

Botânica

Farmacêutica



Baseado nas apresentações teóricas, Raven, Sebenta do afilhado do Jonas + Sebenta de famílias do Vanádio






Com revisão de Pedro Freitas

Segue a ordem do programa

Pedro Jogo

Introdução

Coisas giras só para motivar ao estudo:

- 75% dos medicamentos usados no ocidente têm origem vegetal (OMS)
- Grupos botânicos
 - Angiospérmicas: plantas espermatófitas cujas sementes são protegidas por uma estrutura denominada fruto. Maior e mais moderno grupo de plantas, existem cerca de 300 000 espécies. 
 - Gimnospérmicas: plantas vasculares cujas sementes (pinhões) se encontram protegidas em “frutos” (não carnosos e sem polpa) inseridas em escamas que formam uma estrutura mais ou menos cônica (pinha). Diferenciando-se assim das angiospérmicas, que têm suas sementes envoltas por um fruto, gerado por um ovário. Cerca de 700 espécies. 
 - Briófitos: super divisão das plantas embriófitos não vasculares. São descendentes das algas verdes e foram as primeiras a evoluir no ambiente terrestre há 420 milhões de anos. São um grupo de plantas verdes, sem raízes (mas com um rizóide composto por pêlos absorventes) e também sem um verdadeiro caule ou folhas. São também desprovidas de um sistema vascular, motivo pelo qual se desenvolvem preferencialmente em locais húmidos e protegidos da luz directa do sol, como faces protegidas de pedras e falésias e ramos de árvores (especialmente a sua face inferior, ou a face norte, no hemisfério norte, e a face sul, no hemisfério sul). Existem cerca de 22 000 espécies. 
 - Algas: compreendem vários grupos de seres vivos aquáticos e autotróficos, ou seja, que produzem a energia necessária ao seu metabolismo através da fotossíntese. A maior parte das espécies de algas são unicelulares e, mesmo as mais complexas – algumas com tecidos diferenciados – não possuem raízes, caules ou folhas verdadeiras. Existem cerca de 2 500 espécies. 
 - Pteridófitos: grupo de vegetais vasculares sem sementes, com o cormo (órgão subterrâneo de armazenamento em algumas plantas) composto por raiz, caule e folhas. Existem cerca de 12 000 espécies. 
- Existem várias formas de utilizar os produtos vegetais:
 - Substâncias derivadas das plantas (inteiras ou fragmentadas, não sujeitas a transformação)
 - Preparadas à base de plantas (substâncias submetidos a tratamento como a destilação, purificação, etc.)
 - Medicamentos à base de plantas (combinação das últimas)

Ensino teórico

1) A diversidade biológica e o processo classificativo

a) A botânica sistemática

Com a diversidade de seres existentes no nosso planeta, surge a necessidade de os classificar de modo a **reconhecermos** seres vivos pelas características por que são identificados e de **formarmos grupos** com os seres que têm características comuns. Assim, **classificar** é um constante armazenar e transmitir de informação, permitindo o acesso à mesma. Uma **classificação** é sempre o resultado de uma interpretação de dados, sendo um bom sistema de classificação um sistema de informação. (Observação: sistema de informação – expressão utilizada para descrever sistema, quer seja ele automatizado ou manual, que abrange pessoas, máquinas e/ou métodos organizados para processar, transmitir e disseminar dados que representam informação para o usuário)



i) Objectivos

- Estudo da diversidade dos seres vivos
- Estudo das relações entre os seres vivos
- Inventário da flora do planeta
- Estudo da classificação, dos seus princípios e métodos (ou seja, taxonomia)

ii) Componentes da sistemática

(1) Classificação

- Colocação dos vários *taxa* numa determinada sequência, obedecendo a uma hierarquia inclusiva, de acordo com um determinado sistema nomenclatural

(2) Identificação

- Reconhecimento de que um *taxon* é idêntico a outro, recorrendo à comparação com *taxa* já identificados, a materiais herborizados e/ou consulta de floras, monografias, etc.
- Herbário: colecção dinâmica de plantas secas prensadas, de onde se extrai, utiliza e adiciona informação sobre cada uma das populações e/ou espécies conhecidas e sobre novas espécies de plantas. Tem exemplares tipos, ou seja, uma planta seleccionada por um taxonomista que serve de base para comparações com outros espécimes para se determinar se são ou não membros da mesma espécie.
- Flora: conjunto de *taxon* de plantas características de uma região. É possível elaborar uma flora de géneros, famílias ou, mais normalmente, de espécies botânicas de um determinado local ou região
- Jardim botânico: instituição que agrupa colecções documentadas de plantas vivas para fins de pesquisa, conservação, exposição e instrução científica



(3) Nomenclatura

- Atribuição de nomes aos seres vivos, com base na sua identificação e segundo regras estabelecidas pelos congressos internacionais das diferentes áreas do mundo vivo
- Códigos internacionais de nomenclatura: nome científico -> são universais e têm valor preditivo

iii) Diferentes tipos de classificações

- (1) Artificiais: agrupa elementos com base numa característica ou em poucas características
- (2) Naturais: agrupam os elementos com base no somatório de características exibidas
- (3) Filogenéticas: procuram usar todas as informações disponíveis no momento a respeito dos *taxa* envolvidos, procurando relacioná-las segundo a sua afinidade, baseada na sua ancestralidade e descendência (na base, é a evolução ao longo do tempo)

b) A hierarquia taxonómica

A taxonomia trata de três pontos fundamentais: estudo e descrição da diversidade dos organismos, investigação das causas e consequências dessa diversidade e tratamento dos dados obtidos com vista à criação de modelos de classificação.

i) O sistema hierárquico de classificação

A hierarquia taxonómica é um sistema hierárquico de classificação onde os vários níveis taxonómicos estão ordenados de um modo inclusivo.

**Nota:**

Desde da Divisão até à Família (inclusive) existe um nível taxonómico que precede o anterior e que lhe toma o nome e acrescenta o sufixo sub. Exemplo: Ordem e Subordem.

Tribo e Subtribo estão entre subfamília e género na respectiva ordem.

ii) Principais níveis taxonómicos e o princípio da inclusão nas classificações biológicas (recorrendo ao exemplo de *Zea mays*)

Categoria	Nome
Reino	Plantae
Divisão (Phylum, acaba em -phyta)	Magnoliophyta
Classe (acaba em -opsida)	Liliopsida
Ordem (acaba em -ales)	Poales
Família (acaba em -aceae)	Poaceae
Género	<i>Zea</i>
Espécie	<i>Zea mays</i>

Nota - Outras

terminações:

Subfiló -phytina

Subclasse -idea

Subordem -ineae

Subfamília -oideae

Tribo -eae

Subtribo -inae

c) Nomes científicos: sistema binomial

i) Níveis uninomiais e trinomiais

- Taxa superior -> género (inclusive): uninomial, substantivo e letra maiúscula
- Espécie: binomial, nome do género seguido do epíteto específico (letra minúscula) e em itálico (ex: *Pinus pinea*)
- Taxa inferior a espécie: trinomiais (ex: *Salix repens* var. *fusca*)

ii) Valor preditivo dos nomes científicos

(1) Importância

- Todas as espécies podem ser identificadas, sem risco de ambiguidade, por apenas duas palavras
- O mesmo nome é de uso universal, independentemente da língua de trabalho, evitando erros e problemas de tradução
- O valor preditivo deriva do facto de, embora se apresentem como “latinas”, os nomes do género e do descritor específico terem origem em palavras do grego antigo, nomes de regiões, etc., sendo normalmente latinizada uma palavra relativa à espécie em causa

(2) Regras de correcta aplicação

- As espécies são identificadas por um nome composto por dois nomes: um nome genérico e um nome descritor específico;
- As subespécies têm um nome composto por três nomes: nome genérico, descritor específico e descritor subespecífico
- Todos os *taxa* hierarquicamente superiores à espécie têm nomes compostos por uma única palavra
- Os nomes científicos devem ser sempre escritos em *itálico*, como em *Homo sapiens*. Quando manuscritos, sublinha-se
- O primeiro termo (nome genérico) começa por maiúsculo enquanto que o epíteto nunca começa por maiúscula
- Quando uma espécie é referenciada deve-se indicar o sobrenome do cientista que a publicou ou a abreviatura do sobrenome (ex: *Amaranthus retroflexus* L.)
- Quando uma determinada espécie viu a sua *taxa* alterada por inclusão em género diferente do original, indica-se o sobrenome ou a abreviatura do sobrenome do autor original e a data de publicação entre parêntesis antes da indicação de quem publicou o novo nome (ex: *Passer domesticus* (Linnaeus, 1758))
- O nome científico deve ser referenciado por extenso na sua primeira ocorrência, nas seguintes pode ser abreviado o género (ex: *Escherichia coli* -> *E. coli*)
- A abreviatura “spec.” (em botânica, e “sp.” em biologia) é usada quando o nome da espécie não interessa ser explicitado. A abreviatura “spp.” indica várias espécies (ex: *Canis* sp.)
- A abreviatura “subsp.” indica uma subespécie não especificada. A abreviatura “subspp.” indica um número não especificado de subespécies

- A abreviatura “cf.” é utilizada quando a identificação da espécie requer confirmação (ex: *Corvus cf. corax*)

d) Nomenclatura: códigos internacionais de nomenclatura

Existem vários códigos internacionais de nomenclatura, sendo cada um respectivo a uma área da ciência (Zoologia, Botânica, etc.).

No caso da botânica, o ICBN (International Code of Botanical Nomenclature), são fixados os seguintes princípios base:

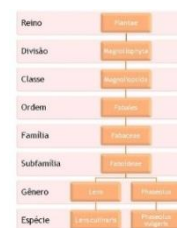
1. A nomenclatura botânica é independente da nomenclatura zoológica e bacteriológica. O ICBN aplica-se sem distinção ao nome de todos os grupos taxonómicos tratados como plantas, mesmo que esses grupos não tenham originalmente sido assim tratados. — Isto justifica a aplicação do Código aos fungos e às cianobactéria apesar de tais grupos não serem tecnicamente plantas (embora historicamente tenham sido objecto de estudo dos botânicos)
2. A aplicação de nomes de grupos taxonómicos é determinada de acordo com tipos nomenclaturais
3. A nomenclatura de um grupo taxonómico é baseada na prioridade de publicação
4. Cada grupo taxonómico com uma particular delimitação, posição e nível pode ter apenas um e um só nome correcto, sendo este o primeiro que tenha sido publicado de acordo com o Código, excepto em casos específicos previstos pelo próprio Código.
5. Os nomes científicos de grupos taxonómicos são tratados como nomes latinos, independentemente da palavra ou palavras de que sejam derivados.
6. As regras de nomenclatura são retroactivas, excepto nos pontos em que tal retroactividade seja limitada pelo próprio código. — Para a generalidade dos casos, a retroactividade vai a 1 de Maio de 1753, referente à publicação da *Species Plantarum* de Linnaeus.

e) Necessidade e importância do estabelecimento de caracteres taxonómicos

Caracter é uma característica pela qual um organismo difere de outro.

i) Tipos de caracteres

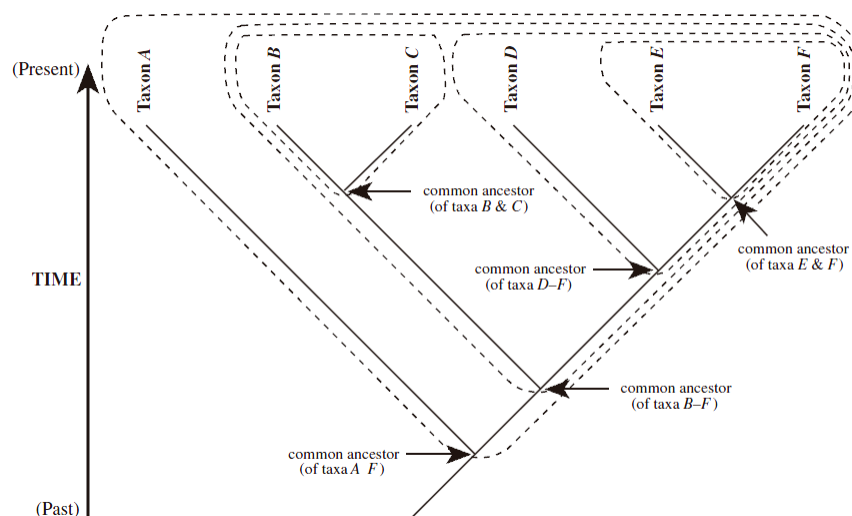
- (1) Estruturais – Caracteres com características estruturais básicas semelhantes, que podem ser comparadas directamente
- (2) Funcionais – caracteres com uma função básica semelhante
- (3) Filogenéticos – caracteres que englobam as características de dois ou mais organismos que se pensa serem homólogos



ii) Categorias de caracteres


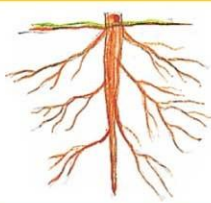
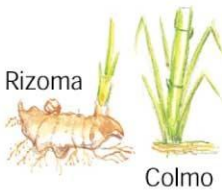
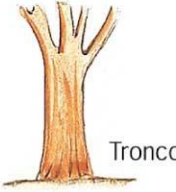
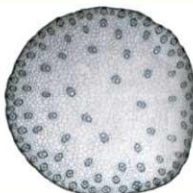

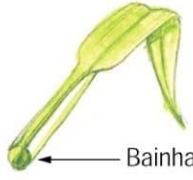

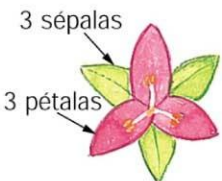
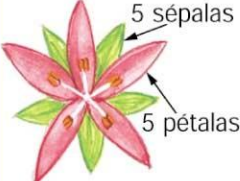

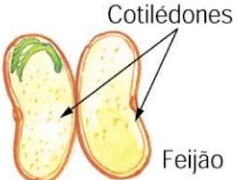
- (1) Morfológicos (macro, micro e ultramicroscópicos) – forma do organismo (ou parte dele)
- (2) Anatómicos – estrutura e organização, tanto interna como externamente
- (3) Embrionários - formação dos órgãos e sistemas a partir de uma célula
- (4) Cromossómicos – relativo aos cromossomas da espécie
- (5) Ecológicos – distribuição e abundância e interações com outras espécies ou com o meio ambiente
- (6) Fisiológicos – funcionamento

- (7) Paleobotânicos – fósseis de plantas
(8) Bioquímicos – processos químicos
- f) Aplicação dos diferentes tipos de caracteres a modelos de classificação
- Até aos anos 60 destacavam-se as semelhanças: comparava-se a morfologia e anatomia das várias espécies
 - Actualmente dá-se destaque às diferenças (caracteres químicos, macromoléculas). Assim podemos reconstruir o passado evolutivo das espécies vivas e as suas relações de afinidade
- g) Contribuição da biologia molecular para a actual classificação botânica
- Com base em variações dos genes que codificam a síntese proteica que ocorre em SSU rRNA (Small Sub Units de rRNA), Woese determinou relações entre diferentes formas de vida e estabeleceu aquilo a que chamou cronómetro molecular universal
 - Assim, através da biologia molecular, conseguimos comparar as espécies a nível molecular e deduzir a sua afinidade, formando grupos que intervêm nos actuais modelos taxonómicos
 - A partir da sua afinidade foram feitos:
 - Esquema em superfície (por Lyman Benson) – distância entre grupos é proporcional ao seu grau de relacionamento
 - Posteriormente Rolf Dahlgren cria um esquema de superfície em que:
 - Nenhum grupo é ancestral sobre qualquer outro e algumas plantas retêm um elevado número de caracteres primitivos
 - Coloca as angiospérmicas ao nível das gimnospérmicas
 - Duas subclasses: monocotiledóneas e eudicotiledóneas
 - Cladogramas – diagramas ramificados, onde as ramificações são baseadas em ligações filogenéticas que procuram transmitir as hipotéticas histórias evolutivas dos organismos (esquemas de superfície em que a distância entre grupos é proporcional ao seu grau de relacionamento)



Monocotiledôneas e dicotiledôneas

DIFERENÇAS ENTRE MONO- E DICOTILEDÔNEAS, QUANTO À MORFOLOGIA EXTERNA

Órgão	Monocotiledôneas	Dicotiledôneas
Raiz	 Em feixe (fasciculada).	 Pivotante ou axial.
Caule	 Normalmente sem crescimento em espessura: herbáceos, colmos, bulbos e rizomas.	 Normalmente com crescimento em espessura. São comuns caules lenhosos.
	 Feixes vasculares dispostos irregularmente.	 Feixes vasculares dispostos em círculo.
Folha	 Bainha geralmente desenvolvida. Nervuras paralelas.	 Bainha quase sempre reduzida. Nervuras reticuladas.
Flor	 Sépalas e pétalas em geral organizadas em base 3 (trímeras).	 Sépalas e pétalas geralmente organizadas em base 5 (pentâmeras). Mais raramente 2 ou 4.
Semente	 Um cotilédone reduzido, sem reserva.	 Dois cotilédones com ou sem reserva.

Monocotiledôneas: geralmente não tem crescimento secundário. Exemplos: milho, arroz, grama, bananeira, cana-de açúcar, etc.

Dicotiledôneas: geralmente têm crescimento secundário. Exemplos: árvores em geral, feijão, roseira, etc.

h) Apresentação do modelo adoptado em botânica farmacêutica

Prokaryotic Domains

Bacteria (bacteria)

Archaea (archaea)

Eukaryotic Domain

Eukarya

Kingdom Fungi (fungi)

Phylum Chytridiomycota (chytrids)

Phylum Zygomycota (zygomycetes)

Phylum Ascomycota (ascomycetes)

Phylum Basidiomycota (Basidiomycetes,
Teliomycetes, and Ustomycetes)

Kingdom Protista

Algae

Phylum Dinophyta (dinoflagellates)

Phylum Euglenophyta (euglenoids)

Phylum Cryptophyta (cryptomonads)

Phylum Haptophyta (haptophytes)

Phylum Oomycota (water molds)*

Phylum Bacillariophyta (diatoms)*

Phylum Chrysophyta (chrysophytes)*

Phylum Phaeophyta (brown algae)*

Phylum Rhodophyta (red algae)

Phylum Chlorophyta (green algae)

Heterotrophic protists

Phylum Myxomycota (plasmodial slime molds)

Phylum Dictyosteliomycota (cellular slime molds)

Kingdom Plantae

Bryophytes

Phylum Hepatophyta (liverworts)

Phylum Anthocerophyta (hornworts)

Phylum Bryophyta (mosses)

Vascular plants

Seedless vascular plants

Phylum Lycopodiophyta (lycophytes)

- Phylum Pteridophyta (ferns and their allies,
the whisk ferns and horsetails)

Seed plants

Phylum Cycadophyta (cycads)

Phylum Ginkgophyta (ginkgo)

Phylum Coniferophyta (conifers)

Phylum Gnetophyta (gnetophytes)

Phylum Anthophyta (angiosperms)

2) Biologia celular vegetal

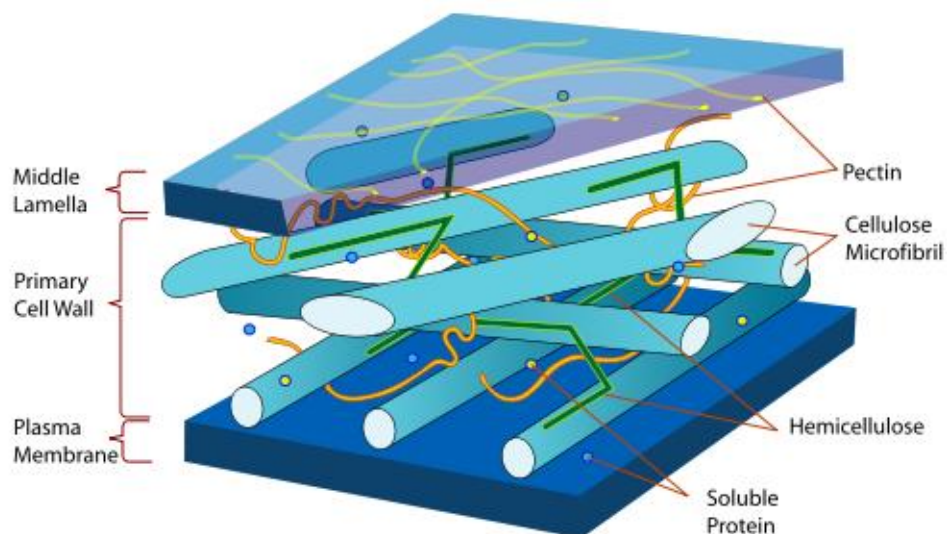
a) Parede celular

- Revestimento esquelético, descontínuo que a célula vegetal possui externamente à membrana celular
- Confere forma definitiva à célula
- Confere rigidez e protecção ao protoplasto (parte interior da célula, núcleo e citoplasma)
- A forma e a composição da parede celular estão relacionadas com a função da célula no tecido (ex: no xilema as células possuem parede celular espessa e lenhificada)

i) Biogénese

- Na anáfase aparecem vesículas golgianas aglomeradas na placa equatorial contendo materiais de construção da parede celular, pectinas e outros hidratos de carbono com grupos carboxílicos.
- Na telófase observa-se uma zona (fragmoplasto – camada de microtúbulos que se forma ao longo do eixo de divisão) atravessada por fibras do fuso na placa equatorial da célula mãe em divisão
- Posteriormente, o transporte de materiais permite o crescimento da parede celular até atingir a parede celular da célula mãe e fundir com ela
- O Retículo Endoplasmático fornece os precursores ou os complexos enzimáticos necessários à síntese das hemiceluloses a nível dos dictiossomas ou à síntese da celulose a nível da membrana celular
- O complexo enzimático – com ênfase para a celulose sintetase – leva à formação de pequenos polímeros nas vesículas golgianas e à sua deslocação até à membrana celular, dando origem às fibrilhas de celulose da parede celular

ii) Estruturação da parede das plantas superiores: lamela média, parede celular primária e secundária

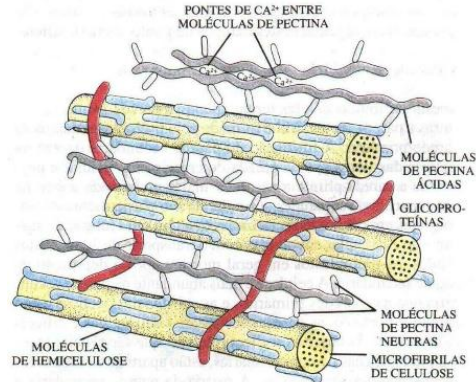


(1) Lamela média

- Composta basicamente por substâncias pécicas
- É difícil distinguir a lamela média da parede primária, principalmente em células que desenvolvem paredes secundárias espessas
- Quando ocorre a lenhificação da parede celular, esta inicia-se geralmente na lamela média e posteriormente espalha-se à parede primária e só depois a secundária

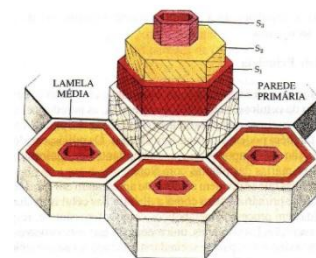
(2) Parede celular primária

- Formada antes e durante o crescimento celular
- Contém celulose, hemicelulosa, pectina, enzimas e glicoproteínas
- As pectinas são os componentes mais abundantes da maioria das paredes primárias das plantas com flores
- Células que se dividem activamente e a maioria das células maduras envolvidas em processos metabólicos apresentam geralmente apenas a parede primária
- As células que apenas têm parede primária são capazes de perder a sua forma celular especializada para se dividirem e diferenciarem em novos tipos de células
- Geralmente não são uniformemente espessas em toda a sua extensão, tendo zonas mais delgadas a que se chama campos de pontuação primária



(3) Parede Secundária

- Muitas células têm apenas a parede primária mas outras formam a parede secundária do lado interno da célula
- Ocorre geralmente após a paragem do crescimento celular e pelo facto de a parede primária não estar a aumentar mais a sua área superficial
- Importante em células especializadas em funções de sustentação e envolvidas em transporte de água pois o protoplasto geralmente morre após a formação da parede secundária
- A celulose é mais abundante na parede secundária do que na primária
- As pectinas estão ausentes e as enzimas e glicoproteínas estão aparentemente ausentes
- Rígidas e difíceis de distender
- A matriz é composta por hemicelulose
- A parede secundária pode ser dividida em três camadas distintas: S_1 , S_2 e S_3 (camada externa, mediana e interna, respectivamente) – diferem na orientação das microfibrilas de celulosa



- Paredes com estas múltiplas camadas são encontradas em determinadas células do xilema secundário ou no lenho. A estrutura laminada destas paredes aumenta em muito a resistência das paredes
- Quando esta parede se forma, ela não se deposita sobre as pontuações. Logo, em alguns casos, as pontuações também são formadas em áreas onde não há campos de pontuações primários

iii) Ultraestrutura e composição química

- A parede celular é constituída por um número reduzido de macromoléculas de natureza diferente
- A parede celular primária é basicamente um sistema de duas fases constituído por microfibrilhas de celulose incluídas numa matriz de proteínas e de polissacarídeos de natureza não celulósica

