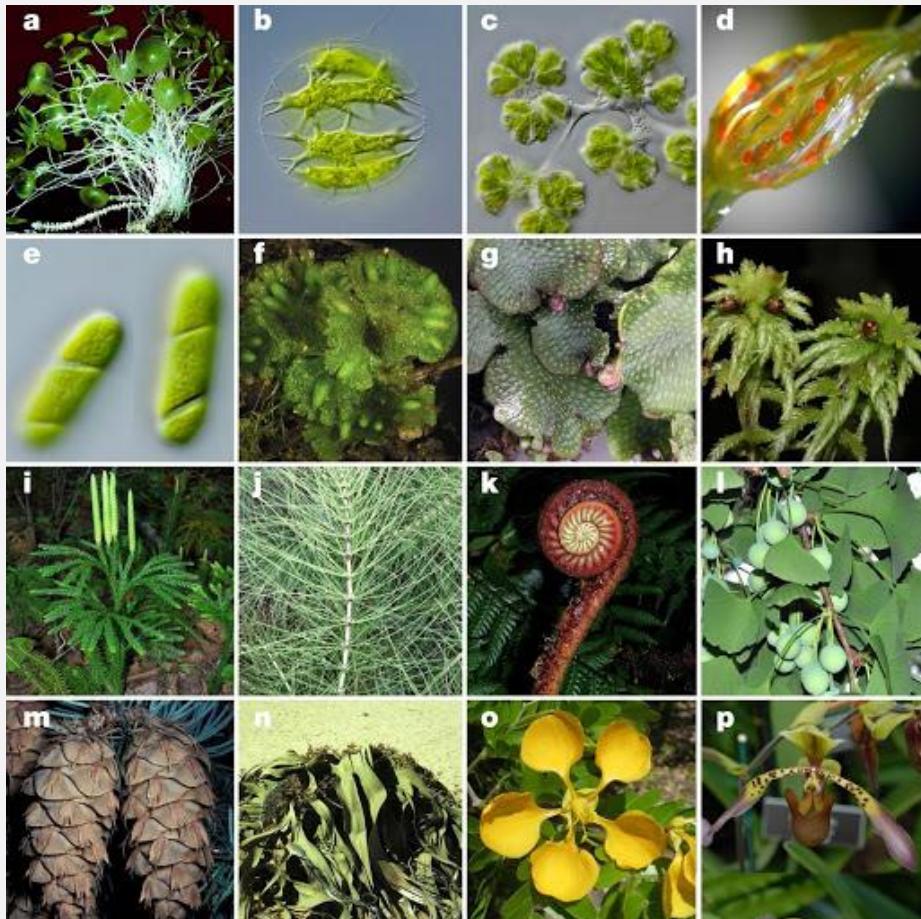




UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO



**A proposito di piante...ovvero
come può essere ambiguo definire
una pianta**

Sfatiamo alcuni luoghi comuni

Prof. Elisabetta Onelli

Si assume che la più grande differenza fra piante e animali riguarda il

MODO DI PROCURARSI ENERGIA

ANIMALI: ricavano l'energia per il proprio mantenimento/riproduzione nutrendosi di altri organismi viventi (animali o vegetali).



Da dove ricavano energia gli organismi vegetali ?

PIANTE: utilizzano direttamente l'energia del sole

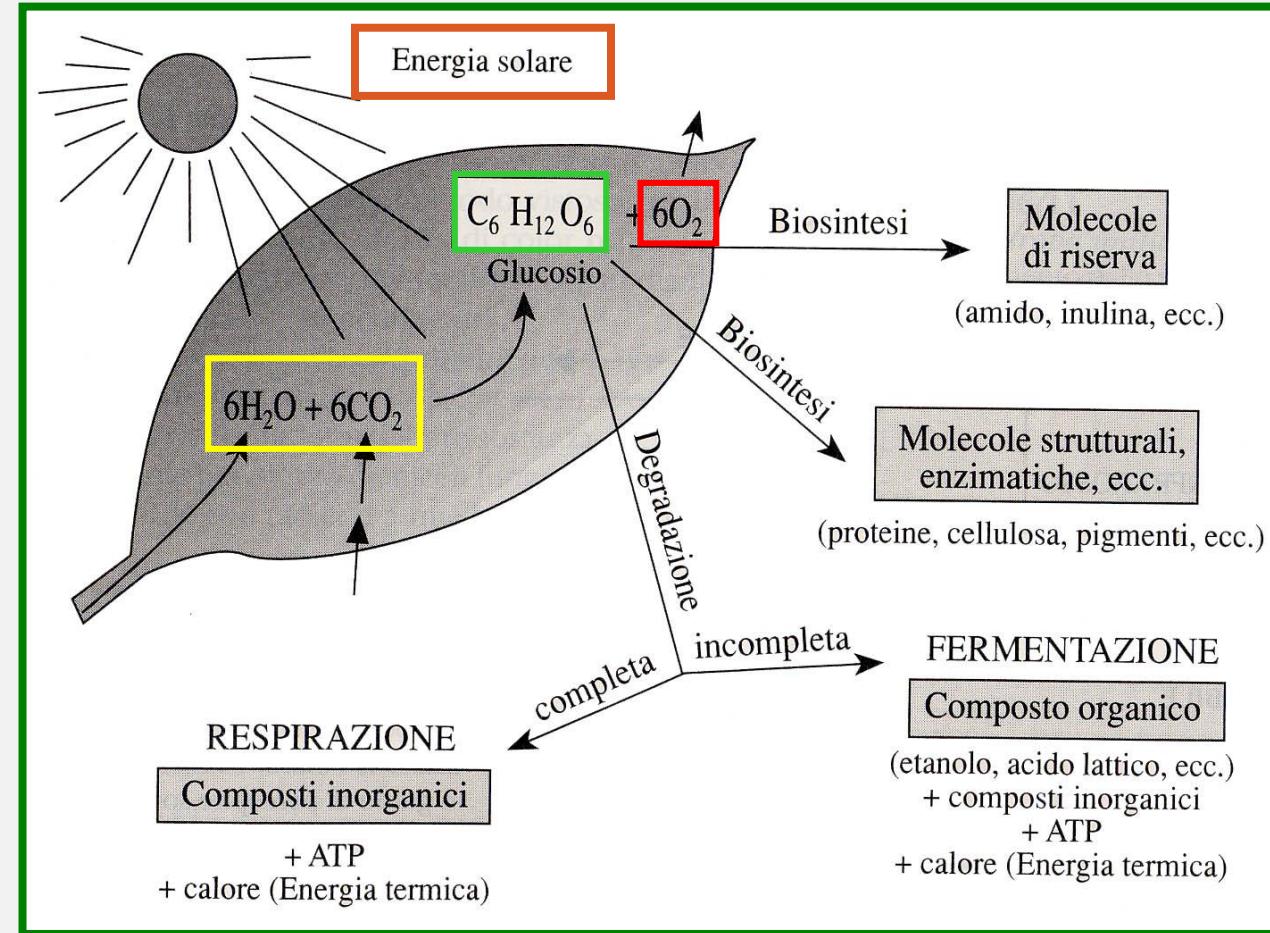


Gli organismi vegetali sono capaci di trasformare composti inorganici in sostanza organica usando l'energia del sole

Il processo che consente tutto questo si chiama

FOTOSINTESI

Le foglie funzionano come pannelli solari



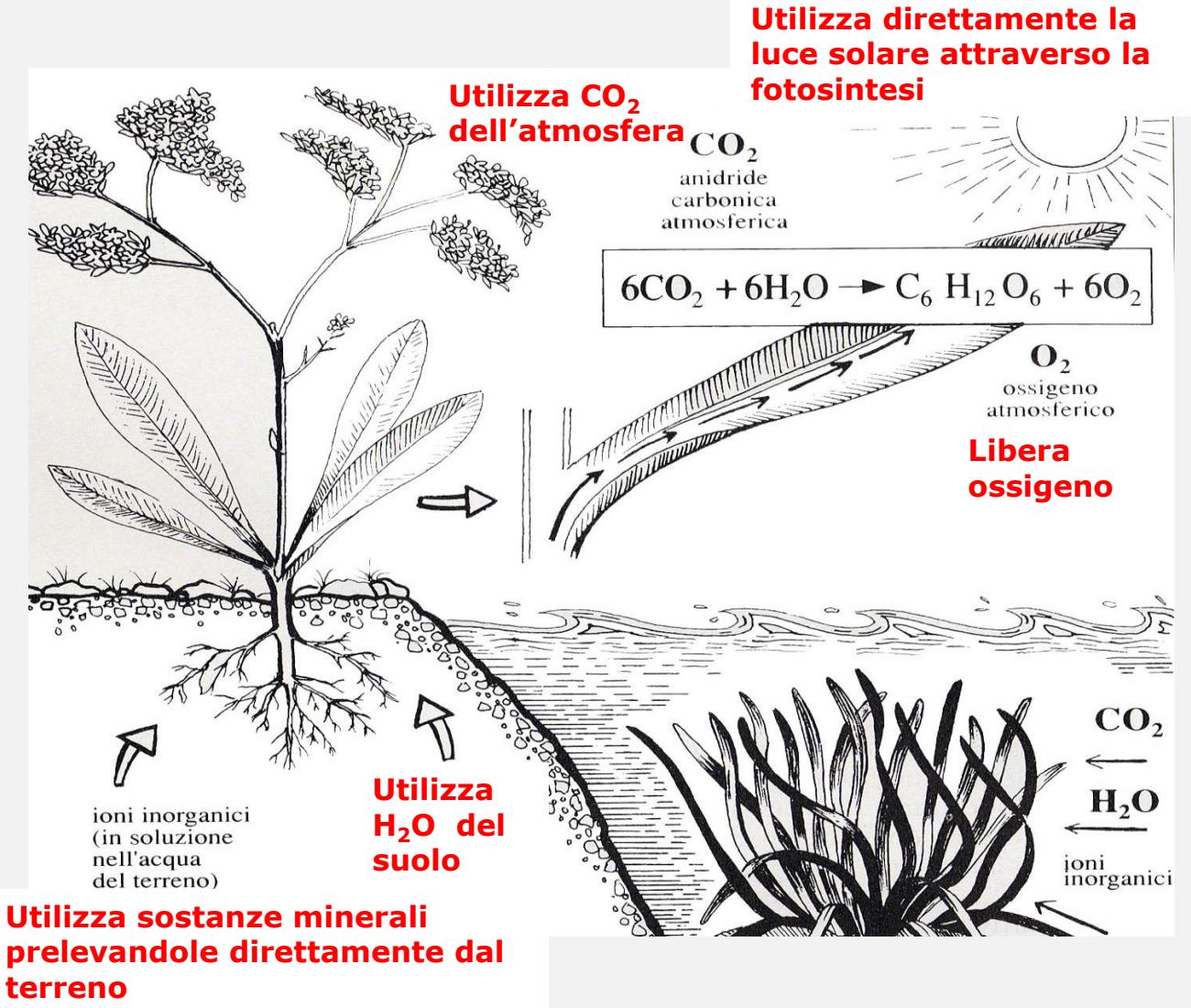
A tal fine sfruttano molecole organiche complesse (come le clorofille).



