

Organuli cellulari

1) Reticolo endoplasmatico

Liscio

Rugoso

2) Ribosomi

3) Mitocondri

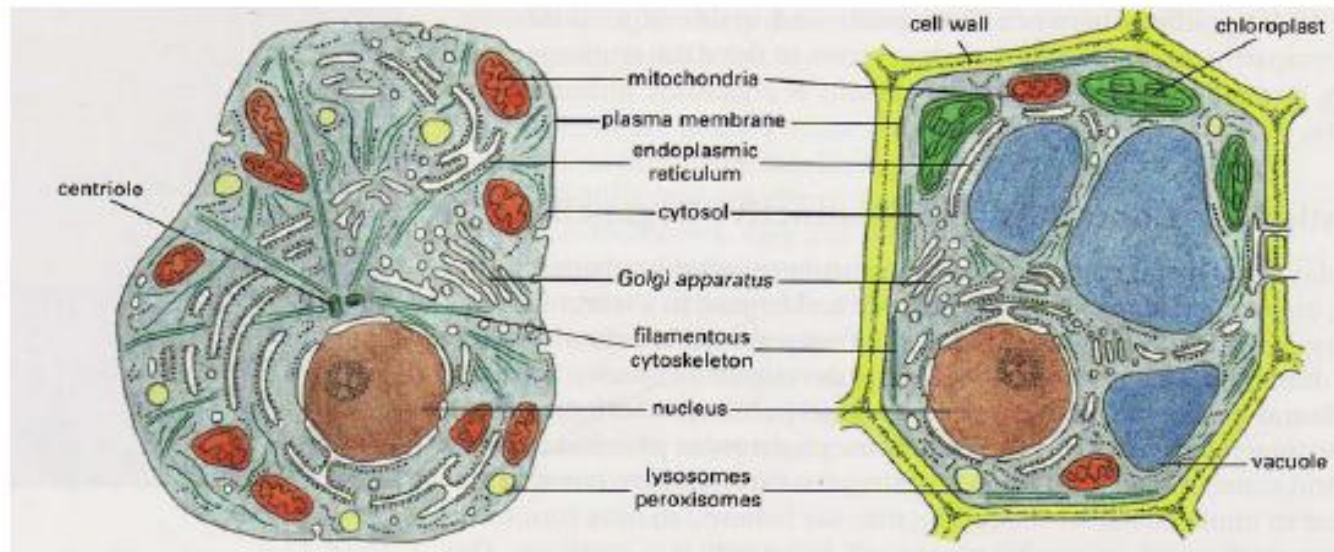
4) Apparato di Golgi

5) Vacuolo

6) Vescicole

7) Plastidi

Le cellule delle piante sono di solito molto più grandi delle cellule degli animali. Ciò è dovuto soprattutto alla presenza dei vacuoli.