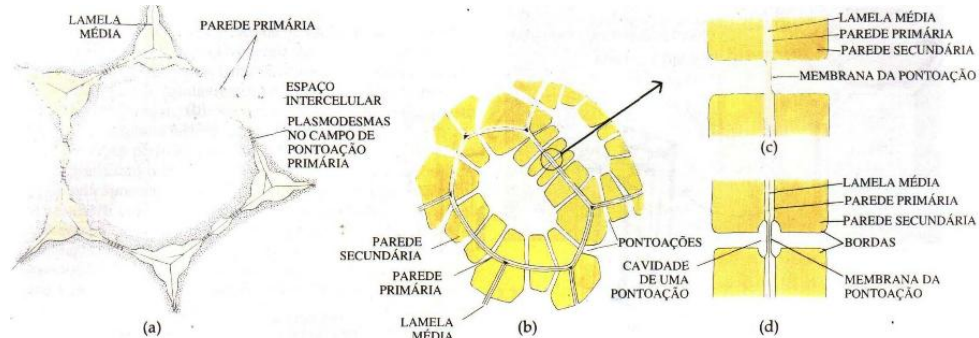
Principais componentes da parede celular das plantas superiores	
Pectinas	Ésteres metilo do ácido D-galacturónico
	Ácido D-galacturónico
	L-arabinose
	D-galactose
	L-ramnose
Celulose	Cadeias de D-glucose ligadas em β -1,4
Hemiceluloses	D-galactose
	Ácido D-galacturónico
	D-glucose
	D-manose
	L-arabinose
Lenhina	D-xilose
	Álcool p-hidroxinamílico
	Álcool coniferílico
	Álcool Sinapílico
Suberina	Ácido hidroxi-ducosanóico
	Ácido di e tri-hidroxi-decanóico
	Fridelina
Cutina	Triterpeno pentacíclico com um grupo ceto em posição 3
	Ácidos mono- di- e tri-hidroxi-octadenóico
	Ácido di-hidroxi-hexadecanóico
Ceras	Ésteres de ácidos alifáticos complexos
	Álcoois alifáticos complexos ou cíclicos
	Ácido ursóico
	Hidrocarbonetos de parafina
	Cetonas complexas
Taninos	Flavano 3-ol
	Flavano 3-4-diol
Calose	Cadeias de D-glucose ligadas em 1-3

- Modelo de organização da parede celular das plantas superiores (segundo Albersheim 1975): as fibras de celulose estão interligadas por ramnogalacturano, xiloglucano e arabinogalactano
- As fibras de celulose estão imobilizadas numa matriz aparentemente rígida
- As cadeias de celulose dispõem-se ao lado umas das outras formando micelas, cuja integridade da estrutura é mantida por ligações de H₂ entre os grupos de -OH adjacentes
- As micelas associam-se originando as microfibrilhas de celulose
- As hemiceluloses ligam-se às microfibrilhas de celulose através de ligações de hidrogénio. As ramificações das hemiceluloses permitem a ligação das

microfibrilhas umas às outras, bem como a outros componentes da matriz designadamente pectinas

- As pectinas são muito abundantes na lamela média e fazem a ligação entre as paredes celulares das células adjacentes
- Extensina (15%)

iv) Descontinuidade da parede: Referência aos plasmodesmos e pontuações



- No início da formação da parede celular pode ser observada a existência de pequenas interrupções formando poros – plasmodesmos – sendo estes apenas evidentes em microscópio electrónico ou após impregnação com metais pesados em microscópio óptico
- A diferenciação celular envolve a formação da parede celular secundária, que confere à célula a sua forma definitiva. Nesta ocorrem zonas de estrangulamento – pontuações – que surgem como resultado da ausência de deposição de material durante a formação
- As pontuações assumem importância nas trocas celulares, a nível taxonómico e a nível filogenético

v) Ultratexturas

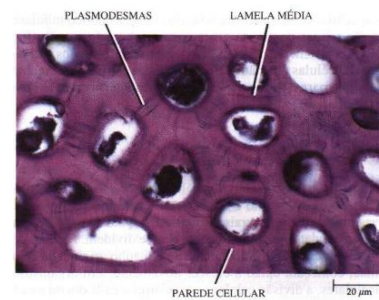
- As ultra-texturas são observáveis após maceração, estando relacionadas com a orientação das microfibrilhas em relação ao eixo maior das células (paralela, oblíqua, perpendicular, longitudinal, transversal e ao acaso)
- Tipos de texturas: paralelas (fibrosa, helicoidal e anular) e dispersas (fibróide, tubular e foliar)

vi) Aspectos particulares da especialização da parede celular: lenhificação, suberificação e cutinização

- Lenhificação: incrustação de lenhina. Aumento da resistência à compressão
- Suberificação: aposição de camadas sucessivas de súber na face interna da parede celular (periderme). Terminado o processo, deposita-se uma camada adicional de celulosa. Impermeabilidade da parede celular
- Cutinização: deposição de cutina (polímero de ácidos gordos) origina a cutícula. Esta apresenta-se desprovida de estruturação. Dificulta a infecção por agentes patogénicos e impede perdas de água por transpiração

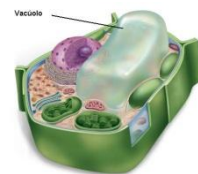
vii) Plasmodesmos

- Biogénese: interposição de perfis de retículo endoplasmático perpendicularmente à placa celular durante a mitose. Distribuição uniforme durante toda a parede celular
- Estrutura: interrupções da parede celular atapetadas pela membrana celular interna existindo, axialmente, o desmotúbulo, uma estrutura cilíndrica contínua com o retículo endoplasmático (modelo segundo Robards, 1971)
- Função: transporte intercelular (transporte simplástico)



b) Vacúolos

- Local de acumulação de produtos hidrofílicos absorvidos pela célula ou resultantes do seu metabolismo, delimitado por uma membrana – o tonoplasto



i) Ultraestrutura

- Regiões, em geral claras, rodeadas por uma unidade de membrana (ao microscópio electrónico)
- Vacuoma: conjunto de vacúolos
- Células meristemáticas: numerosos vacúolos de pequenas dimensões
- Células definitivas: um vacúolo único ocupa a maior parte do volume celular, ficando o citoplasma reduzido a uma pequena porção entre o tonoplasto e a membrana celular

ii) Composição química

- Tonoplasto: enzimas diversas relacionadas com os processos da permeabilização de solutos e de iões. Possui uma relação lípido-proteica igual a 1:5. Fracção lipídica: 50%-60% de lípidos neutros, 30%-40% de fosfolípidos

iii) Biogénese

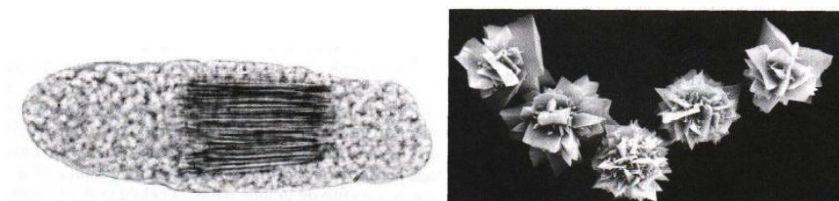
- GERL: regiões específicas do citoplasma, sendo a denominação derivada da associação do complexo de Golgi, retículo endoplasmático e lisossomas. Os sistemas GERL estão directamente implicado na biogénese dos pró-vacúolos por dilatação de túbulos do retículo endoplasmático ou por fusão de vesículas derivadas, quer do retículo endoplasmático, quer dos dictiossomas
 - Enzimas Hidrolíticas:
 - Fosfatase ácida
 - Esterase tiolacética
 - Pirofosfatase ácida
- Os lisossomas primários coincidem com pró-vacúolos, que em estádios ontogénicos ulteriores dispõem-se sequestrando áreas citoplasmáticas

iv) Funções

- Intervenção nas trocas de iões minerais, água e substâncias orgânicas dissolvidas, entre as células e entre elas e o meio exterior
- Mantêm constante a pressão osmótica na célula – alteram-se de acordo com a hidratação ou a desidratação dos tecidos
- Local de acumulação de solutos e compostos vários do metabolismo primário – glúcidos, proteínas e compostos do metabolismo secundário (antocianinas, alcalóides, taninos, etc.)

v) Inclusões vacuolares e sua aplicação como auxiliar na identificação de fármacos

- Nos vacúolos são apresentadas inclusões sob a forma de cristais de oxalato de cálcio: ráfides, drusas, etc. A composição desses cristais e o seu tamanho são um grande auxiliar na identificação de diferentes fármacos.



c) Plastos

i) Os proplastos (indiferenciados) podem diferenciar-se de acordo com a sua função. Um proplasto tem:

- Dupla membrana plastidial com invaginações
- Estroma plastidial, sendo visível o corpo prolamelar cristalino ou não, a partir do qual se poderá iniciar a formação dos tilacóides
- Ribossomas
- Glóbulos lipídicos
- DNA
- Amido e cristais proteicos
- Microfilamentos e fitoferritina

As diferenciações que podem ocorrer são:

(1) Cloroplastos – plastos com pigmentação verde



(a) Ultraestrutura

- Membrana dupla
- Estroma (onde se encontram os tilacóides – sacúolos achatados de natureza membranosa – podendo agrupar-se, constituindo

empilhamentos de discos achatados – grana – interligados por intergrana)

- ATPases cloroplastidiais
- Ribossomas com coeficiente de sedimentação 70S (23S e 16S)
- Grão de Amido
- DNA cloroplastidial
- Pigmentos: clorofila a e b, carotenóides (carotenos e xantofilas)
- Lípidos: galactolípidos e fosfolípidos
- Transportadores de electrões:
 - Piridina – nucleótidos
 - NAD^+ - nicotinamida adenina dinucleótido
 - NADP^+ - fosfato de nicotinamida adenina dinucleótido e flavoproteínas

(b) Biogénese

- A membrana interna do proplasto invagina-se, formando vesículas que se acumulam formando o corpo prolamear e/ou lamelas que original um sistema tilacoidal funcional (fotossintetizante)

(c) Funções

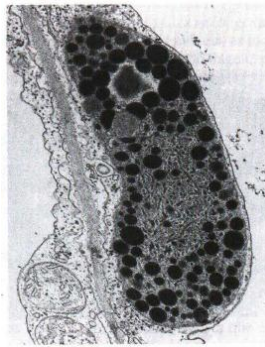
- Fotossíntese
- Biossíntese de ácidos gordos e de proteínas

(d) Ocorrência

- Tecidos expostos à luz

(2) Cromoplastos – plastos com pigmentos corados (carotenóides – carotenos, xantofilas e licopenos)

- Têm a capacidade de reverdecimento



(a) Ultraestrutura

- Membrana do tipo cloroplastidial, rodeando o estroma com escassos tilacóides
- Carotenóides dissolvidos em gotículas lipídicas ou em estruturas cristalinas (ex: cristais de licopeno)
- Presença de DNA e RNA

(b) Biogénese

- Podem transformar-se a partir de proplastos, cloroplastos ou leucoplastos

(c) Funções

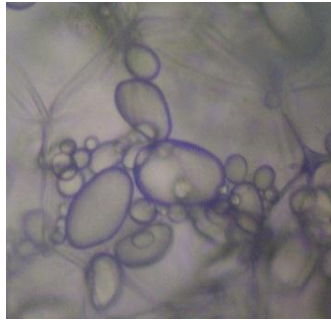
- Reserva de carotenóides (importantes nas actividades antioxidantes e anticancerígenas)

(d) Ocorrências

- Nas flores, frutos, raízes e sementes

(3) Amiloplastos – plastos não corados com acumulação de amido

- Têm a capacidade de reverdecimento



(a) Ultraestrutura

- Estroma quase totalmente preenchido por amido
- Membrana do tipo cloroplastidial

(b) Biogénese

- São formados a partir de leucoplastos

(c) Funções

- Reserva de amido

(d) Ocorrências

- Órgãos de reserva das plantas – caules subterrâneos, raízes e sementes

(4) Leucoplastos – plastos não pigmentados



(a) Ultraestrutura

- Membrana do tipo cloroplastidial, rodeando o estroma
- Lamelas tilacoidais escassas

(b) Biogénese

- Derivam dos proplastos

(c) Funções

- Acumulam amido, por vezes proteínas e lípidos

(d) Ocorrência

- Nalgumas raízes, bolbos, tubérculos e na epiderme de órgãos aéreos de caules e folhas

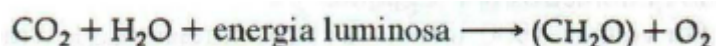
- ii) Interconversão de plastos
 - Sob a acção de factores externos, alguns plastos podem transformar-se noutros. Estas interconversões podem ser reversíveis ou não.
 - Os cromoplastos podem ser formados a partir de proplastos, cloroplastos ou leucoplastos
- iii) Importância fisiológica e ecológica
 - A importância fisiológica está bem patente quando falamos das funções dos vários tipos de plastos. As funções de reserva e a fotossíntese são essenciais para a sobrevivência da planta
 - A importância ecológica recai principalmente sobre a fotossíntese, que permite a reposição do oxigénio na natureza, criando todo um ciclo indispensável para a sobrevivência de muitos dos seres vivos do planeta
- iv) Aplicação como auxiliar na identificação de fármacos
 - Os diferentes tipos de plastos e as inclusões neles existentes permitem a identificação de diferentes fármacos. Os cristais de oxalato de cálcio é um dos exemplos já referenciados

3) Fotossíntese e fotorrespiração

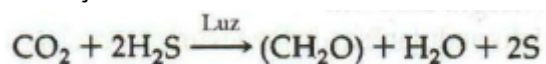
a) Fotossíntese

i) Evolução do conceito

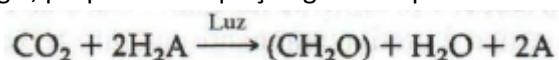
- Aristóteles e outros estudiosos gregos, ao observar que a vida dos animais dependia dos alimentos que eles consumiam, acreditavam que as plantas obtinham o seu alimento directamente do solo
- Há mais de 300 anos, o médico belga Jan Baptista van Helmont colocou um salgueiro num vaso e apenas lhe dava água. Verificou que o peso da planta aumentou cerca de 74 kg e o peso do solo tinha diminuído 57 gramas
- A 17 de Agosto de 1771, Joseph Priestley colocou um ramo de hortelã vivo no ar em que uma vela foi queimada e descobriu que ao 27º dia do mesmo mês outra vela podia ser acesa no mesmo ar e que no ar antes do ramo de hortelã um ratinho não sobreviveria
- Ingenhousz confirmou mais tarde que o ar era restaurado apenas na presença de luz e apenas pelas partes verdes da planta. Na altura, pensou-se que a equação da fotossíntese seria:



- Van Niel, a fazer trabalhos com bactérias fotossintetizantes, verificou que ocorria a seguinte reacção:

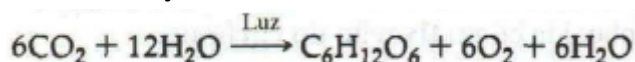


Logo, por analogia, propôs uma equação genérica para a fotossíntese



Ou seja, a água, e não o dióxido de carbono, é a fonte do oxigénio.

- Mais tarde, a mesma reacção foi demonstrada com auxílio a isótopos

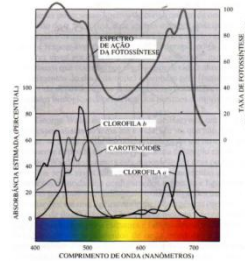


- Há cerca de 200 anos, descobriu-se que a luz era necessária para o processo que agora chamamos de fotossíntese

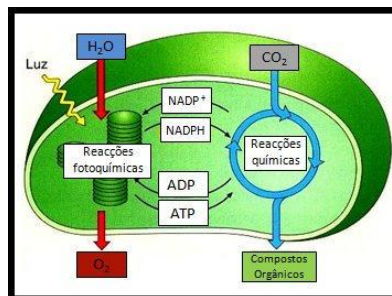
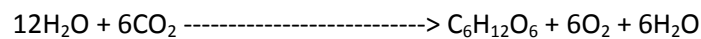
ii) Pigmentos fotossintéticos

- Clorofilas (pigmentos absorventes de luz mais importantes das células vegetais)
 - *a* e *b* – plantas superiores
 - *c*, *d* e *e* – algas
- Bacterioclorofilas *a-e*
- Carotenóides (pigmentos amarelos ou alaranjados)
 - Carotenos (β -caroteno)
 - Xantofilas
- Ficobilinas
 - Ficoeritrinas (algas vermelhas)
 - Ficocianinas (algas azuis)

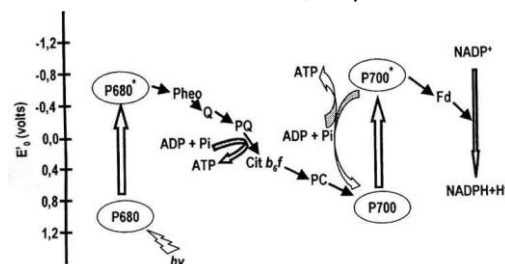
A energia luminosa estende-se por um largo espectro de radiações com diferentes características. São radiações de comprimento de onda entre os 400 e os 700 nm que podem desencadear a fotossíntese.



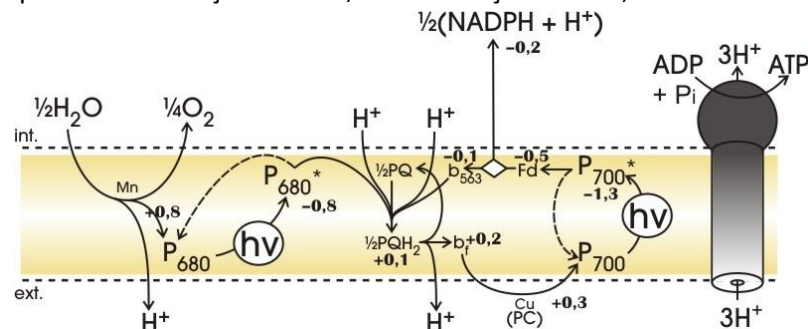
iii) Processo fotossintético



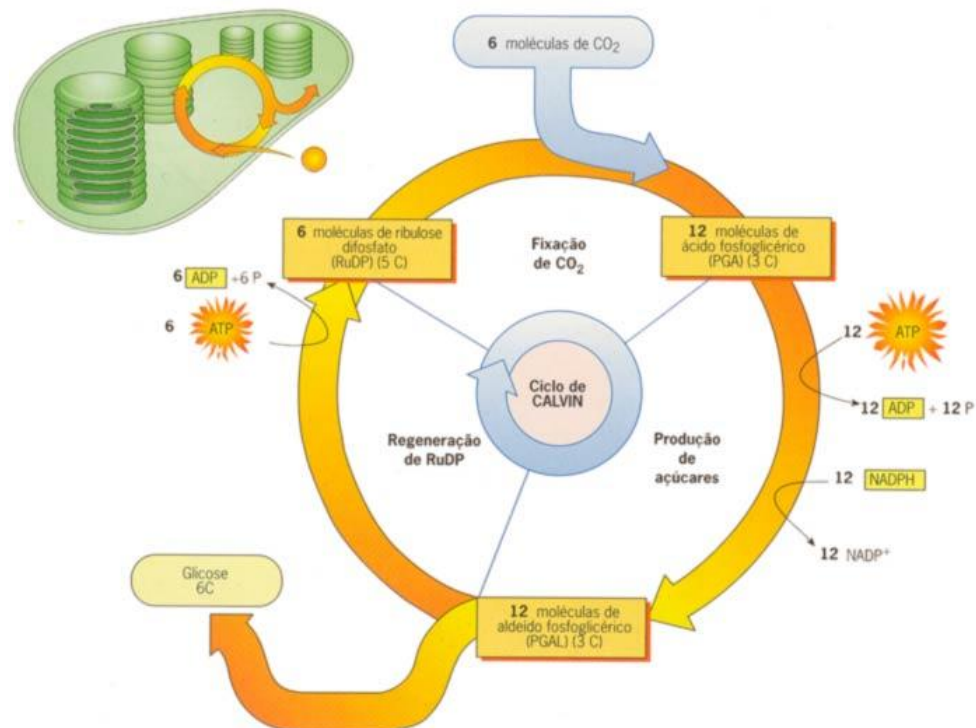
- (1) A energia luminosa captada pelos pigmentos fotossintéticos permite a ocorrência da fotólise da água, que fica separada em oxigénio, que é libertado, em protões (H^+) e electrões. Para além disso permite também a excitação dos pigmentos como as clorofilas, que vão também libertar electrões. Os electrões são conduzidos até um aceitador final, o NADP^+ , através da cadeia transportadora, ocorrida na membrana dos tilacóides. A redução do NADP^+ ocorre na fase estromática da membrana e, ao mesmo tempo que os electrões têm o fluxo lúmen dos tilacóides-estroma, os protões têm o percurso inverso;



- (2) Para que os protões voltem a fluir do lúmen dos tilacóides para o estroma do cloroplasto, são utilizadas ATPases cloroplastidiais. A este transporte está acoplada a fosforilação do ADP, com formação de ATP;



- (3) O ATP e o NADPH formados na fase dependente da luz vão mais tarde ser utilizados no ciclo de Calvin (fase química/fase escura), para fixar CO_2 , de forma a poder formar açúcares como a glicose



iv) Estrutura e função dos fotossistemas

Fotossistema – enzima que utiliza a luz para reduzir moléculas

Cada fotossistema contém um conjunto de cerca de 250 a 400 moléculas de pigmentos e consiste em dois componentes intimamente ligados: um *centro de reacção* formado por um complexo proteína-pigmento e um *complexo proteico-antena*.

No centro de reacção está um par de moléculas de clorofila que utiliza realmente a energia dos fotões enquanto os outros pigmentos são denominados de pigmentos antena (por servirem apenas para captar a luz) e estão localizados num complexo de proteínas de antena.



- (1) PS I – mais reactivo para comprimento de onda de 700 nm
- (2) PS II – mais reactivo para comprimento de onda de 680 nm

v) Reacções da fase luminosa e da fase escura (já descrito)

(1) Reacções da fase luminosa

- Síntese do ATP
- Síntese do NADPH

(2) Reacções da fase escura

- Síntese dos açúcares

vi) Plantas em C₃ (Ciclo de Calvin)

(1) Caracterização

Os cloroplastos são diferenciados em grana e intergrana.

O ciclo de Calvin inicia-se com a combinação de CO₂ com um composto denominado ribulose difosfato (RuBP). O composto originado é pouco estável e, por isso, cada molécula formada (ao todo 6) desdobra-se imediatamente em duas moléculas de ácido fosfoglicérico (PGA) (tem 3 carbonos). Cada uma das 12 moléculas de PGA vai ser fosforilada por ATP e reduzida por NADPH, originando 12 moléculas de aldeído fosfoglicérico (PGAL). Deste PGAL, uma parte é usado para a regeneração da RuBP, retomando o ciclo, e a outra parte segue para diversas sínteses no estroma, como a glicose

(2) Anatomia Foliar

Mesófilo (parênquima em paliçada e parênquima lacunoso)

(3) Exemplos

- Algas
- Briófitos
- Pteridófitos
- Gimnospérmicas
- Angiospérmicas: dicotiledóneas (a maioria) e monocotiledóneas (uma minoria)

vii) Plantas em C₄ (Ciclo de Calvin + Ciclo de Hatsch e Slack)

(1) Caracterização

Os cloroplastos encontram-se distribuídos por duas camadas concêntricas de células, as células da bainha vascular ("bundle sheath"), à volta dos tecidos condutores, e não têm uma estrutura granar típica. No mesófilo, os cloroplastos já estão estruturados em grana e intergrana. As plantas em C₄ possuem dois tecidos fotossintéticos distintos.

O primeiro produto resultante da fixação do CO₂ é o ácido oxaloacético (C₄) resultante da combinação de um composto C₃ (PEP) – reacção mediada pela PEPcarboxilase. Estas plantas necessitam de mais ATP para a fixação do CO₂ mas em contrapartida também têm a capacidade de produzir açúcares mais rapidamente. A temperatura óptima é superior à das plantas em C₃.

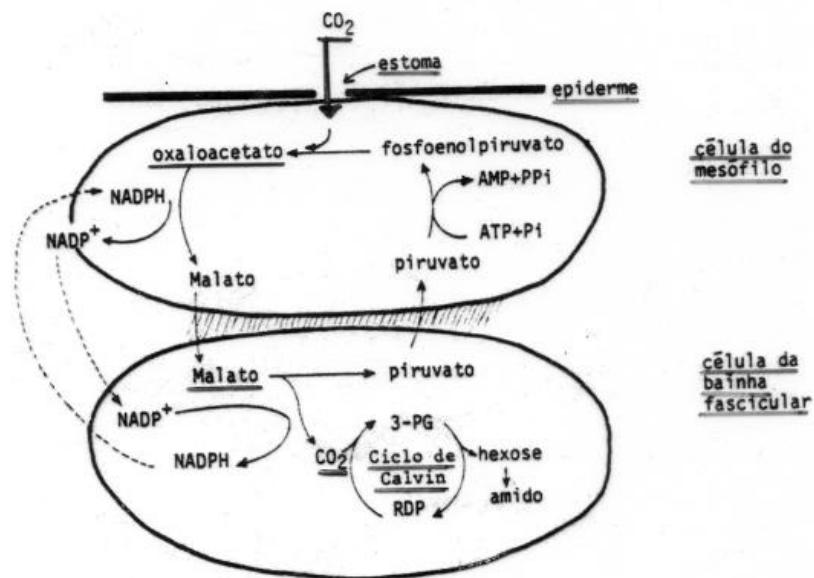
(2) Anatomia Foliar

Mesófilo simétrico (ausência de distinção entre parênquimas – em paliçada e lacunoso)

(3) Exemplos

Angiospérmicas: dicotiledóneas (uma minoria) e monocotiledóneas (a maioria)
Milho e cana-de-açúcar

VIA HATCH-SLACK OU C₄



viii) Plantas CAM (Ciclo de Calvin + Ciclo de Hatsch e Slack)

(1) Caracterização

A fotossíntese destas plantas é semelhante à das plantas em C₄.