Che cosa è una pianta?

E' il **laboratorio chimico** più complesso ed autosufficiente esistente nel mondo vivente:

- assorbono e fanno circolare acqua e sali minerali
- fotosintetizzano
- respirano



Sono accumulatori di energia e bioreattori per la produzione di molecole organiche.

Sono cioè:

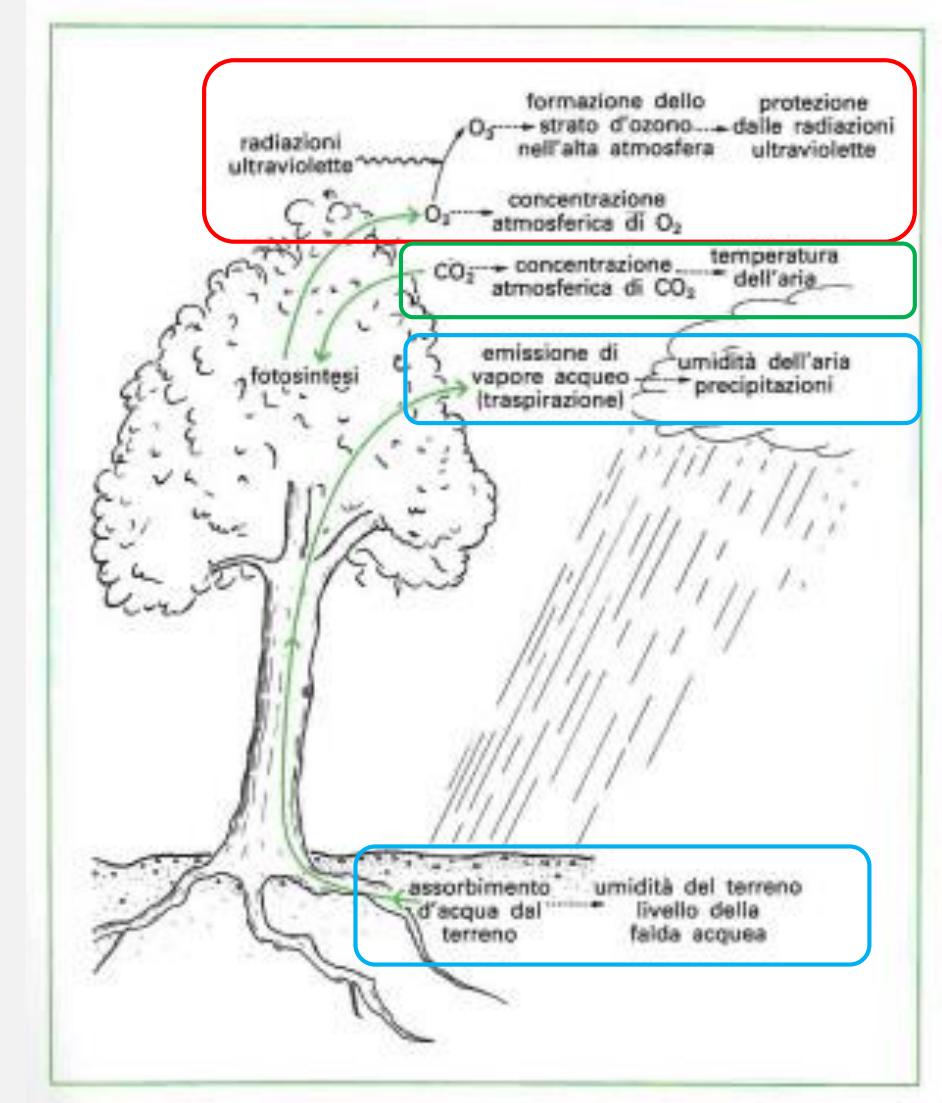
- fonte principale di cibo e molecole bioattive
- la riserva di energia della biosfera

Inoltre sono:

- fornitrice di O_2
- regolatrici della quantità di CO_2 dell'atmosfera
- regolatrici degli equilibri idrici del pianeta

Grazie a questo:

- cresce
- si differenzia
- si mantiene
- si riproduce



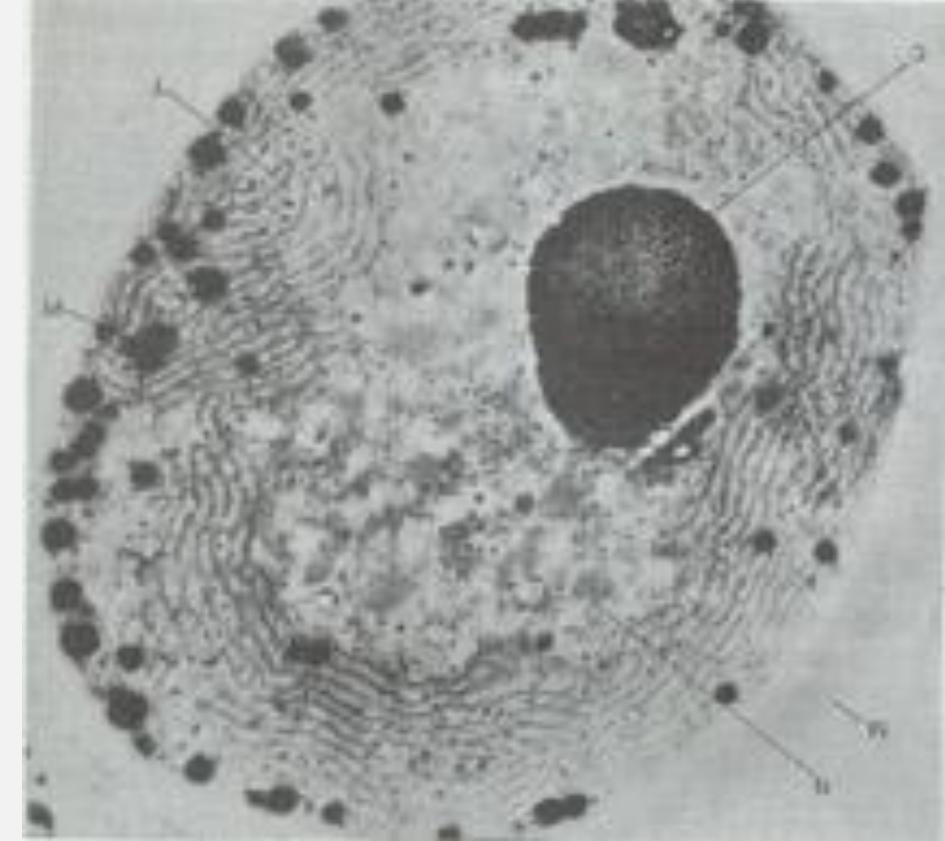


Le piante fanno Fotosintesi ossigenica !

**Ma non sono gli unici organismi
tra le forme di vita attuali**

**Il processo di fotosintesi si origina nei
procarioti e raggiunge la sua forma più
evoluta nei**

Cianobatteri o alghe azzurre



Questi infatti compiono una fotosintesi **OSSIGENICA che porta alla liberazione
di O₂ nell'atmosfera come prodotto di scarto del processo**





Classificazione degli organismi viventi in base alle loro caratteristiche metaboliche fondamentali e alle loro esigenze alimentari

		Fonte di energia		
		Luce solare	Composti chimici	
Fonte di carbonio		FOTOAUTOTROFI piante alghe azzurre molte alghe batteri verdi e purpurei	CHEMIOAUTOTROFI alcuni batteri (ad es. solfobatteri, idrogenobatteri, batteri nitrificanti, metanobatteri)	 AUTOTROFI
		FOTOETEROTROFI alcuni batteri alcune alghe (ad es. <i>Halobacterium halobium</i>)	CHEMIOETEROTROFI animali funghi protozoi molti batteri	 ETEROTROFI
		FOTOSINTETICI	CHEMIOSINTETICI	

ANIMALI: organismi eterotrofi o consumatori

PIANTE: organismi autotrofi



Tuttavia, per quanto riguarda la nutrizione:

non tutte le piante sono autotrofe,

Esistono:

- 1. Piante emiparassite**
- 2. Piante oloparassite**
- 3. Piante micoeterotrofe**

Le piante inoltre, pur facendo fotosintesi, sfruttano altri organismi per il reperimento di alcune importanti risorse (soprattutto N e P):

- 1. Simbiosi con funghi (MICORRIZE)**
- 2. Simbiosi batteriche (cianobatteri, rizobi,)**
- 3. Piante carnivore**



Piante emiparassite

Sono verdi, quindi capaci di fare fotosintesi. In tali piante la fotosintesi può variare da livelli appena percepibili a livelli paragonabili a quelli di una pianta non parassita. Prelevano H₂O e sali dal sistema conduttore di altre piante.