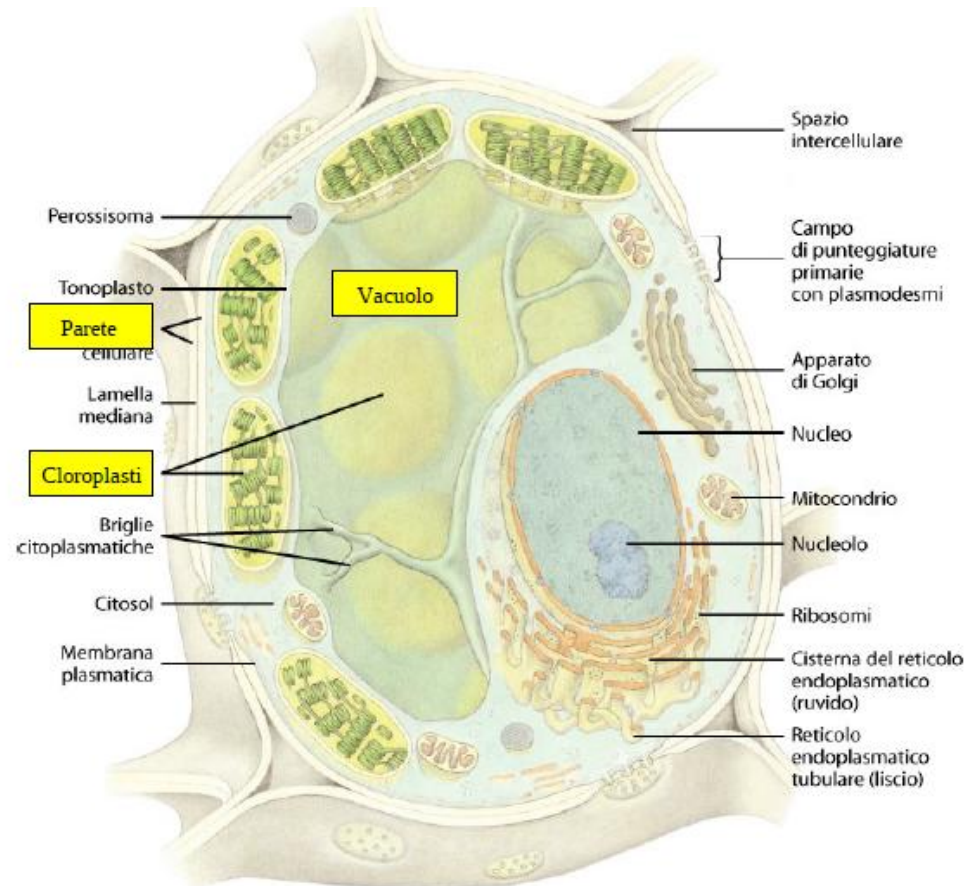


10-20 μm

30-100 μm

I vacuoli

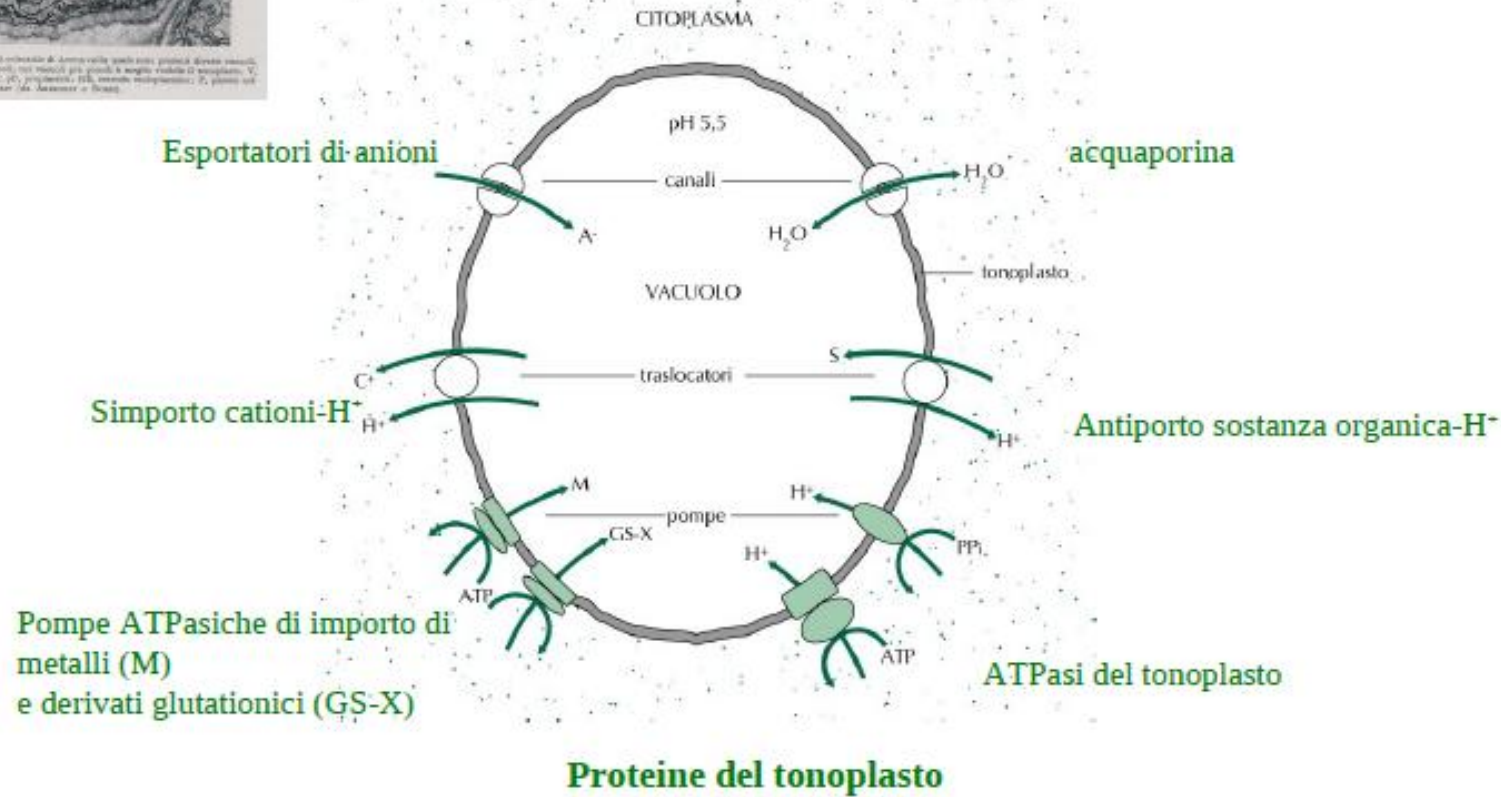
- Strutture tipiche delle cellule vegetali e di alcuni protisti unicellulari
- Sono vescicole delimitate da una membrana (**Tonoplasto**)
- Si formano da vescicole del Golgi e per fusione di micro-vacuoli.
- Svolgono funzioni simili ai lisosomi delle cellule animali, degradando macromolecole e riciclando i componenti singoli.



Può occupare fino all'80% del volume di una cellula differenziata.



- Tonoplasto:**
- membrana semipermeabile
 - spessore 7-10 nm
 - regolazione scambi tra vacuolo-citoplasma
 - diverse proteine (es. acquaporine) a secondo del tipo di vacuolo