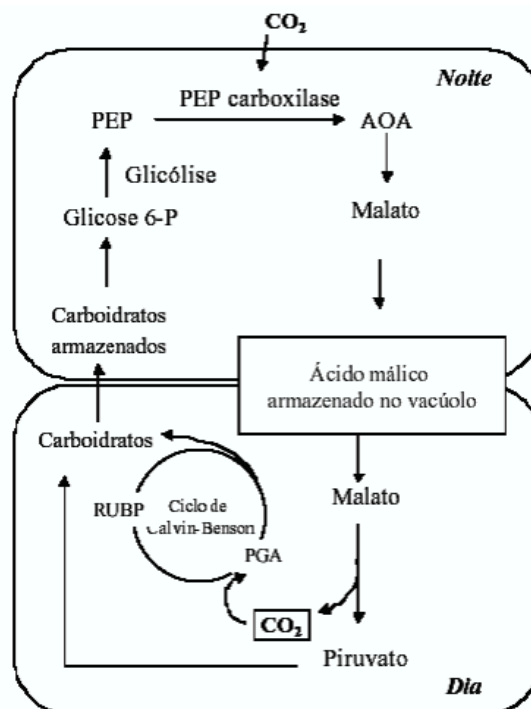
O malato acumulado durante a noite é descarboxilado durante o dia. Os estomas estão fechados durante o dia, permitindo a realização de fotossíntese mesmo em situações de stress hídrico e alta densidade luminosa

(2) Anatomia Foliar

Mesófilo praticamente simétrico. As células em camadas concêntricas ("bundle sheath") ocorrem mas são semelhantes ao mesófilo

(3) Exemplos

Cactos



b) Fotorrespiração

Consiste na formação de CO_2 com tomada de O_2 à exposição da luz numa série de reacções associadas com a fotossíntese.

Essas reacções são possíveis dada a íntima relação existente entre peroxissomas, cloroplastos e mitocôndrias e constituem um mecanismo de protecção, permitindo utilizar o excesso da capacidade fotossintética que não pode ser utilizada na fixação de CO_2 ou de outros processos de crescimento.

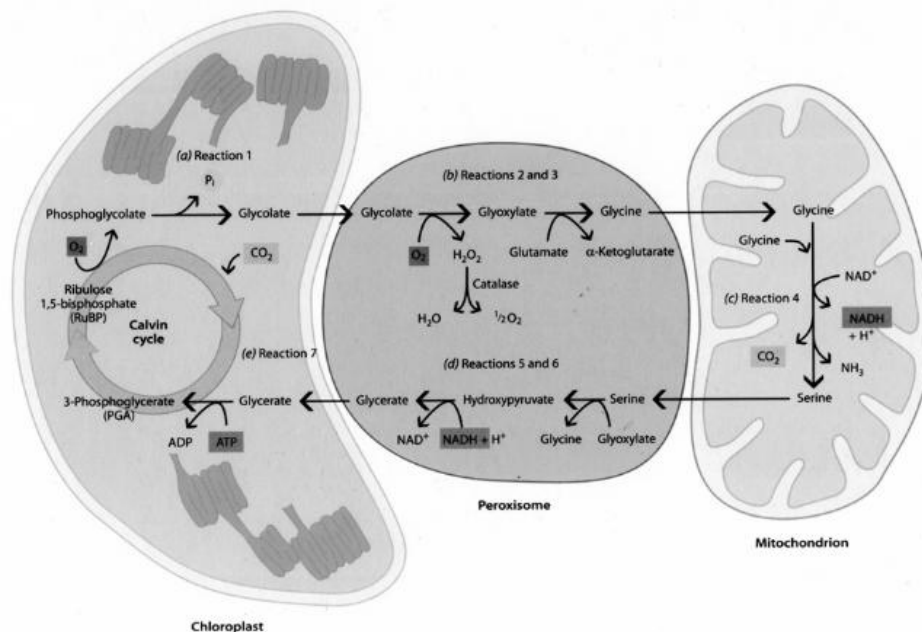
i) Referência aos microcorpos dos vegetais

Partículas que contêm as enzimas catalase, urato-oxidase e D-aminoácido-oxidase. Nas células vegetais são considerados microcorpos os peroxissomas e os glioxissomas, tendo ambos membrana tripartida

(1) Peroxissomas

(a) Ultraestrutura

Nos cloroplastos a RuBisCo cataliza a carboxilação da RuBP. Quando a concentração de O_2 é elevada, a mesma enzima cataliza a oxidação da RuBP, formando ácido fosfoglicérico (PGA) e ácido fosfoglicólico. Este, depois de desfosforilado é transportado aos peroxissomas onde, na presença da glicolato oxidase e de O_2 , é oxidado para formar ácido glioxílico. Forma-se também H_2O_2 , que é cindido pela acção da catalase. Num processo complexo, em que participam também as mitocôndrias, 2 moléculas de ácido glicólico são convertidas numa de CO_2 e numa de PGA, a qual volta ao cloroplasto.



(b) Funções

Transporte e mediação de reacções

(2) Glioxissomas

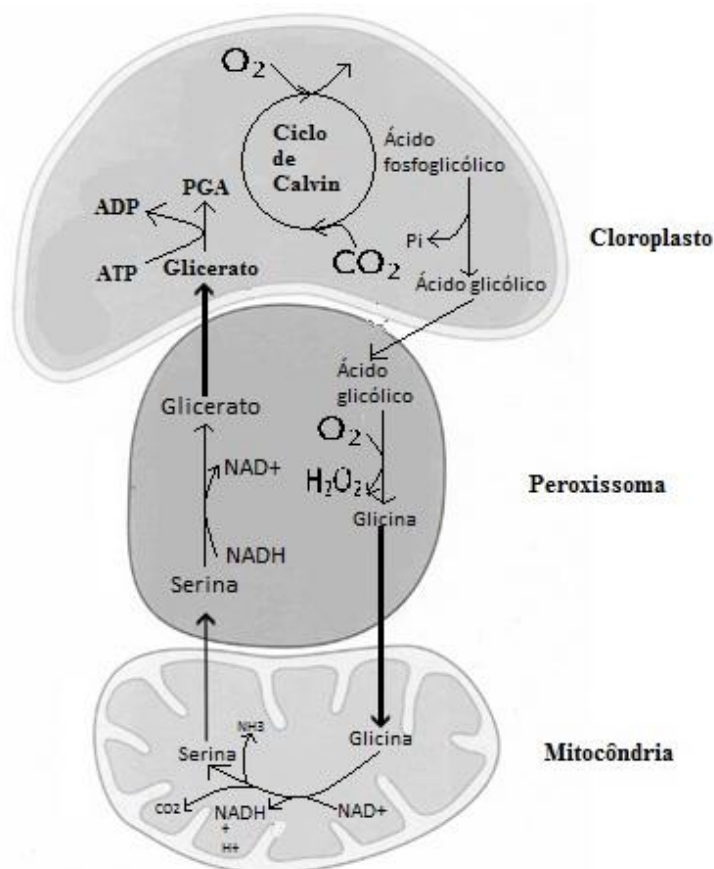
(a) Ultraestrutura

Encontram-se em células contendo grande quantidade de reservas lipídicas, tais como esporos e grãos de pólen, ou ainda nos cotilédones das sementes das oleaginosas, em que se verifique gluconeogénese (biossíntese da glucose a partir de precursores não glucídicos)

(b) Funções

- Beta-oxidação dos ácidos gordos em acetil CoA
- Ciclo do Glioxilato (formação de oxaloacetato a partir de acetil CoA)

ii) Sequência das reacções da fotorrespiração



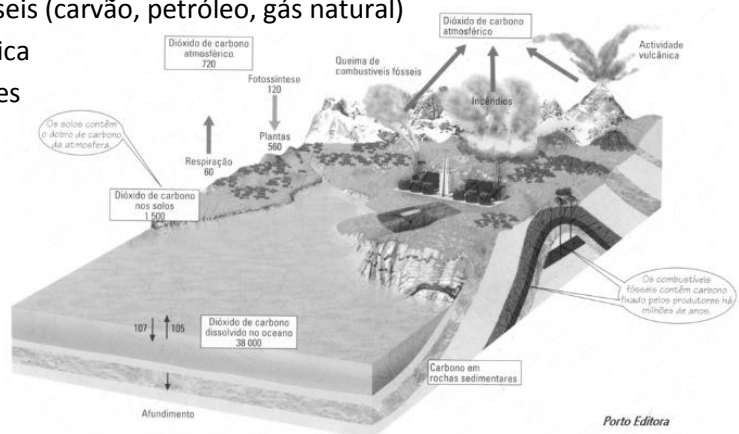
c) Ciclos biogeoquímicos

Percurso que os elementos químicos descrevem nos ecossistemas, ora fazendo parte dos seres vivos (Bio), ora fazendo parte da terra (Geo). Os elementos mais importantes para os seres vivos são: carbono, azoto, oxigénio, hidrogénio, fósforo, enxofre, etc. A circulação da matéria nas cadeias alimentares é cíclica. Não há ciclo de energia mas sim um fluxo de energia.

i) Ciclo do Carbono

- Na natureza
 - Constituinte da matéria orgânica
 - Rochas calcárias (CaCO_3)
 - Atmosfera (CO_2)

- Água (CO_2)
- Combustíveis Fósseis (carvão, petróleo, gás natural)
- Actividade vulcânica
- Mecanismos intervenientes
 - Fotossíntese
 - Respiração
 - Nutrição
 - Decomposição
 - Combustão
 - Desintegração
 - Morte (resíduos)

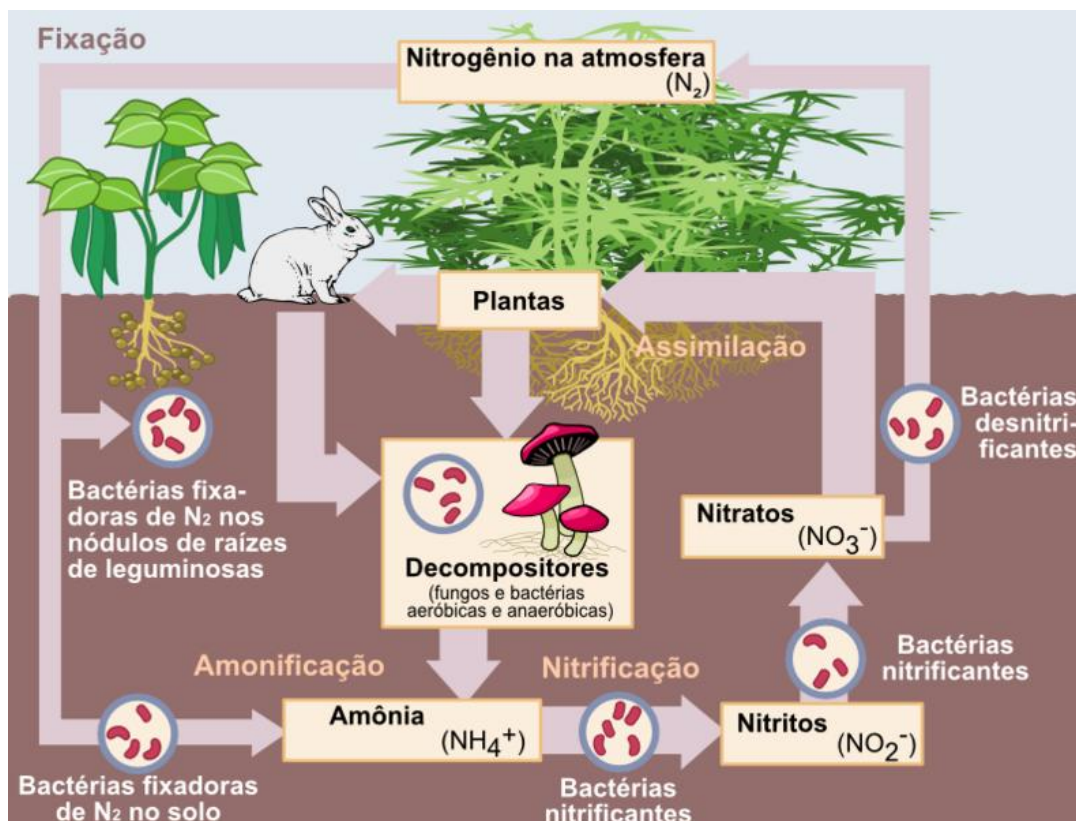


ii) Ciclo do Oxigénio

- O O_2 representa cerca de 21% do total dos gases atmosféricos
- A circulação de O_2 está associada ao ciclo do carbono e ao ciclo da água
- Mecanismos intervenientes: respiração e fotossíntese

iii) Ciclo do Azoto

- O N_2 representa cerca de 70-90% do total dos gases atmosféricos
- É utilizado pelos seres vivos de diversas formas como: fixação do azoto atmosféricos, humificação, amonificação, nitrificação, desnitrificação.
- Nitrogenase é a enzima usada pelos seres vivos para fixar o azoto atmosférico.
- Bactérias nitrificantes formam como produto final o nitrato através da conclusão da oxidação bioquímica (transformação de amônia, nitrito para nitrato), que as plantas utilizam como um fertilizante que removem da água.



- iv) Exemplos de microrganismos fixadores de azoto atmosféricos e sua importância nos ecossistemas

Simbioses fixadoras de N_2 (permitem o fecho de um ciclo):

- *Rhizobium* – leguminosas
- *Frankia* – Eudicotiledóneas
- *Azolla* – *Anabaena*

4) Caracterização de diferentes filos. Referência ao seu interesse farmacêutico

a) Reprodução assexuada

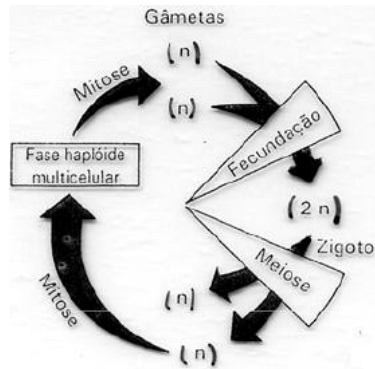
- Intervém um único progenitor sem recorrer a combinação de material genético
- Clone: população de organismos geneticamente idênticos entre si (era o que estava na apresentação, embora por definição clone é um organismo que é geneticamente idêntico àquele que lhe deu origem. Contudo, tendo em conta o cerne, a ideia é a mesma)
- Tipos de reprodução assexuada:
 - Bipartição, divisão binária ou cissiparidade
Um indivíduo divide-se em dois sensivelmente iguais, que vão crescer até atingirem as dimensões do progenitor
 - Gemiparidade (ou gemulação)
Após a divisão nuclear por mitose, forma-se uma pequena protuberância (gomo ou gema) na célula-mãe para onde migra um dos núcleos. A célula-mãe origina células de dimensões diferentes, que se podem destacar passando a ter vida independente
 - Fragmentação ou multiplicação vegetativa
É uma consequência da propriedade de regeneração dos organismos, dando origem a vários indivíduos provenientes de um único progenitor. Nos vegetais uma grande diversidade de órgãos podem ser destacados originando novos indivíduos: tubérculos, estolhos, rizomas, bolbos
 - Esporulação
Reprodução através de esporos assexuados - mitósporos
 - Processos artificiais de multiplicação vegetativa
Estacaria, mergulhia (alporquia) e enxertia
 - Cultura de tecidos “in vitro”
Técnica de cultura de órgãos, tecidos e células “in vitro”

b) Reprodução sexuada

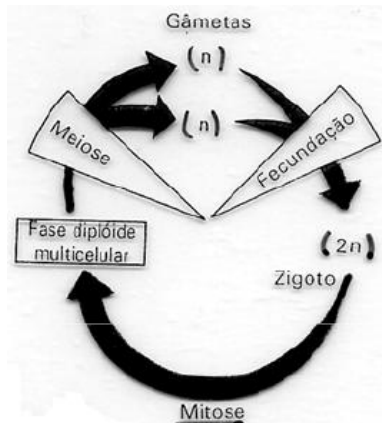
- Fusão de duas células sexuais – gametas – para formação de uma célula única – ovo ou zigoto

c) Ciclos biológicos

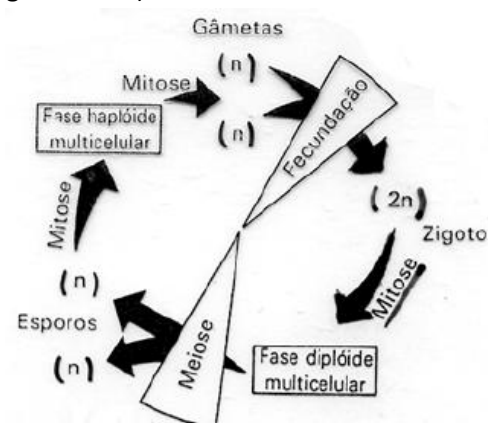
- No ciclo de vida dos organismos com reprodução sexuada alternam dois processos complementares: fecundação e meiose
- Ser haplonte – meiose pós-zigótica



- Ser diplonte – meiose pré-gamética



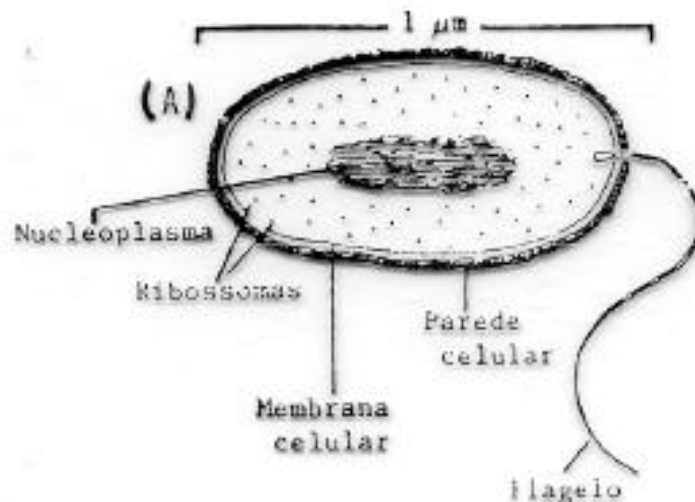
- Ser haplodiplonte – meiose pré-espórica (alternância de gerações: esporófita e gametófito)



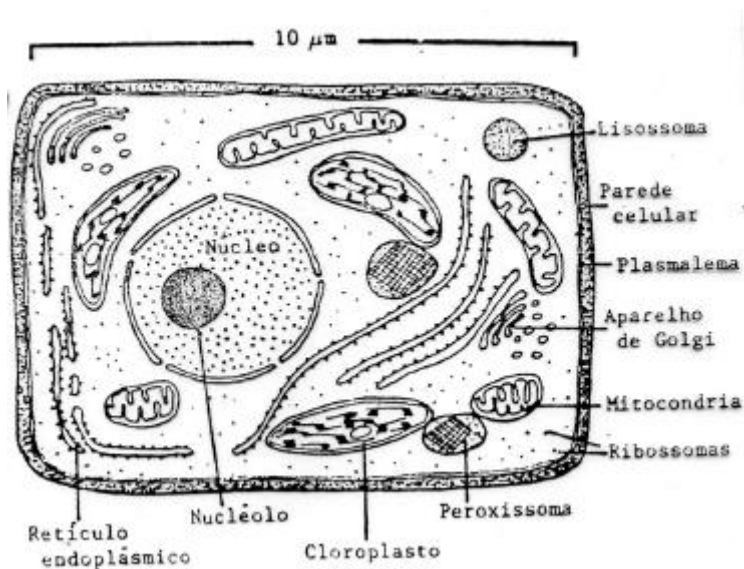
d) Diversidade celular

i) Células procarióticas e eucarióticas

- Célula procariótica: possuem parede celular, nucleóide (molécula circular com o material genético) e frequentemente cílios e flagelos para o auxílio no movimento

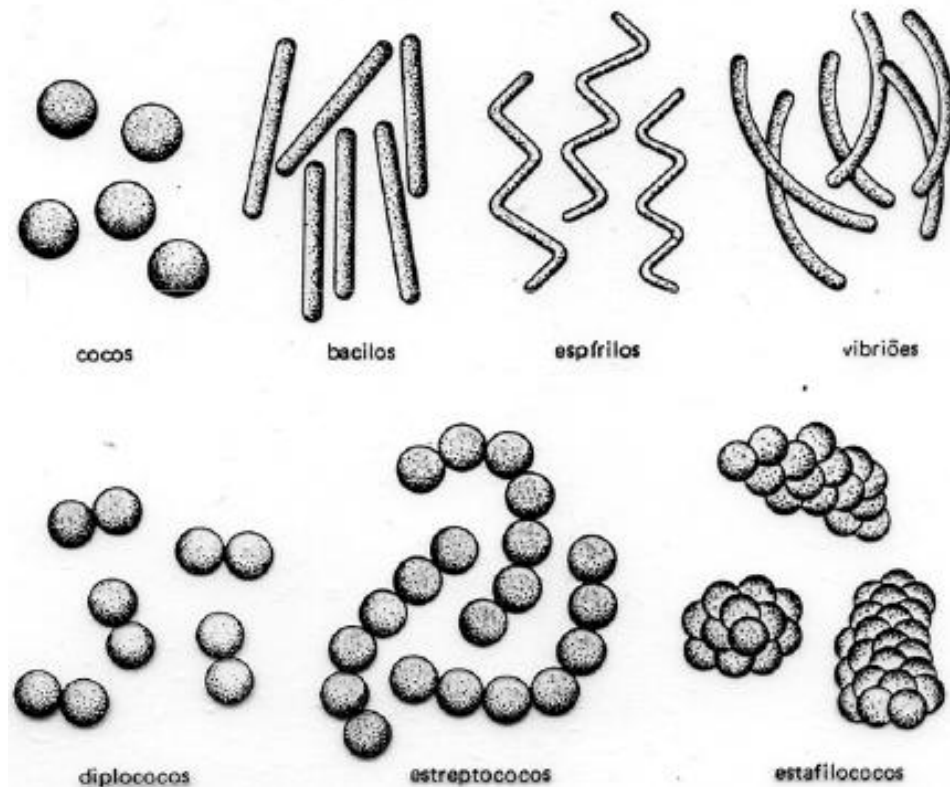


- Célula eucariótica: para além das estruturas como os ribossomas e a membrana celular, que são comuns a ambos os domínios, as células eucarióticas possuem núcleo organizado e organelos delimitados por membranas como cloroplastos, mitocôndrias, peroxissomas, retículo endoplasmático, complexo de Golgi, etc. O material genético está praticamente todo localizado no núcleo



ii) Eubactérias

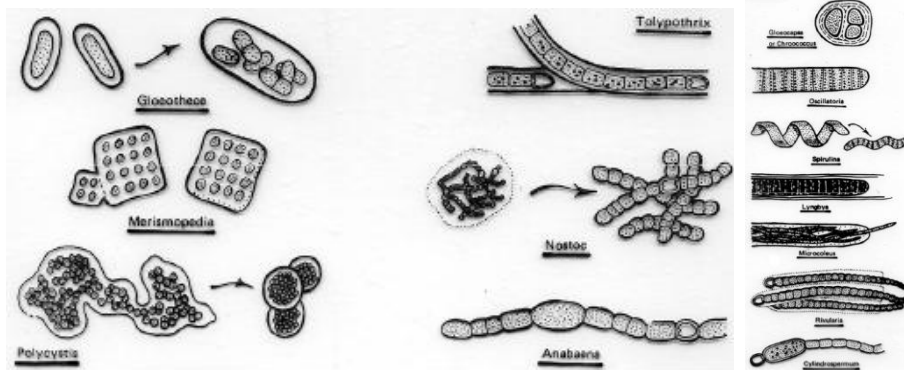
- Parede celular (mucopolissacarídeo – peptidoglicano, lipoproteínas e lipopolissacarídeos) – externamente pode existir uma cápsula
- Flagelos conferem à célula mobilidade
- Os diferentes tipos morfológicos são:



iii) Cianobactérias

- Parede celular: mucopeptídeos, pectinas e proteínas. Em algumas espécies existe uma bainha de natureza mucilaginosa que envolve externamente o organismo
- Tipos de organização: unicelular, filamentosa e em colónias
- Pigmentos: clorofila α , β -caroteno, xantofilas, ficocianina e ficoeritrina
- Substâncias de reserva: glúcidos (amido cianofíceo) e proteínas (cianoficina)
- Fazem a fotossíntese aeróbia (libertam O_2)
- As cianobactérias só não são algas porque, por definição, uma alga é eucarionte
- São os antecessores dos cloroplastos
- Nalgumas espécies existem heterocistos (células com parede espessada e aparentemente sem conteúdo) onde se dá a fixação do azoto atmosférico
- Reprodução assexuada: bipartição, fragmentação (por hormogónios) e esporulação (por acinetos)
- Nas espécies filamentosas:
 - Tricoma: cadeia de células
 - Filamento: conjunto do tricoma com a bainha mucilaginosa que o envolve