Striga è una emiparassita obbligata della radice

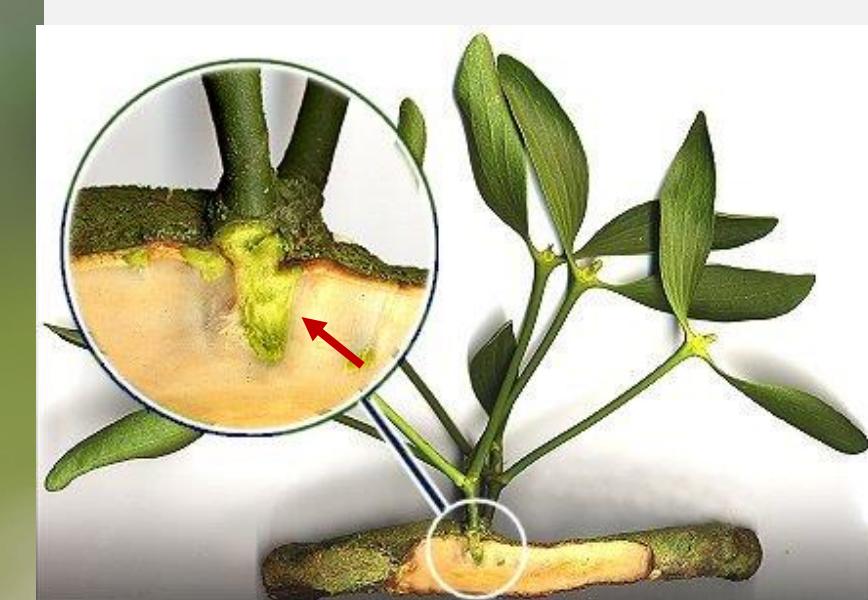
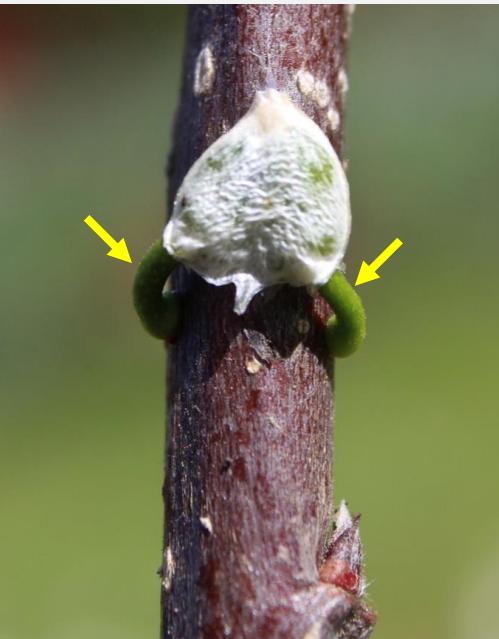


Il vischio è una emiparassita obbligata del fusto

Le parassite obbligate possono vivere autonomamente solo in una breve fase del ciclo vitale.



Semi di vischio vengono ingeriti da uccelli e poi depositi su rami di alberi su cui germinano emettendo una propaggine a forma di cuneo (austorio) che si insinua nei tessuti dell'ospite da cui poi viene sottratta la linfa grezza





La differenza tra una emiparassita facoltativa e una obbligata è la capacità di chiudere il ciclo vitale anche senza ospite.



Piante Oloparassite

Sono prive di clorofilla ed incapaci di fare fotosintesi: sono tutte parassite obbligate. Sviluppano austori che penetrano nei tessuti dell'ospite fino a raggiungere il floema (o libro) da cui recuperano la linfa elaborata

Alcune specie di Cuscuta sono oloparassite del fusto.



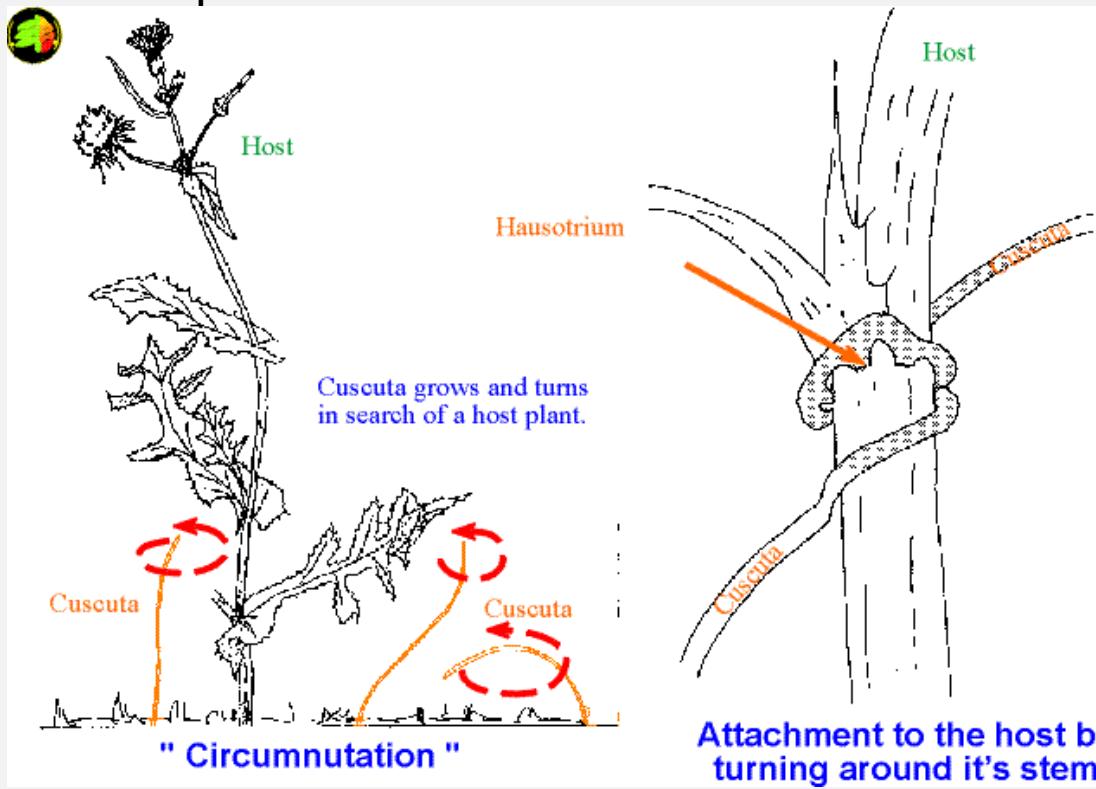
Orobanche crenata
(Orobanchaceae) è
oloparassita della
radice



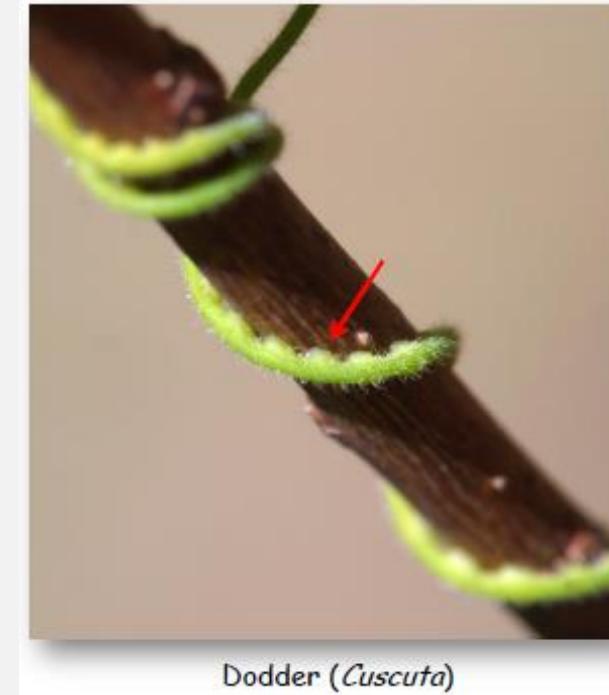


Anche i semi di *Cuscuta* vengono dispersi dagli uccelli e sono in grado di germinazione autonoma grazie al fatto che sembrano contenere riserve sufficienti.
Si forma una radice effimera destinata a scomparire.

Dopo l'accrescimento è il germoglio filiforme che si muove in cerca dell'ospite.

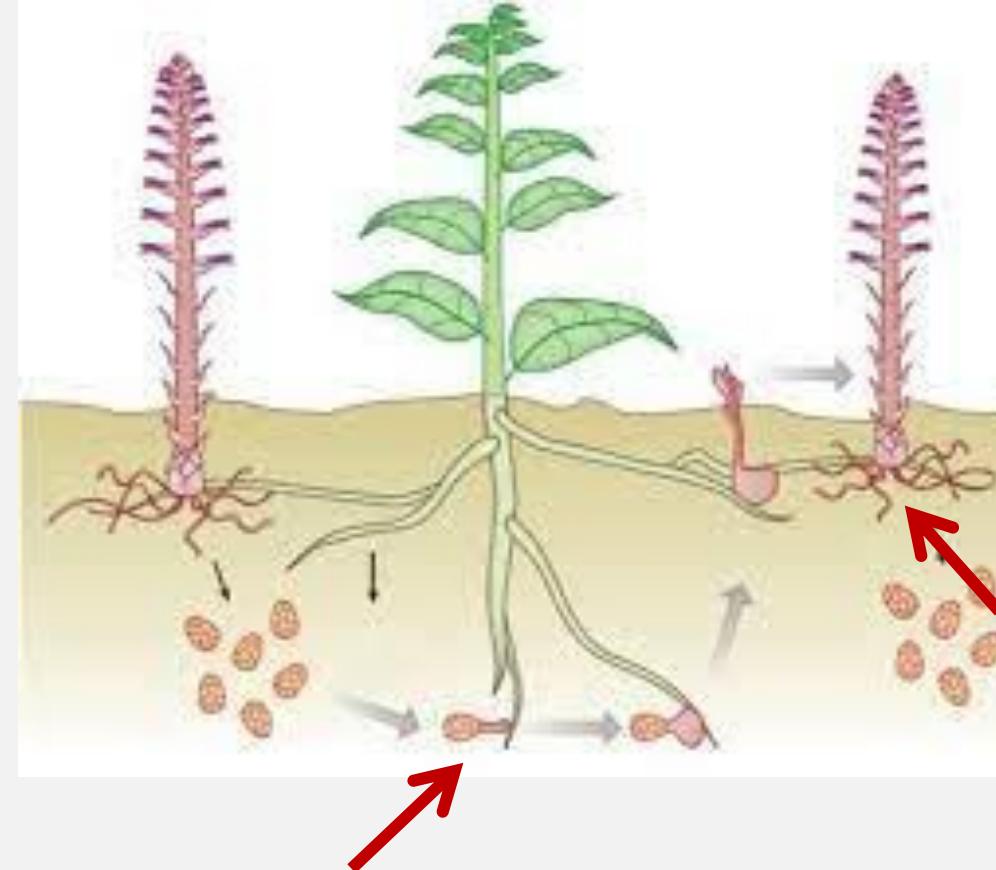


Il contatto con il fusto dell'ospite induce la formazione di sostanze adesive per l'ancoraggio al fusto dell'ospite.
Dalle cellule corticali del fusto si sviluppa l'austorio che penetrerà nei tessuti dell'ospite fino al floema.