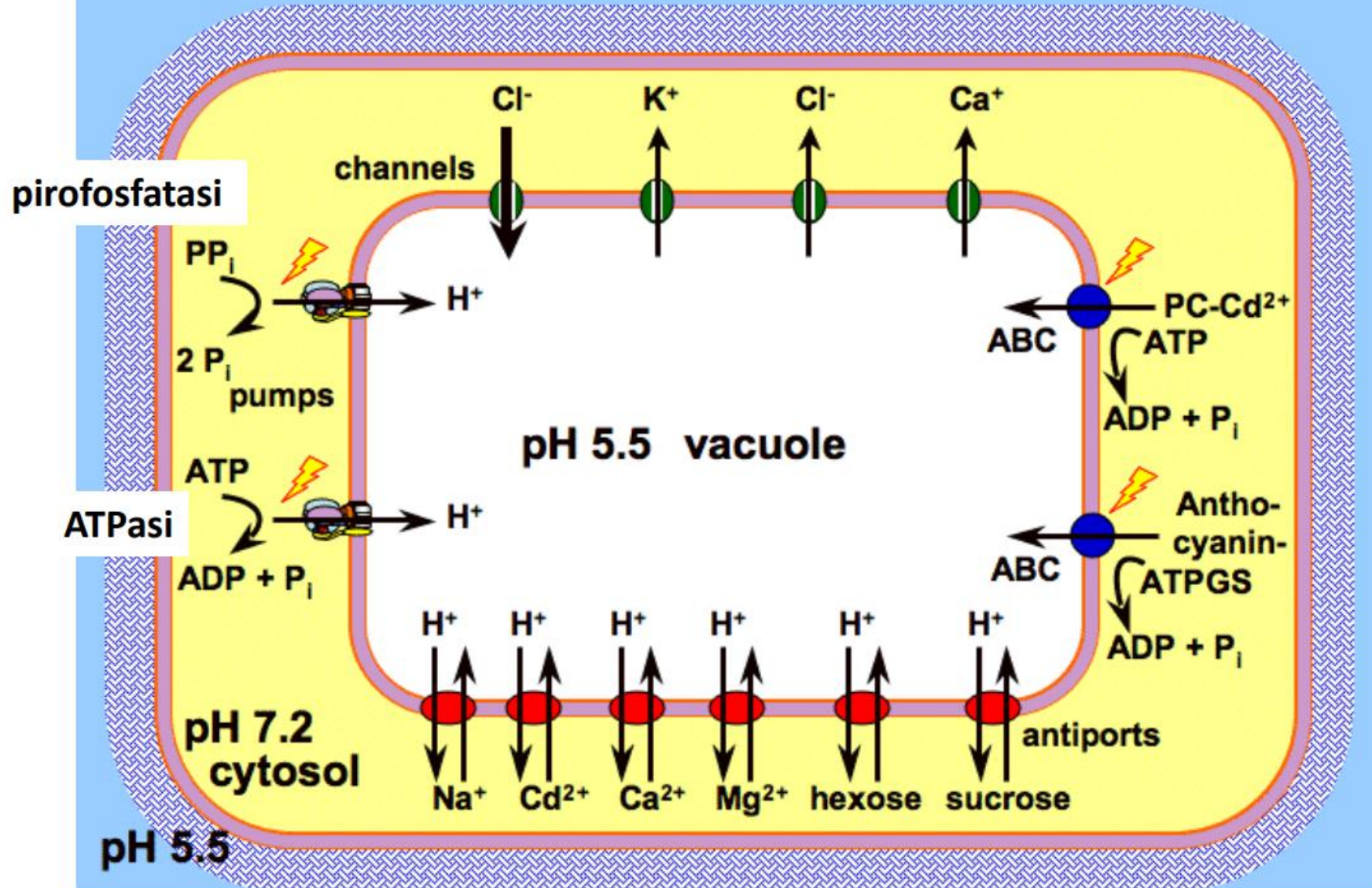
La presenza di acquaporine diverse nel tonoplasto caratterizza vacuoli con funzione diversa, es. le acquaporine γ -TIP (Tonoplast Intrinsic Proteins) sono tipiche dei vacuoli litici.

Il tonoplasto è una membrana biologica lipoproteica. Ha un alto contenuto in steroli e fosfoglicolipidi. I lipidi del tonoplasto hanno un ruolo importante nella regolazione dell'attività enzimatica, e nella trasduzione del segnale.

Sul tonoplasto sono presenti numerose proteine tra cui canali, pompe o carriers implicate nel trasporto, in entrata o in uscita dal vacuolo, di diverse molecole e composti.

IL TONOPLASTO è una membrana ASIMMETRICA: la superficie rivolta verso l'esterno è più ricca di proteine intra membrana rispetto al lato rivolto verso l'interno.