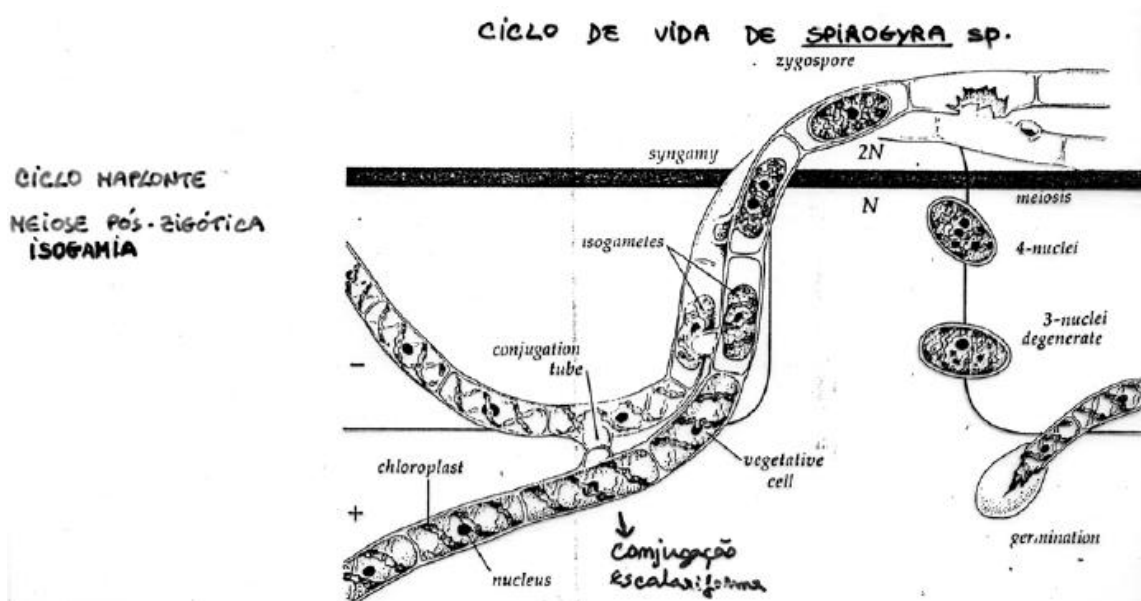
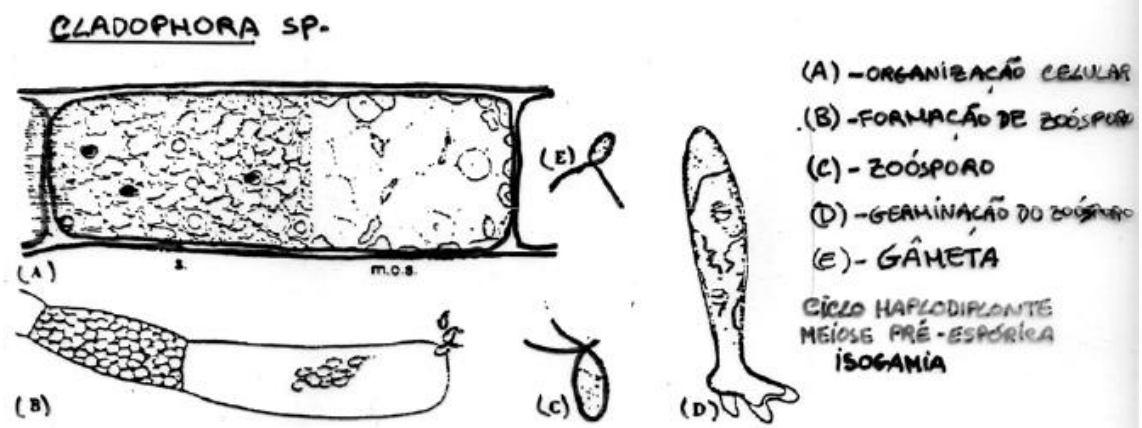
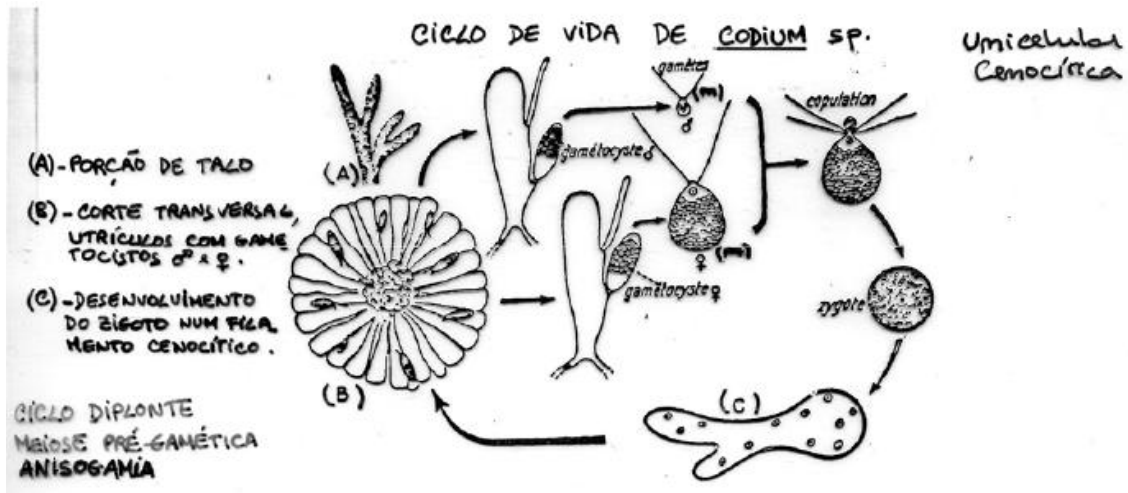
- Habitat: terrestre e aquático (marinhos e dulçaquícolas)
- Foram os primeiros seres vivos do planeta com fotossíntese em que se liberta oxigénio



- e) Características gerais dos organismos adaptados ao meio aquático
- i) Caracterização dos filos e sua importância nas indústrias farmacêutica e alimentar
- (1) *Chlorophyta* (algas verdes)

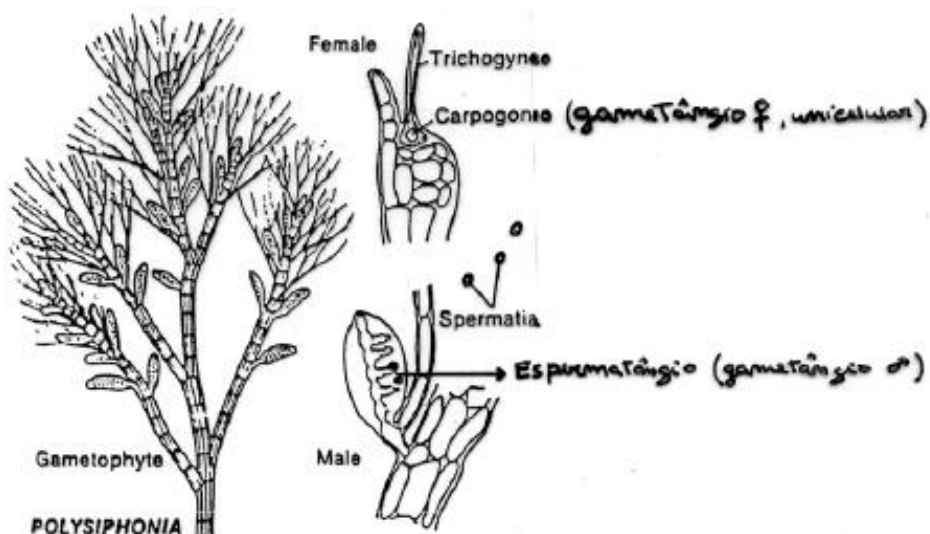
- **Tipos de organização:** unicelular, em colonos, filamentosa, membranosa e tubular
- **Parede celular:** celulose e nalgumas espécies existe externamente à camada de celulosa uma outra formada por pectose que na água se pode transformar em pectina solúvel
- **Pigmentos:** clorofilas *a* e *b*, carotenos e xantofilas
- **Substância de reserva:** amido
- Os **cloroplastos** (com tilacóides em grupos de 2 a 6) apresentam com frequência pirenóides (estruturas de natureza proteica relacionadas com a formação de amido)
- **Reprodução assexuada:** bipartição, fragmentação do talo e esporulação por zoósporos e aplanósporos (esporos flagelados e não flagelados, respectivamente)
- **Reprodução sexuada**
 - Isogamia: fusão de zoogâmetas morfologicamente iguais
 - Anisogamia: fusão de dois gâmetas flagelados de tamanho diferente, sendo o feminino maior
 - Oogamia : fusão de um gâmeta pequeno e flagelado (anterozóide) com um gâmeta maior e não flagelado (oosfera)
- **Habitat:** predominantemente aquático (marinhos e dulçaquícolas), existindo alguns terrestres
- **Importância Farmacêutica:** principalmente para a produção de espessantes
- **Indústria Alimentar:** muitas são consumidas principalmente na cozinha japonesa
- **Exemplos:** *Codium* sp. (diplonte), *Spirogira* sp. (haplonte) e *Cladophora* sp. (haplodiplonte)





(2) *Rhodophyta* (algas vermelhas)

- **Tipos de organização:** grande diversidade, desde organismos unicelulares até formas multicelulares complexas. A maioria é pluricelular.
- **Parede celular:** celulose, pectina e algumas espécies com carbonato de cálcio e magnésio
- **Pigmentos:** clorofilas *a* e *d* (em algumas espécies), β -caroteno, xantofilas, ficoeritrina e ficocianina
- **Substância de reserva:** amido modificado (amido florido e floridósido)
- Os **cloroplastos** têm tilacóides não agrupados
- **Reprodução assexuada:** bipartição, fragmentação do talo e esporulação por esporos aflagelados
- **Reprodução sexuada:** alternância de gerações multicelulares. A geração esporófito apresenta-se parasita da geração gametófito. O gameta feminino (oosfera) está fixo, sendo o gameta masculino (espermácia) não flagelado.
- **Habitat:** predominantemente marinho, embora alguns dulçaquícolas
- **Importância Farmacêutica:** possuem propriedades emolientes e laxativas
- **Indústria Farmacêutica:** usam-se na preparação de emulsões, suspensões, geleias, pastas e supositórios
- **Indústria Alimentar:** são utilizadas como agentes espessantes (doces, confeitaria, gelados, bebidas diversas, chocolates, xaropes de frutas, queijo, conservas de carne, saladas e sopas)
- **Exemplos:** *Ceramium rubrum*, *Gelidium*
- **Notas:** destas algas extrai-se o **agar-agar** (*Gelidium amansii* e outras espécies do género *Gelidium* e *Gracilaria*). Nos laboratórios é utilizado para preparar meios de cultura. O musgo irlandês (*Chondrus crispus*) é fonte de carragenina

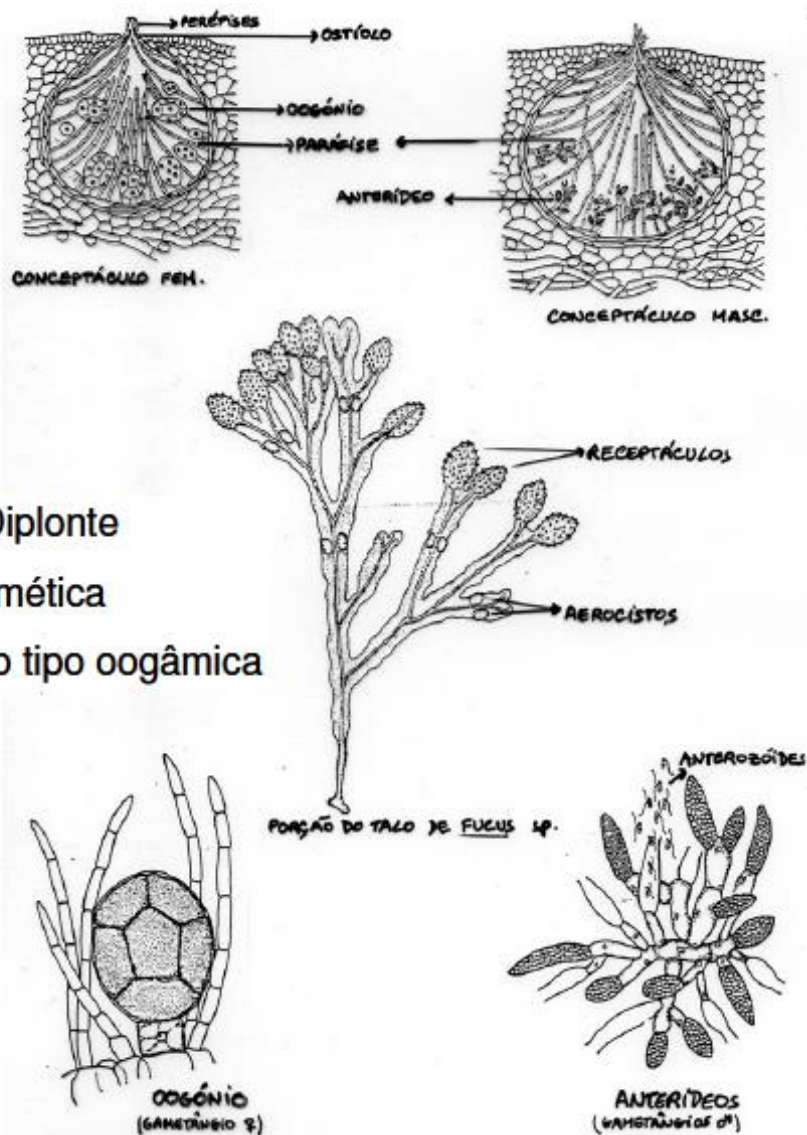


(3) *Phaeophyta* (algas castanhas)

- **Tipos de organização:** grande diversidade, desde filamentos microscópicos até organismos de grande dimensões, não se conhecendo unicelulares ou coloniais
- **Parede celular:** celulose, pectina, ácido algínico, fucóidina e mucopolissacarídeos
- **Pigmentos:** clorofilas *a* e *c*, β -caroteno, fucoxantina e outras xantofilas
- **Substância de reserva:** laminarina e manitol
- Os **cloroplastos** encontram-se em grupos de três
- **Reprodução assexuada:** fragmentação do talo e esporulação por zoósporos (com dois flagelos de tamanhos diferentes e inseridos lateralmente ou subapicalmente na célula) e por aplanósporos
- **Reprodução sexuada:** ciclo de vida com alternância de gerações. Isogamia, anisogamia e oogamia
- **Habitat:** predominantemente marinho
- **Importância Farmacêutica:** depurativo (purifica o sangue), estimulante (excita a actividade nervosa e vascular), laxativo (facilita o trânsito intestinal), anorexígeno (reduz o apetite), remineralizante (reconstitui o equilíbrio mineral)
- **Indústria Farmacêutica:** o **alginato de sódio** (na água produz soluções viscosas) é utilizado na preparação de medicamentos (pomadas, supositórios e suspensões) como agente emulsivo ou para conferir consistência
- **Indústria Alimentar:** numerosas aplicações na preparação e conservação de alimentos e bebidas, sendo a algina utilizada como suplemento alimentar e no fabrico de gelados
- **Exemplos:** *Fucus* sp., *Nereocystis*, *Macrocystis intergrifolia*, *Laminaria longipes*, *Sargassum*
- **Notas:** o alginato de cálcio é utilizado no fabrico de fibras têxteis, películas incombustíveis, etc. As algas castanhas podem, geralmente, ser utilizadas como fertilizantes dos solos pois são fonte de potássio e iodo



Ciclo de vida Diplonte
Meiose pré-gamética
Fecundação do tipo oogâmica



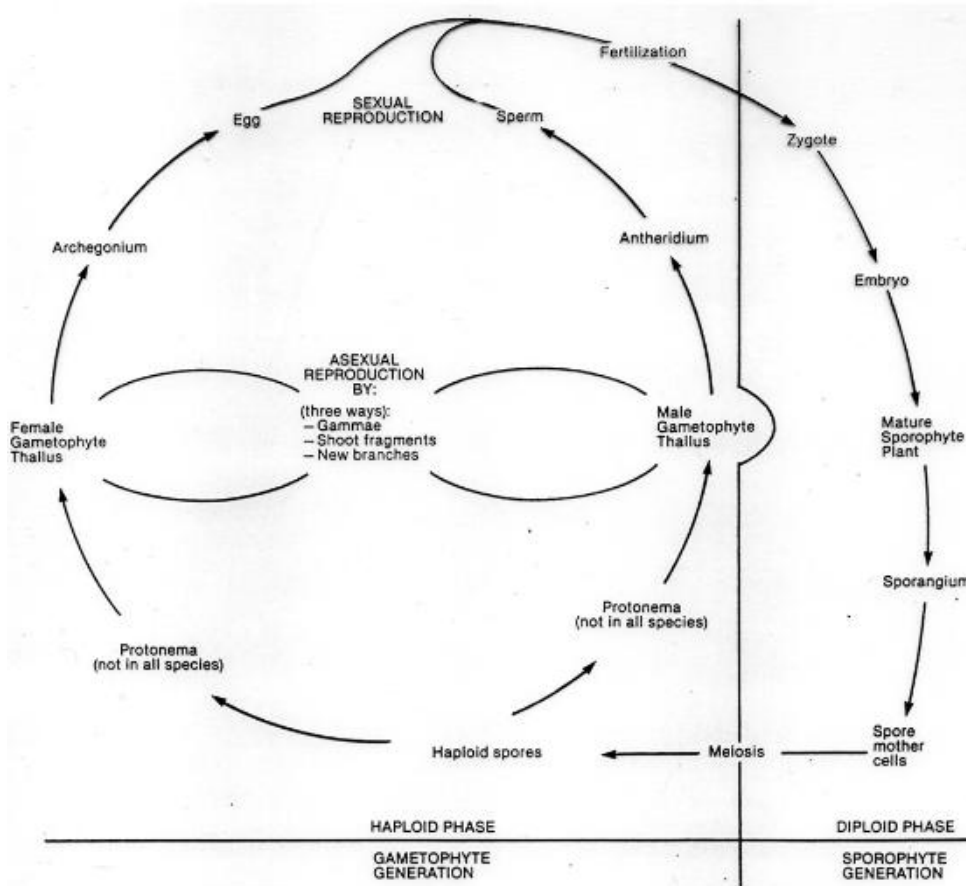
f) Estudo de grupos vegetais de transição entre os meios aquático e terrestre

i) Briófitas

Características gerais:

- Primórdios de tecidos condutores
 - Lentículas – responsáveis pela transpiração.
 - Leptóides – responsáveis pelo transporte da seiva elaborada.
 - Hidróides – responsáveis pelo transporte da água.
- Fecundação em presença de água. Só o gameta masculino é flagelado. O gameta feminino é protegido pelo arquegónio.
- Presença de pirenóides só em *Anthoceros* sp.
- Existência de cutícula
- Existência de estomas (excepto nas Hepáticas)
- Geração gametófita mais desenvolvida que a esporófita (só acontece nos briófitos). Também existe reprodução assexuada (por gemulação).
- Coexistência de ambas as gerações durante parte do ciclo de vida

- Fecundação por oogamia.
- Gametófitos: ramificado, haplóide, fotossintetizante, duradouro
- Esporófito: não ramificado, diplóide, dependente do gametófito, efêmero



	<i>Hepatophyta</i>	<i>Anthocerotophyta</i>	<i>Bryophyta</i>
Protonema	Pouco desenvolvido	Pouco desenvolvido ou inexistente	Bem desenvolvido
Gametófito	Taloso ou folhoso	Taloso	Folhoso
Simetria	Dorsi-ventral	Dorsi-ventral	Radial
Rizóides	Unicelulares	Unicelulares	Multicelulares
1ª divisão do zigoto	Transversal	Vertical	Transversal
Crescimento do esporófito	Limitado	Ilimitado	Limitado
	Sem columela	Com columela	Com columela
	Sim coifa	Sim coifa	Com coifa
Cápsula	Sem opérculo	Sem opérculo	Com opérculo
	Sem peristoma	Sem peristoma	Com peristoma
	Com elatérios	Com pseudoelatérios	Sem elatérios
Seda	Pode existir	Inexistente	Presente
Exemplos	<i>Lunularia</i> sp.	<i>Anthoceros</i> sp.	<i>Funaria</i> sp.
	<i>Marchantia</i> sp.		<i>Sphagnum</i> sp.
	<i>Conocephalum</i> sp.		<i>Bryum</i> sp.
	<i>Targionia</i> sp.		<i>Polytrichum</i> sp.



Hepatophyta

Anthocerotophyta

Bryophyta

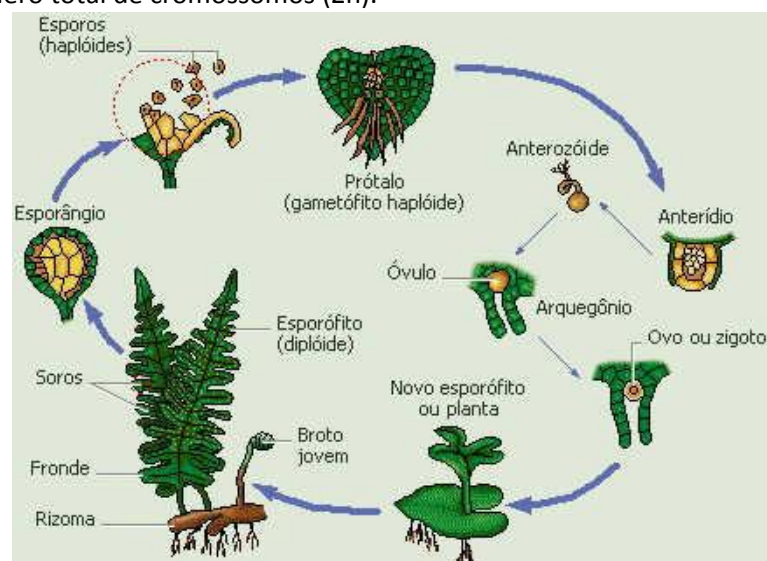
g) Estudo das plantas vasculares

i) Pteridófitas (sem semente) – *Pterophyta* - ex: *Polypodium vulgare*

- Geração esporófito mais desenvolvida
- Fecundação semelhante à das Briófitas (oogamia)
- Existência de homosporia e heterosporia
 - Uma planta é heterosporica quando esta produz, por meiose, esporos morfológicamente diferentes, designados respectivamente por micrósporos e megásporos.
 - Homosporia = Produção de apenas um tipo de esporo como resultado da meiose.
- Presença de vasos condutores que lhe permitiram o aumento de porte
- Divisão em gametófito e esporófito
 - Geração esporófito dá origem ao protalo que é o indivíduo (gametófito) de vida curta que produz gametas para dar origem a uma nova planta. O gametófito produz estruturas "sexuais" que irão dar origem a gametas "masculinos" (anterozóides) e "femininos" (oosferas). Neste caso como o mesmo gametofítico produz os órgãos reprodutores femininos (os arquegônios), como os masculinos (os anterídios) diz-se bissexual ou monóico. Para que haja a fecundação é necessária a presença de água tal como as briófitas. Do zigoto formado pela fusão dos gametas cresce então um esporófito com o número total de cromossomos ($2n$).