Dodder (*Cuscuta*)

Nelle Orobanchaceae, i semi germinano a contatto con le radici della pianta ospite e penetrano all'interno dei tessuti della pianta ospite con gli austori



Dal terreno emergono soltanto i germogli giallo bruni con foglie squamiformi e fiori. Le Orobanchaceae prediligono come ospiti piante coltivate come le leguminose.



Il picco di evoluzione del parassitismo si riconosce nelle endoparassite che hanno ridotto al massimo la porzione vegetativa che è completamente inclusa nei tessuti dell'ospite mentre emergono solo le strutture adibite alla riproduzione.

Questo è stato considerato un adattamento per evitare l'erbivoria o per sfruttare al meglio un ambiente stabile.



Pilostyles thurberi



Pilostyles aethiopica

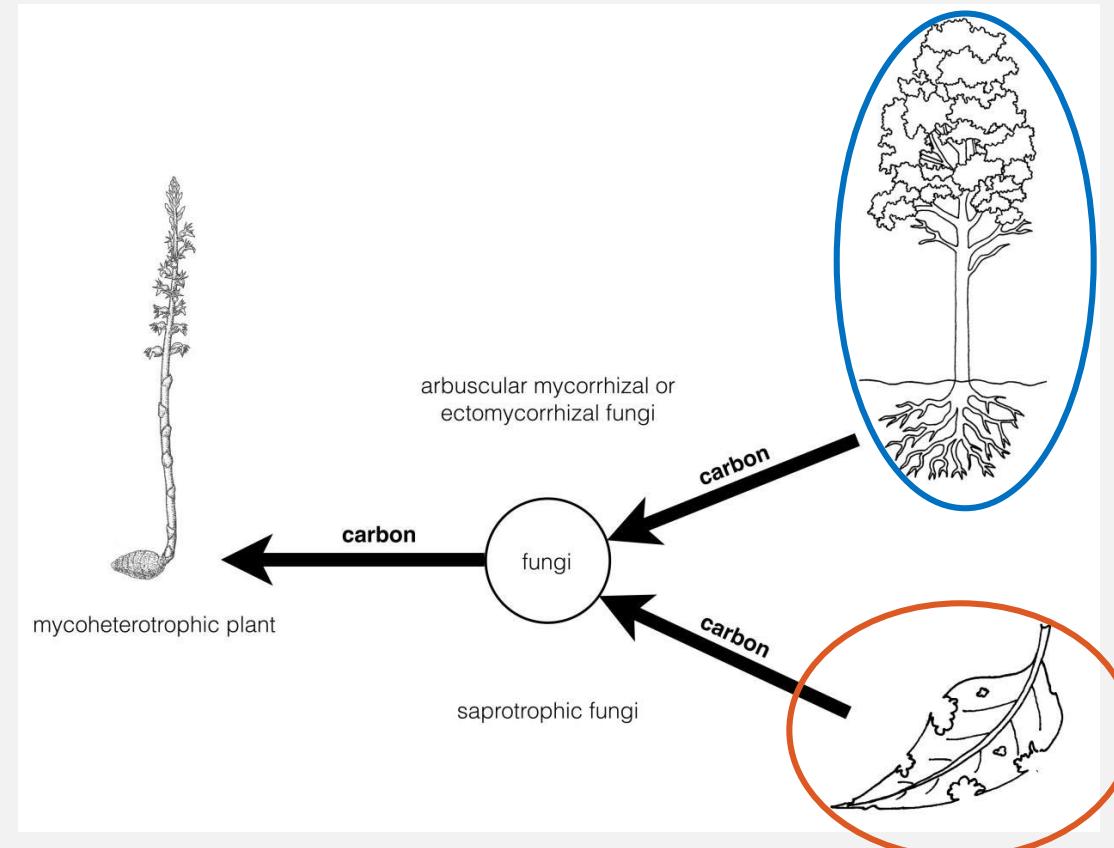


Rafflesia



Piante micoeterotrofe

Riceve sostanze organiche direttamente dalle radici di altre piante per mezzo di miceli fungini contemporaneamente collegati alle sue radici ed a quelle di un'altra pianta.



Meno frequentemente si osserva l'associazione con funghi saprofiti.

Queste associazioni sono molto antiche e coinvolgono anche piante di gruppi basali come Briofite e Pteridofite



Cryptothallus mirabilis



Diphasiastrum alpinum



Una micoeterotrofa particolare è *Parasitaxus ustus*, l'unica Gimnosperma eterotrofa (famiglia *Podocarpaceae*), che vive in Nuova Caledonia.

Vive su un'altra Podocarpea, *Falcatifolium taxoides*.

Nelle orchidee l'associazione con un fungo è fondamentale nelle prime fasi di germinazione poiché i semi non contengono sostanze di riserva sufficienti per lo sviluppo dell'embrione.

Frequentemente tale associazione viene mantenuta anche nell'individuo adulto in piante micoeterotrofe.

Nella maggior parte dei casi, nell'orchidea adulta il fungo fornisce P e acqua mentre il flusso di C si inverte e la pianta diventa sorgente di C per il fungo (simbiosi; micorrize).

Gastrodia cunninghamii



Piante carnivore

La necessità di integrare l'azoto in ambienti particolarmente poveri ha portato allo sviluppo della strategia carnivora.

Questa si osserva principalmente in ambienti poveri di N (es: torbiere). Si è evoluta molte volte in taxa diversi, con tecniche molto differenziate.

Trappole a scatto, a colla, ad aspirazione attiva, a caduta si rinvengono in molti generi.



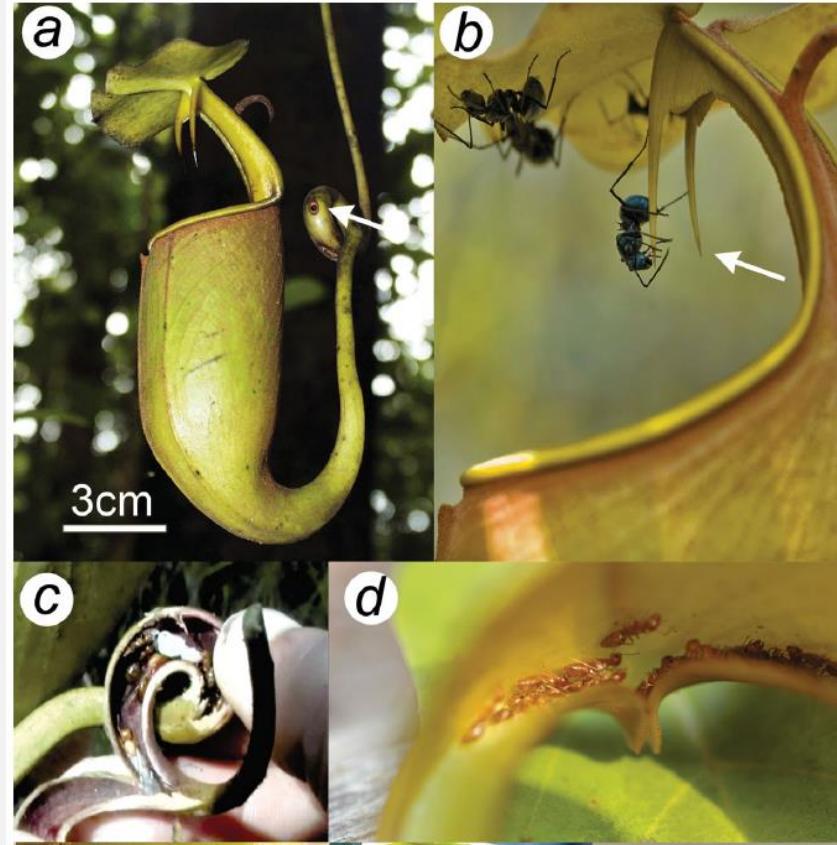
in alcune di queste si osservano casi di associazione simbiotica.