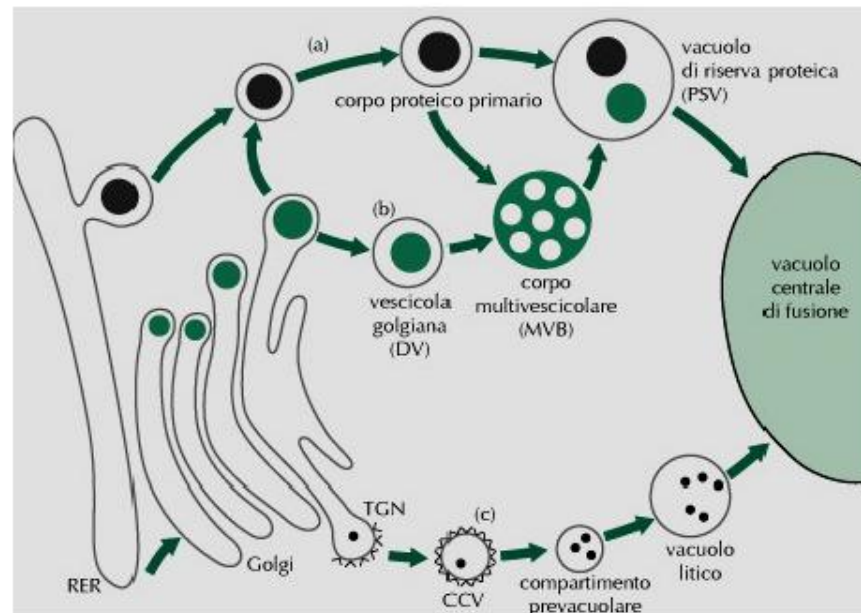
Vacuole Transport Proteins



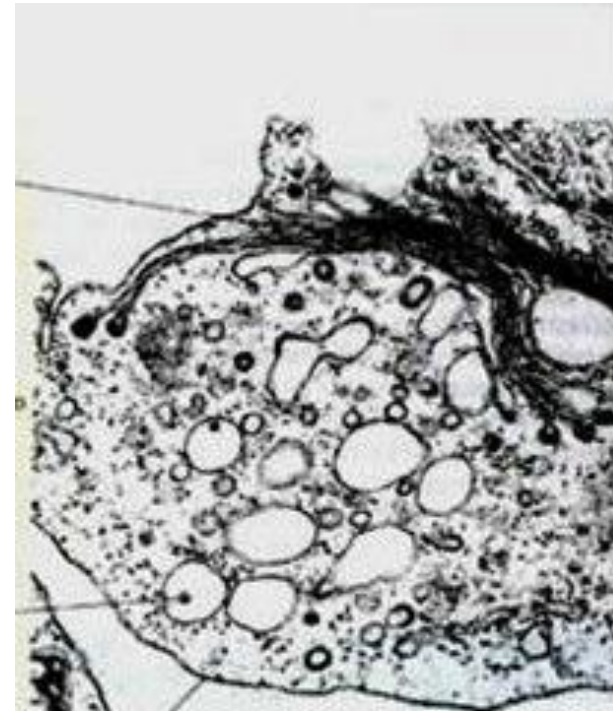
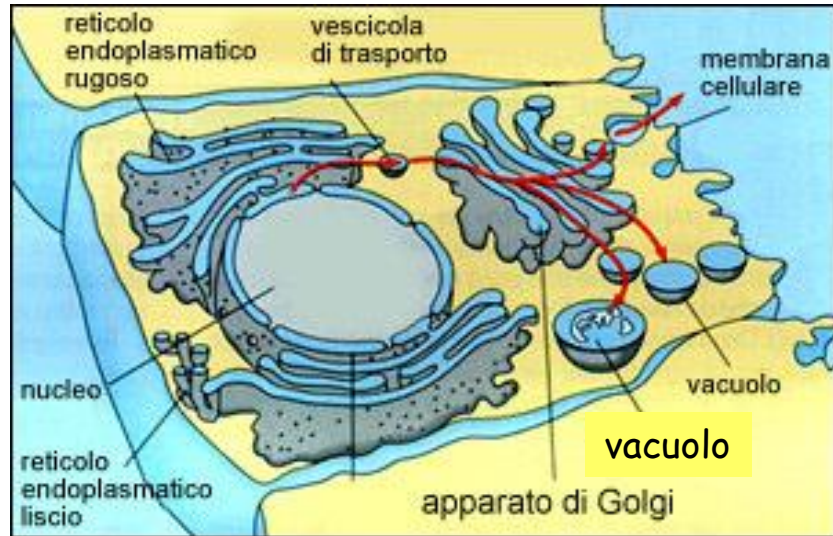
Da dove si forma il vacuolo?

Dal reticolo endoplasmatico e dall'apparato del Golgi

Il vacuolo è considerato la componente del sistema di endomembrane cellulari più voluminoso ed evidente. Esso rappresenta, nelle cellule differenziate, lo stadio finale di un **processo di coalescenza** di vescicole e provacuoli.



Dal Golgi si originano una serie di vescicole che vengono denominate **provacuoli** e che permettono il trasporto di proteine.



I provacuoli possono evolvere in vacuoli con la confluenza di ulteriori vescicole oppure fondersi con un vacuolo preesistente.

Tuttavia, la biogenesi del vacuolo non è ancora chiara.

L'ipotesi GERL (Golgi, reticolo endoplasmatico e 'lisosoma') è la più accreditata.

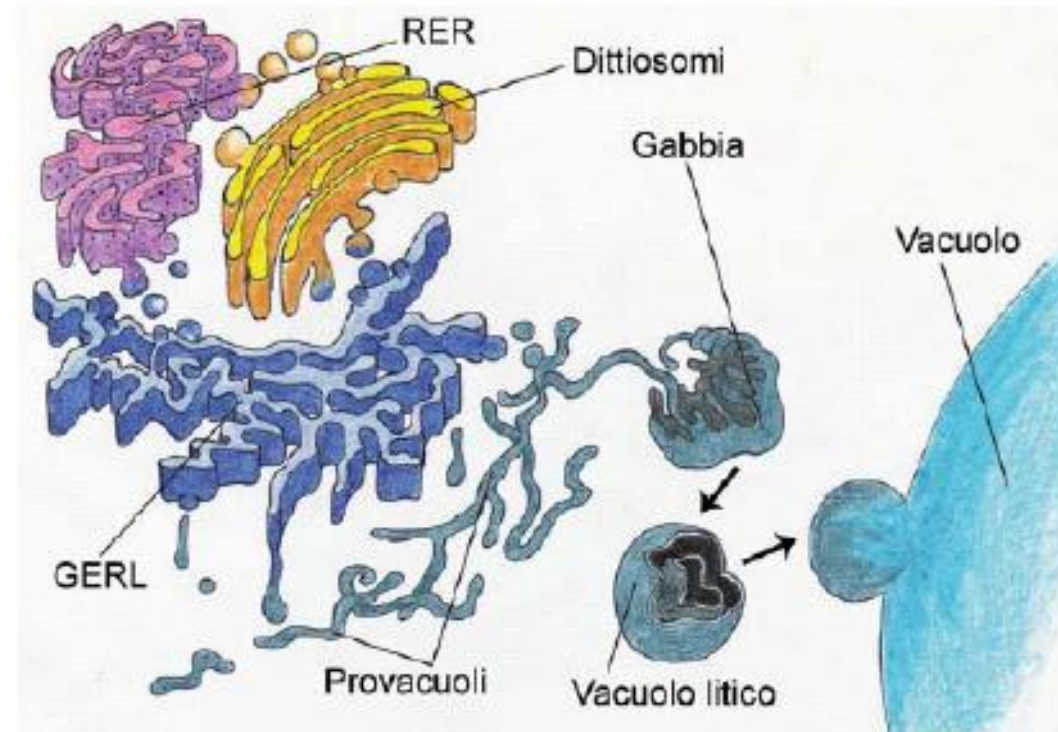
Quindi, secondo tale ipotesi un sistema di membrane tubulari, provenienti dall'ER e associate alla faccia trans del Golgi si fonderebbero per dare origine ai vacuoli.