Nota:

Nalgumas pteridófitas os esporófitos formam agregados designados soros como é o caso da *Polypodium vulgare*



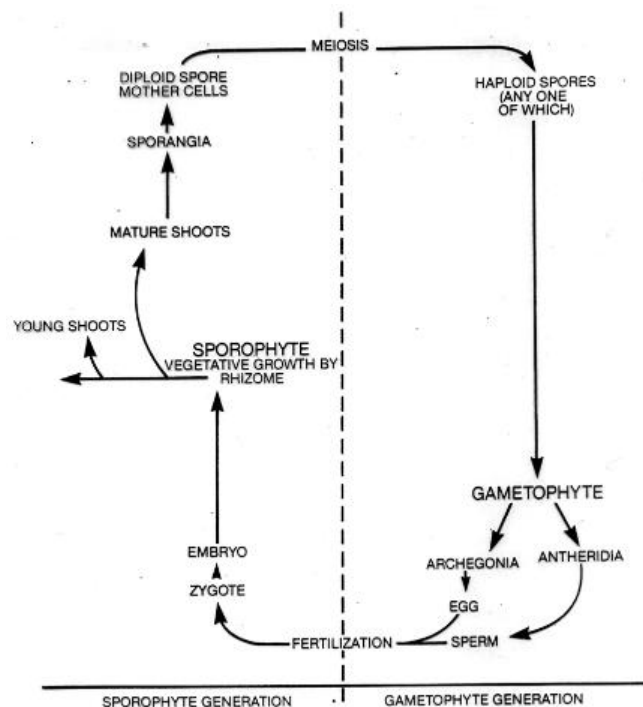
Importância farmacêutica:

Adiantum capillus veneris L. (Avenca) – utilizam-se as frondes

- Béquico – calmante da tosse e das irritações da faringe
- Diurético – favorece a depuração do sangue, eliminando toxinas que este contém
- Emenagogo – facilita o fluxo menstrual
- Emoliente – exerce o efeito calmante sobre a pele e mucosas inflamadas

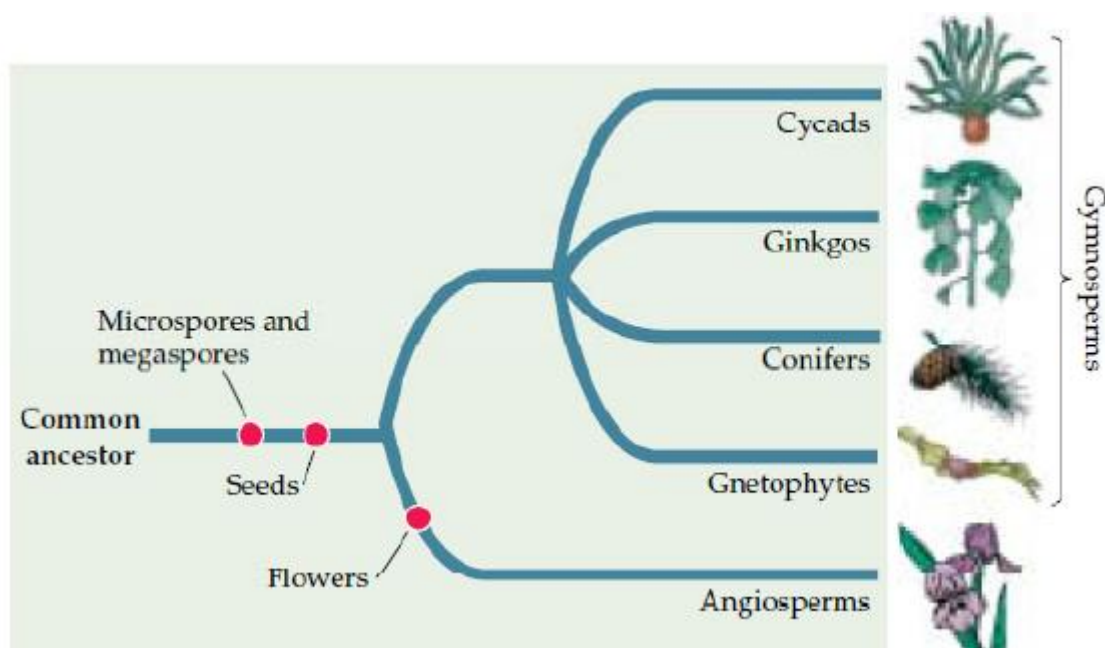
Lycopodium clavatum L. (Licopódio) – utilizam-se os esporos

- Emoliente – ajuda a hidratar a pele e a restaurar a oleosidade perdida
- É utilizado no fabrico de pílulas, impedindo-as de aderirem umas às outras
- O pó dos esporos é inflamável sendo, por isso, utilizado no fabrico de fogo-de-artifício colorido



Espermatófitas (com semente) – *Lycophyta* – ex: *Lycopodium clavatum*

- Aparecimento de estruturas como o óvulo, grãos de pólen e da semente.
- As espermatófitas, super-divisão Spermatophyta, é o taxon que inclui as plantas que produzem sementes. São plantas com o corpo diferenciado em raiz, caule e folhas, com um sistema vascular composto por xilema e floema e com uma alternância de gerações especial. Inclui as angiospérmicas e as gimnospérmicas.
- O ser originado - o esporófito diplóide - a partir do embrião tem um desenvolvimento completo e produz dois tipos de esporos: microspóros (masculinos e os grãos de pólen) e megaspóros (femininos e as "células-mães" dos óvulos no ovário).
- A geração gametófito reduz-se ao tubo polínico que contém os gâmetas masculinos e ao ovário, que contém os óvulos.



h) A escala evolutiva e o aparecimento das gimnospérmicas

Uma das mais espetaculares inovações que surgiram durante a evolução das plantas vasculares foi a semente. A semente transporta e protege o embrião, o qual encontra na semente alimento para os primeiros estágios da germinação.

A semente representa uma vantagem selectiva relativamente às espécies que se reproduzem por esporos livres. Todas as plantas com semente são heterosporoadas: Produzem micrósporos e macrósporos (ou megásporos) que dão origem respectivamente ao microgametófito e ao megagametófito (ou megagametófito).

A semente desenvolve-se a partir do óvulo. O óvulo imaturo corresponde ao megasporângio envolvido por uma ou duas camadas de tecido – os tegumentos.

A evolução do óvulo implicou:

- 1) A retenção dos megásporos dentro do megasporângio, que é carnoso e designado nucelo;
- 2) A redução no número de células mãe de megásporos para um em cada esporângio;
- 3) Sobrevivência de apenas um dos quatro megásporos em cada megasporângio (óvulo);
- 4) Formação de um megagametófito muito reduzido, sem vida livre e retido no interior do megasporângio (óvulo);
- 5) Desenvolvimento do embrião (esporófito jovem) no interior do megagametófito, o qual por sua vez se encontra dentro do megasporângio (óvulo);
- 6) Formação de um tegumento que envolve completamente o esporângio excepto numa pequena abertura, o micrópilo.

A característica geral das gimnospérmicas é a presença de óvulos expostos em folhas carpelares (macrosporófilos) abertas. Com poucas excepções, o gametófito feminino possui vários arquegónios.

Como resultado, mais do que uma oosfera pode ser fecundada e vários embriões podem-se desenvolver no interior do óvulo – poliembrionia. Contudo, na maioria dos casos só um dos embriões sobrevive.

Nas gimnospérmicas a água não é requerida como meio de transporte dos gametas masculinos para que estes atinjam as oosferas. O gametófito masculino parcialmente desenvolvido, o grão de pólen, é transferido (geralmente de modo passivo pelo vento) até às vizinhanças de um gametófito feminino. Após a polinização o gametófito masculino (grão de pólen) produz uma expansão tubular, o tubo polínico.

Os gametófitos masculinos de cicadófitas e Ginkgo produzem um tubo polínico, este não penetra no arquegónio, funciona sim como um haustório que se nutre do nucelo. O grão de pólen acaba por se romper na vizinhança do arquegónio, sendo libertados gametas masculinos (anterozóides) multiflagelados que nadam em direcção à oosfera. Nas cicadófitas e Ginkgo a fecundação representa assim uma transição entre a condição que se observa nos fetos e a condição encontrada nas divisões Coniferophyta e Gnetophyta. Nas coníferas, gnetófitas e angiospérmicas, o tubo polínico transporta o gameta masculino até à oosfera. Com essa inovação as plantas com sementes deixaram de ser dependentes da água livre para assegurar a fecundação.

O ciclo de vida das Gimnospérmicas é haplodiplonte. Contudo, a fase gametófitica atinge o máximo de redução, não se verificando a alternância típica de geração, pois não se formam indivíduos haplóides bem caracterizados como as plantas.



Ciclo de vida das espécies do género Pinus

O ciclo de vida de Pinus estende-se por um período de dois anos.

Os microsporângios e megasporângios, estruturas produtoras de macrósporos e micrósporos, encontram-se em cones ou estróbilos diferentes mas localizados na mesma árvore.

Em geral, os estróbilos masculinos localizam-se nos ramos inferiores da árvore, e os femininos nos ramos superiores. Tal favorece a fecundação cruzada.

Os estróbilos masculinos são pequenos (1-2 cm), responsáveis pela produção dos grãos de pólen. Os estróbilos femininos são maiores e mais complexos e é lá que encontramos os óvulos.

A polinização em Pinus ocorre na Primavera. Nesse período as escamas dos estróbilos femininos imaturos estão separadas. Quando os grãos de pólen pousam nas escamas muitos aderem a gotas de polinização que exsudam dos canais micropilares nas extremidades abertas dos óvulos. À medida que estas gotas se evaporam, contraem-se e arrastam consigo os grãos de pólen através do canal micropilar, colocando-os em contacto com o nucelo. O grão de pólen germina e forma o tubo polínico. Contudo, nessa altura o megasporócito ainda não se dividiu por meiose.

Após a polinização as escamas compactam-se e ajudam a proteger os óvulos em desenvolvimento. Cerca de um mês após a polinização ocorre a meiose do megasporócito e formam-se quatro megásporos, contudo, apenas um deles origina, através de um processo muito lento, o megagametófito.

Após a polinização, o megagametófito demora vários meses a formar-se, podendo chegar aos 12 meses.

Cerca de 15 meses após a polinização, desenvolvem-se geralmente dois ou três arquegónios na extremidade micropilar do megagametófito. Nessa fase o megagametófito está preparado para a fecundação.

Cerca de 12 meses após a polinização, a célula que gerou o gametófito masculino imaturo (tetracelular), divide-se por mitose para originar uma célula estéril e uma célula gametogénica. Por sua vez, a célula gametogénica divide-se e origina dois gâmetas masculinos. Nesta fase, o grão de pólen germinado constitui o microgametófito maduro.

Aproximadamente 15 meses depois da polinização, o tubo polínico chega à oosfera de um arquegónio, onde descarrega os dois gâmetas masculinos.

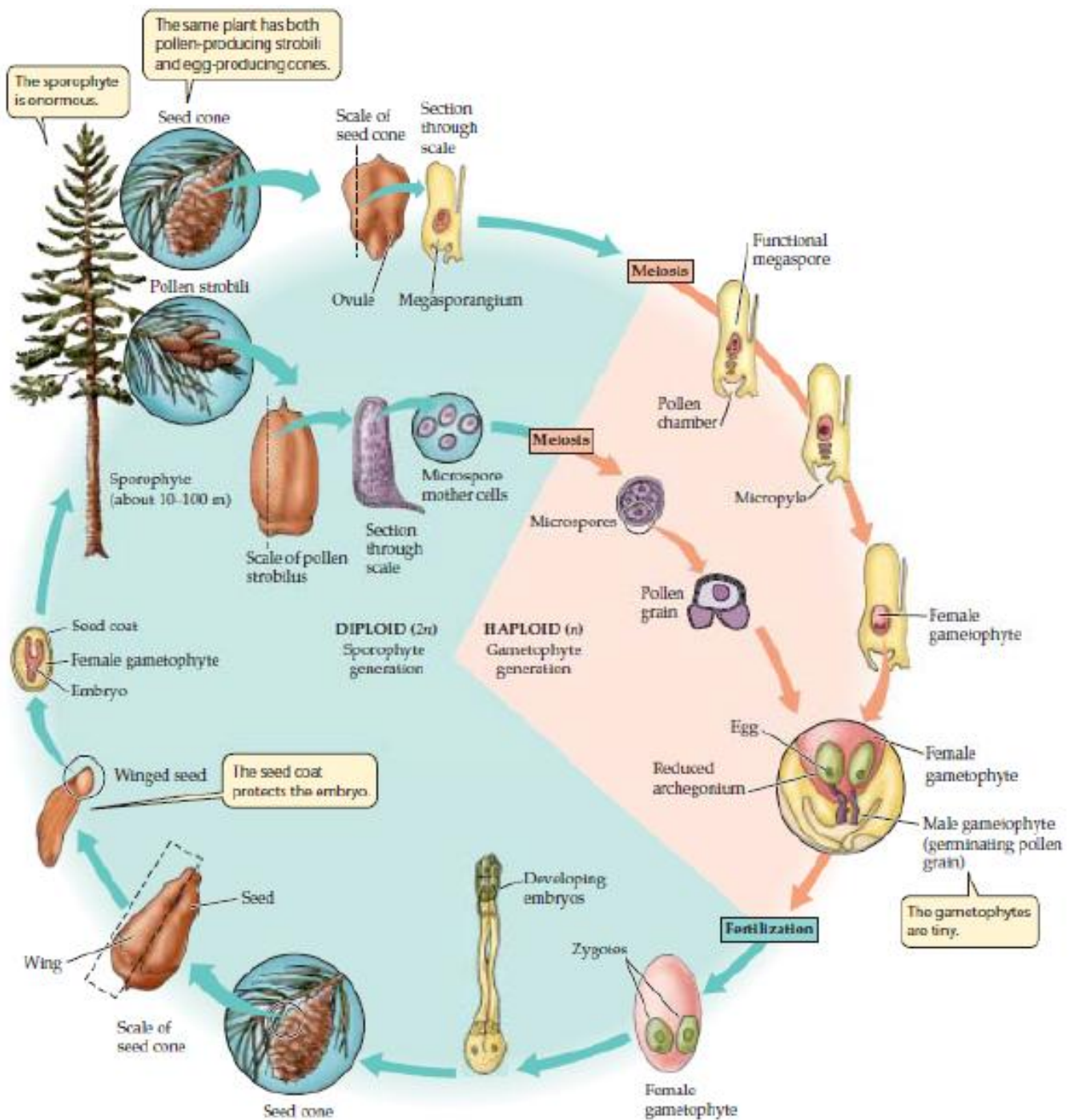
Um dos gâmetas masculinos fecunda a oosfera, enquanto que o outro degenera.

As oosferas de todos os arquegónios do mesmo óvulo são fecundadas, e desenvolvem-se originando uma situação de poliembryonia.

Em geral apenas um embrião se desenvolve em cada semente, mas em 3-4% das sementes de Pinus existe mais do que um embrião, resultando duas ou mais plântulas após a germinação de uma só semente.

Após a fecundação, o zigoto divide-se por mitose e dá origem ao embrião da semente, enquanto que os tegumentos do óvulo originam o tegumento.

As sementes de Pinus são libertadas geralmente no Outono do segundo ano, após o início do aparecimento dos estróbilos e a ocorrência da polinização. Ou seja a pinha tem uma maturação bienal.

**Nota:**

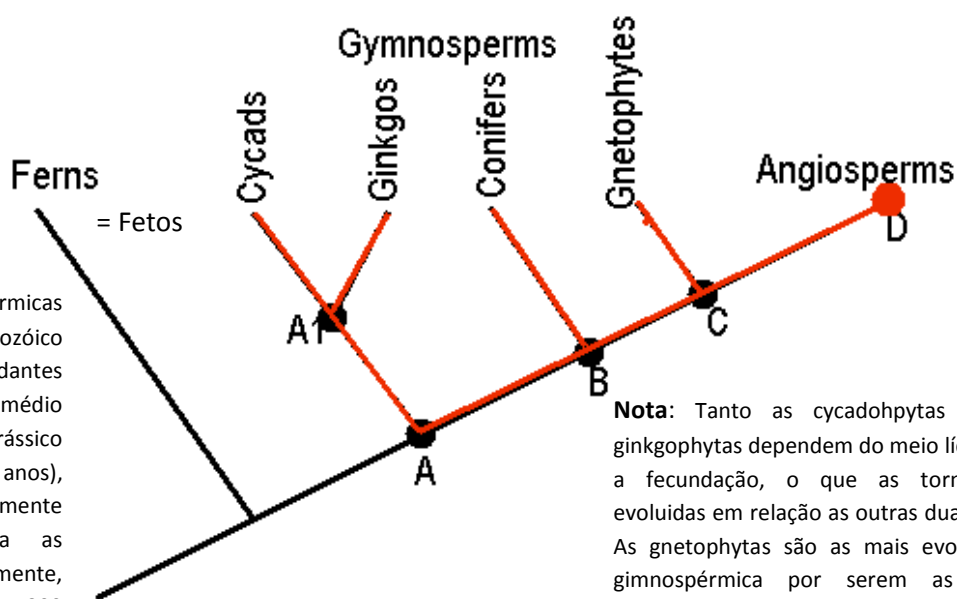
O cone é um caule modificado que apresenta conjuntos de escamas, que são ramos reduzidos especializados para a reprodução.

O estróbiló é uma estrutura semelhante ao cone mas em que as escamas são folhas modificadas.

Os megásporos são produzidos nos cones e os micrósporos são produzidos nos estróbilos.

Os cones são muito maiores do que os estróbilos (1-2 cm).

	Cycadophyta	Ginkgophyta	Gnetophyta	Coniferophyta
Principais Géneros (ou espécies)	11 géneros, 140 espécies: <i>Cycas</i> , <i>Encephalartos</i> , <i>Zamia</i>	<i>Ginkgo biloba</i> é a única espécie viva desta divisão.	<i>Welwitschia</i> (5 espécies), <i>Gnetum</i> (30 espécies), <i>Ephedra</i> (35 espécies).	<i>Pinus</i> (90 espécies), <i>Cupressus</i> , <i>Taxus</i>
Distribuição geográfica e habitat	Regiões tropicais e subtropicais	Sul da Ásia (China), extinta na natureza, em muitos jardins de grandes cidades	Regiões temperadas, tropicais e desertos africanos do hemisfério sul	Regiões temperadas do hemisfério norte. Regiões frias e secas
Principais características morfológicas	Folhas persistentes, semelhantes a folhas de palmeira, plantas dióicas, gâmetas masculinos flagelados, estróbilos (pinhas), caules aéreos ou subterrâneos, não têm flores nem grãos de pólen, estróbilos femininos com sementes nuas expostas	Porte arbóreo, folhas com 2 lobos, planta de folha caduca (a única das gimnospérmicas), apresentam dimorfismo foliar, são dióicas, sementes carnudas só fecundadas quando caem ao chão, tem crescimento lento, gâmetas masculinos flagelados.	Vasos xilémicos semelhantes aos das angiospérmicas, anemófilas (polinização pelo vento), com estróbilos, alguns semelhantes a inflorescências, falsa dupla fecundação (apenas em alguns exemplares), únicas gimnospérmicas com porte pequeno, herbáceo, são monóicas (algumas dióicas), não possui flores nem frutos, gâmetas sem flagelos, sem grãos de pólen, características de transição de gimnospérmicas/angiospérmicas	Arbustos e árvores com folhas aciculares (agulhas) e perenes, na sua maioria monóicas, polinização anémofila (pelo vento), produzem esporos, grãos de pólen
Principais constituintes	Carboidratos, neurotoxinas	Ácidos gordos (presentes nas sementes)	----- -----	terpenóides, oleorresinas, flavonóides, taninos condensados, taxol
Interesse farmacêutico	As folhas são bastante tóxicas, pelo que são usadas como bactericida e fungicida (Glicosídeo venenoso)	Flavonoides e terpenóides), a nível medicinal – ácido butónico	Efedrina (alcalóide) – actua como vasodilatador do sistema respiratório (causa dependência)	Utilizados em cromoterapia (com monoterpenos), actuam no sistema nervoso, antioxidantes e bactericidas



Nota: As gimnospérmicas surgiram no Período Paleozóico e eram muito abundantes durante o baixo e médio Mesozóico (Triássico e Jurássico – 145 a 251 milhões de anos), mas foram progressivamente perdendo espaço para as angiospérmicas. Atualmente, existem aproximadamente 800 espécies desses vegetais.

Nota: Tanto as cycadophytas como as ginkgophytas dependem do meio líquido para a fecundação, o que as torna menos evoluídas em relação às outras duas divisões. As gnetophytas são as mais evoluídas das gimnospérmicas por serem as que se assemelham mais às angiospérmicas (tendo estruturas semelhantes a flores).

i) O aparecimento das angiospérmicas - adaptações para eliminar a dependência da água

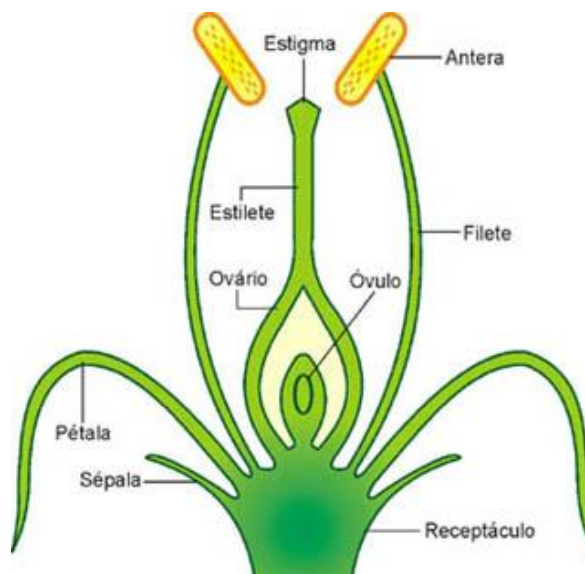
i) Adaptações vegetativas (aparecimento de diferentes tipos de tecido)

- Tecido de protecção (ou epidérmico):
 - Fácil observação
 - Elevado valor taxonómico pois pode apresentar um vasto leque de caracteres diferenciadores
 - Muito usado na caracterização de fármacos de origem vegetal e por isso de referência comum nas suas monografias
 - Em órgãos aéreos: são uma única camada de células vivas, com vacúolos que podem apresentar diferentes conteúdos; células com parede celular celulósica, normalmente com o lado exterior cutinizado (com cutícula); pode apresentar até três tipos diferentes de células; células com a função de protecção e cobertura (forma muito variada nas Eudicotiledóneas e forma pouco variada nas Monocotiledóneas); células com outras funções específicas (estomas e tricomas)

- Tecidos de transporte
- Tecidos de suporte
- Tecidos elaboradores

ii) Adaptações reprodutivas

- Aparecimento de flor
- Protecção do gametófito feminino
- Sistema de reconhecimento do gametófito masculino para poder atingir o feminino (os grãos de pólen – microgametófitos, masculinos – têm diversas características – forma, contorno, estratificação da parede, padrões de ornamentação da exina, etc. – que permitem o seu reconhecimento)
- Reduzida dimensão dos gametófitos
- Dupla fecundação (armazenamento dos nutrientes no endosperma secundário)
- Fruto
- Semente

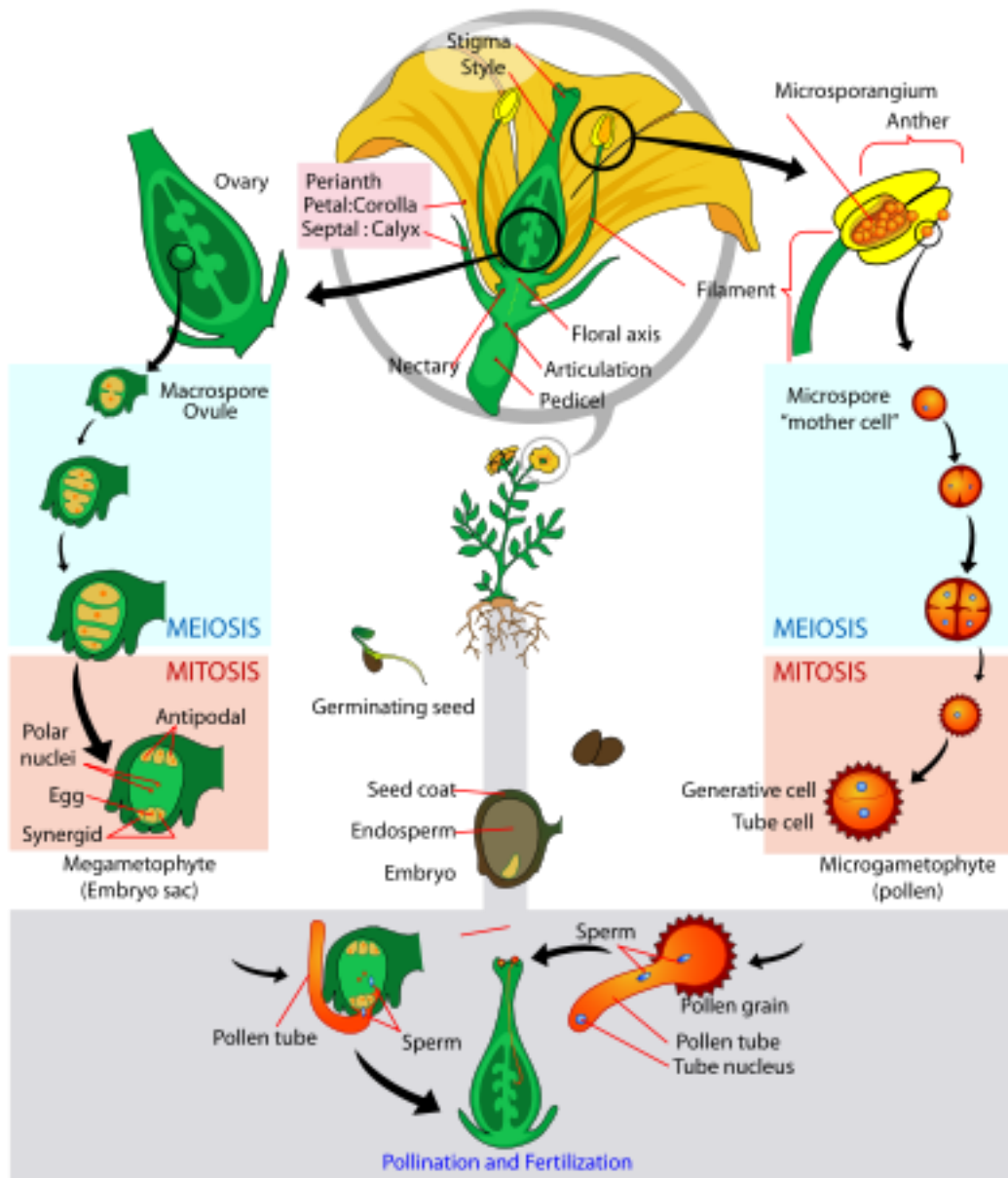


iii) Adaptações químicas

- Síntese de diferentes compostos químicos, maioritariamente produtos do metabolismo secundário:
- Constituintes inertes: celulose, lenhina, cutina, suberina
- Constituintes activos: flavonóides, terpenóides, alcalóides, resinas, mucilagens, etc.

j) A biologia da reprodução nas angiospérmicas

- A novidade das angiospérmicas é a existência de flores e frutos carnosos.
- Tanto as gimnospérmicas como as angiospérmicas apresentam órgãos reprodutores visíveis (estróbilos e flores, respectivamente)
- Flor:
 - Conjunto de sépalas: cálice (estrutura não reprodutora)
 - Conjunto de pétalas: corola (estrutura não reprodutora)
 - Parte masculina: anteras (produção de pólen) e filete (sustentação das anteras)
 - Parte feminina: estigma (onde cai o pólen), estilete, ovário e óvulo (dentro do qual fica a oosfera).
- Enquanto a polinização nas gimnospérmicas é feita pelo vento (anemófila), nas angiospérmicas é grandemente feita por animais (entomófila) – daí a existência da flor com o seu néctar, perfume, beleza, etc. de modo a atrair os animais.
- A importância da associação da polinização aos animais é importante pois 90% das espécies vegetais terrestres são angiospérmicas.
- Quando o grão de pólen (geralmente transportado por animais) cai no estigma é desenvolvido o tubo polínico. O grão de pólen possui 2 ou mais células em seu interior, uma delas destinada à fecundação do óvulo. No entanto, como os grãos são revestidos por uma cobertura resistente, a única maneira do núcleo espermático atingir o óvulo é através do tubo polínico.
- Este tubo leva os dois núcleos espermáticos até ao interior do óvulo. Aqui vai ocorrer um fenómeno único nas espécies vegetais, ocorrendo apenas nas angiospérmicas: a dupla fecundação.
 - Um núcleo espermático fecunda a oosfera dando origem ao zigoto.
 - O outro une-se com dois núcleos polares formados na meiose feminina formando o endosperma triplóide (união de 3 núcleos haplóides).
- Após a dupla fecundação, o óvulo desenvolve-se numa semente, o ovário desenvolve-se em fruto.
- A dispersão das sementes é assegurada pelos animais (os animais comem o fruto e espalham as sementes).



