

I REGNI VIVENTI

Un tempo, agli albori della sistematica naturalistica, i viventi erano divisi in due soli regni: regno vegetale e regno animale. Per il grande naturalista Linneo (XVIII secolo), gli animali si distinguevano dalle piante perché, a differenza di queste, sono esseri viventi dotati di sensibilità. In seguito, con l'aumento delle conoscenze sulle caratteristiche e la biologia delle diverse forme di vita, questa distinzione si è rivelata del tutto insufficiente. In particolare è risultato che numerose forme ad organizzazione meno complessa, tra cui molti unicellulari, sfuggono a una simile suddivisione.

L'aumento di conoscenze sui batteri ha inoltre portato a riconoscere una prima fondamentale distinzione tra i viventi in *procarioti* e *eucarioti*, distinzione di livello molto superiore a quella tra gruppi diversi di eucarioti come gli animali e le piante. Oggi procarioti ed eucarioti vengono per lo più considerati due *super-regni* (o *dominii*) distinti. Anzi, secondo molti sistematici, la grande varietà presente all'interno dei procarioti suggerirebbe di suddividere i viventi addirittura in tre domini, due dei quali corrispondono agli attuali procarioti.

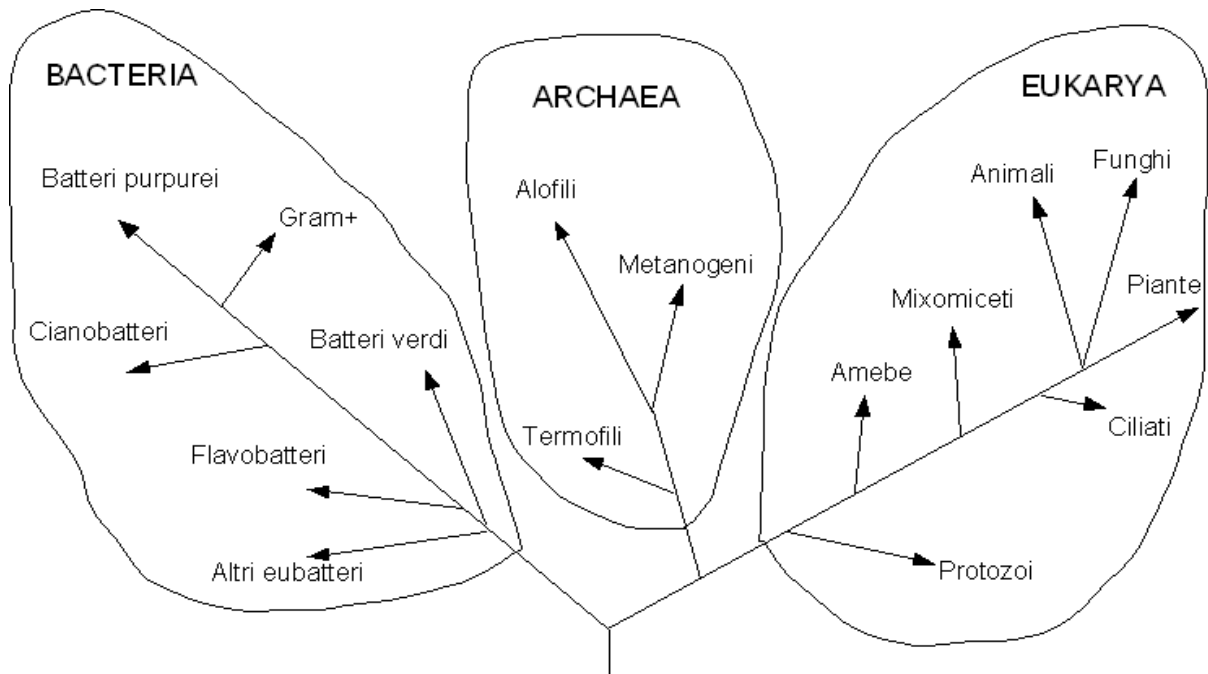


Fig. 1 - I tre domini dei viventi secondo uno schema di albero filogenetico universale. *Bacteria* e *Archaea* comprendono i procarioti, *Eukarya* gli eucarioti.

Col procedere delle conoscenze sistematiche, nuovi regni sono stati individuati e descritti sia all'interno dei procarioti che degli eucarioti. Seguendo un criterio strettamente filogenetico, secondo cui ogni categoria tassonomica dovrebbe riunire tutti e solo gli organismi che hanno avuto origine da un antenato comune, si è arrivati a classificare i viventi in un numero elevatissimo di regni.