Ma non si possono escludere modelli alternativi.

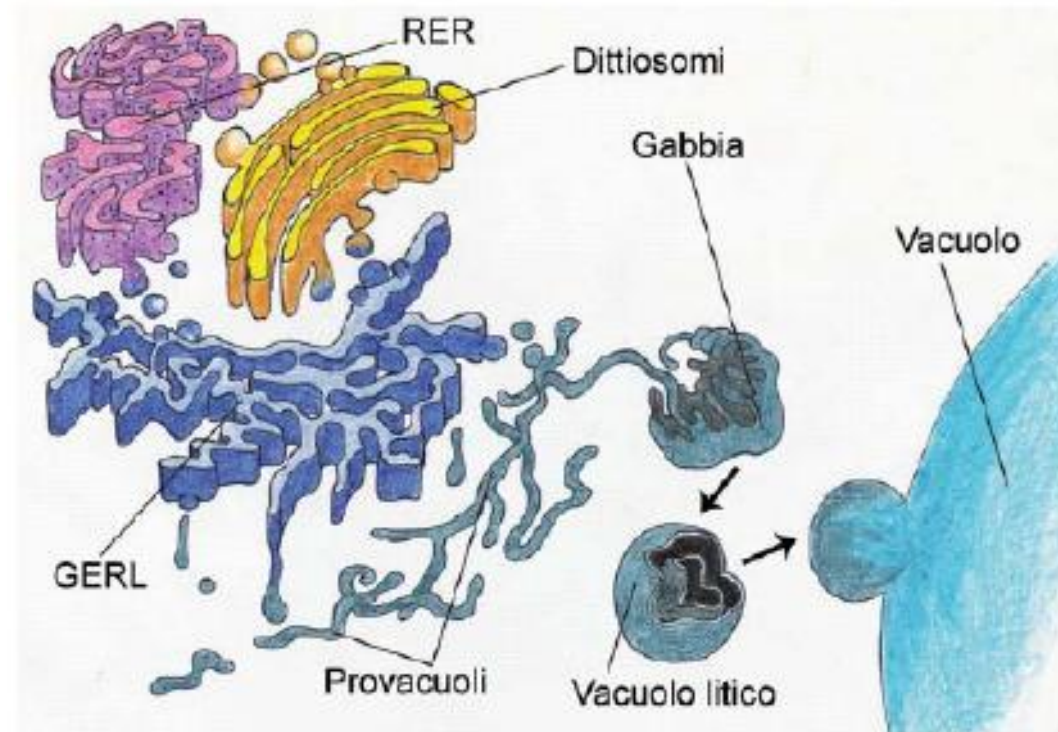
Ad esempio l'origine autofagica che coinvolgerebbe il RE

L'autofagia permette la degradazione e il riciclo dei componenti del citoplasma.

I provacuoli tubulari che si originano dal Golgi, RE, 'lisosomi' formano vescicole che si ramificano e si estendono in tutta la cellula. I provacuoli si avvolgono intorno ad una porzione di citoplasma formando una gabbia, successivamente i tubuli di ciascuna gabbia si fondono isolando il citoplasma inglobato.

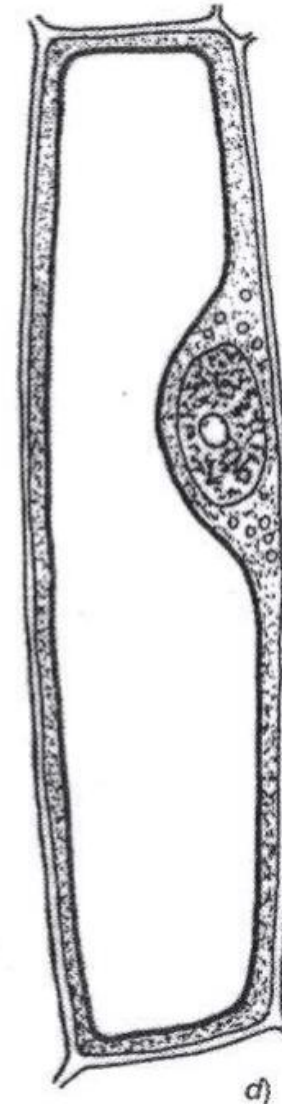
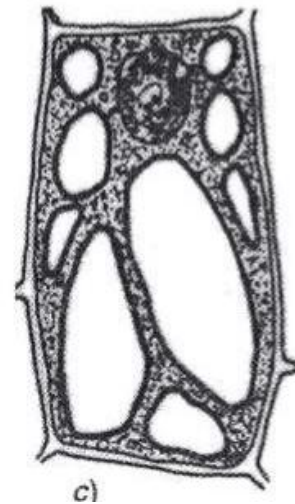
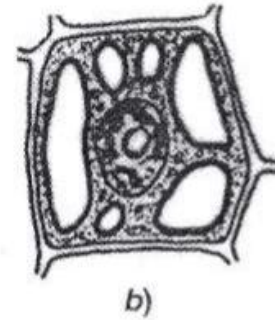
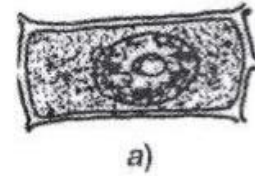