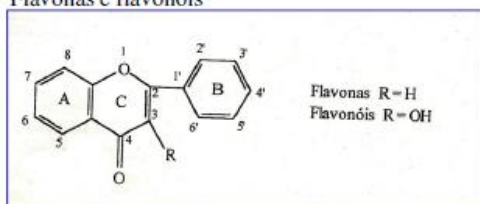
- k) Principais grupos de compostos do metabolismo secundário de interesse farmacêutico
- Fonte directa de compostos de difícil/impossível síntese química (alcalóides)
 - Fonte de compostos cujas moléculas podem ser modificadas (como a morfina)
 - Fonte de modelos para outros compostos obtidos por síntese química (como a procaína e outros anestésicos locais)
 - Fonte de produtos naturais com pouca actividade mas que podem ser modificados originando novos fármacos com grande actividade (como a modificação do estigmasterol que dá corticosteróides)

i) Polifenóis

- Grupos de compostos largamente distribuído na natureza, encontrando-se na maioria das famílias botânicas
- Compostos não azotados, derivados de aminoácidos aromáticos, fenilalanina e tirosina ou ainda de produtos intermediários de via de biossíntese do ácido xiquímico
- Inclui, por exemplo, ácidos hidrocínâmicos, coumarinas, flavonóides, taninos e quinonas
- Grande diversidade de actividades biológicas

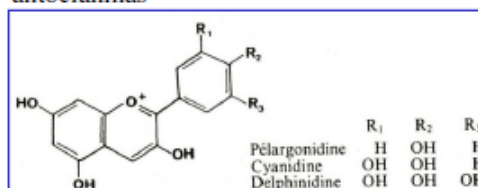
Flavonóides

Flavonas e flavonóis

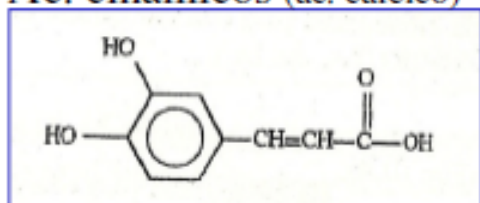


Flavonóides

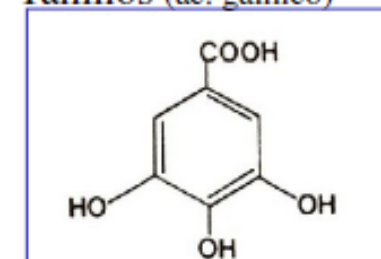
antocianinas



Ác. cinâmicos (ác. cafeico)

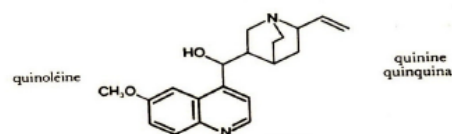


Taninos (ác. gálhico)



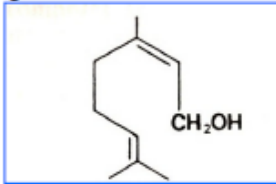
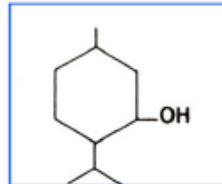
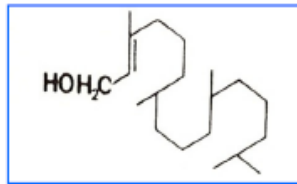
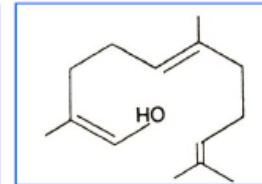
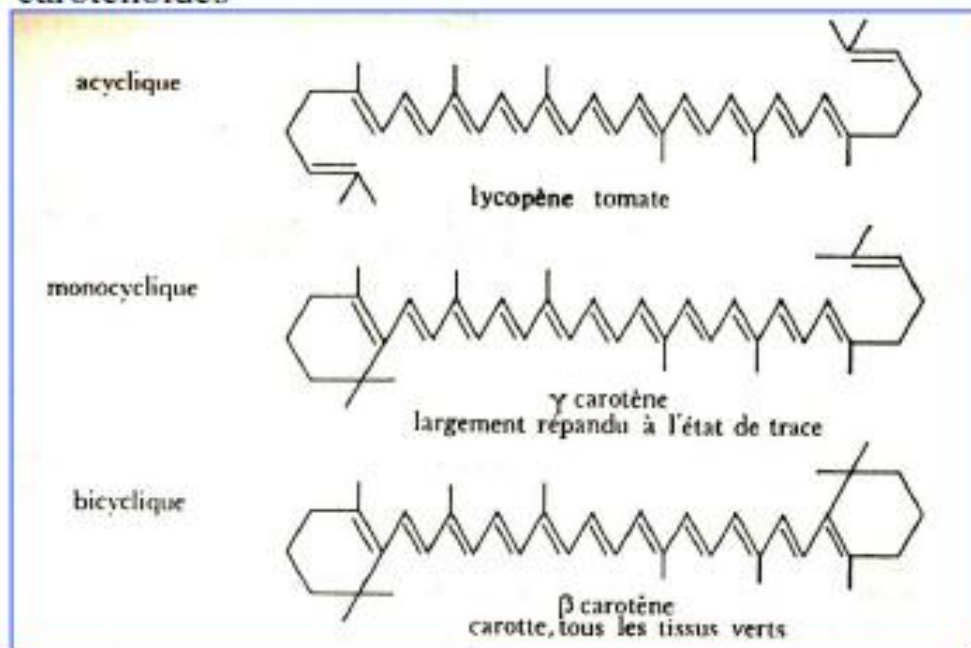
ii) Alcalóides

- Grupo quimicamente muito heterogéneo
- Todos os compostos possuem azoto
- Grupo restrito a algumas famílias (Apocynaceae, Papaveraceae, Solanaceae, Rubiaceae, Liliaceae)
- Classificam-se em grupos, de acordo com a natureza básica de que derivam:
 - Piridina (nicotina)
 - Tropna (cocaína)
 - Quinolína (antimaláricos)
 - Isoquinolina (alcalóides do ópio)
 - Indol (vinblastina e vincristina)
 - Amina (efedrina e colchicina)
 - Purina (cafeína e teobromina)



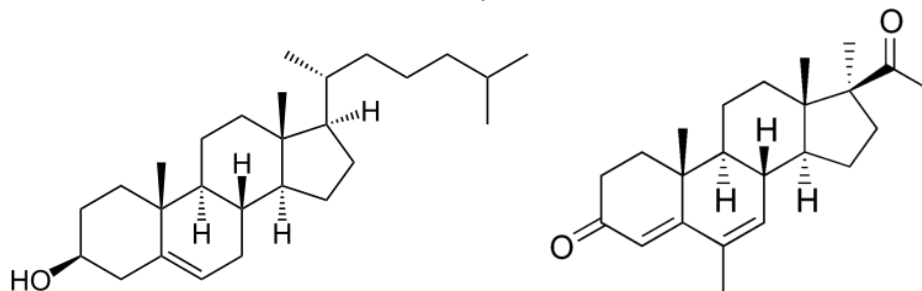
iii) Terpenos e derivados

- Grupo quimicamente muito homogêneo, tendo por base unidades de isopreno (C_5H_8) – (monoterpenos, sesquiterpenos, diterpenos, triterpenos, tetraterpenos ou carotenóides)
- Grupo muito vasto, comum a várias famílias (Myrtaceae, Lamiaceae (Labiatae), Asteraceae, Apiaceae (Umbeliferae), Rutaceae)
- Alguns compostos deste grupo são odoríferos
- Podem ocorrer em estruturas secretoras de origem epidérmica ou não
 - Tricomas secretores – epiderme
 - Bolsas secretoras – parênquima
 - Canais secretores - parênquima
- As condições ambientais podem interferir na sua composição
- Estas estruturas com terpenos e seus derivados podem ser encontradas em todos os órgãos vegetativos e reprodutores
- A sua composição química não é necessariamente igual em todos os órgãos
- Estes compostos podem ser encontrados isolados ou associados a gomas e resinas

Monoterpenos
geraniolMonoterpenos
mentolDiterpenos
fitolSesquiterpenos
farnesolTetraterpenos
carotenóides

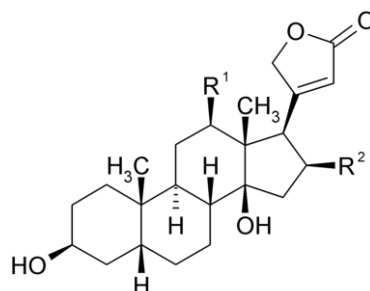
iv) Esteróides

- Apresentam um núcleo de ciclopentanoperhidrofenantreno
- Restritos a algumas famílias (Ranunculaceae, Apocynaceae, Scrophulariaceae, Liliaceae, Dioscoreaceae)
- Grande diversidade de actividades biológicas: desenvolvimento e controlo do sistema reprodutivo em mamíferos, insectos e fungos; contraceptivos orais, anti-inflamatórios, cardiotónicos, precursores de vitamina D, anabólicos



v) Glicosidos cardioactivos

- São derivados de esteróides raros na natureza
- Grupo de compostos restrito a algumas famílias (Scrophulariaceae, Ranunculaceae, Apocynaceae, Liliaceae)



vi) Resina

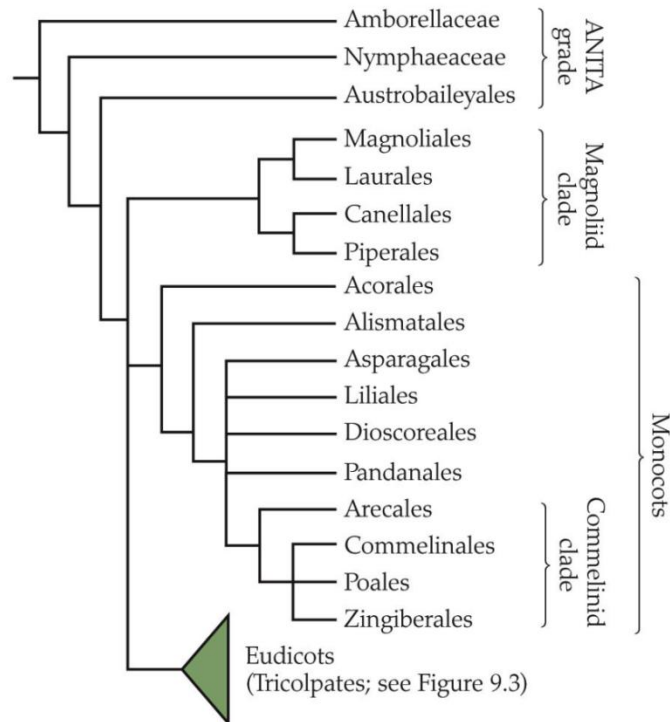
- Grupo quimicamente muito complexo (apresentam-se sólidos ou semi-sólidos)
- Podem ser excretadas ou exsudadas por diferentes tecidos
- Ocorrem em bolsas e canais ou em tricomas secretores
- A sua síntese pode ser aumentada como uma resposta a danos físicos ocorridos a nível dos tecidos e órgãos vegetais
- Restrito a algumas famílias (Exemplo: Cannabaceae)



- I) Aspectos morfológicos, anatómicos e fitoquímicos em algumas famílias botânicas com interesse farmacêutico

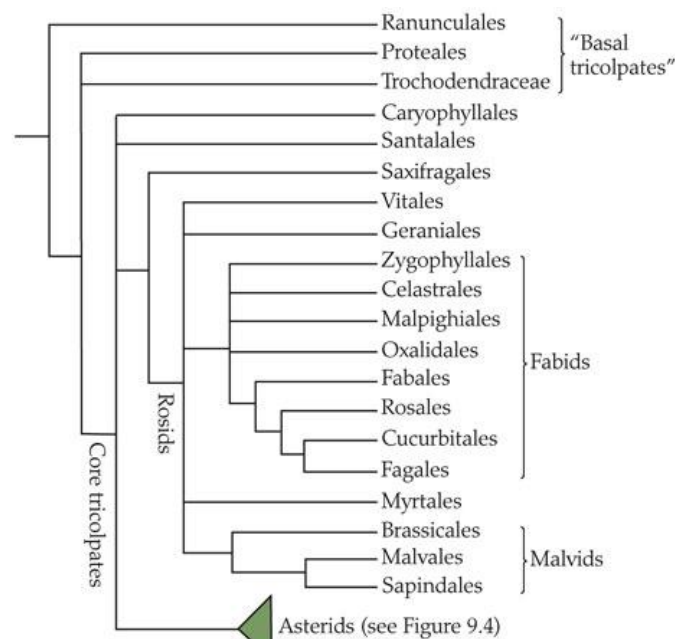
Introdução

Existem cerca de 230.000 espécies de angiospérmicas



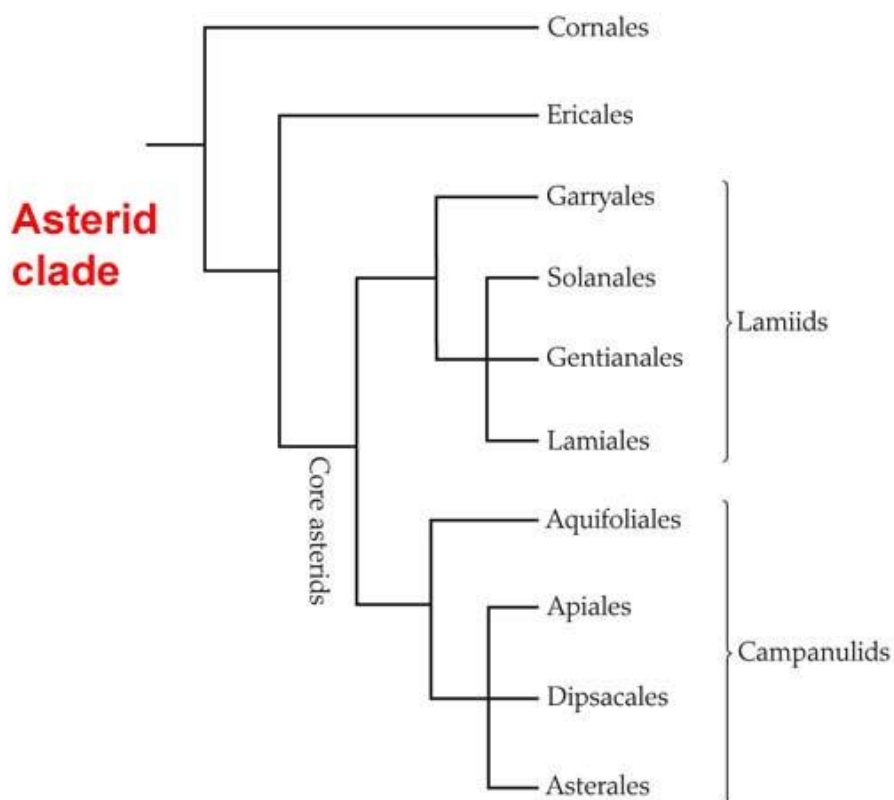
PLANT SYSTEMATICS, Third Edition, Figure 9.2

© 2008 Sinauer Associates, Inc.



PLANT SYSTEMATICS, Third Edition, Figure 9.3

© 2008 Sinauer Associates, Inc.



PLANT SYSTEMATICS, Third Edition, Figure 9.4

© 2008 Sinauer Associates, Inc.




Fonte: *Plant Systematics, 3rd edition, Judd et al, 2008***Notas:**

- A designação spp. corresponde a um grupo de espécies de um género, ou seja, *Magnolia* spp., por exemplo, significa que nos estamos a referir a um grupo de espécies do género *Magnolia*;
- Grãos de pólen tricolporados são grãos de pólen que apresentam três fendas e três poros;
- Uma planta monodicotiledónia é aquela cuja semente apenas apresenta um cotilédone (pequena folha que sustenta a plântula no seu estado inicial), possuindo as dicotiledónias dois cotilédones;
- A polinização é entomófila, quando feita por insectos, anemófila, resultante da acção do vento ou ornitófila, quando é feita por aves;
- O número de espécies e de géneros de cada família foi retirado do livro *Plant Systematics*, segundo a classificação mais recente até à data.


Agavaceae

Evolucionismo/ Taxonomia	<ul style="list-style-type: none"> - Inclui 24 géneros e 637 espécies - São as mais primitivas do filo Magnoliophyta 	
Distribuição/Clima	<ul style="list-style-type: none"> - Zonas desérticas, áridas ou temperadas - Zonas com pouca humidade 	
Caracterização Botânica	<u>Caracterização geral</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Porte herbáceo ou arbustivo - Plantas monóicas - Monocotiledónias
	<u>Folha</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Folhas suculentas - Folhas paralelinérveas - Folhas Lanciolas
	<u>Caule</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Rizoma
	<u>Flor</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Haste floral elevada, com numerosas flores - As flores não apresentam cores intensas (ausência de antocianinas) - As estruturas florais são sempre múltiplas de 3 p.ex: 6 pétalas, 3 carpelos... - Ovário supero
	<u>Fruto</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Pequenas cápsulas
	<u>Polinização</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Polinização por aves e pequenos mamíferos
Compostos/ Aplicações farmacológicas	<ul style="list-style-type: none"> - Compostos do grupo dos esteróides, precursores de contraceptivos orais - Alumina, utilizada em cosmética 	
Outras utilizações	<ul style="list-style-type: none"> - O cisal, comum no México, é utilizado no fabrico de bebidas, tal como o Agave, usado no fabrico de Tequilla - São utilizadas no fabrico de fibras 	
Principais Géneros/ Espécies	<p><i>Agave spp.</i></p> 	<p><i>Yucca spp.</i></p> 


Liliaceae

Evolucionismo/ Taxonomia	- Inclui 39 géneros e 635 espécies		
Distribuição/Clima	- Hemisfério Norte - Zonas temperadas ou subtropicais - Não são espontâneas no clima temperado		
Caracterização Botânica	<u>Caracterização geral</u>	-Plantas de pequeno porte (herbáceo) - Plantas monóicas - Monodicotiledónias	
	<u>Folha</u>	- Peninérveas e paralelinérveas	
	<u>Caule</u>	- Bolbo	
	<u>Flor</u>	- Inflorescência determinada - Haste com 1 a 3 flores terminais - Pétalas com coloridas (presença de antocianinas), mas de tons suaves - Ovário Infero	
	<u>Fruto</u>	- Cápsula aberta	
	<u>Polinização</u>	- Polinização por aves e alguns insectos - Grãos de pólen monosulcados	
Compostos/ Aplicações farmacológicas	- Compostos esteróides - Alcalóides - Compostos do grupo da colarina, com propriedades anti-inflamatórias e hipotensoras - No caso do Aloe, as folhas possuem massas (mucilagens), usadas no fabrico de cremes e sabonetes, uma vez que retardam o envelhecimento da pele - Propriedades Anti-sépticas		
Outras utilizações	- Os populares pensam que as plantas desta família apresentam propriedades anti-cancerígenas (não fundamentado) - O allium existe nas zonas mediterrânicas e é usado desde a antiguidade		
Principais Géneros/ Espécies	<i>Allium spp.</i>	<i>Aloe spp.</i>	<i>Lilium spp.</i>
			


Dioscoreaceae

Evolucionismo/ Taxonomia	- Inclui 8 género e 750 espécies	
Distribuição/Clima	- Zonas semi-áridas, subtropicais ou tropicais - Em grande número na fronteira entre o Texas e o México - Não é espontânea em Portugal	
Caracterização Botânica	<u>Caracterização geral</u>	- Monóicas e Dióicas - Porte herbáceo
	<u>Folha</u>	- Palminérvea
	<u>Caule</u>	- Rizoma
	<u>Flor</u>	- Ovário Infero - Flores com 6 pétalas, 6 estames e 3 carpelos (sempre múltiplos de 3) - Não tem sépalas
	<u>Fruto</u>	- Cápsula ou Baga
	<u>Polinização</u>	- Polinização pelo olfacto (moscas) - Grãos de pólen monosulcados
Compostos/ Aplicações farmacológicas	- Corticoesteróides - Enabolizantes - Foi desta família de plantas que se obteve o primeiro contraceptivo oral	
Outras utilizações	Não são conhecidas outras utilizações	
Principais Géneros/ Espécies	<i>Dioscorea spp.</i> 	



Magnoliaceae

Evolucionismo/ Taxonomia	<ul style="list-style-type: none"> - Inclui 20 géneros e 225 espécies - Plantas extremamente primitivas (as mais), semelhanças com as gimnospérmicas e fósseis mais antigos de angiospérmicas. 	
Distribuição/Clima	<ul style="list-style-type: none"> - Zonas tropicais, subtropicais e temperadas - Pouco espontâneas na Europa 	
Caracterização Botânica	<u>Caracterização geral</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Porte arbustivo ou arbóreo - Monóica - Eudicotiledónias
	<u>Folha</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Folhas Grandes - Apresentam-se de um verde brilhante - Penínérvea - Persistente
	<u>Caule</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Largo e aéreo
	<u>Flor</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Flores de tons brancos ou rosa forte - Muitos estames e poucos carpelos - Flores soltas, apenas presas na base - Flores grandes - Sem cheiro
	<u>Fruto</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Folículo múltiplo - Cinzento ou castanho
	<u>Polinização</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Grãos de pólen monosulcados de grandes dimensões - Sementes com grande concentração de carotenóides - Polinização ornitófila ou pelo vento
Compostos/ Aplicações farmacológicas	<ul style="list-style-type: none"> - Terpenos (compostos aromáticos), que estão na casca da árvore - Alcalóides (Podem ser tóxicas) - Casca com taninos, com acção anti-séptica e cicatrizante 	
Outras utilizações	<ul style="list-style-type: none"> - Usadas em arranjos decorativos 	
Principais Géneros/ Espécies	<p><i>Magnolia spp.</i></p> 	



Illiciaceae

Evolucionismo/ Taxonomia	- 1 género, 40 espécies - Plantas primitivas - Antes pertencia à família Magnoliaceae	
Distribuição/Clima	- Ásia, sul da China e Vietname	
Caracterização Botânica	<u>Caracterização geral</u>	- Porte arbustivo ou arbóreo
	<u>Folha</u>	- Folhas Grandes - Peninérvea - Persistente
	<u>Caule</u>	- Largo e aéreo
	<u>Flor</u>	- Flores de tons brancos ou rosa forte - Muitos estames e poucos carpelos - Flores soltas, apenas presas na base - Flores grandes - Sem cheiro
	<u>Fruto</u>	- Folículo em forma de estrela - Completo e regular - Possui uma semente
	<u>Polinização</u>	- Grãos de pólen monosulcados de grandes dimensões - Sementes com grande concentração de carotenóides - Polinização ornitófila ou pelo vento
Compostos/ Aplicações farmacológicas	- Illicium Verum é a planta donde é extraído o precursor do Tamiflu, sendo originária da China central - Monoterpenos, usados como broncodilatadores - Alcalóides - Polifenóis, extremamente tóxicos - Plantas de um modo geral muito tóxicas, apenas usadas para uso farmacêutico	
Outras utilizações	Não são conhecidas outras utilizações	
Principais Géneros/ Espécies	<i>Illicium spp.</i> 	


Lauraceae

Evolucionismo/ Taxonomia	- Inclui 50 géneros e cerca de 2500 espécies	
Distribuição/Clima	- Regiões Temperadas - Originárias do Iraque - Estavam presentes na flora atlântica primitiva	
Caracterização Botânica	<u>Caracterização geral</u>	- Porte arbustivo ou arbóreo - Eudicotiledónias - Dióicas
	<u>Folha</u>	- Penínérvea
	<u>Caule</u>	- Largo e aéreo
	<u>Flor</u>	- Pequena - Sem antocianinas - Apresentam 6 pétalas - Não têm sépalas - Numerosos estames
	<u>Fruto</u>	- Pequena Drupa (1 ovário)
	<u>Polinização</u>	- Grão de pólen tricolpado - Polinização entomófila
Compostos/ Aplicações farmacológicas	- Terpenos, com acção anti-séptica - Alcalóides - Taninos - Os frutos contêm semi-terpenos	
Outras utilizações	Canela que provém da casca de <i>Cinnamomum</i> spp. Cânfora (outra especiaria). Pau-cravo (condimento), pau-rosa (perfumaria).	
Principais Géneros/ Espécies	<i>Laurus</i> spp. 	<i>Cinnamomum</i> spp. 


