices, insectos, hongos, bacterias…

- La vida del suelo es clave en:
  - Transformación de nutrientes
  - Aireación y drenaje
  - Retención de agua y minerales

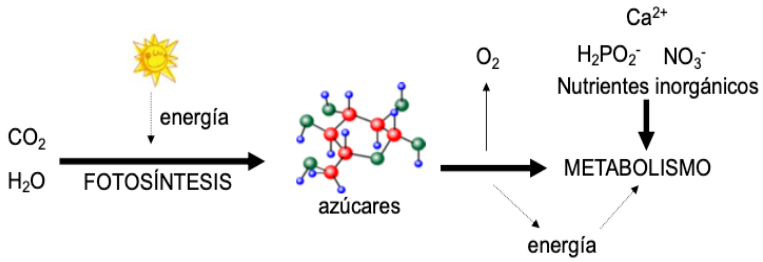
☀️ 3. FOTOSÍNTESIS Y METABOLISMO ENERGÉTICO

🔷 3.1. Resumen del proceso fotosintético

La fotosíntesis en plantas es el **proceso central** de la nutrición autótrofa, llamado así al sistema capaz de elaborar su propia materia orgánica a partir de sustancias inorgánicas:

Materias primas:

- **CO_2** (del aire)
- **H_2O** (del suelo)
- **Luz solar**



Productos:

- **Azúcares** (glucosa, sacarosa)
- **O_2** (como desecho útil para el ecosistema)

Energía:

- Se almacena en los **enlaces químicos** de los azúcares generados.

Pigmentos fotosintéticos:

- **Clorofilas** (verdes): principales responsables de la captación de luz.
- **Carotenoides** (naranjas, amarillos): protegen del exceso de luz.
- **Ficobilinas** (en algas rojas y cianobacterias): captan luz en otras longitudes de onda.

💡 No toda la energía lumínica es utilizada para la fotosíntesis, parte de esa energía se disipa como **calor** o **fluorescencia**. Esto corresponde al **espectro electromagnético**, el **rango visible** y la manera en cómo la luz interactúa con una hoja verde.

Veamos cómo es eso:

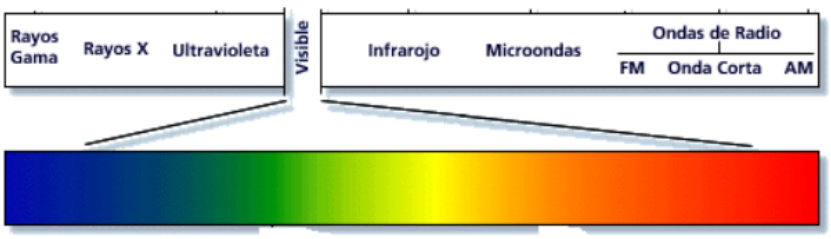
✅ **Una parte se absorbe eficazmente por los pigmentos (como la clorofila)**

- Especialmente en longitudes de onda **azul** y **roja** (eso lo vemos en la banda visible de la imagen).
- Esta energía absorbida **se convierte en energía química** (glucosa) mediante la fotosíntesis.

❌ **Otra parte de la energía se pierde, y aquí viene se produce algo fantástico:**

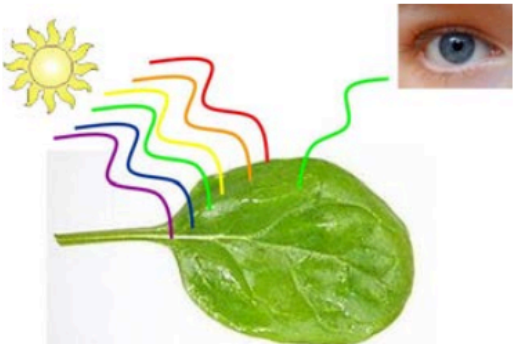
a) Como calor

- Parte de la energía absorbida **no se convierte en glucosa**, sino que se **libera como calor** para evitar daños por sobreexcitación.
- Esto ayuda a **proteger a la planta** frente al exceso de luz (como una válvula de seguridad).

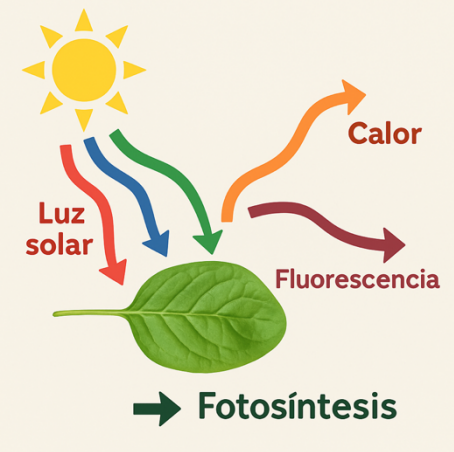


b) Como fluorescencia

- Una pequeña fracción de energía es **reemitida en forma de luz de menor energía** (mayor longitud de onda, por ejemplo, rojo).



- Esta emisión se llama **fluorescencia clorofílica**, y aunque es débil, **puede medirse** y se usa en estudios para ver el estado de salud de las plantas.



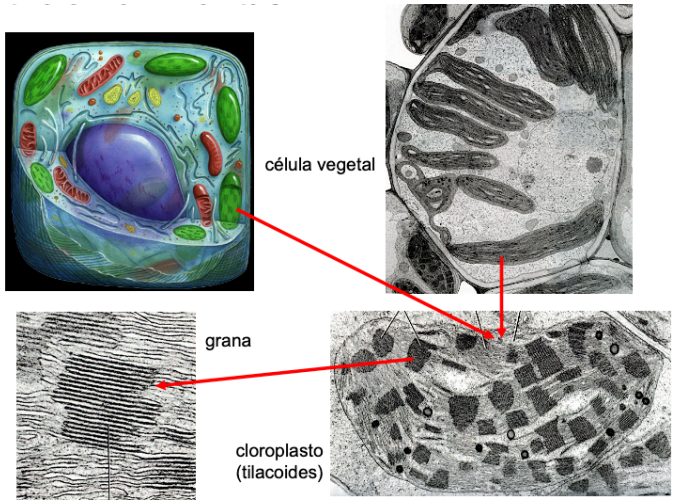
📊 **¿De qué manera lo vemos representado en la imagen?**

- El espectro visible va del **violeta (más energético)** al **rojo (menos energético)**.
- Las flechas de colores que van **del sol a la hoja** muestran que la luz llega en distintos colores (distintas energías).
- La **flecha que va al ojo** representa el **color reflejado**, normalmente el **verde**, porque la clorofila **no lo absorbe** y por eso lo vemos.

🌿 3.2. Estructura implicada: el cloroplasto

El **cloroplasto** es el orgánulo especializado en realizar la fotosíntesis.

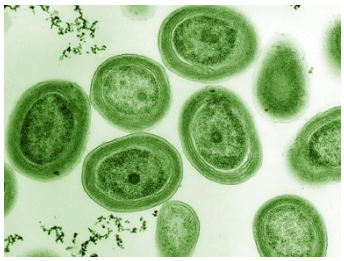
- Está dentro de la **célula vegetal**.
- Contiene:
  - **Tilacoides**: sacos membranosos apilados en **grana**.
  - En ellos se encuentran los pigmentos.
  - En la **fase luminosa** se genera energía en forma de moléculas ATP (adenosín trifosfato) y NADPH (nicotinamida adenina dinucleótido fosfato).
  - En la **fase oscura** (ciclo de Calvin), se fija el CO_2 y se produce glucosa.

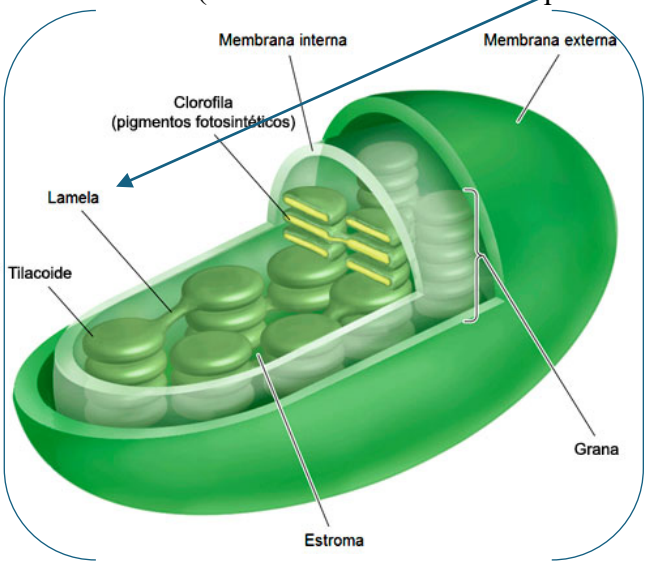


🔬 3.3. Variaciones y casos especiales

Además de los cloroplastos, hay otras estructuras fotosintéticas:

- **Cianobacterias**: son procariotas, pero también fotosintéticas. No tienen cloroplastos, pero poseen **lamelas fotosintéticas internas** (estructuras membranosas que se encuentran dentro de los cloroplastos de las células vegetales).





- **Cromoplastos**: son los orgánulos presentes en células vegetales que almacenan pigmentos responsables de los colores amarillo, naranja y rojo en flores, raíces y frutos. Almacenan pigmentos no verdes (carotenos, xantofilas), que no realizan fotosíntesis pero participan en atraer polinizadores o dispersores.

🤝 4. SIMBIOSIS Y ASOCIACIONES NUTRICIONALES ESPECIALES

🍄 4.1. MICORRIZAS

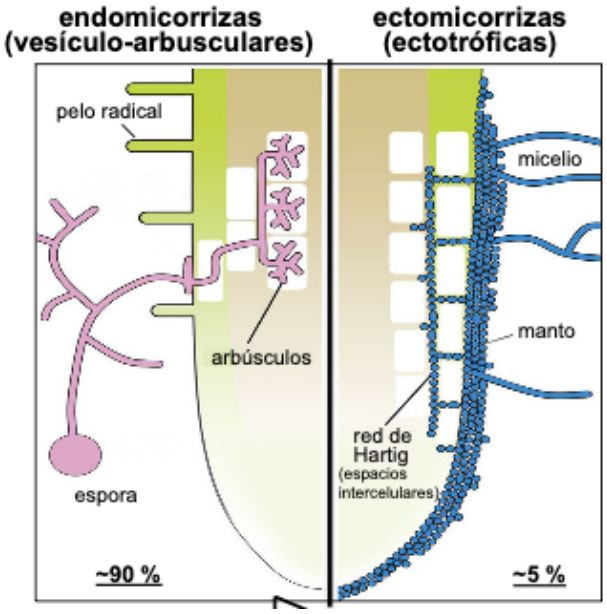
¿Qué son?

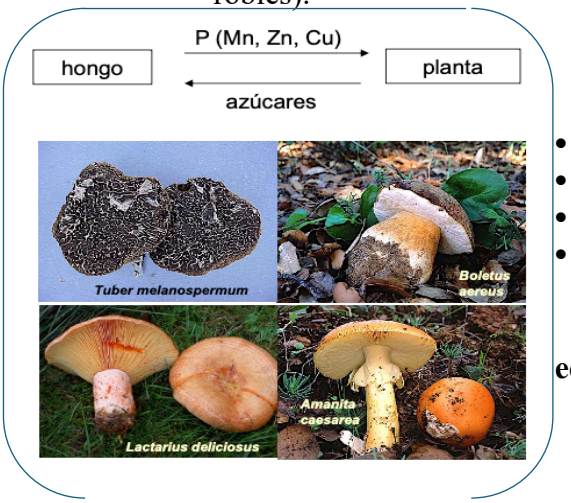
Las **micorrizas** son asociaciones simbióticas entre las raíces de plantas y **hongos del suelo**. A cambio de azúcares producidos por la planta, los hongos:

- **Absorben agua y minerales** (especialmente fósforo y micronutrientes como Mn, Zn, Cu).
- **Mejoran la exploración del suelo** gracias a su red de micelio.

Tipos de micorrizas

- **Endomicorrizas** (*vesículo-arbusculares*):
  - Los hongos penetran las células corticales de la raíz.
  - Forman **arbúsculos** (estructuras de intercambio).
  - Muy comunes (~90% de las plantas).
- **Ectomicorrizas**:
  - El hongo recubre la raíz externamente con un **manto micelial**.
  - Penetra entre células formando una **red de Hartig**.
  - Frecuentes en árboles (pinos, robles).





Ejemplos de hongos micorrícicos:

- *Tuber melanospermum* (trufa negra)
- *Boletus aereus*
- *Amanita caesarea*
- *Lactarius deliciosus*

💡 Las micorrizas pueden usarse en **agricultura ecológica** para mejorar la nutrición sin fertilizantes.

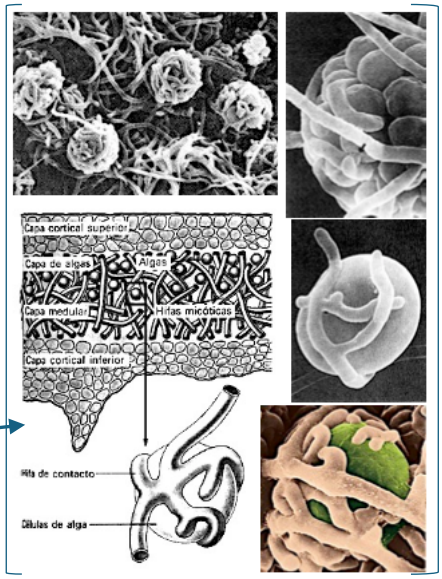
🌿 4.2. LÍQUENES

Los líquenes son **una simbiosis entre un hongo y un alga (o cianobacteria)**:

- El **hongo** proporciona protección, soporte y retención de agua.
- El **alga o cianobacteria** realiza la fotosíntesis.

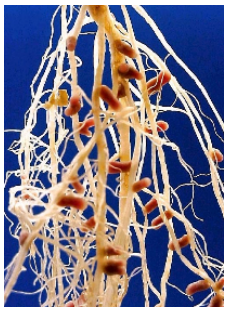
Los líquenes son **bioindicadores** de pureza del aire y pueden sobrevivir en ambientes extremos.

Aquí vemos la estructura interna de los líquenes: capas diferenciadas de hifas, algas y una corteza externa.



4.3. BACTERIAS FIJADORAS DE NITRÓGENO

Las plantas no pueden usar directamente el N_2 (nitrógeno) del aire. Algunas han desarrollado simbiosis con **bacterias fijadoras de nitrógeno** que convierten N_2 en formas asimilables (NH_4^+, NO_3^-).



Ejemplos:

- **Leguminosas + Rhizobium**
  - Forman **nódulos** en las raíces, donde viven las bacterias.



  - Fijan N_2 atmosférico en forma utilizable para la planta.
- **Aliso + Frankia**: árbol no leguminoso con asociación similar.
- **Azolla (helecho acuático) + Anabaena (cianobacteria)**: se usa como **fertilizante natural en arrozales**.



Azolla (helecho)



arrozal

Estas asociaciones son fundamentales para la **fertilidad del suelo sin fertilizantes artificiales**.

5. PARASITISMO EN PLANTAS

5.1. ¿Qué es el parasitismo vegetal?



El **parasitismo** consiste en que una planta (el **parásito**) extrae agua, sales minerales y en algunos casos productos orgánicos del **hospedador**, al que perjudica.

La estructura clave es el **haustorio** (del lat. *haurire* = extraer, succionar): una raíz modificada que penetra en los tejidos del hospedador.

5.2. Hemiparásitas

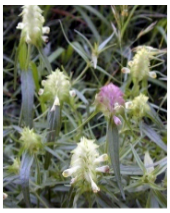
- Son **plantas verdes** que **realizan fotosíntesis**, pero **obtienen agua y minerales del hospedador**.
- Pertenecen a la familia **Scrophulariaceae** y otras.

Ejemplos:

- *Melampyrum*, *Euphrasia*, *Pedicularis*, *Rhinanthus*
- Aparecen en praderas, y muchas veces sobre raíces de gramíneas.



Euphrasia



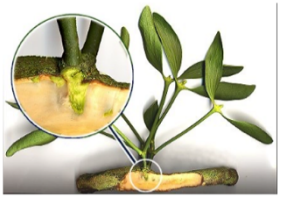
Melampyrum



Pedicularis



Rhinantus



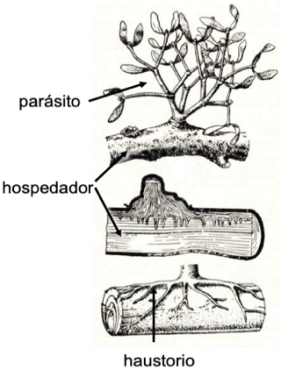
Viscum album (muérdago)





Ejemplo destacado:
Viscum album (muérdago)

- Parasita ramas de árboles.
- Se fija mediante un haustorio al xilema del hospedador.
- Se considera una **planta epífita hemiparásita**.

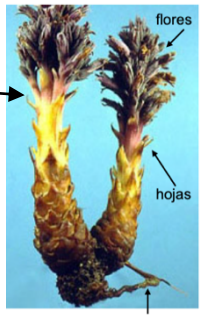


🔴 5.3. Holoparásitas

- Son plantas **totalmente dependientes** del hospedador.
- No tienen clorofila → **no hacen fotosíntesis**.
- Obtienen **todo su alimento** por medio del haustorio.

Ejemplos:

1. **Orobanche sp.** (jopos) y **Cistanche sp.**
   - Parasitan raíces de habas, zanahorias, etc.
   - En la imagen se ven sus flores llamativas.







Neottia nidus-avis
(orquídea parásita)

2. **Neottia nidus-avis**
   - Orquídea sin clorofila, con vida subterránea.







3. **Cuscuta sp.** (barba de capuchino)
   - Lianas filamentosas anaranjadas.
   - Enroscan el tallo del hospedador y lo penetran con haustorios.

4. **Rafflesia arnoldii**
   - Planta sin tallo, hojas ni raíces visibles.
   - Produce la flor **más grande del mundo** (hasta 1 m de diámetro).
   - Parásita de raíces de lianas del sudeste asiático.





5. **Cytinus hypocistis**
   - Parásita de arbustos mediterráneos (como *Cistus*).
   - Sus flores emergen en primavera; tradicionalmente conocidas como "téticas de doncella".

Estas estrategias muestran la **adaptabilidad extrema de las plantas**, que pueden sobrevivir incluso **sin fotosíntesis** si encuentran otro organismo del que alimentarse.

🕷 6. <u>PLANTAS CARNÍVORAS (INSECTÍVORAS)</u>

🌿 ¿Por qué son carnívoras?

A estas plantas más bien habría que llamarlas insectívoras. Viven en **suelos muy pobres en nitrógeno** (pantanos, turberas, suelos ácidos), y **suplementan su nutrición mineral** capturando insectos.







A través de enzimas digestivas o bacterias simbióticas, descomponen a sus presas y absorben los nutrientes.

🔷 6.1. Tipos de trampas

Según su funcionamiento, se clasifican en:

1. **Trampas adhesivas o viscosas**
2. **Trampas prensoras o de resorte**
3. **Trampas deslizantes o de caída**
4. **Trampas suctoras o deglutoras**



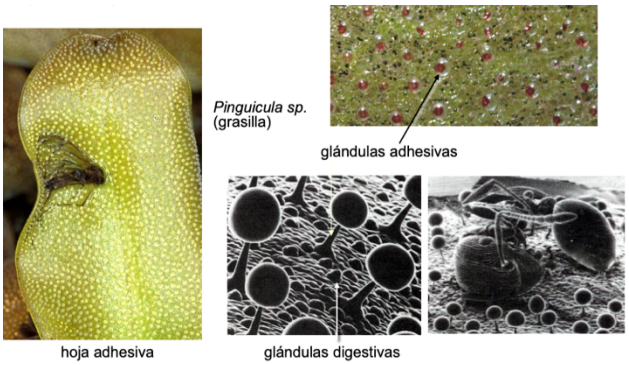


🧲 6.2. Trampas adhesivas

Principio:

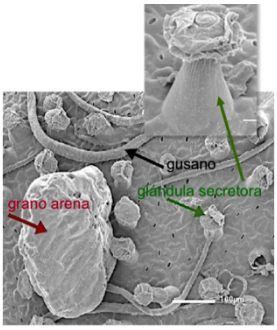
- Las hojas tienen **pelos glandulares** que secretan mucílago pegajoso.
- El insecto queda atrapado y la planta **lo digiere externamente**.

Ejemplos:



- **Pinguicula sp.** (grasilla)
  - Hojas planas con glándulas adhesivas y digestivas.





- **Philcoxia minensis**
  - Planta del suelo con hojas subterráneas **microscópicas**, que atrapan **nematodos**.









- **Drosera sp.** (rosolí)
  - Tentáculos móviles con gotas de mucílago que rodean a la presa.

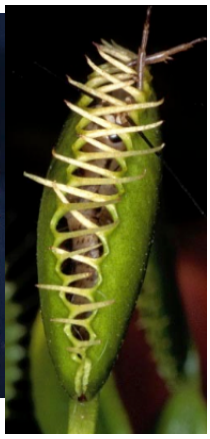




- **Drosophyllum sp., Byblis sp.**
  - Similar a *Drosera*, pero sin movimiento de tentáculos.

6.3. Trampas de resorte



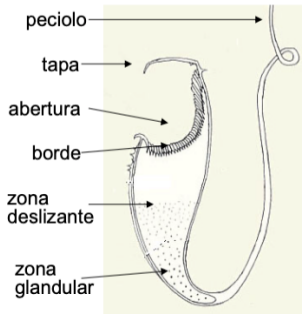


Ejemplo icónico:

- **Dionaea muscipula** (atrapamoscas)
  - Hojas bilobuladas con **pelos táctiles**.
  - Al tocar dos pelos en menos de 30 segundos, se **cierra la trampa** por movimiento rápido de las células.

Es una adaptación sorprendente, con **movimiento activo**.

6.4. Trampas deslizantes



Principio:

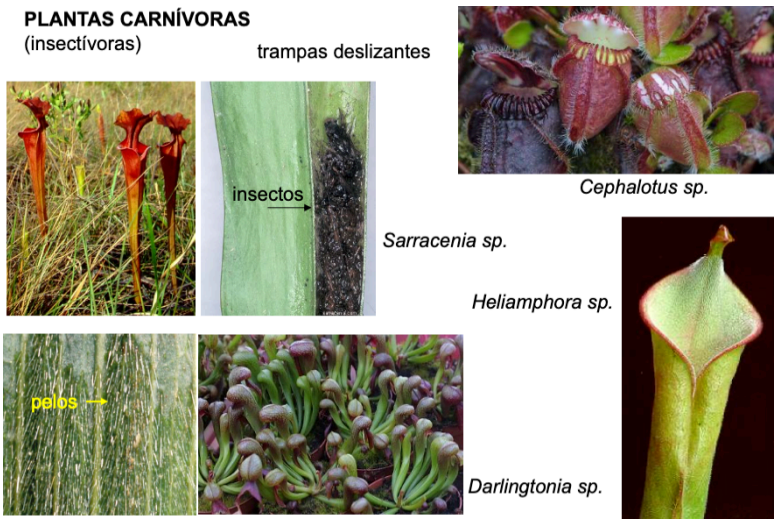
- Estructura tubular con **paredes resbaladizas** y zonas de enzimas digestivas al fondo.

Ejemplos:



- **Nepenthes sp.**
  - Con "tapa", borde resbaladizo, cámara de digestión y glándulas.

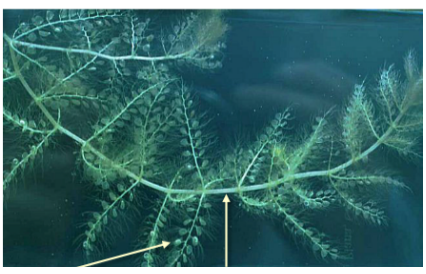
- Otros géneros:



  - **Cephalotus**, **Darlingtonia**, **Heliamphora**, **Sarracenia**
    - Presentan morfologías variadas, pero todas con estructura tubular.



Utricularia sp.



6.5. Trampas suctoras o deglutoras

Ejemplo:

- **Utricularia sp.** (planta acuática)
  - Presenta pequeños **utrículos (vesículas)** con una puerta trampa que succiona pequeños organismos cuando estos estimulan los **pelos táctiles**.

Estas estrategias de las plantas muestran una **adaptación extrema a la pobreza del suelo**, y cómo en esa situación pueden diversificar sus métodos de nutrición más allá de la fotosíntesis.

Tema 3: MORFOLOGÍA Y ANATOMÍA

🌱 ÍNDICE TEMÁTICO

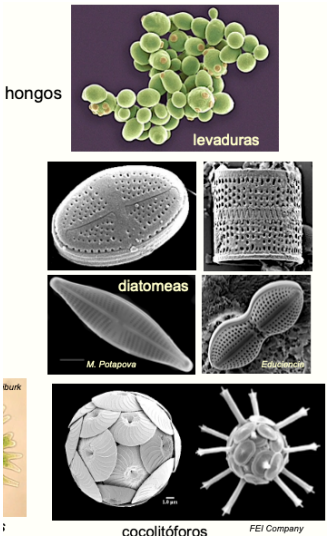
1. **Niveles de organización vegetal: protófitos, talófitos y cormófitos**
2. **Histología del cormo: tipos de tejidos vegetales**
   - Meristemos, parénquima, colénquima, esclerénquima
   - Xilema, floema, epidermis, peridermis, tricomas, estomas
3. **Embrión vegetal: estructura y tipos de semillas**
4. **Tallo primario: estructura interna**
5. **Tallo secundario (leñoso): crecimiento y capas del tronco**

🌿 1. NIVELES DE ORGANIZACIÓN VEGETAL

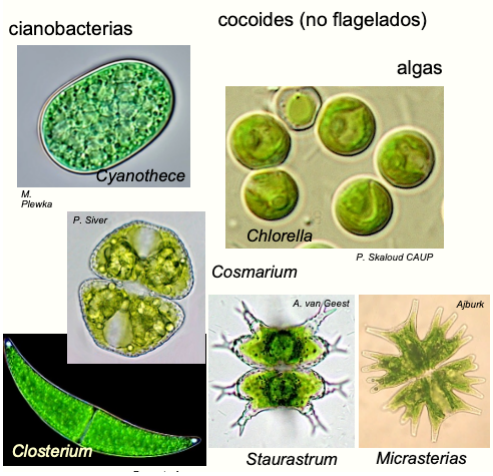
Las plantas presentan distintos **grados de complejidad estructural**, que se agrupan tradicionalmente en tres grandes niveles:

🔷 1.1. Protófitos

- Del griego *protos* = primero.
- Son **unicelulares** o con organización muy simple.



- Incluyen:
  - **Cianobacterias** (procariotas)
  - **Algas unicelulares** (como *Chlorella*, *Cosmarium*)
  - **Hongos unicelulares** (levaduras)
  - **Diatomeas** y **cocolitóforos**



Tipos según movilidad:

- **Cocoides**: no tienen flagelos (*Chlorella*, *Micrasterias*).
- **Monadoides**: flagelados móviles (*Euglena*, *Chlamydomonas*, *Peridinium*).
- **Plasmodiales**: formas ameboides como los **mixomicetos**, que forman **plasmodios** (estructuras multinucleadas sin paredes celulares).



🔷 1.2. Talófitos

- Del griego *thallos* = rama o brote.
- Son **organismos pluricelulares,** pero sin tejidos verdaderos ni órganos diferenciados.
- El cuerpo se llama **talo**.

Tipos:

1. **Coloniales**:
   - *Volvox* forma colonias esféricas con células flageladas.
   - Las colonias hijas se liberan del interior.





2. **Filamentosos**:
   - Filamentos simples: *Spirogyra*, *Ulothrix*
   - Ramificados, sifonados (sin tabiques), o en masas.
   - En hongos: el talo se llama **micelio**, compuesto por **hifas** (septadas o sifonadas).





3. **Laminares**:
   - Algas como *Ulva*, *Monostroma* y *Dictyota*, que tienen forma de **láminas planas**.



4. **Complejos**:
   - Cladomas: estructuras con ejes ramificados (*Chondria*, *Nemalion*).
   - **Talos hísticos**: grandes algas pardas como *Macrocystis*, *Laminaria* o *Nereocystis*, que pueden formar **bosques submarinos** y presentan una organización interna compleja (casi como tejidos).



🔷 1.3. Cormófitos

- Del griego *kormós* = tronco.
- Plantas **con órganos y tejidos diferenciados**: raíz, tallo y hojas.
- Incluyen **helechos, gimnospermas y angiospermas**.

Características:

- **Verdaderos tejidos**: epidermis, tejidos vasculares, de sostén, etc.
- **Sistema vascular** (xilema y floema)
- **Cutícula cérea** y **estomas**: adaptación a la vida terrestre.
- **Tejidos de sostén**: permiten alzarse hacia la luz y resistir el viento.

✅ Comparación general:

TIPO	ORGANIZACIÓN	EJEMPLOS
Protófitos	Unicelular	*Chlorella*, *Euglena*, diatomeas
Talófitos	Pluricelular sin tejidos	*Spirogyra*, *Ulva*, *Volvox*, hongos
Cormófitos	Pluricelular con tejidos	helechos, pinos, encinas

🧬 2. HISTOLOGÍA DEL CORMO (TEJIDOS VEGETALES)

El **cormo** es un órgano vegetal, específicamente un tallo subterráneo engrosado y vertical, que se usa para almacenar nutrientes y como fuente de crecimiento para nuevas plantas.

🔷 2.1. ¿Qué es histología vegetal?

- *Histología* (gr. *histós* = tejido): estudio de los tejidos.
- **Tejido** = conjunto de células con el mismo origen, unidas y con una función común.

Clasificación funcional:

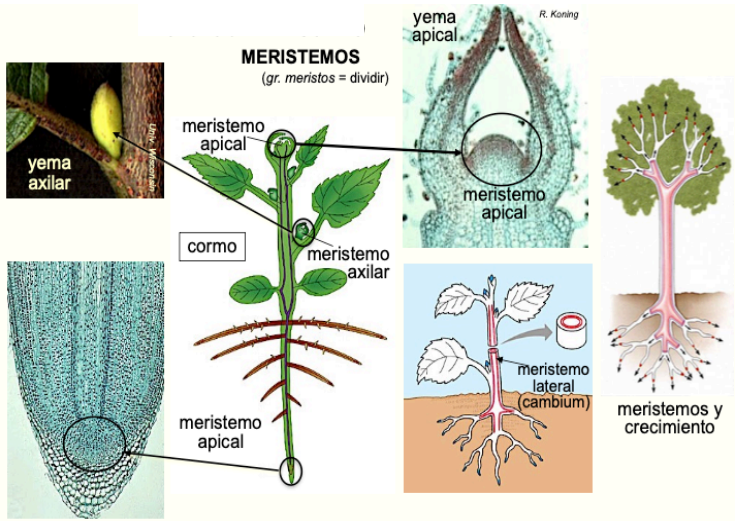
- **Meristemos**: tejidos embrionarios, responsables del crecimiento.
- **Tejidos adultos**:
  - **Sistema fundamental**: parénquima, colénquima, esclerénquima.
  - **Sistema vascular**: xilema y floema.
  - **Sistema epidérmico**: epidermis y peridermis.

🔷 2.2. Meristemos

Son tejidos de **células embrionarias activas**, que se dividen constantemente.

Tipos:

- **Apicales**: responsables del crecimiento en longitud (raíces y tallos).
- **Laterales** (cambium): encargados del crecimiento en grosor (tallo secundario).
- **Axilares**: situados en la base de las hojas; pueden generar ramas o flores.

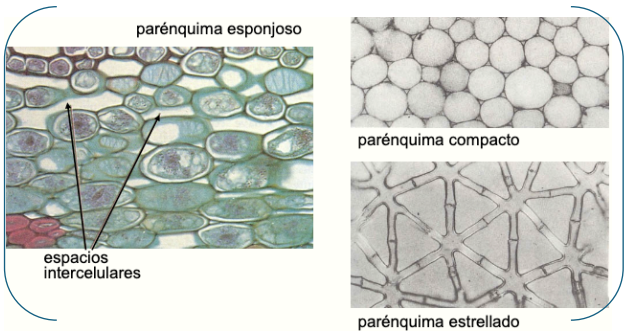


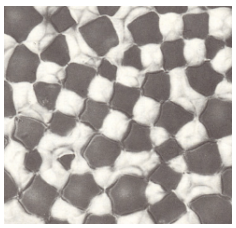
💡 En este esquema se ve cómo se ubican estos **meristemos** en el **cormo** y su relación con el desarrollo de la planta.

🔷 2.3. Sistema fundamental

a) Parénquima ((gr. *pará énchyma* = substancia de las vísceras)

- Función: fotosíntesis, almacenamiento, intercambio gaseoso.
- Tipos:
  - **Esponjoso**: con espacios intercelulares (hojas).
  - **Compacto**: sin espacios.
  - **Estrellado**: células con extensiones.



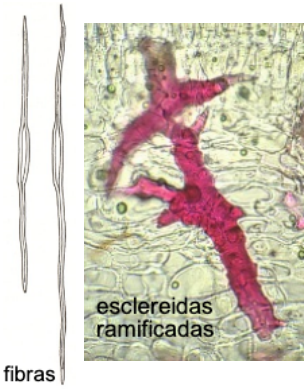


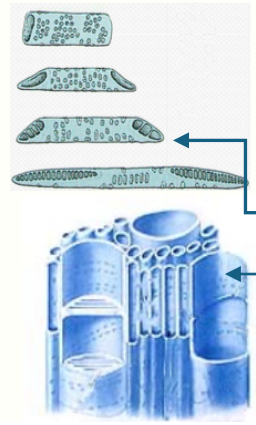
b) Colénquima ((gr. *kólla* = cola, goma)

- Función: **sostén en órganos jóvenes**.
- Células vivas con **paredes engrosadas en los ángulos**.

c) Esclerénquima ((gr. *sklerós* = duro)

- Función: **sostén en órganos maduros**.
- Células muertas, con **paredes muy engrosadas**.
- Tipos:
  - **Esclereidas** (células pétreas, ramificadas).
  - **Fibras** (largas y flexibles).





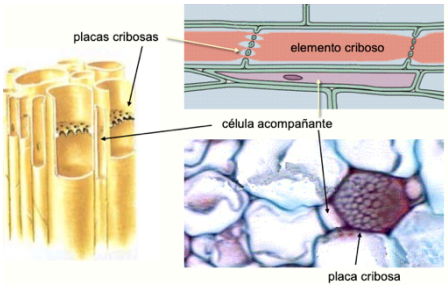
🔷 2.4. Sistema vascular

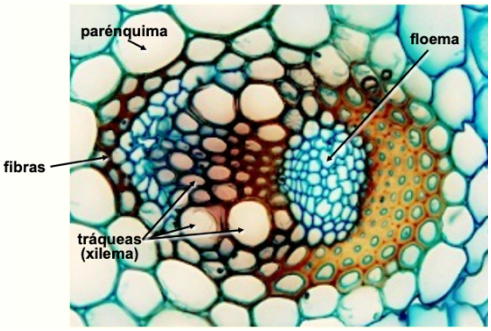
a) Xilema ((gr. *xylon* = madera)

- Transporte de **agua y sales minerales** desde la raíz.
- Células: **traqueidas** y **vasos**, con **paredes perforadas y punteaduras**.

b) Floema ((gr. *phlóios* = corteza)

- Transporte de **savia elaborada** (azúcares) desde las hojas.
- Células: **elementos cribosos** y **células acompañantes**.

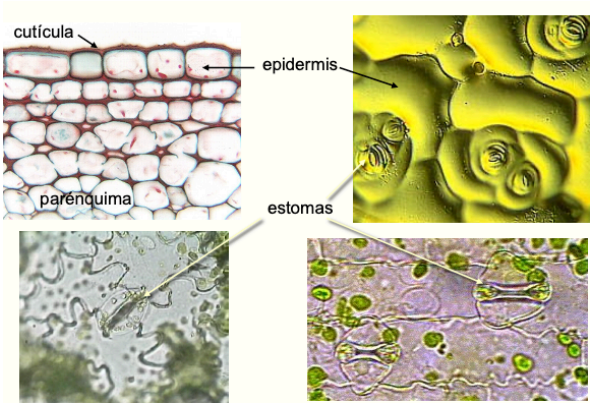




c) Haz vascular

- Combinación de **xilema**, **floema**, **parénquima** y **fibras**.
- Disposición típica del tallo en plantas vasculares.

2.5. Sistema epidérmico

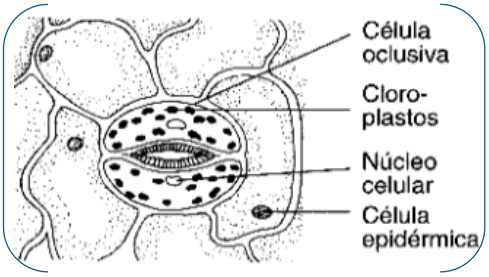


a) Epidermis ((gr. *epí dérma* = sobre la piel)

- Cubierta superficial, con:
  - **Cutícula cérea** (protección)
  - **Estomas** (intercambio gaseoso)
  - Células del **parénquima subyacente**

b) Estomas (gr. *stoma* = boca)

- Formados por dos células oclusivas (con cloroplastos).
- Se abren o cierran según las condiciones del ambiente.

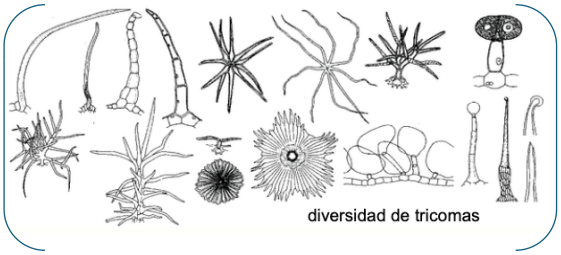


c) Tricomas

- **Pelillos epidérmicos** con funciones diversas:
  - Defensa (urticantes, aromáticos, glandulares).
  - Reducción de pérdida de agua.

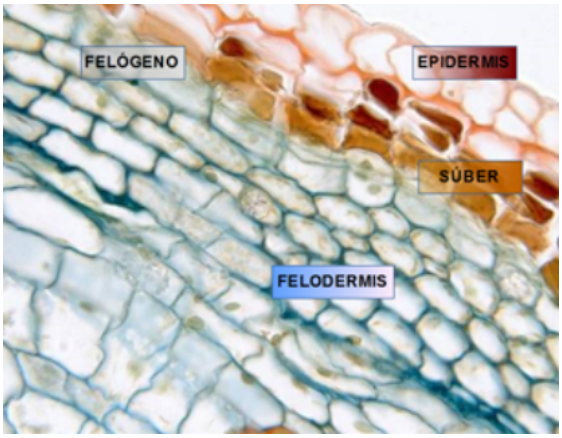


Cannabis



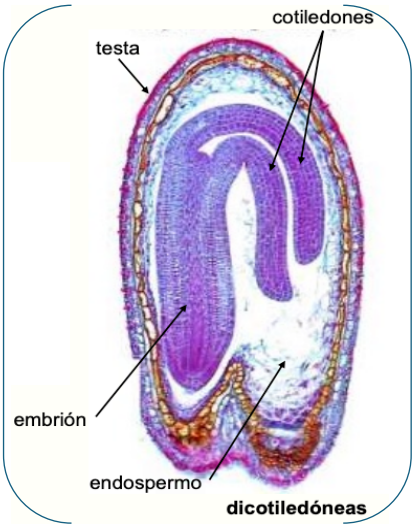
d) Peridermis

- Sustituye a la epidermis en tallos gruesos o raíces.
- Formada por:
  - **Súber** (corcho).
  - **Felogeno** (meristemo) responsable del crecimiento permanente de las plantas.
  - **Felodermis** tejido que se encuentra en la corteza.



🌱 3. ESTRUCTURA DEL EMBRIÓN Y GESTIÓN DE LA SEMILLA

🔹 3.1. Estructura básica de la semilla



Una **semilla** contiene un embrión que, tras la germinación, dará lugar a una nueva planta.

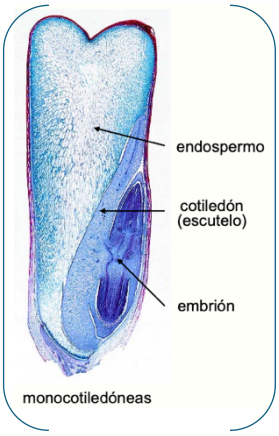
Componentes principales:

- **Embrión**: futura planta.
- **Cotiledones**: hojas embrionarias.
- **Endospermo**: tejido de reserva (a veces ausente en dicotiledóneas).
- **Testa**: cubierta protectora.



→ Semilla de **dicotiledónea**, con dos cotiledones bien desarrollados y el embrión en el centro.

🔹 3.2. Tipos de embriones según el grupo vegetal



a) Monocotiledóneas:



coníferas (varios cotiledones)

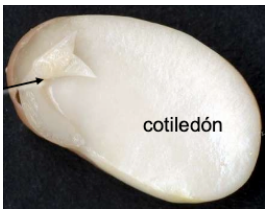
- Tienen un solo cotiledón, llamado **escutelo**.
- El embrión se sitúa lateralmente respecto al endospermo.

b) Coníferas:

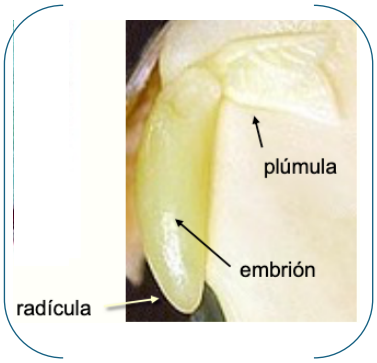
- Poseen **varios cotiledones** (de 3 a 24).
- El embrión está bien diferenciado, con **radícula** y **plúmula**.

🔹 3.3. Estructura del embrión dicotiledóneo

Durante la **maduración del embrión**, se desarrollan sus partes principales:



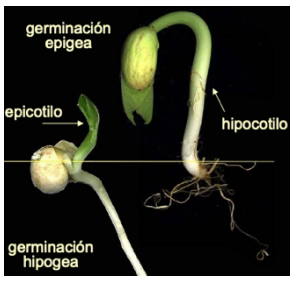
- **Cotiledones**: almacenan reservas o absorben nutrientes del endospermo.
- **Radícula**: dará lugar a la raíz.
- **Plúmula**: dará lugar al tallo y las primeras hojas.
- **Hipocótilo** y **epicótilo**: segmentos del tallito embrionario.



🔹 3.4. Germinación

Proceso mediante el cual el embrión **rompe la latencia y comienza a crecer**.

Tipos de germinación:



- **Epigea**: los cotiledones emergen del suelo (se elevan por el hipocótilo).
- **Hipogea**: los cotiledones quedan bajo tierra (no se alargan).

→ Esta imagen muestra ambas modalidades con claridad, señalando las partes que intervienen (**cotiledón**, **epicótilo**, **hipocótilo**, **plúmula**…).



🌿 4. TALLO PRIMARIO: ESTRUCTURA INTERNA

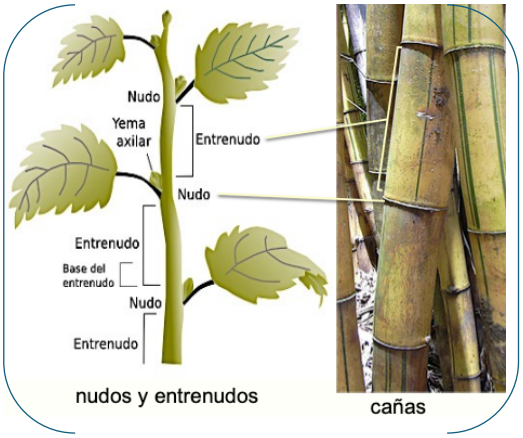
🔷 4.1. Partes externas del tallo

El tallo se organiza en:

- **Nudos**: zonas de inserción de hojas.
- **Entrenudos**: segmentos entre dos nudos.
- **Yemas axilares**: pueden dar lugar a ramas o flores.

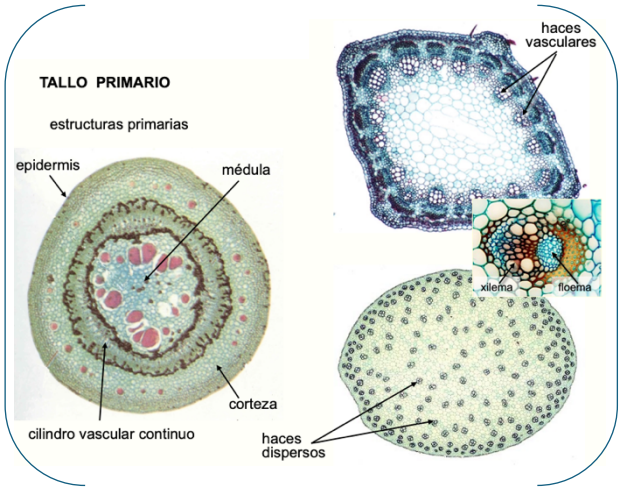


Estas estructuras permiten el crecimiento y la ramificación aérea.



🔷 4.2. Corte del tallo primario

En la imagen se muestra la disposición típica de los tejidos en un tallo joven:



Tipos de organización:

- **Dicotiledóneas**: haces vasculares dispuestos en un **anillo**, dejando una **médula** central.
- **Monocotiledóneas**: haces **dispersos** en el parénquima, sin médula central definida.

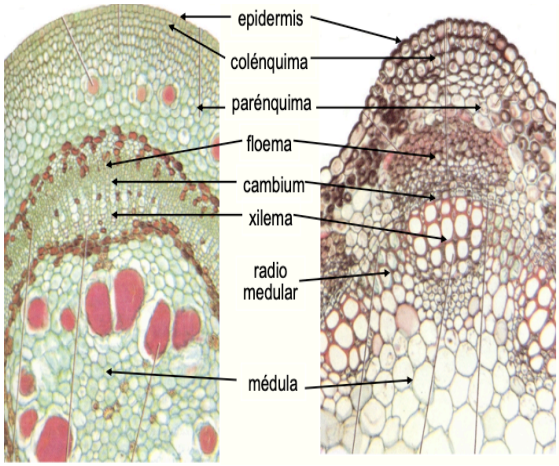
Capas principales (de fuera a dentro):

1. **Epidermis**
2. **Corteza**: parénquima cortical
3. **Haces vasculares**:
   - **Xilema** hacia dentro
   - **Floema** hacia fuera
4. **Médula**: parénquima medular (solo en dicotiledóneas)

🔷 4.3. Detalle anatómico de un tallo primario

Aquí se esquematizan los distintos tejidos:

CAPA	FUNCIÓN PRINCIPAL
Epidermis	Protección externa
Colénquima	Sostén flexible en tallos jóvenes
Parénquima	Almacenamiento y fotosíntesis (corteza, médula)
Floema	Transporte de azúcares (savia elaborada)
Xilema	Transporte de agua y sales minerales
Cambium	Meristemo lateral (formará tejidos secundarios)
Radio medular	Comunicación entre corteza y médula



Este tipo de estructura permite el **crecimiento primario**, es decir, el alargamiento del tallo. En las plantas leñosas, a partir de aquí se desarrolla el **tallo secundario**, que veremos a continuación.

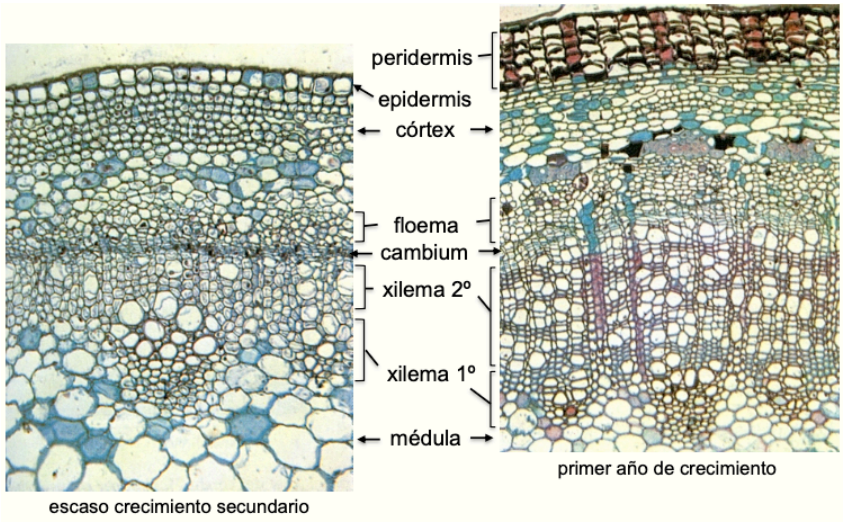
5. TALLO SECUNDARIO (LEÑOSO)

5.1. Crecimiento secundario

El crecimiento en **grosor** se debe a la actividad del **cambium vascular**, un meristemo lateral que forma:

- **Xilema secundario** (hacia el interior)
- **Floema secundario** (hacia el exterior)

También aparece la **peridermis**, que sustituye a la epidermis en tallos envejecidos.



En el esquema se observa:

- Primer año de crecimiento: predominan los tejidos primarios.
- En años sucesivos: se forman capas sucesivas de **xilema y floema secundarios**.

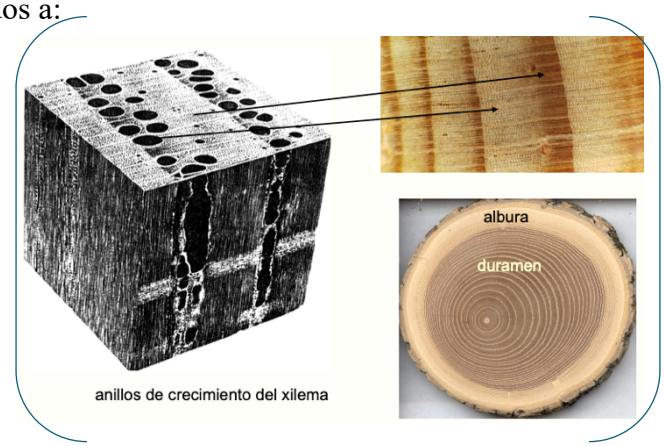
5.2. Anillos de crecimiento

Los árboles muestran anillos visibles debidos a:

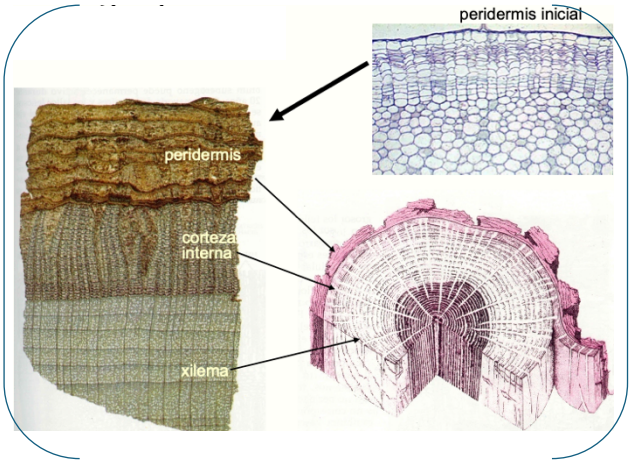
- Diferencia entre el **xilema formado en primavera (más poroso)** y el de **verano (más denso)**.

Zonas del tallo leñoso:

- **Albura**: xilema más joven y funcional (transporte).
- **Duramen**: xilema viejo, inactivo, lignificado y oscurecido (sostén estructural).



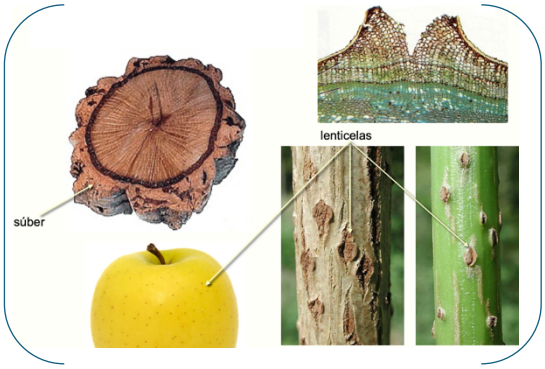
5.3. Corteza y peridermis



A medida que se acumulan capas de floema, la corteza externa se engrosa y se sustituye por:

- **Peridermis secundaria**, formada por:
  - **Felogeno** (capa meristemática)
  - **Súber o corcho** (fuera)
  - **Felodermis** (dentro)

🔷 5.4. Lenticelas



- Son pequeñas **aberturas en la peridermis** que permiten el **intercambio gaseoso**.
- Se desarrollan en zonas donde hay necesidad de aireación en órganos engrosados.

En la imagen podemos ver claramente las **lenticelas** junto al **súber** (corcho).

Pero….

🍎 ¿Qué representa la manzana en este contexto?

- **Las lenticelas no solo están en troncos**, también aparecen en **frutos**, sobre todo en los de piel fina como las manzanas y peras.
- Esas **pequeñas manchitas o punteaduras** que se ven en la piel de la manzana son **lenticelas**, y **cumplen la misma función**: permitir la entrada de oxígeno y salida de CO_2 para la respiración celular del fruto.
- En manzanas maduras, pueden verse como **puntos corchosos o hundidos** en la superficie.
- De modo que **las lenticelas no son exclusivas del tronco**, sino que también aparecen en otras partes de la planta, como los frutos.
- Se refuerza así la idea de que **el intercambio gaseoso a través de tejidos leñosos o suberizados sigue siendo vital**, incluso en estructuras no verdes.

Tema 4: MORFOLOGÍA Y ANATOMÍA (continuación)

MORFOLOGÍA Y ANATOMÍA DE RAÍCES, TALLOS Y HOJAS (ESTRUCTURAS BÁSICAS Y ADAPTACIONES FUNCIONALES)

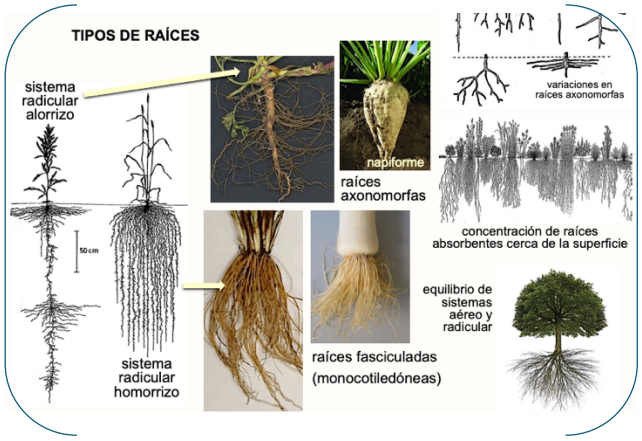
🌱 ÍNDICE TEMÁTICO

1. **Raíces**
   1.1. Tipos y estructuras
   1.2. Adaptaciones morfológicas
2. **Hojas**
   2.1. Tipología morfológica
   2.2. Anatomía interna
3. **Tallos y hojas**
   3.1. Adaptaciones funcionales

🌿 1.1. TIPOS Y ESTRUCTURAS DE RAÍCES

🔷 Tipos de sistemas radiculares

Existen dos grandes tipos de sistemas radiculares según el origen y organización:



✅ **Sistema alorrizo (dicotiledóneas):**

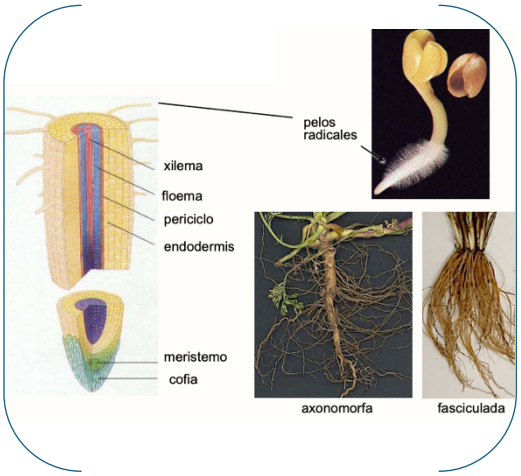
- Con raíz principal o **axonomorfa**, que da lugar a raíces secundarias.
- Puede especializarse:
  - En **raíz napiforme** (engrosada para reserva), como en la zanahoria.
  - Con raíces más absorbentes cerca de la superficie.
- Se adapta bien al **equilibrio entre parte aérea y subterránea**.

✅ **Sistema homorrizo (monocotiledóneas):**

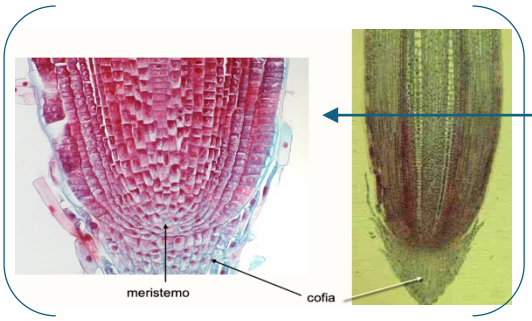
- Sin raíz principal persistente.
- Conjunto de **raíces fasciculadas** que surgen desde la base del tallo.
- Común en gramíneas como el maíz.

🔷 Estructura general de la raíz

La raíz muestra zonas diferenciadas, de fuera a dentro:

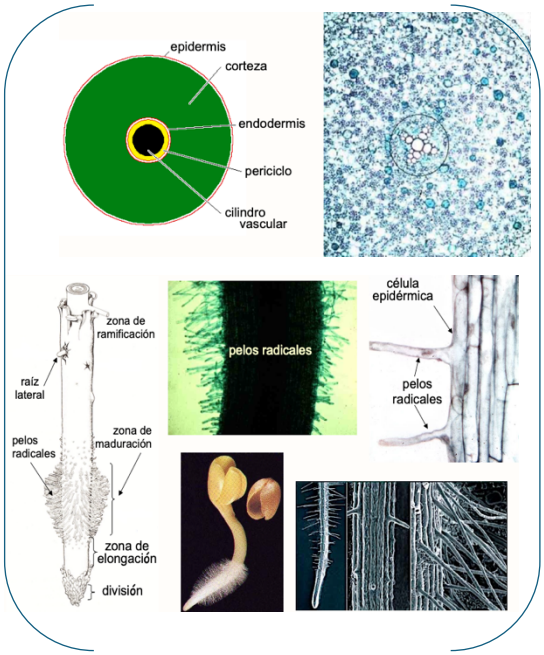


- **Pelos radicales**: aumentan la superficie de absorción.
- **Epidermis**
- **Corteza**
- **Endodermis**: capa que regula el paso de sustancias hacia el interior.
- **Periciclo**: capa generadora de raíces laterales.



- **Cilindro vascular**: donde están el xilema y floema

🔍 En esta imagen se aprecia la **cofia** (protección apical) y el **meristemo apical**, encargado del crecimiento en longitud.

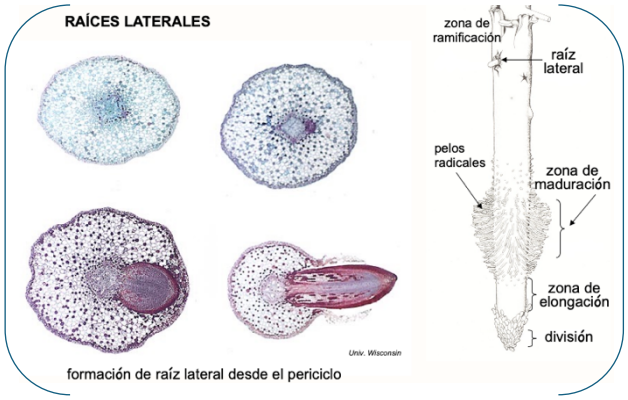


🔷 Zonas funcionales de la raíz

El crecimiento de la raíz se organiza en zonas:

ZONA	FUNCIÓN PRINCIPAL
Cofia	Protege el meristemo apical
Meristemo apical	División celular
Zona de elongación	Alargamiento celular
Zona de maduración	Diferenciación de tejidos y aparición de **pelos radicales**
Zona de ramificación	Formación de raíces laterales

🔷 Formación de raíces laterales

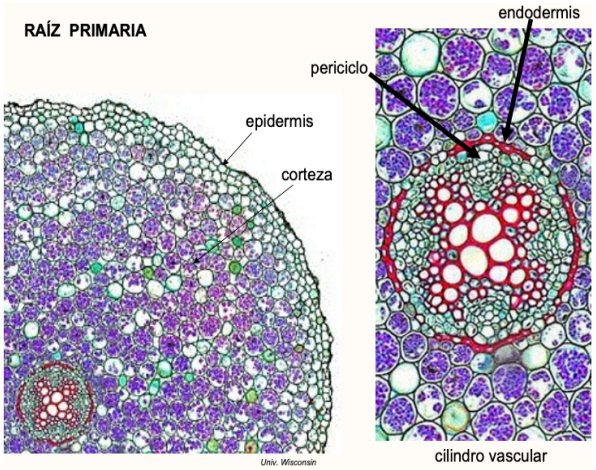


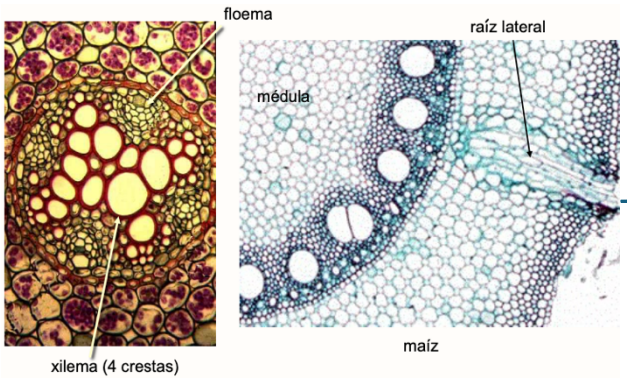
- Las **raíces laterales se originan en el periciclo** (capa interna de la corteza).
- Las imágenes muestran cómo esta raíz lateral rompe hacia fuera a través de las capas más externas.
- Esta formación ocurre en la **zona de maduración**, no en la punta.