Nepenthes lowii e *Tupaia*



Attraggono mammiferi del genere *Tupaia*, che si nutrono degli essudati del coperchio dell'ascidio. Le feci cadono nell'ascidio e costituiscono la fonte primaria di azoto della pianta

Camponotus schmitzi e *Nepenthes bicalcarata*



La pianta fornisce del nettare e una casa. La formica protegge la pianta da coleotteri che si nutrono dell'ascidio e favoriscono la caduta di prede nell'ascidio

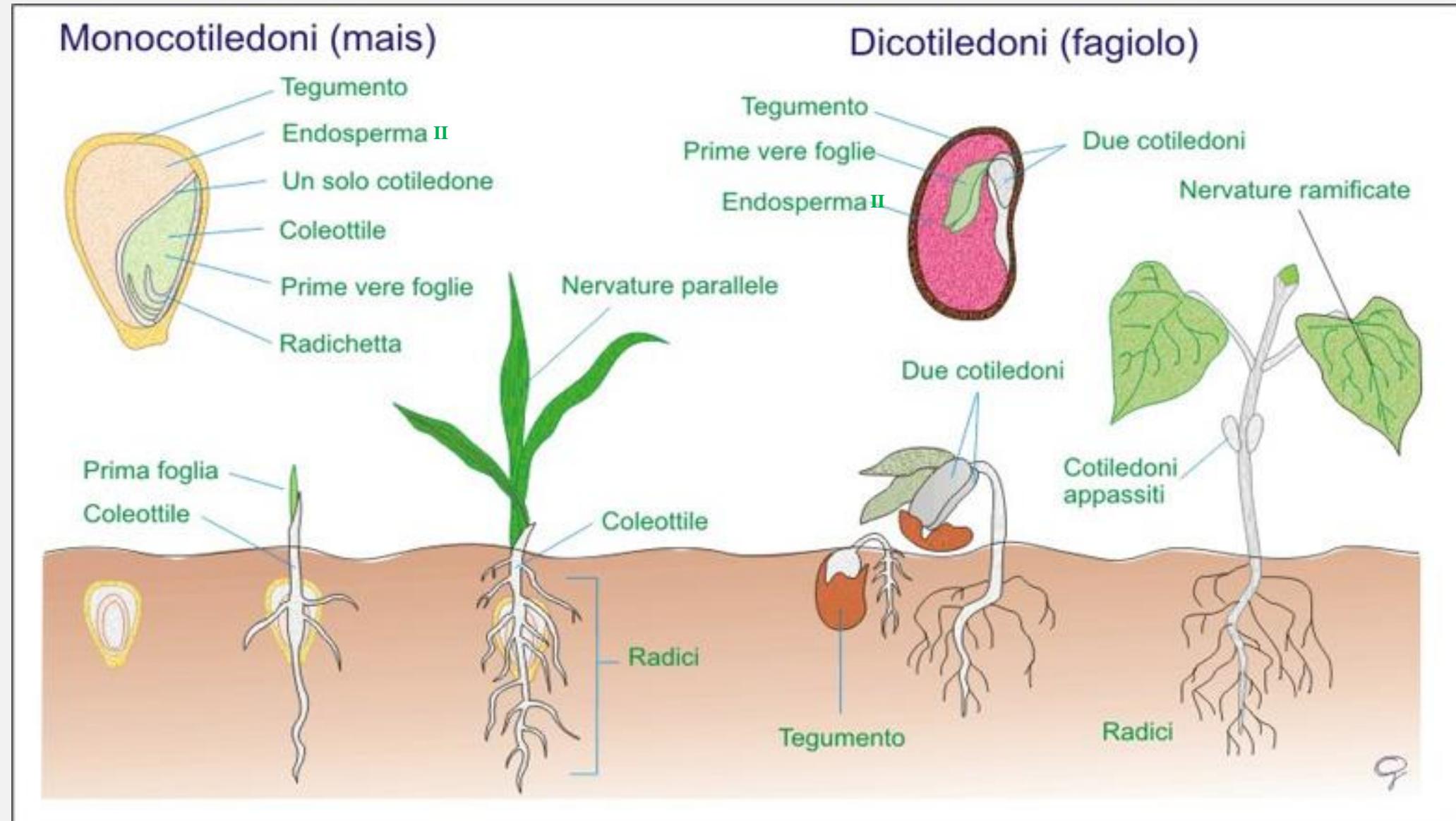
Kerivoula hardwickii e *Nepenthes hemsleyan*



Il minuscolo pipistrello ha scelto come casa e rifugio una pianta carnivora tropicale.

Le feci cadono nell'ascidio e costituiscono la fonte primaria di azoto della pianta.

Anche durante le prime fasi di germinazione del seme l'embrione si sviluppa a spese delle sostanze di riserva presenti nel seme (fase eterotrofa)



Zooxanthellae

Raggruppa diversi tipi di Alghe unicellulari capaci di vivere in simbiosi all'interno dei coralli



Elysia chlorotica

E' una lumaca di mare che si nutre di un'alga verde filamentosa (*Vaucheria litorea*) ed è in grado di trasferire i soli cloroplasti dell'Alga all'interno dei propri tessuti.
Grazie a ciò può vivere mesi senza nutrirsi.



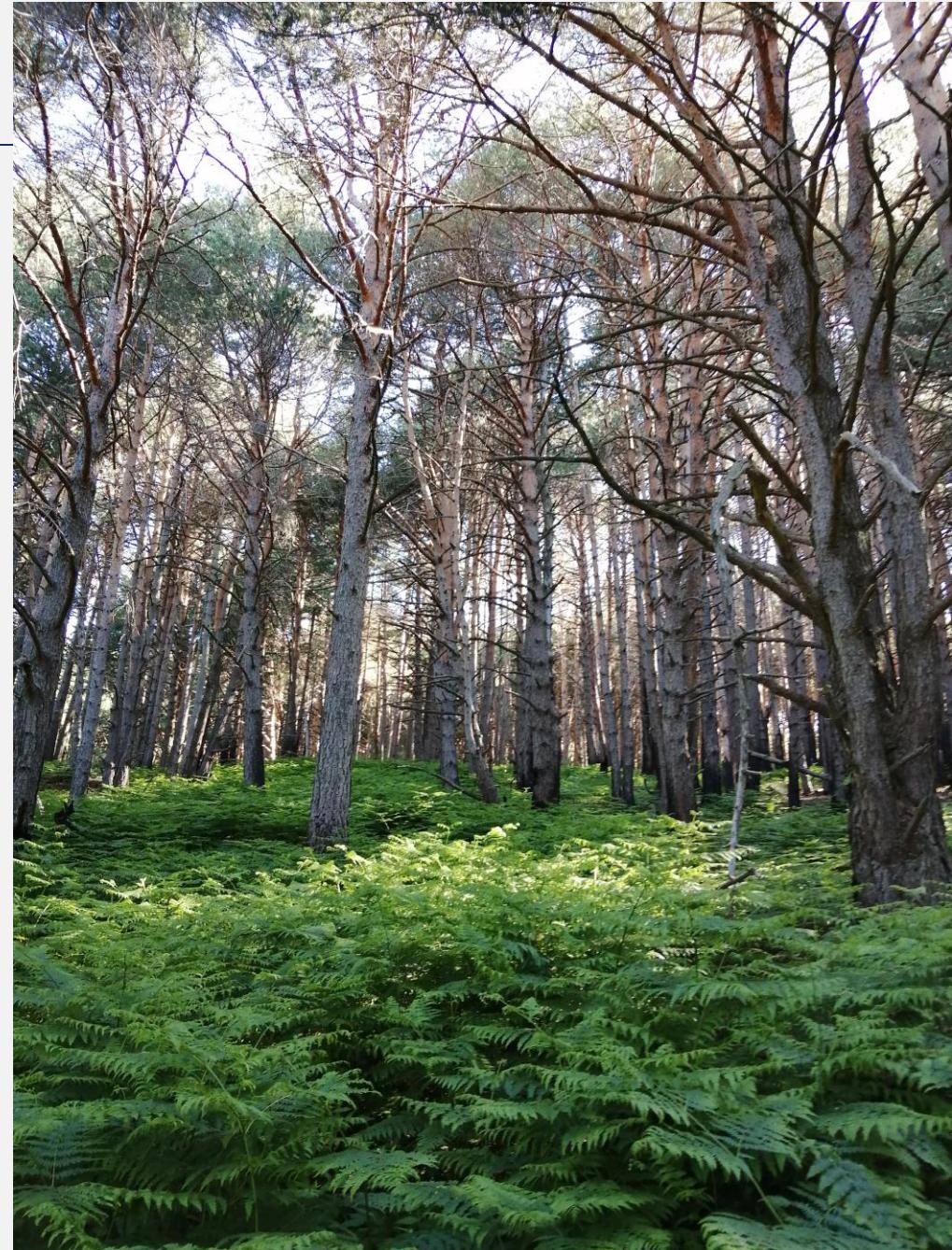


Un luogo comune a proposito delle piante riguarda la mobilità

A causa del loro autotrofismo i vegetali sono inesorabilmente condannati all'immobilità

Questo influenza:

- 1. strategie riproduttive;**
- 2. crescita e sviluppo;**
- 3. meccanismi di difesa;**



Animali:

possono muoversi per cercare il cibo grazie ad un sistema locomotore collegato ad un sistema nervoso



Piante:

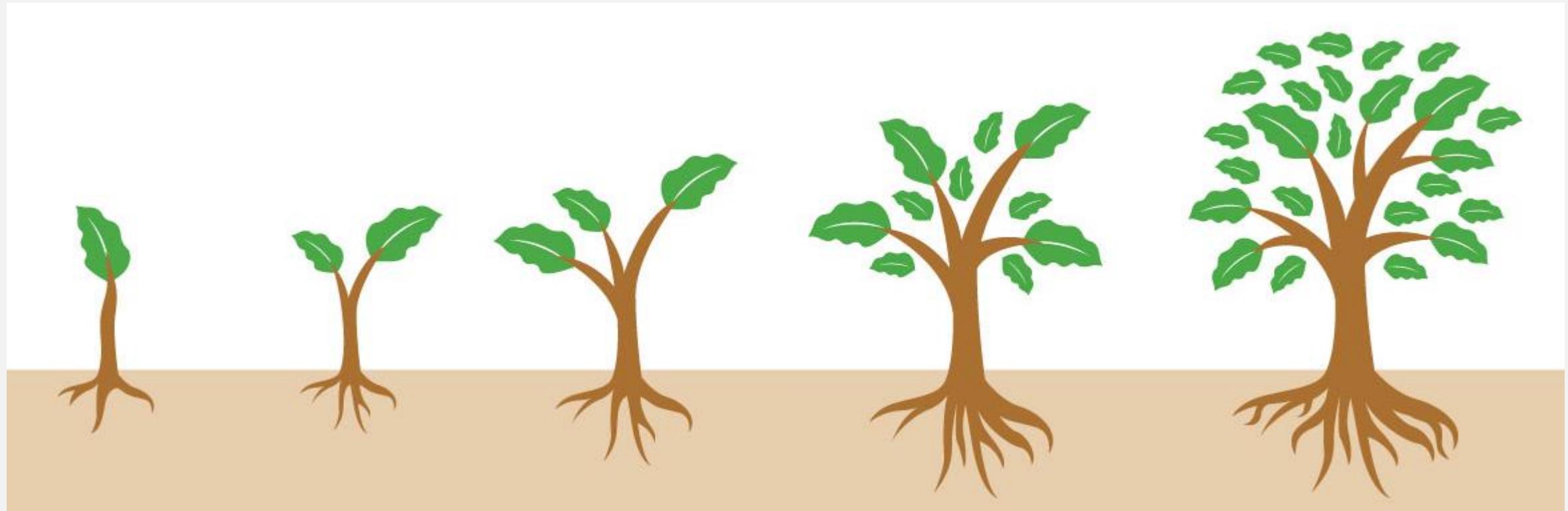
Invece di muoversi loro approfittano dei movimenti dell'ambiente

Possono orientare diversamente i loro organi nel suolo o nell'aria per massimizzare il reperimento delle risorse.