Ranunculaceae

Evolucionismo/ Taxonomia	- Família primitiva - Inclui 50 géneros e 2000 espécies	
Distribuição/Clima	- Zonas temperadas e subtropicais - Zonas com muita humidade, maioritariamente no Hemisfério Norte - Algumas espécies desta família (Ranunculus) crescem junto a ribeiras	
Caracterização Botânica	<u>Caracterização geral</u>	- Porte herbáceo - Monóicas - Eudicotiledónias
	<u>Folha</u>	- Palminérvea
	<u>Caule</u>	- Caule aéreo ramificado
	<u>Flor</u>	- Tépalas (pétalas soltas) brancas ou amarelas - Flor pequena e primitiva - Muitos estames - Cores intensas (antocianinas)
	<u>Fruto</u>	- Aquínio
	<u>Polinização</u>	- Polinização entomófila - Grão de pólen tricolpado
Compostos/ Aplicações farmacológicas	- Grande quantidade de alcalóides, com utilização cardíaca - Polifenóis - Altamente tóxicas e provocam intoxicação no contacto com a pele	
Outras utilizações	Não são conhecidas outras utilizações	
Principais Géneros/ Espécies	<i>Ranunculus spp.</i> 	<i>Delphinium spp.</i> 


Papaveraceae

Evolucionismo/ Taxonomia	- Inclui 32 géneros e 650 espécies	
Distribuição/Clima	- Zonas temperadas, tropicais e subtropicais - Ásia e Europa	
Caracterização Botânica	<u>Caracterização geral</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Porte herbáceo - Muito raramente arbustivas - Eudicotiledónias
	<u>Folha</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Folha apresenta fendas - Apresenta muitos pêlos (puberulenta)
	<u>Caule</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Apresenta pêlos tomentosos e protectores
	<u>Flor</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Numerosos estames - Pétalas possuem vacúolos com grande quantidade de antocianinas - Oário Supero - Mais de 5 pétalas livres
	<u>Fruto</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Cápsula - Numerosas sementes de cor branca
	<u>Polinização</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Polinização entomófila ou anemófila - Grãos de pólen circulares (poliporados)
Compostos/ Aplicações farmacológicas	<ul style="list-style-type: none"> - Plantas ricas em alcalóides (ópio) e derivados (codeína, heroína e morfina) - O ópio é um narcótico que provoca um efeito anestésico - O ópio encontra-se na cápsula e a sua extracção é feita por raspagem dos lactíferos 	
Outras utilizações	Não são conhecidas outras utilizações	
Principais Géneros/ Espécies	<p><i>Papaver spp.</i></p> 	





Euphorbiaceae

Evolucionismo/ Taxonomia	- Família complexa - Inclui 222 géneros e 5970 espécies	
Distribuição/Clima	- Zonas tropicais, temperadas e desérticas - Existe em todos os continentes, mas predomina no continente Africano	
Caracterização Botânica	<u>Caracterização geral</u>	- Porte herbáceo, arbustivo e arbóreo - Monóicas e dióicas - Eudicotiledónias
	<u>Folha</u>	- Folhas muito grandes - Pigmentadas (antocianinas) - Penínervia e palminervia
	<u>Caule</u>	- Caule aéreo ramificado
	<u>Flor</u>	- Não tem verdadeiras flores - Não possui pétalas nem sépalas, mas sim tépalas - As tépalas são de pequenas dimensões - 3 Carpelos e 5 tépalas (múltiplos) - Ovário supero
	<u>Fruto</u>	- Cápsula e baga
	<u>Polinização</u>	- Polinização entomófila e ornitófila - Por vezes a polinização pode ser anemófila (Portugal) - Grão de pólen tricolpado ou tricolporado
Compostos/ Aplicações farmacológicas	- Libertam látex tóxico, mas que pode ser usado para fins medicinais - Terpenos, com utilização antiviral - Propriedades anti-hemorragicas	
Outras utilizações	- Usadas localmente na caça e na pesca	
Principais Géneros/ Espécies	<div> <i>Euphorbia spp.</i>  </div> <div> <i>Ricinus spp.</i>  </div>	



Fabaceae

Evolucionismo/ Taxonomia	- Terceira maior família - Inclui 727 géneros e 19325 espécies - Plantas comestíveis: feijão, ervilhas, soja...	
Distribuição/Clima	- Zonas tropicais, temperadas e subtropicais	
Caracterização Botânica	<u>Caracterização geral</u>	- Porte herbáceo, arbustivo e arbóreo - Eudicotiledónias - Monóicas
	<u>Folha</u>	- Folhas cardiformes (forma de coração) ou fendidas - Inteira - Penínérvea ou palminérvea
	<u>Caulé</u>	- Trepadeira ou gavinha
	<u>Flor</u>	- Ovário supero - 1 óvulo por ovário - A flor é muito evoluída - Corola papilionácea, com 5 pétalas unidas na base (1 estandarte, 2 asas e uma quilha) - 5 estames bi-dinâmicos
	<u>Fruto</u>	- Feijão (vagens)
	<u>Polinização</u>	- Grão de pólen tricolporado - Polinização entomófila
Compostos/ Aplicações farmacológicas	- Alcalóides, que estão presentes na casca do fruto - Glícidos e óleos, presentes nas sementes - Compostos com acção na menopausa	
Outras utilizações	- Grande importância económica, ao nível da alimentação - Algumas espécies apresentam uma associação simbiótica com cianobactérias, na raiz, enriquecendo o solo em azoto - Utilização na cosmética	
Principais Géneros/ Espécies	<div> <i>Genista spp.</i>  </div> <div> <i>Glycine spp.</i>  </div> <div> <i>Vicia spp.</i>  </div> <div> <i>Medicago Sativa</i>  </div>	

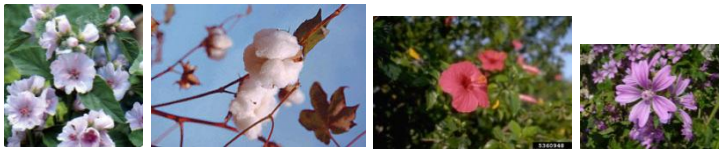
Rosaceae

Evolucionismo/ Taxonomia	- Inclui 110 géneros e 2000 espécies			
Distribuição/Clima	- Espontâneas em regiões temperadas do hemisfério Norte - Por todo o Mundo			
Caracterização Botânica	<u>Caracterização geral</u>	- Porte arbustivo ou arbóreo - Eudicotiledónias - Monóicas		
	<u>Folha</u>	- Folhas inteiras - Peninérveas		
	<u>Caule</u>	- Tem estículas que picam (espinhos)		
	<u>Flor</u>	- Tem 5 pétalas (pentâmera) - Estames numerosos - 5 carpelos, com muitos ovários - As pétalas possuem glândulas internas que lhes dão cheiro		
	<u>Fruto</u>	- Aquénio ou folículo isolado		
	<u>Polinização</u>	- Polinização entomófila - Grão de pólen trigolpado		
Compostos/ Aplicações farmacológicas	- Polifenóis - Flavonas - Taninos, com utilização anti-séptica - Propriedades antioxidantes e hipotensoras - É a família que tem mais espécies com uso farmacológico			
Outras utilizações	- Tem algum peso económico - Uso ornamental (rosas) e na alimentação (maçãs, morangos...)			
Principais Géneros/ Espécies	<i>Crataegus spp.</i>	<i>Malus spp.</i>	<i>Prunus spp.</i>	<i>Rosa spp.</i>
				

Rubiaceae

Evolucionismo/ Taxonomia	- Inclui 650 géneros e 13000 espécies	
Distribuição/Clima	- Zonas tropicais e subtropicais - Originária de África	
Caracterização Botânica	<u>Caracterização geral</u>	- Porte arbustivo ou arbóreo - Eudicotiledónias
	<u>Folha</u>	- Folhas inteiras - Penínérvea
	<u>Caule</u>	- Caule aéreo ramificado
	<u>Flor</u>	- Tem 5 pétalas (pentâmera) - 5 carpelos - Corola sub-tubular - Possui 4 ou 5 estames - Inflorescência indeterminada - Ovário infero - Tem nectários
	<u>Fruto</u>	- Drupa (só tem 1 semente) - Esquisocárpica (não tem metacarpo)
	<u>Polinização</u>	- Polinização entomófila e ornitófila
Compostos/ Aplicações farmacológicas	- Cafeína - Alcalóides (Cinchona spp. tem um alcalóide usado no tratamento da malária)	
Outras utilizações	Não são conhecidas outras utilizações	
Principais Géneros/ Espécies	<div> <i>Coffea arabica</i>  </div> <div> <i>Cinchona spp.</i>  </div>	


Malvaceae

Evolucionismo/ Taxonomia	- Inclui 252 géneros e 2330 espécies	
Distribuição/Clima	- Em todo o Mundo	
Caracterização Botânica	<u>Caracterização geral</u>	- Eudicotiledónias - Porte herbáceo ou arbustivo
	<u>Folha</u>	- Peninérvea ou palminérvea
	<u>Caule</u>	- Caule aéreo de ramificado
	<u>Flor</u>	- Tem 5 pétalas (pentâmera) - Estames livres ou inseridos em hibiscos - Numerosos estames (múltiplos de 5) - Ovário supero
	<u>Fruto</u>	- Cápsula ou drupa - Sementes com muitos pêlos
	<u>Polinização</u>	- Polinização entomófila, ornitófila e anemófila
Compostos/ Aplicações farmacológicas	- Propriedades hipotensoras - Flavenóides, com acção anti-séptica - Mucilagens que fixam água - Alcalóides	
Outras utilizações	- Utilização ornamental - Fabrico têxtil (pêlos das sementes da planta do algodão)	
Principais Géneros/ Espécies	<i>Athaea officinalis</i> <i>gossypium spp.</i> <i>Hibiscus spp.</i> <i>Malva spp.</i> 	




Rutaceae

Evolucionismo/ Taxonomia	- Inclui 169 géneros e 1600 espécies		
Distribuição/Clima	- Zonas temperadas, subtropicais ou tropicais - Originárias da Ásia		
Caracterização Botânica	<u>Caracterização geral</u>	- Porte arbustivo e arbóreo - Eudicotiledónias - Monóicas	
	<u>Folha</u>	- Folhas inteiras - Penínérvea	
	<u>Caule</u>	- Caule aéreo e ramificado	
	<u>Flor</u>	- Tem 5 pétalas (pentâmera) - As pétalas estão unidas na base ou livres - Possui 8 a 10 estames - Têm 1 ou 2 óvulos por carpelo - Ovário supero	
	<u>Fruto</u>	- Aquénio ou folículo isolado - Mesocarpo sumarento	
	<u>Polinização</u>	- Polinização entomófila - Grãos de pólen tricolporados	
Compostos/ Aplicações farmacológicas	- Pilocarpus tem pilocarpina, que é usada no tratamento do glaucoma e como antídoto contra alcalóides - São ricos em terpenos aromáticos - Vitamina C		
Outras utilizações	- Utilizam-se em perfumaria		
Principais Géneros/ Espécies	<i>Citrus spp.</i>	<i>Pilocarpus spp.</i>	<i>Ruta spp.</i>
			

Solanaceae

Evolucionismo/ Taxonomia	- Inclui 95 géneros e 2000 espécies	
Distribuição/Clima	- Zonas tropicais - Originárias da América do Sul	
Caracterização Botânica	<u>Caracterização geral</u>	- Porte arbustivo e arbóreo - Eudicotiledónias - Plantas infestantes
	<u>Folha</u>	- Folhas inteiras ou fendidas - Penínérvea ou palminérvea - Apresenta muitos pêlos
	<u>Caule</u>	- Caule aéreo e ramificado
	<u>Flor</u>	- Pétalas com extremidades aguçadas - Tem 5 pétalas e 5 estames - Corola tubular - 5 carpelos com numerosos óvulos
	<u>Fruto</u>	- Baga preta e brilhante - Em certas espécies pode ser uma cápsula
	<u>Polinização</u>	- Polinização entomófila - Grãos de pólen tricolporados
Compostos/ Aplicações farmacológicas	- Plantas muito tóxicas devido à grande concentração de alcalóides. - Os alcalóides têm propriedades alucinogénicas e narcóticas - Propriedades estimulantes	
Outras utilizações	- Fabrico de tabaco (<i>Nicotiana</i> spp.) - Alimentação (batata, tomate)	
Principais Géneros/ Espécies	<i>Atropa</i> spp. <i>Datura</i> spp. <i>Hyoscyamus</i> spp. <i>Nicotiana</i> spp. 	


Apocynaceae

Evolucionismo/ Taxonomia	- Inclui 415 géneros e 4555 espécies		
Distribuição/Clima	- Zonas tropicais e temperadas - Locais húmidos e sombrios		
Caracterização Botânica	<u>Caracterização geral</u>	- Eudicotiledónias - Porte herbáceo ou arbustivo	
	<u>Folha</u>	- Folhas inteiras - Peninérvea	
	<u>Caule</u>	- Caule aéreo e ramificado	
	<u>Flor</u>	- Pétalas cor-de-rosa, amarelas ou azuis - Inflorescência determinada - 5 pétalas unidas na base e 5 estames - 5 carpelos - Ovário supero	
	<u>Fruto</u>	- Cápsula	
	<u>Polinização</u>	- Polinização entomófila e anemófila - Grão de pólen tricolporado	
Compostos/ Aplicações farmacológicas	- Plantas ricas em alcalóides (folhas e sementes) - Alguns desses alcalóides (vinblastina e vincristina) são utilizados no tratamento da leucemia		
Outras utilizações	- Utilização ornamental		
Principais Géneros/ Espécies	<i>Catharantus spp.</i> 	<i>Nerium spp.</i> 	<i>Vinca spp.</i> 





Scrophulariaceae

Evolucionismo/ Taxonomia	- Inclui 269 géneros e 5100 espécies	
Distribuição/Clima	- Zonas temperadas - Espontânea em Portugal	
Caracterização Botânica	<u>Caracterização geral</u>	- Eudicotiledónias - Porte herbáceo ou arbustivo
	<u>Folha</u>	- Folhas inteiras - Muito grandes - Penínérvea
	<u>Caule</u>	- Caule aéreo ramificado
	<u>Flor</u>	- Tem 5 pétalas unidas na base - Corola tubular - Ovário supero
	<u>Fruto</u>	- Baga ou esquizocarpo
	<u>Polinização</u>	- Polinização entomófila - Grão de pólen tricolporado
Compostos/ Aplicações farmacológicas	- Digitoxina, com acção no tratamento de doenças cardíacas - São, de um modo geral, tóxicas	
Outras utilizações	Não são conhecidas outras utilizações	
Principais Géneros/ Espécies	<i>Digitalis spp.</i> 	<i>Verbascum spp.</i> 




Lamiaceae

Evolucionismo/ Taxonomia	- Inclui 258 géneros e 7193 espécies	
Distribuição/Clima	- Regiões temperadas do hemisfério Norte - Originárias de zonas temperadas e subtropicais	
Caracterização Botânica	<u>Caracterização geral</u>	- Eudicotiledónias - Porte arbustivo - Monóicas
	<u>Folha</u>	- Tem muitos pêlos - Penínérvea - Folhas opostas ou verticiladas
	<u>Caule</u>	- Tem muitos pêlos
	<u>Flor</u>	- Corola bilobada, tem 5 pétalas que aparentam ser 2 - Tem 4 estames - Estames bi-dinâmicos - Ovário supero
	<u>Fruto</u>	- Esquizocarpo
	<u>Polinização</u>	- Polinização entomófila - Grãos de pólen tricolporados
Compostos/ Aplicações farmacológicas	- Monoterpenos, nos pêlos das folhas - Propriedades anti-sépticas, diuréticas e abortivas	
Outras utilizações	- Utilização na perfumaria	
Principais Géneros/ Espécies	<i>Lamium spp.</i> <i>Lavandula spp.</i> <i>Mentha spp.</i> <i>Rosmarinus spp.</i> 	

Apiaceae

Evolucionismo/ Taxonomia	- Inclui 300 géneros e 3000 espécies			
Distribuição/Clima	- Zonas temperadas ou subtropicais - Hemisfério Norte			
Caracterização Botânica	<u>Caracterização geral</u>	- Porte herbáceo ou arbustivo - Eudicotiledónias		
	<u>Folha</u>	- Folhas compostas - Peninérvea ou palminérvea		
	<u>Caule</u>	- Caule oco - Tecidos de transporte estão na periferia		
	<u>Flor</u>	- Possui umbelas (aglomerados de flores de pequena dimensão) - Inflorescência indeterminada - Ovário infero		
	<u>Fruto</u>	- Esquizocarpo (não tem parte carnuda)		
	<u>Polinização</u>	- Polinização entomófila e anemófila - Grão de pólen tricolporado		
Compostos/ Aplicações farmacológicas	- Todos os tipos de terpenos - Compostos resinosos - Polifenóis - Alcalóides - Acção anti-séptica e anti-viral			
Outras utilizações	- Utilização na perfumaria - Utilização como especiarias (alimentação)			
Principais Géneros/ Espécies	<i>Apium spp.</i> 	<i>Conium spp.</i> 	<i>Coriandrum spp.</i> 	<i>Daucus spp.</i> 

Asteraceae

Evolucionismo/ Taxonomia	<ul style="list-style-type: none"> - Inclui 900 géneros e 50000 espécies - É a família mais evoluída - Maior família 	
Distribuição/Clima	<ul style="list-style-type: none"> - Existem em todo o Mundo - Espontâneas em zonas temperadas e subtropicais 	
Caracterização Botânica	<u>Caracterização geral</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Porte herbáceo ou arbustivo - Eudicotiledónias - Monóica (periferia) e dióica (centro)
	<u>Folha</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Folhas compostas ou inteiras - Penínérvea ou palminérvea
	<u>Caule</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Caule aéreo ramificado
	<u>Flor</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Flores dispostas em capículos - Inflorescência indeterminada - Corola tubular, pétalas e sépalas unidas (centro) - Corola ligulada, estames unidos (periferia) - Ovário infero
	<u>Fruto</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Cápsula ou aquénio
	<u>Polinização</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Polinização entomófila e anemófila - Grãos de pólen tricolporados
Compostos/ Aplicações farmacológicas	<ul style="list-style-type: none"> - Polifenóis - Alcalóides - Terpenos e sesquiterpenos - Propriedades antioxidantes - A raiz de algumas espécies tem propriedades hipotensoras 	
Outras utilizações	<ul style="list-style-type: none"> - Fabrico de absinto (<i>Artemisia absinthium</i>) - Alimentação (alface) - Decoração (margaridas e girassóis) 	
Principais Géneros/ Espécies	<p><i>Calendula officinalis</i> <i>Echinacea purpúrea</i> <i>Matricaria Recutita</i></p> <div>    </div>	

5) Biologia do desenvolvimento

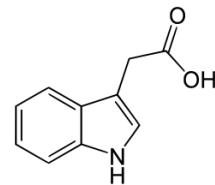
a) Fitohormonas

Hormona vegetal ou fitohormona é uma substância orgânica sintetizada numa determinada zona da planta que em concentrações variadas promove, inibe ou modifica qualitativamente o crescimento, geralmente numa zona diferente do seu local de síntese

i) Principais grupos:

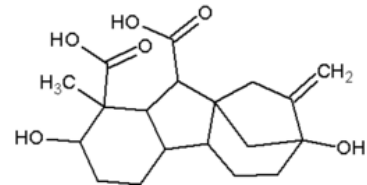
(1) Auxinas (IAA)

- Controlam a divisão e crescimento celular, a rizogénese, dominância apical, abscisão de folhas e de frutos e a floração
- Controlam o fototropismo e gravitropismo.
- Local de síntese: zonas meristemáticas de raízes e gomos
- Alvo: células de raízes, caules e folhas



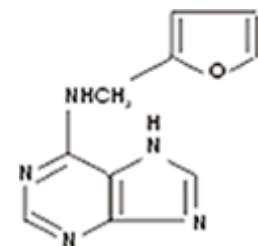
(2) Giberelinas

- Promoção e alongação do caule, floração, crescimento de frutos, germinação das sementes, inibição de raízes.
- Local de síntese: órgãos jovens, folhas e raízes; cloroplastos e tecidos das folhas
- Alvo: células do caule



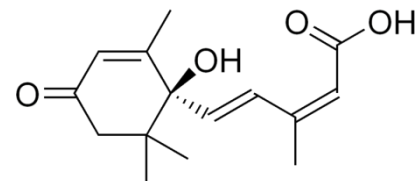
(3) Citocininas

- Promovem a divisão celular e o desenvolvimento de gomos laterais, induzem a caulogénese. Promovem também a germinação das sementes e o desenvolvimento dos frutos. Estimulam o metabolismo celular, impedindo ou retardando o envelhecimento dos órgãos vegetais (sobretudo as folhas).
- Local de síntese: zonas apicais das raízes
- Alvo: tecidos em crescimento de raízes, caules e folhas



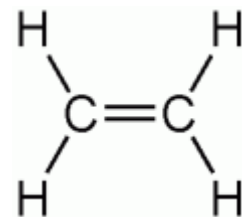
(4) Ácido abscísico

- Actua em fenómenos de inibição do crescimento das plantas, da germinação das sementes e do desenvolvimento de gomos. Promove o fecho dos estomas e a abscisão.
- Local de síntese: folhas adultas e sementes
- Alvo: tecidos de caules e gomos



(5) Etileno

- Acelera os processos de floração, senescência e abscisão.
- Estimula o amadurecimento.
- Local de síntese: na maioria dos tecidos como resposta ao stress, em senescência ou amadurecimento (tecidos de raízes e folhas envelhecidas)
- Alvo: frutos e flores



b) Utilidade das plantas

- Fonte de alimento
- Fonte de metabolitos secundários ou produtos naturais
- Matérias primas ou princípios activos para as indústrias (química, farmacêutica, agrícola, alimentar)
- Dão origem a produtos como fármacos, insecticidas, aromatizantes e corantes
- Riscos de extinção estão associados á sobre exploração dos recursos. Para tal, realizam-se culturas de células, tecidos e órgãos vegetais em bioreactores, permitindo a sua transformação e obtenção de plantas transgénicas

c) Totipotência das células vegetais

Totipotência: células já diferenciadas podem voltar a adquirir todas as potencialidade do zigoto. Assim, a partir de uma única célula podemos recuperar todo um organismo

d) Embriogénese somática

Processo de desenvolvimento de embriões a partir de células somáticas

e) Biotecnologia vegetal

i) Cultura de células e tecidos vegetais *in vitro*

- Para o estabelecimento de culturas de células e tecidos é necessário a utilização correcta e controlo de meios de cultura, os próprios tipos de cultura (sólido, líquido), e as condições de cultura (iluminação, fotoperíodo, temperatura)
- Aplicações:
 - Propagação vegetativa, existindo sistemas organizados (cultura de órgãos como meristemas, segmentos de caule com gomos, raízes e embriões em estado imaturo) e sistemas não organizados [Callus] (desdiferenciação de células que crescem indeterminadamente formando uma massa não organizada de células)
 - Melhoramento das plantas por processos haplóides (por cultura de anteras e pólen) e através dos protoplastos e hibridação celular
 - Produção de substâncias com interesse farmacológico
- Vantagens:
 - Produção de substância em condições ambientais rigorosamente controladas
 - Obter substância como metabolitos secundários a partir de culturas isentas de doenças
 - Controlar o processo de crescimento e regular as vias metabólicas
 - Melhorar a produtividade