L'azione di enzimi idrolitici determina la degradazione sia del citoplasma che delle membrane interne, si ha così la formazione di una struttura sferica (VACUOLO AUTOFAGICO) delimitata dal tonoplasto

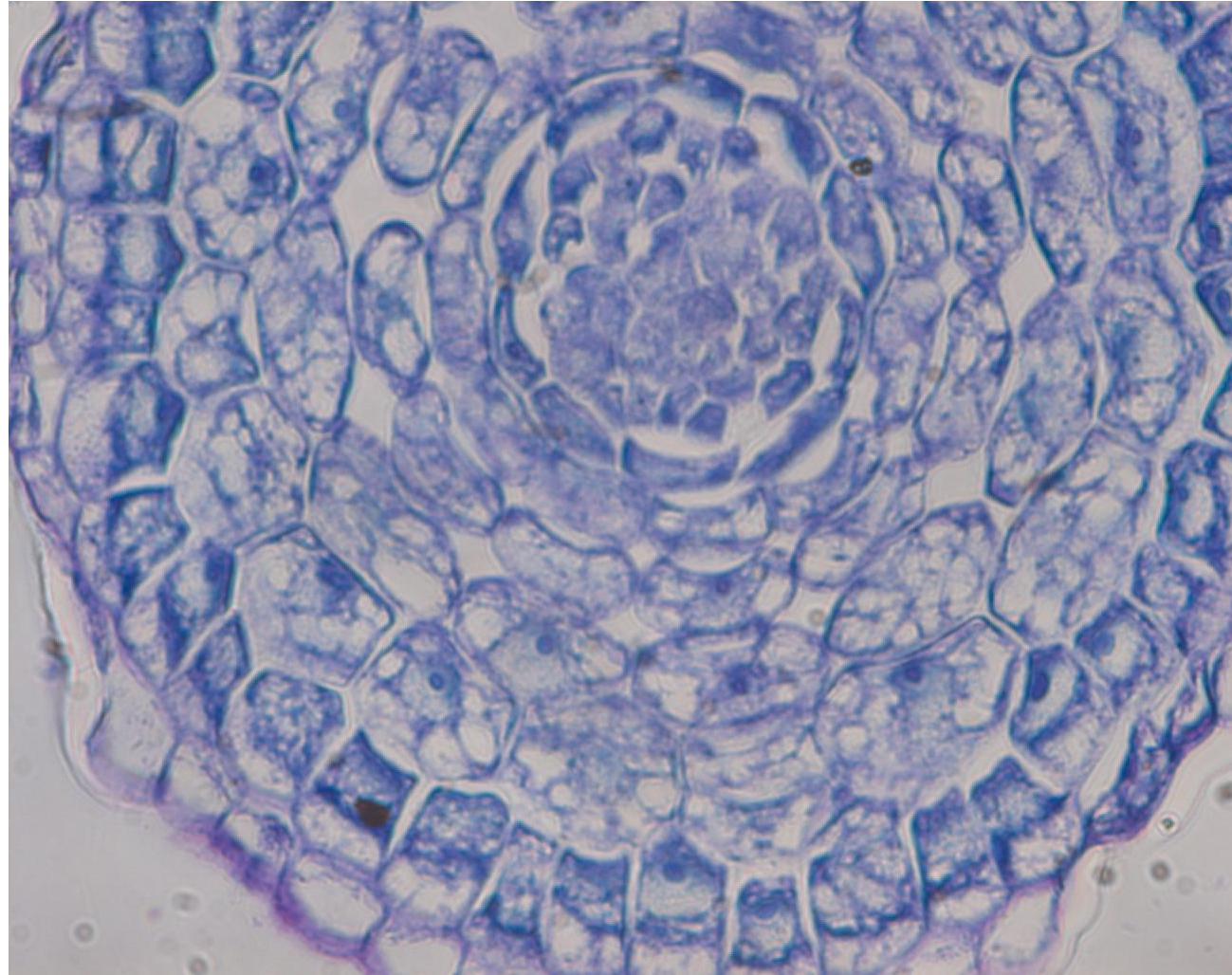


Fusione di microvacuoli durante la crescita e il differenziamento cellulare portano alla formazione di un grosso vacuolo centrale.