Piante:

grazie a specifici tessuti (meristemi) presentano un accrescimento continuo di germoglio e radice che consentono la ricerca di risorse sia in ambiente epigeo (migliore esposizione alla luce) che ipogeo (ricerca di acqua).



Grazie a questo continuano ad espandersi e conquistare nuovo spazio nell'aria e nel terreno.

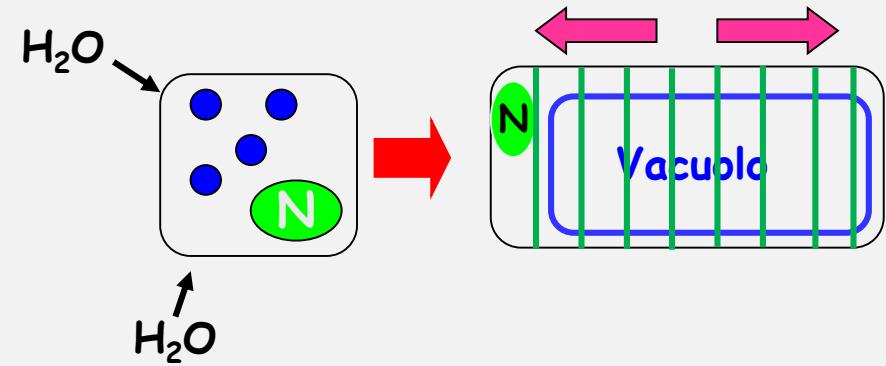
**Animali: il movimento non favorisce lo sviluppo della superficie esterna.
Si favorisce lo sviluppo di superfici interne in modo da occupare uno spazio minore.**

Piante: l'immobilità permette un aumento della superficie esterna per un migliore assorbimento della luce in ambiente aereo ed un migliore assorbimento di H_2O e sali in ambiente ipogeo.



Piante:

la presenza di un vacuolo, unitamente alla struttura della parete cellulare, permette alle cellule vegetali di distendersi secondo piani predeterminati in modo da orientare la parte epigea della pianta rispetto alla luce e la parte ipogea rispetto all' H_2O



Sono in grado di compiere movimenti che consentono l'esplorazione dell'ambiente circostante



geotropismo



tigmotropismo



Il fototropismo delle piante fu studiato già a partire da inizio '800: si osservò che le piante si piegavano verso la luce e dedusse che ciò fosse causato da una diversa velocità di crescita delle cellule poste sul lato esposto all'ombra, rispetto alle altre. Tuttavia, non seppe dire in che modo fosse regolato tale processo.

Dopo circa 70 anni, Charles Darwin e suo figlio Francis investigarono ulteriormente il fenomeno.

1 : venne tagliato l'apice vegetativo

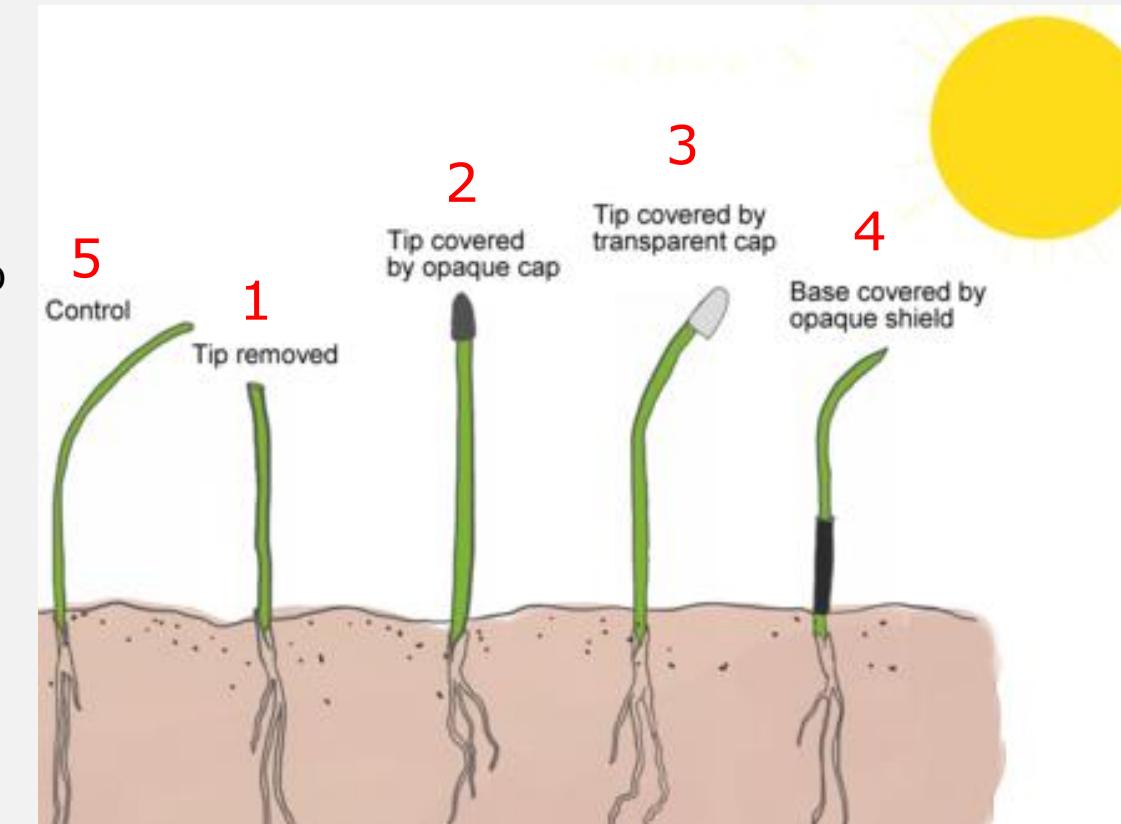
2: fu applicato un nastro opaco, all'apice vegetativo

3: fu applicato un nastro trasparente, all'apice vegetativo

4: fu applicato un nastro opaco alla parte basale del germoglio

5: Il quinto venne lasciato crescere normalmente (controllo).

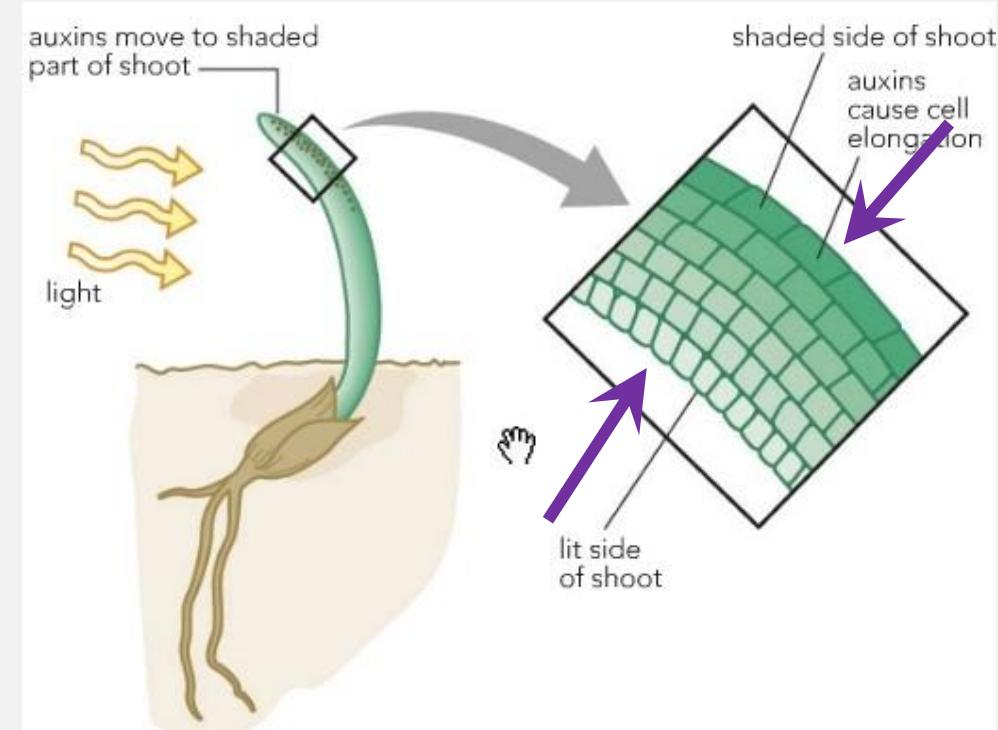
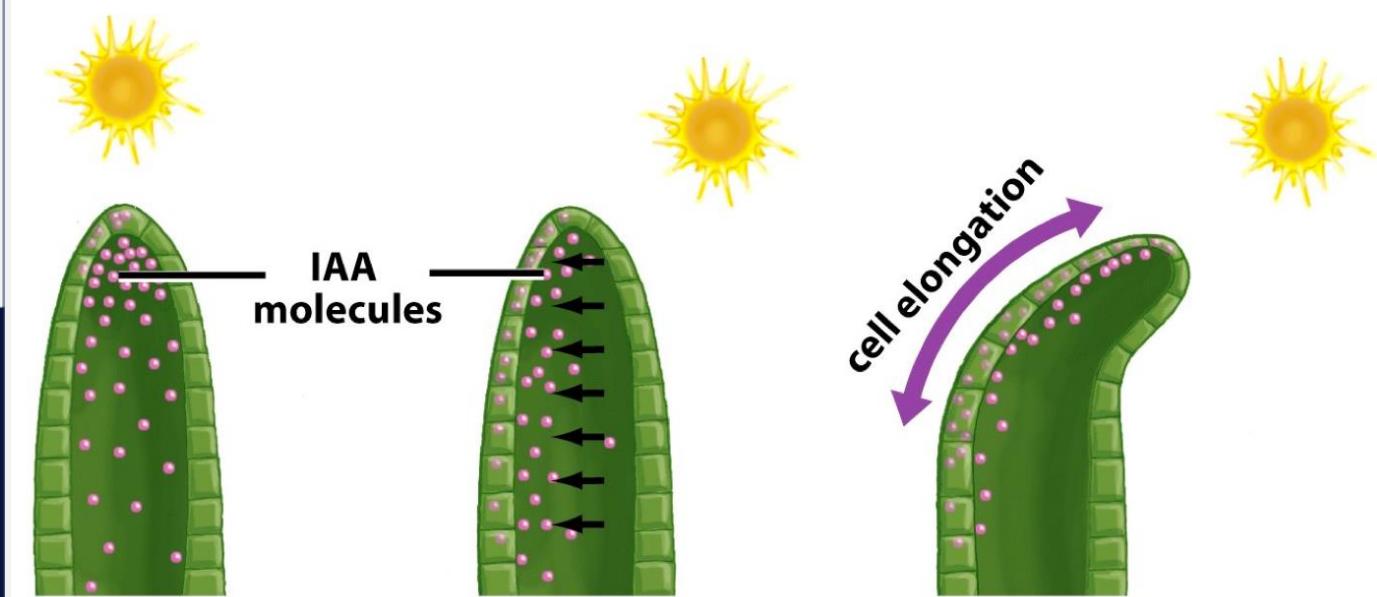
I germogli 1 e 2 non si piegavano più verso la luce, mentre i 3,4,5 sì