🔷 Corte transversal de raíz primaria

En el corte de raíz se identifican:

- **Epidermis**
- **Corteza**
- **Endodermis**
- **Periciclo**
- **Xilema** (en forma de estrella en dicotiledóneas; en crestas en monocotiledóneas)
- **Floema**



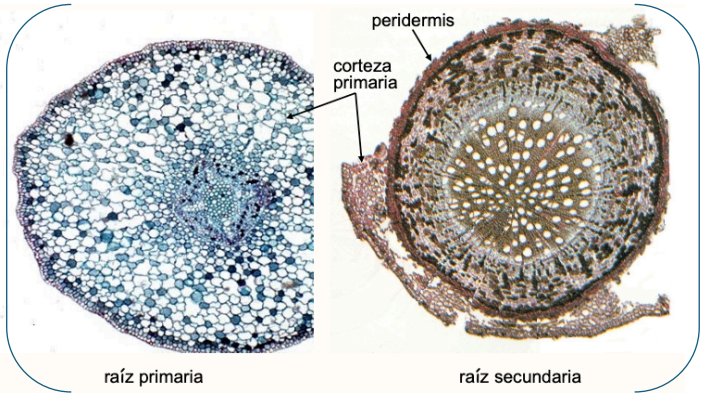


Raíz de maíz con **xilema** de 4 crestas, médula bien visible y raíz lateral en desarrollo.

🔷 Raíz secundaria

En plantas leñosas, la raíz también puede desarrollar crecimiento secundario:

- El **cambium** produce xilema y floema secundarios.
- Se forma una **peridermis**, sustituyendo a la epidermis.
- En la imagen se comparan raíz primaria y raíz secundaria.



🌱 1.2. ADAPTACIONES MORFOLÓGICAS DE LAS RAÍCES

Las raíces, además de anclar la planta y absorber agua y nutrientes, pueden **modificarse para cumplir funciones especiales**, como soporte, respiración o almacenamiento.

🔶 Raíces de soporte

1. Raíces fúlcreas (o zancos)

- Se desarrollan desde el tallo hacia el suelo.
- Proporcionan **estabilidad estructural** en suelos poco firmes o en plantas muy grandes.
- Ejemplos:
  - *Maíz*
  - *Ficus sp.* (ficus estranguladores)
  - **Manglares** como *Rhizophora*



2. Raíces tabulares

- Largas y aplanadas.
- Forman "aletas" radiales que aumentan el anclaje.
- Muy visibles en árboles tropicales.

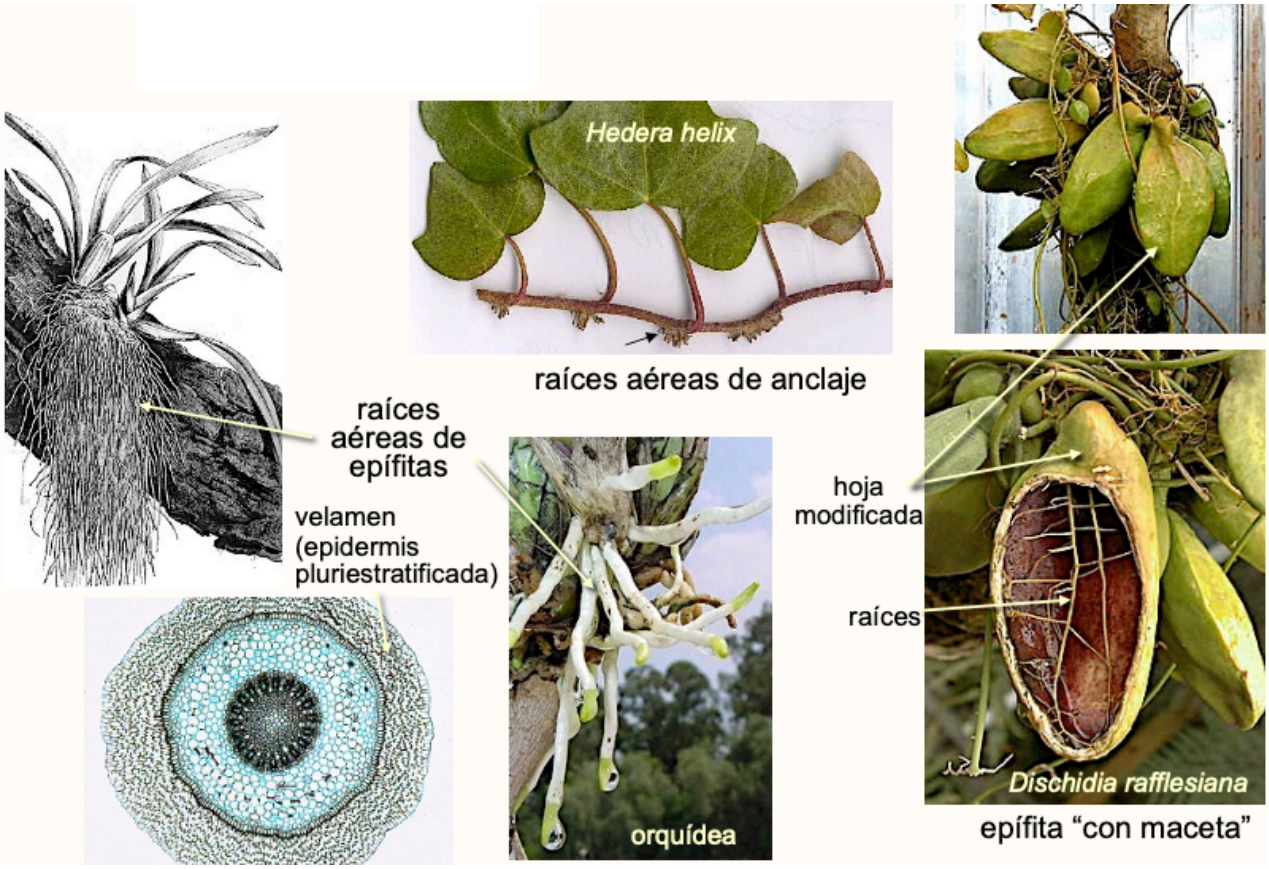
3. Neumatóforos

- Raíces verticales que emergen del suelo o del agua.
- Permiten el **intercambio gaseoso en suelos anegados**.
- Ejemplo: *Avicennia* (mangle negro).

🔶 Raíces aéreas

1. Raíces de epífitas

- Plantas que viven **sobre otras plantas**, pero no las parasitan.
- Ej.: orquídeas, *Dischidia rafflesiana*.
- Tienen **velamen**: epidermis multiestratificada que absorbe humedad del aire.



2. Raíces de anclaje

- En plantas trepadoras como *Hedera helix* (hiedra).
- Sirven para **fijarse a superficies verticales**.

3. Raíces adaptadas como "macetas"

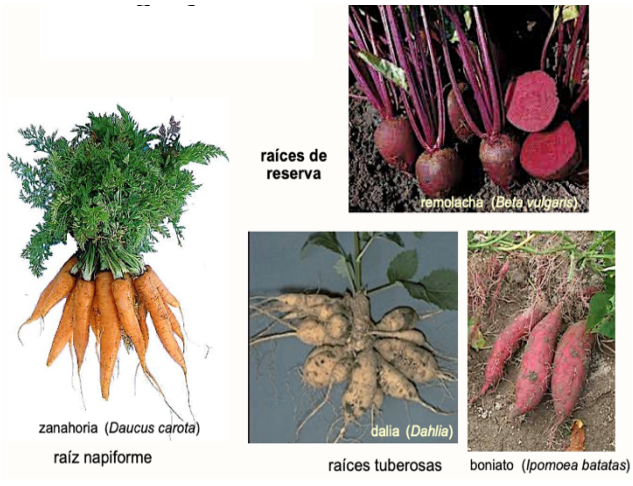
- En *Dischidia rafflesiana*, algunas hojas modificadas forman cavidades para retener agua y humus, donde crecen sus propias raíces.

🔶 Raíces de almacenamiento

Se engrosan para **acumular sustancias de reserva**, principalmente carbohidratos.

Ejemplos:

- **Napiformes** (forma de nabo):
  - *Daucus carota* (zanahoria)
  - *Beta vulgaris* (remolacha)
- **Tuberosas**:
  - *Ipomoea batatas* (boniato)
  - *Dahlia* (dalia)



Estas modificaciones son ejemplos de cómo las raíces se adaptan a **diferentes condiciones ecológicas** o necesidades fisiológicas.

🌱 HOJAS Y RAMAS

La **rama** y la **hoja** son dos partes muy distintas de una planta, tanto en estructura como en su función.

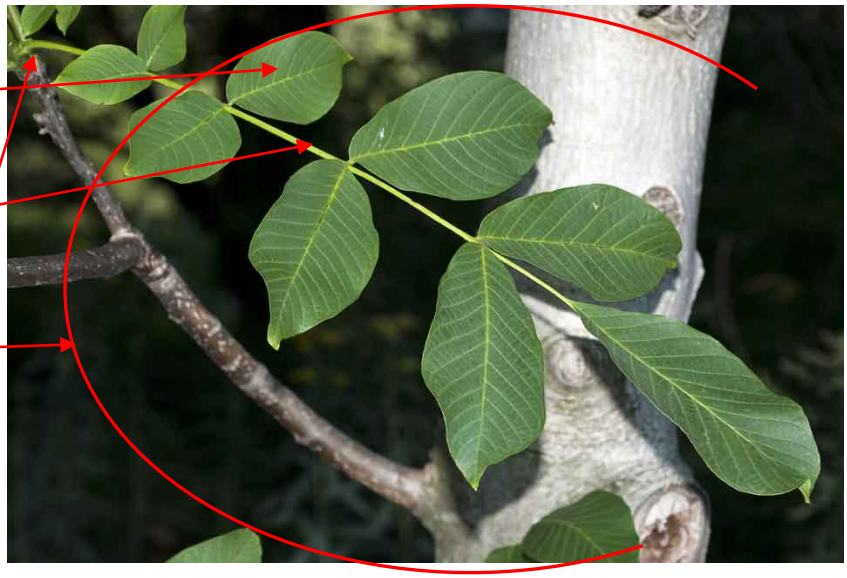
Para conocer si se trata de una **rama** o de una **hoja**, puede ayudarnos el saber que **todas las hojas nacen en un nudo del tallo o rama**, y que **las ramas suelen terminar en una yema apical**. Además, en la axila (ángulo entre tallo y hoja) puede encontrarse una yema que dará lugar a una rama. En cambio, si no hay yema terminal y la estructura se origina en un nudo, es más probable que sea una hoja (posiblemente compuesta) y no una rama.

Veamos un ejemplo **clásico de confusión** entre **rama con hojas** y **hoja compuesta** usando el **nogal** y el **fresno**, que tienen hojas grandes y divididas que pueden parecer ramitas con hojitas.

🌿 Ejemplo: hoja compuesta del nogal

El **nogal (Juglans regia)** tiene **hojas compuestas imparipinnadas**, es decir:

- Una sola hoja está dividida en varios **folíolos** (de 5 a 9).
- Todos los folíolos están unidos al mismo eje central, llamado **raquis**.
- El conjunto **parece una ramita con hojitas**, pero **no lo es**: es **una sola hoja**.



🔎 Cómo saber que no es una rama:

- Esta hoja **nace en un nudo** del tallo.
- En la base de esta hoja puede haber una **yema axilar** (entre el tallo y el pecíolo).
- Pero **en la punta del raquis no hay yema apical**, porque **no es una rama**.

🌳 Comparación con una rama verdadera

Una **rama verdadera**:

- Puede tener **varios nudos**.
- De esos nudos nacen hojas (o más ramas).
- **Termina en una yema apical**, que permite su crecimiento longitudinal.

🧠 Truco para diferenciar hoja compuesta vs. ramita:

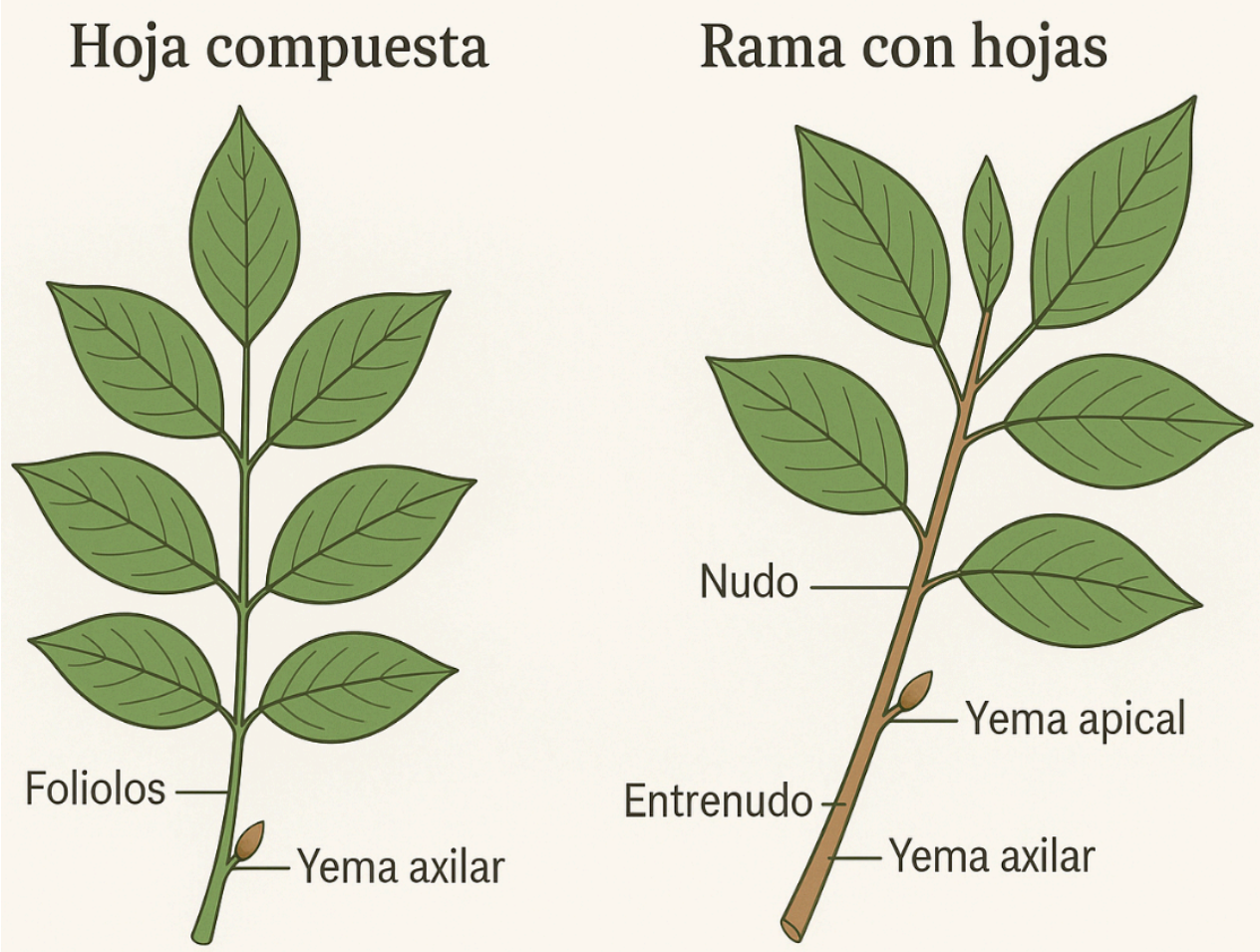
CARACTERÍSTICA	HOJA COMPUESTA	RAMA CON HOJAS
¿Dónde nace?	En un solo nudo del tallo o rama	De otro tallo o rama
¿Tiene yema apical?	❌ No	✅ Sí
¿Tiene yema en la base (axilar)?	✅ Sí	✅ Sí
¿Tiene entrenudos?	❌ No	✅ Sí
¿Los “segmentos” se caen juntos?	✅ Sí (toda la hoja)	❌ No (hojas se caen, rama queda)

Aquí vemos una explicación comparativa que puede servir para aclaralo:

ELEMENTO	RAMA	HOJA
Definición	Estructura leñosa o semileñosa que se desprende del tallo principal.	Órgano generalmente plano y delgado que brota de los tallos o ramas.
Naturaleza	Parte del **sistema caulinar** (parte aérea de la planta que incluye tallo y ramificaciones).	Parte del **sistema foliar** (órganos relacionados con la fotosíntesis y el intercambio gaseoso).
Composición	Puede tener nudos, entrenudos, y de ella pueden surgir hojas, flores o frutos.	Formada por limbo (parte plana), pecíolo (rabillo) y a veces una vaina.
Función principal	Sostener y distribuir las hojas, flores y frutos, y transportar agua y nutrientes.	Realizar la **fotosíntesis**, la **transpiración** y el **intercambio gaseoso**.
Duración	Suele ser más duradera y leñosa (aunque hay ramas verdes en plantas jóvenes o herbáceas).	Por lo general, de vida más corta, renovándose según la estación.
Color	Normalmente marrón o verde si es joven.	Típicamente verde por la clorofila, aunque puede cambiar en otoño.

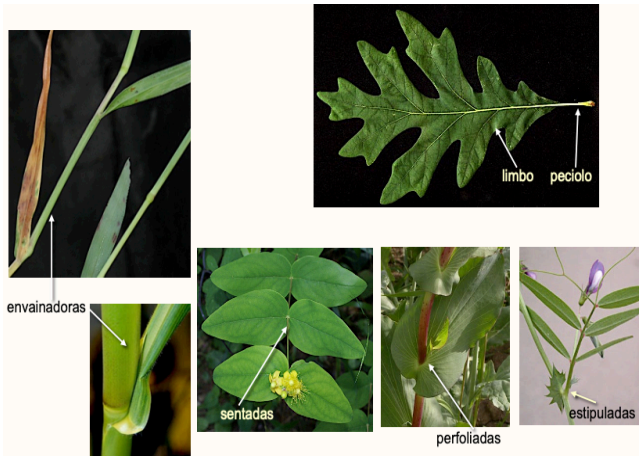
Ejemplo práctico:

- En un manzano, las **ramas** son las estructuras que salen del tronco y de las que brotan las **hojas**, **flores** y **frutos**.
- Las **hojas** capturan la luz solar para producir azúcares mediante la fotosíntesis, y no pueden sobrevivir separadas mucho tiempo.



🌿 2.1. MORFOLOGÍA DE LAS HOJAS

🔷 Partes de una hoja



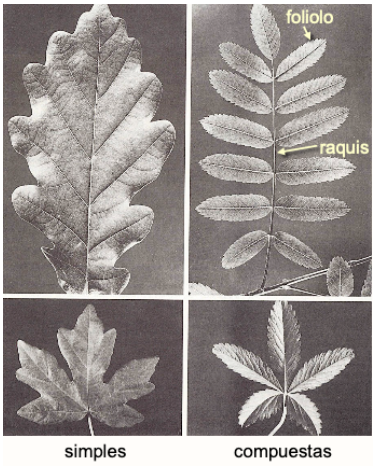
Una hoja típica está compuesta por:

- **Limbo**: parte ancha y plana, donde se realiza la fotosíntesis.
- **Peciolo**: rabillo que une el limbo al tallo.
- **Estípulas**: apéndices a los lados del peciolo, no siempre presentes.

Según cómo se insertan en el tallo:

- **Pecioladas**: con peciolo.
- **Sentadas**: sin peciolo.
- **Envainadoras**: envuelven el tallo.
- **Perfoliadas**: el tallo parece atravesar el limbo.
- **Estipuladas**: con estípulas evidentes.

🔷 Hojas simples y compuestas



Hojas simples:

- El limbo es una unidad entera (aunque puede estar lobulado o dividido superficialmente).

Hojas compuestas:



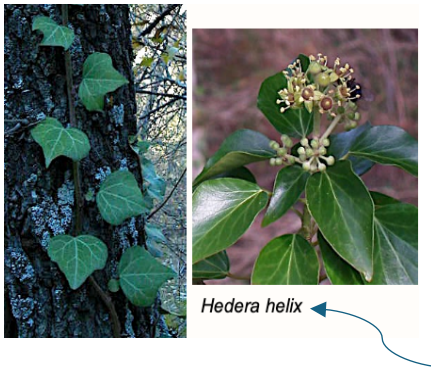
- El limbo está dividido completamente en **foliolos** o **hojuelas**.

Tipos de hojas compuestas:

- **Pinnaticompuestas**:
  - **Paripinnadas**: número par de foliolos (sin foliolo terminal).
  - **Imparipinnadas**: número impar (con foliolo terminal).
- **Palmaticompuestas**: los foliolos parten de un punto común, como los dedos de una mano.

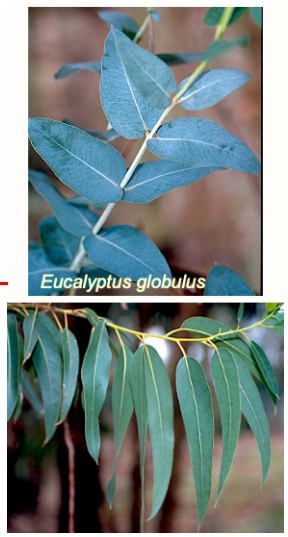
🔷 Heterofilia

La **heterofilia** es el fenómeno por el cual una planta puede tener hojas que varían en tamaño, forma, color o textura dependiendo de su ubicación en la planta, o de su etapa de desarrollo.



Ejemplos:

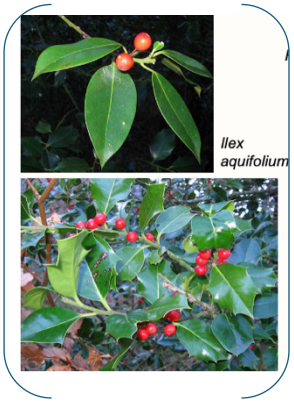
→ *Eucalyptus globulus*: hojas juveniles y adultas muy diferentes.



→ *Hedera helix* (hiedra): hojas lobuladas o enteras según la posición.

→ *Ranunculus aquatilis*: hojas aéreas vs. sumergidas, adaptadas al medio.





→ *Ilex aquifolium*: hojas con o sin espinas según la edad o altura.

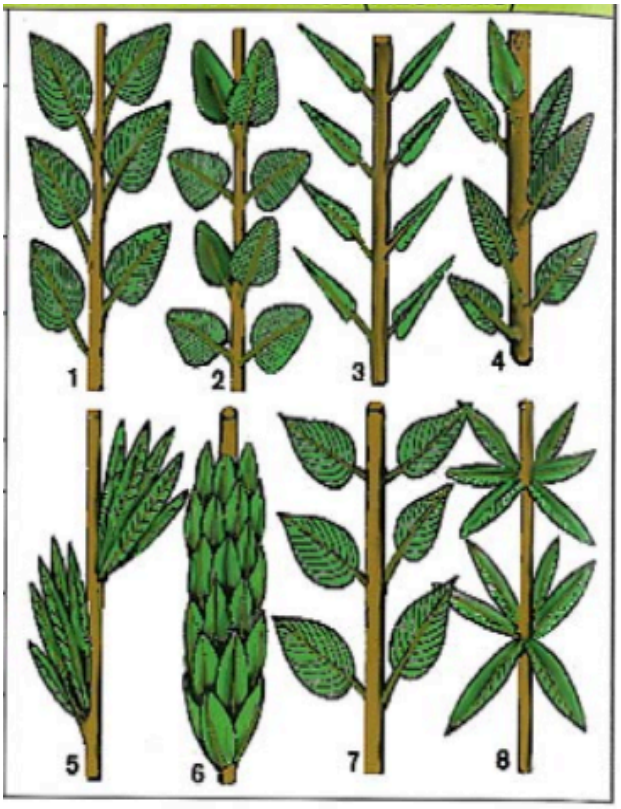
→ *Quercus ilex* subsp. *ballota*: variabilidad foliar según exposición.



🔷 Disposición de las hojas o filotaxis

La **filotaxis** describe cómo se disponen las hojas en el tallo. Esto influye en la **captación de luz** y el equilibrio de la planta.

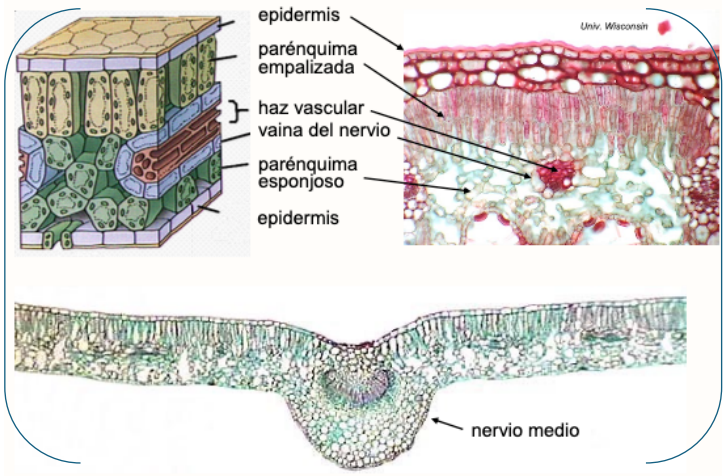
Nº	TIPO	CARACTERÍSTICA
1	**Alterna**	Una sola hoja en cada nudo del tallo, dispuestas alternativamente unas sobre otras.
2	**Decusada**	Hojas dispuestas en parejas opuestas y cruzadas a 90° entre sí, formando una cruz en cada par sucesivo, con el fin de recibir la luz por más sitios.
3	**Dística**	Hojas dispuestas en dos filas, una a cada lado del tallo o rama.
4	**Helicoidal**	Hojas dispuestas en espiral a lo largo del tallo, siguiendo una línea imaginaria en hélice.
5	**Fasciculada**	Hojas agrupadas en un punto, formando un haz o fascículo.
6	**Imbricada**	Hojas muy próximas que se superponen parcialmente, como las tejas de un tejado.
7	**Opuesta**	Dos hojas por nudo, situadas una frente a otra en el mismo plano.
8	**Verticilada**	Tres o más hojas nacen del mismo nudo, dispuestas en círculo alrededor del tallo.



🔬 2.2. ANATOMÍA INTERNA DE LA HOJA

🔷 Estructura en corte transversal

En una hoja típica se observan tres capas principales:

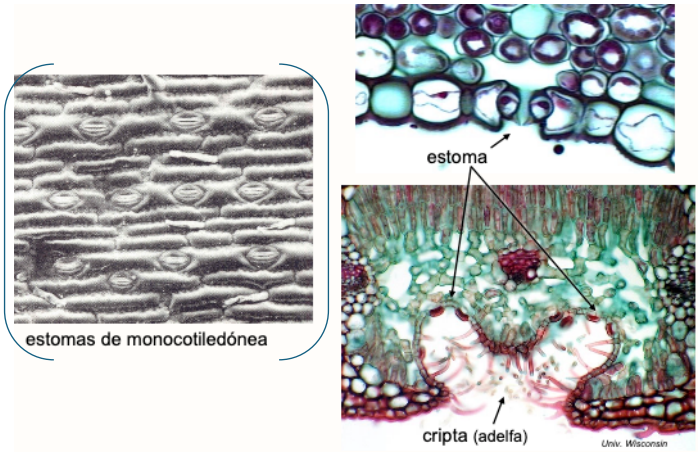


1. **Epidermis (superior e inferior)**:
   - Capa protectora.
   - Puede presentar cutícula, tricomas y estomas.
2. **Mesófilo**:
   - **Parénquima en empalizada**: células alargadas y ordenadas; principal zona de fotosíntesis.
   - **Parénquima esponjoso**: células irregulares con espacios intercelulares que facilitan el intercambio gaseoso.
3. **Haces vasculares (nervios)**:
   - Recubiertos por una **vaina de células** (vaina vascular).
   - Transportan agua (xilema) y productos fotosintéticos (floema).

Esta organización corresponde al modelo típico de hoja de **dicotiledónea**.

🔷 Estomas

- Son **poros regulables** por dos células oclusivas.
- Permiten el **intercambio de gases** (entrada de CO_2, salida de O_2 y vapor de agua).



Ejemplos:

- **Monocotiledóneas**: estomas dispuestos en filas regulares.
- **Criptas estomáticas**: en plantas xerófitas como la **adelfa**, donde los estomas están hundidos para reducir la pérdida de agua.

🔷 Tipos de mesófilo (tejido que se encuentra entre las epidermis del haz y del envés de las hojas)

Según la distribución de tejidos fotosintéticos:

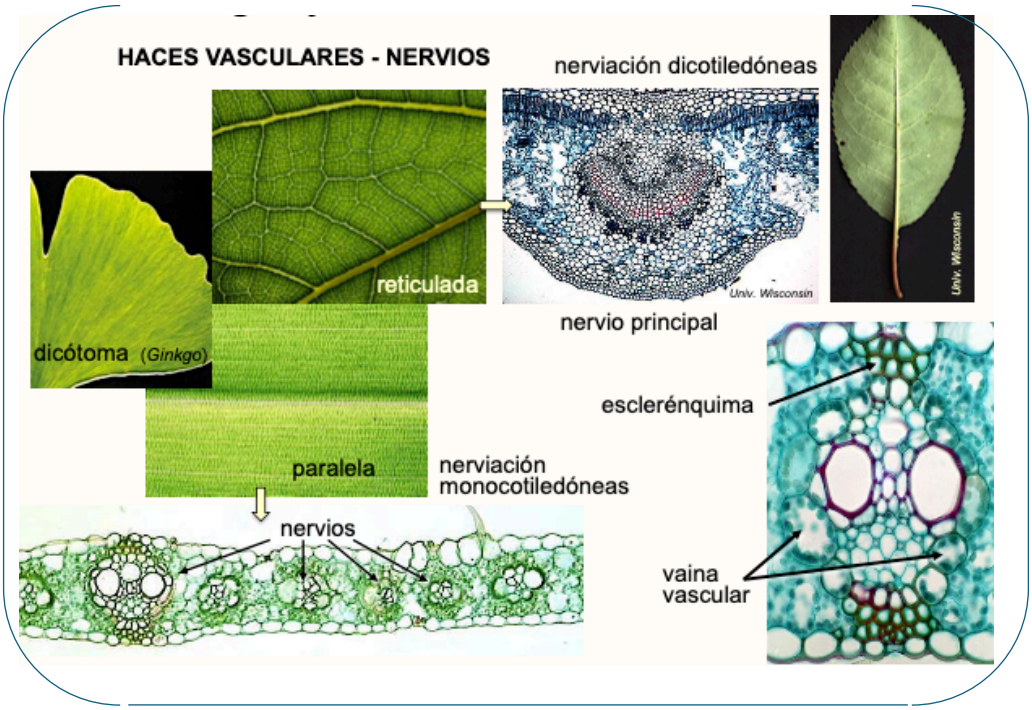
- **Dicotiledóneas**: mesófilo diferenciado en empalizada y esponjoso.
- **Monocotiledóneas (ej. maíz)**: **parénquima indiferenciado** (todas las células similares).
- Esto se relaciona con las diferencias en **forma y función foliar**.

🔷 Nerviación y haces vasculares (pág. 19)

Los haces vasculares están reforzados por **esclerénquima** para sostén y protección.

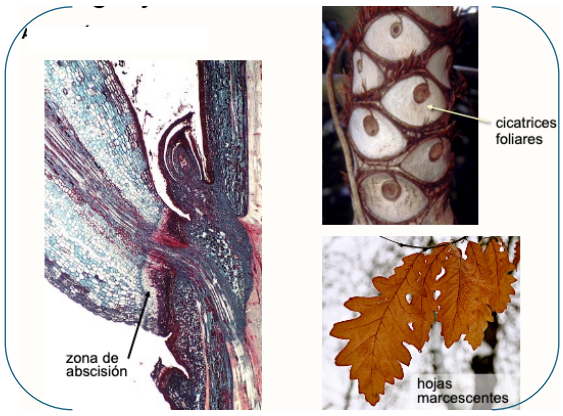
Las hojas presentan distintas **disposiciones del sistema vascular**:

TIPO DE NERVIACIÓN	GRUPO VEGETAL	CARACTERÍSTICAS
Paralela	Monocotiledóneas	Nervios paralelos (ej. maíz, gramíneas)
Reticulada	Dicotiledóneas	Nervios ramificados en red
Dicótoma	*Ginkgo biloba*	Nervios que se bifurcan repetidamente



Abscisión foliar

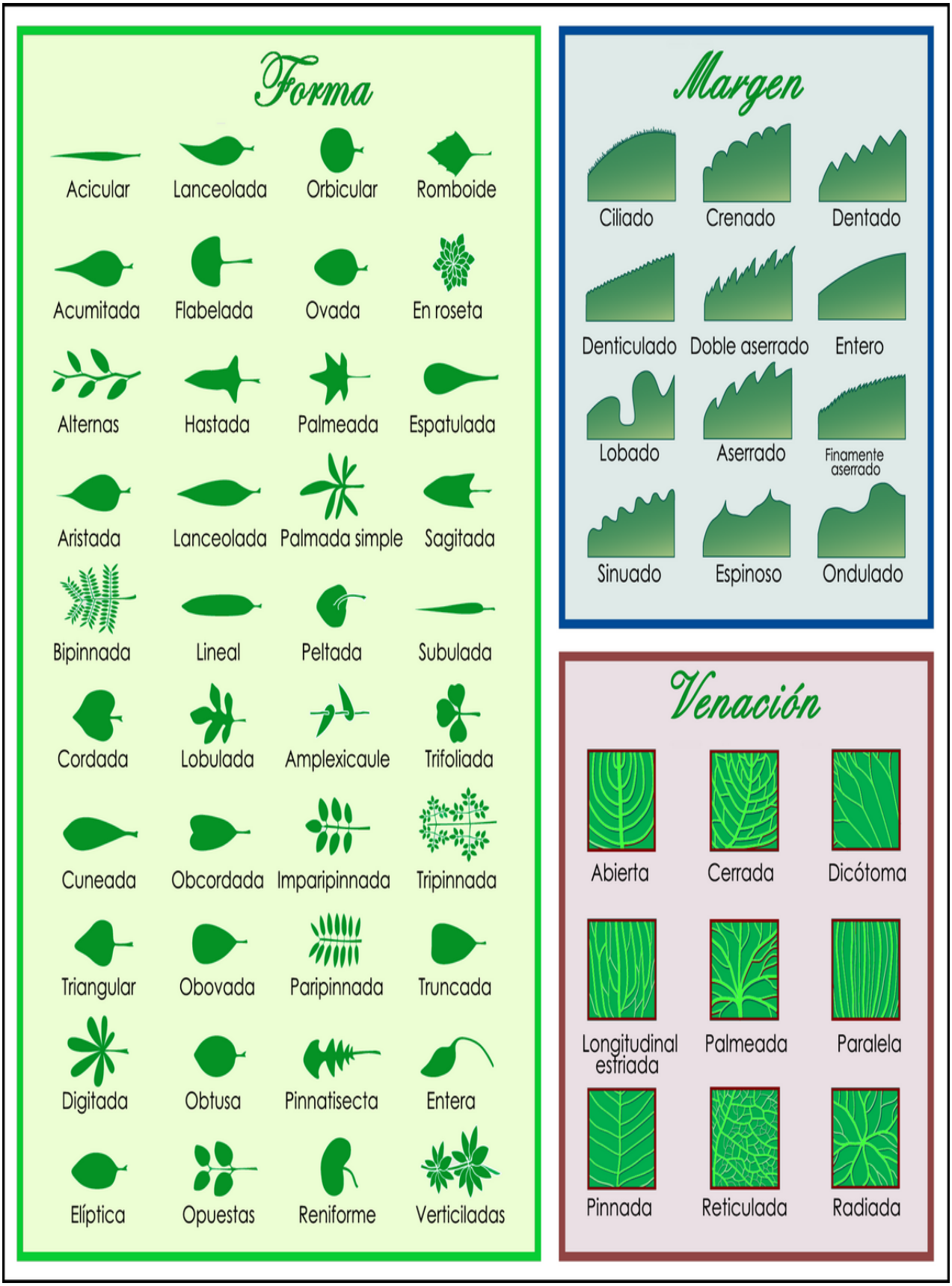
- La **abscisión** es la caída natural de las hojas. No es simplemente que la hoja se caiga porque está vieja o débil; es un proceso cuidadosamente regulado por la planta para su supervivencia y beneficio.



Esta estrategia está impulsada por varios motivos:

- **Conservación de agua:** En climas fríos o secos, las hojas transpiran mucha agua. Al desprenderse de ellas, la planta reduce drásticamente la pérdida de agua, evitando la deshidratación y el daño por congelación en invierno.
- **Ahorro de nutrientes:** Antes de la abscisión, la planta recupera nutrientes valiosos (como nitrógeno, fósforo, potasio) de las hojas moribundas y los transporta a las partes perennes (tallos y raíces) para su almacenamiento y uso en la siguiente temporada de crecimiento. Esto se observa en el cambio de color de las hojas en otoño, que se debe a la degradación de la clorofila y la revelación de otros pigmentos.
- **Eliminación de residuos:** Las hojas acumulan productos de desecho metabólicos y toxinas a lo largo de su vida. La abscisión es una forma de deshacerse de estos compuestos perjudiciales.
- **Reducción de daños:** Las hojas dañadas por insectos, patógenos o condiciones ambientales adversas pueden ser desprendidas para prevenir la propagación de enfermedades o el gasto inútil de recursos en su reparación.
- **Preparación para la dormancia:** En regiones templadas, la abscisión foliar es parte del proceso de preparación para el período de dormancia invernal, donde la planta reduce su actividad metabólica.
- Ocurre en una **zona de separación** especializada (zona de abscisión), que deja una **cicatriz foliar** en el tallo.

NOMENCLATURA DE LAS HOJAS



3.1. ADAPTACIONES FUNCIONALES DE HOJAS Y TALLOS

Las plantas han ido realizando modificaciones estructurales que las permite adaptarse a distintos ambientes y funciones.

Veamos esas adaptaciones:

Zarcillos

Son estructuras alargadas que permiten a la planta **sujeción y trepado**:

- **Zarcillos caulinares**: derivados del tallo. Ej.: *Vitis vinifera* (vid).



zarcillo caulinar bífido



zarcillo foliar (leguminosa)

- **Zarcillos foliares**: derivados de hojas o foliolos. Ej.: leguminosas como el guisante (*Pisum*).

- **Zarcillos bífidos y adhesivos**: como en *Parthenocissus* (parra virgen), con ventosas.



zarcillos caulinares "adhesivos"

Órganos fotosintéticos modificados

- **Cladodios**: tallos fotosintéticos planos. Ej.: *Asparagus*.
- **Filoclados**: tallos en forma de hoja. Ej.: *Ruscus*.
- **Filodios**: peciolos ensanchados que sustituyen al limbo. Ej.: *Acacia*.
- **Hojas trampa**: especializadas en atrapar insectos. Ej.: *Nepenthes aculeatus*.







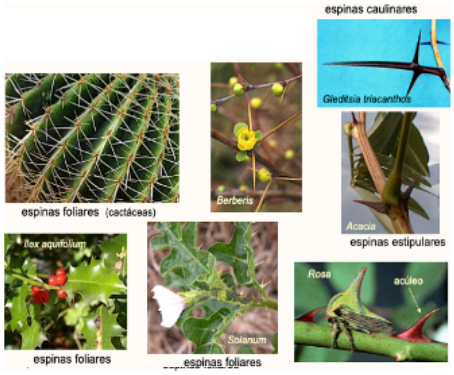




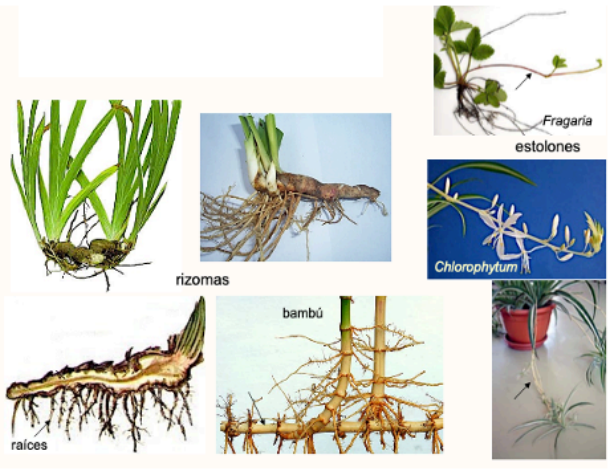
Espinas

Estructuras defensivas con origen diverso:

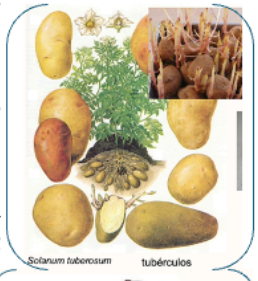
TIPO DE ESPINA	EJEMPLOS
Foliar	*Ilex aquifolium* (acebo), cactáceas
Estipular	*Acacia*
Caulinar (tallo)	*Gleditsia triacanthos*
Acúleos (no verdaderas)	*Rosa*, *Solanum* (superficiales, fácilmente desprendibles)

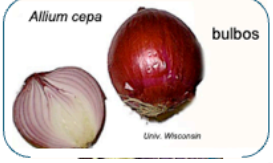


Órganos de reproducción vegetativa o reserva



- **Rizomas**: tallos subterráneos horizontales. Ej.: *Bambú*.
- **Estolones**: tallos rastreros que emiten raíces. Ej.: *Fragaria* (fresa).
- **Tubérculos**: tallos engrosados con yemas: *Solanum tuberosum*-patata.
- **Bulbos**: tallos con hojas carnosas: *Allium cepa* (cebolla), *Crocus*.
- **Bulbos macizos y aéreos**: como en *Gladiolus* y *colinabo*.

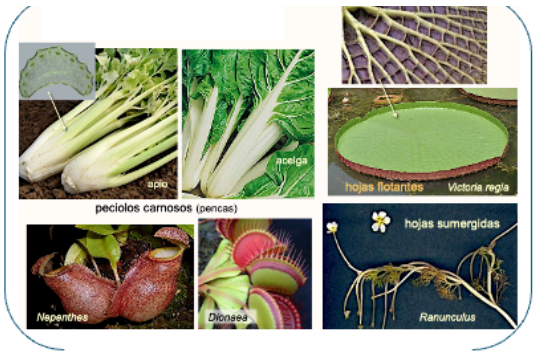




Otras adaptaciones de hojas

- **Peciolos carnosos**: hojas modificadas para reserva: *Acelga*, *Apium graveolens* (apio).
- **Hojas carnívoras**: *Nepenthes*, *Dionaea* atrapamoscas.





- **Hojas flotantes /sumergidas**: *Victoria regia*, *Ranunculus aquatilis*.
- **Hojas suculentas**: especializadas en **almacenar agua**: *Sedum*, *Agave*, *Lithops*, *Pachycereus*.

→ Todas estas adaptaciones muestran la **versatilidad morfológica de las plantas**, y cómo transforman sus órganos para **sobrevivir, defenderse o reproducirse** en distintos ambientes.

Tema 5: EVOLUCIÓN VEGETAL Y DISTRIBUCIÓN TERRESTRE

ÍNDICE TEMÁTICO

1. **Introducción: vegetación terrestre actual y evolución**
   1.1. Distribución latitudinal y altitudinal de la vegetación
   1.2. Tipos de vegetación en distintos ecosistemas y climas
   1.3. Cambios geológicos y aparición de plantas vasculares y con flor
2. **Las angiospermas: dominio, importancia y utilidades**
   2.1. Ventajas evolutivas de la flor y el fruto
   2.2. Usos alimentarios, industriales, medicinales y culturales
3. *(Luego entraremos en: reproducción sexual, flor, semillas y frutos, ciclos reproductivos, etc.)*

---

1. DISTRIBUCIÓN Y EVOLUCIÓN DE LA VEGETACIÓN TERRESTRE

1.1. Importancia de la reproducción sexual

La **reproducción sexual** y la **variabilidad** genética fue la base de la adaptación y clave para el éxito evolutivo de las plantas con semillas en primer lugar, y de las plantas con flor (angiospermas) después y que las ha posibilitado **dominar la Tierra en la actualidad**.

- **Importancia:** Esta variabilidad genética ha ido permitiendo que las poblaciones de plantas tengan individuos con diferentes características, lo que aumentó la probabilidad de que muchos individuos sobrevivan y se reproduzcan en condiciones ambientales cambiantes o ante nuevas enfermedades y plagas.

- **Adaptación a Nuevos Ambientes (Selección natural):**

La variabilidad genética generada por la reproducción sexual proporciona el material para la selección natural. Aquellos individuos con combinaciones de genes que les confieren ventajas en un entorno específico (por ejemplo, mayor resistencia a la sequía, mejor absorción de nutrientes) tienen más probabilidades de sobrevivir, reproducirse y transmitir esas características a su descendencia.

- **Colonización de nuevos hábitats:**

La variabilidad genética también facilita la colonización de nuevos hábitats. Algunas combinaciones de genes pueden permitir que ciertas plantas prosperen en condiciones diferentes a las de sus progenitores.

- **Superación de Enfermedades y Plagas:**

La diversidad genética dentro de una población de plantas aumenta la resistencia y la probabilidad de que algunos individuos posean genes que les confieran resistencia a enfermedades o plagas específicas. Si la población fuera genéticamente idéntica (como en la reproducción asexual), una sola enfermedad podría devastar toda la población.

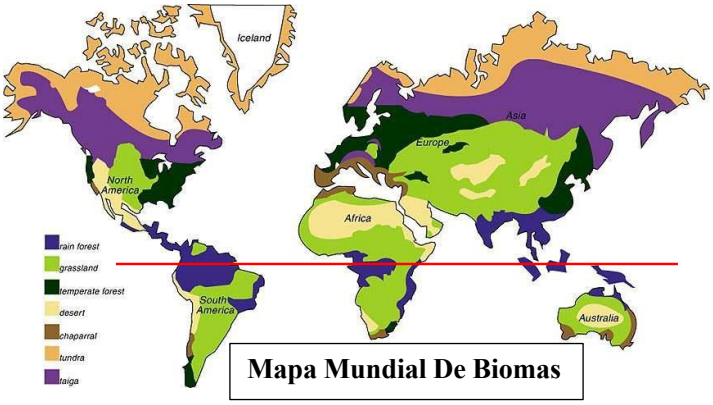
→ **Veamos de qué manera ha influido todo esto en la vida vegetal.**

1.2. Distribución de la vegetación por altitud y latitud

La vegetación forma **series climatófilas**, determinadas por **temperatura y precipitación**. Esto genera un **gradiente altitudinal y latitudinal** con bandas vegetales sucesivas:

ALTITUD O LATITUD	TIPO DE VEGETACIÓN
0–700 m	**Desierto**
700–1300 m	**Bosque mediterráneo**
1300–2000 m	**Bosque caducifolio (robles, hayas)**
2000–3500 m	**Bosque de coníferas (taiga)**
>3500 m	**Tundra**

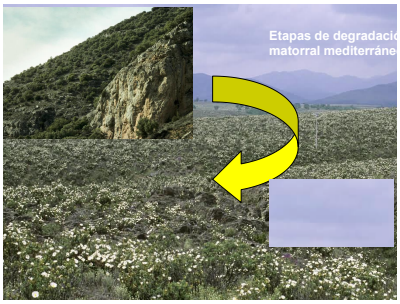
Este patrón se repite tanto **verticalmente (montañas)** como **horizontalmente (latitud)**.

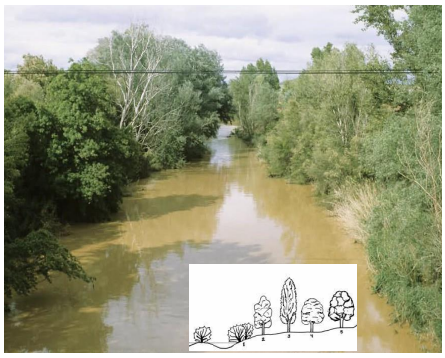


Mapa Mundial De Biomas



1.3. Influencia del suelo y el agua





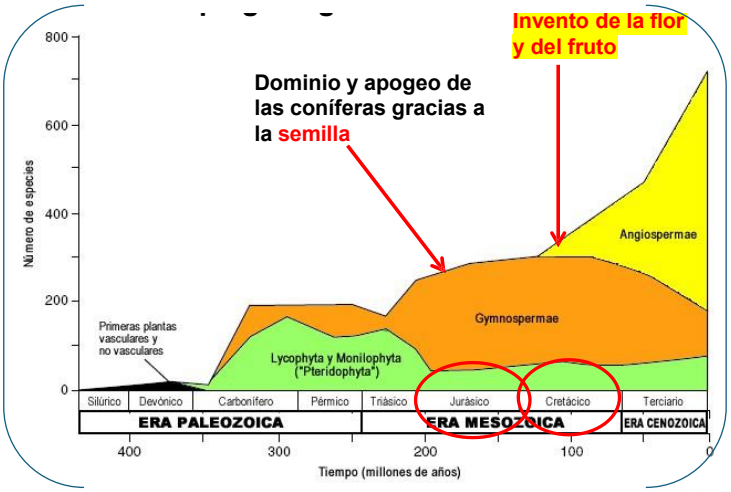
Además del clima, el **suelo y su contenido hídrico** hay otros factores determinantes, por ejemplo, las **series sedafófilas** donde el aporte hídrico puede ser mayor, como sucede en las series de vegetación de ribera o bosques de galería donde el agua es constante, aunque el clima sea seco; o menor, como en los complejos de vegetación de roca.

1.4. Evolución de la vegetación en el tiempo geológico

Veamos ahora cómo ha cambiado la vegetación a lo largo del tiempo:

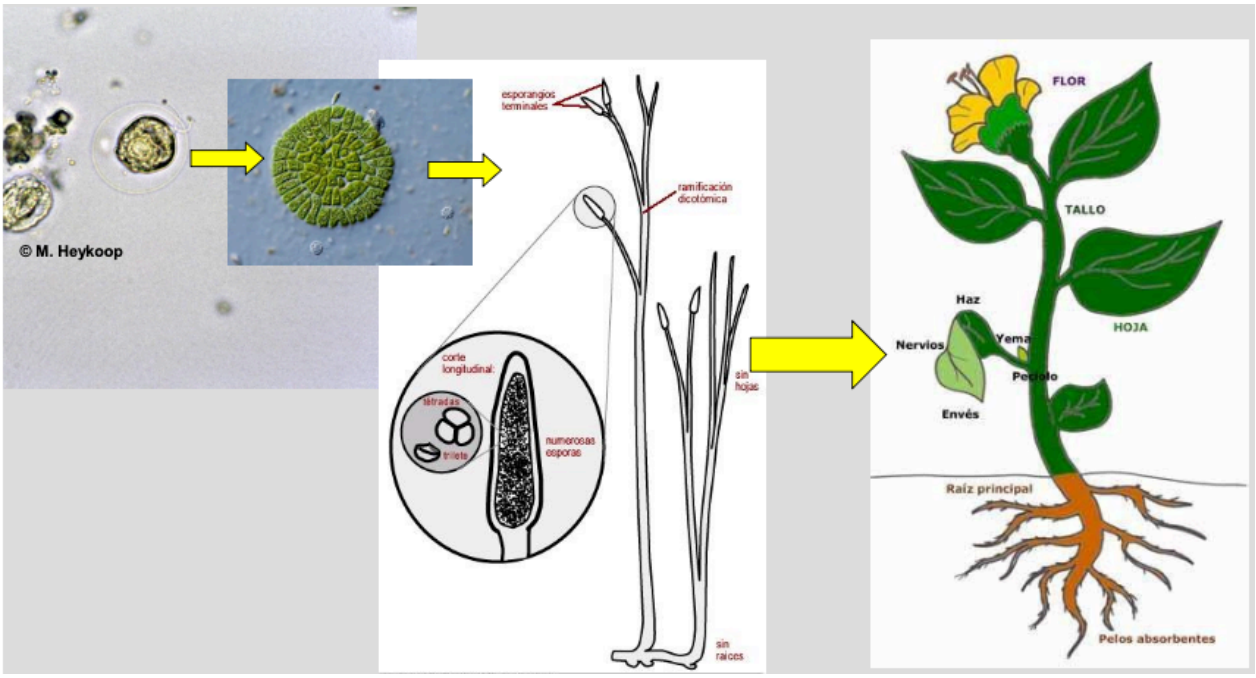
Principales eventos:

- **Silúrico (~425 M.a.)**: primeras plantas terrestres (ej. *Cooksonia*, *Aglaophyton*).
- **Devónico (~400–360 M.a.)**: aparecen las primeras plantas vasculares.
  - **Invención de la lignina** → soporte estructural.
  - **Esporas dispersadas por el viento**.



- **Carbonífero (~360–286 M.a.)**:
  - Primeros bosques densos.
  - Aparecen **semillas** (gran ventaja evolutiva).
- **Jurásico-Cretácico (~200–100 M.a.)**:
  - Apogeo de las **gimnospermas**.
  - Invención de la **flor y del fruto** → nacimiento de las angiospermas.
- **Cenozoico – Actualidad**:
  - Rápida expansión y dominio total de las angiospermas.

🔹 1.5. De las algas al cormo vegetal



El desarrollo vegetal va desde:

1. **Algas verdes unicelulares**
2. **Organismos tipo Rhynia (sin hojas ni raíces verdaderas)**
3. **Cormófitos complejos con raíz, tallo, hoja y flor**

Perfecto. Vamos ahora con el **bloque 2: Angiospermas – dominio, importancia y utilidades**, desarrollado entre las *páginas 45 y 107* del documento **Botánica 5**. Este bloque explica por qué las plantas con flor dominan el planeta y cómo son esenciales para la vida humana.

🌺 2. <u>ANGIOSPERMAS – DOMINIO, IMPORTANCIA Y UTILIDADES</u>

🔹 2.1. ¿Por qué dominan las angiospermas?

Las angiospermas:

- Son las **plantas con flor y fruto**.
- Representan el grupo **más numeroso y diverso** del reino vegetal.
- Dominan todos los ecosistemas actuales, desde selvas tropicales hasta zonas templadas y desérticas.

Innovaciones evolutivas clave:

- **Flor**: especializada en reproducción sexual; permite fecundación cruzada.



La Jungla, Selva Virgen, de Sudamérica . Frontera de Perú con Bolivia

- **Fruto**: protege la semilla y ayuda a su dispersión.
- **Sifonogamia**: transporte de gametos masculinos sin necesidad de agua externa.
- **Asociaciones con animales**:
  - Polinización (ej. insectos, aves)
  - Dispersión de semillas (ej. mamíferos, aves)



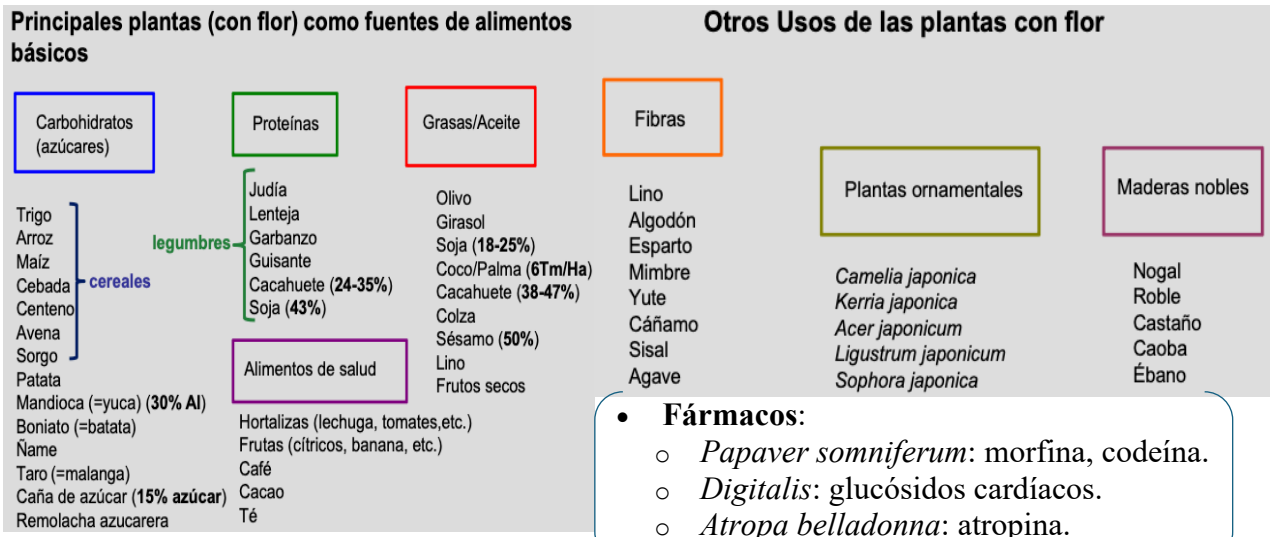
🔍 ***Esta imagen resume la tesis.***

🔷 2.2. Utilidad económica y ecológica

a) Alimentación humana

- La mayoría de los **alimentos básicos** proceden de angiospermas.



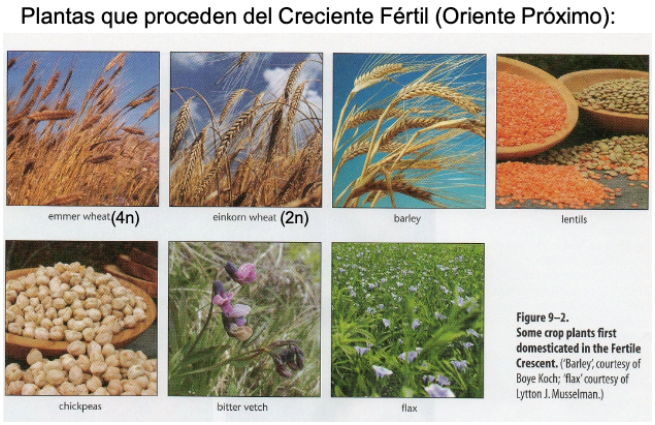


- **Fármacos**:
  - *Papaver somniferum*: morfina, codeína.
  - *Digitalis*: glucósidos cardíacos.
  - *Atropa belladonna*: atropina.

🔷 2.3. Ejemplos concretos

Estas son algunas de las **materias claves** de angiospermas que han tenido impacto histórico, agrícola o económico:

- **Trigo (Triticum aestivum)**: alimento básico del Mediterráneo y Occidente.
- **Arroz (Oryza sativa)**: base alimentaria de Asia.
- **Maíz (Zea mays)**: derivado del teosinte, esencial en América.
- **Mandioca (yuca)**: vital en zonas pobres, alto contenido en almidón.
- **Uva (Vitis vinifera)**: origen del vino, cultivo milenario.
- **Caña de azúcar, banano, girasol, tomate, pimiento, oliva, cebada, cacao, café, té…**









→ <u>Hagamos algo de la historia de estos alimentos que transformaron la alimentación global a la vez que aliviaron el hambre en Europa y cambiaron incluso la demografía de continentes enteros.</u>

Comenzamos con la historia de la **patata**, ya que es una de las más apasionante y refleja cómo un simple tubérculo pudo hacer tanto por el hombre.

⇒ **<u>HISTORIA DE LA PATATA</u>**

🌱 Origen

La patata (Solanum tuberosum) es originaria de **Sudamérica**, en concreto de la región del **altiplano andino**, en lo que hoy es el sur de **Perú** y el noroeste de **Bolivia**. Se cultiva allí desde hace más de **7.000 años**. Los pueblos indígenas andinos desarrollaron numerosas variedades y técnicas agrícolas complejas para su cultivo y conservación, como el **chuño**, una forma deshidratada de patata.



🚢 Llegada a Europa. Primer contacto.

Tras la llegada de los españoles a América en el siglo XVI, los cronistas como Cieza de León ya

mencionan la patata entre los cultivos indígenas. Fue traída a Europa por los conquistadores **entre 1550 y 1570**, junto con otros productos como el maíz, el tomate o el cacao.

Las primeras referencias documentadas de la patata en España aparecen en **Sevilla en 1573**, en registros hospitalarios. Al principio, se cultivaba en jardines botánicos y conventos más como curiosidad que como alimento principal. También se usaba con fines medicinales, por su supuesto valor terapéutico.

🍽️ Desconfianza inicial en Europa

Durante mucho tiempo, la patata fue rechazada en Europa. Se la relacionaba con enfermedades como la lepra, y se desconfiaba de su aspecto, ya que no crecía en árboles ni era un grano. Además, al no mencionarse en la Biblia, en algunos sectores religiosos se la veía con suspicacia.

En muchos lugares se usaba solo como alimento para el ganado o para los pobres, y se cultivaba poco.

🧠 Difusión estratégica y popularización

Un personaje clave fue **Antoine-Augustin Parmentier**, farmacéutico francés del siglo XVIII que había sido prisionero en Prusia durante la Guerra de los Siete Años y allí se alimentó de patatas. A su regreso a Francia, promovió activamente su cultivo.