Tuttavia, dal momento che i legami filogenetici tra i vari gruppi di organismi non sono stati ancora completamente chiariti e numero e nomi dei regni cambiano frequentemente a scapito della chiarezza, comunemente ci si riferisce a una suddivisione in cinque soli regni (uno di procarioti e quattro di eucarioti), anche se alcuni di questi sono sicuramente polifiletici e provvisori.

In particolare il grande regno dei *protisti*, che riunisce gli eucarioti a organizzazione meno complessa, prevalentemente di ambiente acquatico, è poco più che un regno "di risulta", cioè un insieme eterogeneo che riunisce tutte le forme che non rientrano negli altri regni. Per questo motivo, la maggior parte degli studiosi che si occupano di questi organismi (alghe, organismi fungoidi, protozoi, ecc.) non riconosce il regno dei protisti, che viene suddiviso in regni più piccoli ed omogenei.

I REGNI VIVENTI secondo la teoria dei 5 Regni:

Monera (procarioti)
- archibatteri
- eubatteri

Protista (protisti)
Plantae (piante)
Fungi (funghi)
Animalia (animali)

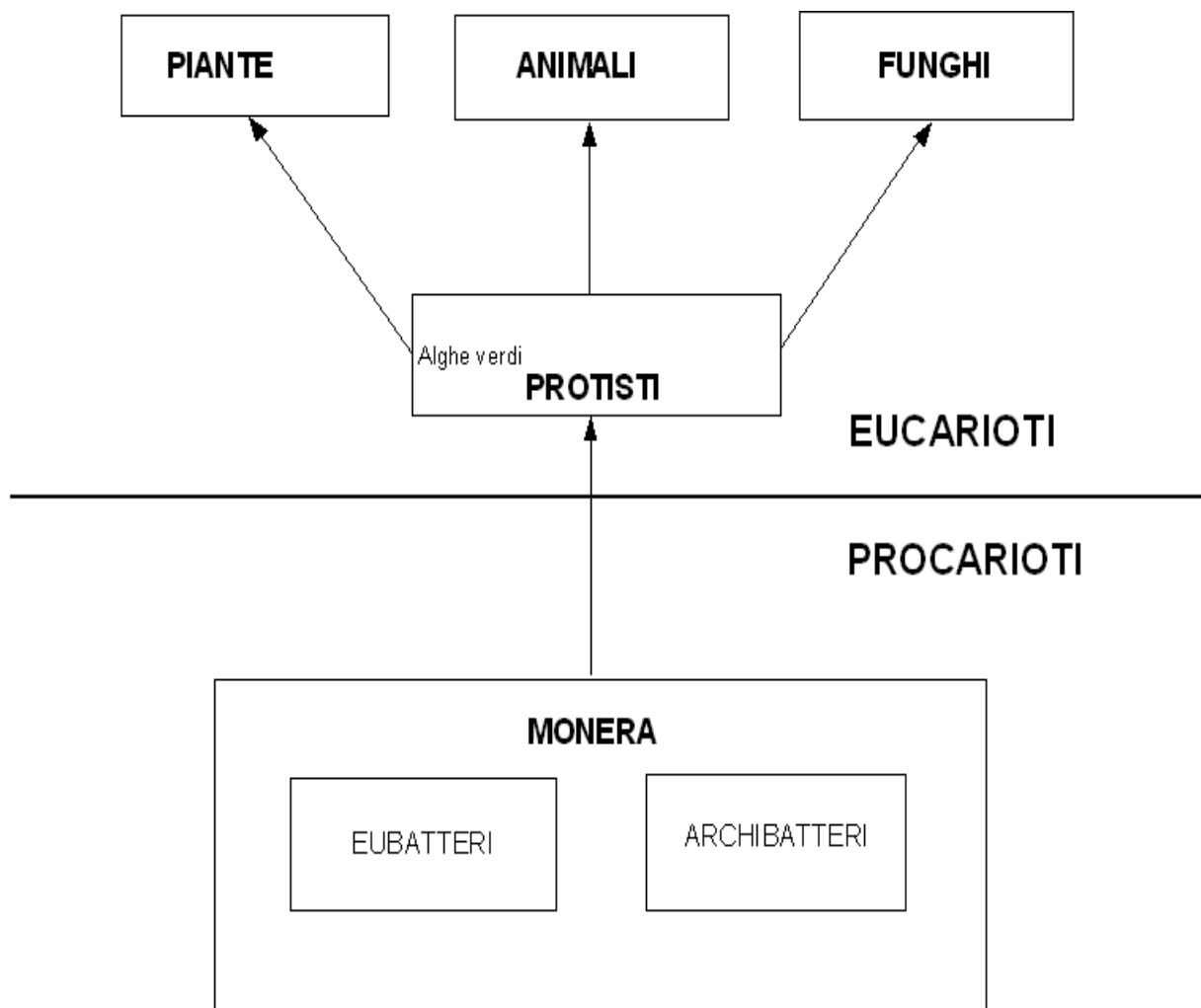


Fig. 2 – La suddivisione dei viventi secondo la teoria dei cinque regni. Le frecce indicano i supposti legami filogenetici.

I CINQUE REGNI DEL MONDO VIVENTE

	MONERA	PROTISTI	FUNGHI	PIANTE	ANIMALI
tipo di organizzazione cellulare	procariota	eucariota	eucariota	eucariota	eucariota
materiale genetico	DNA non associato a proteine in cromosomi	DNA associato a proteine in cromosomi	DNA associato a proteine in cromosomi	DNA associato a proteine in cromosomi	DNA associato a proteine in cromosomi
membrana nucleare	assente	doppia o singola	doppia	doppia	doppia
organuli cellulari delimitati da membrane	assenti	presenti	presenti	presenti	presenti
cloroplasti	assenti	presenti o assenti	assenti	presenti	assenti
parete cellulare	non cellulosa	assente o presente; cellulosa o di vario tipo	in genere chitinoso	cellulosa	assente
nutrizione	autotrofa, eterotrofa per assorbimento	autotrofa, eterotrofa per assorbimento o fagocitosi	eterotrofa per assorbimento	autotrofa	eterotrofa per ingestione