Darwin dedusse che **ci dovesse essere una qualche sostanza, prodotta dall'apice vegetativo, in seguito ad esposizione alla radiazione luminosa e che questa sostanza andasse a regolare la crescita delle cellule sottostanti (parte basale della pianta), causando l'incurvatura.**

Più tardi si scoprì che la sostanza sconosciuta era un ormone: l'auxina.

L'Auxina provoca la crescita delle cellule nell'apice vegetativo. **Dove si accumula l'auxina le cellule si distendono maggiormente e sono più lunghe, determinando la piegatura del germoglio verso il lato opposto (quello assolato).**



Ogni specie ha un diverso fabbisogno di luce solare: alcune piante si accontentano di poca luce e spesso un'eccessiva esposizione al Sole è per loro dannosa (piante sciafile);
Altre piante, invece, sono amanti del Sole (eliofile) e sopportano bene l'esposizione ai raggi solari diretti .

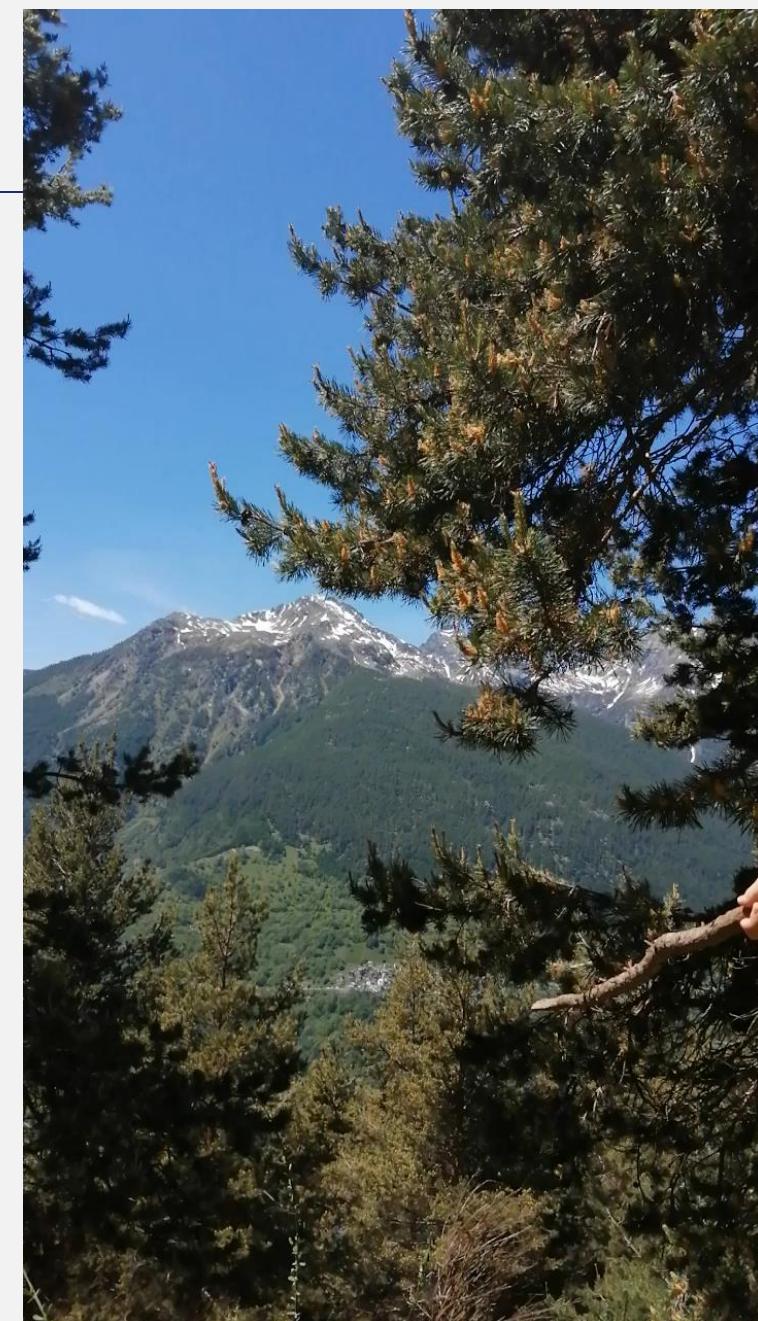
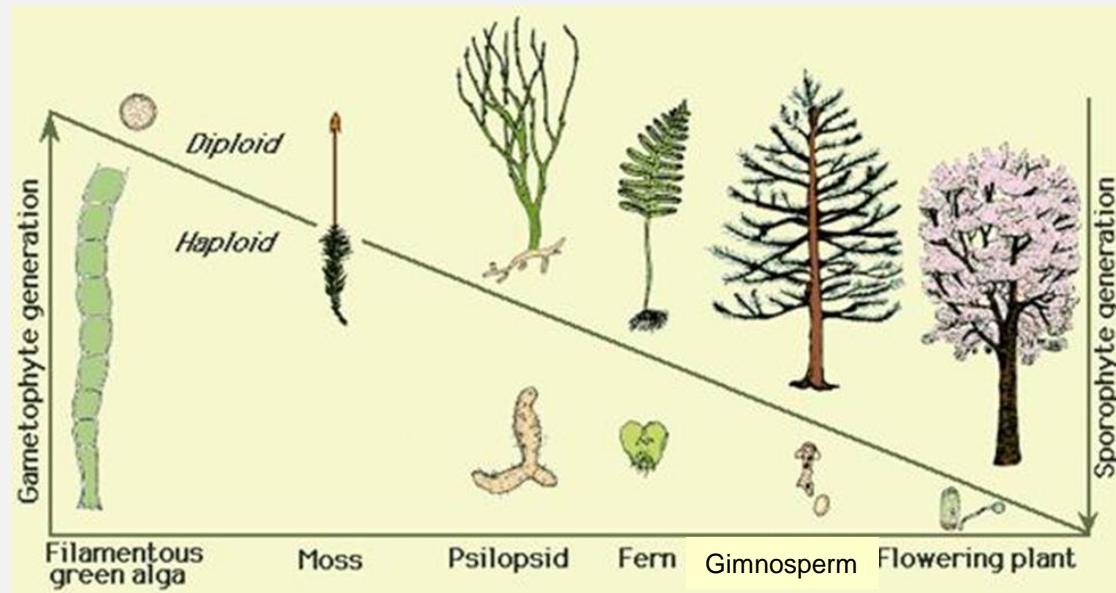
Strutture e cicli riproduttivi

Le piante terrestri non si muovono.

Il ciclo vitale di una pianta terrestre passa per due fasi critiche: la gamia e la dispersione dei nuovi nati.

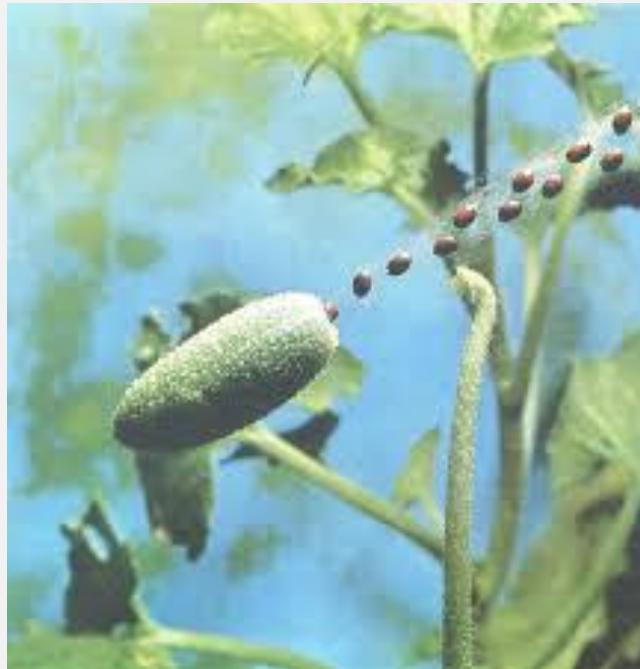
Poichè le piante non si muovono, tali fasi sono problematiche...la dispersione deve avvenire in aria, la gamia in acqua.