Parmentier convenció a la corte de Luis XVI y organizó cenas donde servía patatas a personajes influyentes. Incluso hizo plantar campos de patatas custodiados por soldados durante el día para despertar el interés popular. Al ver el pueblo que el rey tenía esto entre sus cultivos, consideró que debía de ser algo bueno, por lo que de noche los campesinos las robaban y las empezaron a cultivar.

🌍 Expansión al resto del mundo

- **Reino Unido e Irlanda:** En el siglo XVII llegó a las Islas Británicas. En Irlanda, en particular, se convirtió en alimento básico por su facilidad de cultivo y alto rendimiento. Esto llevó a una **dependencia peligrosa**: cuando la plaga del hongo *Phytophthora infestans* arrasó las cosechas entre 1845 y 1851, provocó la Gran Hambruna Irlandesa, con un millón de muertos y otro millón de emigrantes.
- **Alemania, Países Bajos y Rusia:** En el siglo XVIII, las monarquías ilustradas promovieron su cultivo. Federico II de Prusia obligó a los campesinos a cultivarla. En Rusia, Catalina la Grande también impulsó su plantación.
- **Asia y África:** Fue llevada por comerciantes y colonizadores europeos. China, hoy en día es uno de los principales productores mundiales.
- **Norteamérica:** Fue introducida por colonos británicos, aunque su cultivo masivo se dio más tarde, a partir del siglo XVIII.

💊 Contribución a la lucha contra el hambre

La patata fue una auténtica revolución agrícola y nutricional:

1. **Altamente nutritiva:** Rica en carbohidratos, vitamina C, potasio y calorías.
2. **Fácil de cultivar:** Se adapta a climas fríos y suelos pobres.
3. **Rápido crecimiento:** Varias cosechas al año en climas templados.
4. **Aumento demográfico:** Su inclusión en la dieta contribuyó al crecimiento de la población europea entre los siglos XVIII y XIX.

Por todo ello se convirtió en uno de los pilares de la **revolución agrícola europea**, al lado del maíz y el trébol.

🧪 Variedades y mejora genética

Hoy existen más de **4.000 variedades nativas** en América del Sur y unas **180 cultivadas de forma comercial** en el mundo. La mejora genética ha buscado aumentar la resistencia a enfermedades, el rendimiento y las propiedades culinarias.

🏛️ La patata en la cultura y la ciencia

- **Premio Nobel de la Paz 1970:** Fue otorgado a **Norman Borlaug**, impulsor de la Revolución Verde, en la que la patata tuvo un papel importante.
- **UNESCO:** En 2008 se declaró el "Año Internacional de la Papa" por su papel en la seguridad alimentaria mundial.
- **Museos de la patata:** Existen en varios países, incluido uno en Alemania y otro en Perú.

🥔 Estas son **algunas de las variedades más conocidas de patata** y sus principales **usos culinarios**, tanto en España como en el mundo:

VARIEDADES	ORIGEN / USO COMÚN	TEXTURA	USOS RECOMENDADOS
Kennebec	Muy usada en España	Harinosa (blanda)	Ideal para **freír** (patatas fritas, tortilla), cocer
Monalisa	Híbrida europea	Semi-firme	Muy versátil: **guisos**, puré, horno, tortilla
Agria	Alemania	Harinosa	Muy buena para **freír**, croquetas, patatas chips
Red Pontiac	EE.UU.	Harinosa y húmeda	Cocida, **ensaladas**, purés suaves
Desirée	Holanda	Semi-harinosa	Buena para **asar**, hervir, guisar
Spunta	Italia	Firme	Ideal para **hervir**, cocer con piel
Bintje	Bélgica	Harinosa	Muy usada en **friterías belgas**, también puré
Vitelotte (patata violeta)	Francia / Perú	Firme	**Decorativa**, puré colorido, gourmet
Papa amarilla	Perú	Cremosa y densa	Muy usada en **causa limeña**, purés finos
Yukon Gold	Canadá	Suave y cremosa	Excelente para **horno**, puré, sopas
Ratte	Francia	Firme y sabrosa	Cocina gourmet: **salteada**, vapor

✅ Consejos prácticos según la preparación

- **Para freír bien crujientes:** Kennebec, Agria, Bintje
- **Para guisos y estofados:** Monalisa, Desirée, Spunta
- **Para puré o sopa cremosa:** Yukon Gold, Papa amarilla, Red Pontiac
- **Para cocer enteras:** Spunta, Red Pontiac, Ratte
- **Para platos especiales o presentación:** Vitelotte, Ratte

🏆 Curiosidades

- La **Kennebec** es la más usada en los bares españoles para la tortilla de patata.
- La **Vitelotte**, de piel y carne morada, se usa mucho en cocina gourmet y tiene antioxidantes naturales.
- En Perú existen más de **3.000 variedades** tradicionales, muchas de ellas aún desconocidas fuera del país.

📌 Resumen cronológico:

FECHA	ACONTECIMIENTO
Hace 7.000 años	Cultivo en los Andes por pueblos indígenas
~1570	Llega a España desde Perú
Siglo XVII	Difusión por Europa, desconfianza inicial
Siglo XVIII	Parmentier impulsa su popularización en Francia
1845-1851	Gran Hambruna Irlandesa por plaga de patata
Siglos XIX-XX	Se convierte en cultivo global clave
2008	Año Internacional de la Patata (FAO)

⇒ HISTORIA DEL TOMATE

🍅 Origen del tomate



El tomate es originario de **América**, concretamente de la zona andina (actual Perú, Ecuador, norte de Chile) y **Mesoamérica** (México y Guatemala). Se cree que fue domesticado en **México** por los pueblos mesoamericanos, posiblemente los **aztecas**, hace más de **2.000 años**.

Los aztecas lo llamaban *"tomatl"*, término del que deriva la palabra "tomate". Lo consumían fresco, en salsas con chiles, y como ingrediente esencial en su cocina.

🚢 Llegada a Europa

El tomate llegó a Europa a través de los **conquistadores españoles**, tras la conquista de México por Hernán Cortés en 1521. España fue el primer destino europeo. Las primeras referencias al tomate en Europa aparecen hacia **1540-1550**, cuando se cultivaba en los **jardines botánicos de Sevilla y Nápoles** (entonces bajo dominio español).

🔬 Al principio, solo ornamental

Durante más de un siglo, el tomate se cultivó en Europa **como planta decorativa**, por su apariencia exótica y sus flores y frutos llamativos. Muchos lo consideraban **peligroso** o incluso **venenoso**, por pertenecer a la familia de las solanáceas, como la belladona y el estramonio.

🍽️ Incorporación a la alimentación

Los primeros en usar el tomate en la cocina fueron los **napolitanos** (siglo XVII), dentro del virreinato español. Lo llamaban *"pomo d'oro"* (manzana de oro) por su color amarillo inicial. Pronto se incorporó a guisos, salsas y platos populares.

A lo largo del siglo XVIII, el tomate fue ganando terreno en la cocina del sur de Europa, sobre todo en:

- **España**
- **Italia**
- **Portugal**
- **Francia (Provenza)**

Pero entre todos, fue en **Italia** donde alcanzó un papel central, especialmente en la elaboración de salsas para pasta. Allí nació la **salsa de tomate moderna**, base de la cocina mediterránea.

📈 Expansión y popularización mundial

🇪🇸 España

En España se integró poco a poco en platos tradicionales como el **pisto**, el **gazpacho**, la **tostada con tomate**, y como base de los **sofritos**. Su expansión se aceleró en el siglo XVIII, cuando dejó de verse con desconfianza.

🇫🇷 Francia

En Francia se introdujo en la cocina provenzal: **ratatouille**, salsas, y platos mediterráneos. Aunque en el norte de Francia tardó más en aceptarse.

🇬🇧 Reino Unido y países del norte

El tomate fue aceptado con más lentitud en los países nórdicos y anglosajones, hasta el siglo XIX. Su uso se generalizó a través de la **sopa de tomate**, **conservas** y, posteriormente, el **ketchup**.

🇺🇸 Estados Unidos

Llegó a las colonias norteamericanas también en el siglo XVIII, pero fue a partir del XIX cuando se convirtió en básico. En EE. UU. se desarrollaron muchas de las **primeras industrias de conserva** y variedades híbridas.

🌍 Asia, África y el resto del mundo

El tomate fue llevado por los comerciantes y colonizadores europeos a **India**, **China**, **Oriente Medio**, **África** y **Sudeste Asiático**. Hoy forma parte esencial de muchas cocinas regionales:

- Curry de tomate en la India
- Guisos africanos con base de tomate
- Sopas chinas
- Salteados del sudeste asiático

🧪 Revolución agrícola y transformación industrial

- En el siglo XIX y XX, el tomate se convirtió en **producto industrial clave**: enlatados, concentrado, salsa, puré…
- La **industria conservera italiana y californiana** fue pionera.
- Se desarrollaron **variedades resistentes**, de alto rendimiento y larga conservación (aunque a menudo con pérdida de sabor).

⚖️ Importancia nutricional

- Fuente rica de **licopeno**, un antioxidante natural beneficioso para la salud cardiovascular.
- También aporta **vitamina C, potasio, ácido fólico** y **fibra**.
- Es bajo en calorías y muy hidratante (más del 90% de su peso es agua).

🌍 Importancia actual

Hoy en día el tomate es:

- Uno de los **alimentos más consumidos del mundo**.
- Cultivado en **todos los continentes**, en múltiples variedades.
- Básico en **casi todas las cocinas tradicionales** del mundo.
- Parte central de la llamada **"dieta mediterránea"**.

✅ Usos recomendados según tipo

- **Para ensaladas:** RAF, Rosa de Barbastro, Kumato, Corazón de buey
- **Para salsas y sofritos:** Pera, San Marzano, tomate de rama
- **Para conservar (colgar/secar):** Tomate de colgar, pera seco
- **Para cocina gourmet:** Kumato, negro de Crimea, Brandywine
- **Para asar o rellenar:** Montserrat, Corazón de buey, tomates verdes
- **Para snacks o tapas:** Cherry, tomate uva, baby kumato

🏛️ Resumen cronológico:

FECHA	ACONTECIMIENTO
Hace 2.000 años	Domesticado en México por pueblos indígenas
1521–1540	Llega a España tras la conquista de México
Siglo XVI–XVII	Se cultiva como planta ornamental en Europa
Siglo XVIII	Empieza a usarse en cocina en Italia y España
Siglo XIX	Se populariza en toda Europa y América
Siglo XX	Revolución industrial alimentaria (conservas, salsas, ketchup)
Hoy	Cultivo global: más de 180 millones de toneladas anuales

🍅 **Variedades de tomate y sus usos**

VARIEDAD	ORIGEN / USO COMÚN	TAMAÑO Y FORMA	SABOR / TEXTURA	USOS RECOMENDADOS
Tomate RAF	España (Almería)	Mediano, arrugado	Dulce y sabroso, con acidez equilibrada	Ensaladas, crudo, gourmet
Corazón de buey	Europa (Italia/Francia/España)	Grande, forma de corazón	Muy carnoso, dulce y poco ácido	Ensaladas, rellenos, carpaccio
Tomate pera	Italia / España	Alargado	Dulce, poca semilla, pulpa densa	Salsas, conservas, sofritos
Tomate cherry	Universal	Pequeño redondo u ovalado	Dulce y jugoso	Ensaladas, aperitivos, asados enteros
Kumato (marrón)	Cultivo híbrido español	Mediano, redondo	Dulce, con notas balsámicas	Ensaladas, presentaciones gourmet
Tomate rosa de Barbastro	Aragón (España)	Muy grande, piel fina	Muy dulce, carne blanda	Ensaladas, crudo
Tomate Montserrat	Cataluña	Grande, hueco por dentro	Textura ligera, poco jugoso	Relleno, horno
Tomate verde (sin madurar o de variedad)	España / USA	Mediano o pequeño	Ácido, firme	Fritos, encurtidos
San Marzano	Italia (Nápoles)	Alargado, tipo pera	Poca acidez, excelente para cocción	Salsa de tomate, pizza, conserva
Tomate negro de Crimea	Ucrania / Rusia	Mediano, oscuro	Intenso, dulzón, con matices	Crudo, ensalada, gourmet
Tomate de colgar	Cataluña / Baleares	Pequeño, piel gruesa	Se conserva meses	Pan con tomate, conserva tradicional
Brandywine	EE.UU. (heirloom)	Grande, rosa	Dulce, sabroso, textura delicada	Ensaladas, crudo, gourmet

⇒ HISTORIA DEL PIMIENTO

🌶️ Origen

El pimiento (género *Capsicum*) es originario de **América Central y del Sur**, especialmente de **México**, **Guatemala**, **Colombia** y regiones de los Andes. Su cultivo y uso se remonta a más de **6.000 años**, según evidencias arqueológicas en Perú.



Los pueblos indígenas lo utilizaron tanto en su forma **dulce** como **picante**, y fue un componente esencial de la dieta precolombina. Los aztecas lo llamaban *chilli*, palabra que aún se conserva en muchos idiomas (como *chile* en México y *chili* en inglés).

🚢 Llegada a Europa - Siglo XV–XVI

Cristóbal Colón fue probablemente el primer europeo en encontrarse con el pimiento durante su primer viaje en 1492. Lo trajo a Europa creyendo que era una variedad de la pimienta negra (*Piper nigrum*), muy apreciada en la época. Por eso, lo llamó "pimiento".

Fue introducido en **España entre 1493 y 1514**.

🧪 Adaptación y diversificación en Europa

El pimiento se adaptó muy bien al clima mediterráneo. Rápidamente se empezaron a seleccionar variedades **menos picantes**, especialmente en el norte de España (Navarra, La Rioja, Galicia), donde se popularizaron los **pimientos dulces**.

También se adaptó en **Hungría** (donde nació el famoso *paprika*) y en los **Balcanes**. La facilidad con la que se cultiva y su gran variedad de formas, colores y sabores favorecieron su expansión.

🇪🇸 Desarrollo en España

España fue el principal **centro de difusión del pimiento en Europa**. Aquí se desarrollaron variedades emblemáticas:

- **Pimiento de Padrón** (Galicia) – unos pican y otros no
- **Piquillo de Lodosa** (Navarra) – ideal para asar y rellenar
- **Ñora** y **choricero** (Murcia y País Vasco) – secados al sol, esenciales para la gastronomía tradicional
- **Guindilla** (Navarra, Euskadi) – picante, usada en encurtidos
- **Pimiento morrón** – grande, carnoso y dulce

Desde el siglo XVII, el pimiento se integró plenamente en la **cocina española tradicional**, y más tarde pasó a formar parte de los **platos emblemáticos**: pisto, chorizo, sofritos, empanadas, ensaladas…

🌍 Expansión por el mundo

🇹🇷 Turquía y Balcanes:

A través del comercio otomano, el pimiento se difundió por el sudeste de Europa y Oriente Medio. Allí también se cultivaron tanto variedades dulces como picantes.

🇭🇺 Hungría: paprika nacional

En el siglo XVIII se introdujo en Hungría, donde se desarrolló una variedad dulce deshidratada llamada **paprika**, que se convirtió en símbolo nacional y base del **gulash**.

🇮🇹 Italia: peperone

El pimiento dulce se integró en la dieta italiana, especialmente en el sur y en platos como la **peperonata**.

🇺🇸 Estados Unidos y América Latina:

En EE.UU. se desarrollaron muchas variedades híbridas: **bell pepper** (pimiento morrón) y **jalapeño**, **habanero**, **cayena**, etc., que vienen de México y el Caribe. En México, el chile es tan central que hay más de 150 variedades cultivadas tradicionalmente.

🌍 Asia y África:

El pimiento picante viajó a **India** y **China** a través de los portugueses (siglo XVI), reemplazando a la pimienta negra en muchas recetas. Hoy es parte esencial del **curry**, del **kimchi coreano**, de la **cocina tailandesa** y de múltiples salsas africanas como el *harissa*.

🔥 Importancia del picante y los compuestos bioactivos

El picante del pimiento proviene de la **capsaicina**, un compuesto que:

- Actúa como defensa natural de la planta
- Tiene propiedades **analgésicas** y **vasodilatadoras**
- Estimula el apetito y ayuda a conservar alimentos en climas cálidos

Los pimientos dulces prácticamente no tienen capsaicina (compuesto químico natural responsable del picor).

🍽️ Incorporación a la alimentación mundial

El pimiento (en todas sus formas) es hoy un **ingrediente universal**. Forma parte esencial de:

- **Cocina mediterránea** (España, Italia, Grecia, Turquía)
- **Cocina latinoamericana** (chiles mexicanos, ajíes peruanos)
- **Cocina asiática** (india, china, coreana, tailandesa)
- **Cocina africana** (Nigeria, Marruecos, Etiopía)
- **Cocina de Europa del Este** (gulash, ajvar)

Su versatilidad —crudo, asado, frito, seco, molido o en conserva— lo convierte en uno de los alimentos más universales y adaptables.

🏛️ Resumen cronológico:

FECHA	ACONTECIMIENTO
Hace 6.000 años	Cultivado en América Central y del Sur
1493	Llega a España con el segundo viaje de Colón
Siglo XVI	Se cultiva en monasterios y huertas ibéricas
Siglo XVII	Se expande por Europa y el Mediterráneo
Siglo XVIII–XIX	Desarrollo del *paprika* en Hungría y exportación global
Siglo XX	Industrialización, hibridación, consumo masivo
Hoy	Cultivo global: más de 40 millones de toneladas anuales

📌 Curiosidades adicionales

- La **ñora** seca es base del **pimentón de la Vera**, un producto con Denominación de Origen en Cáceres.
- El pimiento de Padrón es famoso por la frase: "*unos pican y otros no*".
- En América hay una distinción: "**chile**" se usa para variedades picantes, "**pimiento**" para las dulces (más habitual en España).
- La **pimienta negra** no tiene relación botánica con el pimiento; su parecido nominal es solo histórico.

⇒ HISTORIA DEL VINO

Origen

El vino tiene una historia milenaria. Los primeros indicios de su elaboración se remontan a hace más de **8.000 años**, en la región del **Cáucaso** (actual **Georgia**), donde se encontraron vasijas con restos de vino en yacimientos neolíticos.



Primeros pueblos viticultores:

- **Georgia (6000 a.C.)**: primeras fermentaciones de uva silvestre.
- **Irán (5000 a.C.)**: producción en la zona de los montes Zagros.
- **Mesopotamia y Egipto (3000–2000 a.C.)**: el vino era usado en rituales religiosos, y solo las élites lo consumían.

En Egipto, el vino se reservaba para **sacerdotes y faraones**; el pueblo bebía sobre todo cerveza.

Expansión por el Mediterráneo

Fenicios (1100 a.C.)

Los fenicios, grandes comerciantes, llevaron la vid desde Canaán a **Cartago, Sicilia, Córcega, Cerdeña y la Península Ibérica**. Introdujeron el vino en lo que hoy es **Andalucía**.

Griegos (800–500 a.C.)

Lo consideraban un regalo de **Dionisio**, dios del vino. Difundieron el cultivo en sus colonias del sur de Italia (Magna Grecia), Francia (Marsella) y noreste de España (Emporion, actual Ampurias).

Romanos (200 a.C.–476 d.C.)

Los romanos **universalizaron** el vino en el Imperio. Lo produjeron en grandes cantidades, lo mejoraron con técnicas (prensas, toneles, envejecimiento) y lo convirtieron en parte cotidiana de la dieta.

- El vino se mezclaba con agua, miel y especias.
- **Hispania**, **la Galia** e **Italia** se convirtieron en grandes regiones productoras.

Edad Media: monasterios y supervivencia del vino

Durante siglos de inestabilidad, los **monjes** (sobre todo benedictinos y cistercienses) conservaron y mejoraron la viticultura:

- Elaboraban vino para la **misa**, y vendían el excedente.
- Crearon los primeros **viñedos organizados** de Europa Occidental.
- En Francia, Borgoña y Champaña crecieron como zonas vinícolas.

En España, los monasterios de Galicia, Castilla y La Rioja jugaron un papel clave.

La expansión global del vino

Edad Moderna – Conquista y colonización

Con los viajes de los siglos XV y XVI, **los españoles y portugueses llevaron la vid a América**, y más tarde a otras partes del mundo:

- **México**: Hernán Cortés mandó plantar viñas (1524).
- **Perú, Chile y Argentina**: se introdujo el vino en el siglo XVI, asociado a las misiones religiosas.
- **California**: introducido por misioneros franciscanos en el siglo XVIII.
- **Sudáfrica, Australia y Nueva Zelanda**: viñedos establecidos por colonos europeos en los siglos XVII–XIX.

🧪 **Revolución técnica y renacimiento del vino (siglos XIX–XX)**

🦠 **Plaga de la filoxera (1860–1890)**

Una plaga llegada de América arrasó los viñedos europeos. La solución fue **injertar cepas europeas sobre raíces americanas resistentes**, práctica que continúa hoy.

🏭 **Innovación enológica**

En el siglo XX se introdujeron técnicas de vinificación más controladas:

- Fermentación a temperatura regulada
- Control de levaduras
- Crianza en barrica
- Regulaciones de calidad (Denominaciones de Origen)

España, Francia e Italia se consolidaron como grandes potencias vinícolas.

🇪🇸 **Historia del vino en España**

- En la **Hispania romana**, ya era un producto importante.
- En la Edad Media, los **monasterios** (Cluny, Silos, San Millán) fueron claves.
- Las **Rutas Jacobeas** favorecieron su difusión.
- En el siglo XIX, **La Rioja y Jerez** se modernizaron con influencia francesa e inglesa, respectivamente.
- Hoy España es uno de los **tres mayores productores del mundo**, junto con Italia y Francia.

📈 **Popularización del vino en la cultura moderna**

- El vino pasó de ser símbolo elitista a parte de la **cultura popular mediterránea**.
- Con la mejora del nivel de vida, se hizo **accesible a todas las clases sociales**.
- En el siglo XX se generalizó el **vino de mesa** y el vino **embotellado**.
- En el siglo XXI se ha desarrollado la **cultura del vino**: catas, enoturismo, bodegas visitables, ferias, etc.

🍷 **Tipos de vino y estilos populares**

- **Tintos** (Rioja, Ribera del Duero, Burdeos, Chianti)
- **Blancos** (Rías Baixas, Rueda, Mosela)
- **Rosados**
- **Espumosos** (Cava, Champagne, Prosecco)
- **Generosos** (Jerez, Oporto, Madeira)
- **Vinos naturales y ecológicos** (tendencia actual)

🏛️ **Resumen cronológico**

FECHA	ACONTECIMIENTO
~6000 a.C.	Primeras fermentaciones en Georgia
~3000 a.C.	Egipto y Mesopotamia elaboran vino
1100 a.C.	Fenicios introducen la vid en el Mediterráneo occidental
200 a.C. – 400 d.C.	Roma extiende el vino por todo su imperio
Edad Media	Monasterios salvan y perfeccionan el arte vinícola
Siglos XVI–XVII	Se lleva el vino a América, África y Asia
1860–1890	Plaga de filoxera y recuperación con injertos
Siglo XX	Industrialización y Denominaciones de Origen
Hoy	El vino es símbolo de identidad cultural global

🍇 VARIEDADES DE UVA Y SUS USOS VINÍCOLAS



🍷 Uvas tintas más importantes

NOMBRE	ORIGEN / REGIÓN DESTACADA	CARACTERÍSTICAS	TIPO DE VINO
Tempranillo	España (Rioja, Ribera del Duero)	Equilibrada, taninos medios, envejece bien	Tintos con cuerpo, crianza y reserva
Garnacha (Grenache)	España (Aragón, Navarra, Priorat)	Frutal, suave, alcohólica	Vinos tintos jóvenes, rosados, mezclas
Monastrell	Levante español (Jumilla, Yecla)	Potente, tánica, especiada	Vinos robustos y cálidos
Mencía	Noroeste (Bierzo, Ribeira Sacra)	Fruta roja, fresca, mineral	Vinos elegantes y con frescura atlántica
Bobal	Utiel-Requena (Valencia)	Alta acidez, color intenso	Tintos jóvenes, rosados, espumosos
Cabernet Sauvignon	Francia (Burdeos), global	Estructurado, tánico, envejece bien	Tintos con barrica, mezcla con otras
Syrah	Ródano (Francia), internacional	Frutal, especiado, vigoroso	Tintos intensos, monovarietales o mezcla
Merlot	Francia, mundial	Redondo, suave, maduro	Vinos suaves, fácil de beber
Pinot Noir	Borgoña (Francia)	Delicado, elegante, difícil de cultivar	Tintos ligeros, con notas florales

🥂 Uvas blancas más importantes

NOMBRE	ORIGEN / REGIÓN DESTACADA	CARACTERÍSTICAS	TIPO DE VINO
Albariño	Galicia (Rías Baixas)	Ácida, aromática, floral	Blancos frescos, marinos, atlánticos
Verdejo	Castilla y León (Rueda)	Frutal, herbácea, refrescante	Blancos jóvenes y afrutados
Godello	Galicia y Bierzo	Equilibrada, mineral, elegante	Blancos con cuerpo y crianza
Macabeo (Viura)	Rioja, Cataluña	Suave, buena para espumosos	Blancos, cava, crianza en barrica

Palomino	Andalucía (Jerez)	Neutra, ideal para oxidación	Vinos generosos: fino, amontillado
Pedro Ximénez	Montilla-Moriles, Jerez	Dulce, pasificada	Vinos dulces, licorosos, de postre
Chardonnay	Francia (Borgoña), internacional	Versátil, elegante	Blancos secos, espumosos, crianza
Sauvignon Blanc	Francia (Loira), mundial	Muy aromática, cítrica	Blancos secos, tropicales, frescos
Riesling	Alemania, Alsacia	Ácida, floral, dulce o seca	Blancos finos, envejecimiento largo

🍾 **Uvas típicas del cava y vinos espumosos**

- **Macabeo** (estructura)
- **Xarel·lo** (acidez y frescura)
- **Parellada** (aroma y elegancia)

Estas tres variedades forman la base tradicional del **cava catalán**, aunque hoy se usan también **Chardonnay** y **Pinot Noir** en cavas de alta gama.

🍷 **Uvas para vinos generosos**

- **Palomino**: vinos secos como **fino**, **manzanilla**, **oloroso**.
- **Pedro Ximénez**: vinos **dulces de pasas**.
- **Moscatel**: dulce, floral, usada en Málaga y Alicante.

🇪🇸 **Principales Denominaciones de Origen en España**

D.O. / D.O.Ca.	ZONA GEOGRÁFICA	UVAS PRINCIPALES	TIPO DE VINO CARACTERÍSTICO
D.O.Ca. Rioja	La Rioja, Álava, Navarra	Tempranillo, Garnacha, Graciano, Mazuelo, Viura (blanco)	Tintos elegantes con crianza en barrica; también blancos y rosados
D.O. Ribera del Duero	Castilla y León (Burgos, Valladolid, Soria, Segovia)	Tempranillo (Tinta del País)	Tintos potentes y estructurados, especialmente reservas y grandes crianzas
D.O. Rueda	Valladolid, Segovia, Ávila	Verdejo, Sauvignon Blanc	Blancos secos, frescos, herbáceos
D.O. Rías Baixas	Galicia (Pontevedra, A Coruña)	Albariño	Blancos aromáticos, frescos, ideales para mariscos
D.O. Toro	Zamora y Valladolid	Tinta de Toro (Tempranillo)	Tintos muy intensos, alcohólicos y envejecibles
D.O. Priorat (D.O.Q.)	Tarragona (Cataluña)	Garnacha, Cariñena, Cabernet Sauvignon	Tintos minerales, con gran cuerpo, prestigio internacional
D.O. Penedès	Cataluña (Barcelona, Tarragona)	Xarel·lo, Macabeo, Parellada, Chardonnay, Tempranillo	Blancos y espumosos (base del cava), también tintos
D.O. Cava (multizona)	Cataluña (principalmente), Aragón, Extremadura, Valencia	Macabeo, Xarel·lo, Parellada, Chardonnay, Pinot Noir	Espumoso tradicional, seco o brut, método champenoise
D.O. Jerez-Xérès-Sherry	Cádiz	Palomino, Pedro Ximénez, Moscatel	Vinos generosos: fino, manzanilla, oloroso, amontillado, PX

D.O. Valdepeñas	Castilla-La Mancha	Tempranillo (Cencibel), Airén	Tintos tradicionales, buena relación calidad/precio
D.O. Bierzo	León	Mencía, Godello	Tintos frescos y aromáticos, blancos elegantes
D.O. Somontano	Huesca (Aragón)	Cabernet, Merlot, Garnacha, Gewürztraminer	Vinos modernos, internacionales, muy equilibrados
D.O. La Mancha	Castilla-La Mancha	Airén, Tempranillo, Garnacha, Syrah	Gran producción, vinos honestos y variados
D.O. Navarra	Navarra	Tempranillo, Garnacha, Graciano, Chardonnay	Tintos, rosados frescos, blancos modernos
D.O. Montilla-Moriles	Córdoba	Pedro Ximénez	Generosos similares a Jerez, pero sin fortificar los finos
D.O. Alicante	Comunidad Valenciana	Monastrell, Moscatel	Tintos cálidos, potentes; vinos dulces y moscateles naturales

📌 **Notas adicionales**

- **D.O.Ca.** (Denominación de Origen Calificada) es la categoría superior. Solo la tienen **Rioja** y **Priorat (D.O.Q. en catalán)**.
- España tiene más de **70 D.O. oficiales**, muchas de ellas centradas en rescatar variedades autóctonas.
- Las zonas costeras suelen producir blancos más frescos y aromáticos, mientras que el interior tiende a los tintos más potentes y cálidos.
- Las **islas Canarias y Baleares** también tienen D.O. con variedades únicas, como **Listán Negro** y **Malvasía volcánica**.

🧪 **Curiosidades y tendencias actuales**

- Las uvas **autóctonas españolas** están en auge por su autenticidad (Bobal, Mencía, Godello…).
- Hay una vuelta a la **viticultura ecológica y natural**, con mínima intervención.
- Las **mezclas tradicionales** (como Tempranillo con Graciano en Rioja) conviven con vinos **monovarietales de autor**.

⇒ HISTORIA DE LA ACEITUNA Y DEL ACEITE

Origen del olivo



El **olivo silvestre** (*Olea europaea var. sylvestris*) es originario del **Mediterráneo oriental**, especialmente de la región que comprende **actual Siria, Líbano, Palestina, Israel, Jordania y el sur de Turquía**.

Fue **domesticado hace más de 6.000 años** (alrededor del 4000 a.C.), posiblemente en la zona costera del actual **norte de Israel y sur del Líbano**, desde donde se extendió hacia **Chipre, Creta, Grecia y Egipto**.

🏛️ Antigüedad: el aceite como símbolo y sustento

El aceite de oliva era considerado por las civilizaciones antiguas como un **producto sagrado**, y tenía múltiples usos:

- Alimentación (cocina, aliño)
- Iluminación (lámparas de aceite)
- Cosmética y perfumes
- Medicina
- Ritos religiosos (unción)
- Deporte (atletas griegos se ungían con aceite)

🏺 Egipto, Grecia y Roma:

- **Egipcios**: importaban aceite de Palestina, lo usaban sobre todo para cosmética y embalsamamiento.
- **Griegos**: lo incorporaron masivamente a la dieta y lo asociaron con **la diosa Atenea**, que regaló el olivo a la humanidad. El olivo fue símbolo de sabiduría y paz.
- **Romanos**: perfeccionaron su producción. El aceite hispano era tan apreciado que se transportaba en ánforas a Roma (las ruinas del **Monte Testaccio** en Roma contienen millones de restos de ánforas de aceite de Hispania).

🇪🇸 Llegada y expansión en la península ibérica

🕰️ Fenicios y griegos (siglo VIII a.C.)

Introdujeron los primeros cultivos de olivo en la costa andaluza y levantina.

🛡️ Romanización (siglos II a.C. – V d.C.)

Roma convirtió Hispania en **uno de los principales productores de aceite del Imperio**. Las provincias de la **Bética** (actual Andalucía) y **Tarraconense** exportaban aceite a gran escala.

Se construyeron almazaras, prensas y sistemas de distribución eficaces. El **aceite de la Bética** fue considerado uno de los mejores del mundo romano.

🕌 Edad Media: continuidad y mejora con los árabes

Durante el dominio islámico (711–1492), los **agricultores andalusíes** perfeccionaron la producción, extendieron el cultivo del olivo por el interior peninsular, y desarrollaron vocabulario técnico que aún conservamos: **almazara** (de *al-ma'sara*), **aceite** (*az-zayt*), **aceituna** (*az-zaytūna*).

🏰 Edad Moderna: expansión colonial limitada

A diferencia del vino, el olivo **no se expandió masivamente** con la colonización de América. La razón: tarda muchos años en dar fruto, y era difícil su implantación inicial.

Se introdujo en **México, Perú, Chile y California**, pero con un desarrollo más lento. Donde más prosperó fue en **Argentina y Chile**, y hoy en día también en **Australia, Sudáfrica y EE. UU. (California)**.

⚙️ Edad Contemporánea: mecanización y mundialización

Siglo XIX–XX:

- Aparecen prensas modernas y técnicas de extracción mecánica.
- Se crean **Denominaciones de Origen** para proteger aceites tradicionales.
- En el siglo XX, el aceite de oliva se convierte en pilar de la **dieta mediterránea**, reconocida por su valor saludable.

Siglo XXI:

- Auge del **aceite de oliva virgen extra (AOVE)**.
- Expansión del cultivo fuera de Europa: California, Chile, Australia, Marruecos.
- Consolidación de **España como primer productor mundial**.

🌍 Importancia actual del aceite de oliva

- **España** produce cerca del **45% del aceite de oliva mundial**.
- Las principales regiones son **Andalucía (Jaén, Córdoba, Sevilla, Granada)**, pero también hay producciones destacadas en **Castilla-La Mancha, Cataluña, Aragón y Extremadura**.
- El aceite español se exporta a más de 100 países.
- Es considerado un producto saludable por su alto contenido en **ácido oleico, antioxidantes y polifenoles**.

🧪 Valor nutricional y usos

- Es el **aceite vegetal más estable para cocinar a altas temperaturas**.
- Rico en **grasas monoinsaturadas**: protege el corazón.
- Contiene **vitamina E**, polifenoles y compuestos antiinflamatorios.
- Es la grasa esencial de la **dieta mediterránea**, declarada Patrimonio Inmaterial de la Humanidad por la UNESCO (2010).

🏛️ Resumen cronológico

FECHA	ACONTECIMIENTO
~4000 a.C.	Domesticación del olivo en Levante mediterráneo
~2000 a.C.	Uso ritual y medicinal en Egipto y Mesopotamia
~1000 a.C.	Introducción en la península ibérica por fenicios y griegos
Siglos I–IV d.C.	Hispania, gran exportadora de aceite para Roma
Siglos VIII–XV	Continuidad y mejora con los andalusíes
Siglos XIX–XX	Industrialización de la almazara y auge del AOVE
Hoy	España, líder mundial; el aceite, símbolo cultural y gastronómico

🌿 Variedades de aceituna más importantes en España

VARIEDAD	ZONA PRINCIPAL	CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE
Picual	Jaén, Córdoba, Granada	Muy estable, frutado, con cuerpo
Arbequina	Cataluña, Aragón, Navarra	Suave, dulce, afrutado, delicado
Hojiblanca	Córdoba, Málaga, Sevilla	Equilibrado, con notas herbáceas
Cornicabra	Castilla-La Mancha	Intenso, algo picante y amargo
Empeltre	Aragón, Baleares	Dulce, ligero, muy aromático
Manzanilla	Sevilla (principalmente de mesa)	Suave, ideal para aceituna de consumo

🇪🇸 Principales D.O.P. de Aceite de Oliva en España

D.O.P.	COMUNIDAD / PROVINCIA	VARIEDADES	CARACTERÍSTICAS
Baena	Córdoba (Andalucía)	Picudo, Hojiblanca, Picual, Lechín	Frutado medio, equilibrado, ligeramente dulce
Priego de Córdoba	Córdoba (Andalucía)	Picudo, Hojiblanca, Picual	Muy aromático, frutado intenso, notas de hoja verde
Sierra de Segura	Jaén (Andalucía)	Picual	Aceite con cuerpo, resistente, sabor intenso
Sierra Mágina	Jaén (Andalucía)	Picual	Muy estable, frutado medio-alto, con ligeros toques amargos y picantes
Campiñas de Jaén	Jaén (Andalucía)	Picual, Arbequina	Intensidad media-alta, amargor y picor equilibrados
Montes de Toledo	Castilla-La Mancha (Toledo, Ciudad Real)	Cornicabra	Intenso, estable, notas de almendra verde y hoja

Les Garrigues	Lérida (Cataluña)	Arbequina	Suave, dulce, poco amargo, aroma a frutos secos
Siurana	Tarragona (Cataluña)	Arbequina	Frutado delicado, ligeramente dulce, fluido
Aceite de La Rioja	La Rioja	Arbequina, Empeltre, Redondilla	Equilibrado, elegante, frutado medio
Aceite Campo de Calatrava	Ciudad Real (Castilla-La Mancha)	Cornicabra, Arbequina	Aceite con carácter, amargor moderado
Gata-Hurdes	Cáceres (Extremadura)	Manzanilla Cacereña	Muy aromático, sabor dulce y suave
Estepa	Sevilla, Córdoba	Hojiblanca, Manzanilla, Picual	Muy frutado, con toques herbáceos
Lucena	Córdoba (Andalucía)	Hojiblanca	Suave, dulce, ideal para repostería y cocina
Aceite del Bajo Aragón	Teruel, Zaragoza	Empeltre	Ligero, dulce, muy aromático y fluido
Aceite de Mallorca (Oli de Mallorca)	Baleares	Arbequina, Picual, Empeltre	Suave, floral, ideal en crudo
Aceite de La Alcarria	Guadalajara y Cuenca	Castellana (Verdeja)	Frutado ligero, elegante, amargor moderado

📌 **Notas complementarias:**

- **Andalucía** concentra más del **80%** de la producción nacional de aceite y posee la mayor variedad de D.O.P.
- **Arbequina**, por su suavidad, es cada vez más usada en todo el país, incluso fuera de su zona original (Cataluña).
- Las D.O.P. garantizan **origen, calidad y trazabilidad**, y protegen métodos tradicionales de cultivo y extracción.
- España cuenta actualmente con más de **30 Denominaciones de Origen reconocidas**, más otras indicaciones geográficas protegidas (IGP).

⇒ 🌽 HISTORIA DEL MAÍZ

🧬 Origen



El maíz (*Zea mays*) es una planta **originaria de Mesoamérica**, domesticada hace unos **9.000 años** en el actual sur de **México**, a partir de una gramínea silvestre llamada **teosinte**.

Fue la base alimentaria de culturas como los **olmecas**, **mayas**, **zapotecas** y **aztecas**, no solo como alimento, sino como elemento **religioso, mítico y sagrado**. Para los mayas, los humanos fueron creados de maíz.

🚢 Llegada a Europa Siglo XV–XVI: Con los primeros viajes de Colón

El maíz fue uno de los primeros cultivos americanos que llegó a Europa tras el primer viaje de Cristóbal Colón (1492). Fue cultivado primero en **Andalucía**, especialmente en huertas de **Sevilla**, y desde allí se difundió por toda la península.

Por su resistencia y adaptabilidad, se expandió rápidamente hacia:

- **Galicia y norte de Portugal** (donde sustituyó al mijo)
- **Italia (Polenta)**
- **Balcanes**
- **Europa Central y del Este**

🌍 Expansión global

- **África:** Los portugueses llevaron el maíz a sus colonias africanas. Allí fue bien recibido por su alto rendimiento.
- **Asia:** Llegó a través de las rutas portuguesas y españolas (especialmente Filipinas), y más tarde se expandió a China e India.
- **Estados Unidos:** En el norte de América, las tribus indígenas ya lo cultivaban antes de la llegada europea. Después, se convirtió en el **cultivo más importante del país**.

🍽️ Incorporación a la dieta mundial

El maíz se convirtió en un **cultivo fundamental por su alto rendimiento** por hectárea. Ha alimentado a millones de personas en:

- **México y Centroamérica**: en forma de tortilla, tamal, pozole, atole…
- **África**: como papillas (ugali, nshima), y harinas cocidas
- **Italia y Balcanes**: en forma de polenta
- **EE.UU. y Argentina**: como base de la ganadería, cereales, harinas y etanol

También se usa para **piensos animales**, **bioetanol**, **aceites**, **productos industriales**, y más recientemente, para **bioplásticos y alimentos ultraprocesados**.

🧪 Impacto nutricional y cultural

- Rico en **carbohidratos** y energía.
- Bajo en proteínas y aminoácidos esenciales (cuando no se nixtamaliza).
- La técnica mesoamericana de **nixtamalización** (cocer con cal) mejora su valor nutricional.

🏛️ Resumen cronológico del maíz

FECHA	ACONTECIMIENTO
~7000 a.C.	Domesticación del teosinte en México
Siglo XV	Cristóbal Colón lo lleva a Europa
Siglo XVI	Difusión por África, Asia y el Mediterráneo
Siglo XVIII–XIX	Cultivo extensivo en Europa y América
Siglo XX	Base de la agricultura industrial moderna
Hoy	Tercer cereal mundial tras trigo y arroz

⇒ 🌻 HISTORIA DEL GIRASOL



🧬 Origen del girasol

El girasol (*Helianthus annuus*) es originario del **norte de América** (actuales **EE.UU. y México**). Lo cultivaban los pueblos indígenas hace al menos **3.000 años**, especialmente en las grandes llanuras del actual medio oeste estadounidense.

Era una planta **ritual, alimentaria y medicinal**. Usaban sus semillas tostadas, el aceite, y los pétalos para colorantes.

Llegada a Europa Siglo XVI – Introducción en España

Los españoles lo trajeron de América hacia **1550** como planta ornamental. Durante más de dos siglos se cultivó solo con fines decorativos, por la belleza de su flor, en jardines botánicos y conventos.

Uso alimentario e industrial posterior

Siglo XVIII – Rusia y Ucrania toman el relevo

Fueron los **rusos**, en tiempos del zar Pedro el Grande, quienes comenzaron a cultivarlo de forma masiva como **fuente de aceite vegetal**. A mediados del siglo XIX, **Rusia y Ucrania** eran ya los mayores productores del mundo.

La Iglesia Ortodoxa rusa fomentó su cultivo porque su aceite podía consumirse durante la **Cuaresma**, a diferencia de la manteca.

Desde entonces, el girasol se convirtió en un **cultivo extensivo** en zonas de clima continental y suelos fértiles.

España y el girasol

- No se introdujo a gran escala en España hasta **mediados del siglo XX**, con fines alimentarios e industriales.
- Hoy se cultiva especialmente en **Castilla y León, Andalucía, Aragón y Castilla-La Mancha**.
- España es uno de los principales productores europeos.

Usos del girasol

- **Aceite de girasol** (refinado o alto oleico): usado para cocinar, freír, en conservas y productos industriales.
- **Semillas**: consumo directo, panadería, snacks, piensos.
- **Biocombustibles y bioplásticos**
- **Usos ecológicos**: fito-remediación de suelos contaminados.

Valor nutricional

- El aceite de girasol es rico en **ácidos grasos poliinsaturados** (especialmente linoleico).
- La versión "**alto oleico**" tiene mejor resistencia a la oxidación (más cercano al aceite de oliva en composición).
- Aporta **vitamina E**, pero es más inestable que el aceite de oliva al calentar.

Resumen cronológico del girasol

FECHA	ACONTECIMIENTO
~1000 a.C.	Cultivado en Norteamérica por pueblos indígenas
~1550	Llega a España como planta ornamental
Siglo XVIII–XIX	Rusia impulsa su uso como aceite alimentario
Siglo XX	Expansión global como cultivo oleaginoso
Hoy	Aceite vegetal clave en Europa, Asia y América

⇒ ☕ HISTORIA DEL CAFÉ

🌱 Origen del café



El café proviene de una planta del género *Coffea*, originaria de las **tierras altas de Etiopía** (África oriental). Existen dos especies principales cultivadas hoy:

- **Coffea arabica** (más fina, menos cafeína)
- **Coffea canephora** o **robusta** (más resistente, más cafeína)

Según la leyenda, un pastor llamado **Kaldi**, en el siglo IX, notó que sus cabras se excitaban al comer los frutos rojos de un arbusto. Intrigado, llevó las bayas a un monasterio, donde los monjes comenzaron a usar la bebida para mantenerse despiertos durante la oración nocturna.

🕌 Difusión por el mundo islámico

El café fue domesticado y cultivado por primera vez en **Yemen**, en la península arábiga, entre los siglos XIII y XV. La ciudad portuaria de **Moca** (o Mokha) se convirtió en el primer gran centro exportador de café.

Los sufíes usaban la infusión para permanecer despiertos en sus rituales religiosos.

🚫 Curiosidad: En algunos momentos fue prohibido por autoridades religiosas musulmanas, al considerar que alteraba el comportamiento, aunque esas prohibiciones no prosperaron.

☕ Nacimiento de la cultura del café

Siglo XVI–XVII:

- Se abren **las primeras cafeterías** en **La Meca, El Cairo, Estambul y Damasco**.
- Se convierten en centros de debate, música, poesía y política.
- A menudo llamadas **"escuelas sin maestro"** por su valor social.

🇪🇺 Llegada a Europa

El café llegó a **Venecia** hacia 1615, a través de los comerciantes otomanos. Rápidamente se extendió por:

- **Italia** (nacieron allí las primeras cafeterías europeas)
- **Francia** (Café Procope, 1686)
- **Inglaterra** (siglo XVII: coffee houses)
- **Austria** (tras la derrota otomana en Viena, 1683)

Las **cafeterías** se convirtieron en lugares clave para la Ilustración, el comercio y la cultura (Voltaire, Rousseau, etc.).

🌍 Expansión global del cultivo

Siglo XVII–XVIII:

- **Holandeses** cultivan café en **Java** (Indonesia)
- **Franceses** lo introducen en **Caribe y Sudamérica**
- **Portugueses** lo llevan a **Brasil**
- **Inglaterra** lo impulsa en **India y Ceilán (Sri Lanka)**

En el siglo XVIII el café se había convertido en un **cultivo tropical clave**.

🇧🇷 Brasil y América Latina: el gran salto

Brasil adoptó el cultivo a gran escala a partir del siglo XIX. Se convirtió en el **primer productor mundial**, título que mantiene hasta hoy. Le siguen **Vietnam, Colombia y Etiopía**.

🧪 Importancia cultural y nutricional

- Contiene **cafeína**, un estimulante suave del sistema nervioso.
- Rico en **antioxidantes**, aunque su efecto varía según la preparación.
- Estimula la conversación, el trabajo y la vida intelectual.

🏛️ Resumen cronológico del café

FECHA	ACONTECIMIENTO
Siglo IX	Descubrimiento en Etiopía (leyenda de Kaldi)
Siglo XV	Cultivo en Yemen, puerto de Moca
Siglo XVI	Cafés en ciudades musulmanas
1615	Llega a Europa vía Venecia
Siglo XVIII	Se cultiva en América, África y Asia
Siglo XIX–XX	Auge en Brasil, cultura del café global
Hoy	Segunda mercancía más comercializada tras el petróleo

☕ PRINCIPALES TIPOS DE CAFÉ DEL MUNDO

NOMBRE / REGIÓN	PAÍS DE ORIGEN	TIPO / VARIEDAD	NOTAS DE CATA	OBSERVACIONES
Colombia Supremo	Colombia	*Coffea arabica*	Suave, dulce, notas florales y frutales	Muy equilibrado, uno de los más exportados
Etiopía Yirgacheffe	Etiopía	*Arabica* de altura	Floral, cítrico, complejo	Cuna del café, perfil delicado
Kopi Luwak	Indonesia	Arábica / Robusta	Suave, terroso, bajo amargor	Procesado por civetas, muy caro y polémico
Jamaica Blue Mountain	Jamaica	Arábica	Dulce, bajo en acidez, cuerpo medio	Café premium de producción limitada
Guatemala Antigua	Guatemala	Arábica	Chocolate, nuez, especias	Café de altura, cuerpo notable
Vietnam Robusta	Vietnam	*Coffea canephora* (robusta)	Intenso, terroso, muy cafeinado	Base del "café con huevo" y café helado vietnamita
Brasil Santos	Brasil	Arábica	Equilibrado, poco ácido, chocolate	Uno de los cafés base más usados en mezclas
Yemen Mokha	Yemen	Arábica	Notas de cacao, frutas secas, vino	Uno de los cafés más antiguos del mundo

☕ Formas de preparación más populares

MÉTODO	CARACTERÍSTICAS
Espresso	Café corto y concentrado (Italia)
Café turco	Muy molido, cocido en cezve, sin filtrar
Café de filtro	Lento, claro, más suave
Prensa francesa	Infusión por presión con émbolo
Moka italiana	Preparación doméstica a presión
Cold brew	Macerado en frío durante horas
Café con leche / latte	Mitad café, mitad leche caliente espumada

⇒ 🍵 HISTORIA DEL TÉ

🌿 Origen del té

El té proviene de la planta *Camellia sinensis*, originaria del suroeste de **China**, cerca de las fronteras de **Myanmar, Tíbet y Vietnam**. Su uso medicinal se remonta al **año 2737 a.C.**, según la leyenda del emperador chino **Shennong**, quien descubrió la infusión al caer unas hojas en agua caliente.



Inicialmente se consumía por sus **propiedades terapéuticas**, y más tarde por su sabor y efecto estimulante.

🧘 China y Japón: el té como arte y espiritualidad

En la China de las dinastías **Tang y Song**, el té se convirtió en una bebida esencial. Surgió una **cultura ceremonial** en torno al té: cómo servirlo, cómo degustarlo, qué instrumentos usar…

Desde China, los monjes budistas lo llevaron a **Japón**, donde se desarrolló la famosa **ceremonia del té** (*chanoyu*), un arte espiritual que busca la armonía, el respeto, la pureza y la tranquilidad.

🇪🇺 Llegada a Europa

Siglo XVII:

- Introducido en **Portugal** por misioneros y comerciantes.
- Gana gran popularidad en **Inglaterra**, especialmente tras el matrimonio de **Catalina de Braganza** (Portugal) con **Carlos II de Inglaterra** en 1662.

El té se convirtió en bebida nacional inglesa, con la creación del **afternoon tea** y la costumbre del **té de las cinco**.

⛵ Expansión colonial

- **Compañías comerciales europeas** (como la **East India Company**) monopolizaron el comercio del té.
- Para reducir la dependencia de China, **los británicos comenzaron a cultivar té en India**, especialmente en **Assam, Darjeeling y Ceilán (Sri Lanka)**.

⚔️ Guerras del opio

El té tuvo incluso consecuencias geopolíticas: el gran comercio de té entre China e Inglaterra acabó en las **Guerras del Opio**, cuando el imperio Qing intentó frenar la entrada del opio británico que compensaba la balanza de pagos.

🌍 Popularización global

Hoy en día, el té es una de las **bebidas más consumidas del mundo**, en todas sus formas:

- **Té verde**: más común en Asia, no fermentado
- **Té negro**: más oxidado, clásico en Europa y América
- **Té blanco, oolong, puerh**: variedades tradicionales de China

🍃 Valor nutricional

- Contiene **teína** (idéntica a la cafeína), aunque en menor proporción que el café.
- Rico en **polifenoles**, especialmente en el té verde y blanco.
- Tiene efectos **antioxidantes, diuréticos y digestivos**.

🏛️ Resumen cronológico del té

FECHA	ACONTECIMIENTO
~2737 a.C.	Uso medicinal en China (leyenda del emperador Shennong)
Siglo VIII	Codificación de la cultura del té en China
Siglo XII	Introducción en Japón (monjes zen)
Siglo XVII	Llega a Europa (Portugal, Inglaterra, Países Bajos)
Siglo XIX	Expansión del cultivo en India y Ceilán
Hoy	Bebida global, con miles de variedades y rituales

🔍 **Resumen:**

- El **café** tiene un **impacto más inmediato**, más cafeína y una cultura ligada a la modernidad y el trabajo.
- El **té** es más **suave, ritual y variado**, con mayor riqueza en antioxidantes y diversidad de preparación.

🍵 **Principales tipos de Té del Mundo**

TIPO / NOMBRE	ORIGEN PRINCIPAL	CARACTERÍSTICAS	NOTAS / CURIOSIDADES
Té verde Sencha	Japón	No fermentado, brillante, vegetal	El más común en Japón
Té verde Longjing (Dragon Well)	China (Hangzhou)	Plano, dulce, ligero, fresco	Té imperial chino por excelencia
Té negro Darjeeling	India	Aromático, floral, menos astringente	Llamado el "champán de los tés"
Té negro Assam	India	Fuerte, maltoso, con cuerpo	Base de muchos blends ingleses
Té Oolong (Wulong)	China / Taiwán	Semifermentado, floral y tostado	Amplia gama entre verde y negro
Té blanco Bai Mudan	China (Fujian)	Suave, floral, poco procesado	Muy delicado, antioxidante
Té puerh	China (Yunnan)	Fermentado y envejecido	Sabor terroso, digestivo, muy apreciado
Té matcha	Japón	Té verde molido y batido	Base de la ceremonia japonesa; también en repostería
Earl Grey	Reino Unido (mezcla)	Té negro aromatizado con bergamota	Muy popular en Europa
Chai masala	India	Té negro con especias (canela, jengibre, clavo)	Se sirve con leche y azúcar

📝 **CONSUMO MODERADO RECOMENDADO**

BEBIDA	RANGO SALUDABLE DIARIO
Café	2–4 tazas (máx. 400 mg de cafeína/día)
Té verde/negro	3–5 tazas (máx. 200–300 mg de cafeína)
Té blanco / rooibos / infusiones	Sin límite (sin cafeína)

🍵 **Formas de consumo habituales**

FORMA	ZONA TÍPICA	DETALLES
Infusión clásica	Global	Agua caliente, 2-3 minutos, según tipo
Ceremonia del té	Japón, China	Rito tradicional y espiritual
Té con leche	Reino Unido, India	Añadido tras la infusión o cocido
Té helado	EE.UU., países cálidos	Infusión enfriada con hielo y limón
Matcha	Japón	Batido con brocha de bambú (*chasen*)
Té fermentado (kombucha)	Global (moderno)	Té con azúcar fermentado con SCOBY

☕ VS 🍵 CUADRO COMPARATIVO: CAFÉ Y TÉ

ASPECTO	CAFÉ	TÉ
Origen geográfico	Tierras altas de **Etiopía** (África oriental)	**Suroeste de China**, cerca de Yunnan
Planta	*Coffea arabica*, *C. robusta*	*Camellia sinensis*
Parte utilizada	Semilla del fruto (grano)	Hoja (seca o fresca)
Componente activo	**Cafeína** (más cantidad)	**Teína** (idéntica a la cafeína, menos cantidad)
Efecto sobre el cuerpo	Estimulante más rápido e intenso	Estimulante suave y progresivo
Valor nutricional	Rico en antioxidantes, bajo en calorías	Muy rico en **polifenoles**, antioxidante, digestivo
Variedades principales	**Arábica** (fina, suave) y **robusta** (fuerte, amargo)	**Negro**, **verde**, **blanco**, **oolong**, **puerh**
Países productores clave	Brasil, Vietnam, Colombia, Etiopía	China, India, Sri Lanka, Japón, Kenia
Métodos de consumo	Espresso, americano, moka, prensa francesa, filtrado	Infusión, matcha (batido), fermentado (kombucha)
Rituales / cultura	Cafeterías, tertulias, vida intelectual (siglos XVIII–XX)	Ceremonias del té (Japón, China), tradición inglesa del "té de las cinco"
Presencia histórica en Europa	Desde el siglo XVII; símbolo de modernidad y revolución intelectual	Desde el siglo XVII; símbolo de elegancia y tradición
Impacto social e histórico	Cafés ilustrados, literatura, comercio colonial	Comercio colonial, guerras del opio, influencia ritual
Usos alternativos	Cosmética (cafeína), abono orgánico	Terapias digestivas, compresas, cosmética antioxidante
Frecuencia global de consumo	Segunda bebida más consumida tras el agua	Tercera bebida más consumida (tras agua y café)

⇒ 🍌 HISTORIA DEL PLÁTANO

🌴 Origen del plátano

El plátano proviene del **sureste asiático**, especialmente de **Malasia, Indonesia y Papúa Nueva Guinea**, donde ya se cultivaba hace más de **7.000 años**. Allí crecen de forma silvestre especies del género *Musa*.

Los primeros plátanos cultivados fueron **plátanos macho (plátanos de cocinar)**, pero con el tiempo surgieron variedades más dulces, comestibles en crudo, como las que conocemos hoy como **banana o plátano de postre**.



🐫 Expansión por el mundo antiguo

- Se extendió desde Asia a **India** y luego a **China**, donde se menciona en textos del siglo VI a.C.
- Los comerciantes árabes lo llevaron a **África oriental** y desde allí se difundió por **todo el continente africano**.

En muchas regiones africanas sustituyó o complementó al ñame y a los cereales como fuente de almidón.

🚢 Llegada a Europa y América

📦 Edad Media – Primera mención europea

- Los árabes introdujeron el plátano en **Al-Ándalus**, pero no tuvo gran difusión.
- Aparece descrito por cronistas como **Ibn Battuta** y **León el Africano**.

🌍 Siglo XV–XVI: Colonización y globalización

- Los portugueses y españoles llevaron el plátano a **las Islas Canarias** (se documenta ya en 1505).
- Desde Canarias fue llevado a **América** en los primeros viajes de colonización, especialmente al **Caribe, México y América Central**.

El clima tropical de América lo hizo prosperar de forma extraordinaria. A lo largo del siglo XVII, el plátano se convirtió en un **alimento básico de muchas culturas americanas**.

🇪🇸 El plátano en España: las Islas Canarias

- En Canarias, el cultivo del plátano se convirtió desde el siglo XIX en **un motor económico**.
- A finales del siglo XIX y principios del XX, se desarrolló la exportación hacia la península, principalmente desde **La Palma, Tenerife y Gran Canaria**.
- La variedad más común allí es el **plátano Cavendish**, con sabor más dulce que la banana tropical estándar.



En 1993, se creó la **marca "Plátano de Canarias"**, hoy con **Indicación Geográfica Protegida (IGP)**.

🌍 Expansión y producción mundial

En el siglo XX, el plátano se transformó en un **cultivo de exportación masivo**, especialmente en:

- **América Central**: Ecuador, Colombia, Costa Rica, Guatemala, Honduras
- **África ecuatorial**: Camerún, Uganda, Nigeria
- **Asia**: Filipinas, India, Indonesia

El plátano pasó a ser **una de las frutas más consumidas del mundo** por su facilidad de transporte, su alto valor nutritivo y su sabor.

🧪 Valor nutricional

- Rico en **hidratos de carbono** (glucosa, fructosa), ideal para energía rápida.
- Contiene **potasio, magnesio, vitamina B6 y vitamina C**.
- Tiene **fibra soluble** (pectina) que favorece la digestión.
- Bajo en grasa y sodio.

El plátano es especialmente recomendado para **niños, deportistas y ancianos**, y también como remedio natural contra la **hipertensión**.

⚠️ **Problemas agronómicos: la crisis del monocultivo**

- La variedad Cavendish (la más común en el mundo) es **genéticamente idéntica**, por lo que es muy vulnerable a plagas.
- Hoy enfrenta una grave amenaza por el hongo **Fusarium R4T**, que afecta a las raíces y es difícil de erradicar.

Esto ha llevado a investigaciones para crear nuevas variedades más resistentes.

🏛️ **Resumen cronológico del plátano**

FECHA	ACONTECIMIENTO
~5000 a.C.	Domesticación en el sureste asiático
Siglos VII–X	Difusión árabe hacia África
~1500	Introducción en Canarias
Siglo XVI	Llega a América desde Canarias
Siglo XIX–XX	Se convierte en cultivo de exportación masiva
Hoy	Fruta global: más de 120 millones de toneladas anuales

🧭 **Plátano vs Banana**

CARACTERÍSTICA	PLÁTANO (ESPAÑA / CANARIAS)	BANANA (AMÉRICA / ÁFRICA TROPICAL)
Tamaño	Más pequeño y curvado	Más grande y recto
Sabor	Más dulce y aromático	Más suave, menos dulce
Piel	Más gruesa y moteada	Más lisa y amarilla uniforme
Origen en España	Canarias	Importaciones tropicales
Textura	Más cremosa y compacta	Más acuosa

→ **Cómo complemento de este tema, vamos a ver los conflictos históricos que han existido por el control de la Banana:**

◊ La historia de los golpes de estado en Sudamérica relacionados con el control del comercio de la banana está marcada por la influencia de grandes corporaciones extranjeras, la inestabilidad política y la lucha por los recursos. Pero no todos los golpes de estado en la región estuvieron solamente causados por el control de la banana, la influencia de las compañías bananeras, particularmente la *United Fruit Company* (hoy Chiquita Brands International), fue un factor significativo en varios casos y contribuyó a un clima de inestabilidad que facilitó otros golpes.