organizzazione cellulare	unicellulari	unicellulari o pluricellulari poco differenziati	pluricellulari	pluricellulari	pluricellulari
sistema nervoso	assente	assente	assente	assente	presente, spesso complesso
respirazione	aerobia o anaerobia	aerobia	aerobia o anaerobia	aerobia	aerobia
ciclo ontogenetico	aplonte	per lo più aplonte; aplo-diplonte o diplonte in alcuni gruppi	per lo più aplo-dicariante	aplo-diplonte	diplonte

(da Moore, Clark & Vodopich "Botany", WCB/McGraw-Hill 1998, adattato e modificato)

COSA INTENDIAMO CON “VEGETALI”

Nello schema di classificazione dei viventi in cinque regni, i vegetali o piante sono esclusivamente quelli che costituiscono il regno *Plantae*. Si tratta di organismi:

- eucarioti
- pluricellulari
- fotosintetici
- di ambiente generalmente terrestre
- a ciclo ontogenetico aplo-diplonte
- con riproduzione oogama
- con parete cellulare costituita da cellulosa.

Comprendono:

- le *briofite* (muschi e organismi affini);
- le piante vascolari senza semi, conosciute anche come *pteridofite* (felci e organismi simili);
- le piante a seme o *spermatofite*, cioè gimnosperme e angiosperme.

Dalla vecchia divisione dei viventi in due soli regni (regno animale e regno vegetale) è tuttavia derivata l'abitudine di considerare vegetale semplicemente tutto ciò che non è animale. Per questo tradizionalmente vengono compresi tra i “vegetali in senso lato” e vengono studiati da botanici anche molti altri gruppi di viventi che non sono affatto piante. Alcuni di questi non sono neppure fotosintetici, come i funghi. Ciò che accomuna questi viventi è semplicemente il fatto che, almeno in qualche fase del loro ciclo vitale, hanno cellule dotate di parete, a differenza degli organismi considerati animali che ne sono sempre sprovvisti. Questo anche se si tratta di pareti diversissime tra di loro per struttura, costituenti chimici, modo di formazione. Addirittura, un tempo anche i procarioti (batteri) erano considerati “vegetali”, dal momento che hanno cellule dotate di parete, seppure di struttura e composizione particolarissima.