- Aplicações na indústria farmacêuticas

Produto	Planta	Aplicação
Codeína	<i>Papaver somniferum</i>	Analgésico
Quinina	<i>Chinchona ledgeriana</i>	Antipalúdico
Digoxina	<i>Digitalis lanata</i>	Cardiotónico
Escopolamina	<i>Datura stramonium</i>	Antihipertensivo
Vincristina	<i>Catharanthus roseus</i>	Anticancerígeno
Trigonelina	<i>Trigonella foenum-graecum</i>	Anticancerígeno

f) As plantas transgénicas

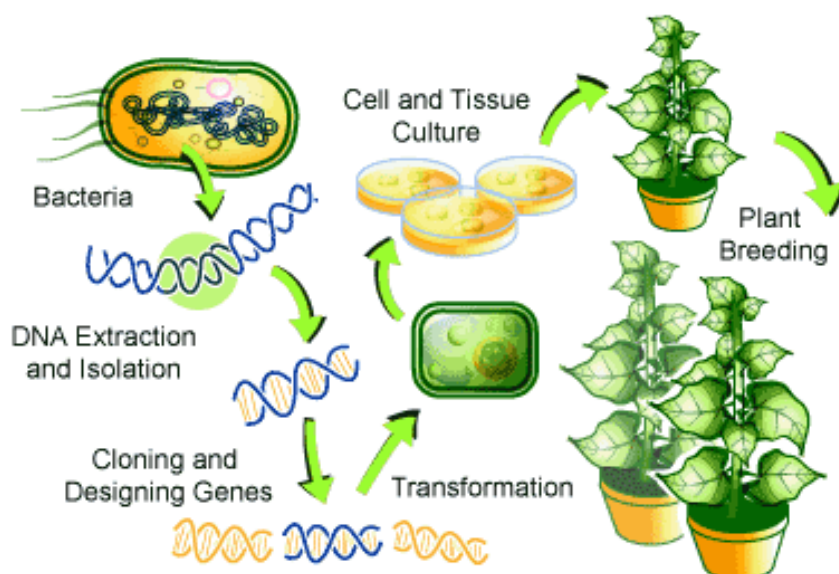
- Transgénico: todo o organismo que possui genes provindos de uma espécie que não a própria, seja de outra planta, fungo, bactéria, ou até animal
- A introdução de genes específicos por transformação genética é uma forma de acelerar os programas de melhoramento que, desde há milhares de anos, têm vindo a ser desenvolvidos pelo Homem
- Os problemas que poderão surgir no decorrer deste processo são a descoberta do gene que nos interessa, o seu isolamento e como o introduzir na planta
- Na transferência de um gene estranho para uma planta utiliza-se um vector natural presente em *Agrobacterium* (capaz de transferir naturalmente uma parte do seu material genético para a planta); Assim, é transferida uma cópia (em cadeia simples de um plasmídeo) que se vai intercalar no DNA do núcleo de uma célula vegetal em divisão, restaurando-se depois de dupla cadeia
- Processo laboratorial:
 - Manipulação do plasmídeo bacteriano (remoção dos genes indesejáveis e sua substituição pelos de interesse)
 - As bactérias são postas em contacto com porções de planta (por exemplo, fragmentos de folhas) durante 24-48h (para que se realize a transferência do DNA) e depois são eliminadas com antibióticos específicos
 - O tecido vegetal transformado é cultivado em meio de cultura artificial (sais minerais, açúcares, vitaminas, hormonas)
 - As células vegetais proliferam, organizam-se e dão origem a uma planta completa
- Outras técnicas utilizadas são a electroporação (descargas eléctricas), a microinjecção (microcapilares) e o bombardeamento com micropartículas (ouro, tungsténio)
- Pelo facto de a selecção de condições adequadas para a obtenção de uma planta transgénica é muito difícil de conseguir, requer mão-de-obra especializada e determinadas características desejáveis estão dependentes de uma série de genes de expressão reguladas, a transformação genética só deve ser utilizada como último recurso, quando outras técnicas menos elaboradas e mais económicas não permitem resolver o problema

g) Engenharia genética de plantas

- Cumpre objectivos específicos, comerciais e humanitários (ex: descarregamentos de arroz transgénico com uma eficiente produção de provitamina A nos países subdesenvolvidos)
- A produção de plantas transgénicas obedece a normas de qualidade e exigências de conhecimento superiores às exigidas para as outras plantas; As plantas transgénicas não têm toxicidade, os compostos cancerígenos, ou alergénios, como acontece com muitos corantes, conservantes e outros aditivos, adicionados a produtos alimentares
- Melhorias: introdução no arroz de resistência a doenças causadas por vírus, acumulação de provitamina A em arroz

h) Tecnologia do DNA recombinante

- Vantagens:
 - Menor risco de contaminações
 - Sistema de produção definido e constante
 - Estabilidade na qualidade e rendimento dos produtos
 - Produção celular uniforme e facilidade de extracção do produto
 - Viabilidade a nível ecológico e económico
- Desvantagens:
 - Baixa velocidade de crescimento em relação á dos microrganismos
 - Não pode ser aplicado a todas as espécies de vegetais
 - Processo muito demorado
 - Nem todos os metabolitos secundários se produzem *in vitro*
- As plantas mais usadas são o milho, tabaco, tomate, batata, arroz, alface, banana e soja
- Estas plantas transgénicas utilizadas para produção de vacinas orais, enzimas industriais (amílase), polipéptidos (albumina humana), anticorpos, plásticos biodegradáveis



6) Introdução à etnobotânica

A etnobotânica estuda as relações entre as plantas e as populações

a) Estudos etnobotânicos (aproximação multidisciplinar)

- Linguística
- Antropologia
- Botânica
- Medicina
- Farmacologia
- Ecologia

b) A etnobotânica aplicada estuda

- A interação entre a história das plantas e a humanidade
- A identificação de novos compostos
- A conservação do património natural
- O desenvolvimento sustentável
- O melhoramento de plantas



c) Projectos etnobotânicos

i) Colheita de plantas

- Ao acaso
- Com base na sua afinidade botânica e quimiotaxonómica
- Combinando informação popular com conhecimento científico

ii) Intenções dos projectos

- Contacto com a população/curandeiros
- Inventário etnobotânico (colheita de plantas e informações e identificação de plantas e compilação de informação)
- Ensaios laboratoriais fitoquímicos (isolamento e identificação de compostos) e bioensaios (teste de compostos isolados)

iii) Divulgação

- Listagens de plantas (monografias)
- Bases de dados (NAPRALERT e MEDFLOR)

iv) Legislação da união europeia

- Necessidade de uma autorização de comercialização antes dos produtos serem colocados no mercado
- Necessárias provas de segurança, qualidade e eficácia
- Existência de monografias
- As plantas medicinais devem corresponder aos requisitos da Farmacopeia
- Implementar “boas práticas agrícolas das plantas aromáticas e medicinais”, aplicáveis também aquando da sua transformação

A convenção do comércio internacional de espécies ameaçadas de fauna e flora selvagem (CITES) permitiu:

- Impedir o comércio internacional de espécies ameaçadas
- Regular o comércio de espécies que podem tornar-se ameaçadas
- Desta lista constam cerca de 200 espécies de plantas medicinais

Ensino prático

1) Biodiversidade vegetal

a) A biodiversidade vegetal

- Biodiversidade: variedade (e variabilidade) genética, taxonómica e dos ecossistemas de um determinado espaço, num determinado tempo. Assim, a biodiversidade vai desde o gene ao ecossistema.
- Várias áreas suportam a sua actividade, directa ou indirectamente, na biodiversidade: biologia, ecologia, genética, fisiologia, taxonomia, bioquímica, etc.
- Devido à grande biodiversidade, foi necessário organizá-los taxonomicamente em, primeiro, reinos
 - *Animalia* – nutrição por ingestão
 - *Plantae* - algas multicelulares e plantas autotróficas
 - *Fungi* – bolores e leveduras, eucariotas, nutrição heterotrófica e por absorção
 - *Protista* – protozoários e algas unicelulares, eucariotas unicelulares, fotossíntese, nutrição por ingestão e absorção
 - *Monera* – todas as bactérias, procariotas
- Também há três grupos primários de organismos celulares (tipo molecular dos seus RNA ribossómicos, composição bioquímica da membrana das células)
 - *Bacteria* – eubactérias, todas as bactérias com excepção das arqueobactérias
 - *Archea* – bactérias produtoras de gás metano, necessitam de temperaturas altas e de níveis elevados de sal
 - *Eucarya* - eucariotas

b) Diferentes grupos botânicos

i) Algas

- Ausência de tecidos condutores
- Fotossíntese realizável na grande maioria ou na totalidade das células
- Fecundação em presença de água
- Gâmetas geralmente flagelados

ii) Briófitos

- Primórdios de tecidos condutores
- Fecundação em presença de água
- Só o gâmeta masculino é flagelado. Gâmetas femininos protegidos
- Coexistência de duas gerações durante parte do ciclo de vida
- Geração gametófito mais desenvolvida

iii) Plantas vasculares

- Existência de verdadeiros tecidos condutores

(1) Pteridófitos (sem semente)

- Geração esporófito mais desenvolvida
- Existência de homosporia e heterosporia.

(2) Espermatófitos (com semente)

- Aparecimento de estruturas: óculo, grão de pólen e da semente

c) Biodiversidade de plantas medicinais e aromáticas

- Planta medicinal: todo e qualquer vegetal que possui, em um ou mais órgãos, substâncias que podem ser utilizadas com fins terapêuticos
- Planta aromática: contém substâncias (óleos essenciais) que conferem sabor e/ou aroma em alimentos e produtos industrializados
- A OMS mostra que cerca de 80% da população mundial já fez uso de algum tipo de vegetal na procura de alívio de algum sintoma doloroso ou desagradável
- Os produtos naturais não são totalmente inofensivos, não devem ser utilizados sem qualquer estudo ou orientação profissional

d) Conservação

- Acção desenvolvida para preservar genomas, espécies, populações e ecossistemas, da erosão genética, da degradação ou extinção
- As plantas são responsáveis pela produção de oxigénio, são recursos alimentares e muitas delas possuem propriedade medicinais
- Necessidade de garantir a sobrevivência de espécies vegetais é uma tarefa da responsabilidade de toda a humanidade
- Conservação *in situ*
 - Manutenção dos recursos vegetais dentro da comunidade da qual fazem parte
 - Mantém toda a variabilidade disponível de uma ou mais populações de espécies, permitindo a sua dinâmica e evolução no ecossistema
- Conservação *ex situ*
 - Manutenção dos recursos vegetais fora do seu local de origem
 - Estratégia de conservação mais utilizada até hoje, seja em bancos de genes, sementes, cultura *in vitro*, etc.
- Estratégias para a conservação
 - Inventário de flora medicinal e aromática
 - Introdução, colheita e caracterização química e molecular de espécies medicinais e aromáticas
 - Pesquisas para a conservação e manuseamento de espécies medicinais
 - Difusão de informação através de cursos e conferências
 - Estabelecimento de uma rede nacional de recursos genéticos de plantas medicinais e aromáticas
 - Criação de Parques naturais e de outros espaços com uma protecção especial

e) Jardins Botânicos

- Existentes desde o século XVI, os jardins botânicos cultivam plantas medicinais e aromáticas para estudo. Com as descobertas de novas terras passaram a manter colecções de plantas exóticas

- Hoje em dia existem mais de 1700 Jardins botânicos em todo o mundo que preservam mais de 100 000 espécies consideradas em risco de extinção nos seus habitats naturais
- Actualmente, estas instituições promovem um processo educacional visando a divulgação e protecção da biodiversidade
- O jardim ou horto é o local onde se cultivam, ao ar livre, em abrigos ou em estufas, colecções de plantas de diversas origens
- Têm um papel fundamental na conservação do património genético vegetal
- São úteis no ensino e investigação
- Têm como principal objectivo permitir o desenvolvimento das várias espécies vegetais em condições óptimas de temperatura, humidade, luminosidade, pH e salinidade

f) Convenção sobre a diversidade biológica

- Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento (Rio de Janeiro-1992)
- Propõe a sua conservação e utilização enquanto recurso natural, assim como a necessidade de desenvolver, com carácter de urgência, os meios científicos, técnicos e institucionais adequados para assegurar o conhecimento necessário e adopção das medidas apropriadas a essa finalidade
- Não é feita qualquer distinção no que respeita aos vários ambientes, terrestres ou marinhos, ou às categorias de seres vivos, vegetais, animais, unicelulares ou pluricelulares

2) O estudo de fármacos de origem vegetal

a) Herbologia/Herbariologia

- Um herbário é uma colecção classificada de plantas ou partes de plantas, normalmente secas e prensadas (herborizadas) acompanhada de alguns dados: nome do colector, nº de colheita, data de colheita, local exacto de colheita, dados sobre a planta como a dimensão, cor das flores, etc., abundância, tipo de solo e vegetação associada, nome vernáculo, usos locais, etc.
- Um herbário tem como objectivos:
 - Estudo da biodiversidade de uma região: preservar e albergar material vegetal de referência, arrumado de acordo com uma determinada classificação
 - Correcta identificação e classificação com actualização de dados: ser uma referência para a identificação de exemplares, através de comparação com materiais existentes na colecção
 - Constituir uma base de dados sobre a biodiversidade de uma região, contribuindo para a promoção da sua conservação e uso sustentável
 - Disponibilizar informação para consulta ou empréstimo, através do intercâmbio com outros herbários e diferentes instituições e entidades

b) Técnicas de herbariologia

- Colheita de plantas
- Etiquetagem
- Preparação
- Secagem
- Montagem
- Etiquetagem definitiva
- Estudo taxonómico
- Arrumação: em armários identificados. Dentro de cada armário existem pastas organizadas por zonas geográficas de colheita e por afinidade botânica (família género) e dentro de cada pasta estão os exemplares de uma espécie
- Conservação/Manutenção: espécimes herborizados mantidos em salas com condições especiais de conservação (temperatura e humidade controladas, armário com isolamento adequado, desinfestação regular de salas e materiais)

c) Estudo macroscópico dos diferentes órgãos vegetais (importante ver os slides da professora)

i) Classificação morfológica

(1) Raiz

- Parte do eixo vegetal desprovida de folhas e suas modificações, geralmente sem clorofila, adaptada às funções de fixação e de absorção de água e sais minerais em solução. Também executa a função de acumular substância de reserva
- Origem
 - Normais (a partir da radícula do embrião) e adventícias (a partir do caule ou de folhas)
- Meios onde se desenvolvem
 - Raízes terrestres, aéreas ou aquáticas
- Função
 - Reserva, fixadoras, suportes, respiratórias, tubulares
- Raízes com importância farmacêutica
 - Acónito, Alcaçuz, Alteia, Genciana, Ipecacuanha, Jurubeba, Polígala, Rauvolfia, Ruibarbo, Valeriana

(2) Caule

- Órgão vegetal portador de folhas e de suas possíveis modificações, inclusive estruturas reprodutivas, estabelecendo ligação entre estas partes e as raízes. Na maioria dos vegetais é inteiramente aéreo, existindo caules subterrâneos e caules aquáticos
- Origem
 - Proveniente de parte do desenvolvimento do embrião contido nas sementes. O embrião basicamente é constituído de radícula, caulículo, cotilédones e gémula
- Morfologia externa
 - Gemas

Regiões meristemáticas protegidas por primórdios foliares ou por escamas localizadas em diversos pontos do caule

- Terminais – no ápice caulinar
- Laterais – em axilas de folhas

- Nós

Regiões do caule onde ocorre a inserção das folhas. Neste regiões ocorrem também gemas axilares

- Entrenós

Regiões localizadas entre dois nós consecutivos

- Folhas

Expansões laterais do caule

- Quanto à forma

- Cilíndricos – secção transversal aproximadamente circular
- Prismáticos – secção transversal com contorno obtuso-poligonal

- Quando ao porte e tecidos lenhificados

- Gerbáceo

Caule contendo pouco material lenhificado, geralmente de coloração esverdeada e dotado de flexibilidade

- Arbustivo

Caules lenhosos ramificados frequentemente divididos desde a base, não ultrapassando muitos três metros de altura

- Arbóreo

Caules geralmente bastante lenhificados, alcançando dimensões consideráveis entre três e muitos metros de altura. A parte basal destes caules geralmente é indivisa, formando o tronco, ocorrendo na sua parte superior divisões que vão originar a copa

- Quando ao ambiente em que se desenvolvem

- Aéreos

Podem ser agrupados em caules erectos, trepadores e rastejantes, podendo o rastejante ser do tipo estolho ou sarmento

- Subterrâneos

Podem ser de três tipos: rizomas, tubérculos e bolbos (tunificados, escamosos e sólicos ou cheios)

- Aquáticos

- Função

- A função primordial é suporte mecânico das folhas e dos órgãos reprodutivos, bem como o transporte das seivas entre estes órgãos e raízes
- Contudo, alguns tipos de caules sofrem modificações, adaptando-se ao desempenho de outros tipos de funções, podendo estar adaptados á assimilação, reprodução ou reserva

- Caules com importância farmacêutica

- Cálamo aromático, carqueja amarga, curcuma, feto-macho, gengibre, veratro

(3) Folha

- Apêndices laminares do caule, geralmente têm clorofila e apresentam crescimento limitado
- Quando completa, constituída por limbo, pecíolo e parte basal que pode ter estipulas e bainhas
 - As estipulas são formações geralmente laminares, quase sempre em número de duas, que aparecem na base foliar
 - As bainhas correspondem a bases foliares alargadas que envolvem total ou parcialmente o caule
- Origem
 - A gémula do embrião é o ponto de origem das primeiras folhas do vegetal. As folhas subsequentes originam-se como expansões laterais exógenas dos caules

- Morfologia foliar

Uma folha pode ser completa ou incompleta. Se for completa, tem limbo, pecíolo e base foliar. Se for incompleta, falta o pecíolo ou a base foliar, podendo ter ou não bainha e estipulas.

Quando uma folha não tem pecíolo, é denominada de sésstil.

Quando uma folha não possui pecíolo e a base foliar envolve completamente o caule, denomina-se amplexicaule.

- Limbo foliar

Corresponde à expansão laminar, frequentemente verde, onde se observam duas faces. Pode ser estudado considerando a forma, o contorno, a base

- Contorno: considerado como uma linha imaginária que liga os pontos extremos da lâmina foliar
- Base: porção da lâmina onde se insere o pecíolo
- Ápice foliar: parte mais externa da folha, parte terminal
- Margem foliar: limite externo, periférico, da lâmina foliar
- Subdivisão do limbo: a superfície do limbo pode-se apresentar sem recortes, com recortes pequenos, recortes muito profundos, além dos recortes da margem
- Nervação: finos cordões que percorrem principalmente a face inferior do limbo foliar – nervuras. A nervação é a disposição das nervuras
- Coloração: regra geral, são verdes
- Consistência: resistência que o limbo foliar apresenta em certas acções mecânicas, tais como flexão e pressão
- Superfície: pode ser classificada de acordo com o tacto ou com a visão

- Pecíolo Foliar

Pedúnculo que liga a lâmina foliar ao caule. Pode-se inserir na margem foliar ou não. Quando se insere no pecíolo, é denominado lateral. Quando o pecíolo se insere no centro da lâmina foliar, a folha é denominada peltada

- Disposição das folhas sobre o caule: filotaxia o estudo da distribuição das folhas sobre o caule. As folhas podem ser alternas ou isoladas, opostas ou verticiladas
- Duração das folhas: persistentes ou caducas
- Composição foliar
 - Simples – só com limbo
 - Compostas – mais de um limbo (passando a chamar-se folíolos), todos presos ao pecíolo indiviso
 - Recompostas – portadoras de vários folíolos presos ao pecíolo ramificado
- Folhas com importância farmacêutica
 - Abacateiro, Alcachofra, Aloé, Beladona, Dedaleira, Estramónio, Eucalipto, Hortelã-pimenta, Malva, Maracujá, Meimendo, Sene, Trombeteira

(4) Flor

- Cálice: verticilo mais externo das flores, constituído de folhas sésseis modificadas, denominadas sépalas
- Corola: constituída de pétalas, é denominada de regular ou irregular, conforme as pétalas sejam todas iguais ou não
- Androceu: constituído por estames. Cada estame tem três partes: filete, conectivo e antera. No interior da antera são formados grãos de pólen, que ajudam na identificação de certos fármacos
- Gineceu: é constituído de ovário, estilete e estigma. Este pode ser classificado segundo o número de carpelos e o número de cavidades
- Receptáculo Floral: parte dilatada do pedúnculo floral, onde se inserem os verticilos florais. Possui estrutura de caula
- Pedúnculo Floral: peça que serve de união entre o receptáculo e o ramo da planta. Apresenta estrutura caular

(5) Fruto

Ovário fecundado e desenvolvido, acompanhado ou não de outras partes florais. Os carpelos formam as paredes do fruto, denominadas, em conjunto, pericarpo. O pericarpo é constituído pelo epicarpo, mesocarpo e endocarpo. O local onde as sementes se inserem chama-se de placenta

- Classificação quanto à origem
 - Simples (formados por um só ovário e de estruturas intimamente soldadas a ele)
 - Compostos (divididos em agregado ou múltiplos e infrutescências)
- Classificação quanto à natureza do pericarpo
 - Frutos secos (não apresentam acúmulo de água e de matérias nutritivas)
 - Frutos carnudos (armazenam uma grande quantidade de água, sais e matérias orgânicas)
- Quando à deiscência
 - Deiscentes (abrem-se libertando sementes)

- Indeiscentes (não se abrem)
- Frutos com importância farmacêutica
 - Alcaravia, ameixa, anis, baunilha, coentro, cominho, funcho, laranja doce, laranja amarga, limão, papoila, salsa

(6) Semente

Óvulo fecundado e desenvolvido origina a semente

A sua superfície, secções, cor, forma, tamanho, odor, sabor e superfície são características importante na diagnose

- Morfologia externa das sementes: tegumento, cicatrizes e exfrecências, reservas, embrião, apêndice plumoso, pêlos, cristais, membranas aliformes
- Classificação: de acordo com a localização das reservas antes da germinação, quanto ao tipo de reservas predominante, quanto ao tipo de amêndoas
- Sementes com importância farmacêutica: abóbora, cacau, café, castanha da índia, cola, colchico, estrofanto, mostarda preta, noz moscada, noz vómica

- ii) Inflorescência: conjunto de flores agrupada regularmente sobre ramos especiais da planta. Podem ser caracterizadas em cimosas simpodiais (ou definidas, a flor que primeiro abre é a do botão terminal) ou monopodiais (ou indefinidas, o crescimento do eixo principal é ininterrupto, encontrando-se as flores na sua extremidade ainda em botão). Tem importância em farmacognosia.

Flores com importância farmacêutica: alfazema, arnica, cacto, calêndula, camomila, cratego, cravo da índia, laranjeira, mancela, papoila, rosa, sabugueira, tília.

d) Estudo morfológico de fármacos de origem vegetal

i) Colorações

(1) Parede celular

- Azul de metileno – celulose – azul esverdeado
- Floroglucina em meio ácido – lenhina – vermelho
- Carmim Aluminado – celulose – rosa
- Verde iodo – lenhina – verde

e) Anatomia vegetal

i) Objectivos

- Identificar o órgão e a sua estrutura
- Identificar a planta
- Classificar os feixes vasculares
- Reconhecer o tipo de crescimento

ii) Raiz

- Feixes vasculares simples e alternos
- Protoxilemo exacto: xilema primário com diferenciação centrípeta
- Epiderme com pêlos radiculares, ou por vezes inexistente
- Cilindro central pequeno e córtex muito grande
- Endoderme bem visível

- Estereoma central
- Sem colênquima
- iii) Caule
 - Feixes vasculares duplos e colaterais, bicolaterais, concêntricos
 - Protoxilema endarco: xilema primário com diferenciação centrífuga
 - Epiderme com estomas
 - Cilindro central grande e córtex muito pequeno (excepto nas aquáticas)
 - Endoderme não visível
- f) Histologia vegetal
 - i) Objectivos
 - Identificar os diferentes tipos de tecidos
 - ii) Tecidos meristemáticos ou de formação
 - (1) Meristema primários (apicais ou terminais)
Protoderme, meristema fundamental, procâmbio
 - (2) Câmbio vascular
Crescimento secundário
 - (3) Câmbio súbero-felodérmico ou felogene
Súber secundário, feloderme
 - (4) Meristemas secundários (intercalares)
 - iii) Tecidos definitivos ou de duração
 - (1) Mecânicos
 - (a) Tecidos de protecção
Epiderme, cutícula, tricomas, estomas, hipoderme, periderme, súber secundário, feloderme, lentículas
 - (b) Tecidos de suporte
Colênquima, esclerênquima
 - (2) Elaboradores
 - (a) Parênquimas
Parênquima fotossintético, aerênquima, parênquima de reserva
 - (b) Secretores epidérmicos
Tricomas glandulares ou secretores
 - (c) Secretores não epidérmicos
Glândulas secretoras ou canais secretores, nectários, hidátodos
 - (3) Transporte
 - (a) Tecidos condutores
 - (i) Xilema ou lenho
Parênquima lenhoso, fibras lenhosas (traqueídeos), vasos lenhosos (traqueanos)
 - (ii) Floema ou líber
Elementos crivosos (tubos crivosos ou liberinos), células companheiras, parênquima de reserva
 - (b) Tecidos condutores secundários
 - (i) Xilema ou lenho secundário
 - (ii) Floema ou líber secundário