Estos son los puntos clave de esta cuestión:

→ **La Influencia de las Compañías Bananeras:**

- **Control económico masivo:** Empresas como la *United Fruit Company* llegaron a controlar vastas extensiones de tierra fértil, la infraestructura de transporte (ferrocarriles, puertos) y, en muchos casos, ejercieron una influencia considerable sobre los gobiernos locales. Esto les permitía operar con pocos impuestos, leyes laborales flojas y la capacidad de reprimir la organización sindical.
- **"Repúblicas Bananeras":** El término "república bananera" surgió para describir a países centroamericanos y sudamericanos con economías dependientes de la exportación de un solo cultivo (a menudo bananas) y caracterizados por la corrupción, la inestabilidad política y la influencia extranjera.
- **Intereses económicos por encima de la soberanía:** Las compañías bananeras a menudo priorizaban sus intereses económicos por encima de la soberanía nacional y el bienestar de la población local. Cualquier intento de reforma agraria, regulación laboral o aumento de impuestos era visto como una amenaza a sus ganancias.

→ **Golpes de Estado (Casos Significativos):**

- **Guatemala (1954):** Este es quizás el ejemplo más conocido. El gobierno democráticamente electo de Jacobo Árbenz Guzmán implementó una reforma agraria que afectaba las grandes extensiones de tierra sin cultivar de la *United Fruit Company*. La compañía, con el apoyo de intereses estadounidenses que veían al presidente guatemalteco como comunista, orquestó una campaña de propaganda y presión que culminó con un golpe de estado respaldado por la CIA. El golpe derrocó a Árbenz e instaló un régimen militar favorable a los intereses de la *United Fruit*.
- **Honduras:** A lo largo del siglo XX, Honduras experimentó numerosos golpes de estado, y la influencia de las compañías bananeras (*United Fruit y Standard Fruit)* fue un factor constante de inestabilidad. Estas empresas tenían un poder económico y político enorme, y a menudo intervenían directa o indirectamente en la política nacional para proteger sus intereses.
- **Otros países:** Aunque no siempre culminaron en golpes de estado directos para controlar la banana, en países como Colombia, Costa Rica y Ecuador, la influencia de las compañías bananeras generó tensiones sociales, corrupción y una dependencia económica que debilitó las instituciones democráticas y contribuyó a la inestabilidad política en general. Las amenazas de retirar inversiones o el apoyo a facciones políticas eran tácticas comunes.

→ **Mecanismos de Influencia (Más allá del Golpe Directo):**

Es importante destacar que la influencia de las compañías bananeras no siempre se manifestaba a través de golpes de estado directos. Había otros mecanismos que influian:

- **Financiación de campañas políticas y partidos.**
- **Corrupción de funcionarios gubernamentales y militares.**
- **Presión económica y amenazas de retirar inversiones.**
- **Control de los medios de comunicación y la propaganda.**
- **Apoyo a grupos de oposición a los gobiernos que no eran favorables a sus intereses.**

→ **Conclusión:**

Si bien la idea de golpes de estado estrictamente dados para controlar el comercio de la banana puede ser una simplificación, la **poderosa influencia económica y política de las compañías bananeras fue un factor significativo en la inestabilidad política y en varios de esos golpes de estado en Sudamérica (y Centroamérica) durante el siglo XX.** El caso que hemos visto de Guatemala en 1954 es un ejemplo perfecto de cómo los intereses de estas corporaciones, percibidos como amenazados por diversas reformas que podían realizar, desencadenaron la intervención y el derrocamiento de gobiernos democráticos. La historia de la banana en Sudamérica es, en muchos sentidos, una historia de la lucha entre la soberanía nacional y el poder de los intereses económicos extranjeros.

→ Ahora vamos a pasar a sustancias de origen vegetal con aplicaciones farmacológicas o estimulantes.

🌿 2.4. DROGAS VEGETALES Y PRINCIPIOS ACTIVOS

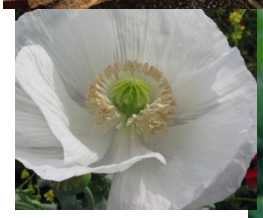
🔶 ¿Qué es una droga vegetal?

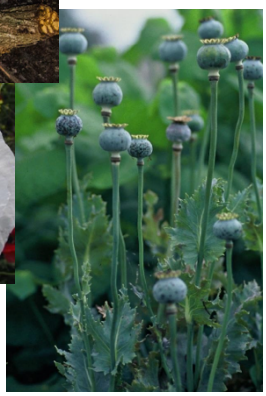
Se define como cualquier **materia prima de origen biológico** que sirve para la elaboración de medicamentos. Y se le llama principio activo a la sustancia responsable de la actividad farmacológica de la droga.

También se utiliza el término para **sustancias de abuso**, aunque no siempre tienen ese uso.

🔷 Ejemplos destacados:







1. Ayahuasca (Banisteriopsis caapi)

- Planta amazónica empleada en rituales indígenas.
- Contiene **alcaloides psicoactivos**.

2. Adormidera – Papaver somniferum

- Planta de la que se extrae el **opio**.
- Produce alcaloides como:
  - **Morfina** (analgésico)
  - **Codeína** (antitusígeno)
  - **Heroína** (derivado sintético, droga de abuso)

📌 *Esta planta, aunque potente, es "menos adictiva que la nicotina".*



3. Tabaco – Nicotiana tabacum (debe su nombre a Jean Nicot, quien introdujo el tabaco en Francia en 1560)

- La **nicotina** es un alcaloide altamente adictivo.
- Representa una de las **drogas legales de mayor consumo**.

☕ 2.5. Estimulantes principales vegetales y compuestos:

SUSTANCIA	PRINCIPIO ACTIVO PRINCIPAL	OTROS COMPONENTES	EFECTOS FISIOLÓGIOS
Café 	Cafeína	Ácidos clorogénicos, aceites, antioxidantes	Estimulante del sistema nervioso central, mejora el estado de alerta, puede causar insomnio o nerviosismo.
Cola nítida 	Cafeína (alta concentración)	Teobromina, taninos	Muy estimulante, usada en bebidas energéticas y refrescos, como Coca Cola; combate la fatiga y aumenta la atención.
Té 	Cafeína (teína)	Teanina, polifenoles, taninos	Estimulante más suave que el café, efecto relajante por la teanina, mejora la concentración sin nerviosismo.
Cacao 	Teobromina (menos cafeína)	Feniletilamina, flavonoides	Estimula suavemente, mejora el estado de ánimo, puede tener efecto cardioprotector.

→ Todas estas plantas **son angiospermas** y su uso como **medicamento, droga o estimulante** forma parte de la **utilidad socioeconómica y cultural de las plantas con flor**.

Ejemplos de Clasificación de algunas Sustancias según sus Efectos sobre el Sistema Nervioso Central

Sustancias Depresoras del SNC	Sustancias Estimulantes del SNC	Alucinógenos
Alcohol	Cocaína	LSD
Opiáceos (Heroína, Morfina, etc.)	Anfetaminas	Psilocibina
Benzodiacepinas	Nicotina	Peyote *Lophosoria williamsonii*
Barbitúricos	Xantinas (Cafeína, Teína, etc.)	Drogas de síntesis
Cannabis y derivados		Ayahuasca *Banisteriopsis caapi*
Inhalantes		

Según su nivel

Nº	Droga	Potencial de adicción
1	Nicotina	100/100
2	Metanfetamina fumada	98.53/100
3	Crack	97.66/100
4	Metanfetamina inyectada	94.09/100
5	Valium (Diazepam)	85.68/100
6	Metacualona	83.38/100
7	Secobarbital	82.11/100
8	Alcohol	81.85/100
9	Heroína	81.80/100
10	Anfetamina vía Oral (Crank)	81.09/100
11	Cocaína	73.13/100
12	Cafeína	72.01/100
13	PCP (Fenciclidina)	55.69/100
14	Marihuana	21.16/100
15	Éxtasis	20.14/100
16	Setas alucinógenas	17.13/100
17	LSD	16.72/100
18	Mescalina	16.72/100



→ **Según la información del Ministerio de Sanidad en su Plan Nacional sobre Droga, estos son los datos publicados sobre este tema:**

1. Las drogas de síntesis en realidad forman y lideran una asociación de consumo con otras drogas, en especial los alucinógenos y las anfetaminas y también con la cannabis, la cocaína y el alcohol. Este policonsumo les confiere una gran peligrosidad.
   El consumo de drogas de síntesis, anfetaminas y alucinógenos es el siguiente:
   - **éxtasis u otras drogas de síntesis: un 1,6%** las consumieron **alguna vez, un 1,1%** en los últimos **doce meses** (un 62% de continuidad) y un 0,3% en el último **mes** (un 30% de continuidad).
   - **anfetaminas o speed: un 2%** las usaron **alguna vez, el 0,9%** en los últimos **doce meses** (45% de continuidad) y un **0,3%** en el último **mes** (29% de continuidad).
   - **alucinógenos: un 1,8%** los consumieron **alguna vez el 0,7%** en los últimos **doce meses** (39%) de continuidad) y un **0,2%** en el último **mes** (29% de continuidad).
2. Las edades de **inicio** de estas drogas se sitúan entre los **19 y los 20 años**, y sus consumidores (un 70% comunes en las tres) presentan los mismos rasgos: algo más los **hombres** que las mujeres y en edades juveniles: **15 a 18 años**, principalmente los de **19 a 24**, y algo menos

ya los de **25 a 39**. En estos **grupos de edad y en las grandes ciudades** los porcentajes de consumo alguna vez se sitúan entre el **6 y el 8** por ciento. Este grupo de drogas, tanto por su **creciente extensión**, como por la **falta de conciencia sobre su peligrosidad**, constituyen con el alcohol y la cocaína, el **mayor desafío** en los próximos años, y ante el que habría que realizar, junto al consumo de alcohol abusivo entre los jóvenes, una acción más decidida, especialmente en el campo preventivo.

3. El **alcohol** es también tradicionalmente una sustancia de un consumo amplio, con un 63,8% que lo han tomado en los **últimos doce meses**, aunque que uso **diario o casi diario** sea menos que la del tabaco, con un **18,4%**. Otro **18,5%** bebe de **1 a 3 días por semana** (mayormente los fines de semana), mientras que otro 27% lo hace ocasionalmente. La continuidad de uso entre los que lo tomaron en los últimos **doce meses** y los que siguieron haciéndolo en el último **mes** es del **77%**.
4. Los **hombres** son los que **más** beben alcohol a **diario o casi a diario** con un 30%, (por un 7'5% las mujeres); en **esta frecuencia** los que más beben son los de **40 a 54** años con un **27,8%, mientras que los de 19 a 24 años y los de 25 a 39** son los que más lo hacen de **1 a 3 días a la semana**, con un **36,4 y el 24,5** por ciento, respectivamente.
5. En el **alcohol** es muy importante la **cantidad** bebida al día, medida en **c.c. de alcohol puro** encontramos un **riesgo alcohólico** (+ de 50 c.c. diarios) a un **3,2%** de la población en días **laborables**, un **6,4%** en **fines** de semana, y un **promedio general diario del 4,8%**. Los que en mayor medida se encuentran en este grupo de bebedores son, para los días laborables, **los hombres y los de 40 a 54 años**; y en fin de semana también los hombres, pero de edades más jóvenes, **19 a 24** años y de **25 a 39**, y también un segmento algo menor de los de **15 a 18** años. Este sector de jóvenes bebedores es el que requeriría una acción **preventiva** especial, dado que es un grupo muy vulnerables ante estos consumos abusivos.
6. La **cannabis** es la droga más consumida después del tabaco, el alcohol y los psicofármacos; indican haberla usado **alguna vez un 11,3%, un 5,8%** en los últimos **doce meses** (51% del índice de **continuidad**), y el **27,2%** en el último **mes** (47% de **continuidad**). En un consumo habitual (diario o 1 a 6 días semana) se encontrarían un **1.7%**.
7. La **cannabis**, en el periodo de los últimos **doce meses** fue consumida por un **8,4%** de los **hombres y el 3,3% de las mujeres**. Por edades, los principales usuarios fueron los de **15 a 18** años con un **10,8%**, los de **19 a 24** por el **16%** y los de **25 a 39** por un **9%**. La **edad** media de **inicio** en el consumo es los **18,21** años (18,05 en los hombres y 18.54 años las mujeres).
8. La **heroína** ha experimentado un notable retroceso en los últimos años, pero sigue siendo todavía una droga de gran importancia epidemiológica y social. Un **0.8%** indican haberla consumido **alguna vez**, el **0,5%** en los últimos **doce meses** (63% de continuidad) y un **0,3%** aún la estaban consumiendo en el último **mes** (60% de continuidad). De ellos un **0,2%** lo harían de un modo **habitual** y un 0,1% de 1 a 3 días al mes. Aunque la evolución pueda ser favorables, no está descartado un rebrote en el consumo y no es aconsejable bajar la guardia ante esta droga.
9. Los principales consumidores de **heroína** en los últimos doce meses fueron los **hombres** con un **0,7%** (por un 0,3% las mujeres); los de **19 a 24** años con un **1%** y los de **25 a 39** con el **0,9%**, sin olvidar a un **0,8%** de los de **15 a 18** años. La edad media de iniciación en el uso de heroína es los 20,09 (20,03 en los hombres y 20,24 en las mujeres), y es la droga cuyos consumidores son los más politoxicómanos, con una media de **6,34** drogas consumidas en los últimos doce meses.
10. Un dato positivo es que las **vías de consumo** actuales de la **heroína** más extendidas son la **inhalada y la esnifada**, habiendo **descendido la inyectada** a menos de **uno de cada diez** casos. Aunque hay que señalar que se trata de consumidores encontrados en los hogares, no estando incluidos los que viven en la calle ni los recluidos en instituciones penitenciarias u otros centros.
11. Otra, droga de gran importancia es la **cocaína**; con un **2,9%** de la población que la usó **alguna vez**, un **1,5%** en los últimos **doce meses** (52% de **continuidad**) y un **0,4%** en

el último **mes** (23% de **continuidad**). En un consumo **habitual** se observa a un **0,1%** y de **cierta frecuencia** (1 a 3 días mes) a un **0,3%**.

12. La **cocaína**, en el periodo de los últimos doce meses, fue consumida principalmente por los **hombres** con un **2,2%** (por un 0,8% las mujeres). Y por edades, los de **19 a 24** años un **3,9%, los de 25 a 39 un 3,2%, sin olvidar a un 1,4% de los de 15 a 18. La edad media de inicio en el consumo es los 21,29 años (21,13 en los hombres y 21,63 en las mujeres). También es un droga cuyos usuarios consumen también otras, como veremos más adelante.**
13. El **tabaco** es una de las drogas cuyo consumo ha estado tradicionalmente más extendido: un **50,5%** del total de la población ha fumado en **alguna ocasión**. Actualmente fuman un **36,1%** de los que un **30,4%** lo hacen a **diario** y un **5.7%** fuman **ocasionalmente**. Su índice de **continuidad** en el consumo es el más alto de todos: el **75,6%** de los que han fumado **alguna vez** lo hicieron también en los últimos **doce meses**, y el **99,5%** de éstos seguían haciéndolo en el **último mes**. Son pues características del tabaco la **amplia penetración** entre la población y la **fuerte adicción** entre los que lo consumen. Aunque actualmente se encuentra en cierto descenso.
14. Los porcentajes más altos de **fumadores** diarios se dan entre los **hombres** con un **39,3%** (por un 22,1% de las mujeres); y por edades se **inicia** el hábito entre los **15 y 18** años con un **21,2%** alcanzando el **máximo** consumo entre los **19 y 24 con el 40,5%** y entre los **25 y los 39** con un **45.8%**. La **edad media del comienzo** en el fumar **diariamente** es los **18,74** años (18,25 en los hombres y 19,57 en las mujeres).
15. Los **psicofármacos** también son sustancias de consumo bastante extendido; en los últimos **doce meses** un **12,5%** de la población estudiada había consumido **tranquilizantes** y el 8% había tomado **hipnóticos**. En ambos productos la principal consumidora es la **mujer** con un 16,8% y el **10,6%**, respectivamente (por un 7,9% y el 5,3% los hombres). La **edad media** de **inicio** en el uso de **tranquilizantes** es los **43,4** años y para los **hipnóticos los 47,88.**
16. Los **inhalables**, el **crack** y los otros **opiáceos** son ya drogas más residuales, habiéndolas consumido **alguna** vez un **0,7** un **0,3** y un **0,2** por ciento, respectivamente. Son también de uso **juvenil y asociadas** al consumo de otras drogas.
17. En lo que se refiere al **policonsumo** y destacando de cada droga **principal** las asociaciones más comunes que hacen los usuarios con otras drogas, podemos ver los siguiente:
    - De los que consumieron **drogas** de síntesis un 78,4% fumaron tabaco y un 65,7 bebieron alcohol, así como un 82,6% que tomaron cannabis, un 57,1 cocaína, el 46,3% anfetaminas y el 41,3 alucinógenos.
    - Y de los que tomaron **anfetaminas**, aparte del tabaco y el alcohol, un 82,5% usó cannabis, un 56,7 cocaína, un 56,2% drogas de síntesis, y un 44,1 alucinógenos.
    - De los usuarios de **alucinógenos**, además del tabaco y el alcohol, un 94,7% tomaron cannabis y un 64,1% cocaína, así como un 62,2% drogas de síntesis, y un 54,6% anfetaminas.
    - Un 51,7% de los que beben **alcohol**, fuman tabaco, un 10,5% usa cannabis y un 2,7% cocaína.
    - De los usuarios de **cannabis**, el 79,3% fuma también tabaco, un 70,8% beben alcohol, 21,5% tomaron cocaína, un 14,6% drogas de síntesis y un 12% anfetaminas.
    - Entre los usuarios de **heroína**, además del tabaco y el alcohol, cabe señalar que un 81,2% usó cannabis, el 75,7% cocaína, un 57% drogas de síntesis y el 27,9 tranquilizantes, un 44,1 alucinógenos y el 46,6 anfetaminas.
    - Un 78% de los que consumieron **cocaína** también usaron tabaco, un 67,4% alcohol, un 82,1 cannabis y un 38,6 drogas de síntesis.
    - Los que toman **base**, basuco o crack, además del tabaco y el alcohol, un 82% toman cocaína, un 76% cannabis, un 64,5% anfetaminas y un 44,1% heroína.
    - Un 52,8% de los **fumadores** diarios beben alcohol y un 12,5 toman también cannabis.

- De los que consumieron **tranquilizantes**, un 29,9% fumó tabaco y el 23,5% bebieron alcohol, así como un 37,5% hipnóticos.
- De los que tomaron **hipnóticos** un 28% fumaron tabaco, un 21% bebieron alcohol y un 25,4 usaron tranquilizantes.

🌼 2.6. USOS INDUSTRIALES Y ORNAMENTALES DE LAS PLANTAS CON FLORES

🔷 Fibras textiles vegetales

Las angiospermas son una fuente clave de fibras utilizadas desde la antigüedad:



1. Lino (Linum usitatissimum)

- Llamado "fibra de la antigüedad".
- Usado para ropa, telas y cordelería fina.



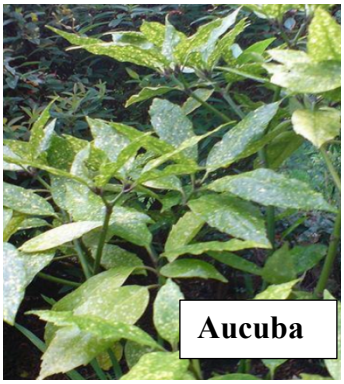
2. Algodón (Gossypium hirsutum y G. barbatense)

- De las fibras vegetales más cultivadas globalmente.
- **G. hirsutum**: fibras más robustas.
- **G. barbatense**: fibras más finas y suaves.

🔷 Plantas ornamentales cultivadas por su valor estético:

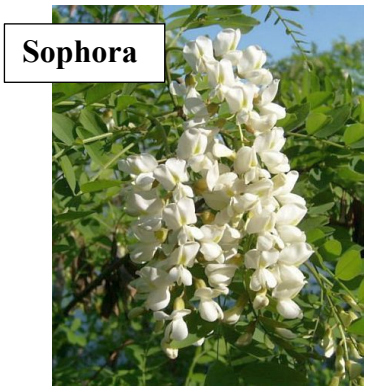














🌸 Todas estas especies vienen de Asia Oriental (sobre todo Japón y China), y se cultivan en jardinería y parques.

Tema 6: LA FLOR Y LA REPRODUCCIÓN EN ANGIOSPERMAS

📘 **ÍNDICE TEMÁTICO DEL TEMA: 🌺 LA FLOR Y LA REPRODUCCIÓN**

🌿 **BLOQUE 1 – Introducción: Sexo y tipos de reproducción**
- Diferencia entre sexualidad, reproducción y multiplicación
- Reproducción sexual: isogamia, anisogamia, oogamia y **sifonogamia**

🔁 **BLOQUE 2 – Reproducción asexual en plantas**
- Por esporas, estolones, esquejes, conceptáculos, yemas foliares
- Ejemplos: *Chlorophytum*, *Fragaria*, *Pelargonium*

⚧ **BLOQUE 3 – Distribución del sexo en plantas**
- **Monoicas**: ambos sexos en el mismo individuo
- **Dioicas**: sexos separados en distintos individuos
- Flores unisexuales vs. hermafroditas

🔬 **BLOQUE 4 – Órganos reproductores y ciclos biológicos**

Ciclos: monogenético haploide, digenético isomórfico y heteromórfico
- Polisporangiófitos vs. briófitos
- Ciclo heterospórico en angiospermas (grano de polen y saco embrionario)

🌸 **BLOQUE 5 – La flor, sus partes y la fecundación**
- Verticilos: cáliz (K), corola (C), androceo (A), gineceo (G)
- Polinización, formación del tubo polínico
- **Fecundación doble**, exclusiva de angiospermas

🔤 **BLOQUE 6 – Fórmulas florales y diagramas**
- Símbolos: K, C, A, G, P, ( ), +, ∞, ↓
- Ejemplos en familias: *Lamiaceae*, *Papaveraceae*, *Liliaceae*, *Solanaceae*, etc.

🌾 **BLOQUE 7 – Inflorescencias: tipos y evolución**
- **Racimosas**: racimo, espiga, espádice, umbela, capítulo, amento
- **Cimosas**: dicasio, cincino, ripidio
- **Compuestas** y **pseudantos** (Asteraceae)

BLOQUE 1 – <u>INTRODUCCIÓN: SEXO Y TIPOS DE REPRODUCCIÓN EN PLANTAS</u>

🔷 1.1. Conceptos fundamentales

Todos los seres vivos se caracterizan por tener tres propiedades básicas: la **autopoyesis** como concepto que describe la capacidad de un ser vivo, de producir y mantener sus propios componentes, renovándose y organizándose internamente, es decir, su metabolismo; la productividad en cuanto a el crecimiento y la reproducción; y la excitabilidad.

Se explican seis conceptos **diferentes pero relacionados**:

CONCEPTO	DEFINICIÓN
Sexualidad	Fusión de núcleos celulares (**cariogamia**), intercambio de genes.
Multiplicación	<u>**Cuantitativo.**</u> Aumento del número de individuos (ej. esquejes, esporas asexuales…).
Reproducción	<u>**Cualitativo.**</u> Propagación de la especie a través de ciclos vitales completos.

Metabolismo (autopoyesis	Concepto que describe la capacidad de un ser vivo, de producir y mantener sus propios componentes, renovándose y organizándose internamente.
Productividad	Crecimiento y reproducción referido con la tasa a la que los organismos biológicos convierten la energía en biomasa.
Excitabilidad	Capacidad de responder a estímulos, ya sean internos o externos, desencadenando una respuesta, como una contracción muscular o un impulso nervioso.

🧠*Es importante diferenciar entre "reproducir" y "multiplicar" plantas, pues no siempre implican sexualidad.*

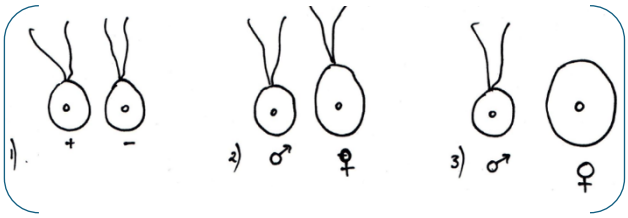
🔷 1.2. Tipos de reproducción

A. Reproducción asexual (vegetativa)

- No hay fusión de núcleos, no hay gametos.
- Se produce mediante **esporas**, **gemas**, **esquejes**, **yemas**, **estolones**, etc.
- Muy común en:
  - Algas (*Chlorococcum*)
  - Hongos
  - Plantas como helechos, musgos y angiospermas (por estolones o esquejes).

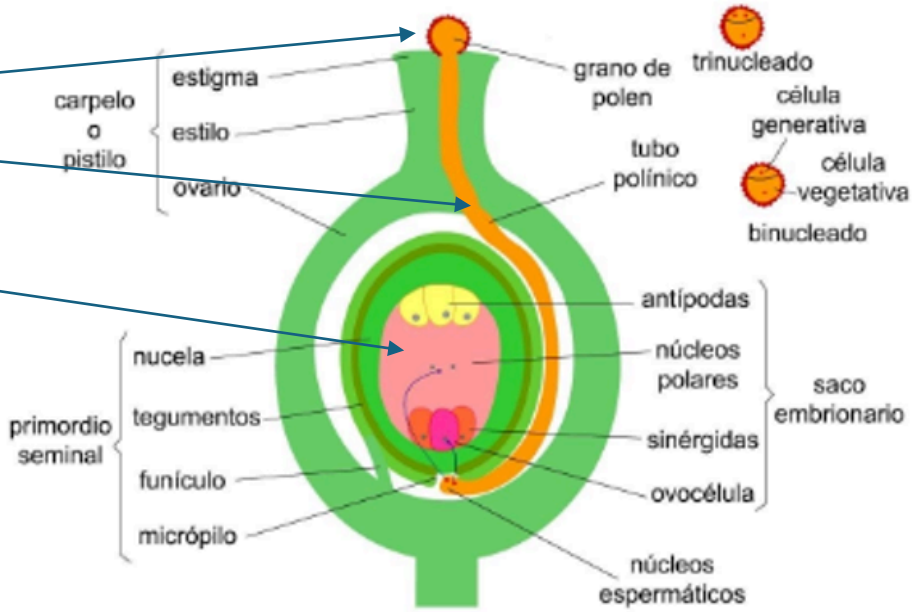
B. Reproducción sexual

- Hay **fusión de núcleos** (singamia y cariogamia) y **meiosis**.
- Se generan **gametos haploides** que dan lugar a un zigoto.
- En plantas, se distinguen varios tipos:
  1. **Isogamia**: gametos iguales.
  2. **Anisogamia**: gametos desiguales.
  3. **Oogamia**: gameto femenino grande e inmóvil; masculino pequeño y móvil.
  4. **Sifonogamia**: gametos masculinos se transportan por tubo polínico (sin agua libre).
     - Propia de **plantas con flor (angiospermas)**.



📌 En esta imagen se explica visualmente la **sifonogamia**:

- El **grano de polen** forma un **tubo polínico** que transporta los núcleos espermáticos hasta el óvulo dentro del carpelo.
- Esto permite la reproducción **sin depender del agua**, una gran ventaja evolutiva.



🔁 BLOQUE 2 – REPRODUCCIÓN ASEXUAL EN PLANTAS

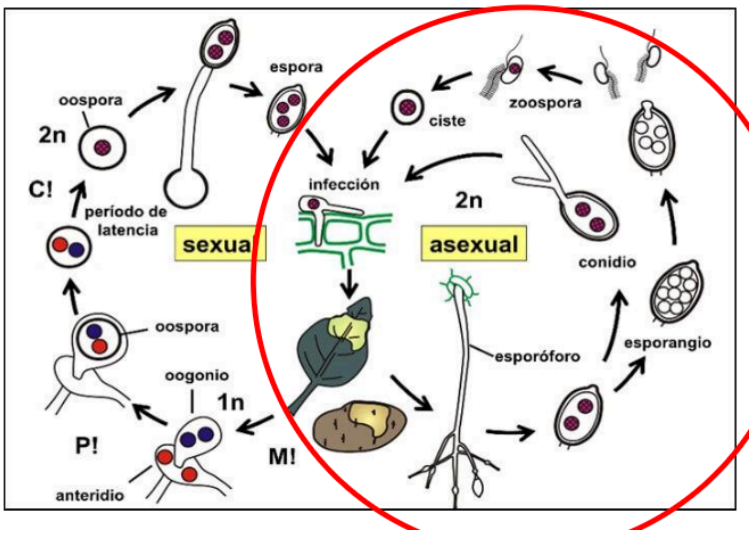
La **reproducción asexual** o **vegetativa** no implica fusión de gametos ni meiosis. Es un proceso **rápido, eficiente**, y frecuente tanto en plantas inferiores como superiores. Da lugar a **individuos genéticamente idénticos** (clones).

🔹 2.1. Por esporas



- **Ejemplo**: *Chlorococcum* (alga verde unicelular)
- Produce esporas internamente que, al liberarse, originan nuevos individuos.
- Es una forma de **multiplicación celular sencilla** y efectiva.

🔹 2.2. Ciclo mixto: sexual y asexual



- **Ejemplo**: *Phytophthora infestans* (hongo que causa el mildiú de la patata)
- Alterna reproducción **asexual (esporangios y zoosporas)** y **sexual (oogonios y anteridios)**.
- La imagen muestra un ciclo completo donde se marcan claramente ambas fases. Pero mejor es explicarlo con más detalle:

FASE ASEXUAL (dentro del círculo rojo)

Este modo de reproducción **no necesita gametos ni fecundación**. Es más rápido y sirve para expandir la infección del hongo en la patata con eficacia. El organismo es diploide (2n).

PASO A PASO:

1. **Estructura inicial: esporangio**
   - Se forma en el extremo de un **esporóforo** (estructura alargada que lo sostiene).
   - Contiene núcleos diploides y se multiplica por mitosis.
2. **Liberación de zoosporas**
   - El esporangio produce **zoosporas** (células móviles con flagelos).
   - Son también diploides (2n).
3. **Encistamiento**
   - Las zoosporas pierden sus flagelos y forman una **pared resistente**, convirtiéndose en **cistes**.
4. **Germinación** e **infección**
   - El ciste germina sobre la planta (hoja o tubérculo).
   - Libera un tubo germinativo que **penetra los tejidos** vegetales → **infección**.
5. **Colonización del huésped**
   - Dentro de la planta, el hongo crece vegetativamente.
   - Luego forma **nuevos esporangios**, repitiendo el ciclo.

🌿 **FASE SEXUAL (parte izquierda del esquema)**
Este modo requiere la **fusión de gametos** y **meiosis**, generando variabilidad genética.

PASO A PASO:

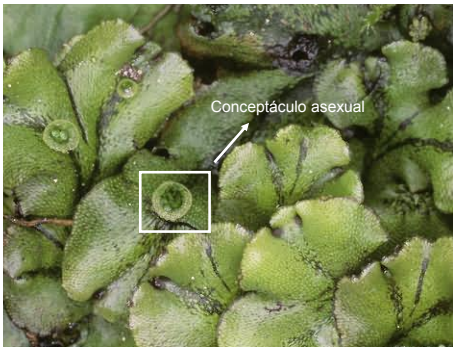
1. **Formación de gametangios**:
   - Aparecen estructuras sexuales:
     - **Oogonio** (♀): contiene ovocélulas haploides (1n).
     - **Anteridio** (♂): aporta núcleos espermáticos haploides (1n).
2. **Fecundación**
   - Un núcleo masculino del anteridio penetra el oogonio y fecunda la ovocélula → **oogamia**.
3. **Formación de la oospora (2n)**
   - Resultado de la fecundación: **oospora diploide**.
   - Muy resistente → entra en **latencia** (estado de reposo).
4. **Germinación de la oospora**
   - Al activarse, da lugar a una **nueva estructura infectiva** (como esporangio o micelio), que reanuda el ciclo.

✅ **Conclusión:**

- La **fase asexual** es rápida, eficiente y responsable de las epidemias en cultivos.
- La **fase sexual** es lenta, pero genera **variabilidad genética** que ayuda al hongo a adaptarse y sobrevivir a condiciones adversas.

🔹 2.3. Por gemación o conceptáculos

- **Ejemplo**: hepáticas (plantas no vasculares).
- En la superficie del talo se desarrollan **conceptáculos asexuales** (gemas o propágulos).
- Al desprenderse, originan nuevas plantas sin fecundación.





🔹 2.4. Propagación vegetativa por hojas

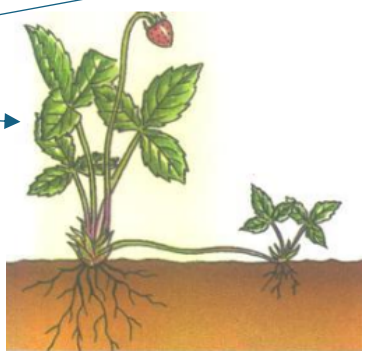
- **Ejemplo**: *Bryophyllum* (planta crasa).
- En el borde de las hojas aparecen **yemas** que forman **plantitas completas** con raíz y todo.

💡 Esta capacidad es tan fuerte que pueden enraizar incluso desprendidas.



🔹 2.5. Por estolones

- **Ejemplos**:
  - *Chlorophytum* (cinta)
  - *Fragaria* (fresa)
- Los **estolones** son tallos finos que se alargan horizontalmente y emiten nuevas plantas en sus extremos.



🔷 2.6. Por esquejes o estacas

- **Ejemplos**:



Cupressocyparis leylandii (ciprés de seto)

- *Pelargonium* (geranio)



Se trata de cortar una parte de la planta (tallo o rama), que se enraíza artificialmente para crear un nuevo individuo.

📌 En este bloque hemos visto que las **plantas tienen numerosos mecanismos asexuales** para colonizar el espacio, ahorrar energía y reproducirse rápidamente en condiciones estables.

⚧ BLOQUE 3 – DISTRIBUCIÓN DEL SEXO EN PLANTAS

Ahora vamos a ver cómo están distribuidos los **órganos sexuales** en las plantas, tanto a nivel de **individuo** como de **flor**.

⚙️ TRES FASES CLÁSICAS DEL PROCESO DE REPRODUCCIÓN SEXUAL EN PLANTAS

1) Plasmogamia (o singamia)

- Es la **fusión de los citoplasmas** de dos células sexuales (gametos).
- Ocurre cuando el gameto masculino **entra en contacto con el femenino** y sus membranas celulares se unen.
- Pero **los núcleos aún no se fusionan**: es solo el contacto citoplasmático.

🧠 En angiospermas, esto empieza cuando el **tubo polínico** libera los **núcleos espermáticos** junto al óvulo.

2) Cariogamia

- Es la **fusión de los núcleos** de los gametos.
- Da lugar a un **núcleo diploide (2n)**, llamado **zigoto**.
- Esta etapa completa la fecundación.

🧬 En angiospermas, uno de los núcleos espermáticos fecunda la ovocélula → **formación del embrión**.

3) Meiosis

- Proceso que **reduce el número de cromosomas** de diploide (2n) a haploide (n).
- Ocurre en el esporofito, **después de la fecundación**, para formar **esporas haploides** (microsporas y megasporas).
- Estas esporas darán lugar a los **gametofitos**.

⚠️ **Importante**: en el ciclo de vida de las plantas, la **meiosis no forma gametos**, sino **esporas**.

✅ **Resumen rápido:**

FASE	QUÉ SE FUSIONA O FORMA	RESULTADO
Plasmogamia	Citoplasmas de gametos	Célula binucleada
Cariogamia	Núcleos de gametos	Zigoto diploide (2n)
Meiosis	Núcleo del esporofito (2n)	Esporas haploides (n)

🔷 3.1. Clasificación según el individuo

1. Plantas monoicas ("una sola casa")

- Un solo individuo posee **ambos sexos**.
- Puede tener:
  - **Flores hermafroditas** (con estambres y carpelos).
  - O bien, **flores unisexuales** masculinas y femeninas en el mismo individuo.



🟢 **Ejemplo**: *Amaryllis* — flor hermafrodita con estambres y pistilo en la misma flor.

2. Plantas dioicas ("dos casas")

- Cada individuo tiene **solo un tipo de flor**: o masculina o femenina.
- Requieren **dos individuos** para la reproducción sexual.



🔵 **Ejemplo**: *Populus sp.* (álamos) – hay pies masculinos y pies femeninos.

🔷 3.2. Clasificación según la flor

- Las angiospermas **monoicas** pueden tener:



Flores hermafroditas: *Amaryllis* (vista anteriormente).



Flores unisexuales: Una flor masculina o femenina, pero ambas presentes en el mismo individuo.

📷 *La imágenes muestran ejemplos de ambas variedades.*

✅ **Resumen**

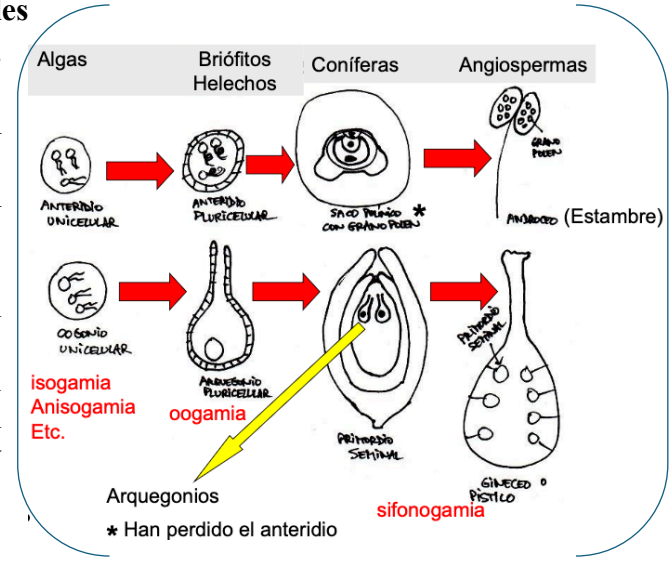
TIPO DE PLANTA	CARACTERÍSTICA	EJEMPLO
Monoica	Individuo con ambos sexos	*Amaryllis*, maíz
Dioica	Individuo con un solo sexo	*Populus*, acebo
Flor hermafrodita	Una sola flor con ambos órganos sexuales	Muy común
Flor unisexual	Solo estambres o solo carpelos	En monoicas y dioicas

---

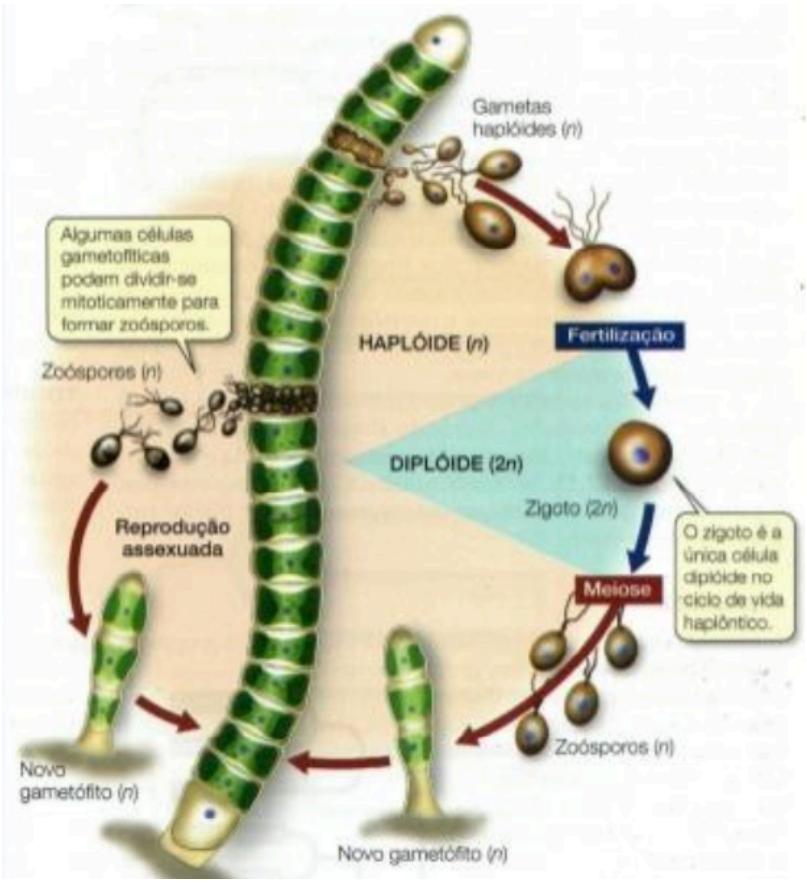
🌿 BLOQUE 4 – ÓRGANOS REPRODUCTORES Y CICLOS BIOLÓGICOS EN PLANTAS

🔷 4.1. Evolución de los órganos sexuales

- Las **plantas más primitivas** (algas, briófitos, helechos) tienen:
  - **Anteridios** (♂) → producen anterozoides (gametos masculinos)
  - **Arquegonios** (♀) → producen ovocélulas
- En **gimnospermas y angiospermas**:
  - El **anteridio desaparece**: el **estambre** lo sustituye.
  - El **arquegonio también desaparece en angiospermas**: el saco embrionario está muy reducido.

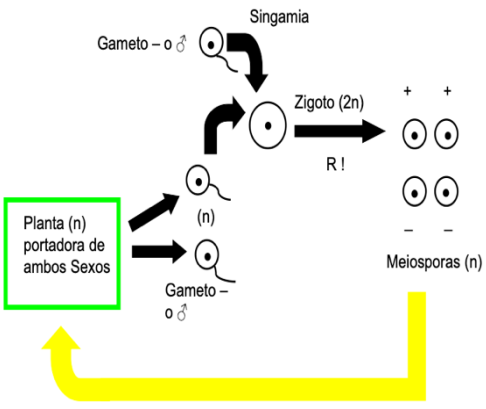


🔷 4.2. Tipos de ciclos biológicos en vegetales



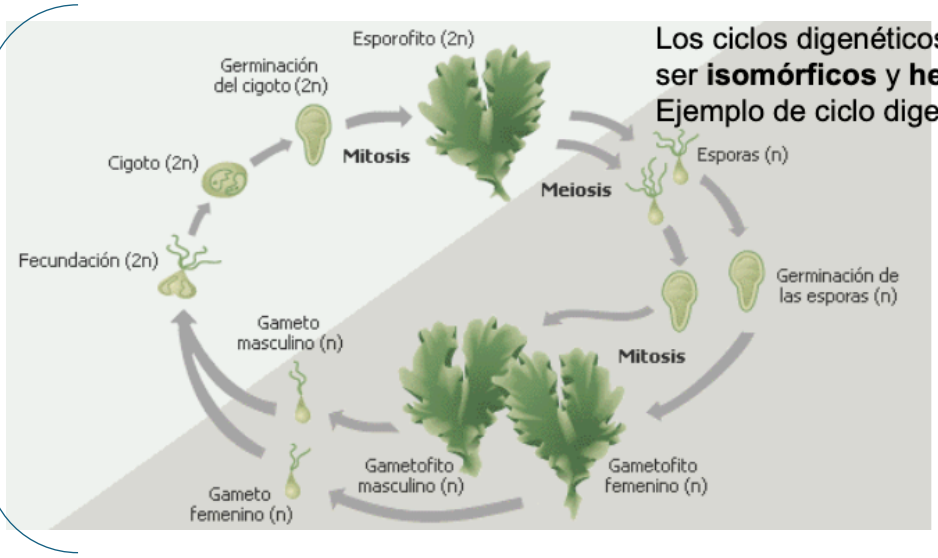
A. Ciclo monogenético haploide

- Solo hay una fase dominante: el **gametofito haploide (n)**.
- Tras la fecundación, el **zigoto diploide (2n)** sufre **meiosis directa**.
- Ejemplo: *Ulothrix* (alga verde)



B. Pero, ¿Y si el zigoto no hace meiosis?

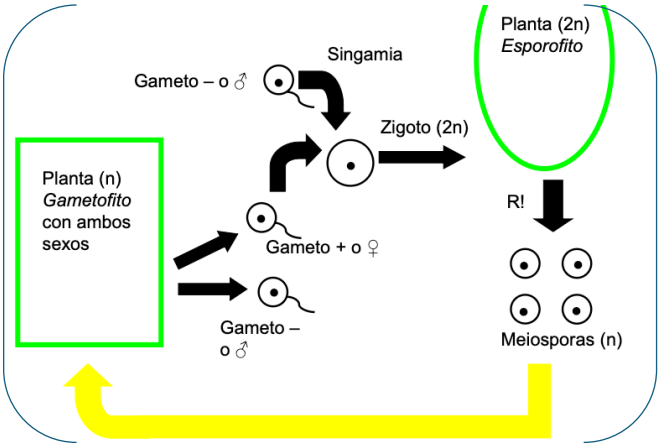
- Si el **zigoto se divide por mitosis**, da lugar a un nuevo tipo de ciclo:
  → **Ciclo digenético**



C. Ciclo digenético isomórfico

- Dos generaciones **alternantes** y **visualmente iguales**:
  - Gametofito (n)
  - Esporofito (2n)
- Ambos producen estructuras reproductivas.

🔁 Ejemplo: *Ulva*



D. Ciclo digenético heteromórfico

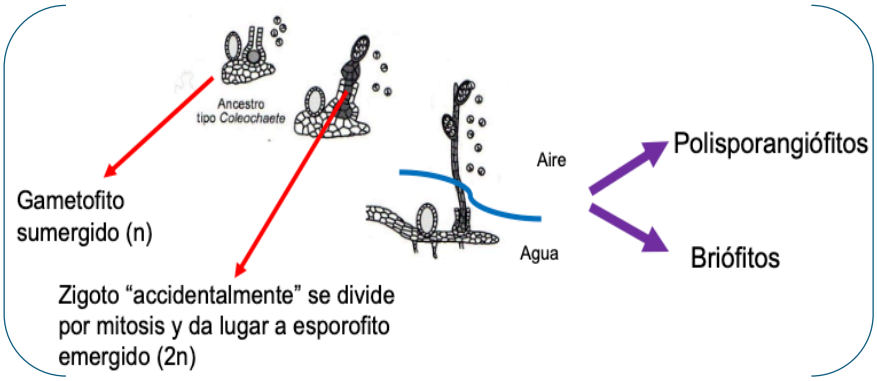
- Las dos generaciones son **distintas morfológicamente**.
  - En angiospermas, el **esporofito diploide (2n)** es dominante.
  - El **gametofito haploide (n)** está muy reducido (micro y megagametofito).

🧬 En angiospermas, el gametofito masculino es el **grano de polen**, y el femenino es el **saco embrionario**.

🔷 4.3. Polisporangiófitos vs. Briófitos

• En un determinado momento del curso de la evolución (Silúrico o Devónico) un alga verde emerge del agua parcialmente y adquiere un ciclo digenético (con un gametofito que se alterna con un esporofito). Se produjeron dos tipos de organismos diferentes en función de cuál de las dos generaciones dominara, los **polisporangiófitos** y los **briófitos**. Esto da lugar a la alternancia de dos fases:

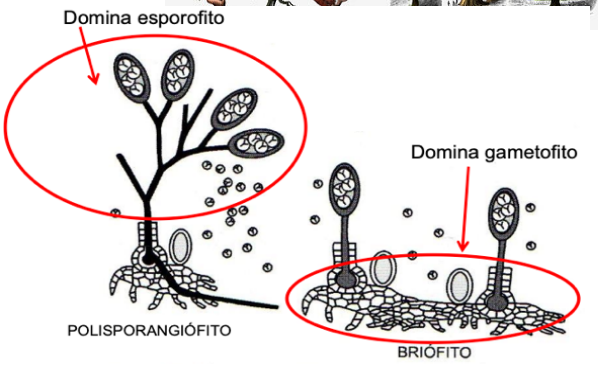
- Si **domina el gametofito**, da lugar a **briófitos**, plantas no vasculares, como los musgos.
-





- Si **domina el esporofito**, nacen los **polisporangiófitos,** plantas vasculares sin semillas, como los helechos, y plantas con semillas como los **gimnospermas** o las **angiospermas**.

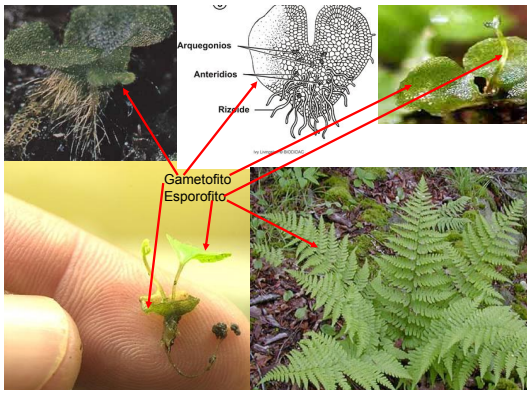


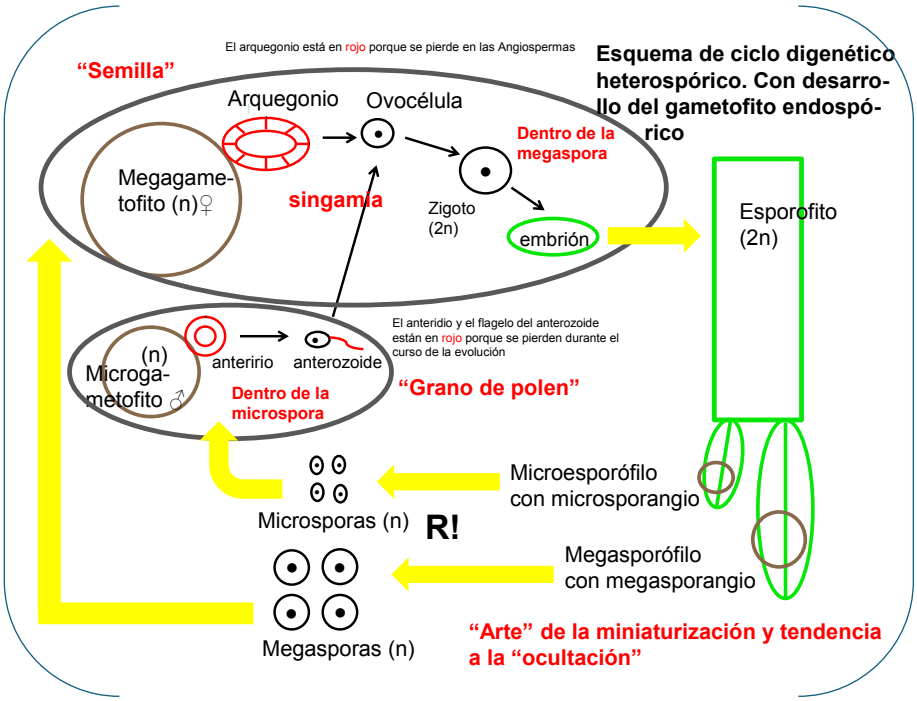


📌 *El término "polisporangiófito" hace referencia a plantas con esporofito multicelular, portador de múltiples esporangios.*

🔷 4.4. Ciclos isospóricos vs. heterospóricos

- En muchos helechos:
  - **Isosporía**: esporas iguales → gametofito hermafrodita.
- En plantas con semilla:
  - **Heterosporía**: dos tipos de esporas:
    - **Microsporas (♂)** → grano de polen.
    - **Megasporas (♀)** → saco embrionario.
  - Gametofitos **endospóricos** (desarrollados dentro de la espora).
  - **Fecundación sifonógama** (sin agua, vía tubo polínico).





Esquema de ciclo digenético heterospórico. Con desarrollo del gametofito endospórico

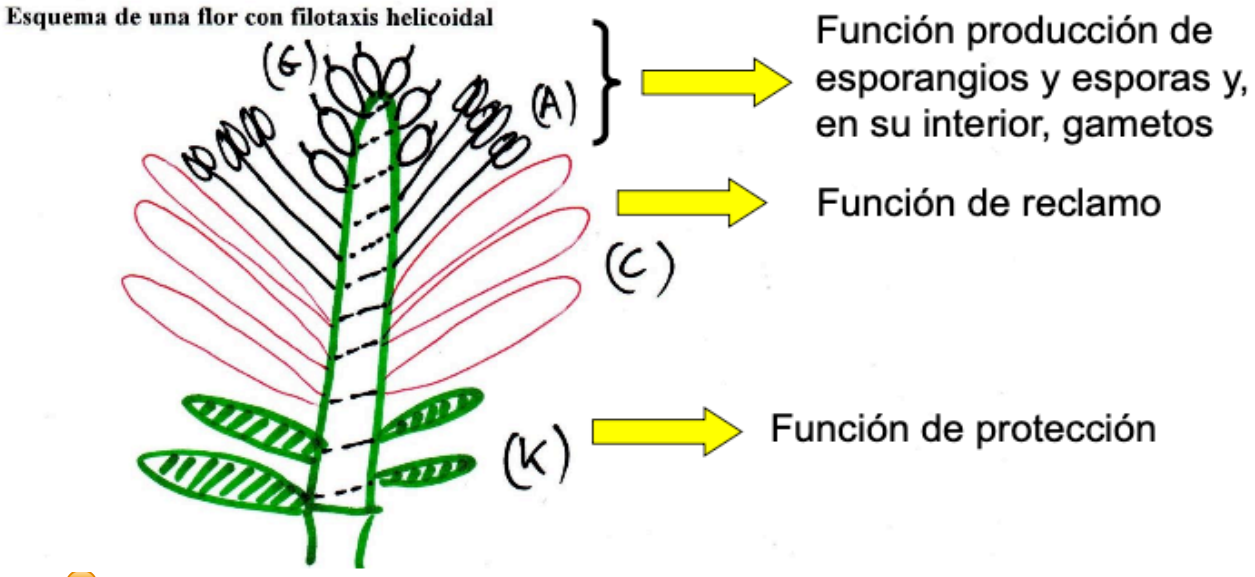
📍 En este esquema vemos todo el ciclo **digenético heterospórico** con colores para mostrar cómo se miniaturizan los **gametofitos** y desaparecen anteridios y **arquegonios** en **angiospermas**.

🌸 BLOQUE 5 – LA FLOR, SUS PARTES Y LA FECUNDACIÓN

🔷 5.1. La flor: estructura general

La flor es el **órgano reproductor sexual** de las angiospermas. Está formada por **hojas modificadas** agrupadas en **verticilos** concéntricos con distintas funciones:

VERTICILO	NOMBRE	FUNCIÓN	SÍMBOLO
1º	**Cáliz**	Protección externa (sépalos)	K
2º	**Corola**	Atracción de polinizadores (pétalos)	C
3º	**Androceo**	Órganos masculinos (estambres)	A
4º	**Gineceo**	Órganos femeninos (carpelos o pistilos)	G

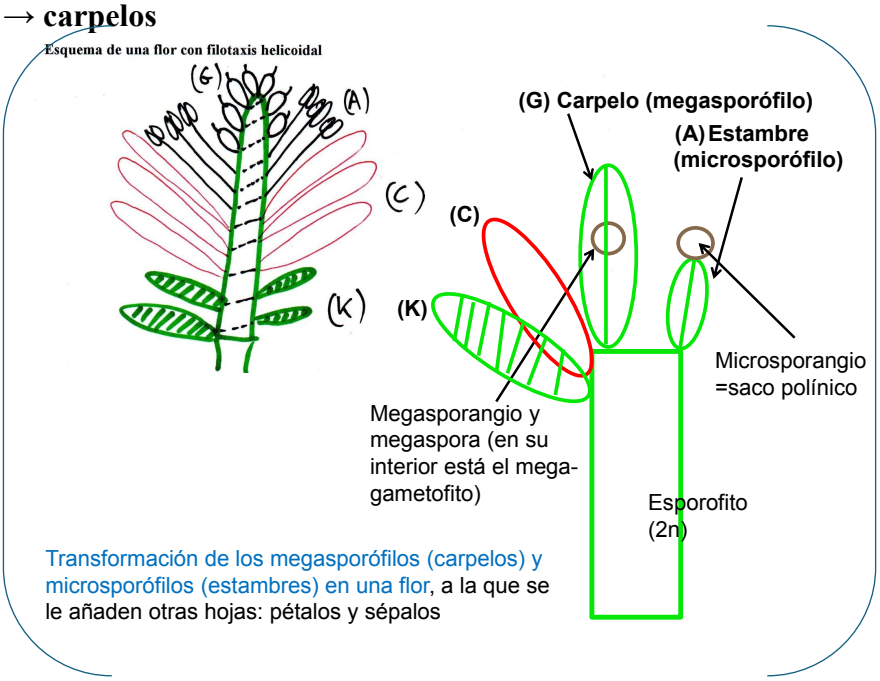


🟠 También pueden aparecer **brácteas** y **receptáculo floral**.

🔷 5.2. Origen evolutivo de la flor

- La flor se origina por **modificación de esporófilos** (hojas portadoras de esporangios):
  - Los **microesporófilos → estambres**
  - Los **megasporófilos → carpelos**
- Las flores evolucionan añadiendo hojas accesorias:
  - **Pétalos (corola)** y **sépalos (cáliz)**

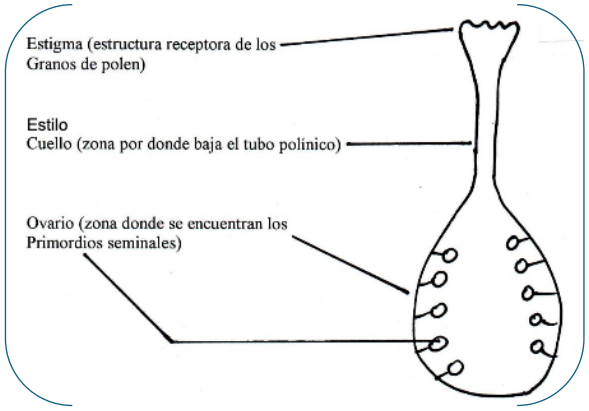
🧬 Aquí vemos el diagrama de la manera en la que se sintetiza esta transformación.



🔷 5.3. Partes del gineceo o pistilo

El gineceo consta de:

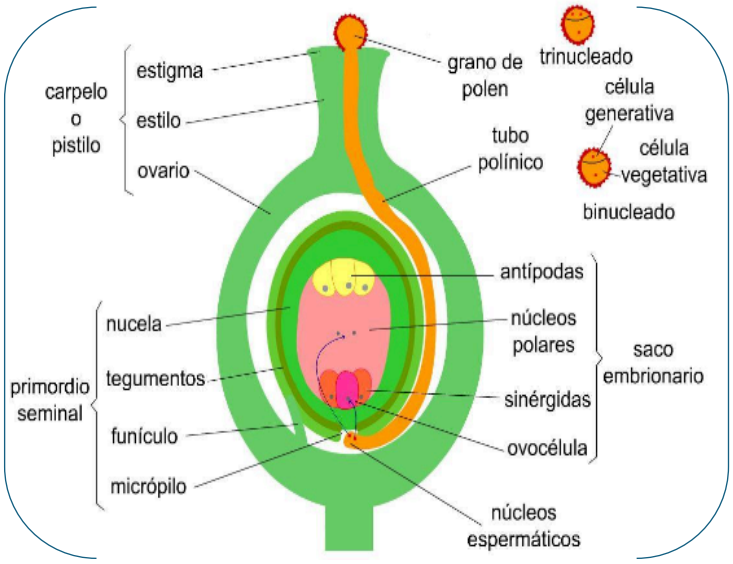
- **Estigma**: superficie receptiva para el polen.
- **Estilo**: canal por donde crecerá el tubo polínico.
- **Ovario**: contiene los **óvulos** con la **megaspora** y posteriormente el **saco embrionario**.

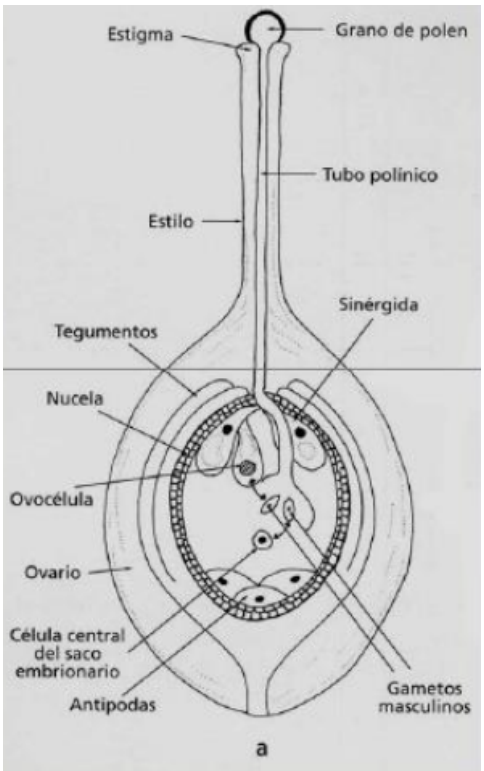


🔷 5.4. Polinización y fecundación

Proceso:

1. El **grano de polen** llega al **estigma**.
2. Germina y forma un **tubo polínico** que crece hacia el ovario.
3. Dentro viajan **dos núcleos espermáticos**:
   - Uno fecunda la **ovocélula → zigoto (2n)**
   - Otro se fusiona con los núcleos polares → **endospermo (3n)**





📌 Esto se llama **fecundación doble**, y es **exclusiva de angiospermas**.

🔷 La flor y la sifonogamia

La **sifonogamia** es un tipo de fecundación en plantas, principalmente en gimnospermas y angiospermas, donde el gameto masculino se transporta a través de un tubo polínico hasta el óvulo para la fecundación. Este proceso es una adaptación al medio terrestre, ya que los gametos masculinos no necesitan agua para llegar al óvulo.

Ventajas:

- La flor **protege los órganos sexuales**.
- La **polinización cruzada** favorece la variabilidad.
- La **sifonogamia** permite reproducción sin depender del agua.