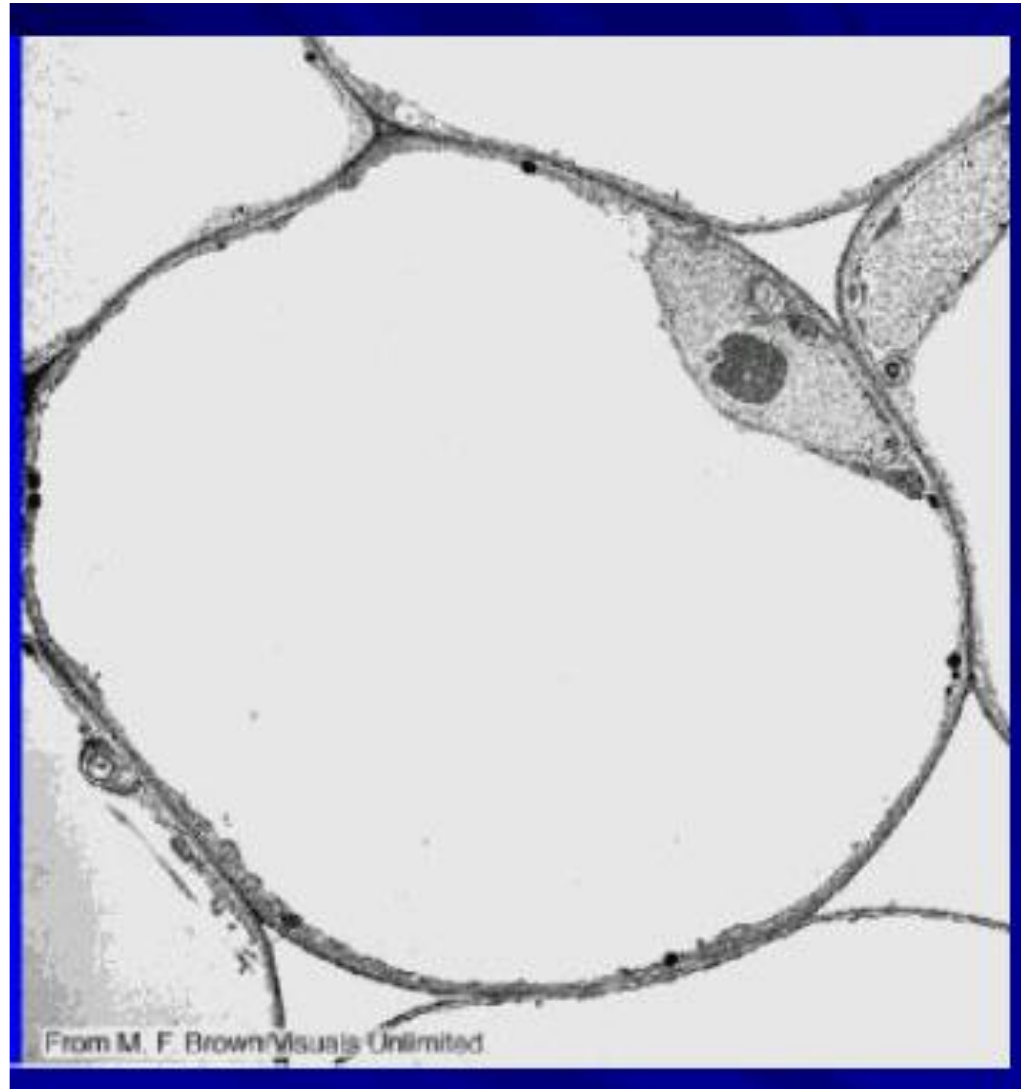
Cellula
meristematica



Cellula
differenziata



Numerosi microvacuoli in cellule meristematiche di radici di tabacco



Cellula differenziata con grande vacuolo

I vacuoli hanno parecchi ruoli metabolici oltre alla crescita:

- RISERVA (ioni, zuccheri, polisaccaridi, aa);
- DIGESTIONE (idrolasi acide);
- Ph (riserva di ioni e protoni);
- DIFESA DA PATOGENI MICROBICI E DA ERBIVORI;
- SEQUESTRO DI COMPOSTI TOSSICI;
- PIGMENTAZIONE

La soluzione acquosa contenuta nel vacuolo è detta **succo vacuolare**.

Cosa contiene il succo vacuolare?

Acqua

Ioni inorganici quali Ca^{++} , K^+ , Na^+ , HPO_4

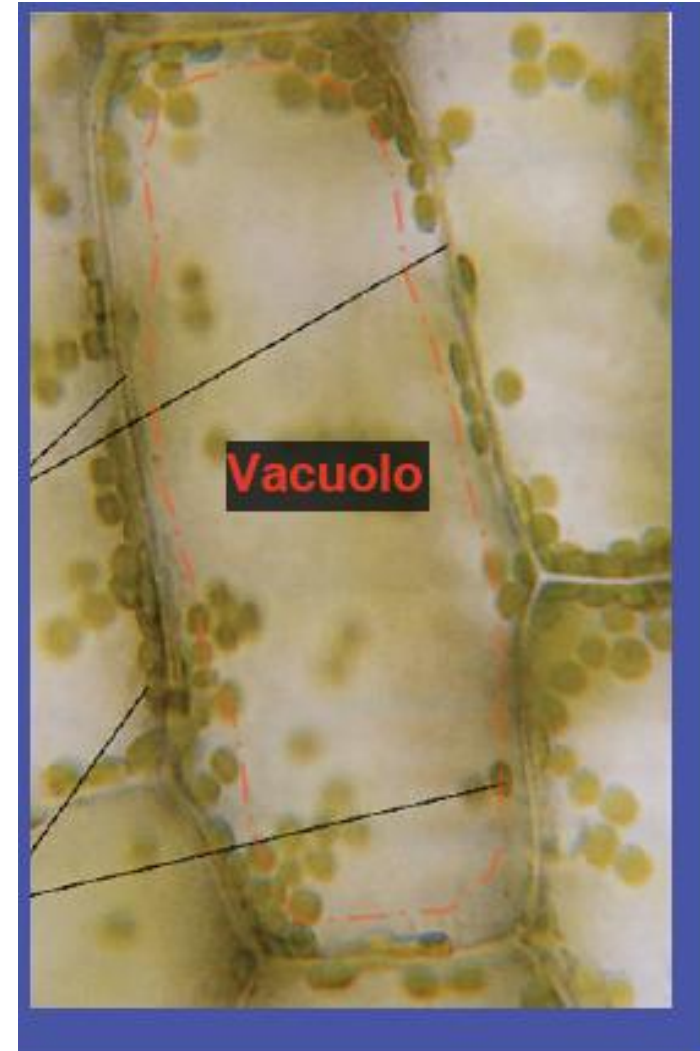
Zuccheri, AA, acidi organici

Sostanze ad elevata concentrazione
(cristalli di Ossalato di Ca^{++})

Composti del metabolismo primario

Composti del metabolismo secondario

Generalmente il pH va da molto acido
(frutto degli agrumi) fino a valori maggior
di 7 (nei vacuoli a funzione di riserva).