QUALCHE CENNO SULLE “NON PIANTE”

In questo corso ci occuperemo solo delle vere piante (regno *Plantae* o *Embryobionta*). Qui di seguito vengono riportati alcuni cenni sommari sugli altri gruppi di viventi tradizionalmente trattati nei manuali di sistematica vegetale. Alcuni di questi, per la loro importanza ecologica e applicativa, verranno affrontati dagli studenti all'interno di altri insegnamenti, come quelli di *Patologia forestale* e di *Microbiologia del suolo*.

I PROCARIOTI O BATTERI (regno *Monera*)

I procarioti o batteri sono viventi unicellulari caratterizzati da un tipo particolare di cellula, la cellula procariota. Questa

- è priva degli organuli delimitati da membrane: nucleo, reticolo, mitocondri, plastidi, Golgi, ecc.
- ha ribosomi più piccoli e flagelli con struttura diversa
 - il DNA non è organizzato in cromosomi e quindi non sono possibili né meiosi né gamia. La riproduzione avviene solo agamicamente per scissione diretta e la variabilità genetica è assicurata soprattutto dall'elevato tasso di mutazioni spontanee.

Tutti gli altri viventi (protisti, funghi, animali, piante) hanno cellule eucariote.

Attualmente i procarioti vengono suddivisi in *eubatteri* (o *Bacteria*) e *archibatteri* (o *Archaea*). Le differenze tra i due gruppi sono tali da giustificare per molti sistematici la suddivisione dei viventi in tre super-regni (o domini): eubatteri, archibatteri, eucarioti.

I procarioti sono i viventi più numerosi e diffusi della terra e presentano un'enorme varietà di processi metabolici, molti dei quali assenti negli eucarioti. Esistono procarioti aerobi e anaerobi, eterotrofi ed autotrofi. Tra gli autotrofi, i batteri chemiosintetici traggono l'energia per ridurre la CO₂ non dalla luce, come gli organismi fotosintetici, ma da reazioni chimiche di ossido-riduzione. Alcuni procarioti sono in grado di fissare l'azoto elementare dell'atmosfera.

I cianobatteri, chiamati anche alghe azzurre, alghe blu-verdi o *Cyanophyta*, sono un gruppo di procarioti fotosintetici di ambiente umido che erano stati in passato inclusi nelle alghe.

Secondo l'ipotesi endosimbiontica, gli organuli delle cellule eucariote deriverebbero da procarioti inglobati in cellule più grandi: procarioti fotosintetici con diverso corredo di pigmenti avrebbero dato origine ai diversi tipi di plastidi presenti nelle cellule delle alghe e delle piante; procarioti aerobi avrebbero dato origine ai mitocondri, ecc.. I cloroplasti delle piante si sarebbero evoluti da organismi del tipo delle *Prochlorophyta*, batteri fotosintetici dotati di clorofilla a e b e tilacoidi organizzati in strutture simili ai grana. L'ipotesi endosimbiontica è rafforzata da alcune caratteristiche degli organuli cellulari degli eucarioti che li avvicinano ai procarioti, tra cui la presenza di DNA diverso da quello nucleare e di ribosomi del tipo batterico.

I procarioti svolgono un ruolo fondamentale nel ciclo degli elementi, in particolare nella fase di mineralizzazione della sostanza organica e sono uno dei fattori essenziali nella formazione dell'humus e nel mantenimento della fertilità del terreno.

I procarioti autotrofi sono importanti produttori primari nei più diversi ecosistemi della terra.

Molti batteri hanno notevole importanza applicativa ed economica. Alcuni sono responsabili di gravi malattie, come la tubercolosi, il tifo, il tetano.

I primi viventi apparsi sulla terra oltre 3.5 miliardi di anni fa erano probabilmente simili a procarioti. I primi procarioti fotosintetici comparvero tra 2 e 3.4 miliardi di anni fa. L'ossigeno prodotto con la fotosintesi da questi organismi (e in seguito anche dagli autotrofi eucarioti) ebbe conseguenze importanti per la vita sulla terra:

- trasformò l'atmosfera da riducente in ossidante, permettendo la vita degli eucarioti aerobi che necessitano di ossigeno per la respirazione;
- portò alla formazione dello strato di ozono che schermando le letali radiazioni UV consentì l'emersione dei viventi dall'acqua.