🌼 BLOQUE 6 – FÓRMULAS Y DIAGRAMAS FLORALES

🔷 6.1. ¿Qué son las fórmulas florales?

Una **fórmula floral** es una forma abreviada de describir **la estructura de una flor** mediante **símbolos y números**.

Principales símbolos:

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
K	Cáliz (sépalos)
C	Corola (pétalos)
P	Perianto (cuando sépalos y pétalos no se distinguen)
A	Androceo (estambres)
G	Gineceo (carpelos)

Otros elementos:

- **()** → fusión de órganos entre sí (gamosépala, gamopétala…)
- **+** → verticilos separados
- **↓** → flor zigomorfa (simetría bilateral)
- **∞** → número indefinido
- **G** subrayada → ovario ínfero
- **G** con línea arriba → ovario súpero

🔷 6.2. Diagramas florales

- Representan **la disposición de los verticilos** (cáliz, corola, androceo o estambres) y gineceo o pistilo) en un corte transversal de la flor.
- El gineceo se coloca en el centro.
- Se interpretan en **sentido horario** desde el punto de inserción.

🧠 Son útiles para comparar familias botánicas o identificar especies.

🔷 6.3. Ejemplos de algunas fórmulas y diagramas florales de distintas familias:

FAMILIA / ESPECIE	FÓRMULA FLORAL TÍPICA	COMENTARIOS
Cistus ladanifer (jaras)	K 5 C 5 A ∞ G (5)	Numerosa androcea y gineceo sincárpico
Papaver (amapola)	K 2 C 4 A ∞ G (2–∞)	Estambres muy numerosos
Lamiaceae (labiadas)	↓ K (5) [C (5) A 4] G (2)	Simetría bilateral; flor zigomorfa
Liliaceae (bulbosa 6 pétalos)	P 3+3 A 3+3 G (3)	Perianto simple, tricarpelar
Iridaceae (lirios)	↓ P 3+3 A 3 G (3)	Ovario ínfero, zigomorfía
Solanaceae (*Solanum*, *Capsicum*) (tomates)	K (5) C (5) A 5 G (2)	Corola gamopétala, gineceo bicarpelar
Scrophulariaceae (*Digitalis*)	↓ K (5) C (5) A 4 G (2)	Flor bilabiada y zigomorfa
Ulmaceae (sámara)	K (5) C (5) A (5) G (2)	Flor con simetría radial

✅ Resumen práctico:

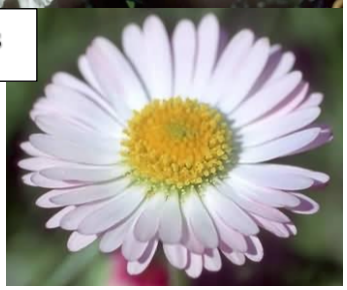
- Las **fórmulas** son como la "ficha técnica" de una flor.
- Los **diagramas** muestran cómo están colocadas sus piezas.
- Juntos, permiten comparar **familias botánicas** de forma clara y rápida.

BLOQUE 7 – INFLORESCENCIAS: TIPOS Y EVOLUCIÓN

7.1. ¿Qué es una inflorescencia?

Es la disposición de las flores en las plantas, formando una estructura común o un sistema de ramificaciones que se originan en un eje o rama. A diferencia de las flores solitarias, las inflorescencias pueden ser racimos, espigas, umbelas, o capítulos, entre otras.





dos ejemplos

Cumple funciones como:

- Optimizar la **polinización**
- Atraer polinizadores
- Coordinar la floración

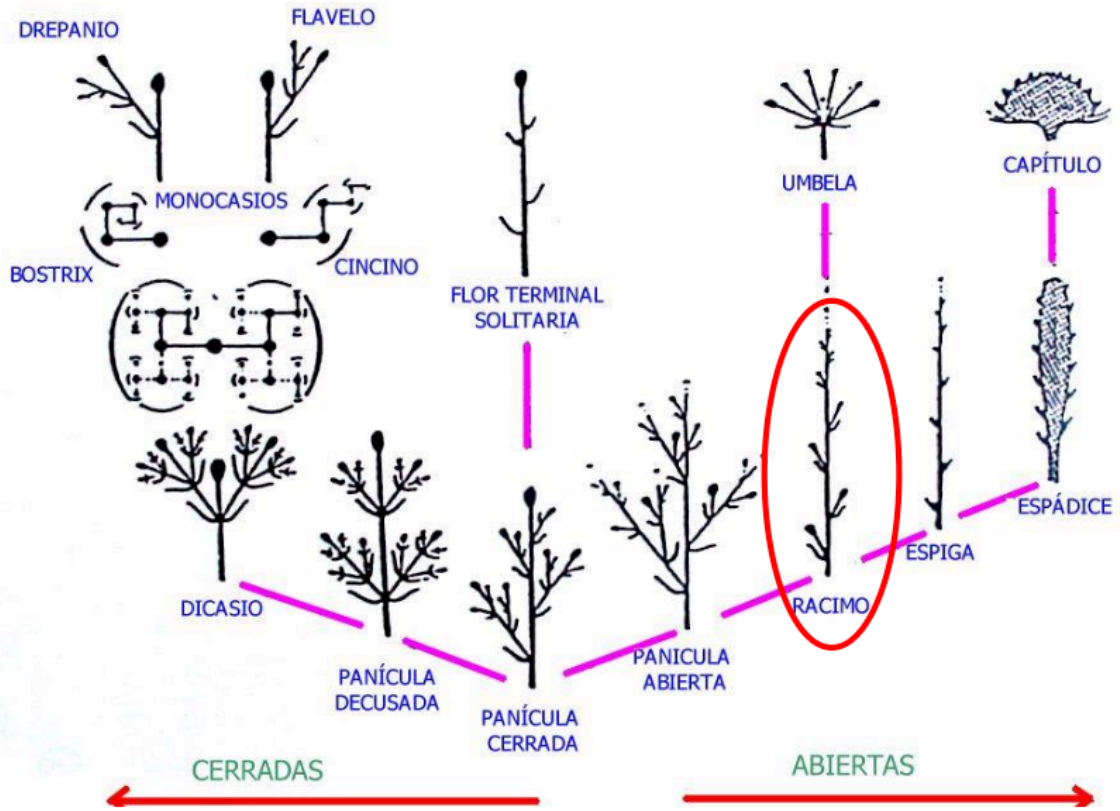
7.2. Tipos básicos de inflorescencias

A. Inflorescencias racimosas o indefinidas

(*Las flores se desarrollan de abajo hacia arriba o del exterior al centro*)

TIPO	CARACTERÍSTICAS	EJEMPLO
Racimo	Eje principal con pedicelos	*Lupinus*, *Digitalis*
Espiga	Como el racimo, pero sin pedicelos	*Plantago*
Espádice	Espiga carnosa con bráctea grande	*Araceae* (ej. *Zantedeschia*)
Amento	Espiga colgante y flexible	*Salix*, *Betula*
Capítulo	Flores sésiles sobre un receptáculo	*Bellis*, *Taraxacum*
Umbela	Pedicelos nacen de un punto común	*Apiaceae* (zanahoria)
Corimbo	Pedicelos de distinta longitud, flores al mismo nivel	*Pyrus communis* (pera)

POSIBLE DIAGRAMA EVOLUTIVO DE LAS INFLORESCENCIAS



INFLORESCENCIAS COMPUESTAS O COMPLEJAS

INFLORESCENCIAS COMPUESTAS O COMPLEJAS

HOMOGÉNEAS

RACIMOS DE RACIMOS (PANÍCULA) (1)
Inflorescencia compuesta homogénea cuya inflorescencia principal es un racimo donde las flores están reemplazadas por racimos. Por ejemplo, *Rubus caesius*.

UMBELA DE UMBELAS (UMBELA DOBLE) (2)
Inflorescencia compuesta homogénea cuya inflorescencia principal es una umbela donde las flores están reemplazadas por umbelas. Las brácteas de la inflorescencia principal constituyen el involucro (i) y las bractéolas de las umbelas simples el denominado involucelo o involucrillo (iv). Por ejemplo, la umbelífera *Daucus carota*.

ESPIGA DE ESPIGUILLAS (3)
Inflorescencia compuesta homogénea cuya inflorescencia principal es una espiga donde las flores están reemplazadas por espiguillas. Por ejemplo, el "ballico" (*Lolium perenne*).

CAPÍTULO DE CAPÍTULOS (4)
Inflorescencia compuesta homogénea cuya inflorescencia principal es un capítulo donde las flores están reemplazadas por capítulos. Por ejemplo, el "edelweiss" (*Leontopodium alpinum*).

CORIMBO DE CORIMBOS (5)
Inflorescencia compuesta homogénea cuya inflorescencia principal es un corimbo donde las flores están reemplazadas por corimbos. Por ejemplo, el "serbal silvestre" (*Sorbus aucuparia*).

DICASIO COMPUESTO (6)
Inflorescencia compuesta homogénea en la que por debajo de la flor terminal se desarrollan dos ramas que a su vez llevan dicasios simples. Por ejemplo,la cariofilácea *Stellaria holostea*.

MIXTAS

TIRSO (PANÍCULA CERRADA) (7)
Inflorescencia compuesta mixta cuyo eje central es indefinido y con muchos dicasios simples o compuestos, laterales y opuestos, generalmente de forma ovoide. Por ejemplo, el "castaño de Indias" (*Aesculus hippocastanum*)

CORIMBO DE CAPÍTULOS (8)
Inflorescencia compuesta mixta cuya inflorescencia principal es un corimbo donde las flores están reemplazadas por capítulos. Por ejemplo, la "milhojas" (*Achillea millefolium*).

RACIMO DE ESPIGUILLAS (9)
Inflorescencia compuesta mixta cuya inflorescencia principal es un racimo donde las flores están reemplazadas por espiguillas. Por ejemplo, la "avena" (*Avena* sp.)

OTROS TIPOS

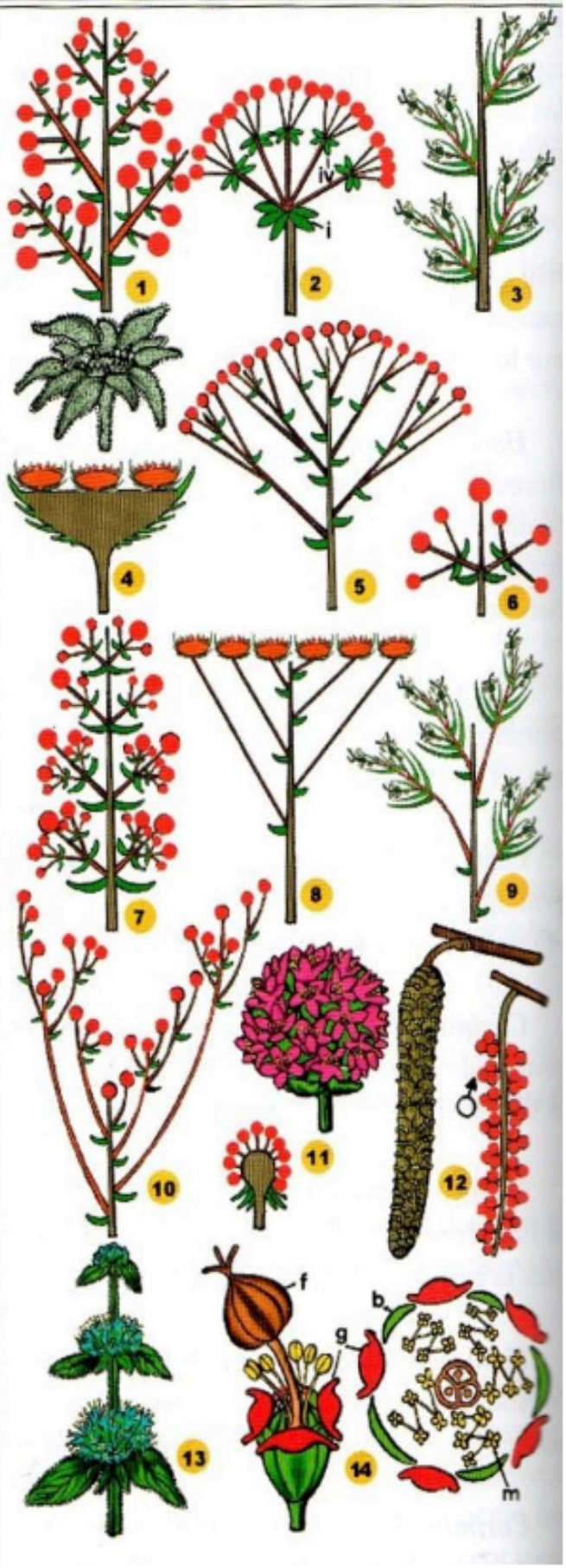
ANTELA (10)
Inflorescencia compuesta donde las ramas laterales superan la longitud del eje principal o del eje respectivo (muchas juncáceas).

GLOMÉRULO (11)
Inflorescencia contraída, de forma más o menos globulosa, con las flores sésiles o casi. Por ejemplo, *Armeria* sp.

AMENTO (12)
Inflorescencia de tipo racimo espiciforme, formada por flores sésiles, unisexuales, generalmente sin perianto y de polinización anemógama, frecuentemente colgante. Por ejemplo, las que forman las flores masculinas del "avellano" (*Corylus avellana*).

VERTICILASTRO (13)
Cimas contraídas y enfrentadas que parecen constituir verticilos dispuestos en pisos sobre un eje vertical alargado. Por ejemplo, en muchas labiadas (*Lamium*, *Phlomis*, *Mentha*, *Lavandula*, *Stachys*, etc.).

CIATIO (14)
Pseudanto (inflorescencia que simula ser una sola flor) constituido por una flor femenina central reducida a un ovario tricoco, pedicelado y sin perianto (f), y por cinco grupitos de flores masculinas (m), las cuales están integradas por un estambre colocado sobre un pedicelo (en el punto de unión de pedicelo y estambre se advierte una articulación) y sin perianto. Este conjunto se halla rodeado por un involucro acopado constituido por las cinco brácteas madres de las inflorescencias masculinas (b); entre cada dos de estas brácteas se inserta una glándula elíptica o semilunar, con carácter de nectario (g). Esta inflorescencia es típica de las "lechetreznas" (*Euphorbia* sp.).



B. Inflorescencias cimosas o definidas

(*La flor terminal se abre primero; crecimiento limitado del eje*)

TIPO	CARACTERÍSTICAS
Dicasio	Dos flores laterales debajo de la flor terminal
Monocasio	Solo una rama por bifurcación. Tipos:
- **Cincino**	Las flores se sitúan siempre en el mismo lado
- **Ripidio** o **flabelo**	Las ramas se alternan de un lado a otro

🔷 7.3. Inflorescencias compuestas

- Son combinaciones complejas de inflorescencias simples.
- Muy frecuentes en **Asteraceae**: el **capítulo** (o pseudanto) imita a una sola flor.
  - Contiene **flósculos** (flores tubulares) y **liguladas** (en la periferia).
  - Ejemplo: *margarita*, *diente de león*.



✅ Resumen final del bloque:

- Las **inflorescencias** son clave en la diversidad y especialización de las angiospermas.
- Su forma influye en la **eficiencia reproductiva**, la **atracción de polinizadores** y la **identificación botánica**.
- Conocer los tipos principales permite **reconocer familias y géneros** con facilidad.

Tema 7: 🌸 POLINIZACIÓN EN ANGIOSPERMAS

📘 ÍNDICE TEMÁTICO DEL TEMA

1. **Tipos de polinización** (autogamia vs. alogamia)
2. **Polinización zoófila (por animales)**
   - Entomófila (insectos): cantarófila, melitófila, miófila, psicófila
   - Ornitófila (aves)
   - Quiropterófila (murciélagos)
   - Mamaliófila, batracófila, mirmecófila
3. **Polinización anemófila (por viento)**
4. **Polinización hidrófila (por agua)**
   - Epihidrofilia, hipohidrofilia y tipo mixto

🌼 BLOQUE 1 – TIPOS DE POLINIZACIÓN EN ANGIOSPERMAS

🔷 ¿Qué es la polinización?

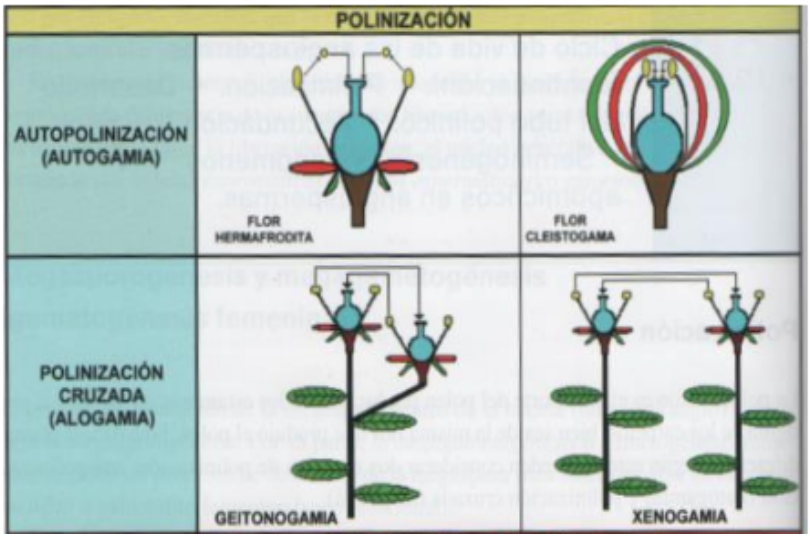
Es el proceso por el cual los **granos de polen** (producidos en las anteras del estambre, equivalente masculino en la reproducción) **llegan al estigma del gineceo** (parte terminal del pistilo que recibe el polen), donde puede iniciarse la fecundación.

Este transporte puede darse dentro de una misma flor o entre flores distintas, y lo realizan **agentes bióticos (organismos vivos) o abióticos** (factores no vivos).

🔶 Tipos básicos de polinización:

1. Autopolinización (autogamia)

- El polen **fecunda el óvulo de la misma flor** o de otra flor del mismo individuo.
- Es típica de plantas **autógamas**.
- Dos subtipos:
  - **Flor hercógama**: presenta barreras físicas que evitan la autofecundación.
  - **Flor cleistógama**: no se abre nunca; se autofecunda cerrada.



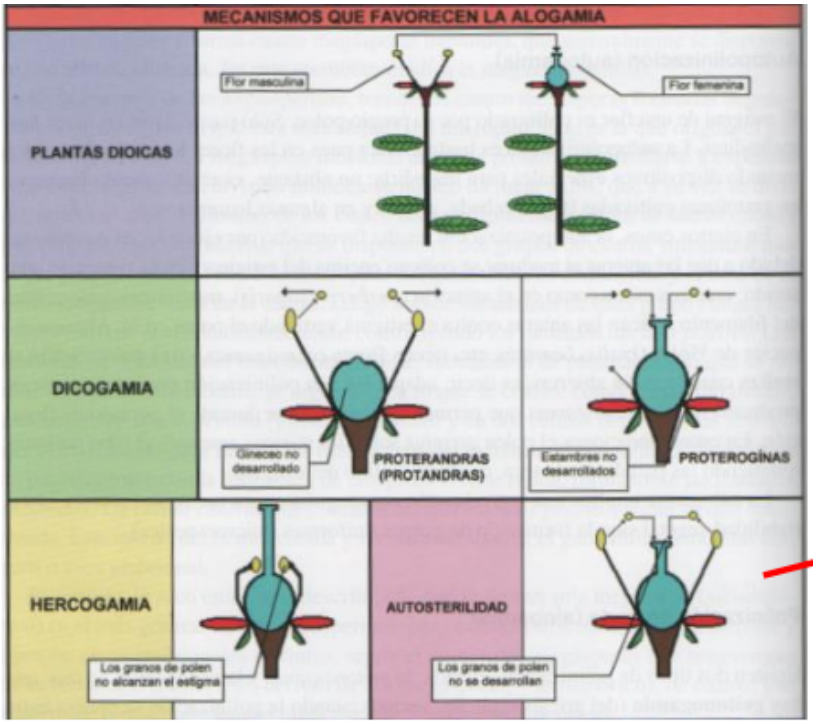
2. Polinización cruzada (alogamia)

- Reproducción sexual donde el polen de una flor fecunda un óvulo de otra flor de la misma planta, esto se conoce como geitonogamia). Cuando el polen de la flor de una planta fecunda a otra flor de otra planta se conoce como xenogamia.
- Esto favorece la **variabilidad genética**.

Mecanismos que favorecen la alogamia

1. **Dicogamia**
   - El androceo y el gineceo **maduran en momentos distintos**.
- Subtipos:
  - **Protandria**: maduran antes los estambres.
  - **Protoginia**: madura antes el gineceo.

2. **Herco-gamia**:
   - Separación espacial de estambres y estigmas para impedir la autopolinización.
3. **Incompatibilidad genética:**
   - Aunque llegue polen propio, **no puede fecundar** por barreras fisiológicas.



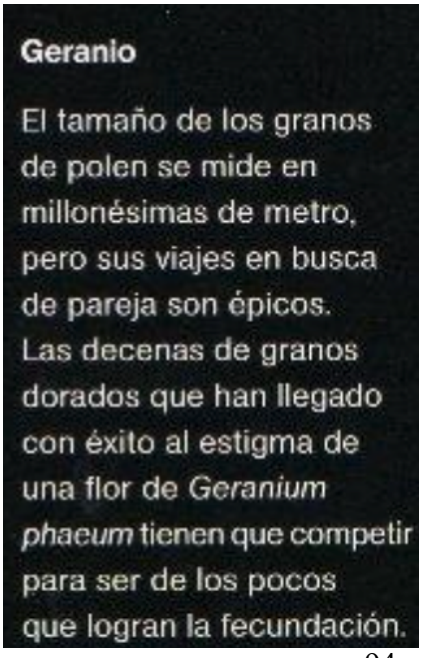
Agentes polinizadores:

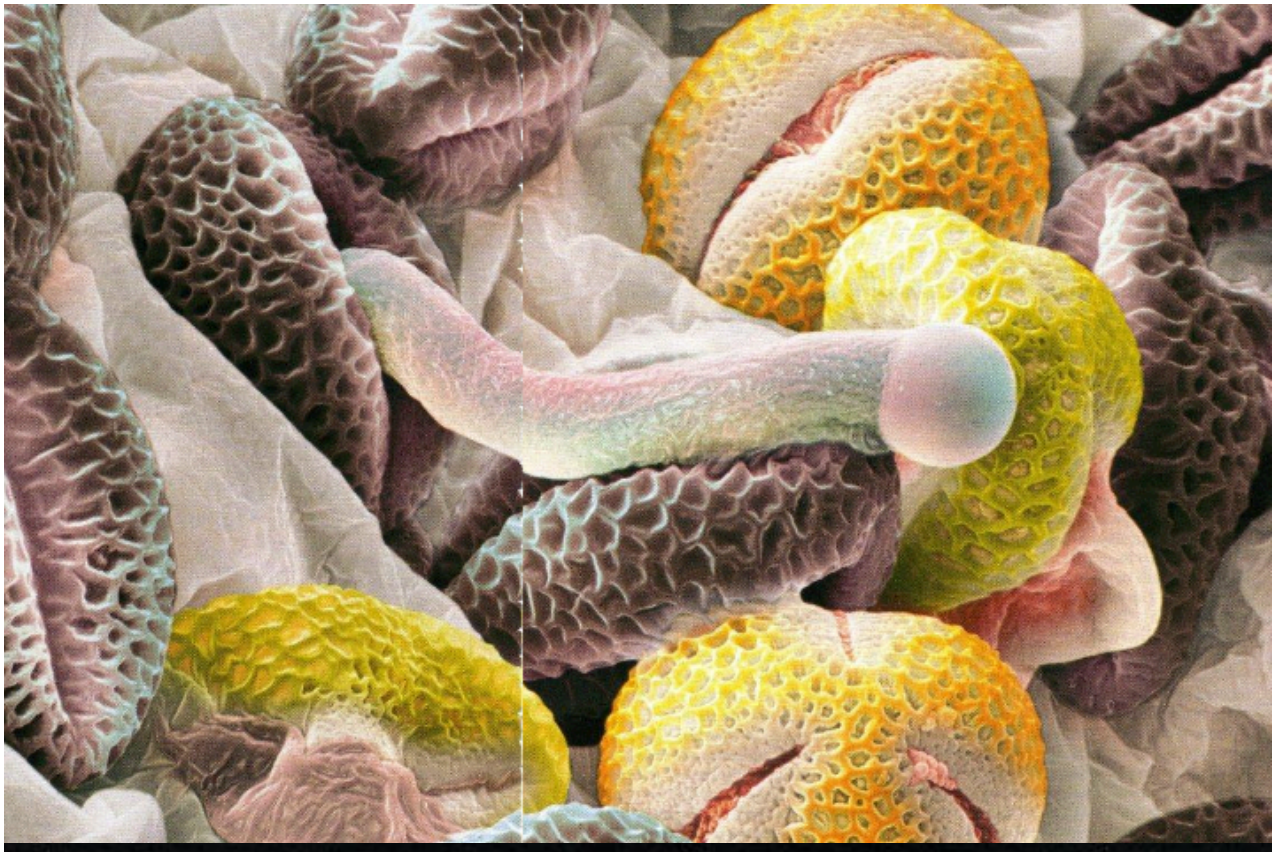
Según qué agente transporta el polen, se distinguen tres grandes tipos:

TIPO DE POLINIZACIÓN	AGENTE POLINIZADORES	EJEMPLO DE PLANTAS
Zoófila	Animales	flores vistosas, con néctar y olor
Anemófila	Viento	flores pequeñas, sin pétalos ni olor
Hidrófila	Agua	plantas acuáticas específicas

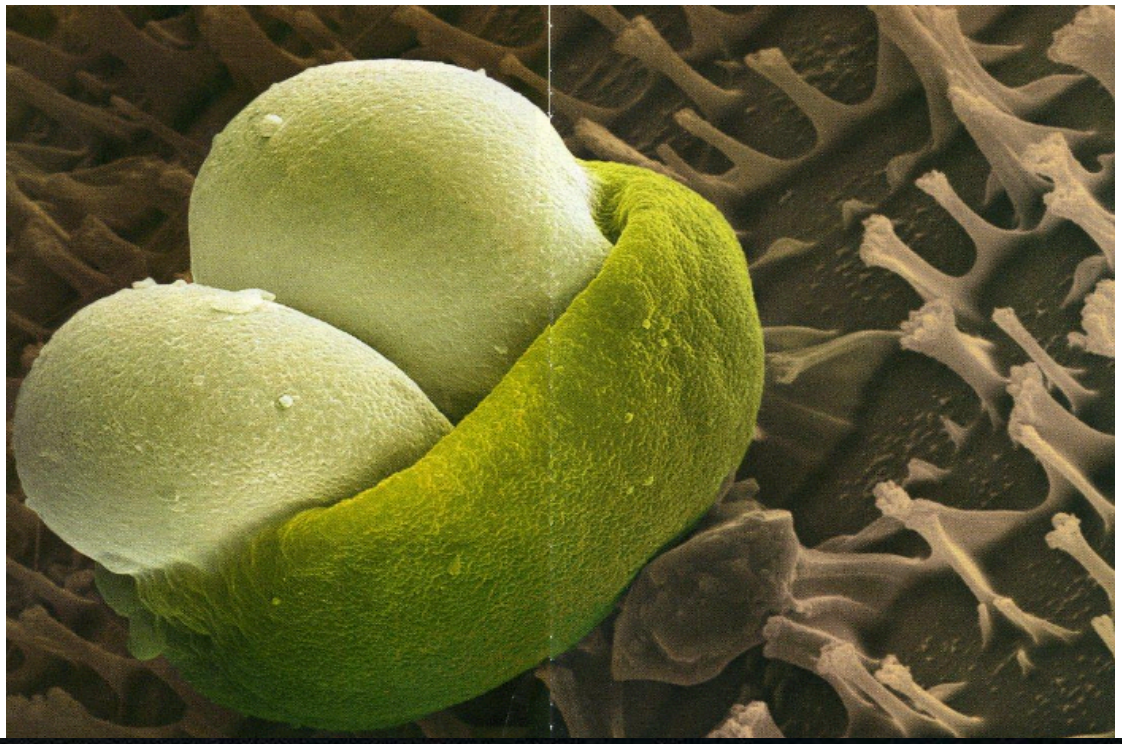
⇒ **Vamos a dar un pequeño recorrido por algunos tipos de pólenes, son realmente bellos cundo se ven en un microscopio de superresolución.**







Alojados en el tejido arrugado del estigma de *Viburnum tinus*, los granos de polen de otras flores de durillo (en gris) se hinchan con la humedad. Uno de ellos (en el centro) ya está desarrollando el tubo polínico que transporta las células espermáticas hasta el primordio seminal. El polen de otras especies (en amarillo y en verde) ha fallado el objetivo; las defensas genéticas lo excluyen de la carrera por la fecundación.



El polen de los pinos cubre los coches con un polvillo amarillo verdoso, aunque este grano en particular ha aterrizado sobre el huevo de un insecto que aún no ha eclosionado. El polen de estos árboles flota en el aire sustentado por sus dos vesículas aeríferas, y es una condena para los alérgicos de casi todo el mundo, ya que llega a alcanzar elevadas concentraciones, como ha sucedido desde hace millones de años.



Hay polen de muchas formas y tamaños. El grano de polen del centro es de calabaza. A su lado, hacia abajo hay una diminuta mota que corresponde a un grano de polen de "***Myosotis***".



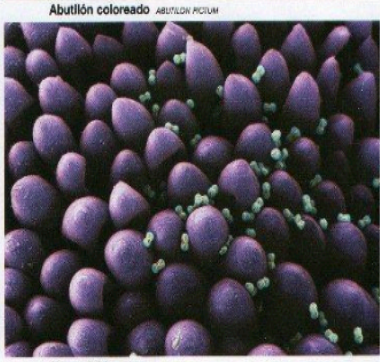
Trébol blanco *TRIFOLIUM REPENS*



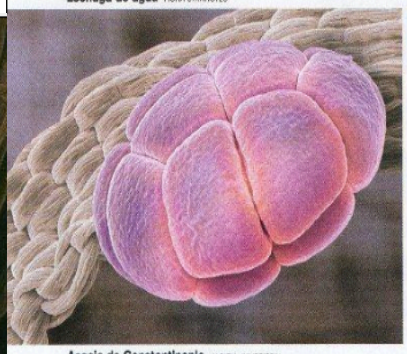
Abutilón coloreado *ABUTILON PICTUM*



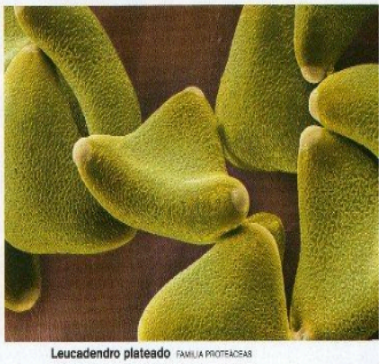
Lechuga de agua *PISTIA STRATIOTES*



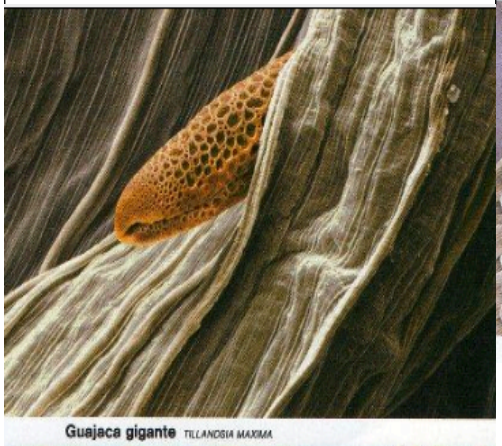
Nomeolvides *MYOSOTIS SYLVATICA*



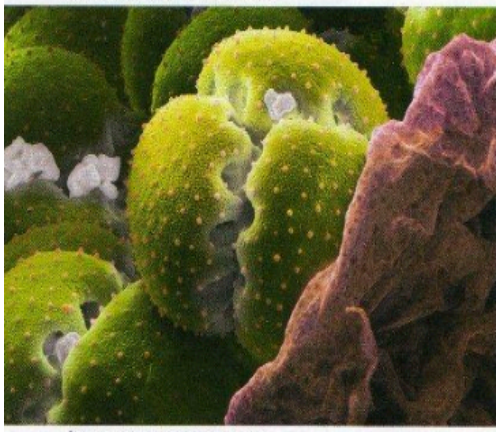
Acacia de Constantinopla *ALBIZIA JULIBRISSIN*



Leucadendro plateado *FAMILIA PROTEACEAS*



Guajaca gigante *TILLANDSIA MAXIMA*



Atrapamoscas *DIONAEA MUSCIPULA*



Crino japonés *CRINUM JAPONICUM*

FORMA Y FUNCIÓN

Los granos de polen de las plantas primitivas eran como pequeños planetas arrastrados en un universo ventoso. Con el tiempo, la evolución los ha diversificado al máximo. El polen, rico en proteínas, del trébol blanco (arriba, izquierda) es un alimento importante para las abejas, como el néctar. Las púas del polen del *abutilón coloreado* (arriba, centro) posibilitan un mejor agarre a las plumas de las aves.

El pliegue en el polen de la *guajaca gigante* (arriba, derecha) le permite encogerse cuando se seca, o hincharse con la humedad, sin romperse. Los surcos en el polen de la *lechuga de agua* (centro, izquierda) son un rasgo inusual, aunque la planta es común desde Egipto hasta Argentina. Los granos de polen del *nomeolvides* (centro, coloreados de turquesa) son de los más diminutos que se conocen. con un diámetro de cinco milésimas de milímetro. Los del *atrapamoscas* (centro, derecha) y la *acacia de Constantinopla* (abajo, izquierda) son 15 veces más grandes.

No hay relación directa entre el tamaño de la planta y el del polen.

El polen del *leucadendro plateado* (abajo, centro) tiene un revestimiento adhesivo que se pega a los animales que lo transportan. El del *crino japonés* (abajo, derecha) está rodeado de pétalos vistosos que atraen a los insectos. Algunas morfologías parecen fáciles de explicar. Otras son un enigma.

🐝 BLOQUE 2 – POLINIZACIÓN ZOÓFILA (por animales)

🔷 ¿Qué es la polinización zoófila?

Es aquella en la que los **animales transportan el polen** desde las anteras (parte terminal del estambre) hasta el estigma puerta de entrada del polen a las plantas). Puede incluir insectos, aves, murciélagos, mamíferos e incluso anfibios.

En todos los casos, la flor presenta **mecanismos de atracción**:

- **Ópticos**: color, forma, brillo, señales de néctar, simetría.
- **Químicos**: aromas, néctar, feromonas.
- **Táctiles**: texturas, presencia de plataformas o espolones.

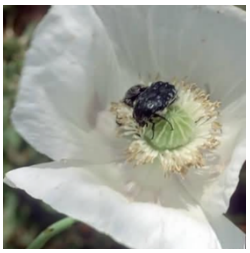
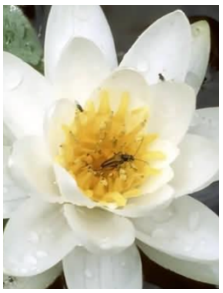
🐞 2.1. Entomofilia – polinización por insectos

Subtipos según el insecto:

SUBTIPO	INSECTO PRINCIPAL	CARACTERÍSTICAS DE LA FLOR
Cantarofilia	Escarabajos	Reclamo: blancas o verdes, grandes, robustas y muy olorosas. Con mucho polen o néctar.
Melitofilia	Abejas, himenópteros	Amarillas, azules, con señales de néctar, forma bilabiada "anariposadas"
Miófilia	Moscas	Heterogéneas; inodoras o con olor a carne en descomposición (flores trampas).
Psicofilia	Mariposas	Tubulares, erectas, con colores claros, abiertas por la tarde/noche

📸 Ejemplos ilustrados:

- Flores **cantarófilas** (ej. nenúfares) y sus polinizadores.

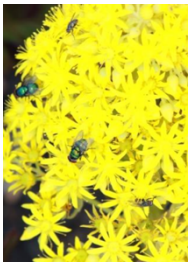
- **Melitofilia**: flores "amariposadas" como *Lathyrus*, *Trifolium*, *Cytisus*.

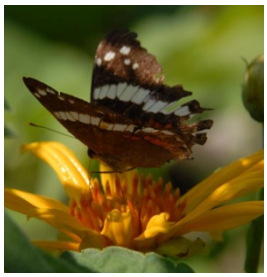






- **Miófilas** como *Aristolochia* y *Rafflesia*, que usan "flores trampa".




- **Psicofilia** con mariposas y flores de corola estrecha o nocturnas (*Lonicera*, *Brugmansia*, *Buddleja*…).

🧠 Existen también fenómenos fascinantes como:



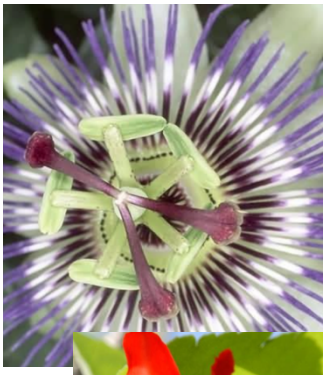

- **Señales por medio de luz Ultravioleta** que emiten las plantas y que son visibles solo para los insectos, ya que ellos no ven los colores igual que nosotros. Para ellos tienen patrones en sus pétalos y labelo que son visibles bajo luz ultravioleta pero invisibles para el ojo humano. Estos patrones pueden consistir en puntos, líneas, áreas oscuras o claras que contrastan bajo la luz UV.



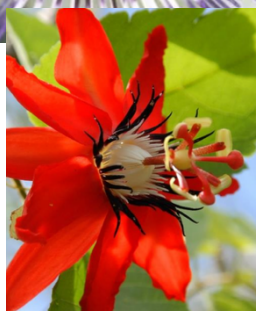
•**Polinización engañosa** en orquideas (*Orchidaceae*): estas flores que imitan a las hembras de insectos para atraer a los machos y lograr la transferencia de polen. Para ello imitan forma, tamaño, color y textura. También emiten aromas que imitan las feromonas sexuales de las hembras.

🪼 2.2. Ornitofilia – polinización por aves





- Colibríes, aves nectarívoras.
- Flores rojas, tubulares, sin olor, pero con gran cantidad de néctar.



- No tienen plataformas de aterrizaje, por lo que las aves quedan suspendidas en vuelo.
    - Ejemplos: *Heliconia*, *Hibiscus*, *Passiflora*.

🦇 2.3. Quiropterofilia – polinización por murciélagos solo en los trópicos



- Flores grandes, resistentes, de colores oscuros.
- Relevan a los pájaros al abrirse por la noche y emitir **olor a fruta fermentada** con gran cantidad de néctar.
-
- Ejemplos: *Adansonia* (baobab), *Carnegiea*, *Kigelia*.



🐭 2.4. Mamaliofilia y otros



- Ejemplo: **opossum** polinizando *Banksia* en Australia.
- También hay **batracofilia** (anfibios) y **mirmecofilia** (hormigas), aunque muy poco frecuentes.



🌿 BLOQUE 3 – <u>POLINIZACIÓN ANEMÓFILA (por viento)</u>

🔷 ¿Qué es?

Es la polinización que ocurre cuando el **viento transporta el polen** desde las anteras de una flor hasta el estigma de otra. No hay intervención animal, y suele ser **un proceso aleatorio y masivo**.

Las flores anemófilas son de colores pálidos, relativamente inodoras y no producen néctar. Sus pétalos son pequeños o inexistentes y a menudo los sexos se encuentran en pies separados (dioicas). Normalmente presentan unos estambres muy expuestos y el polen es producido en grandes cantidades, por lo que es de los peores para las alergias; por lo general es liso, pequeño y no se agrega como en el caso de las flores entomófilas.

🔶 Características de las plantas anemófilas:

CARACTERÍSTICA	DETALLE
Flores pequeñas	Poco vistosas, sin pétalos llamativos
Sin néctar ni aroma	No necesitan atraer animales
Estambres largos	Sobresalen al aire para liberar polen
Estigmas plumosos	Amplia superficie para captar granos de polen
Polen abundante y liviano	Seco, no viscoso, con gran capacidad de dispersión
Agrupación en inflorescencias	Muchas flores juntas en amentos, espigas o panículas

🔶 Ejemplos de familias con polinización anemófila:

- **Fagaceae**: robles, hayas, encinas.
- **Betulaceae**: abedules, alisos.
- **Poaceae**: gramíneas como el trigo, maíz, arroz.
- **Cupressaceae**: cipreses.



📍 *Esta es una imagen representativa de un bosque templado con polinización anemófila.*

🔶 Estructuras adaptadas:

- **Amentos**: inflorescencias colgantes y móviles que favorecen la liberación del polen.



- **Flores unisexuales**: muchas veces, las flores masculinas y femeninas están en estructuras distintas para facilitar la dispersión cruzada.

📌 Esta estrategia es más frecuente en ambientes:

- **Abiertos**, sin obstáculos (praderas, coníferas)
- **Templados o fríos**, donde los insectos escasean
- Donde el **costo de fabricar recompensas florales** (néctar, pigmentos) no compensa

💧 BLOQUE 4 – POLINIZACIÓN HIDRÓFILA (por agua)

🔷 ¿Qué es?

Es el proceso en el que el **agua actúa como medio de transporte** para los granos de polen desde la flor masculina hasta la femenina. Es mucho menos común que la zoófila o anemófila.

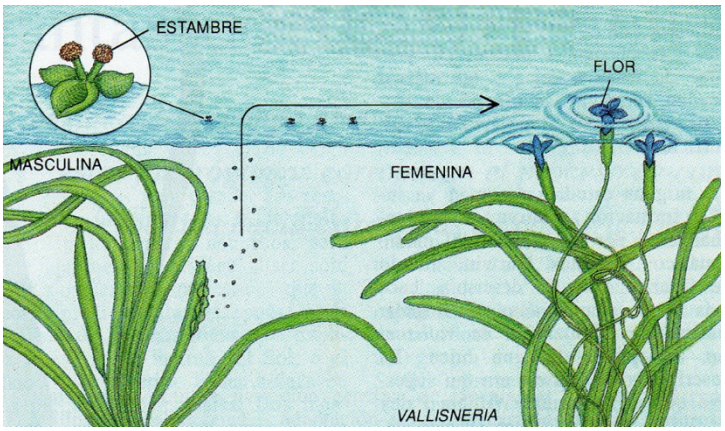
🧠 Se da exclusivamente en **plantas totalmente adaptadas al medio acuático**, como ***Vallisneria, Zostera, Elodea, Ceratophyllum*** *o* ***Posidonia***.

🔶 Tipos principales:

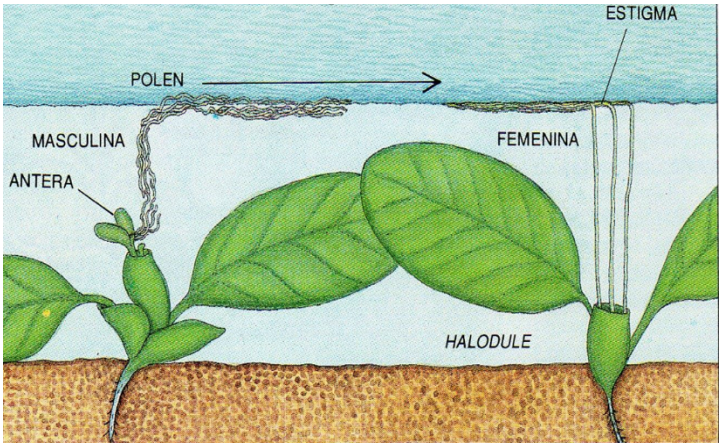
1. **Epihidrofilia**

- El polen se **libera en la superficie del agua**.
- Las flores masculinas flotan y **viajan por la superficie** hasta encontrar las femeninas.

📌 **Ejemplo de polinización por encima de la superficie**: Esta es una de las estrategias reproductoras de las plantas hidrófilas (polinizadas en el agua). Los granos de polen sobresalen a la superficie y son transportados por las flores masculinas flotantes hasta que caen en las flores femeninas, fecundándolas.
Emplean este método: *Enhalus, Lagarosiphon y Vallisneria*.

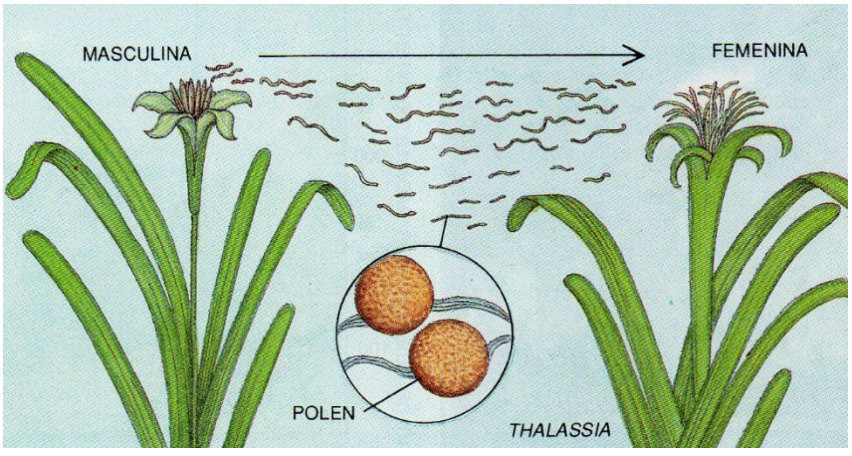


📌 **Ejemplo de polinización en la superficie del agua**: Este es el segundo método de estrategia reproductora. Algunas especies liberan polen filamentoso u oval, con el fin de formar balsas polínicas; otras envuelven su polen esférico en tubos longilíneos. Los estigmas tienden a ser filamentosos en las especies marinas (*Amphibolis* y *Halodule*) y con
aspecto de copa en las de agua dulce (*Ruppia* y *Lepilaena*).



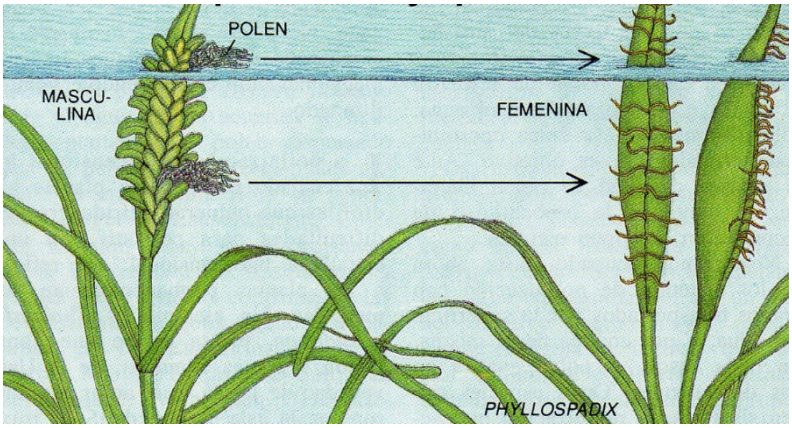
2. **Hipohidrofilia**

- El polen se transporta **bajo el agua**, sin llegar a la superficie.
- Fluye con las corrientes hasta los estigmas.



📌 **Ejemplos**:
• *Zostera marina* (hierba marina)
• *Posidonia oceanica* (endémica del Mediterráneo)
• *Ceratophyllum*, *Najas*
→ Características del polen:
• **Filamentoso y viscoso**
• A menudo con **estructuras dentadas** que facilitan el enganche al estigma

3. Estrategia mixta



- Algunas especies acuáticas como *Phyllospadix* y *Zostera*, combinan algunos elementos de ambas estrategias. El polen puede desplazarse parcialmente bajo el agua y luego emerger o viceversa.
- El polen de superficie tiende a ser algo más filamentoso que el polen submarino. La liberación subacuática acontece en las zonas submareales, es decir, en aquellas poblaciones que nunca alcanzan la superficie, ni siquiera durante las mareas bajas.

✅ **Resumen del bloque:**

TIPO	MEDIO DE TRANSPORTE	DIRECCIÓN	EJEMPLO
Epihidrofilia	Superficie del agua	flotando	*Vallisneria*
Hipohidrofilia	Sumergido (corrientes)	bajo el agua	*Zostera*, *Posidonia*
Mixto	Combinado	variable	Algunos *Najas* o *Ceratophyllum*

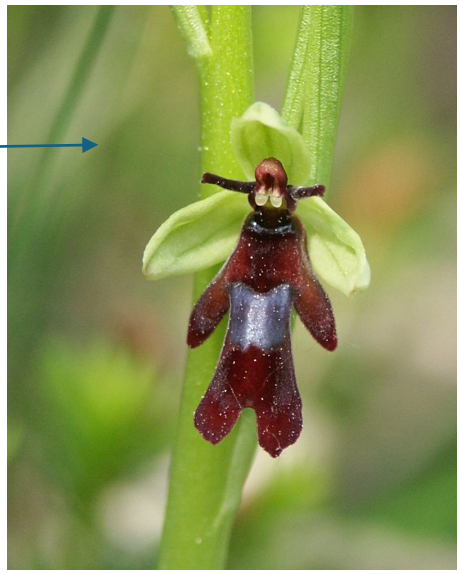
La fecundación de algunas **orquídeas por abejas** (sobre todo en el género *Ophrys*) es **uno de los casos más fascinantes de coevolución y engaño reproductivo en la naturaleza**. Por ello es importante no pasarlo por alto.

🐝🌸 FECUNDACIÓN DE LAS ORQUÍDEAS POR ABEJAS: EL CASO OPHRYS

🔹 1. ¿Qué es el género Ophrys?

- Es un grupo de orquídeas europeas que incluye especies como *Ophrys apifera*, *O. speculum,* O *Ophrys insectifera*.





- También se llaman "orquídeas abeja" porque **imitan el aspecto y el olor de hembras de ciertos insectos**, sobre todo abejas y avispas.

🔹 2. Mecanismo de engaño (polinización por pseudocopulación)

A. Imitación visual

- El **labelo** (el pétalo modificado que actúa como plataforma) **se parece a la hembra del insecto**: forma, color, vellosidad, brillo.

B. Imitación química

- La orquídea **emite feromonas sexuales** idénticas a las que libera la hembra del insecto.

C. El macho se confunde

- El macho de la abeja (o avispa) **intenta copular con la flor** (esto se llama **pseudocopulación**).
- Durante el intento, **su cabeza o tórax entra en contacto con los polinios** (estructuras compactas que contienen el polen).

D. Transporte del polen

- Al abandonar la flor, **el polinio queda pegado** al insecto gracias a una especie de "disco adhesivo" (retináculo).
- Cuando el insecto va a una segunda flor, repite el intento de cópula y **deposita el polen en el estigma**, fecundando la flor.



🔹 3. ¿Qué tiene de especial?

- **No hay recompensa**: ni néctar ni polen nutritivo.
- Es un caso de **engaño sexual puro**, donde la planta **usa el comportamiento del insecto a su favor**.
- Algunas especies incluso **coinciden en época de floración con la fase sexual activa del insecto**, lo que maximiza la eficacia del engaño.

🔹 4. Resultado final

- Se completa la **fecundación cruzada**, con todas las ventajas genéticas que eso implica.
- La orquídea **no gasta recursos** en producir néctar.
- El insecto engañado sigue siendo **vehículo involuntario de reproducción**.

Tema 8: 🌸 LOS FRUTOS Y LAS UNIDADES DE DISPERSIÓN O DIÁSPORAS

📘 **ÍNDICE TEMÁTICO DEL TEMA:**

🌸 **BLOQUE 1 – Concepto de diáspora - De la flor al fruto**

- El fruto es la flor madura tras la fecundación.
- El ovario se transforma en pericarpo (epicarpio, mesocarpio, endocarpio).
- Los óvulos fecundados se convierten en semillas.

🍏 **BLOQUE 2 – Clasificación general de frutos**

- Según su origen:
  - Frutos simples, complejos, polifrutos, infrutescencias
- Según consistencia y apertura:
  - Secos (dehiscentes o indehiscentes)
  - Carnosos

🌾 **BLOQUE 3 – Frutos simples secos**

A) Dehiscentes (se abren al madurar):

- Folículo, Legumbre, Cápsula, Silicua

B) Inde hiscentes (no se abren):

- Aquenio, Nuez, Cipsela, Cariópside, Sámara, Esquizocarpo

🍒 **BLOQUE 4 – Frutos simples carnosos**

- Drupa: un hueso (cereza, almendra)
- Baya: pulpa jugosa con semillas (tomate, kiwi, uva, plátano)
- Hesperidio: cítricos (limón, naranja)
- Pepónide: corteza dura (calabaza, melón)

🍎 **BLOQUE 5 – Frutos complejos**

- Proceden del ovario y del receptáculo floral.
- Tipos: Pomo (manzana), Eterio (fresa), Cinarrodon (escaramujo), Balausta (granada)

🍇 **BLOQUE 6 – Infrutescencias**

- Proceden de una inflorescencia entera.
- Tipos:
  - Sicono (*Ficus*)
  - Sorosis (piña)
  - Poliantocarpo (*Platanus*)
  - Pseudoestróbilo (*Alnus*)

🌱 **BLOQUE 7 – Dispersión de diásporas**

- Zoocoria (animales): endozoocoria, epizoocoria, mirmecocoria
- Anemocoria (viento): frutos alados, vilanos, semillas plumosas
- Hidrocoria (agua): *Cocos nucifera*, *Nymphaea*, *Posidonia*
- Autocoria (mecanismos propios): explosión, caída, enterramiento

Bloque 1: <u>CONCEPTO DE DIÁSPORA Y TIPOS</u>

En botánica, **Diáspora** se refiere a cualquier unidad que sirve para la **dispersión de la planta**. Es decir, lo que se disemina para permitir que la especie se reproduzca o colonice otros lugares.

Los tipos de diáspora pueden ser:

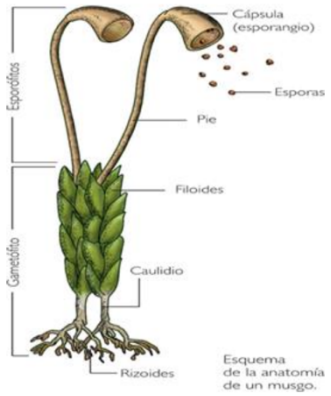
- Una **espora:** plantas no vasculares como briófitos musgos, hepáticas y antocerotes) o vasculares sin semillas como los helechos).
- Una **semilla**: coníferas y muchas angiospermas (plantas que producen flores y frutos).
- Un **fruto:** entero, como resultado de una parte de la planta que deriva del ovario de la flor fecundado y desarrollado.
- Una **infrutescencia**: varios frutos originados de una inflorescencia (agrupación de flores en una planta, formando un sistema de ramificación), como la piña.
- **Toda la planta**: se produce en algunos casos especiales con las llamadas "**estepicursores**", como la *Salsola*, que rueda por el suelo dispersando semillas.

TIPO	DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Espora	Plantas no vasculares o vasculares sin semillas	Briófitos, musgos, hepáticas, antocerotes, helechos
Semilla	Coníferas y muchas angiospermas	Plantas que producen flores y frutos
Fruto	Resultado del ovario de la flor fecundado y desarrollado	Entero
Infrutescencia	Varios frutos originados de una inflorescencia (varias flores formando un sistema de ramificación)	Piña
Toda la planta	Casos especiales con estepicursores que pueden rodar por el suelo dispersando las semillas	Salsola

Bloque 2: Tipos de diáspora según el órgano dispersado

1. Esporas:

- En **briófitos** (musgos y hepáticas) y **pteridófitos** (helechos).
- Son células reproductoras que se dispersan por el viento u otros medios, sin necesidad de fecundación previa.



Esquema de la anatomía de un musgo.

- En las imágenes se muestran:

Esquema de musgo con cápsula productora de esporas



Soros con esporangios de un helecho

2. Semillas:

- En **coníferas** y **algunas angiospermas**.
- Son el resultado de la fecundación del óvulo. Contienen un embrión y reservas nutricionales.



- En las imágenes vemos:



Conos femeninos de coníferas

Frutos secos abiertos de una angiosperma mostrando las semillas.



3. Frutos:

- Dispersan la(s) semilla(s) que contienen.
- Estos son unos frutos carnosos típicos de angiospermas (ej. madroño).



4. Infrutescencias:

- Se trata de agrupaciones de frutos originadas de una inflorescencia completa.
- Aquí vemos una piña (*Ananas comosus*), con todos los ovarios soldados.



5. Estepicursores (la planta entera):

- Algunas plantas secas y ligeras se desprenden al madurar y ruedan por el viento, soltando semillas por el camino.
- Imagen en la *página 6*: una planta rodadora seca entre escombros.

→ **Veamos ahora como se forma una flor, y cómo tras ser fecundada, se transforma en fruto**.

🍑 ¿Cómo se forma un fruto?

"El fruto es la flor en el momento de la madurez de la(s) semilla(s)"

🌸➡️🍏 PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE LA FLOR EN FRUTO

1. Flor funcional

- Tiene **gineceo con ovario**, y uno o varios **óvulos** en su interior.

2. Polinización

- El grano de polen llega al estigma → crece el tubo polínico → fecundación del óvulo.

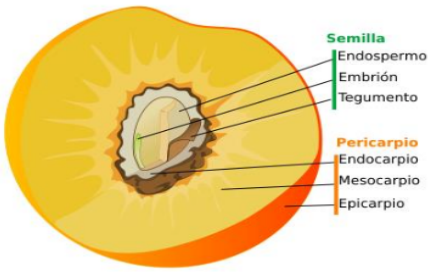
3. Fecundación

- Uno de los núcleos espermáticos fecunda la ovocélula → se forma el **embrión**.
- Otro núcleo fecunda los núcleos polares → se forma el **endospermo**.

4. Transformación del ovario

- El **ovario se desarrolla** para **proteger y alimentar al embrión**: se convierte en **fruto**.
- Los **óvulos fecundados se transforman en semillas**.

🍑 **Partes del fruto (estructura)**



El fruto está formado por:

PARTE	ORIGEN	FUNCIÓN
Tegumento	Membrana protectora que cubre el óvulo o la semilla	Proteger la semilla
Semilla	Óvulo fecundado	Contiene embrión + endospermo
Pericarpo	Pared del ovario	Protege y rodea la semilla
— **Epicarpio**	Parte externa (piel)	Protección
— **Mesocarpio**	Parte media (pulpa)	Almacenamiento, atracción
— **Endocarpio**	Parte interna (hueso o membrana)	Envuelve directamente la semilla

✅ **Resumen:** El fruto **no es otra cosa que el ovario fecundado y maduro de una flor**, cuyo desarrollo **sólo ocurre si ha habido fecundación**. De ahí que se diga que "la flor fecundada da lugar al fruto".

🍏 Bloque 2 – CLASIFICACIÓN DE LOS FRUTOS

🔷 ¿Cómo se clasifican los frutos?

La clasificación se basa en dos criterios:

1. **Origen** (si procede de una flor sola o de varias)
2. **Estructura** (tipo de ovario, otras piezas florales implicadas, forma de apertura, si son secos o carnosos…)

🔶 I. Frutos que proceden de una sola flor

A) Si solo interviene el ovario:

- **Monocarpelar o sincárpico** → → Originando **frutos simples**, que pueden ser**:**
  - **Secos → Dehiscentes o Indehiscentes**
  - **Carnosos**
- **Apocárpico** (ovarios separados en la misma flor) → → Se originan **polifrutos** o **frutos múltiples**, y que también pueden ser:
  - **Secos → Dehiscentes o Indehiscentes**
  - **Carnosos**

B) Si intervienen otras partes de la flor (receptáculo, sépalos…) → → Se forman **frutos complejos:**

Ejemplos: **Pomo**: fruto carnoso que proviene de un ovario ínfero (inferior) y sincárpico, como el membrillo, la pera o la manzana. O bien **Eterio**: tipo de fruto múltiple donde el receptáculo floral se engrosa y se convierte en una parte carnosa, como la fresa).





🔶 II. Frutos que proceden de un conjunto de flores → → Se originan **infrutescencias**

(como en el higo o la piña). Una infrutescencia es una fructificación formada por la agrupación de varios frutos individuales, que parecen formar una sola unidad, y se desarrollan a partir de esa inflorescencia compacta o bien de flores con ovarios separados (**apocárpicas**).