Questo implica la presenza di due generazioni: una generazione (il gametofito) che deve restare sempre più bassa perché a lui è affidata la riproduzione sessuata, l'altra (lo sporofito) diventa sempre più alta perché a lui è affidata la dispersione.



Presentano strutture che consentono il movimento in nuovi areali e in luoghi anche distanti rispetto a quelli di origine.

- SPORE
- SEMI
- FRUTTI



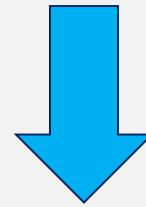


Non solo piante terrestri

Molte alghe si muovono liberamente nell'acqua grazie a movimenti propri



Non si muovono come gli animali, tuttavia modificano la loro morfologia durante tutta la loro vita per adattarsi alle mutevoli condizioni ambientali.

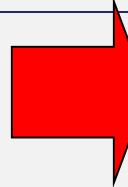


Sviluppo dell'individuo



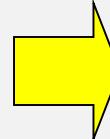
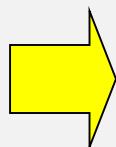


**Animali: negli organismi unitari
la crescita si arresta dopo il
periodo giovanile**



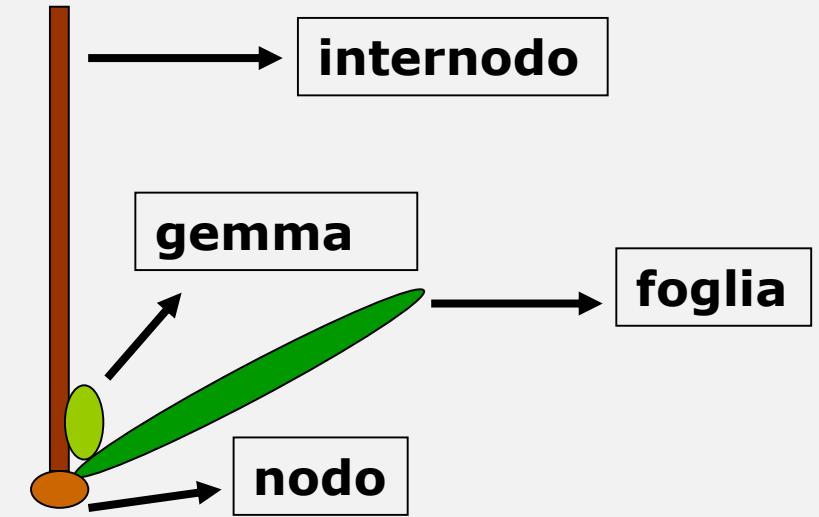
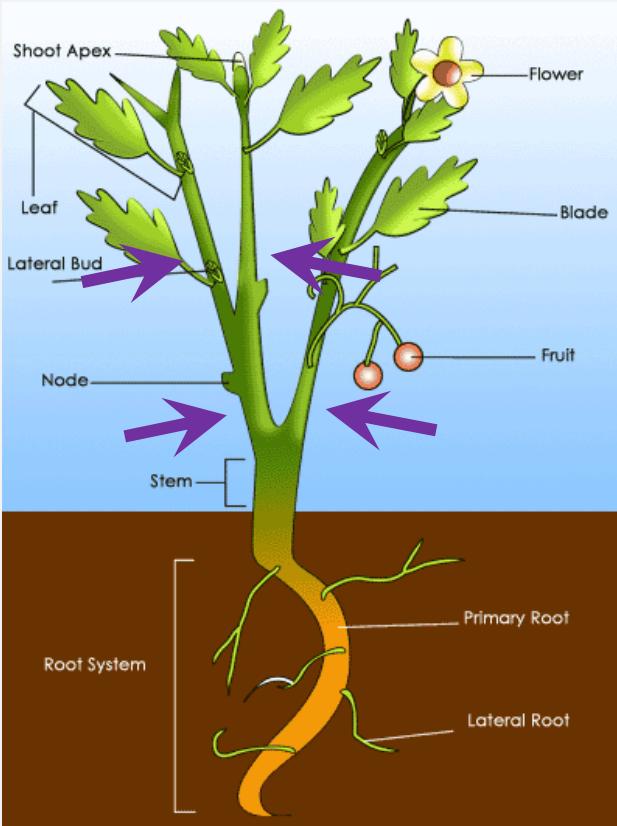
Accrescimento limitato

**Negli organismi unitari la forma del corpo è
determinata fin dalle prime fasi di sviluppo**



Piante: organismi modulari

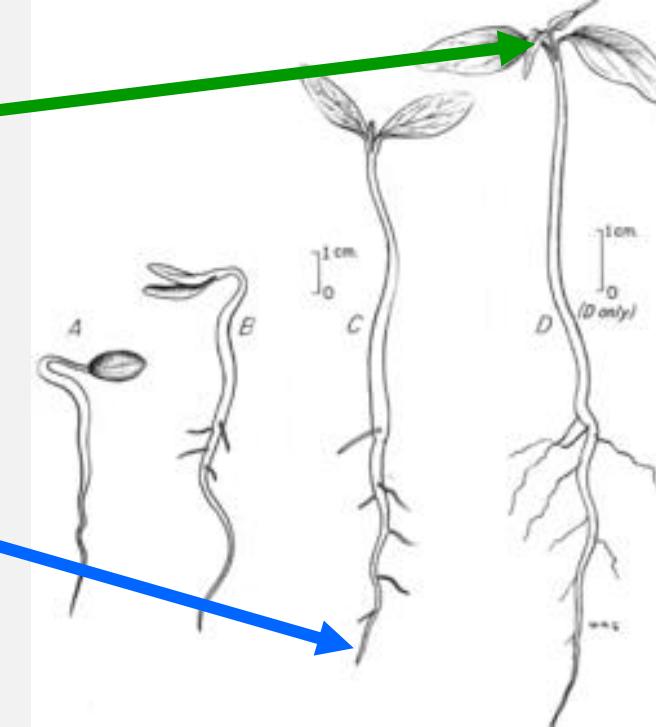
Negli organismi modulari, nell'embrione si forma una unità strutturale o modulo che poi produce altri moduli.



Ogni modulo nasce, cresce e muore indipendentemente dal mantenimento in vita dell'intero organismo

Gli organismi modulari sono dotati di crescita illimitata grazie alla presenza di tessuti meristematici permanenti.

La condizione embrionale rimane
all'apice del germoglio
e della radice



In queste zone nuove cellule si formano per mitosi, si ingrandiscono e si differenziano ed entrano a far parte dei tessuti della pianta

Ogni modulo può crescere con forme e strutture diverse nel tempo favorendo l'adattamento della pianta all'ambiente mutevole



Un singolo modulo può dare origine ad altri moduli grazie alla capacità delle cellule vegetali di originare nuovi tessuti ed organi da strutture già differenziate.



Questo consente alle piante di muoversi nell'ambiente e colonizzare nuovi areali.



Meccanismi di difesa

Proprio la capacità di modulare la crescita consente alle piante di ricostruire efficientemente ciò che gli animali distruggono.



Sviluppano sistemi di difesa che tengono lontani gli animali



Sviluppano metaboliti secondari con effetto deterrente: costituiscono il linguaggio delle piante



Animali: accumulano LIPIDI come sostanze di riserva: maggior numero di calorie per il minore peso ed ingombro (ottimali per il trasporto a lunga distanza)

Piante: accumulano AMIDO come sostanza di riserva: minore contenuto energetico, maggiore peso (non ottimale per il trasporto)

Tuttavia, in alcuni organi, la sostanza di riserva prevalente sono i lipidi (SEMI e FRUTTI)

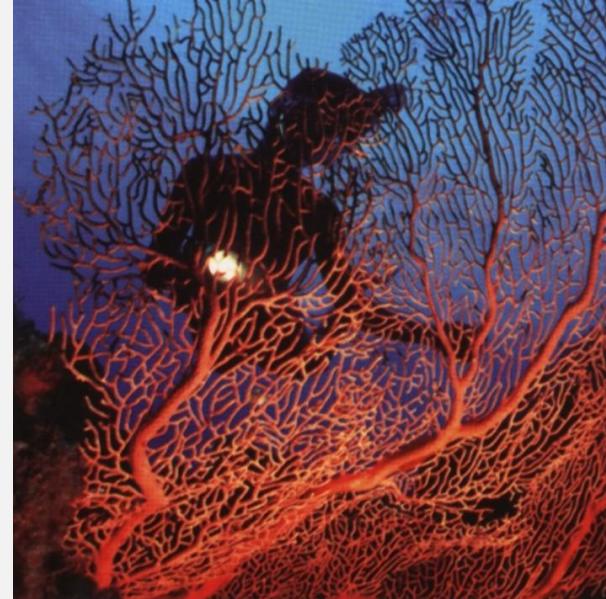


Quando le differenze diventano somiglianze

Le differenze fra piante ed animali sfumano scendendo nella scala evolutiva

Tra gli animali non mancano individui sessili che vivono fissi su un substrato

Linneo considerava piante le spugne ed alcuni Cnidari come coralli ed anemoni



I funghi sono stati oggetto di studio della botanica per lungo tempo, prima di essere compresi in un Regno a parte.



Cellule vegetali hanno tutte le proprietà e funzioni di quella animale ma **con una marcia in più**:

Hanno una serie di strumenti in più:

- fotosintetizzano attraverso vie metaboliche specializzate
- producono intere categorie di sostanze specifiche o metaboliti secondari
- hanno maggiori superfici di scambio
- hanno compartmentazione più complessa
- hanno modalità di divisione, crescita, e differenziamento profondamente diverse
- singole cellule sono totipotenti