I FUNGHI E GLI ORGANISMI AFFINI

I funghi (regno *Mycota* o *Fungi*) sono organismi eucarioti caratterizzati da:

- nutrizione eterotrofa e mancanza di plastidi e clorofilla;
- nutrizione in genere per assorbimento dopo digestione esterna con esoenzimi;
- cellule non organizzate in tessuti, spesso di aspetto filamentoso (*ife*), riunite in miceli;
- parete cellulare non cellulosa; di solito a base di chitina, composto assente nei vegetali e presente in insetti e crostacei;
- presenza diffusa di propagazione vegetativa per mezzo di singole cellule (*conidi* o *mitospore*, chiamati anche impropriamente "spore");
- assenza di organi (sporangii e gametangi) pluricellulari;
- ciclo ontogenico per lo più di tipo aplo-dicarionte.

I funghi vivono come saprofiti, parassiti o simbiotici.

I funghi saprofiti riescono a degradare praticamente tutte le sostanze di origine organica. Svolgono un ruolo essenziale come *decompositori*, ma sono anche responsabili di danni a derrate, materiali, manufatti.

I funghi parassiti includono molte specie che causano gravi malattie nelle piante.

Le *micorrize* sono simbiosi tra funghi e radici di piante. La pianta sfrutta la capacità del fungo di assorbire acqua e minerali anche in terreni poco fertili e il fungo utilizza i carboidrati sintetizzati dalla pianta. Le micorrize sono molto diffuse e si ritiene che abbiano avuto un'importanza decisiva nel consentire ai vegetali l'emersione dall'ambiente acquatico; secondo questa interpretazione, la terra non sarebbe stata colonizzata dalle piante ma da simbiosi tra piante e funghi. Nelle *ectomicorrize*, come quelle tra molte specie forestali e basidiomiceti, le ife del fungo formano un mantello intorno alle radici. Nelle *endomycorrize* o micorrize vescicolo-arbuscolari, diffuse soprattutto tra le specie erbacee, le ife penetrano all'interno dei tessuti della pianta. Le micorrize sono diffuse anche nelle pteridofite e nelle briofite.

I *licheni* sono simbiosi tra un fungo e un organismo fotosintetico che può essere un'alga verde o un cianobatterio. Il fungo trae il nutrimento dall'alga (o cianobatterio), che grazie alla simbiosi riesce a vivere in ambienti dove non potrebbe crescere autonomamente. Se il simbionte autotrofo è un cianobatterio azotofissatore, il lichene diviene totalmente autosufficiente per la nutrizione. I licheni sono organismi pionieri, diffusi in ambienti estremi come le tundre; alcuni vivono sulla roccia nuda. I licheni sono sensibili all'inquinamento atmosferico, in particolare da SO₂ e possono essere utilizzati come bioindicatori. Si propagano vegetativamente per mezzo di frammenti specializzati di tallo (*soredi*). Sulla base dell'aspetto esteriore, si distinguono licheni crostosi, fogliosi e fruticosi.

Anche i funghi sono sensibili agli inquinanti, poiché non sono protetti dalla cuticola o dalla scorza e assorbono l'umidità con tutto il tallo. La rarefazione di molti funghi dei boschi negli ultimi decenni sembra correlata con l'inquinamento atmosferico e è stata indicata fra i responsabili del fenomeno del deperimento di alcune specie forestali.

I funghi comprendono **ascomiceti**, **basidiomiceti** e altri gruppi di minore importanza (chitridiomiceti, zigomiceti). Sono ascomiceti importanti patogeni delle piante ma anche specie utili come i lieviti, usati per la produzione delle bevande alcoliche (vino, birra) e per la lievitazione del pane. I basidiomiceti comprendono la maggior parte dei funghi a cappello: funghi mangerecci come porcini, ovoli e prataioli, ma anche funghi tossici come varie amanite.

Gli **organismi fungoidi** o pseudofunghi sono viventi eterotrofi a organizzazione poco specializzata classificabili tra i **protisti**, che per alcuni aspetti della loro biologia somigliano ai funghi. Hanno organizzazione unicellulare o cenocitica e parete non chitinoso. Comprendono i mixomiceti e gli oomiceti. Questi ultimi includono importanti patogeni di colture agrarie.

LE ALGHE

Le alghe sono viventi eucarioti fotosintetici con cloroplasti provvisti di clorofilla a associata a pigmenti diversi. Vivono in ambienti acquatici o umidi e sono prive di tessuti conduttori e di organi pluricellulari. Comprendono organismi molto diversi per dimensioni, organizzazione cellulare (unicellulari, coloniali, pluricellulare), ciclo ontogenetico (aplonti, diplonti, aplo-diplonti), tipo di gamia (isogamia, anisogamia, eterogamia, oogamia).