🔷 Clasificación según textura y forma de apertura

Los **frutos simples** proceden de **una sola flor** con **un solo ovario** (**monocarpelar** o **sincárpico**). Esta es su clasificación:

🔶 FRUTOS SIMPLES SECOS

A) Dehiscentes (se abren al madurar)

TIPO	CARACTERÍSTICAS	EJEMPLO
Folículo	Se abre por una sola sutura	*Magnolia*
Legumbre	Se abre por dos suturas	*Fabaceae* (judía, guisante)
Cápsula	Se abre por múltiples líneas o poros	*Amapola*, *Lilium*
Silicua/silícula	De dos carpelos separados por un tabique	*Brassicaceae*

B) Inde hiscentes (no se abren al madurar)

TIPO	CARACTERÍSTICAS	EJEMPLO
Aquenio	Una sola semilla, no soldada al pericarpo	*Girasol*
Nuez	Pericarpo duro y leñoso	*Avellana*, *castaña*
Cipsela	Similar al aquenio, pero con vilano (Asteraceae)	*Diente de león*
Cariópside	Semilla soldada al pericarpo	*Trigo*, *maíz* (Poaceae)
Sámara	Aquenio con alas para dispersión aérea	*Fresno*, *olmo*
Esquizocarpo	Se divide en mericarpos (partes indehiscentes)	*Malva*, *Acer*

🔶 II. FRUTOS SIMPLES CARNOSOS

TIPO	CARACTERÍSTICAS	EJEMPLO
Drupa	Un hueso duro (endocarpo) rodeado de pulpa	*Cereza*, *melocotón*
Baya	Pericarpo completamente carnoso, semillas libres	*Tomate*, *uva*, *kiwi*
Hesperidio	Tipo de baya con pulpa dividida en gajos	*Cítricos*: limón, naranja
Pepónide	Baya con corteza dura, semillas numerosas	*Calabaza*, *melón*
Sarcoelaterio	Fruto carnoso dehiscentes, a menudo con semillas visibles	*Balanites*, *Cocculus* (casos raros)

🔶 FRUTOS COMPLEJOS

Tipo	Ejemplos
Pomo	manzana
Eterio	fresa
Cinarrodon	escaramujo (rosa silvestre)
Balausta	granada

🔶 INFRUTESCENCIAS

Tipo	Ejemplos
Sicono	higo
Sorosis	piña
Poliantocarpo	plátano de sombra
Pseudoestróbilo	*Alnus* (abedul)

🔶 POLIFRUTOS (frutos múltiples)

Tipo	Ejemplos
Polidrupa	zarzamora (*Rubus*)
Poliaquenio	fresa (*Fragaria*)
Polifolículo	*Magnolia*
Polisámara	*Acer*
Polibaya	*Hydrastis canadensis*
Polilegumbre	*Quillaja saponaria*



Bloque 3 – FRUTOS SIMPLES SECOS



🔷 3.1. Frutos secos dehiscentes (se abren al madurar)

- Se abre por una sola sutura longitudinal.
- Ejemplo: El fruto de ***Banksia*** es un folículo leñoso encajado en el "cono", produciéndose *dehiscencia* (apertura o separación por el fuego).
- 🌿 Importancia ecológica: en algunos ecosistemas pirofíticos, el fuego estimula la apertura del fruto para liberar semillas.



2. Legumbre





- Se abre por **dos suturas**: ventral y dorsal.
- Característica de las ***Fabaceae*** (judía, guisante, retama…).
- Variantes:
  - **Legumbre indehiscente**: *Retama sp.* o *Arachis hypogaea* (cacahuete).
  - **Lomento**: se fragmenta transversalmente (ej. *Coronilla glauca*).

3. Cápsula o caja





- Se abre de diversas formas: por poros, valvas, dientes…
- Puede ser **unilocular** (una sola cavidad o compartimento) o bien multilocular (con múltiples cámaras o cavidad).
  - Ejemplo: *Papaver* (amapola).





4. Silicua o silícula



- Típicas de las **Brassicaceae** (ej. *Arabidopsis*).
- Se forman a partir de dos carpelos con un **tabique** que queda tras la abertura para liberar la semilla.

🔷 **3.2. Frutos secos indehiscentes (no se abren espontáneamente sus semillas al madurar)**

Estas son sus variedades:

1. Aquenio

- Uniloculado, con una sola semilla libre (no soldada).
- Ejemplo: girasol.



2. Nuez





- Pericarpo leñoso y duro.
- Cuidado: la *nuez del nogal* es una **drupa**, por tanto, es una falsa nuez.
- ¿Y por qué?: En la nuez de nogal, la cáscara dura **no es el pericarpio leñoso verdadero**. En realidad, esta cáscara dura es el **endocarpio**, la capa interna del pericarpio.



- Ejemplos reales de nuez: *avellana*, *castaña*.
-

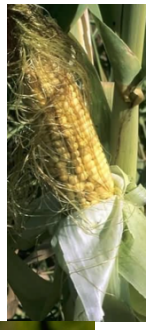
3. Cipsela

- Propia de **Asteraceae**.
- **Aquenio** (tipo de fruto seco, indehiscente (que no se abre al madurar), que contiene una sola semilla con **vilano** (pelos modificados) para dispersión por el viento.
- Ejemplo: *Taraxacum* (diente de león).





4. Cariópside

- Propia de las **Poaceae** (gramíneas).
- La semilla está completamente **fusionada con el pericarpo** (parte exterior del fruto que cubre las semillas).
- Ejemplo: *trigo*, *maíz*, *arroz*.

5. Sámara



- Es un fruto seco, **indehiscente**, es decir, el **pericarpio** de sus pocos frutos no se abre espontáneamente para que puedan salir las semillas.
- Su **Aquenio** lleva **alas membranosas**.
- Adaptado a la **dispersión por viento**.
- Ejemplos: *Acer* (arce), *Fraxinus* (fresno), *Ulmus* (olmo).

6. Esquizocarpo

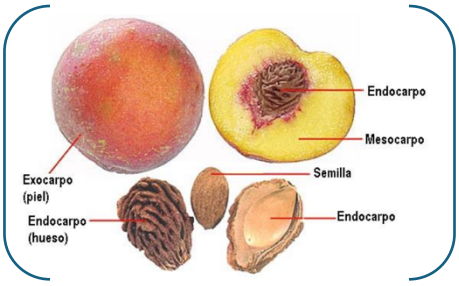



- Es un fruto seco formado por dos o más **carpelos** (hojas modificadas que forma parte del **gineceo**, u órgano femenino de la flor en las **angiospermas)**. Esos carpelos están unidos y se **dividen en partes o porciones llamadas mericarpos**.
- Ejemplo: *Malva*, *Acer* (su fruto se parece a una doble sámara).

Bloque 4 – FRUTOS SIMPLES CARNOSOS

Estos frutos se caracterizan por tener un **pericarpo** (pared del ovario) **total o parcialmente carnoso** en la madurez. Son muy importantes en dispersión por animales **(zoocoria)**.

4.1. Drupa

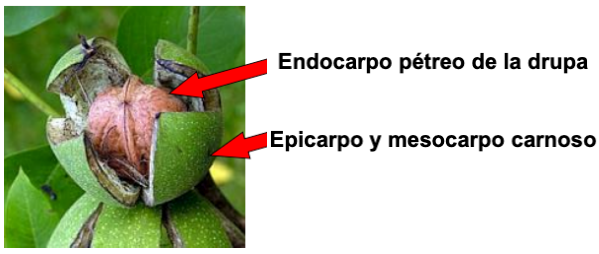


- Fruto con **epicarpio delgado**, **mesocarpio carnoso** y **endocarpio leñoso** (forma el "hueso").
- Contiene **una sola semilla**.

Estructura típica de una drupa

Ejemplos:

- Cereza, melocotón, almendra (*Prunus dulcis*)



- Importante: **la nuez del nogal es una drupa, por lo que no es una nuez verdadera.**

4.2. Baya




- Todo el pericarpo es **carnoso y jugoso**.
- Puede tener **una o varias semillas**.

Ejemplos:

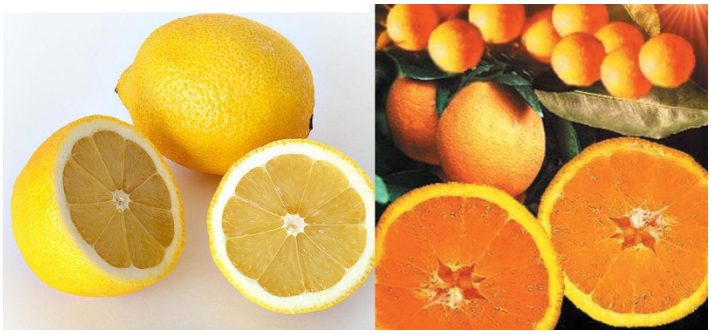
- Tomate, uva, kiwi, papaya (*Carica papaya*), dátil, granadilla (*Passiflora edulis*), plátano silvestre, carambola.



i El **dátil** también es una **baya monosperma**, aunque a menudo se confunde con una drupa.

🔷 4.3. Hesperidio

- Tipo especial de baya con:
  - **Endocarpio dividido en gajos**
  - **Pared interna jugosa** (pelos llenos de jugo)
- Todo ello es propio de los cítricos: **naranja, limón, mandarina**







🔷 4.4. Pepónide

- Baya con **epicarpio endurecido** (corteza).
- Típico de la familia **Cucurbitaceae**.
- Semillas numerosas, embebidas en pulpa.

Ejemplos:

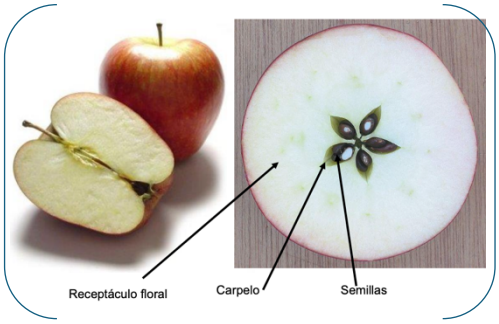
- Calabaza, melón, pepino, sandía.

🍏 BLOQUE 5 – <u>FRUTOS COMPLEJOS</u>

🔷 ¿Qué caracteriza a un fruto complejo?

- Procede de **una sola flor**, pero no solo del ovario.
- Intervienen también estructuras o partes florales como:
  - El **tálamo** o **receptáculo floral**
  - El **sépalos** o incluso el **hipanto** (estructura en forma de copa que rodea el ovario)

🔶 Principales tipos:



1. Pomo

El **pomo** se diferencia por tener un mesocarpio (la parte carnosa) y un endocarpio (el núcleo con las semillas).

- Típico de las **Rosaceae** (manzana, pera).
- El **receptáculo floral engrosa** y forma la parte comestible.
- El verdadero fruto (el ovario) queda en el centro (lo que comúnmente desechamos: "el corazón").

2. Eterio

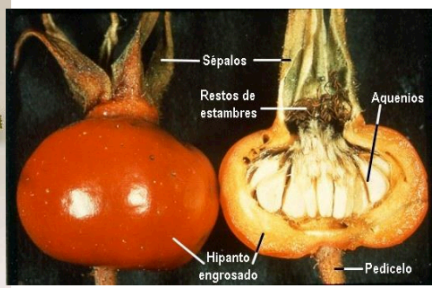


Fruto múltiple, constituido por un conjunto de pequeños **aquenios** independientes nacidos de una sola flor y que se disponen sobre un eje floral carnoso y engrosado. Se desarrolla a partir de flores **apocárpicas** (flores con carpelos independientes) donde cada uno de ellos forma un ovario que se convierte en un **aquenio** individual, propio de la **fresa** (*Fragaria vesca*).

- El receptáculo se vuelve carnoso y lleva en su superficie los **aquenios** (frutos secos verdaderos).

3. Cinarrodon





Es un fruto carnoso en el cual el receptáculo floral tiene forma cóncava (con forma de copa) y está hinchado.

- El receptáculo se transforma en una estructura hueca que **contiene numerosos aquenios en su interior**.
- Su nombre es **escaramujo** y su fruto siempre se ha utilizado en numerosas costumbres y tradiciones de la gente, de ahí que posea estos otros nombres: caramujo, escarambrojo, agavanzo, gavarrón, gabarda, gavanzo, garrabera, rosal garbancero, zarzaperruna, zarraculos, y tapaculos.

4. Balausta



Fruto complejo desarrollado a partir de un ovario **ínfero** (desarrollado por debajo del caliz), dividido, como el del granado, y que contiene muchas semillas carnosas.

- Es el fruto de la **granada** (*Punica granatum*).
- El **pericarpo forma una corteza coriácea**, y dentro están las **semillas rodeadas de sarcotesta jugosa** (la parte comestible).

✅ **Resumen del bloque:**

TIPO DE FRUTO	PARTE FLORAL EXTRA IMPLICADA	EJEMPLO
Pomo	Receptáculo floral	Manzana, pera
Eterio	Receptáculo superficial	Fresa
Cinarrodon	Receptáculo hueco	Escaramujo
Balausta	Hipanto + pericarpo coriáceo	Granada

🍇 Bloque 6 – <u>INFRUTESCENCIAS</u>

🔷 ¿Qué es una infrutescencia?

- Es el fruto que se forma **a partir de toda una inflorescencia**, no solo de una flor individual.
- En su desarrollo intervienen:
  - Los ovarios de varias flores
  - El eje floral común
  - A veces las brácteas o estructuras accesorias

🔶 Tipos principales:



1. Sicono

- Infrutescencia cerrada con forma de **vasija** (tipo higo).
- Contiene **múltiples frutos diminutos en el interior**.
- Ejemplo: *Ficus carica* (higuera)

2. Sorosis

Este tipo de fruto compuesto y carnoso, se desarrolla a partir de una inflorescencia. Es decir, se forma cuando múltiples frutos individuales, como drupas o bayas, se fusionan y se desarrollan sobre un receptáculo común y carnoso. Ejemplos comunes de plantas con sorosis son la piña y la morera.



- Formado por la **soldadura de flores, ejes florales y brácteas**.
- Ejemplos más comunes:
  - **Piña tropical** (*Ananas comosus*)
  - **Árbol del pan** *(Artocarpus altilis)*
  - **Morera** *(Morus alba)*





📌 No se debe confundir con el fruto de la zarzamora que es una **polidrupa**, originado por una única flor con numerosos carpelos apocárpicos.



3. Poliantocarpo

- Infrutescencia globosa (fructificación formada por la agrupación de varios frutos individuales, que parecen formar una sola unidad) con **muchos frutos simples agregados**.
- Ejemplo: *Platanus hispanica* (plátano de sombra)

4. Pseudo estróbilo



Más comúnmente llamados "conos falsos" o "pseudofruto", se refiere a una estructura que se asemeja a un fruto pero que, en realidad, no se deriva directamente del desarrollo del ovario de una flor. En lugar de eso, se forma a partir de otros tejidos vegetales, como las brácteas o las escamas

- Inflorescencia femenina que **se lignifica** y permanece en la planta.
- Brácteas y frutos endurecidos forman una estructura tipo piña.
- Ejemplo: *Alnus* (abedul)

✅ **Resumen del bloque:**

TIPO DE INFRUTESCENCIA	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	EJEMPLO
Sicono	Ovarios internos en receptáculo hueco	*Ficus carica* (higo)
Sorosis	Soldadura de flores y ejes	*Ananas*, *Artocarpus*
Poliantocarpo	Frutos simples múltiples, esféricos	*Platanus*
Pseudo estróbilo	Amento femenino leñoso con frutos entre brácteas	*Alnus*

🌱 Bloque 7 – <u>DISPERSIÓN DE LAS DIÁSPORAS</u>

🔷 ¿Qué es una diáspora?

- Cualquier estructura vegetal destinada a la **dispersión reproductiva**.
- Puede ser:
  - Una **semilla**
  - Un **fruto completo**
  - Una **infrutescencia**
  - Una **planta entera** ej. Estepicursor (plantas rodadoras o barrillas).

🐾 I. ZOOCORIA – Dispersión por animales

🔶 Modalidades según cómo actúan los animales:

1. Endozoocoria

- Las diásporas son **ingeridas** y luego defecadas a distancia, por lo que la planta utiliza al animal como un medio de transporte interno.
- Ejemplo: frutos carnosos como bayas, drupas.

Variantes:

- **Ornitocoria**: por aves
  - Frutos pequeños, vivos en color, sin olor, piel blanda, no se caen en otoño.





- **Mamaliocoria**: por mamíferos
  - Frutos más grandes, olor intenso, piel dura, caen al suelo.

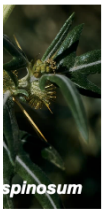
📌 Ejemplo notable: *Kigelia pinnata* (árbol de las salchichas), cuyas frutas son comidas por elefantes, monos e hipopótamos.





2. Epizoocoria

- Las diásporas se **adhieren al cuerpo** del animal (pelo, plumas).
- Ejemplos:
  - *Xanthium spinosum* (con ganchos espinosos)
  - *Galium aparine*, *Arctium lappa* (con arpones)







3. Mirmecocoria

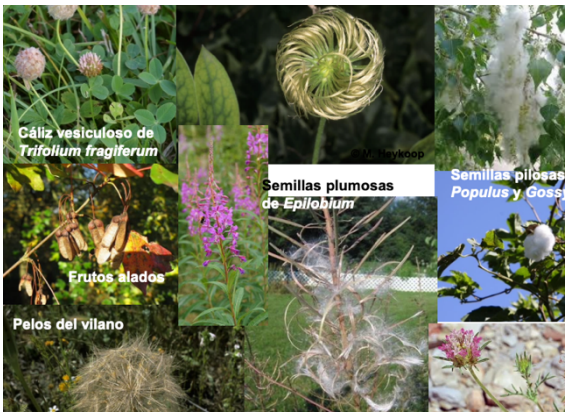
- Dispersión por **hormigas**.
- Las semillas llevan un **eleosoma**: apéndice graso que las atrae.
- Ejemplo: *Acacia dealbata*.



II. ANEMOCORIA – Dispersión por viento

Las diásporas presentan **estructuras que favorecen su flotación o vuelo**:

ESTRUCTURA	EJEMPLO
Cáliz vesiculoso	*Trifolium fragiferum*
Estilo plumoso	*Clematis*
Vilano (pelos)	*Asteraceae* (diente de león)
Semillas pilosas	*Populus*, *Gossypium*
Frutos alados	*Acer* (sámaras dobles)
Paracaídas epicáliz	*Scabiosa*
Estepicursores	*Salsola kali* (planta entera rueda con el viento)



III. HIDROCORIA – Dispersión por agua

- Las semillas o frutos flotan gracias a tejidos con **cavidades aeríferas** (espacios dentro de estructuras biológicas que contienen aire).

Ejemplos:

- *Cocos nucifera* (coco): fruto flotante con **parénquima esponjoso**.
- *Nymphaea*: semillas con vesículas de aire.
- *Posidonia oceanica*: fruto marino con tejidos adaptados.

IV. AUTOCORIA – Dispersión por mecanismos propios

- La planta **proyecta o deja caer activamente** sus frutos o semillas.

Tipos:

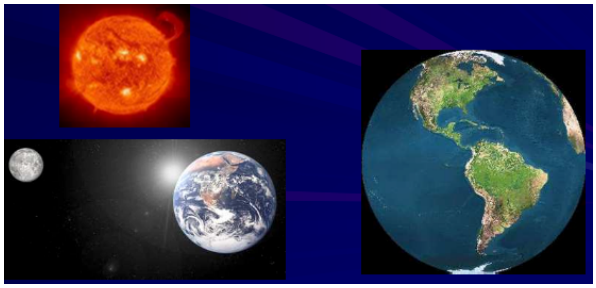
- **Geoautocoria**: la semilla se entierra (ej. *Arachis hypogaea*, cacahuete).
- **Boloautocoria**: frutos que caen por su peso y expulsan un chorro de líquido y semillas a tal presión que pueden alcanzar velocidades de hasta 30 metros por segundo, llegando a superar 2.000 veces la longitud de la planta madre (ej. *Sarcoelaterio* o fruto del pepinillo del diablo).
- **Herpautocoria**: semillas se desplazan reptando (Geranio).
- **Higrocoria / catapultantes**: por cambios de humedad, el fruto **explota** (ej. *Erodium*).

Tema 9: FACTORES QUE HAN CONDICIONADO Y CONDICIONAN LA VEGETACION EN LA TIERRA

Ahora pasamos a ver los elementos históricos, biológicos, geológicos y climáticos que han determinado la evolución de la vegetación terrestre.

1. APARICIÓN DE UNA ATMÓSFERA OXIDATIVA

- Es importante destacar el papel crucial que tuvieron las **cianobacterias** en la generación de oxígeno mediante fotosíntesis, transformando la atmósfera primitiva. Eso fue uno de los eventos más trascendentales en la historia de la Tierra y en el origen y evolución de la vida. Fue la causa que originó un cambio gradual y profundo en la composición química de la atmósfera terrestre, pasando de una condición donde abundaban gases a una condición donde el **oxígeno libre (O_2)** se volvió.



⇒ **La Atmósfera Primordial (Reductora)**

- Hace aproximadamente 4.500 millones de años, la Tierra primitiva tenía una atmósfera muy diferente a la actual. Se cree que esta atmósfera era **reductora**, lo que significa que estaba compuesta principalmente por gases que tienden a donar electrones, como:
  - **Metano (CH_4)**
  - **Amoníaco (NH_3)**
  - **Vapor de agua (H_2O)**
  - **Hidrógeno (H_2)**
  - **Sulfuro de hidrógeno (H_2S)**
  - **Dióxido de carbono (CO_2)** (aunque el CO_2 puede ser tanto reductor como oxidante dependiendo del contexto, en esta atmósfera carecía de O_2 libre).
- En esta atmósfera, había muy poco o casi **nada de oxígeno molecular libre (O_2)**. Esta ausencia de O_2 fue crucial para que pudieran formarse las primeras moléculas orgánicas complejas a partir de moléculas inorgánicas simples, un proceso conocido como **abiogénesis**. La presencia de oxígeno habría oxidado y destruido estas moléculas en formación.

⇒ **La Gran Oxidación: El Cambio**

- El gran cambio hacia una atmósfera oxidativa, a menudo referido como la **Gran Oxidación** o el **Evento de Oxigenación**, comenzó hace unos 2.500 millones de años y fue un proceso lento pero imparable, impulsado principalmente por la aparición de **organismos fotosintéticos**.

1. **Aparición de la Fotosíntesis Oxigénica:** Los actores clave en esta transformación fueron las **cianobacterias** (o "algas verdeazuladas"), que desarrollaron la capacidad de realizar la fotosíntesis oxigénica. Este proceso utiliza la energía de la luz solar para convertir dióxido de carbono y agua en azúcares (alimento) y **oxígeno molecular como subproducto**.
   - $6CO2+6H2O+\text{Luz solar}\rightarrow C6H12O6+6O2$
2. **Saturación de los sumideros de oxígeno:** Inicialmente, el oxígeno producido por las cianobacterias no se acumuló en la atmósfera. Fue "consumido" por las rocas y minerales

presentes en la Tierra y los océanos, que se oxidaron (por ejemplo, el hierro se oxidó y formó los **depósitos de hierro bandeado** que vemos hoy). Este proceso de oxidación de minerales actuó como un "sumidero" para el oxígeno.

3. **Acumulación de O_2 en la atmósfera:** Una vez que la mayoría de los minerales oxidables en los océanos y las rocas superficiales se saturaron de oxígeno, el **O_2 comenzó a acumularse en la atmósfera terrestre de manera significativa**. Este fue el punto de inflexión.

⇒ Consecuencias de la Atmósfera Oxidativa

La acumulación de oxígeno libre tuvo consecuencias drásticas y profundas para el planeta y la vida:

1. **Crisis del Oxígeno (Catástrofe del Oxígeno):** Para la mayoría de los organismos anaerobios (que no usaban oxígeno y, de hecho, para los cuales el oxígeno era un veneno), el aumento de O_2 fue catastrófico. Muchos de ellos murieron o se vieron forzados a refugiarse en nichos sin oxígeno.
2. **Evolución de la Respiración Aeróbica:** Sin embargo, la presencia de oxígeno también abrió la puerta a una nueva y mucho más eficiente forma de obtener energía: la **respiración aeróbica**. Los organismos que desarrollaron esta capacidad (utilizando O_2 para "quemar" alimentos) pudieron prosperar y evolucionar de maneras que no eran posibles con la respiración anaeróbica.
3. **Formación de la Capa de Ozono (O_3):** Una vez que el O_2 alcanzó niveles suficientes en la atmósfera superior, la radiación ultravioleta del Sol comenzó a transformarlo en **ozono (O_3)**. La capa de ozono se formó gradualmente, proporcionando un escudo vital que protegía la superficie de la Tierra de la dañina radiación UV.
4. **Expansión de la Vida en la Tierra:** La protección contra la radiación UV permitió que la vida se diversificara y, eventualmente, colonizara los continentes, ya que, sin esa protección, la vida en tierra habría sido inviable. La respiración aeróbica y la capa de ozono fueron precursores clave para la explosión de vida y la complejidad que vemos hoy.
5. **Cambios climáticos:** La transformación de la atmósfera también pudo haber influido en el clima global, como la posible glaciación conocida como "Tierra Bola de Nieve", debido a cambios en la composición de los gases de efecto invernadero (la oxidación del metano, un potente GEI (Gas de Efecto Invernadero), pudo haber provocado un enfriamiento, ya que tiene un **gran poder de calentamiento global**.

⇒ Volvemos a la actualidad



- Hoy, la atmósfera y el suelo son elementos clave para la vida: la atmósfera filtra radiaciones dañinas y regula el clima; el suelo sustenta la vida terrestre. Por todo ello, la Tierra es un planeta dotado de una rica atmósfera, a la que debemos el nacimiento y desarrollo de la vida. Interaccionando con la radiación solar, es la base también de todos los procesos meteorológicos que dan carácter a nuestro planeta.



- Vista desde el espacio, la Tierra se presenta como un planeta de un intenso color azul, precisamente en virtud de su capa atmosférica y al hecho de que los dos tercios de su superficie están recubiertos por agua. Esa atmósfera es la cubierta gaseosa que rodea el cuerpo sólido del planeta. Aunque tiene un grosor de más de 1.100 km, aproximadamente la mitad de su masa se concentra

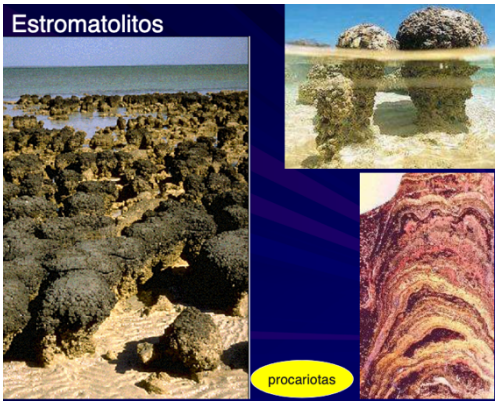
en los 5,6 km más bajos. Esa atmósfera protege a la Tierra del exceso de radiación ultravioleta y permite la existencia de vida. Está compuesta por una mezcla gaseosa de **nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, dióxido de carbono, vapor de agua**, otros elementos y compuestos, y partículas de polvo.

El suelo es el delgado manto de materia que sustenta la vida terrestre. De todos ellos dependen los organismos vivos, incluyendo los seres humanos.



- La distintas erupciones del volcán *Eyjafjallajokull* en Islandia, siguen mostrando a menudo, vastas áreas de su superficie que están recubiertas de imponentes sistemas nubosos que se forman por la evaporación de las aguas, gracias a los cuales no se acaba el sistema de circulación atmosférico que caracteriza las diferentes estaciones del año, e ilustra cómo los fenómenos atmosféricos (como cenizas volcánicas) interactúan con la vegetación, y como la **diversidad procariota**, incluyendo **cianofíceas** (*cyanophytes*), con capacidad de sobrevivir en ambientes extremos como fuertes temperaturas extremas o **fuentes termales** con gran cantidad de azufre.



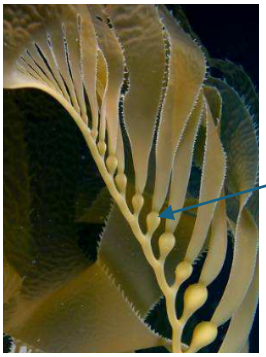


- Aun se puede ver en diversos lugares **estromatolitos**. Estos son estructuras mineralizadas, bioconstruidas por colonias de microorganismos, particularmente cianobacterias. Son considerados uno de los ejemplos más antiguos de vida en la Tierra, formados por la acumulación y fijación de sedimentos en las capas externas de estas colonias microbianas.

- Es importante tener presente estas fechas claves:
  - Tierra: 4.500-5.000 millones de años
  - Vida procariota: 2.600 m.a.
  - Plantas vasculares (fósiles): 435-410 m.a.
  - Coevolución plantas-hongos: 1.900 m.a.

2. CONQUISTA DE TIERRA FIRME POR ALGAS

- La vida surge en el mar y algunas **algas eucariotas no vasculares** comienzan a colonizar tierra firme.



- Ejemplos de macroalgas como ***Durvillaea, Macrocystis y Nereocystis***, con unas maravillosas estructuras de flotación llamadas *aerocistos*.
- Hoy es de destaca el valor de las algas como recurso industrial (recolección de *Macrocystis* para obtener yodo y mucílagos).



En este punto cabe considerar que la naturaleza no es buena ni es mala como

solemos calificarla, es naturaleza simplemente. Lo que deberíamos hacer los humanos es tomar conciencia de su belleza y de su poder y **disfrutar todo lo posible** de ella con el menor riesgo.

3. APARICIÓN DE PLANTAS VASCULARES

- Las **plantas vasculares** surgen como respuesta adaptativa.
- Las micorrizas del *Rhynie Chert* son una evidencia fósil de la asociación simbiótica entre hongos y plantas, que es una de las formas más antiguas de simbiosis micorrízica conocidas. La *Rhynie Chert* es un depósito de sílex en Escocia, contiene fósiles bien conservados de plantas y hongos antiguos, incluyendo evidencia de micorrizas.
- Los hongos son de gran importancia (especialmente los *Glomerales*) en la **formación de micorrizas**, facilitando la absorción de nutrientes y agua.

⇒ ¿QUE SON LAS MICORRIZAS?

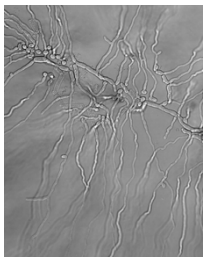
Las **micorrizas** son asociaciones **simbióticas mutualistas**[1] que se establecen entre las **raíces de la mayoría de las plantas terrestres** y ciertos tipos de **hongos**. Esta relación es beneficiosa para ambos organismos y es fundamental para la salud y el funcionamiento de los ecosistemas terrestres. De hecho, se estima que más del 90% de las especies de plantas terrestres forman algún tipo de micorriza.



La palabra "micorriza" proviene del griego *mykes* (hongo) y *rhiza* (raíz).

⇒ ¿CÓMO FUNCIONA LA SIMBIOSIS MICORRÍZICA?

1. **Beneficios para la planta:**



   - **Mayor absorción de nutrientes:** El hongo desarrolla una extensa red de **hifas** (filamentos fúngicos) en el suelo, que actúan como una extensión del sistema radicular de la planta. Estas hifas son mucho más finas y se ramifican más extensamente que las raíces de la planta, permitiendo al hongo explorar un volumen de suelo mucho mayor y acceder a nutrientes que de otro modo serían inaccesibles para la planta. Son especialmente eficientes en la absorción de nutrientes poco móviles en el suelo, como el **fósforo (P)**, el **nitrógeno (N)** y algunos **micronutrientes (como el zinc y el cobre)**.
   - **Tolerancia al estrés:** Las plantas micorrizadas suelen mostrar una mayor tolerancia a diversas condiciones de estrés ambiental, como la sequía, la salinidad, temperaturas extremas, suelos contaminados y la presencia de metales pesados. Los hongos pueden mejorar la disponibilidad de agua, la estructura del suelo y la protección contra toxinas.
   - **Protección contra patógenos:** Algunos hongos micorrízicos pueden proteger a las raíces de la planta contra la infección por patógenos (hongos o bacterias dañinos), ya sea compitiendo por el espacio y los recursos o produciendo compuestos antimicrobianos.
   - **Mejora de la estructura del suelo:** Las hifas fúngicas contribuyen a la formación de agregados del suelo, mejorando su estructura, aireación y retención de agua.
2. **Beneficios para el hongo:**
   - **Acceso a carbohidratos:** El hongo, al ser heterótrofo (no puede producir su propio alimento), tampoco puede realizar la fotosíntesis. A cambio de los nutrientes y el agua que proporciona a la planta, el hongo recibe de la planta azúcares y otros

[1] La simbiosis mutualista es una relación entre dos organismos de diferentes especies que viven juntos en una estrecha asociación, donde ambos se benefician.

compuestos orgánicos (carbohidratos) producidos durante la fotosíntesis, que son esenciales para su crecimiento y metabolismo.

⇒ TIPOS PRINCIPALES DE MICORRIZAS

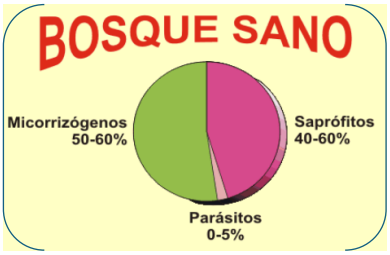
Aunque existen varios tipos, los dos más importantes y estudiados son:

1. **Ectomicorrizas:**
   - El hongo forma una red densa de hifas alrededor de la superficie externa de la raíz (el **manto** o manto fúngico) y penetra en los espacios entre las células de la corteza de la raíz (la **red de Hartig**), pero no entra dentro de las células.
   - Son comunes en árboles forestales (como pinos, abetos, robles, hayas, eucaliptos).
   - A menudo, el hongo forma cuerpos fructíferos visibles, como setas (hongos macroscópicos) que se encuentran en el suelo cerca de los árboles.
2. **Endomicorrizas (principalmente Micorrizas Arbusculares - MA):**
   - Las hifas del hongo penetran **dentro de las células** de la corteza de la raíz (intracelulares).
   - Dentro de las células, forman estructuras ramificadas llamadas **arbúsculos**, que son el sitio principal de intercambio de nutrientes entre la planta y el hongo. También pueden formar vesículas (estructuras de almacenamiento).
   - Son el tipo más común de micorrizas y se encuentran en aproximadamente el 80% de todas las especies de plantas terrestres, incluyendo la mayoría de los cultivos agrícolas, pastos y plantas herbáceas.
   - Los hongos asociados no forman cuerpos fructíferos visibles.

⇒ IMPORTANCIA ECOLÓGICA Y AGRÍCOLA

- **Salud de los Ecosistemas:** Las micorrizas son esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas terrestres, facilitando los ciclos de nutrientes y la **resiliencia**[2] de las comunidades vegetales.
- **Agricultura Sostenible:** La comprensión y el uso de las micorrizas tienen un enorme potencial en la agricultura sostenible. Al inocular cultivos con hongos micorrízicos, se puede mejorar la absorción de nutrientes, reducir la necesidad de fertilizantes (especialmente fosfatados), aumentar la resistencia a enfermedades y sequías, y mejorar el rendimiento de los cultivos, lo que beneficia tanto al medio ambiente como a la economía agrícola.

En resumen, las micorrizas son asociaciones simbióticas fundamentales entre hongos y raíces de plantas que benefician a ambos socios, mejorando la nutrición de la planta y la obtención de carbono por parte del hongo, y son cruciales para la vida en la Tierra tal como la conocemos, además de para mantener los bosques sanos.



4. CLIMA Y ADAPTACIÓN DE LA VEGETACIÓN A AMBIENTES EXTREMOS

El clima, el cambio climático y la adaptación de las plantas son conceptos íntimamente ligados que determinan la distribución, la supervivencia y la evolución de la vegetación en todo el planeta. La relación es especialmente crítica en zonas extremas como los desiertos.

⇒ INFLUENCIA DEL CLIMA

El clima es el principal factor que determina el tipo de vegetación presente en una región. Los elementos climáticos clave son:

[2] Capacidad de adaptación de un ser vivo frente a un agente perturbador o un estado o situación adversos.

- **Temperatura:**
  - **Distribución:** Determina la presencia de especies adaptadas al frío (plantas alpinas, boreales) o al calor (tropicales, desérticas). Las temperaturas extremas (heladas, calor excesivo) limitan la supervivencia.
  - **Tasas Metabólicas:** Afecta la fotosíntesis, respiración, transpiración y otros procesos fisiológicos.
- **Precipitación:**
  - **Disponibilidad de Agua:** Es el factor más crítico para la vegetación. Determina si un área puede soportar bosques, pastizales o desiertos. La cantidad, estacionalidad y tipo de precipitación (lluvia, nieve) son fundamentales.
  - **Crecimiento y Productividad:** En general, a mayor precipitación, mayor biomasa vegetal.
- **Luz Solar:**
  - **Fotosíntesis:** Es la fuente de energía para las plantas. La intensidad y duración de la luz (fotoperíodo) influyen en el crecimiento, la floración y la dormancia.
- **Viento:**
  - **Dispersión:** Ayuda en la polinización y dispersión de semillas.
  - **Estrés:** Puede causar daño físico, aumentar la transpiración y la erosión del suelo, especialmente en ambientes áridos.
- **Humedad:**
  - **Transpiración:** La humedad ambiental (humedad relativa) influye directamente en la tasa de transpiración de las plantas.

Estos factores climáticos combinados definen las **zonas bioclimáticas** y, por ende, los grandes biomas terrestres (selvas, sabanas, desiertos, tundras, etc.), que están caracterizados por tipos de vegetación específicos.

⇒ INFLUENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático se refiere a alteraciones significativas y a largo plazo en los patrones climáticos globales o regionales, principalmente debido al aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero por actividades humanas. Sus efectos en la vegetación son profundos y complejos:

- **Aumento de Temperaturas:**
  - **Desplazamiento de Rangos:** Las especies vegetales tienden a moverse hacia altitudes más altas o latitudes más frías. Aquellas que no pueden migrar lo suficientemente rápido enfrentan extinción local o global.
  - **Estrés Hídrico:** Temperaturas más altas aumentan la evaporación del suelo y la transpiración de las plantas, exacerbando la sequía.
  - **Fenología Alterada:** Cambios en el momento de la brotación, floración y fructificación, lo que puede desincronizar a las plantas con sus polinizadores o herbívoros.
- **Cambios en los Patrones de Precipitación:**
  - **Sequías Prolongadas:** Más frecuentes e intensas, lo que provoca la mortalidad masiva de árboles, reducción de la productividad y aumento del riesgo de incendios forestales.
  - **Eventos de Lluvia Extremos:** Inundaciones que dañan las plantas y sus ecosistemas.
  - **Desertificación:** La expansión de las zonas áridas debido a la reducción de precipitaciones y el aumento de temperaturas.
  - **Aumento de CO_2:**

- **Fertilización por CO_2:** Algunas plantas (especialmente **C3**[3]) pueden experimentar un aumento en la tasa de fotosíntesis y crecimiento con mayores niveles de CO_2. Sin embargo, este efecto a menudo es limitado por la disponibilidad de agua y nutrientes.
- **Menor Calidad Nutricional:** Las plantas que crecen con más CO_2 pueden tener una menor concentración de proteínas y micronutrientes, afectando a los herbívoros.

- **Eventos Extremos:** Mayor frecuencia e intensidad de olas de calor, heladas tardías, tormentas y sequías, que causan daños directos a la vegetación.
- **Impacto en Plagas y Enfermedades:** El cambio climático puede alterar los rangos geográficos y los ciclos de vida de plagas y patógenos, aumentando su impacto en la vegetación.

⇒ ADAPTACIÓN DE LAS PLANTAS A LAS ZONAS DESÉRTICAS

Las zonas desérticas son ambientes extremos caracterizados por la **escasez crónica de agua** y, a menudo, por **temperaturas extremas** (muy altas durante el día y muy bajas por la noche). Las plantas que viven aquí han desarrollado una notable serie de adaptaciones (conocidas como **xeromorfismo**) para sobrevivir:

- **Adaptaciones para Ahorrar Agua (Evitar la Pérdida):**
  - **Reducción de la Superficie Foliar:** Hojas pequeñas, en forma de aguja, o directamente la ausencia de hojas (fotosíntesis en el tallo).
  - **Hojas Suculentas:** Almacenan agua en tejidos especializados (ej. cactáceas, áloes o sabilas).
  - **Cutícula Gruesa y Ceras:** Una capa protectora que reduce la transpiración.
  - **Estomas Hundidos o Pocos:** Poros para el intercambio de gases que se ubican en cavidades para reducir la exposición al viento y la evaporación.
  - **Patrón de Fotosíntesis CAM (Metabolismo Ácido de Crasuláceas):** Abren sus estomas solo de noche (cuando la temperatura es baja y la humedad es alta) para captar CO_2, y los cierran durante el día, minimizando la pérdida de agua.
  - **Pilosidad (tricomas):** Pelos en la superficie de la hoja que crean una capa límite de aire, reduciendo la evaporación.
  - **Deciduo en Sequía:** Algunas plantas desprenden sus hojas durante los periodos de sequía severa (abscisión foliar) para conservar agua.
- **Adaptaciones para Adquirir Agua:**
  - **Sistemas Radiculares Extensos:**
    - **Profundos:** Para alcanzar capas freáticas (ej. Mezquite, árbol nativo de México y del suroeste de Estados Unidos).
    - **Superficiales y Amplios:** Para captar rápidamente las pocas lluvias (ej. cactus).
  - **Pelos Radiculares Abundantes:** Aumentan la superficie de absorción.
- **Adaptaciones para Tolerancia al Calor/Radiación:**
  - **Coloración Clara:** Algunas plantas tienen hojas claras o blanquecinas que reflejan mejor la luz solar.
  - **Hojas Orientadas Verticalmente:** Minimizan la exposición directa al sol.
  - **Forma Compacta:** Menor superficie expuesta al sol y al viento.
- **Estrategias de Ciclo de Vida:**
  - **Plantas Efímeras:** Germinan rápidamente tras una lluvia, crecen, florecen, producen semillas y mueren en cuestión de semanas, esperando la siguiente lluvia.
  - **Dormancia:** Entran en un estado de letargo durante los periodos secos.

En conclusión, el clima es el moldeador principal de la vegetación. El cambio climático actual representa una amenaza al desajustar estos patrones establecidos, forzando a las plantas a migrar, adaptarse o enfrentar la extinción. Las plantas desérticas, con sus sofisticadas adaptaciones a la

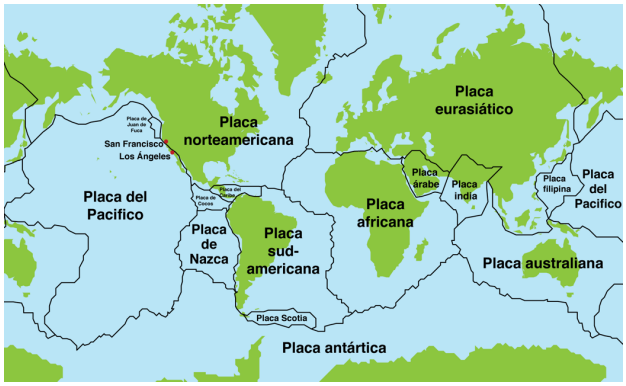
[3] Se conoce como C3 a las plantas que utilizan el ciclo de Calvin para la fijación del dióxido de carbono, un proceso fotosintético que produce un compuesto de 3 carbonos como primer producto estable.

escasez de agua, son un testimonio de la increíble capacidad de la vida para prosperar en condiciones extremas, pero incluso ellas se ven desafiadas por la rapidez y magnitud del cambio climático actual.



- *Welwitschia mirabilis,* perteneciente a las *Gnetopsidas*, es una planta endémica del desierto del Namib, entre Angola y Namibia. Está perfectamente adaptada a zonas desérticas. Hay machos y hembras y es muy difícil determinar la edad de estas plantas, aunque se cree que pueden llegar a vivir más de 1000 años.

5. DERIVA CONTINENTAL Y AISLAMIENTO GEOGRÁFICO



- El Impacto de las **tectónicas de placas**, volcanismos y catástrofes naturales, como Toba y Thera, ha ido influyendo tremendamente sobre la vegetación y biodiversidad. La explosión del volcán Toba, en la isla de Sumatra, en Indonesia, hace 74.000 años, fue tan intensa que extinguió la vida en una amplia región. La nube de cenizas volcánicas cubrió por completo los cielos impidiendo la llegada de la luz del Sol durante 10 años, lo que provocó una Era de Hielo que cambió por completo la vida de las especies que poblaban la Tierra. La temperatura promedio descendió alrededor de -5º C; muchas especies animales y vegetales no fueron capaces de resistir el cambio, tampoco una gran cantidad de humanos.





La erupción del volcán de la isla de Thera (hoy Santorini), junto al mar Egeo, en el siglo XVIII a.C. produjo la desaparición de toda su vida, y la isla quedó fraccionada en forma de medialuna. La expulsión de ceniza y material volcánico hizo que se fracturara el cono de estructura simétrica de Thera en varias secciones, quedando al descubierto la gigantesca cámara de magma. Billones de litros de agua marina se vertieron en el abismo candente y se produjo una serie de explosiones titánicas que hicieron volar más de 100 kilómetros cúbicos de la isla -mucho más que en cualquier otra erupción registrada en la historia de la tierra- y causaron gigantescas olas marinas, los llamados tsunamis, que se estrellaron contra las costas de Creta, Turquía (donde el agua entró 47 Km) y el delta del Nilo con una virulencia inconcebible y destruyó la capital de Egipto. Algunos expertos consideran que la fuerza de la erupción y la forma y profundidad del lecho marino en esa parte del Mar Egeo pudieron haber producido olas que al romperse alcanzaron una altura de entre 60 y 70 metros.

6. POLINIZACIÓN POR VIENTO: ANEMOGAMIA/ANEMOFILIA

La **anemogamia** es un tipo de **polinización abiótica** (sin la intervención de organismos vivos) en la que el **viento actúa como el principal agente transportador del polen** de una flor a otra. Es una estrategia evolutiva muy común en muchas plantas, especialmente en aquellas que forman grandes poblaciones y crecen en ambientes abiertos.

- **Características de las plantas anemógamas (adaptaciones al viento)**

Las flores y el polen de las plantas que se polinizan por el viento han desarrollado adaptaciones muy específicas para maximizar las posibilidades de éxito de la transferencia de polen:

1. **Flores Inconspicuas y Sin Atractivos:**
    - Generalmente son **pequeñas, poco vistosas y no tienen colores brillantes** ni olores fuertes.
    - Carecen de néctar y, a menudo, de pétalos vistosos, ya que no necesitan atraer polinizadores animales.
    - La energía de la planta se invierte en la producción de polen y en la eficiencia de la dispersión, no en la atracción.
2. **Producción Abundante de Polen:**
    - Las plantas anemógamas producen **enormes cantidades de polen**. Esto es una necesidad, ya que la polinización por el viento es un proceso aleatorio; la mayoría del polen se pierde y nunca llega a una flor receptiva.
    - Los árboles y las gramíneas (cereales, pastos) son ejemplos clásicos de grandes productores de polen anemógamo.
3. **Polen Ligero y Liso:**
    - Los granos de polen son típicamente **pequeños, ligeros y lisos**, sin las ornamentaciones o adhesivos que caracterizan al polen transportado por animales. Esto les permite ser fácilmente transportados por el viento a grandes distancias.
    - Pueden tener **sacos aéreos** (como el polen de los pinos) para aumentar su flotabilidad.
4. **Estambres y Estigmas Expuestos:**
    - Los **estambres** (órganos masculinos que producen polen) suelen ser largos y sobresalir de la flor, colgando o extendiéndose para liberar el polen fácilmente al viento.
    - Los **estigmas** (parte receptora del polen en el órgano femenino) son grandes, plumosos o ramificados, con una gran superficie para "capturar" el polen que pasa por el aire. A menudo, también sobresalen de la flor.
5. **Período de Floración:**
    - Muchas plantas anemógamas florecen **antes de que las hojas aparezcan** (en árboles caducifolios en primavera), para evitar que las hojas interfieran con la dispersión y captura del polen.
    - Pueden florecer en estaciones donde el viento es más prevalente.
6. **Separación de Sexos (A menudo):**
    - Es común que las flores masculinas y femeninas estén separadas en la misma planta (monoicas, como el maíz) o en plantas diferentes (dioicas, como los sauces), para reducir la autopolinización y promover la polinización cruzada.

- **Ejemplos de plantas anemógamas:**
    - **Cereales y pastos:** Maíz, trigo, arroz, cebada, centeno, caña de azúcar, y la mayoría de las gramíneas silvestres.
    - **Coníferas:** Pinos, abetos, cedros, cipreses. Sus "piñas" masculinas liberan nubes de polen amarillo.
    - **Árboles caducifolios comunes:** Roble, haya, abedul, chopo, olmo, nogal.
    - **Algunas plantas herbáceas:** Ortigas.
- **Ventajas de la anemogamia:**
    - No depende de polinizadores animales, lo que la hace menos vulnerable a la disminución de poblaciones de insectos o aves.
    - Puede ser muy eficiente en la polinización de grandes poblaciones de plantas densamente agrupadas.
- **Desventajas de la anemogamia:**
    - Extrema ineficiencia en el uso del polen: se produce una cantidad masiva que se desperdicia.

- Menor especificidad: el polen puede dispersarse ampliamente y no llegar a la especie correcta, lo que limita su éxito en la especiación o en ambientes con baja densidad de plantas.

La anemogamia es una estrategia de polinización fundamental en muchos ecosistemas y es la causa de gran parte del polen que flota en el aire y provoca alergias estacionales en los humanos.

7. COEVOLUCIÓN PLANTA-INSECTO

La **coevolución planta-insecto** es uno de los ejemplos más espectaculares de interacción simbiótica en la naturaleza, y ha dado lugar a una asombrosa diversidad de formas, colores, olores y recompensas tanto en las plantas como en los insectos. En el caso de las **fanerógamas** (plantas con flores, es decir, angiospermas), la interacción con los insectos polinizadores es particularmente profunda y visible en la **morfología floral** y los **colores**.

La coevolución es un proceso en el que **dos o más especies ejercen presiones de selección mutuas, afectando la evolución de la otra**. En el contexto de la polinización, las plantas han evolucionado para atraer a los polinizadores, y los polinizadores han evolucionado para explotar los recursos florales de manera eficiente.

- **Colores de las Flores y su Rol en la Coevolución**

Los colores de las flores no son aleatorios; son señales visuales altamente evolucionadas para atraer a polinizadores específicos. La visión de los insectos es diferente a la nuestra, lo que explica por qué ciertas combinaciones de colores son más efectivas.

1. **Visión de los Insectos:**
   - Muchos insectos (como las abejas y mariposas) pueden ver el **espectro ultravioleta (UV)**, que es invisible para los humanos. Esto significa que los patrones de coloración de las flores pueden ser muy diferentes para un insecto de lo que son para nosotros.
   - Suelen ser ciegos al color rojo, pero son muy sensibles al azul, verde, amarillo y UV.
   - Esto ha llevado a la evolución de "guías de néctar" o "patrones de diana" UV que dirigen al insecto hacia las partes reproductivas de la flor.
2. **Coloraciones Típicas y sus Polinizadores Asociados:**
   - **Flores Rojas:** Comúnmente polinizadas por **aves** (colibríes) que son sensibles al rojo y no suelen tener un sentido del olfato desarrollado. Las flores rojas para insectos son raras, ya que no perciben bien este color.
   - **Flores Azules y Amarillas:** Atractivas para **abejas y abejorros**, que ven bien en estas longitudes de onda y, a menudo, en el UV. Los patrones UV son frecuentes en estas flores.
   - **Flores Blancas o pálidas:** Generalmente polinizadas por **polillas (nocturnas)** o **moscas**. Suelen ser más visibles en la oscuridad y a menudo emiten olores fuertes y dulces por la noche.
   - **Flores Marrones o Moradas Oscuras/Verdosas (a veces con olores fétidos):** Atractivas para **moscas (especialmente moscas carroñeras o del estiércol)**, que las confunden con carne en descomposición o excrementos.
   - **Patrones de Rayas o Puntos (Guías de Néctar):** Frecuentes en muchos colores, estas marcas dirigen visualmente al polinizador hacia la recompensa (néctar o polen) y, al hacerlo, lo guían para que entre en contacto con los estambres y el estigma.

- **Morfología Floral y su Rol en la Coevolución**

La forma de la flor es el resultado de una adaptación precisa para facilitar el contacto entre el polinizador y las estructuras reproductivas, maximizando la eficiencia de la transferencia de polen.

1. **Formas Tubulares o de Trompeta:**
   - **Polinizadores:** Aves (colibríes, su pico encaja), mariposas (su larga probóscide puede alcanzar el néctar en el fondo del tubo).
   - **Adaptación:** Asegura que solo polinizadores con partes bucales específicas puedan acceder al néctar, forzándolos a rozar los estambres y el estigma.

2. **Formas Irregulares o Asimétricas (Zigomorfas):**
    - **Polinizadores:** Abejas y abejorros.
    - **Adaptación:** Estas flores a menudo tienen "plataformas de aterrizaje" y "pistas de despegue" que guían al insecto a una posición específica donde el polen se adhiere y/o se deposita de manera óptima. Ejemplos clásicos son las flores de leguminosas (guisantes, frijoles) o las orquídeas.
3. **Flores en Racimos o Espigas:**
    - **Polinizadores:** Diversos insectos, incluyendo abejas y moscas.
    - **Adaptación:** Agrupar muchas flores pequeñas en una inflorescencia grande hace que la señal visual sea más atractiva desde la distancia y permite al polinizador visitar muchas flores en un solo viaje, maximizando la transferencia de polen.
4. **Mecanismos de Trampa o Engaño:**
    - **Polinizadores:** Específicos, a menudo moscas o avispas.
    - **Adaptación:** Algunas flores tienen mecanismos complejos que atrapan temporalmente al polinizador o lo fuerzan a seguir un camino específico para asegurar que recoja y deposite el polen. Las orquídeas que imitan hembras de insectos (pseudocopulación) son un ejemplo extremo de mimetismo en la morfología y el color.
5. **Órganos Reproductivos Expuestos o Protegidos:**
    - **Polinizadores:** El grado de exposición de estambres y estigmas varía según el tipo de polinizador. En flores polinizadas por el viento (anemófilas), suelen estar muy expuestos. En flores polinizadas por insectos, pueden estar estratégicamente ocultos o posicionados para asegurar que el polinizador entre en contacto.

- **La Sinergia de Color y Morfología**

La belleza de la coevolución radica en cómo el color y la morfología trabajan juntos. Por ejemplo:

- Una flor azul con un patrón UV en forma de diana (color) y una forma que obliga a la abeja a entrar en contacto con las anteras y el estigma (morfología) es un sistema altamente eficiente.
- Una orquídea *Ophrys* no solo imita el color de una abeja hembra, sino que también tiene la forma (morfología) y la textura adecuadas para inducir el comportamiento de pseudocopulación.

En conclusión, la coevolución planta-insecto en las fanerógamas ha modelado los colores y la morfología floral para crear un sistema de comunicación visual y táctil increíblemente sofisticado. Cada característica floral es una adaptación para atraer a los polinizadores más eficientes para esa especie, asegurando la reproducción de la planta y la disponibilidad de alimento para el insecto, en una danza evolutiva continua.

8. APARICIÓN DEL SER HUMANO COMO ESPECIE DOMINANTE

Es complicado fijar un momento exacto en el que el *Homo sapiens* se convirtió en la "especie dominante" de la Tierra, porque la dominancia es un concepto gradual y multifacético, que no se mide solo por el número de individuos o la fuerza física. Sin embargo, es posible señalar varios hitos clave que, en conjunto, marcan su ascensión a esa posición.

La "dominancia" humana se asocia generalmente con su capacidad para:

- Modificar el entorno a gran escala.
- Controlar recursos naturales.
- Superar a otros depredadores o competidores.
- Desarrollar culturas complejas y tecnologías avanzadas.
- Expandirnos globalmente.

Veamos una cronología de eventos que, acumulativamente, llevaron a la especie humana a ser la especie dominante:

1. **Origen del *Homo sapiens* (hace ~300.000 - 200.000 años):**
    - Los primeros *Homo sapiens* aparecen en África. Aunque ya poseían un cerebro grande y capacidad para el lenguaje, eran solo una especie más en el ecosistema, con nichos ecológicos limitados. Su "dominancia" era nula en comparación con otros grandes depredadores.
2. **Desarrollo del Lenguaje Complejo y el Pensamiento Simbólico (hace ~70.000 - 50.000 años):**
    - Este es un punto crucial, aunque difícil de fechar con precisión. La "Revolución Cognitiva" permitió a *Homo sapiens* comunicarse de forma más sofisticada, planificar, cooperar en grupos grandes, transmitir conocimientos y desarrollar pensamiento abstracto y creencias. Esta capacidad de **cooperación a gran escala y flexibilidad** fue una ventaja decisiva sobre otras especies homínidas y animales.
3. **La Salida de África y la Colonización Global (hace ~70.000 - 15.000 años):**
    - *Homo sapiens* comenzó a expandirse fuera de África y colonizó progresivamente todos los continentes, adaptándose a diversos climas y ecosistemas. Su capacidad para cazar grandes animales y adaptarse a diferentes ambientes sugiere una creciente habilidad para explotar recursos. La extinción de la "megafauna" en algunas regiones se asocia a menudo con la llegada de los humanos, lo que ya denota un impacto significativo.
4. **La Revolución Neolítica: Invención de la Agricultura (hace ~12.000 - 10.000 años):**
    - Este fue el punto de inflexión más importante. La capacidad de cultivar plantas y domesticar animales permitió a *Homo sapiens* dejar de depender exclusivamente de la caza y la recolección.
    - **Impacto clave:**
        - **Asentamientos permanentes:** Desarrollo de pueblos y ciudades.
        - **Aumento demográfico:** Mayor disponibilidad de alimentos condujo a un crecimiento exponencial de la población humana.
        - **Excedente de alimentos:** Permitió la especialización del trabajo y el surgimiento de nuevas profesiones.
        - **Modificación del paisaje a gran escala:** Deforestación para campos de cultivo, gestión del agua, etc.
    - Con la agricultura, la capacidad humana para transformar los ecosistemas y sostener poblaciones densas se disparó, sentando las bases de la dominancia ecológica.
5. **El Desarrollo de las Civilizaciones y la Escritura (hace ~5.000 - 3.000 años):**
    - La complejidad social, política y económica de las civilizaciones antiguas (Mesopotamia, Egipto, Indus, China) consolidó la capacidad humana para organizar a grandes grupos de personas, construir infraestructuras masivas y acumular conocimiento. La escritura permitió la transmisión de información a través del tiempo y el espacio, acelerando el progreso tecnológico y organizativo.
6. **La Revolución Industrial (mediados del siglo XVIII en adelante):**
    - Aunque la dominancia ya estaba establecida, la Revolución Industrial la llevó a un nivel sin precedentes. La explotación masiva de combustibles fósiles (carbón, petróleo) y el desarrollo de maquinaria a gran escala otorgaron a la humanidad un poder sin igual para transformar el planeta a una velocidad vertiginosa.
    - **Impacto clave:** Urbanización masiva, globalización, explosión demográfica, capacidad para mover cantidades ingentes de materiales, producción de bienes en masa y un impacto ambiental que afecta el clima global y la biodiversidad.

Conclusión:

No hay un "día D" exacto. Sin embargo, se puede argumentar que el comienzo del *Homo sapiens* como especie dominante, con la capacidad innegable de moldear el planeta a su voluntad, se consolidó a partir de la **Revolución Neolítica (hace unos 12.000 - 10.000 años)**.

El ser humano comenzó a ser una especie dominante con posibilidades de **modificar los ecosistemas** mediante:

- Deforestación
- Desertificación
- Contaminación
- Pérdida de biodiversidad
- Detención de procesos de especiación



Fue entonces cuando pasó de ser una especie más en el ecosistema, aunque inteligente y adaptable, a ser la única capaz de transformar radicalmente su propio entorno y el de otras especies a una escala global, con un crecimiento poblacional sin precedentes. La Revolución Industrial intensificó esta dominancia a niveles exponenciales.

9. REFORESTACIÓN Y CONSERVACIÓN

Se calcula que se ha perdido gran cantidad de la cubierta forestal del mundo en los últimos 8.000 años. Esta es una afirmación que se encuentra en muchas fuentes y estudios científicos, aunque las cifras exactas pueden variar ligeramente dependiendo de la metodología y la definición de "bosque" utilizada.

El *World Wildlife Fund (WWF), Our World in Data* y el *World Economic Forum*, han realizado publicaciones estimando que:

- Hace aproximadamente **8.000 años** (o 10.000 años, al final de la última era glacial), se estima que entre el **50% y el 57% de la superficie terrestre habitable** estaba cubierta por bosques. Actualmente, esa cobertura forestal se ha reducido a alrededor del **30% al 38%** de la superficie terrestre.
- Es importante destacar que la mayor parte de esta pérdida no ha sido un proceso lineal. Si bien la deforestación ha ocurrido durante milenios (principalmente para la agricultura), **la tasa de pérdida forestal se aceleró dramáticamente en los últimos siglos**, especialmente con la Revolución Industrial y el crecimiento exponencial de la población. De hecho, algunas estimaciones sugieren que **la mitad de la pérdida total de bosques se ha producido solo en el último siglo**.



- Para combatir esta situación La **reforestación**, creación de **espacios protegidos** y **Parques Naturales** son claves para conservar la biodiversidad.
- Es importante una correcta **educación ambiental** desde edades tempranas y tener claro que los bosques son los que mantienen la biodiversidad.

Tema 10: GENERALIDADES DE LOS HONGOS

Ahora vamos a ver la biología de los hongos, su morfología, diversidad, funciones ecológicas, relaciones con las plantas, utilidad humana y su importancia en la conservación del medio natural.

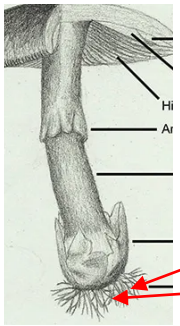
⇒ **DIVERSIDAD Y DESCONOCIMIENTO HISTÓRICO**

- El biólogo ambiental y micólogo **David Hawksworth**, estimó que existen alrededor de **1,5 millones de especies de hongos**, pero que solo se conocen unas 72.000 (~5-7%). Pero Meredith Blackwell, reconocida como una de las micólogas más expertas, aumentó el número de especies a unos **5,1 millones.**
- Esta enorme diversidad ha hecho que los micólogos prioricen la **clasificación taxonómica** por encima de otras ramas como la ecología o la conservación.

⇒ **COEVOLUCIÓN CON PLANTAS**

- Recordemos que la vida procariota terrestre se remonta a 2.600 millones de años, y que desde hace ~1.900 m.a. la coevolución entre **plantas y hongos micorrícicos** fue clave en la colonización terrestre. Por lo que no existirían plantas verdes en la corteza terrestre sin los hongos.
- Hay que destacar el papel de **las levaduras** como hongos unicelulares en los ciclos de la Naturaleza, ya que las levaduras se encuentran comúnmente en la superficie de las frutas, en el suelo y en la corteza de los árboles, donde desempeñan un papel en la descomposición de la materia orgánica, contribuyendo al ciclo de nutrientes. Además de desempeñar un papel importante en parte de la microbiota de plantas y animales.

3. ESTRUCTURA FÚNGICA: MICELIO E HIFAS



- La **estructura fúngica** se refiere a la organización y composición física de un hongo. A diferencia de las plantas o los animales, los hongos tienen una forma de crecimiento y una anatomía distintiva. La unidad estructural básica de la mayoría de los hongos es la **hifa**.
- Las hifas son filamentos delgados y ramificados. Estos filamentos pueden crecer y entrelazarse para formar una red conocida como **micelio**. El micelio es el cuerpo principal del hongo y es la parte que es responsable de su crecimiento, nutrición y reproducción. Puede ser visible a simple vista, como el moho que crece en los alimentos, o puede estar oculto en el suelo o dentro de un sustrato. El micelio puede crecer de forma indefinida en condiciones óptimas.



- Las hifas pueden ser de dos tipos principales en cuanto a su estructura interna:
  - **Hifas septadas:** Tienen paredes transversales llamadas **septos** que dividen el filamento en compartimentos, cada uno con uno o más núcleos. Sin embargo, estos **septos** a menudo tienen poros que permiten el paso de citoplasma, orgánulos e incluso núcleos entre los compartimentos.
  - **Hifas cenocíticas:** No tienen **septos**, lo que significa que son una célula continua y multinucleada.
- Además del **micelio** y las **hifas**, la estructura fúngica puede incluir:
  - **Cuerpos fructíferos:** En muchos hongos, especialmente los que forman setas, el micelio desarrolla estructuras reproductivas visibles sobre el sustrato. Estas estructuras son conocidas como cuerpos fructíferos o carpóforos, y su función es producir y dispersar esporas.

- **Esporas:** Son las unidades reproductivas de los hongos, similares a las semillas en las plantas, que se dispersan para colonizar nuevos sustratos y dar origen a nuevas hifas y micelios.
- **Componentes de la pared celular:** La pared celular de los hongos está compuesta principalmente de quitina, un polímero de carbohidratos, que les proporciona rigidez y protección.

4. DIFERENCIACIONES DEL MICELIO



• **Cordones miceliares**: Los **cordones miceliales** o **cordón de micelios** de los hongos son agregaciones lineales de hifas orientadas en paralelo. pueden tener un aspecto similar a las raíces de las plantas, y también frecuentemente tienen funciones similares; por lo tanto, también se les llama **rizomorfos.**



Esclerocios: Los **esclerocios** son una masa compacta y dura de hifas con una corteza oscurecida (melanizada), capaz de sobrevivir en condiciones ambientales desfavorables, su nombre es *Claviceps purpurea*, y contamina el centeno y, con mucho menos frecuencia, también la avena, el trigo y la cebada. Es la causante del "fuego de San Antonio" o **Ergotismo** y surgió en la Europa Medieval como consecuencia de intoxicación por consumir pan de centeno contaminados con este hongo conocido como "cornezuelo de centeno". Producía convulsiones y contracción arterial, que podía conducir a la necrosis de los tejidos y la aparición de gangrena, principalmente en las extremidades.

- **Estromas**: Son estructuras compactas de micelio asociadas a la **grafiosis** del olmo. Está causada específicamente por el hongo *Ophiostoma ulmi*. Este hongo bloquea los vasos conductores de la savia en los árboles, causando que las hojas se marchiten y se caigan, y eventualmente, la muerte del árbol. Los árboles afectados por la grafiosis presentan hojas encorvadas y algunas ramas secas. En el interior de las ramas, se pueden observar líneas o manchas de color moreno oscuro, que son los vasos conductores afectados por el hongo. La grafiosis se transmite a través de insectos, principalmente los coleópteros barrenadores del olmo, que se alimentan de los troncos y ramas de los olmos. Los insectos transportan las esporas del hongo de un árbol a otro, causando la infección.





5. MODOS DE VIDA FÚNGICOS

⇒ MICORRIZÓGENOS, SAPRÓFITOS Y PARÁSITOS

Estos términos **micorrizógenos**, **saprófitos** y **parásitos** se refieren a **diferentes tipos de organismos (principalmente hongos)** según su forma de vida y nutrición. Vamos a ver cada uno de ellos:

🔶 **1. Micorrizógenos (formadores de micorrizas)**

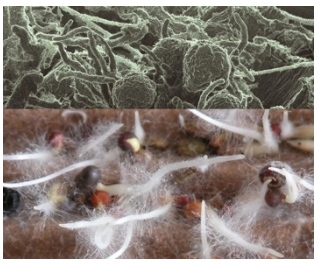
Definición: Son organismos, en su mayoría hongos, que forman una **asociación simbiótica** con las raíces de las plantas. Esta relación se llama **micorriza**.

Características: El hongo ayuda a la planta a absorber **agua** y **nutrientes minerales** (especialmente fósforo y nitrógeno).

A cambio, la planta proporciona al hongo **azúcares y otros compuestos orgánicos** que produce por fotosíntesis. Eso proporciona:

- Beneficio a ambas partes → relación **mutualista**.
- Ser fundamental en los ecosistemas terrestres y en agricultura sostenible.

Ejemplos:



Glomeromycota
(micorrizas arbusculares)



Basidiomycetes* y *Ascomycetes
(ectomicorrizas con árboles)

🔶 2. Saprófitos (o saprobios)

Definición: Son organismos que se alimentan de **materia orgánica muerta o en descomposición**.

Características:

- Son **descomponedores**: reciclan nutrientes en el ecosistema.
- Se encuentran en el **suelo, hojas caídas, madera muerta**, etc.
- Transforman materia orgánica compleja en formas más simples, que otras plantas y organismos pueden reutilizar.

Ejemplos:

- Muchos **hongos del suelo**, como especies del género *Penicillium* o *Mucor*.
- Bacterias saprófitas.
- Algunos **protozoos** y pequeños invertebrados también lo son.

🔶 3. Parásitos

Definición:
Son organismos que viven a costa de otro ser vivo (llamado **huésped**) al que perjudican.

Características:

- El parásito **obtiene nutrientes** del huésped, pero no le ofrece ningún beneficio.
- Esta relación puede ser **letal o debilitante** para el huésped.
- Existen parásitos **externos** (ectoparásitos) e **internos** (endoparásitos).

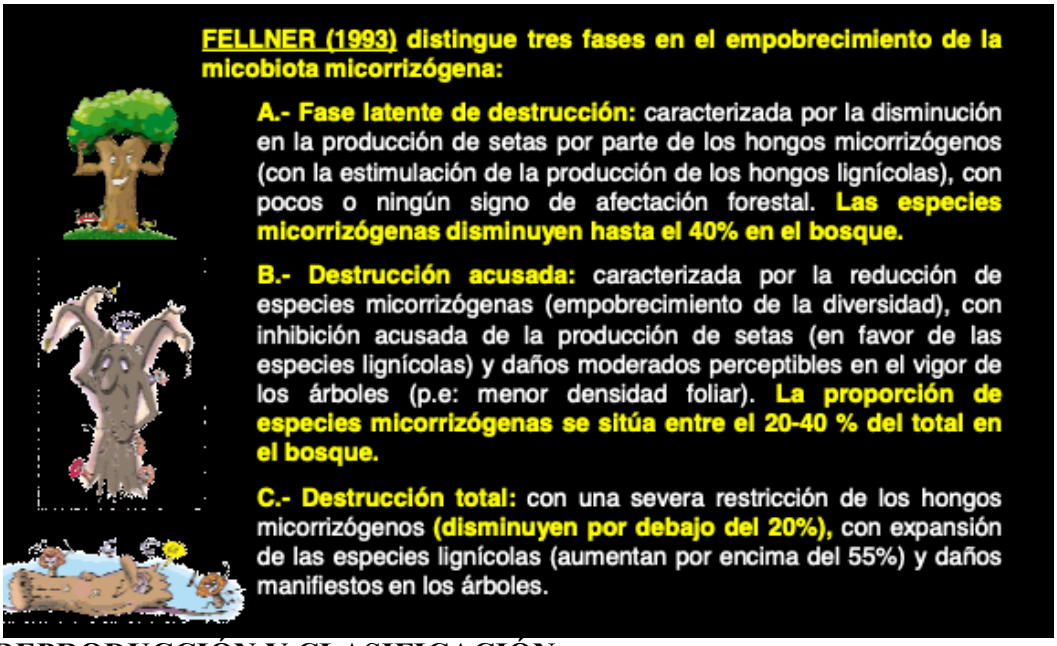
Ejemplos:

- **Hongos fitoparásitos**: *Puccinia* (roya del trigo), *Ustilago* (carbón del maíz).
- **Bacterias y virus patógenos**.
- También animales: piojos, tenias, etc.

✅ COMPARACIÓN RESUMIDA:

TIPO	RELACIÓN CON EL HUÉSPED	FUENTE DE NUTRIENTES	EJEMPLO
Micorrizógeno	Mutualista (beneficio mutuo)	Azúcares de la planta, minerales del suelo	*Glomus*, *Boletus*
Saprófito	Ninguna (organismos muertos)	Materia orgánica en descomposición	*Penicillium*, *Rhizopus*
Parásito	Parásita (perjudica al huésped)	Tejidos vivos del huésped	*Puccinia*, piojos, tenias

- **La evolución del bosque mediterráneo** sin hongos micorrícicos presenta tres fases de empobrecimiento según estudios del Botánico Gonzalo Nieto Feliner:
  - **Fase latente de destrucción:** (↓ producción de setas, sin daño visible).
  - **Destrucción acusada:** (↓ diversidad y vigor vegetal).
  - **Destrucción total:** (expansión de hongos lignícolas y debilitamiento grave de los árboles).



6. REPRODUCCIÓN Y CLASIFICACIÓN

Existen dudas fundadas sobre la reproducción sexual de todos los micelios, el motivo es que hay **variaciones importantes en torno a su fructificación o reproducción sexual**, especialmente porque los hongos presentan **una gran diversidad de estrategias reproductivas**, y no todas las especies tienen bien definidos o conocidos sus mecanismos sexuales. Recordemos que el **micelio** es la **estructura vegetativa** de los hongos, compuesta por una red de **hifas** (filamentos). Eso es el equivalente al "cuerpo" del hongo, aunque muchas veces no se vea, ya que suele estar enterrado en el suelo, madera o materia orgánica.

🌱 ¿Todos los micelios fructifican o se reproducen sexualmente?

No necesariamente. Aquí vemos los motivos:

ASPECTO	EXPLICACIÓN
Diversidad de modos de reproducción	Algunos hongos se reproducen exclusivamente por medios **asexuales** (esporas mitóticas, gemación, fragmentación del micelio). Otros presentan **reproducción sexual**, pero solo bajo ciertas condiciones ambientales.
Micelios estériles	Existen micelios que **nunca desarrollan estructuras sexuales** (carpóforos, esporocarpos, etc.). A veces son líneas genéticas que han perdido esa capacidad.
Desconocimiento científico	En muchos hongos —especialmente en grupos como los **Deuteromycota** (hoy obsoletos, pero aún útiles como concepto)— **no se ha observado fase sexual**, aunque podrían tenerla bajo condiciones muy concretas o aún no replicadas en laboratorio.
Condiciones ambientales	La **fructificación sexual depende de factores** como temperatura, humedad, pH, presencia de nutrientes, luz, e incluso la presencia de cepas compatibles.
Reproducción homotálica/ heterotálica	En hongos **homotálicos**, un solo micelio puede fructificar por sí solo. En los **heterotálicos**, se requiere la fusión de micelios compatibles (de diferente tipo de apareamiento). Esto puede limitar la fructificación si no hay pareja adecuada.

🧬 **Ejemplo: Basidiomicetos**

En los **basidiomicetos**, como los champiñones, la reproducción sexual implica:

1. **Plasmogamia**: fusión de dos micelios compatibles.
2. **Dicarionte prolongado**: el micelio resultante tiene dos núcleos por célula.
3. **Fructificación**: se forma un carpóforo (seta).
4. **Cariogamia y meiosis**: en las láminas de la seta se produce la fusión nuclear y luego la meiosis para formar esporas.

Sin embargo, **no todos los micelios llegan a esta fase**, aunque tengan el potencial genético.

⇒ ✅ **Hagamos un pequeño resumen**

- **No todos los micelios fructifican ni se reproducen sexualmente.**
- Algunos hongos **solo tienen reproducción asexual conocida**.
- La **reproducción sexual puede depender de condiciones muy específicas**.
- En muchos casos, **falta de fructificación no implica incapacidad**, sino que puede que no se den los estímulos adecuados o no haya pareja compatible.

⇒ **<u>Es importante tener presente:</u>**

⇒

Hay que huir de diversas clases de mohos.





Pero:
que también hay otros mohos (*Penicillium*) que han salvado y siguen salvando millones de vidas.

7. <u>HONGOS COMESTIBLES Y MICOPROTEÍNAS</u>

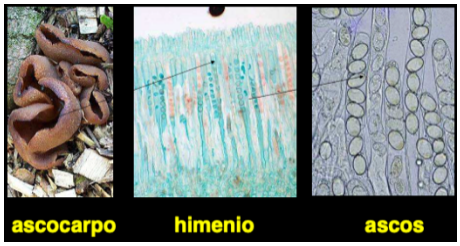
Existen también hongos comestibles con una excelente fuente de nutrientes, incluyendo lo que se conoce como micoproteínas. Estas son proteínas derivadas de hongos, especialmente de tipos filamentosos como *Fusarium venenatum*. Son una alternativa sostenible a la proteína animal, ofreciendo un perfil nutricional completo, rica en aminoácidos, fibra y vitaminas.

Detalles de las micoproteínas:

- **Origen:** Se obtienen de la fermentación de hongos filamentosos.
- **Beneficios:**
  - **Alto contenido proteico:** Similar a la proteína de la carne, pero con un impacto ambiental menor.
  - **Perfil nutricional completo:** Contienen todos los aminoácidos esenciales.
  - **Fuente de fibra:** Aporta fibra dietética, beneficiosa para la digestión y la salud intestinal.
  - **Sostenible:** El proceso de producción es más eficiente y requiere menos recursos que la producción de carne.

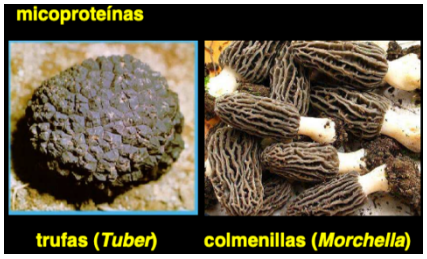
- **Aplicaciones:**
  - **Sustitutos de la carne:** Se utilizan en productos vegetarianos y veganos, como hamburguesas, *nuggets*, y otros análogos cárnicos.
  - **Ingredientes en alimentos:** Se pueden encontrar en una variedad de productos, como sopas, pastas y *snacks*.
- **Ejemplos:** El producto Quorn es un ejemplo de micoproteína ampliamente conocido





Estructuras reproductoras: **ascocarpos**, **himenios, ascos**.

Ejemplos de trufas





Destaca entre todas por su grán valor gastronómico la ***Tuber melanosporum*** (trufa negra).

8. BASIDIOCARPOS Y ESPORULACIÓN

Los términos **basidios, esterigmas y balistosporas** son los componentes clave en el proceso reproductivo de los ***basidiomycotas*** o **basidiocarpio**, uno de los grupos más grandes y conocidos de hongos, que incluye a la mayoría de las setas que vemos en la naturaleza.

Desglosamos su formación y función:

1. Basidios (Basidia)

El **basidio** es la **célula reproductiva sexual microscópica característica de los *Basidiomycota***. Es el sitio donde se produce la **cariogamia** (fusión de los núcleos haploides) y la **meiosis** (división celular reduccional).

- **Formación:** Los basidios se desarrollan a partir de hifas especializadas dentro del **himenio** (la capa fértil del hongo). En la mayoría de los casos, estas hifas son dicarióticas (contienen dos núcleos haploides, n+n, uno de cada progenitor).
  1. **Fusión nuclear (Cariogamia):** Dentro del basidio joven, los dos núcleos haploides (uno de cada tipo de apareamiento) se fusionan para formar un único núcleo diploide (2n). Este es el único estadio diploide en el ciclo de vida del hongo.
  2. **Meiosis:** Inmediatamente después de la cariogamia, el núcleo diploide sufre meiosis. Esta división produce generalmente **cuatro núcleos haploides (n)**.
- **Función:** Los basidios son los "productores de esporas" sexuales. Cada basidio produce generalmente cuatro esporas sexuales externas, conocidas como **basidiosporas**.

2. Esterigmas (*Sterigmata*)

Los **esterigmas** son **pequeñas proyecciones o pedicelos** que emergen de la superficie del basidio.



- **Formación:** Después de que los núcleos haploides se han formado por meiosis dentro del basidio, migran hacia la periferia del basidio. Simultáneamente, el basidio desarrolla estas protuberancias en su ápice o lados.
- **Función:** Cada esterigma sirve como un **pequeño tallo** que soporta y posiciona a una **basidiospora** en su extremo. Son esenciales para la descarga balística de las esporas.

3. Balistosporas (*Ballistospores*)

Las **balistosporas** son el término técnico para las **basidiosporas** que son liberadas activamente de sus esterigmas por un mecanismo de "disparo" o "lanzamiento".

- **Formación:** Se forman en el extremo distal de cada esterigma. Mientras se forman, una gota de agua (llamada **gota de Buller**) se acumula en un lado de la espora en la base del esterigma.
- **Mecanismo de Liberación (Disparo Balístico):** Este es un proceso extraordinario que permite la dispersión eficiente de las esporas:
    1. A medida que la espora madura y la gota de Buller crece, se crea un cambio brusco en la tensión superficial y la presión osmótica en el punto de unión entre la espora y el esterigma.
    2. Cuando la gota de Buller se fusiona con una capa de líquido en la espora, la rápida liberación de energía cinética "dispara" la espora lejos del basidio y el himenio.
    3. Este mecanismo de eyección es increíblemente rápido y eficiente, permitiendo que la espora escape de la capa límite de aire alrededor del cuerpo fructífero y sea capturada por las corrientes de aire para su dispersión.
- **Función:** Las balistosporas son las **unidades de dispersión sexual** de la mayoría de los Basidiomycota. Una vez liberadas y transportadas por el viento (o a veces el agua), si aterrizan en un sustrato adecuado, germinarán para formar nuevas hifas y, eventualmente, un nuevo micelio.

Resumen del proceso:

1. En la capa fértil (himenio) del cuerpo fructífero, los **basidios** maduran.
2. Dentro de cada basidio, dos núcleos se fusionan (cariogamia) y luego el núcleo resultante se divide por meiosis, produciendo cuatro núcleos haploides.
3. Cada uno de estos cuatro núcleos migra hacia una de las cuatro pequeñas proyecciones que brotan del basidio, llamadas **esterigmas**.
4. En el extremo de cada esterigma, se forma una **basidiospora** (que es una balistospora).
5. Mediante el mecanismo de la gota de Buller, las **balistosporas** son disparadas activamente desde los esterigmas y liberadas al ambiente para su dispersión.

Este proceso es una adaptación clave que permite a los Basidiomycota liberar eficientemente sus esporas en ambientes con poca o ninguna corriente de aire, como el interior de un bosque, maximizando sus posibilidades de reproducción y colonización.

- Existe un importante comercio con un valor de mercado alto en la diversidad de especies comestibles género *Lactarius*, además de otras especies destacadas:
    - **Amanita caesarea** (oronja)
    - **Boletus edulis**
    - **Terfezia arenaria** (criadilla de tierra).











10. REGULACIÓN Y CONSERVACIÓN

- Se plantea la necesidad de **carnets para recolectar setas**, como en Italia.
- Se enfatiza la importancia de **respetar la naturaleza** y **recolectar solo lo necesario**.
- Urge una política que garantice la **regeneración de los bosques mediterráneos** y la **conservación fúngica**.



DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA VEGETAL

UNIVERSIDAD DE ALCALÁ

Tema 11: DIVISIÓN *SPERMATOPHYTA*-GIMNOSPERMA

Este tema ofrece una visión general sobre las plantas con semilla que no forman fruto, centrándose en su morfología reproductiva, diversidad taxonómica y aplicaciones útiles.

Las ***Spermatophyta*** son las **plantas con semillas**, y se dividen en dos grandes grupos:

- **Gimnospermas** ("semilla desnuda")
- **Angiospermas** ("semilla en fruto")

Las **Gimnospermas** constituyen un grupo de plantas **vasculares, leñosas, con semillas no protegidas por fruto**, es decir, **desnudas** sobre las estructuras reproductoras.

1. MORFOLOGÍA REPRODUCTIVA DE LAS GIMNOSPERMAS

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Órganos reproductores	Son **unisexuales** y se organizan en **estróbilos o conos** (masculinos y femeninos).
Cono masculino	Produce **microesporas**, que dan lugar a **granos de polen** (gametofito masculino).
Cono femenino	Contiene **óvulos** en escamas ovulíferas. En su interior se desarrollan los **gametofitos femeninos**, que producen los óvulos (arquegonios).
Polinización	Es **anemógama** (por el viento). El polen llega directamente al óvulo, sin necesidad de estigma ni estilo.
Fecundación	El tubo polínico transporta los núcleos espermáticos hasta el óvulo.
Semilla	Se forma directamente sobre la escama del cono, **sin fruto que la recubra**. Contiene el embrión, tejido nutritivo y tegumentos protectores.
Ciclo de vida	Dominancia del **esporofito diploide**. El gametofito es muy reducido y está dependiente del esporofito.



Estróbilos masculinos (pino)



Estróbilos femeninos (pino)



Estróbilos masculinos (tejo)



Estróbilos femeninos (tejo)

🌿 2. DIVERSIDAD TAXONÓMICA DE LAS GIMNOSPERMAS

Aunque antiguamente fueron mucho más abundantes (especialmente en el Mesozoico), hoy quedan **cuatro grupos principales**:

DIVISIÓN	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	EJEMPLOS
Cycadophyta (cícadas)	Aspecto de palmera, hojas pinnadas, conos grandes, algunas especies tóxicas.	*Cycas revoluta*
Ginkgophyta	Solo sobrevive una especie actual (*Ginkgo biloba*), hoja en forma de abanico, árbol dioico.	*Ginkgo biloba*
Coniferophyta (coníferas)	Árboles y arbustos con hojas aciculares o escuamiformes, muy adaptados al frío. Son los más abundantes.	*Pinus*, *Abies*, *Cedrus*, *Juniperus*
Gnetophyta	Grupo diverso y controvertido; algunas tienen estructuras similares a flores.	*Ephedra*, *Welwitschia*, *Gnetum*

🧪 3. APLICACIONES ÚTILES DE LAS GIMNOSPERMAS

USO	DESCRIPCIÓN
Madera	Son la **principal fuente de madera blanda**: pino, abeto, cedro, ciprés… Usada en construcción, muebles, papel, etc.
Resinas	Se extraen de coníferas (pino, abeto) para barnices, disolventes, aguarrás, etc.
Aceites esenciales	Destilación de hojas o resina para uso en medicina y cosmética.
Fármacos	*Ginkgo biloba* usado como vasodilatador y neuroprotector. *Ephedra* contiene efedrina (uso limitado por toxicidad).
Ornamentales	Muchas gimnospermas se cultivan como árboles ornamentales: cedros, tuyas, cipreses…
Papel y celulosa	Pinos y abetos son la base para la industria papelera.

📌 RESUMEN VISUAL

CARACTERÍSTICA	GIMNOSPERMAS
Tipo de semilla	Desnuda (sin fruto)
Órganos sexuales	Estróbilos (conos)
Polinización	Anemógama (por medio del viento)
Grupos principales	Cícadas, Ginkgo, Coníferas, Gnetales
Usos principales	Madera, papel, fármacos, ornamentales

3. PRINCIPALES CLASES Y EJEMPLOS REPRESENTATIVOS

Clase Ginkgopsida



• ***Ginkgo biloba***: árbol sagrado en Asia, con usos medicinales como tónico venoso y para mejorar la circulación cerebral. Se usa en tratamientos de Parkinson, Alzheimer y demencia senil.



Clase Pinopsida (coníferas)



- ***Cupressus sempervirens***:

Ciprés. Usado en cementerios, produce aceites esenciales balsámicos. Madera resistente a la carcoma.





- **Juniperus communis**:

Enebros y sabinas. Produce **aceite de cade** (uso dermatológico) y **arcéstidas** usadas como diuréticos, sudoríficos, y en la elaboración de ginebra.





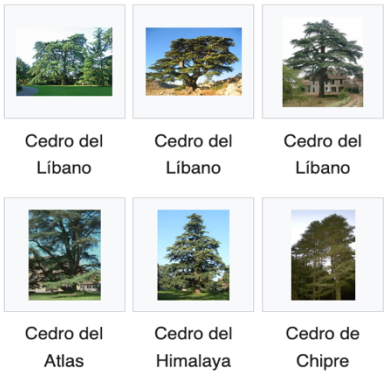
- **Pinus pinea**: pino piñonero. Produce piñones.





- **Pinus pinaster**: pino resinero. De él se obtiene **trementina**, que al destilarse genera **aguarrás**, rico en **pineno** (compuesto químico que origina efectos broncodilatadores, ayuda a abrir las vías respiratorias y trata afecciones como el asma) y **colofonia** (resina natural de color ámbar). Estas sustancias tienen aplicaciones médicas (bronquitis, reuma) y veterinarias (roña del ganado).





- **Cedrus spp.**, **Abies**, **Picea**: árboles de gran tamaño, con valor maderero.







- **Taxus baccata**: Es muy **tóxico**, toda la planta es venenosa, menos el arilo rojo. Contiene **taxina** (cardiotóxica) y **taxol** (usado en tratamientos oncológicos).

Provoca síntomas digestivos. Nauseas, vómitos y dolor abdominal.

Síntomas neurológicos: Taquicardia seguida de bradicardia, arritmias cardiacas y finalmente atonía cardiaca que puede llevar a la muerta. Recuerda la intoxicación por hiperpotasemia, como el efecto tóxico del tejo.

Se conocen casos de muerte o intoxicación en animales, como caballos y vacas, también corderos y ciervos, canguros y aves de corral.

Planta longeva que no forma círculos concéntricos en el tronco. Hay ejemplares de más de 1000 años.







- **Larix**: madera elástica, resistente a hongos e insectos. De él se extrae la **trementina de Venecia,** obteniéndose 3-4 kg por árbol y año. Tiene propiedades expectorantes de las vías respiratorias, lo que le hace un efectivo remedio en casos de resfriados. Cicatrizante. Desinfectante y antiséptico. Antiinflamatorio.





- **Sequoiadendron giganteum**: secuoya gigante de Sierra Nevada (hasta 105 m. y 10 m. de diámetro). Sus raíces alcanzan los 35 m.

Muy longeva (¿entre 2000 y 3000 años?)







- **Sequoia sempervirens**: secuoya roja, el ser vivo más alto del mundo (115,55 m).

Muy longeva, entre 1200 y 1800 años.





- **Taxodium distichum**: ciprés de los pantanos, típico del sur de EEUU, caducifolio. Vive en zonas húmedas como el delta del Mississippi.

Clase Cycadopsida



- *Cycas revoluta*: falsa palmera. Es una planta muy **tóxica**. Produce daño hepático severo: ictericia, cirrosis, ascitis. Síntomas a las 12 h de la ingesta. La cica es dioica, por lo tanto, tiene pies masculinos y femeninos. Con la polinización, los femeninos son los que producen granos muy tóxicos. Para evitar este peligro es aconsejable cultivar ejemplares de un solo sexo (masculinos). Las cicas que viven en ambientes de interior difícilmente florecen.



Clase Gnetopsida



- *Ephedra spp.*: plantas de zonas áridas con apariencia de coníferas. Producen **falsas bayas** (escamas carnosas).





- *Ephedra sínica:* es un arbusto con ramas erectas estriadas de hasta 1,5 m. longitudinalmente y con nudos y entrenudos.



Crece sobre suelos básicos ricos en cal, secos y muy soleados.
Las hojas son pequeñas, con escamas y contiene **efedrina**, parecida a la adrenalina, usada como antiasmático, antitusivo e hipertensor. Es muy parecida a la hormona animal adrenalina, y no se altera por vía digestiva por lo que puede administrarse vía bucal. En el torrente sanguíneo su acción es más prolongada. Dilata la pupila (midriasis).
Muy apreciada en medicina china desde hace 5.000 años.

Tema 12: HERBÁCEAS DE INTERÉS BOTÁNICO

🌸 Familia: Magnoliaceae

- **Ejemplo:** *Magnolia grandiflora*



- **Características de la flor:**
  - Muy grande, espiralada, regular.
  - Hermafrodita (tiene órganos masculinos y femeninos).
  - 3 sépalos, numerosos pétalos blancos.
  - Androceo en espiral (estambres).
  - Gineceo con numerosos **cárpelos libres** → originan **folículos** con 2 semillas rojas.
- **Distribución:** Asia y América del Norte.
- **Usos medicinales:** la corteza es amarga, aromática, febrífuga (reduce la fiebre) y tónica.

🌿 Familia: Annonaceae

- **Ejemplos:**
  - *Annona cherimola* (chirimoyo).
  - *Annona muricata* (guanábano).



- **Valor alimenticio:**
  - Frutos tropicales, ricos en **glucósidos** fáciles de digerir.
  - Muy apreciados por su sabor y por sus beneficios digestivos.
- **Origen:** América tropical.

🌿 Familia: Myristicaceae



- **Ejemplo principal:** *Myristica fragrans* (nuez moscada)
- **Distribución:** Islas Molucas (Indonesia), originaria del archipiélago indio.
- **Morfología:**
  - Árbol **dioico** (sexos separados en diferentes individuos).
  - Flores cíclicas (en ciclos), con periantio en verticilos.



- **Usos y compuestos activos:**
  - De sus semillas se extrae **manteca de nuez moscada** (25% grasa).
  - Contiene aceite esencial (2–3%) con **canfeno, linalol, eugenol, borneol, safrol y geraniol.**
  - Aplicación como **fricción y aromático**.

🌿 Familia: Illiciaceae

- **Ejemplo:** *Illicium verum* (Badiana de China o anís estrellado)
- **Morfología:**
  - Arbusto de hojas alternas.
  - Flores **helicocíclicas**.
  - 8–10 carpelos que forman un **polifolículo** con una semilla cada uno.
- **Usos medicinales:**
  - Fruto con 2–4% de **esencia rica en anetol (80%)**.
  - Se emplea como **estomacal y carminativo**.
  - Base para elaborar **licor de anís**.
  - **Tóxico en dosis elevadas**: puede provocar temblores y convulsiones.



🌿 Comparación: Illicium verum vs. Illicium religiosum



- *Illicium verum*: más concentrado en anetol que el anís verde (*Pimpinella anisum*).
  - Bastan 2-3 frutos por taza.
  - Dosis diaria: 100–300 mg en extracto seco.
  - Riesgo de toxicidad neurológica si se abusa.
- *Illicium religiosum* (badiana falsa o de Japón):
  - Árbol parecido, pero con frutos **irregulares** (algunos carpelos abortan).
  - Fruto menos aromático, con esencia no anisada.
  - Contiene **eugenol, safrol y un alcaloide tóxico: Skimmina**.

🌿 Orden Laurales – Familia Lauraceae



- La familia **Lauraceae**, a la que pertenecen el laurel, la canela y el aguacate, es un grupo diverso de plantas. Se estima que consta de aproximadamente **55 géneros con unas 3500 especies**, principalmente de:
  - **Zonas tropicales, subtropicales y mediterráneas**.
  - Plantas con **hojas perennes** (no caen en invierno).

🌳 Ejemplo: Cinnamomum camphora (alcanforero)





- Procedencia: **Formosa y China**.
- También se cultiva en **Brasil, Florida y región mediterránea**.
- Árbol de gran tamaño. El de la imagen está en Japón y se calcula que tiene 1000 años de antigüedad.
- La madera de árboles de más de 50 años y las hojas son **ricas en esencia de alcanfor**.

🧪 Usos del alcanfor:

- Se obtiene por **destilación al vapor de agua**.
- Propiedades: **antiséptico, analgésico, balsámico, tónico cardíaco, ansiolítico**.
- Formatos: suspensión oleosa, pomadas.
- **Aplicación industrial**: se usó para fabricar **celuloide** en la industria cinematográfica.
- **Actualmente se obtiene por síntesis** a partir del **aguarrás de pinos**.

📌 **Cinnamomum zeylanicum (canela de Ceilán):**

- Se aprovecha la **corteza de las ramas jóvenes**.
- Composición:
  - Taninos, mucílago, aceite esencial con:
    - 65–75% **aldehído cinámico**
    - 4–8% **eugenol**





- Propiedades: **antiséptica, afrodisíaca, antidiabética, anticoagulante, mejora circulación, antiemética (evita vómitos)**.
- Se usa como condimento. Ayuda a disminuir los niveles de glucosa en sangre (diabetes tipo II). Es un potente anticoagulante y favorece la circulación sanguínea (antiagregante y antitrombótica), es útil para prevenir y evitar las varices y el vómito.

📌 **Cinnamomum cassia (canela de China)**

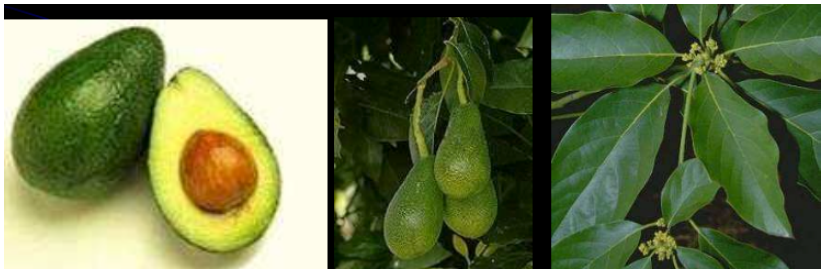
- Tiene los mismos usos que la canela de Ceilán, pero:
  - **Es menos aromática**.
  - Sus flores también se emplean como **condimento y para licores**.





🥑 **Persea gratissima (aguacate):**

- Procede de **Centroamérica**.
- Árbol de **4 a 8 m de altura**.



🍈 **Fruto:**

- **Drupa** con pulpa grasa comestible.
- Usos:
  - **Nutritiva y suavizante** para la pies (cosmética).
  - Semillas: en infusión son **vermífugas** (eliminan parásitos).
  - Hojas y corteza: **astringentes**.

🌳 **Sassafras officinale (sasafrás)**

- Origen: **América del Norte**, cultivado en Europa.

🧪 **Composición:**

- La madera contiene un 2% de **esencia**:
  - 80% **safrol**
  - 0,5% **eugenol**



⚕ **Usos:**

- **Expectorante, mucolítico, carminativo y aromatizante**.
- Se usa:
  - **Corteza y médula**: medicinal.
  - **Hojas**: como condimento.

🌿 Laurus nobilis (laurel):



- Árbol **dioico** (sexos separados), con ramas muy apretadas al tronco.
- Morfología floral:
  - Periantio de **4–5 piezas**.
  - Androceo de **8–12 estambres en 3 verticilos**.
  - Gineceo con **1 cárpelo y 1 rudimento seminal**.
  - **Fruto baciforme**.

🌿 Usos:

- **Hojas** aromáticas → **condimento**.
- **Drupas** contienen:
  - Aceite graso + esencia (aceite de laurel).
  - Aplicación: **antirreumático** (uso externo en linimentos).

🌿 Peumus boldus (boldo) – Familia Monimiaceae

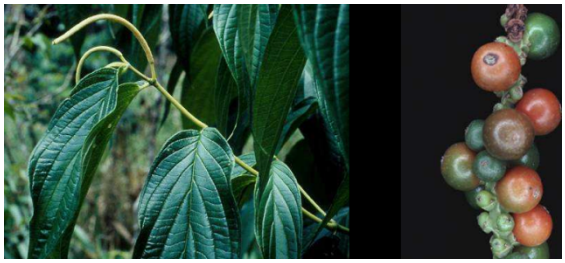


- Origen: **Chile**.
- Árbol **dioico**, hojas coriáceas, opuestas y poco pecioladas.
- **Fruto drupáceo**.

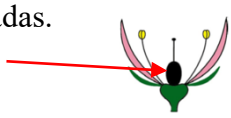
🧪 Composición y usos:

- Hojas ricas en **aceite esencial**:
  - Componentes: **cymol, cineol, ascaridol**.
  - Indicaciones: **hepatopatías, litiasis biliar, diurético**.
- Principios activos:
  - **Boldina** (alcaloide): digestivo, colagogo, diurético.
  - **Boldoglucina** (glucósido).

🌿 Piper nigrum - Familia Piperaceae (pimienta negra)



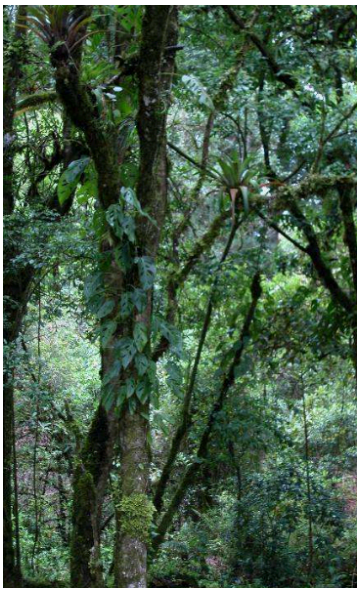
- Distribución: **India y sudeste asiático**.
- Planta trepadora (**liana**) aromática.
- Morfología:
  - **Tallos leñosos, esponjosos y articulados**.
  - Hojas alternas pecioladas.
  - Flores **sin periantio**.
  - Fruto **drupáceo**.



🧪 Propiedades y usos:

- Los frutos desecados (negros) constituyen la pimienta negra. Sin pericarpio es la pimienta blanca. La pimienta negra contiene el alcaloide piperina que se desdobla en piperidina y ácido pipérico (antiséptico vías urinarias, cistitis).
- La pimienta blanca se obtiene manteniendo la pimienta negra en agua de mar (15 días) o en agua caliente.
- Condimento y estimulante de las secreciones gástricas. Antiséptica en embutidos.
- Se puede adulterar con cáscara de nueces, u otras drupas, serrín, yeso.
- Eran conocidas desde la época de Teofrasto. En Europa fue introducida hacia el año 1000 y fue la especia más importante.

Tema 12 bis: ÁRBOLES Y ARBUSTOS



Orden Fagales

- Son muy importantes en regiones templadas del hemisferio norte.
- Representación en España:
  - Géneros: *Quercus*, *Fagus*, *Castanea* (Fagaceae) y *Betula* (Betulaceae).
- Características:
  - Árboles o arbustos.
  - **Flores unisexuales** en **amentos**.
  - Frutos **nuciformes**.
  - Hojas con **estípulas caducas**.



⇒ **Familia Fagaceae**

- **Característica clave**: fruto con **cúpula**.
- Ampliamente distribuida desde zonas templadas a tropicales.

Ejemplos de Fagaceae



• *Fagus sylvatica* (haya) → Caducifolio. Fruto (hayuco) Con un sabor similar al de los frutos secos.

• *Quercus ilex* (encina) → Esclerófila, perenne. Fruto comestible (bellota). Se pueden usar para hacer harina, pan, y otros alimentos.





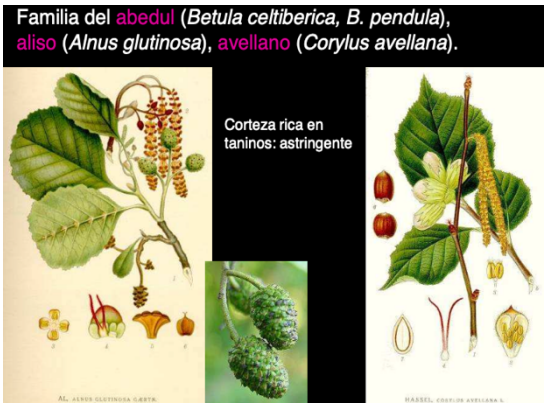
• *Quercus pyrenaica* (melojo) → Caducifolia. Frusto comestible (bellota).

• *Castanea sativa* (castaño) → Árbol caducifolio, fruto comestible (castaña).



⇒ Familia Betulaceae

- Árboles como:
  - *Betula celtiberica*, *B. pendula* (abedul). El fruto (Betula pendula) es una sámara alada, que se asemeja a una pequeña nuez con dos alas membranosas a los lados.
  - *Alnus glutinosa* (aliso). Su fruto es seco llamado cono o estróbilo, que es pequeño y parecido a una piña de conífera, pero mucho menor.
  - *Corylus avellana* (avellano). Su fruto es la avellana.
- Corteza rica en **taninos** → uso **astringente**.



⇒ Género Beta

- *Beta maritima* ("acelga marina")
- Es una variedad silvestre de remolacha que crece en zonas costeras, principalmente en Europa. Se considera la forma salvaje de la remolacha, y es el antepasado de las remolachas cultivadas, como la remolacha azucarera y la acelga.
- Tratamiento infraespecífico complejo, es decir: se encuentra por debajo del nivel de su misma especie.





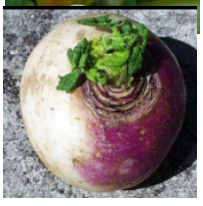
- Usos según tipo de hoja:
  - Hojas grandes y nervio central grueso → **verdura**.
  - Hojas pequeñas sin nervio marcado → **extracción de azúcar** (sacarosa 15–20%).

🔶 Beta vulgaris

- **Variedad acelga**: rica en aminoácidos, vitaminas, minerales, betaína.
  - Propiedades: hepatoprotectora, la betaína disminuye los triglicéridos.
  - Exceso → formación de **oxalato en riñón**.
  - El jugo se utiliza para tratar hepatitis.
- **Var. rapa**: remolacha azucarera, fuente de **sacarosa**. (Esta terminología de "var. Rapa" se utiliza para clasificar las variedades que tienen un nabo de raíz engrosado, y que puede ser utilizado como alimento tanto humano como forraje, en este caso referido a la remolacha azucarera).









🔶 Spinacea oleracea (espinaca)

- Origen persa introducida en España en el siglo XV.



- Usada como verdura y rica en **vitamina C**.
- Contiene oxalatos → riesgo de cálculos renales.
- *Salicornia europea*: usada como antiescorbútica por su **zumo fresco**.

⇒ 🔶 **Plantas barrilleras**

Las barrillas o plantas barrilleras se usaron en otro tiempo para la elaboración de sosa y de potasa para la fabricación de jabón, o simplemente mezclando sus cenizas con aceite o grasas animales para usarlas como detergente para hacer la colada, ya que estas plantas + incineración = CO3Na**2** (carbonato de sodio o ceniza de sosa) llamada popularmente barrilla.



Se trata de un grupo de plantas típicas de la vegetación de saladar. Estas plantas, arbustivas o herbáceas, de la familia de las Quenopodiáceas (*Chenopodiaceae*), poseen una adaptación al medio hipersalino en el que viven que consiste en acumular en sus tejidos gran cantidad de sales sódicas y potásicas para vencer el potencial osmótico del suelo y de esa forma poder captar agua de este.



Las plantas barrilleras que se explotaron cuantiosamente desde tiempos inmemoriales hasta la revolución industrial con aparición de la sosa de síntesis,

- Altas en **sales de sodio** → producción de **barrilla** (Na_2CO_3).
- Usos: limpieza, fabricación de **jabón** y también de **vidrio**.
- Plantas: *Salsola soda*, *S. kali*, *Halogeton sativus*.

⇒ 🔶 **Camellia sinensis (té)**



- Árbol/arbusto de hojas alternas originario de India y sudoeste de China.
- Se cultiva en Asia. Su nombre genérico griego significa "diosa".

🔶 **Composición del té**

- **Alcaloides**: cafeína (teína), teobromina, teofilina. Taninos y flavonoides.

🔶 **Tés verde y negro**

→ Té verde: Té no fermentado. Se prepara por secado rápido de las hojas recién cosechadas, que se calienta ligeramente en bandejas de cobre, para detener el proceso enzimático que cambiaría el sabor.

- Antioxidante (catequinas), protector cardiovascular e inmunológico.

→ Té negro: Té fermentado y secado con calor. Su proceso de producción es único, ya que implica una completa oxidación de las hojas de té, previa a su secado y envasado. Este método confiere al té negro su color oscuro, sabor y cuerpo completo.

- Se prepara en Ceilán y en la India apilando las hojas verdes hasta que empiezan a fermentar y luego se secan con calor artificial.



🔸 Tés blanco y rojo

→ Té blanco: El té blanco son las yemas y hojas jóvenes que se secan a los rayos del sol y ligeramente procesados para prevenir la oxidación o la futura fermentación. Esto preserva las características de sabor del té blanco.

- El nombre "té blanco" deriva de las vellosidades plateado-blanco en las yemas aún no abiertas de la planta de té, que dan a la planta una apariencia blancuzca.
- Polifenoles (taninos y flavonoides) protegen al cuerpo contra ciertos tipos de cáncer *in vitro* e *in vivo*. Reducen el colesterol y la presión sanguínea, reduciendo el riesgo de enfermedades cardiovasculares.

→ Té rojo (Pu Erh): El té rojo se fermenta en barricas de roble y suele haber añadas, como ocurre con el vino, a más años, más calidad. La fermentación oscila desde 2 a 60 años, lo más corriente es encontrar en las tiendas té rojo de 2 a 3 años, y como máximo de 10 años de maduración. Un té rojo a partir de 2 años ya tiene muchas de sus propiedades.

- Reducción de grasas y colesterol. Depurativo (hígado y el bazo).

🔸 Alcaloides del té

- Comparación de **cafeína en té y café**.
  - Una taza de **té** contiene entre 7,5-75 mg de cafeína
  - Una taza típica de **café** contiene 80-135 mg de cafeína

Usos:

a.- Teofilina: relajante del músculo liso, diurético.

b.- Teobromina: Igual que teofilina. Tiene además una ligera acción estimulante sobre el sistema nervioso central y se la prefiere a la cafeína en el edema cardíaco y en la angina de pecho.

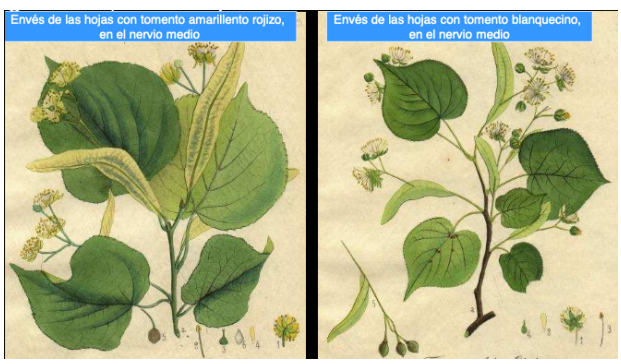
c.- Cafeína, existe en el café, té, cacao, guaraná y mate, como también en la cola. Es un estimulante del sistema nervioso central. Contraindicada en pacientes con dolencias cardiacas y/o hipertensión.

⇒ 🔸 *Actinidia chinensis* (Kiwi)



- Es una planta enredadera frutal originaria de China. El color del fruto varía de verde a verde lima o amarillo, dependiendo de la cepa. Sus bayas se producen y comercializan internacionalmente como kiwis, pues está estrechamente relacionada con la especie Actinidia deliciosa.
- Mediante un proceso de selección de esta planta, ***Zespri International Limited***, de Nueva Zelanda se convirtió en el mayor comercializador del mundo del kiwi amarillo.
- Los frutos son ricos en vitamina C, y hoy la planta posee otros usos, como el medicinal. También se hace papel de la corteza. Si se quita la corteza cercana a la raíz y se coloca en cenizas calientes, se hace muy dura y puede ser utilizada como un lápiz. Se dice que la planta tiene propiedades insecticidas.
- Su principal polinizador es la abeja.

- 🔸 **Tilia spp. (tilos)**



- *Tilia platyphyllos*, *Tilia cordata*.
- Se usan inflorescencias (agrupaciones de flores) totalmente desarrolladas con **bráctea** (una hoja modificada que se encuentra cerca de las flores, a menudo confundida con los pétalos debido a su forma y color).
- Se recolectan entre 1 y 4 días tras apertura como muy tarde.
- Se secan cuidadosamente y se guardan.

🔶 Propiedades de la tila

- Composición**: Flavonoides** (fitonutrientes con propiedades antioxidantes) y **aceites esenciales**.
- Usos:
    - Sedante, diurética, hipotensora, sudorífica.
    - Activa el sistema inmunitario → evitando a veces el uso de antibióticos.
    - "Tila alpina": mezcla con espino albar, menta y azahar.
    - **Preparación**:
    - En infusión como **sudorativo o anticatarral.**
    - La infusión es conocida sobre todo por su acción **sedante.**
    - La mezcla de tila, espino albar, menta y azahar, constituye la "**tila alpina"**, con gran efecto sedante a nivel popular.



⇒ 🔶 **Theobroma cacao (árbol del cacao)**

- Árbol de América tropical de hojas enteras y flores caulifloras. Muy sensible al sol y al viento excesivo.





• Fruto = **baya alargada y leñosa** de color amarillento o rojizo que luego se hace parda y en su interior encierra numerosas semillas → cacao.

🔶 Cacao y chocolate

1. Las mazorcas del cacao se abren para extraer las semillas (granos de cacao) que están cubiertas por una pulpa blanca y mucilaginosa.
2. **Fermentación:**
   Este es un paso crucial y que define gran parte del sabor característico final del cacao. Los granos, aún cubiertos por la pulpa, se colocan en montones, cajas de madera o cestas cubiertas. La pulpa se descompone por acción de microorganismos (levaduras, bacterias) y el calor generado (temperaturas de hasta 50 °C) ayuda a desarrollar los precursores de sabor del cacao. Este proceso puede durar entre 2 y 7 días, dependiendo del tipo de cacao y la región.
3. **Secado:**
   Una vez fermentados, los granos se secan para reducir su contenido de humedad y evitar el crecimiento de moho. Tradicionalmente, esto se hace extendiendo los granos al sol en patios o esteras, lo que puede durar varios días. También hoy se utilizan secadores mecánicos. Un buen secado es vital para preservar la calidad del cacao.
4. **Tostado:**
   Los granos de cacao ya secos se tuestan. El tostado desarrolla aún más los complejos sabores y aromas del cacao, provocado por las reacciones de *Maillard*, proceso químico que ocurre cuando los azúcares reductores y los aminoácidos se calientan, dando lugar a la formación de nuevos compuestos y a cambios en el sabor, color y aroma de los alimentos. Esto reduce la acidez y la amargura de los granos, y ayuda a separar la cáscara del ***nib***[4] o parte comestible del grano. La temperatura y el tiempo de tostado varían según el perfil de sabor deseado.
5. **Descascarillado y desgerminado:**

[4] Se llama *nib* a cada uno de los pequeños trozos de los granos de cacao tostados y triturados. En el proceso de fabricación del chocolate, la preparación de los *nibs* es una etapa clave después del tostado y antes de la molienda para obtener la pasta o licor de cacao.

Después del tostado, los granos se enfrían y se pasan por máquinas que los rompen en fragmentos más pequeños llamados "***nibs*** de cacao". Al mismo tiempo, se utiliza un proceso de ventilación o soplado para separar las cáscaras ligeras de los ***nibs***, que son más densos. Las cáscaras se desechan o se utilizan para otros fines.

6. **Molienda Fina:**
   Esos ***nibs*** de cacao limpios se muelen intensamente. Debido al alto contenido de grasa de la manteca de cacao, la fricción del proceso de molienda genera calor, que la derrite. Esto transforma los ***nibs*** sólidos en una suspensión líquida espesa y fluida. Esta suspensión es la **pasta de cacao** o **licor de cacao**. No contiene alcohol, a pesar de su nombre.

Esta pasta de cacao es el ingrediente base a partir del cual se elaboran todos los tipos de chocolate y contiene:

- **50 % de manteca de cacao**
- **6-8 % de almidón**
- **12 % de proteínas**
- Sustancias como la **teobromina (1-2 %)**
- También pequeñas cantidades de **teofilina y cafeína**

🧈 La manteca de cacao

- Es la **grasa vegetal** extraída de la pasta de cacao.
- Se funde a unos **35 ºC** y tiene aplicaciones farmacéuticas: se usa como **vehículo para medicamentos**, especialmente para supositorios.

→ 🏭 Elaboración del cacao en polvo y chocolate

✅ Obtención del cacao en polvo

- La pasta de cacao se **alcaliniza** para reducir su acidez.
- Se prensa para separar la **manteca de cacao**.
- El residuo sólido crea unas tortas que se muelen para obtener **cacao en polvo**.

✅ Obtención del chocolate

- Se mezcla **cacao con azúcar pulverizado y aromas**.
- Se refina la mezcla y se somete al proceso de **conchado**, que emulsiona los ingredientes.
- Finalmente, se **enfría y se moldea** para formar el chocolate.

⚪ El chocolate blanco

- Se elabora **solo con manteca de cacao**, sin pasta de cacao (por eso **no debería llamarse "chocolate"** en sentido estricto).
- Ingredientes:
  - Manteca de cacao
  - Leche en polvo
  - Azúcar
  - Lecitina de soja

Es rico en:

- **Grasas** e **hidratos de carbono**, de alto valor energético.
- Minerales: **potasio, fósforo, magnesio, calcio**
- Vitaminas: **A, E, B_1, B_6, ácido fólico**

🔶 La grasa principal es el **ácido esteárico**, un **ácido graso saturado** que, a diferencia de otros, **no eleva el colesterol en sangre**.







🟫 CUADRO COMPARATIVO: Derivados del cacao y su elaboración

PRODUCTO / PROCESO	INGREDIENTES PRINCIPALES	PROCESO DE ELABORACIÓN	COMPOSICIÓN / CARACTERÍSTICAS	USOS / APLICACIONES
Pasta de cacao	Semillas fermentadas y secas del cacao (sin cascarilla)	Molienda de semillas después de fermentar y desecar	50 % manteca de cacao, 6-8 % almidón, 12 % proteínas, Teobromina (1-2 %)	Base para el chocolate puro
Manteca de cacao	Fracción grasa de la pasta de cacao	Se extrae por prensado en frío o caliente de la pasta	Grasa vegetal que funde a 35 ºC	Vehículo para medicamentos (supositorios), cosmética, chocolate blanco
Cacao en polvo	Restos sólidos desgrasados de la pasta de cacao	Pasta, Alcalinización, Prensado, separación grasa, Molienda de tortas	Producto seco, sin grasa, sabor intenso	Bebidas, repostería, postres
Chocolate puro	Pasta de cacao + azúcar (en proporción 1:1)	Mezcla y moldeado	Alto contenido de cacao, amargo, con estimulantes naturales	Consumo directo, repostería
Chocolate (en general)	Pasta de cacao + azúcar + aromas	Refinado y **conchado** para emulsión perfecta → moldeado	Sabor y textura suave, puede variar en % de cacao	Chocolate comercial
Chocolate blanco	Manteca de cacao + leche en polvo + azúcar + lecitina de soja	Mezcla, refinado, moldeado	Sin cacao sólido. Rico en grasas y carbohidratos. Fuente de minerales y vitaminas. Bajo impacto en colesterol sanguíneo	Consumo energético, postres, confitería

⇒ 🔸 Cola (Árbol de Cola)



Es un género de plantas **fanerógamas** con aproximadamente 160 especies, perteneciente a la subfamilia *Sterculioideae* dentro de la familia *Malvaceae*. Es originario de los bosques tropicales de África continental. Las especies de este género a veces se denominan árbol de cola o nuez de cola ya que su fruto contiene cafeína, por lo que se considera estimulante y a menudo se usa como ingrediente aromatizante en bebidas.



- Se utilizó en el pasado para hacer licor Nuez de kola (*Cola vera*, etc.):
- Esta bebida se elaboró en Aielo de Malferit (Valencia) hasta 1953.
- En la actualidad hay una bebida similar en el mercado.
- Se dice que en ese año 1953 la empresa vendió la marca a Coca-Cola, cuando la multinacional se instaló en España. Pero no hay ningún dato que confirme esta leyenda y realmente la historia de Coca Cola es muy distinta.

Esto que voy a contar está en relación con los inicios de este refresco de fama mundial y es un añadido mío por si fuera de interés.

Como consecuencia de lo que he podido ir investigando, y de mi relación comercial de muchos años con la **Compañía Coca Cola americana** y **Castellana de Bebidas Gaseosas S.A. (Casbega)**, empresa constituida como concesionaria de Coca-Cola en el año 1952 y de capital español, voy a contar a continuación la verdadera historia de la marca.

⇒ La actual bebida refrescante Coca-Cola continúa siendo, excepto uno o dos pequeños cambios incorporados, la mezcla de dióxido de carbono y agua que descubrió en 1770 el químico y teólogo inglés **Joseph Priestly**, que también ejercía de ministro de la iglesia Congregacionalista.

Priestly observó entonces unas curiosas burbujas que se producían en grandes cantidades cuando se fermentaba la malta para fabricar cerveza y esto despertó el interés de este químico. Y es que los cerveceros solían echar al aire estas burbujas sobrantes y él las recogió y las estudió, para posteriormente introducirlas a presión en botellas de agua y probar la mezcla resultante.

Las burbujas (claro está) eran lo que actualmente se denomina dióxido de carbono, y la bebida que Priestly probó fue la primera soda o agua carbonatada que existió.

Como al beber este agua carbonatada sentía unos ligeros pinchazos, no desagradables, los consideró como algo positivo, y comenzó a venderla. Lo llamó "tónico medicinal".

Más tarde, en 1886, ***John S. Pemberton***, farmacéutico de Atlanta (Georgia), comenzó a embotellar una variante del agua de Priestly y le puso el nombre de "Coca-Cola".

Estaba tan orgulloso de su origen medicinal que la presentó al mercado –según la publicidad de aquella época– como "*Un tónico efectivo para el cerebro y los nervios*". Se trataba -decía- de líquido para enjuagarse la boca y hacer gárgaras, y que garantizaba "*Blanquear los dientes, limpiar la boca y sanar las encías delicadas y sangrantes"*.

Anuncio de 1.894



La finalidad de la bebida era sanitaria, pero al parecer no atraía demasiado al público de entonces.

Con el paso del tiempo se olvidó de la posibilidad de las gárgaras, y se estimuló la bebida de agua, dióxido de carbono y azúcar convirtiéndola en refresco, ya que añadió al compuesto una moderada cantidad de extractos de **hojas de coca** y **nuez de cola**.

Quizá parezca un exceso incluir este componente en una bebida destinada a toda la familia, pero era algo que ocurrió antes de que se promulgasen las primeras leyes estadounidenses sobre alimentación y fármacos.

Por ejemplo, antiguamente en los tónicos infantiles era corriente añadir brandy. En muchos lugares se expendía morfina sin receta médica. Incluso, a finales de siglo XIX, laboratorios Bayer, la empresa fabricante de aspirinas, vendía libremente cocaína y heroína. Dentro de esta confusión farmacológica, introducir una pequeña cantidad de hojas de coca molidas en un refresco no llamaba la atención. No obstante, la cocaína se suprimió en 1903, y en las etiquetas de aquella época se puede leer: "Eliminada la Cocaína".





Aunque ya no se incluyese este componente, la fabricación de colas fue muy lucrativa durante los primeros años del siglo XX. El dióxido de carbono resulta casi tan barato como el aire, y el agua necesaria para el resto del producto es también muy barata



Por lo tanto, la empresa comercializadora ***The Coca-Cola Company*** puso manos a la obra para ampliar su cuota de mercado en torno a este producto. En 1916, en plena Primera Guerra Mundial, los embotelladores de Coca-Cola aprobaron en una convención en Indiana, un insólito diseño de botella, muy sugerente con la figura humana, que hasta hace muy poco ha continuado utilizándose. El motivo de este extraño diseño es que podía patentarse rápidamente y utilizarse como argumento legal para hundir a la competencia que ya les estaban imitando.

Uno de los mitos más populares que existen alrededor de esta bebida está relacionado con su fórmula, ya que la cultura popular dice que se trata del secreto comercial mejor guardado y que solo dos personas la conocen. Esto se trata de un mito. Es imposible producir miles de millones de producto para abastecer el mercado mundial con solo dos personas haciendo la mezcla. Por otro lado, la investigación comercial y química en la que hoy se encuentra el mundo, hacen imposible que en un laboratorio no se investigue cuáles son los componentes de un producto. Esto tiene su base en los numerosos mitos que también existen acerca de la construcción de muchos históricos edificios famosos. Los mitos populares dicen que a los ingenieros o constructores se les cortó las manos y la lengua para que no pudieran revelar el "secreto".