Sostanze gelatinose ricavate dalle pareti di alghe appartenenti a diversi gruppi vengono utilizzate nell'industria alimentare (carragenine, alginati) e come substrati di coltura in laboratorio (agar).

Le alghe sono un gruppo polifiletico, in cui vengono distinte per lo più sette divisioni, tutte incluse attualmente nell'eterogeneo regno dei protisti.

Le alghe verdi (*Chlorophyta*) comprendono forme unicellulari, coloniali, cenocitiche e pluricellulari. Molte caratteristiche depongono a favore dell'ipotesi che i progenitori acquatici delle piante fossero organismi simili a alghe verdi: presenza di clorofilla a e b e di carotenoidi, nelle stesse proporzioni in cui sono presenti nelle piante; amido come sostanza di riserva; parete cellulosica; flagelli del tipo a frustino; presenza nel gruppo di organismi pluricellulari, oogami, con ciclo aplodiplonte, come le piante. Inoltre le *Chlorophyta* crescono in genere negli strati più superficiali dei corpi d'acqua, da dove era più facile l'emersione sulla terraferma. Anche se in quasi tutte le alghe verdi i gametangi sono del tipo unicellulare, alcune specie della classe *Charophyceae* hanno gametangi con uno strato di cellule sterili, interpretabili come tappa evolutiva verso la comparsa degli organi pluricellulari delle vere piante. Alcune caroficee formano zigoti resistenti rivestiti da una parete impregnata di sporopollenina, sostanza che avrà grande importanza come componente della parete delle spore delle piante terrestri. Sono nella maggior parte dei casi alghe verdi (e non muschi) le patine verdi che crescono sui massi bagnati lungo i corsi d'acqua, sui muri umidi, sui tronchi degli alberi. Alcune specie formano simbiosi licheniche con funghi.

Nella tabella seguente sono riassunte le principali caratteristiche distintive delle sette divisioni in cui vengono abitualmente suddivise le alghe, confrontate all'ultima riga con le caratteristiche delle vere piante (regno *Plantae*).

DIVISIONE	AMBIENTE	PIGMENTI FOTOSINT.	PARETE	SOSTANZE DI RISERVA	FLAGELLI	
Rhodophyta (alghе rosse)	soprattutto mare	clorofilla <i>a</i> carotenoidi clorofilla <i>d</i> ficobiline xantofille	polisaccaridi (agar, ecc.) cellulosa sali di Ca	“amido delle floridee”, floridoside	nessuno	
C h r o m o p h y t a	Phaeophyta (alghе brune)	soprattutto mare	clorofilla <i>a</i> carotenoidi clorofilla <i>c</i> xantofille	cellulosa polisaccaridi pectina (ac. alginico)	laminarina mannitolo	2 a frustino e a pettine
	Chrysophyta (diatomee e alghе giallo- dorate)	mare acqua dolce ed altro	clorofilla <i>a</i> carotenoidi clorofilla <i>c</i> fucoxantina	cellulosa silice o assente	crisolaminarina	0-2 a frustino e a pettine
	Cryptophyta (criptomonadi)	soprattutto acqua dolce	clorofilla <i>a</i> carotenoidi	assente	amido	2 a pettine
	Pyrrhophyta (dinoflagellate)	mare acqua dolce ed altro	clorofilla <i>a</i> carotenoidi clorofilla <i>c</i> xantofille (peridinina)	cellulosa sporopollenina	amido	0-2 a pettine
Euglenophyta (euglene)	mare acqua dolce ed altro	clorofilla <i>a</i> carotenoidi clorofilla <i>b</i> xantofille	assente	paramilon	1-3 a pettine	
Chlorophyta (alghе verdi)	soprattutto acqua dolce (anche mare, terreno, ecc.)	clorofilla <i>a</i> carotenoidi clorofilla <i>b</i> xantofille	cellulosa e altri polisaccaridi, sporopollenina	amido	0-molti a frustino	
Plantae (piante)	terraferma (anche mare, acqua dolce, ecc.)	clorofilla <i>a</i> carotenoidi clorofilla <i>b</i> xantofille	cellulosa e altri polisaccaridi (sporopollenina nelle spore)	amido	0-molti a frustino	