El característico sabor a cola proviene en su mayoría de la mezcla de azúcar y aceites de naranja, limón y vainilla. Los otros ingredientes cambian el sabor tan solo ligeramente. En algunos países, como Estados Unidos y Argentina, la Coca-Cola es endulzada con jarabe de maíz. En México y Europa se sigue usando el azúcar.

En el envase no se menciona el empleo de extractos de la planta de la coca, tampoco lo dice en su sitio web oficial, sin embargo, Coca-Cola contiene saborizantes extraídos de la hoja de coca; estas hojas de coca son adquiridas legalmente (115 toneladas aproximadamente al año) y cuenta con el permiso del Departamento de Justicia de los Estados Unidos. Esta empresa multinacional estadounidense es la única en el mundo autorizada a importar, procesar y usar comercialmente hojas de coca en la elaboración de su bebida, según el artículo 27 de la Convención Única sobre Estupefacientes de 1961.

⇒ 🔶 **Adansonia digitata (familia Bombacaceae)**

- Árbol milenario de las regiones semiáridas del África Sub-Sahariana.
- Su tronco puede almacenar hasta **120.000 litros de agua**.
- Es una especie nativa, aunque ha sido introducido en numerosos países tropicales. Su altura rara vez sobrepasa los 20 metros, pero su tronco puede superar los 10 metros de diámetro.







• El **baobab**, de apariencia extraña, le ha hecho acreedor de numerosas leyendas africanas. Se dice que puede llegar a los 3.000 años e incluso más. Que si una persona bebe agua en la que se han mojado semillas de baobab, quedará protegido del ataque de los cocodrilos. Pero si osa arrancarle una flor al baobab, morirá devorado por un león.

⇒ 🔶 **Ulmo y Moraceae**

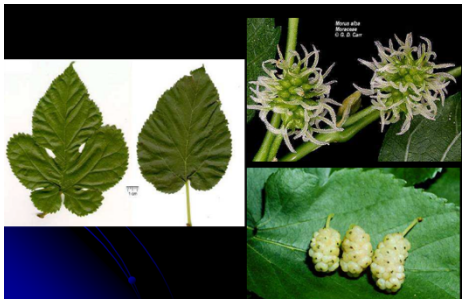


- *Ulmus minor*: Puede medir hasta 40 m, es posiblemente el árbol europeo más longevo.
- La corteza es medicinal, rugosa gris obscura.
- Hojas asimétricas.



- *Morus nigra*:
- Morera negra originario de Asia.
- Sorosis de frutos negros comestible.
- De hojas pelosas.

⇒ 🔶 **Morus alba, Artocarpus:**



- *M. alba*: Morera blanca. Frutos más pequeños, blancao o rosados.
- Hojas lampiñas



- *A. heterophyllus* (jackfruit): Archipiélago malayo.
- Frutos de hasta **40 kg**.



- *A. altilis* (árbol del pan).
- Frutos comestibles ricos en hidratos de carbono.

⇒ 🔶 **Ficus**



- *Ficus carica* (higuera): **sicono**.
- Fecundación por un himenóptero que vive en coevolución con la higuera silvestre.
- Relación de coevolución.



🔶 **Ficus elastica**

- América Central, Ecuador, Perú.
- Grandioso árbol. De su látex se obtiene un **tipo de caucho**.

⇒ 🔶 **Cistaceae**



- Existen unas 160 especies sobre todo en la región mediterránea.
- Arbustos con fruto capsular (dehiscencia por 10 lóbulos incompletos.

- *Cistus albidus*: las hojas se utilizan en infusión digestiva a modo de té.



- *Cistus ladanifer*: "ladanum, ládano", exudado de las hojas o tallos, obtenido a través de los pelos de las cabras, hoy día por ebullición de las ramas en agua o de tiras de cuero que se pasan entre las jaras.
- Es apreciado en perfumería como fijador de esencias.





⇒ 🔶 **Familia Salicaceae**



• *Populus nigra*: "álamo o chopo negro", alcanza de 20 a 30 metros, aunque en ocasiones puede superar esta altura.
• Se utilizan las yemas ricas en flavonoides y heterósidos para preparar el "Ungüento populeum" (crecepelo).
• La corteza grisácea se resquebraja pronto en sentido longitudinal, formándose entre las grietas unas costillas negruzcas, lo que alude su nombre.



• Su corteza es rica en salicina y taninos, por lo que ha sido utilizado como curtiente, para transformar la piel en cuero. También se utiliza en carpintería y en la construcción, y para la fabricación de celulosa.





- *Populus alba*: "álamo o chopo blanco", de rápido crecimiento, de hasta 30 metros de altura y 1 de diámetro.
- Su corteza, como la de *Salix*, *P. tremula o Filipendula ulmaria,* contiene **salicilina**, un **glucósido natural** que el cuerpo humano convierte

en **ácido salicílico**, una sustancia con propiedades **analgésicas, antipiréticas y antiinflamatorias.** Por esto se dice que se obtiene Aspirina vegetal.





⇒ 🔶 **Salix alba (sauce blanco)**

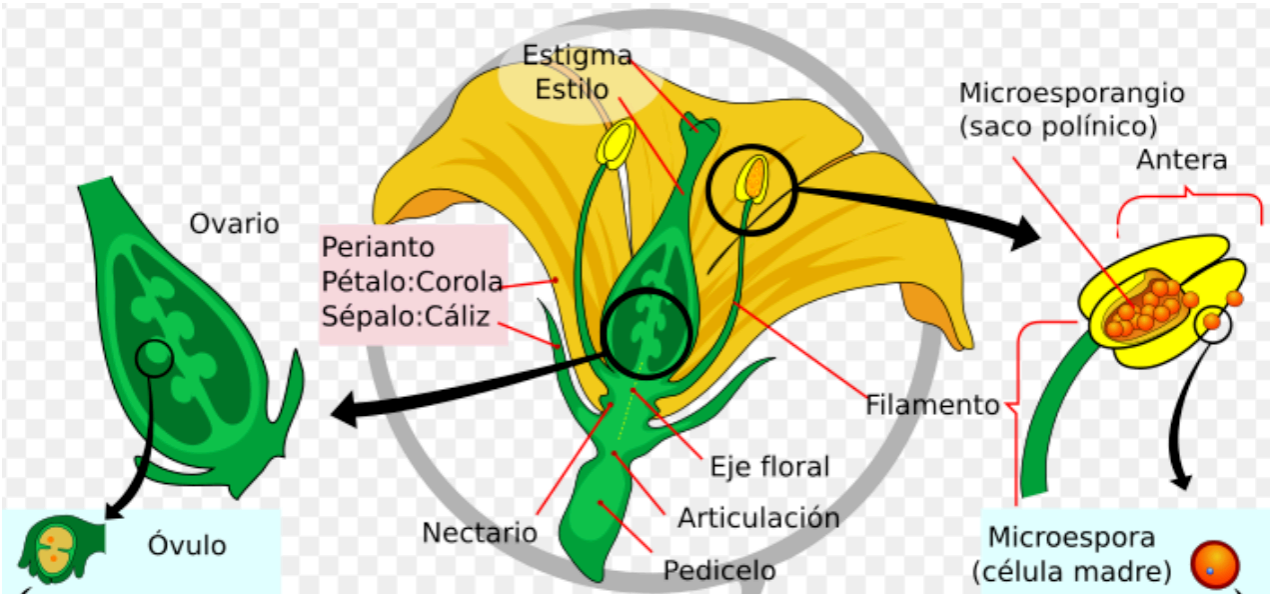
- Alcanza hasta 25 metros de altura. Sus hojas son aserradas de color gris plateado.
- Su madera es flexible, pesa muy poco y se utiliza para hacer cerillas, entre otros utensilios.
- Corteza rica en **salicina** → precursor de la **aspirina**. Mezclando Ácido salicílico + vinagre → **ácido acetilsalicílico**.
- Propiedades: antipirética, analgésica, antiinflamatoria.

Tema 13: DIVISIÓN SPERMATOPHITAS-ANGIOSPERMAS

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE ANGIOSPERMAS

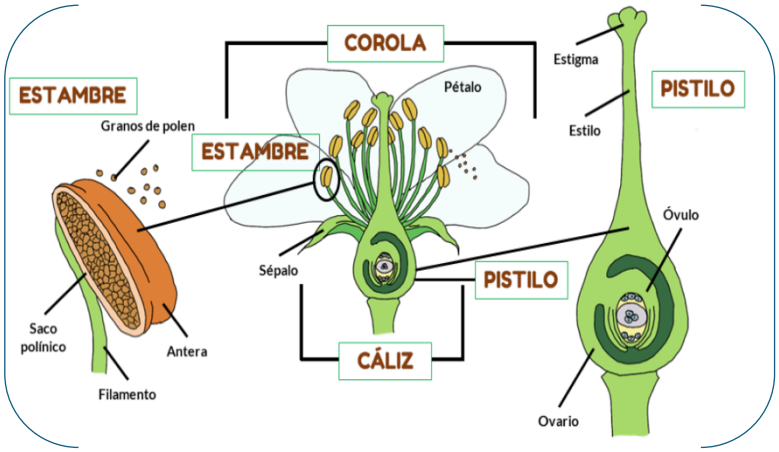
Las angiospermas, también conocidas como plantas con flores, son el grupo más grande y diverso de plantas del reino Plantae. Se caracterizan por producir flores y frutos con semillas. Esta características les confieren una serie de ventajas en su adaptación y éxito reproductivo.

1. **Título y definición básica**
   - Plantas con **flores verdaderas** diferenciadas en **cáliz y corola**.

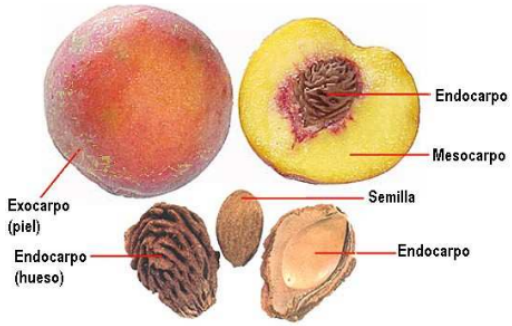


Reproducción masculina

- **Estambres (microsporófilos)** → contienen **sacos polínicos (microsporangios)** → producen **granos de polen (micrósporas)**.
- Polinización: sobre todo por **insectos**; la **anemogamia** (transporte por el viento) es secundaria.

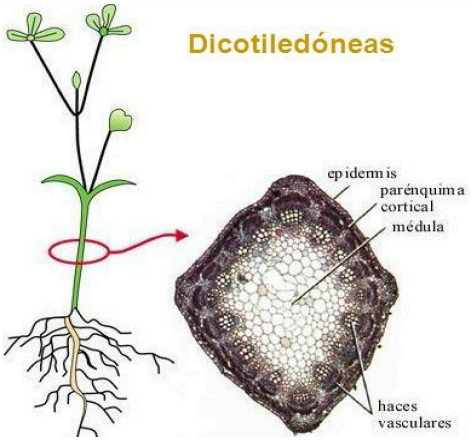


Formación del fruto



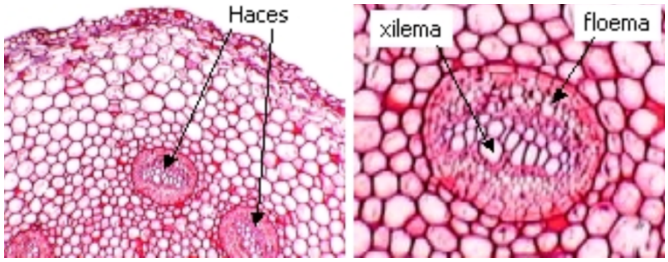
- El ovario tras la fecundación se desarrolla y se convierte en el **fruto**, que envuelve y protege la **semilla** en su interior.
- Las plantas se clasifican en dos grupos principales: **Dicotiledóneas** y **Monocotiledóneas**. Esta diferencia tiene implicaciones en la forma de las hojas y las flores, entre otras.

Dicotiledóneas: raíz y cotiledones



- **Raíz axonomorfa**: también llamada sistema **alorrizo**.
  - Se desarrolla una **raíz principal dominante** (como en la zanahoria, la encina o el roble).
  - De esta raíz salen raíces secundarias más delgadas.
- **Dos cotiledones** en la semilla:
  - Al germinar, aparecen **dos hojas embrionarias**.
  - Esto es clave para distinguirlas de las monocotiledóneas, que solo tienen una.

Dicotiledóneas: tallo y crecimiento



- **Eustela**:

• Tipo de disposición del tejido vascular (xilema y floema).

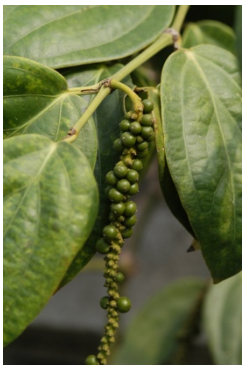
• En las dicotiledóneas, los haces vasculares forman un círculo en el tallo.



- **Crecimiento secundario presente**:
  - Gracias a tejidos meristemáticos como el cámbium vascular, que permite que la planta engrose.
  - Es lo que permite la formación de troncos leñosos (anillos de crecimiento).

Dicotiledóneas – morfología y ejemplos





Está compuesta por piezas florales en múltiplos de **4 o 5**

Ejemplo: ***Piper nigrum*** (pimienta negra).





⇒ ***Aconitum napellus*** (matalobos, casco de Júpiter).

- Planta muy **tóxica**, sobre todo raíz y semillas. Se ha comarcas españolas. La raíz se ha utilizado en Asia desde hace más de 2.000 años como agente homicida, droga medicinal y veneno para agente homicida, droga medicinal y veneno para flechas.
- Contiene **aconitina**: alcaloide neuro y cardiotóxico. 5 mg pueden ser mortales, y es lo que contiene 5 g de raíz, por lo que es una de las toxinas vegetales más poderosas.
- **Síntomas** de intoxicación: ardor bucal, vómitos, arritmias, parálisis respiratoria.
- No tiene antídoto. Tratamiento sintomático y respiración asistida.

⇒ ***Papaveraceae*** (adormidera)



- *Papaver somniferum* → fuente de **opio**.
- Usada desde la antigüedad como sedante y analgésico.

Cultivo de adormidera:

- Es nativa del Asia menor. Fue introducida en la India en el siglo XV, y su cultivo se inició en Macedonia e Irán, a mediados del siglo XIX. En China se fuma desde el siglo XVIII. En la actualidad se comercializa en Turquía, repúblicas Balcánicas, Irán, India y China.
- Se produce de 12 a 25 Kg por hectárea.
- Actualmente el cultivo de la amapola medicinal es controlado internacionalmente por la Junta Permanente del Opio de las Naciones Unidas y está permitido sólo en cuatro países (India, Irán, Turquía y repúblicas Balcánicas).
- En algunos países del este de Europa la morfina se extrae de la paja de adormidera.

⇒ 💊 **<u>Opio – cultivo, composición, uso y toxicidad</u>**

Producción de opio:

- Las semillas de amapola se siembran en octubre, germinan en otoño y las plántulas pueden alcanzar una altura de unos 2,5 cm para cuando comienzan las nevadas, esto las protege del congelamiento. En la primavera cuando alcanzan 15 cm de altura se entresacan.
- Las plantas florecen de abril a mayo y las cápsulas maduran entre junio y julio. Cada planta produce de 5 a 8 cápsulas. Miden 4 cm de diámetro y cambian al color amarillento.
- Está formadas por vasos laticíferos ramificados y anastomosados, que son las estructuras que secretan el látex, jugo espeso, cremoso, de aspecto lechoso generalmente.
- Ese látex coagulado se recoge a la mañana siguiente temprano, raspándolo con un cuchillo y se pasa a una hoja de la planta. Se amasa en bolas envueltas en hojas de amapola, y se embalan junto a frutos pardos y alados de *Rumex* para impedir que se adhieran entre sí.


Bola de opio

Variedades:

- **1.- Opio turco** llega en forma de tortas moldeadas como una hogaza pequeña de pan.
- **2.- Opio de la India** se presenta en cubos envueltos en papel aceitado.
- **3.- Opio de la China** en tortas globulares chatas.

Adulteración:

Lo más común es:

- Fragmentos de cápsulas, pulpa de higos, goma de tragacanto, cera de abejas, semillas de comino en polvo, almidón y diversas substancias inorgánicas como arcilla, arena, piedra, plomo, etc.

Principales alcaloides del opio:

- Morfina (4–15%), narcotina 1,5%, codeína 0,3%, papaverina 0,8%, narceína 1,1-0,7%.
- En 1806 **Sertürner** aisló por primera vez la morfina.

Derivados y efectos secundarios:

- **Morfina**: Es el alcaloide más importante del opio. Sus sales son analgésicas y fuertemente narcóticas. Su uso produce náuseas, vómitos, constipación (evacuación de heces excesivamente secas, duras, escasas o infrecuentes) y hábito.
- La toma reiterada de opiáceos desencadena el fenómeno que se conoce por tolerancia, es decir, la disminución progresiva de los efectos producidos por una misma dosis y dependencia física o necesidad de seguir consumiéndolo para mantener la estabilidad metabólica del organismo.
- **Codeína**: Metil morfina. Es el más empleado de los alcaloides del opio. Sus sales (sulfato y fosfato) son analgésicas y antitusígenas, es menos peligroso en la formación del hábito.
- **Papaverina**: relajante de la fibra muscular lisa.
- **Heroína (diacetilmorfina)**: es un derivado semisintético de la morfina muy adictivo y peligroso.
- Los efectos narcóticos afectan al Sistema Nervioso Central y al tracto digestivo

Síndrome de abstinencia ("mono"):

- Como consecuencia de no ingerir drogas al ritmo que se está habituado el organismo, o a su interrupción continua, tiene lugar el llamado síndrome de abstinencia, este síndrome produce lo que se llama:

MONO

- Y que provoca:
  1.- Lagrimeo, bostezos, rinorrea, sudoración profusa.
  2.- Aparición posterior de temblores y dilatación pupilar, vómitos, diarreas. Disminuye de intensidad rápidamente, y la remisión casi total se produce a los 7-10 días.
- Los narcóticos actúan sobre receptores específicos localizados en la membrana de algunas neuronas del sistema nervioso central.
- La existencia de estos receptores se demuestra por la presencia en el organismo de unas sustancias de origen endógeno de estructura similar a los derivados de la morfina: las endorfinas y las encefalinas.



- **Metadona**: Analgésico opiáceo sintetizado por químicos alemanes que tiene propiedades farmacológicas semejantes a la morfina. Se emplea en terapéutica para tratar a los consumidores de heroína. El tratamiento es largo o crónico en los casos más rebeldes, es muy útil porque elimina todos los síntomas del síndrome de abstinencia, permite una dosificación controlada que nunca debe ser menor a la necesaria y no crea alteraciones anímicas acusadas.

⇒ OTRAS PAPAVERÁCEAS – PEYOTE (CACTÁCEAS)



Papaver rhoeas (amapola o ababol):

- Originaria de Oriente e introducida en Europa y África del norte.

Propiedades y usos:

- Pétalos utilizados en cocimiento como calmante y en jarabe como expectorante. También se usan como colorantes. Las semillas dan sabor a las comidas.

Chelidonium majus:

- En Europa es conocida como "hierba de las golondrinas".

Propiedades y usos:

- El látex es utilizado contra las verrugas. Tiene alcaloides similares a la papaverina.



<u>Cactáceas</u>: ***Lophophora williamsii*** **y** ***L. diffusa*** (más conocidas como **Peyotes**)



- Son endémicos de México.
- Está incluido en la Lista Roja de la UICN como una especie vulnerable. En México está clasificada como una especie sujeta a protección especial.
- Se consume seco como Sin espinas, aspecto de "cabeza", flores rosadas.

Hábitat:

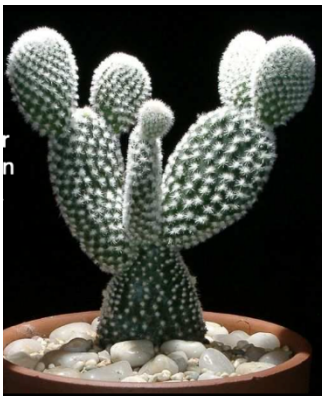
- Regiones desérticas secas y pedregosas, sobre suelos calcáreos. Cuando se le quita la corona, la planta desarrolla nuevas coronas.

→ **Areolas y gloquidios**:

- Las **areolas** son ramas muy especializadas. Evolucionaron para adaptarse al árido clima del desierto, quedando reducidas a simples yemas de donde surgían rudimentarias hojas que, con el tiempo, pasaron a convertirse en espinas como medio de defensa para proteger a las plantas de la depredación y reducir la pérdida de agua.



- Las **areolas** representan una importante modificación evolutiva para estas plantas. Dan origen a las espinas, que son su principal medio de autodefensa y, además, el hecho de que estas espinas surjan de ellas en lugar de directamente del tallo proporciona un recubrimiento mucho más efectivo que en otras plantas.



- Una **areola** típica puede tener una o más espinas centrales largas y afiladas, que sirven como defensa. Por debajo de ellas hay, a menudo, numerosas espinas radiales más pequeñas que surgen alrededor de los bordes y sirven para dar sombra a la planta y retener algo de aire fresco entre ellas y el tallo.
- Otros cactus carecen de espinas en sus **areolas**, pero en su lugar, tienen **gloquidios**, que asemejan pequeños cojincillos con afiladas y cortas vellosidad muy difíciles de quitar cuando se pinchan el pie.

→ **Cultivo indígena de peyote**

- Tradición ceremonial desde hace más de **4000 años**. Los indígenas cortan la corona del cardo y la secan para ingerirla como alucinógeno. Esta cabeza se conoce por eso como **botón de mescal o peyote**.
- Usos: medicinal, espiritual y recreativo.



- Esta planta ha ocasionado controversia, represión y persecución. Los españoles al llegar a México encontraron su culto muy arraigado. Los misioneros católicos se esforzaron por suprimir entre sus discípulos nativos el uso de una planta que producía efectos concebidos como diabólicos. El franciscano fray Bernardo de Sahagún, en su obra sobre las cosas de México, es el que más detalles proporciona sobre los efectos de este cactus que califica de *raíz diabólica.* Concretamente dice: *"Aquellos que la comen o beben, ven cosas espantosas o risibles. Esta borrachera dura dos o tres días y luego desaparece. Esta planta entra en el consumo habitual de los chichimecas. Los sostiene y les da valor en el combate protegiéndolos del miedo, de la sed y del hambre. Se cree incluso que los preserva del peligro"*. Por todo ello, fue condenada por los españoles como "satánica superchería" y su persecución hizo que se fueran desplazando hacia las montañas, donde siguen practicándola en la actualidad, aunque sigue siendo perseguida por los gobiernos locales y grupos religiosos. Sigue ocupando un lugar de primer orden en la cultura religiosa entre muchos de los pueblos indígenas que aún existen. Uno de los que la practican son los **tepehuanes** en Nayarit, un Estado libre y soberano de México.
- Los toltecas y chichimecas conocían su uso por lo menos 1900 años antes de la llegada de los españoles. Recientes descubrimientos arqueológicos en refugios de piedra y cuevas de Texas, han revelado la presencia de especímenes de peyote por lo que su uso tiene más de 4.000 años. Los Navajos son el pueblo indígena más numeroso de Estados Unidos, con alrededor de 298.000 miembros. Se encuentran principalmente en los estados de Arizona, Nuevo México, Utah y Colorado y lo consumen actualmente de manera legal.

→ **Mescalina**:

- **Composición:** Tiene más de 30 alcaloides de los tipos **feniletilaminas** e **isoquinoleinas**. Hoy día se produce sintéticamente. Su química es similar a la del neurotransmisor **noradrenalina**.
- Dosis activa oral: 0.2–0.4 g.
- Simula efectos del LSD: alucinaciones, disociación sensorial, estos efectos duran entre 10 horas y 3 días.

🌵 Peyote – efectos; Opuntias; Lamiaceae (Labiadas)

→ **Síntomas peyote**: taquicardia, vómitos, dilatación pupilar, temblores.



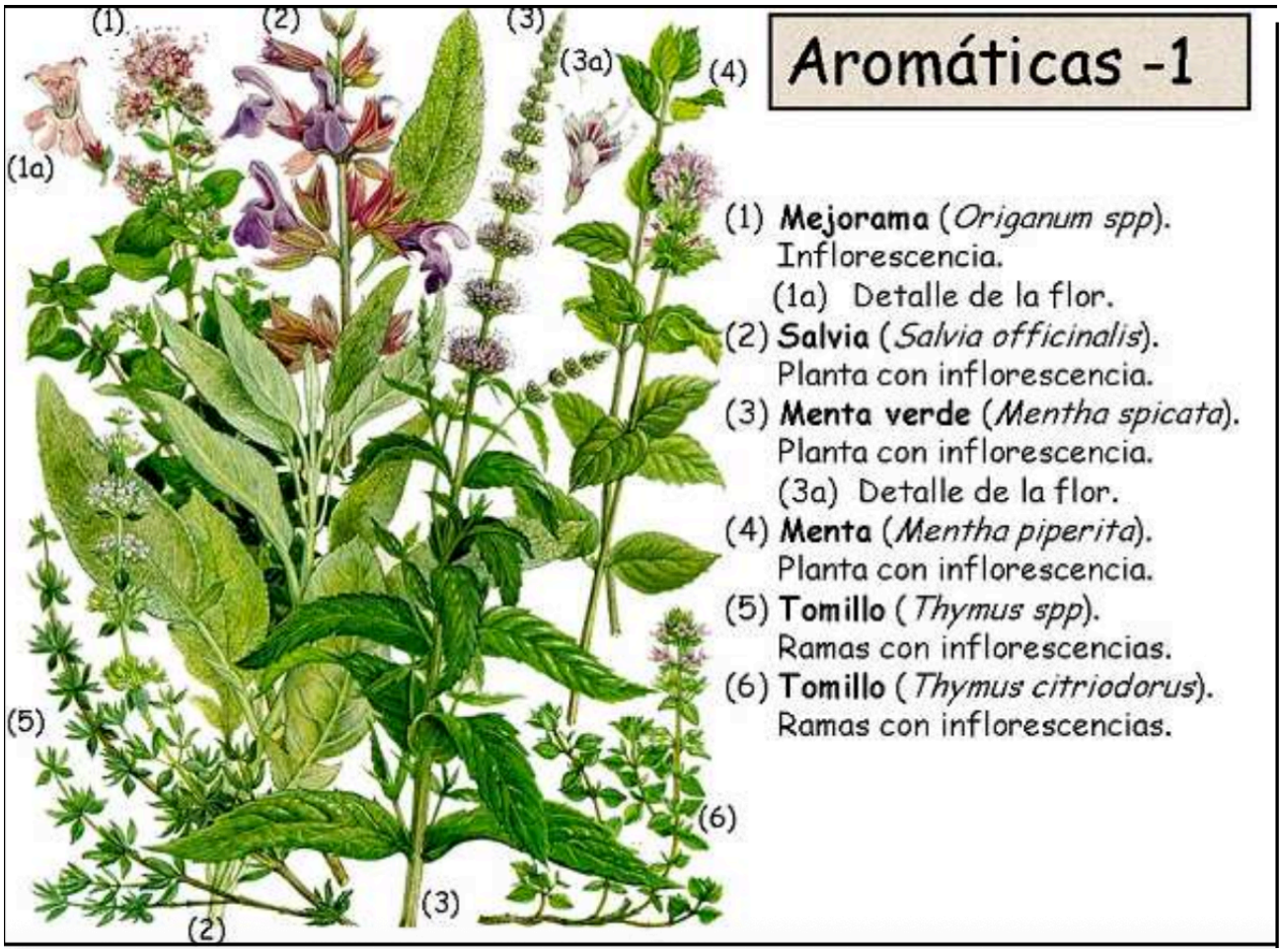
- ***Opuntia ficus-indica***: fruto comestible, joven usado como nopal (antidiabético).
- Estas chumberas de México, se cultivan en la región mediterránea para obtener los "higos chumbos" una vez pelados. Los **cladodios** (tallos aplanados que cumplen la función de hojas) jóvenes constituyen el nopal, es decir, la fruta.
- Se consume como verdura y tiene propiedades antidiabéticas.

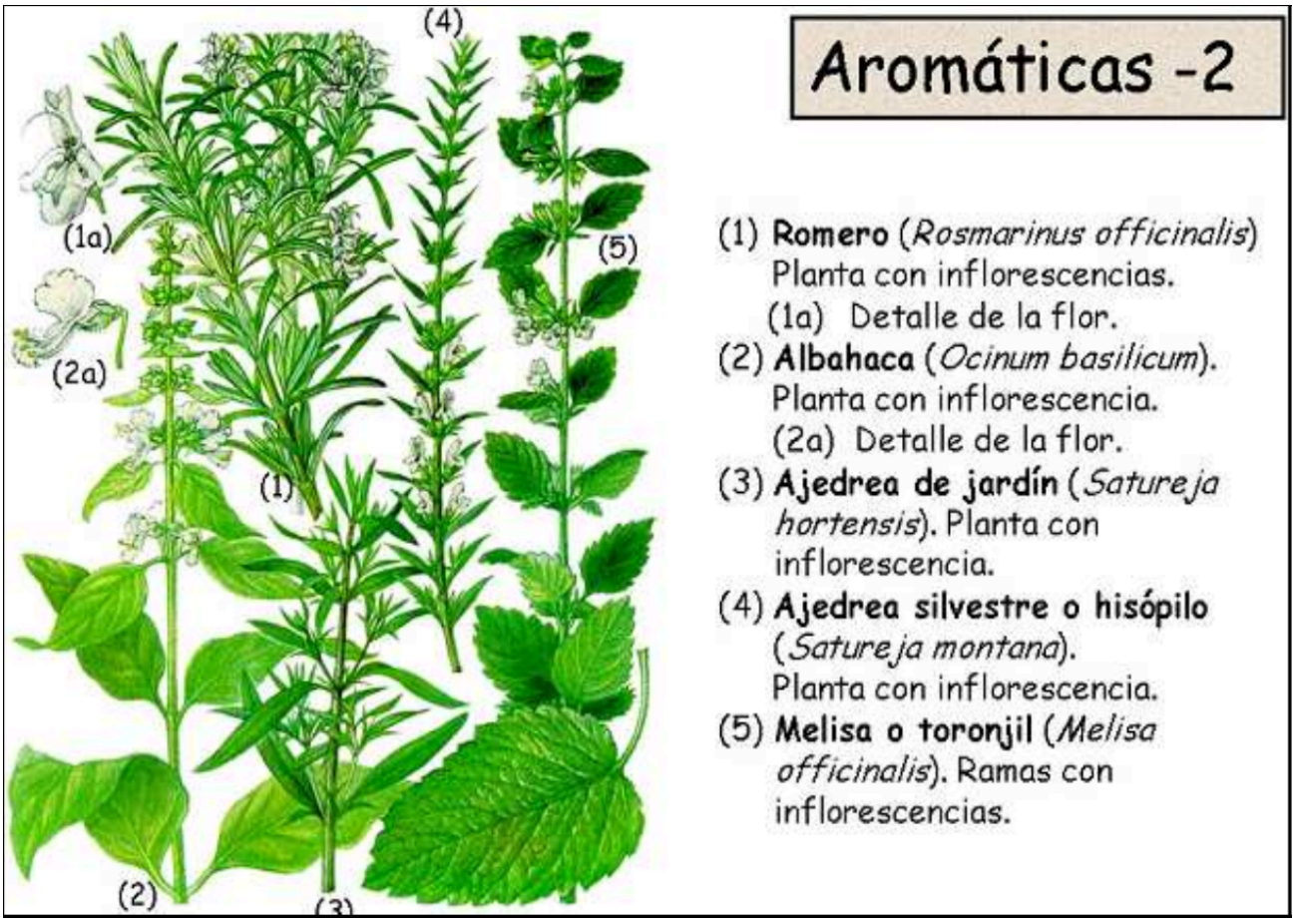
- ***Opuntia coccinellifera***: se utiliza en la cría de cochinilla para **colorantes naturales**.



- **Lamiaceae (Labiadas)**
  - Flores zigomorfas, corola bilabiada.
  - Tallo cuadrangular, hojas opuestas.
  - Fruto: **clusa**.

⇒ **PLANTAS AROMÁTICAS:**





⇒ **Lamiáceas**

- ***Lavandula latifolia*** (espliego): Antiséptico, aromaterapia. Puede tener efectos secundarios.
- ***Rosmarinus officinalis*** (romero): Uso culinario, cosmético, medicinal.
- ***Thymus mastichina*** (mejorana): vías respiratorias.
- ***Thymus vulgaris, T. zygis***: Esencias como timol → antisépticas y digestivas.
- ***Salvia officinalis***: antiespasmódica, antiséptica, hipoglucemiante.



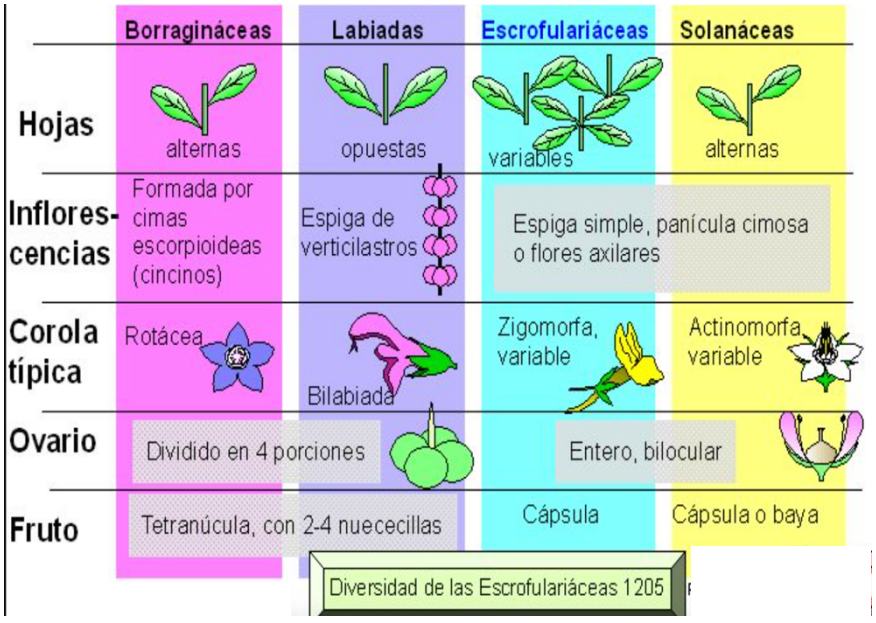
- ***Mentha spp***. (menta, poleo): Mentol → digestivo, aromático, carminativo.

⇒ **Boragináceas**

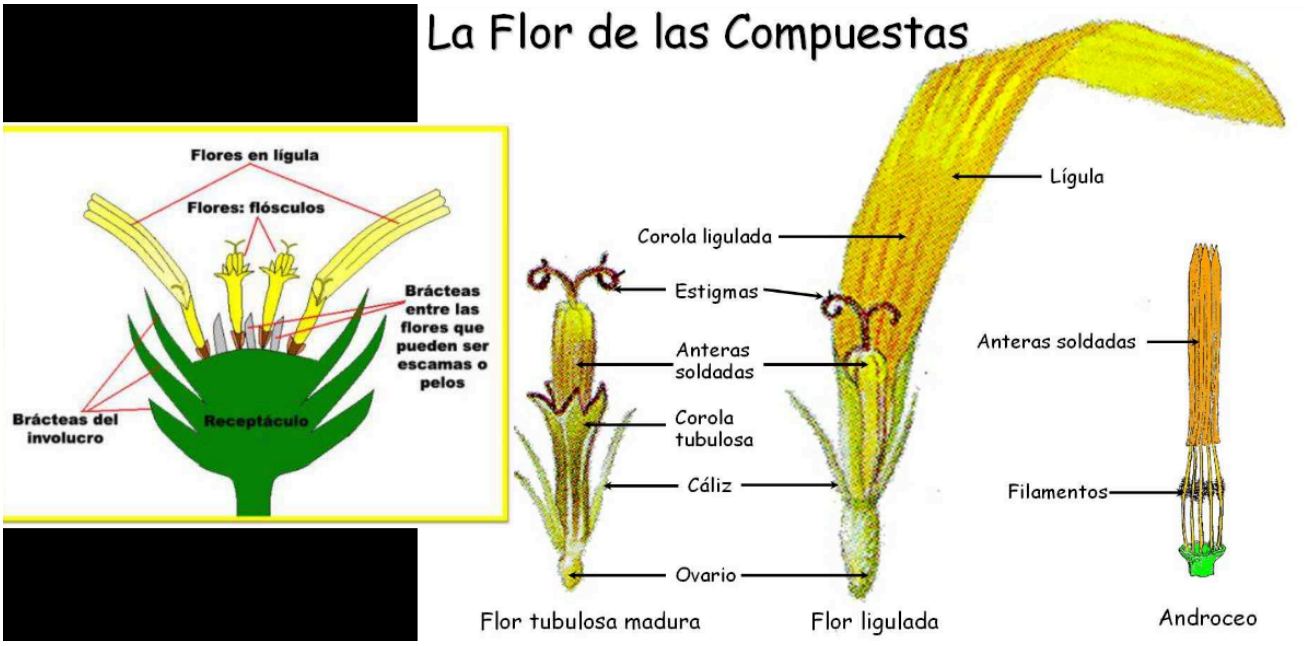
- ***Anchusa azurea***: sudorífica, antidiarreica.
- ***Echium plantagineum***: cosmética, contiene alcaloide "equiína".
- ***Myosotis versicolor*** (no me olvides): ornamental.
- ***Borago officinalis***: verdura, antiinflamatoria.

⇒ **Escrofulariáceas**

- ***Digitalis purpurea***: cardiotónica.
- ***Verbascum pulverulentum*** (gordolobo): respiratorio.
- ***Antirrhinum***, ***Linaria***, y transición a **Asteraceae (compuestas)**.
- Flor en **capítulo (pseudanto)**.
- Fórmula floral: 5 sépalos, 5 pétalos, 5 estambres, ovario ínfero.



⇒ **Ejemplos visual de flor compuesta**





Diversidad de capítulos en las compuestas. 1.- *Anthemis tinctoria* (Asteroideae), 2.- *Glebionis coronarium* (Asteroideae), 3.- *Coleostephus myconis* (Asteroideae), 4.- *Glebionis* sp. (Asteroideae), 5.- *Sonchus oleraceus* (Cichoireideae), 6.- *Cichorium intybus* (Cichoireideae), 7.- *Gazania rigens* (Cichoireideae), 8.- *Tithonia rotundifolia* (Asteroideae), 9.- *Calendula arvensis* (Asteroideae), 10.- *Leucanthemum vulgare* (Asteroideae), 11.- *Hieracium lachenalli* (Cichoireideae), 12.- *Osteospermum ecklonis* (Asteroideae).

⇒ **Asteráceas**

- ***Cynara scolymus*** (alcachofa)
- ***Helianthus annuus*** (girasol)



⇒ **Tubulifloras y radiadas**:

- ***Silybum marianum*, *Galactites*, *Cynara*, *Onopordum*, *Artemisia*, *Bellis*, *Matricaria*, *Inula*, *Calendula*.**



⇒ **Ligulifloras**:

- ***Taraxacum dens-leonis*** (diente de león): antiescorbútico.
- ***Lactuca sativa*, *Cichorium intybus*** (achicoria).

⇒ **Usos alimenticios:**

- Girasol (aceite), lechuga, alcachofa (digestiva, colerética, diurética).
- ***Cichorium intybus***: raíz como sucedáneo de café.
- ***Calendula officinalis***: cicatrizante, cosmética, gastronómica.



⇒ **Plantas medicinales – Monocotiledóneas:**

- ***Centaurea cyanus***: agua de aciano → lavados oculares.
- ***Cnicus benedictus***: digestivo, diurético.
- ***Silybum marianum***: silimarina → protector hepático.
- ***Matricaria chamomilla***: digestiva, aromaterapia.
- ***Helichrysum stoechas***: digestiva, hepática.
- ***Anthemis arvensis, Santolina***: vermífugas, estomacales.
- ***Taraxacum officinale*** (diente de león): diurético, antiescorbútico.

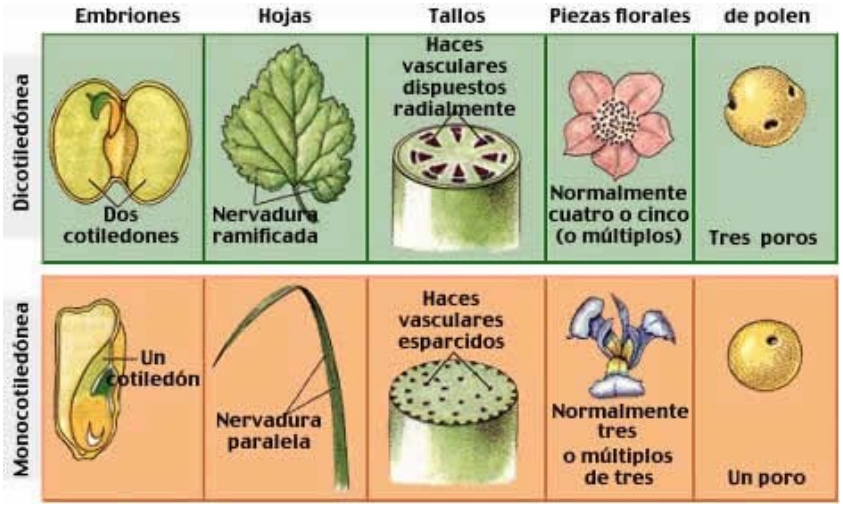


⇒ **Inicio monocotiledóneas**:

- Raíz **fasciculada**, piezas florales en múltiplos de **3**.

⇒ 🌱 **Monocotiledóneas – morfología y plagas:**

- Un solo **cotiledón**, tallo con **atactostela** (haces dispersos).
- Sin crecimiento secundario.
- Ejemplo: ***Phoenix canariensis*** (palmera canaria).



⇒ **Plaga del picudo rojo (coleóptero):**

- Imágenes del **picudo rojo**, larvas y daños a las palmeras.



Universidad de Alcalá

UNIVERSIDAD DE MAYORES
DPTO. CIENCIAS DE LA VIDA
Unidad Docente de Botánica

Práctica de Laboratorio (Botánica)
Estructuras Vegetativas: Tricomas

Debes saber que ...

- Se denomina “tricoma” a cualquier apéndice vegetal de origen exclusivamente epidérmico.
- Su morfología es muy diversa, pero en muchos casos son estrechos y alargados, semejantes a los pelos de los mamíferos. De hecho, su nombre botánico deriva del griego *trichos*, que significa “pelo”. Por ello también se conocen como “pelos vegetales”.
- A veces son rígidos y punzantes, pero no debes confundirlos con las “espinas” de algunas plantas. Este término botánico se reserva para ciertos órganos (hojas o ramas) transformados en apéndices defensivos.
- La morfología de los tricomas se adapta a varias funciones muy importantes para las plantas que los presentan: absorción de agua y nutrientes, regulación de la temperatura, dispersión de semillas y frutos, protección mecánica, percepción de estímulos, liberación de toxinas o repelentes (defensa química), captura de invertebrados, ...
- Puedes localizar los tricomas en la superficie de cualquier órgano vegetal (tallos, hojas, flores, frutos, ...), siendo más o menos abundantes y persistentes. Es habitual que se desarrollen varios tipos de tricomas en una misma planta.
- Su presencia permite caracterizar a las especies vegetales, por lo que pueden ser muy útiles para los botánicos que las estudian y clasifican.
- Algunos tricomas presentan algunas características útiles para su aprovechamiento comercial, como ocurre con las “fibras” del algodón. En realidad, son largos tricomas (varios centímetros) originados en el interior de los frutos. A la planta le sirven para facilitar la dispersión de sus semillas por el viento.
- Es una buena oportunidad para que descubras estas estructuras vegetales. Seguramente habrán pasado prácticamente inadvertidas para ti hasta ahora, a pesar de su importancia biológica.









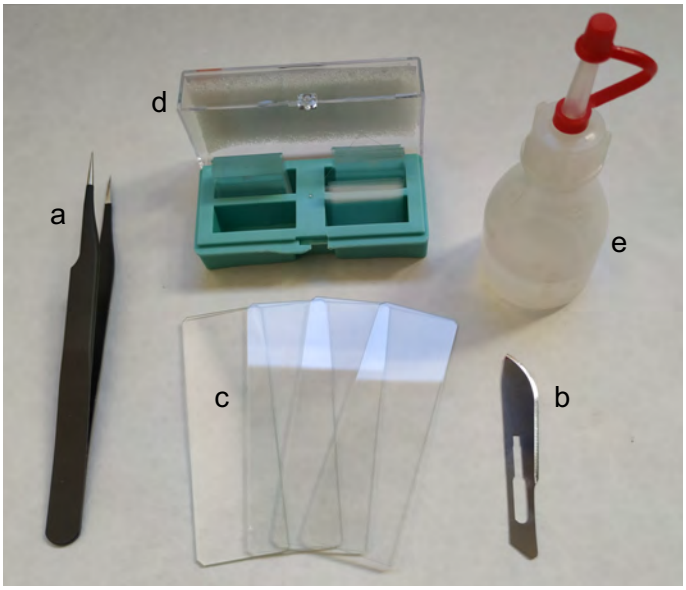
¿Qué material necesitas para esta práctica?

Dispones de una lupa binocular para una primera observación detallada de cada muestra (hasta x40) y su preparación

Además, puedes utilizar el microscopio binocular cuando sea necesaria una mayor ampliación de los detalles (hasta x1000). Para ello, debes extraer una pequeña porción de la muestra y montarla en una gota de agua (preparación para microscopía).

Dispones de una pequeña colección de muestras vegetales (hojas, tallos y frutos) con presencia de tricomas de diversa morfología.

Por último, cuentas con unas pinzas (a) y una cuchilla (b), para manipular adecuadamente las muestras, así como algunos portaobjetos (c) y cubreobjetos (d), y una botellita con agua (e), para montar las preparaciones de microscopía.



¿Qué debes observar en los tricomas?

Los tricomas se pueden clasificar atendiendo a los siguientes criterios:

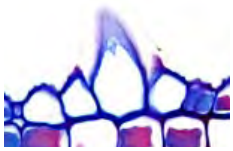
- Su capacidad para secretar diferentes substancias:
    - TRICOMAS GLANDULARES (o SECRETORES) – producen, almacenan y liberan metabolitos secundarios que interaccionan con otros organismos
    - TRICOMAS NO GLANDULARES (o TECTORES) – no producen metabolitos secundarios; suelen formar cubiertas protectoras en los órganos vegetales
- El número de células de su estructura:
    - TRICOMAS UNICELULARES – formados por una sola célula de morfología variable
    - TRICOMAS PLURICELULARES – formados por varias células
- La complejidad de su estructura:
    - TRICOMAS SIMPLES – son alargados y estrechos, filamentosos, y no ramificados
    - TRICOMAS RAMIFICADOS – su eje principal presenta ramas laterales

¿Qué tipos de tricomas puedes encontrar?

Se distinguen algunos tipos morfológicos básicos:

- **papilas –** tricomas de escaso desarrollo, por lo que sobresalen muy poco de la superficie de la planta; son frecuentes en las hojas y en los pétalos de las flores; suelen contener pigmentos que colorean esos órganos, pero también pueden ser sensibles a estímulos externos



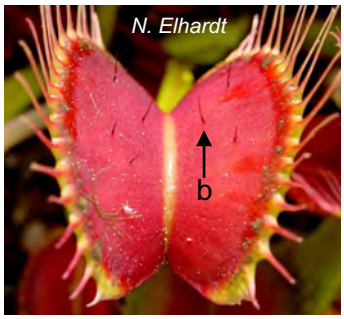


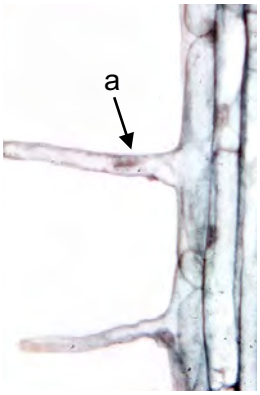
Univ. Vigo

- **tricomas simples o filiformes –** pelos alargados y delgados, típicamente tectores (no glandulares); pueden ser uni- o pluriceluares; generalmente crean una barrera que evita golpes y roces directos, y dificulta el acceso de los insectos, por lo que su función es básicamente protectora; pero también presentan capacidad para absorber agua y nutrientes; de hecho, los pelos absorbentes de las raíces (a) son tricomas simples (unicelulares); unos tricomas simples muy especiales son los pelos táctiles (b) (sensibles) de la planta carnívora "venus atrapamoscas" (*Dionaea muscipula*); algunos tricomas simples pueden facilitar la dispersión de frutos y semillas











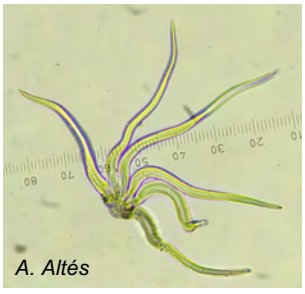


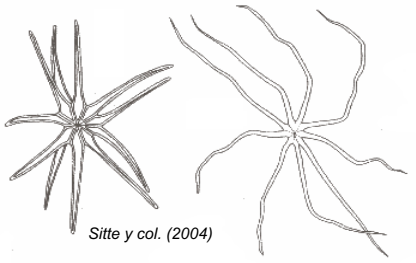
- **tricomas uncinados –** pelos rectos y más o menos rígidos, que presentan una curvatura a modo de gancho en su extremo; hacen que los frutos, o cualquier fragmento de algunas plantas, se enganchen eficazmente en el pelaje de los animales (a modo de "velcro"), facilitando así su dispersión por el territorio



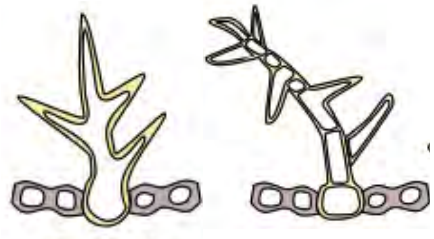
- **tricomas estrellados –** pelos con aspecto de estrella, ya que presentan varias ramificaciones dispuestas en un mismo plano, generalmente pegadas a la superficie de la planta; pueden ser uni- o pluricelulares; suelen crear una densa barrera que dificulta el acceso de los insectos, por lo que tienen una función defensiva; también reducen la pérdida de agua y reflejan el exceso de radiación

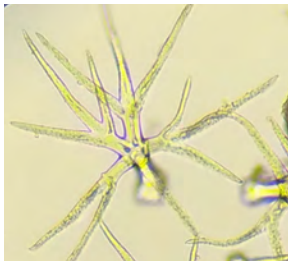


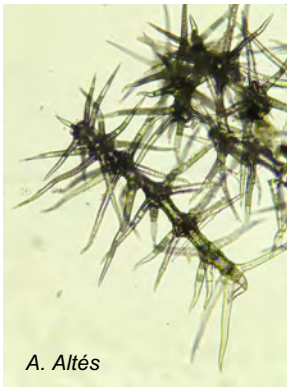




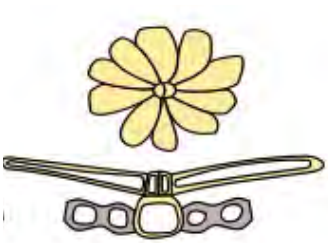
- **tricomas dendríticos –** pelos con ramificaciones dispuestas en varios niveles a lo largo de su estructura, que recuerdan la forma de pequeños arbustos; pueden ser uni- o pluricelulares; suelen crear una densa barrera que mantiene a los insectos lejos de la superficie de la planta; además, pueden reflejar el exceso de radiación solar y reducen la pérdida de agua

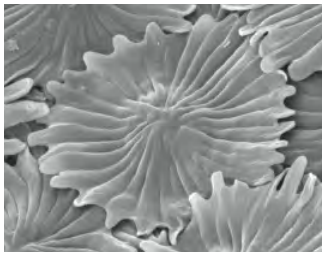




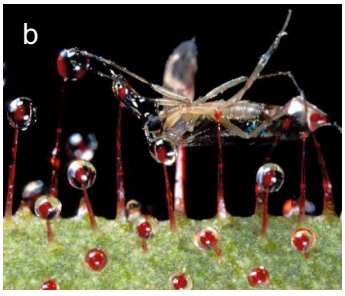


- **tricomas peltados o escamas –** pelos con forma de sombrilla, que pueden disponerse directamente sobre la superficie de la planta (sentados) o en el extremo de un soporte (pedicelados); suelen situarse en el envés de las hojas, protegiéndolas eficazmente de la pérdida de agua por los estomas (crean una capa de aire más húmeda bajo las escamas); además, reflejan el exceso de radiación solar, evitando el sobrecalentamiento de la hoja





- **tricomas capitados –** pelos típicamente glandulares; presentan una "cabeza" en su extremo que consiste en una o varias células secretoras de diversas substancias; generalmente, estas substancias son metabolitos secundarios irritantes o tóxicos, con una clara función defensiva frente a insectos y herbívoros; algunos de estos metabolitos tienen efectos psicotrópicos, como ocurre con los producidos en los tricomas de la marihuana (a); este tipo de tricomas también pueden producir substancias pegajosas para atrapar pequeños invertebrados, algo muy útil para algunas plantas carnívoras (b); por último, estas secreciones pueden contener los aceites esenciales responsables del aroma característico de algunas plantas, como ocurre en el tomate (c)



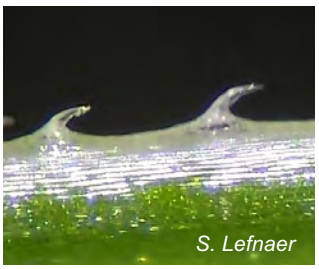








- **acúleos o aguijones –** tricomas rígidos y punzantes, habitualmente curvados; algunos son de gran tamaño, como los que presentan las rosas y zarzamoras (d); su función es fundamentalmente defensiva, pero también pueden facilitar la dispersión de algún órgano o fragmento de la planta (como los tricomas uncinados)





Muestras a observar

1 *Viburnum tinus* (durillo) –

- Observa con la lupa el envés de la hoja, y localiza la presencia de agrupamientos de pelos en la base de los nervios principales.
- Arrastra algunos de ellos con la cuchilla y móntalos en una gota de agua sobre un portaobjetos.
- Sepáralos ligeramente con las pinzas bajo la lupa para que no estén amontonados.
- Coloca sobre la muestra un cubreobjetos y presiona ligeramente. Si la hidratación de la muestra fuera insuficiente, añade otra gota de agua en el margen del cubreobjetos (entrará por capilaridad); esto deberás repetirlo con el resto de preparaciones.
- Observa la muestra bajo el microscopio con la ampliación necesaria.
- Haz un esquema de los tricomas de la muestra, identifica el tipo o tipos a los que corresponden (compáralos con los descritos en este guión).



tipos de tricomas:

---

2 *Quercus ilex* (encina) –

- Observa con la lupa la presencia de una densa cobertura de pelos blanquecinos en el envés de la hoja.
- Arrastra algunos de ellos con la cuchilla y móntalos en una gota de agua sobre un portaobjetos.
- Sepáralos ligeramente con las pinzas bajo la lupa para que no estén amontonados. Coloca sobre la muestra un cubreobjetos y presiona ligeramente.
- Observa la muestra bajo el microscopio con la ampliación necesaria.
- Haz un esquema de los tricomas de la muestra, identifica el tipo o tipos a los que corresponden.



tipos de tricomas:

3 *Olea europaea* (olivo) –

- Observa con la lupa la presencia de una densa cobertura de estructuras más o menos brillantes en el envés de la hoja.
- Arrastra algunas de ellas con la cuchilla y móntalas en una gota de agua sobre un portaobjetos. Coloca sobre la muestra un cubreobjetos y presiona ligeramente.
- Observa la muestra bajo el microscopio con la ampliación necesaria.
- Haz un esquema de los tricomas de la muestra, identifica el tipo o tipos a los que corresponden.



tipos de tricomas:

---

4 *Verbascum sp.* (gordolobo) –

- Observa con la lupa la presencia de una densa cobertura de pelos blanquecinos en el envés de la hoja.
- Arrastra algunos de ellos con la cuchilla y móntalos en una gota de agua sobre un portaobjetos.
- Sepáralos ligeramente con las pinzas bajo la lupa para que no estén amontonados. Coloca sobre la muestra un cubreobjetos y presiona ligeramente.
- Observa la muestra bajo el microscopio con la ampliación necesaria.
- Haz un esquema de los tricomas de la muestra, identifica el tipo o tipos a los que corresponden.

tipos de tricomas:



5 *Galium aparine* (amor del hortelano) –

- Observa con la lupa la superficie de hojas, tallos y frutos, y localiza la presencia de sus pelos característicos.
- Amplia el aumento cuanto sea necesario, y no será preciso usar el microscopio en este caso.
- Haz un esquema de los tricomas de la muestra, identifica el tipo o tipos a los que corresponden (toca la muestra con los dedos y acércala a tu ropa).





tipos de tricomas:

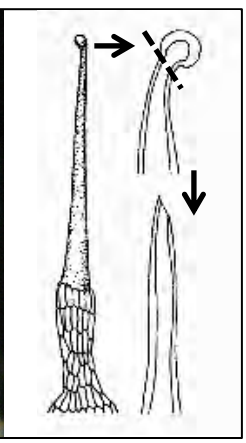
---

6 *Urtica dioica* (ortiga) –

- NO TOQUES la muestra directamente con los dedos (usa las pinzas). Corta con la cuchilla un fragmento de tallo sin hojas.
- Observa con la lupa la muestra para localizar la presencia de sus grandes pelos característicos. Amplia el aumento cuanto sea necesario, y no será preciso usar el microscopio en este caso.
- Compáralos con el esquema adjunto e intenta reconocer las diferentes partes de estos tricomas tan especiales; una base ancha y pluricelular sostiene una célula glandular alargada muy aguda que remata en una pequeña vesícula; cuando un animal roza estos tricomas, rompe el extremo y se clava la punta afilada en su piel; de este modo inyecta la substancia irritante que contiene (ácido fórmico), como si se tratara de una aguja hipodérmica. Su función es obviamente defensiva frente a los herbívoros; es muy probable que hayas experimentado su efecto alguna vez al tocar esta planta.





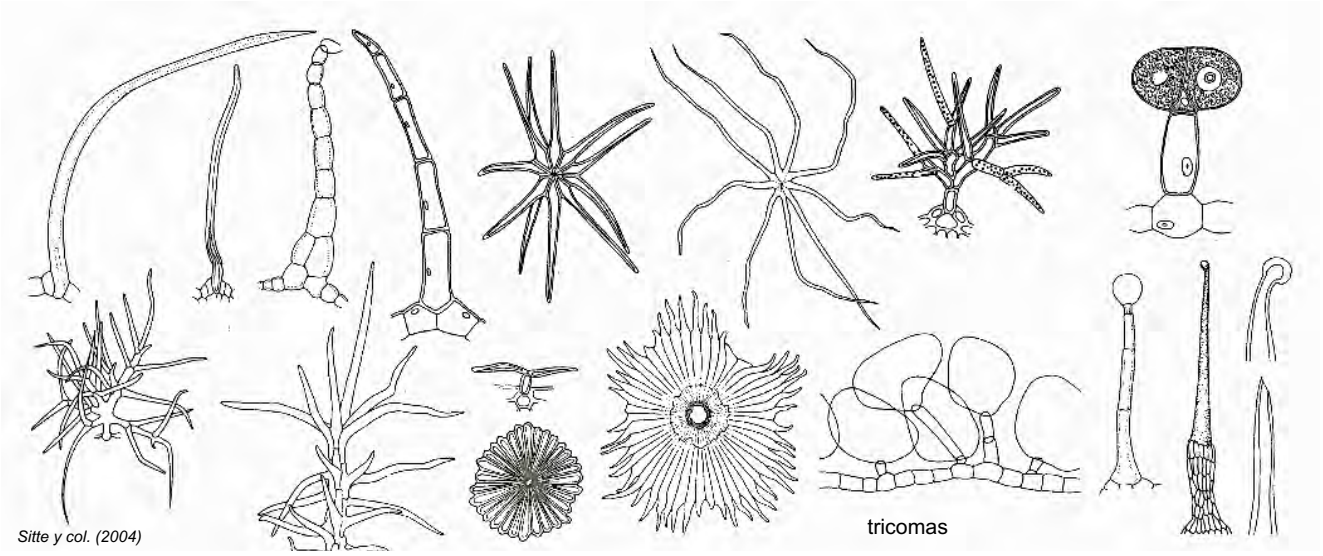


7 *Rosa micrantha* (rosa) –

- Observa con la lupa la superficie de la planta, especialmente de los sépalos del cáliz, y localiza la presencia de sus pelos característicos.
- Amplia el aumento cuanto sea necesario, y no será preciso usar el microscopio en este caso.
- Haz un esquema de los tricomas de la muestra, identifica el tipo o tipos a los que corresponden.
- Si aprietas las hojas con los dedos, podrás apreciar el leve olor a manzana verde que se desprende por la rotura de dichos tricomas.



tipos de tricomas:



Sitte y col. (2004)

tricomas