Specializzazione dei vacuoli

Epidermide dei petali
(es. antociani)

Cellule guardia degli stomi
(diversi stati turgore)

Epidermide fogliare
(es. glucosidi cianogenetici
in *Sinapis*
cumarine in *Melilotus*)

Parenchima midollare
(es. saccarosio in canna da zucchero)

Parenchima
(es. saccarosio in barbabietola da zucchero
Sinigrina nel rafano
Inulina nelle Composite)



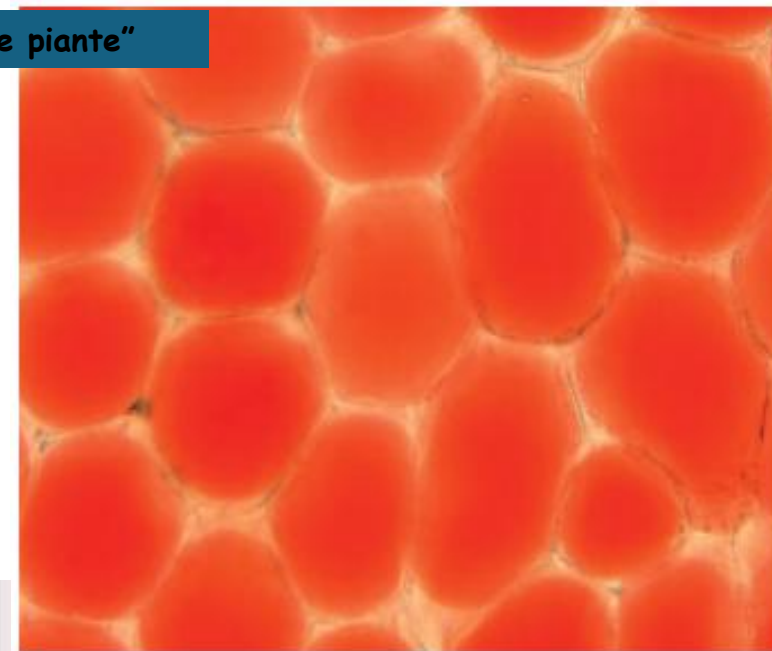


FIGURA 5.11

Antociani nei vacuoli delle cellule di epidermide di *Allium cepa* (osservazione di A. Valletta e G. Pasqua).

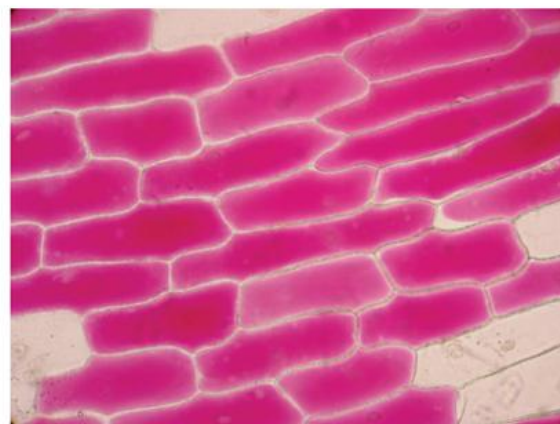


Figura 3.16 I vacuoli centrali di queste cellule dei petali contengono pigmenti che li rendono visibili. L'area chiara fra ogni ovale pigmentato contiene gli spazi intercellulari, le pareti, i nuclei e tutto ciò che nel protoplasma è esterno al vacuolo ($\times 300$).



Gabriella Pasqua - Giovanna Abbate - Cinzia Forni
**BOTANICA GENERALE e
DIVERSITÀ VEGETALE**

FIGURA 5.10

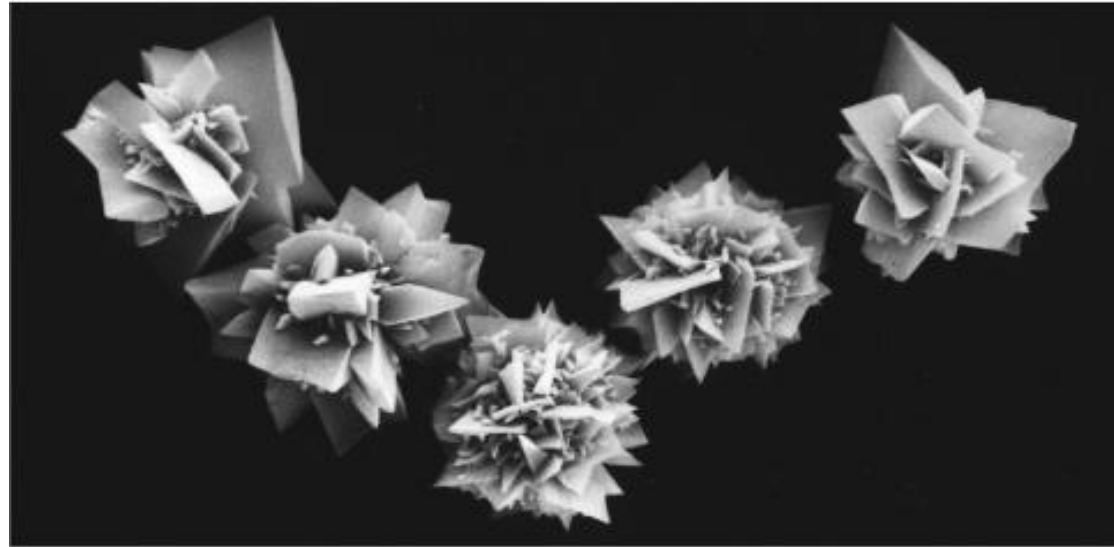
Fiori la cui colorazione è dovuta alla presenza di flavonoidi nei vacuoli (foto di R. Braglia).



Gabriella Pasqua - Giovanna Abbate - Cinzia Forni

**BOTANICA GENERALE e
DIVERSITA' VEGETALE**

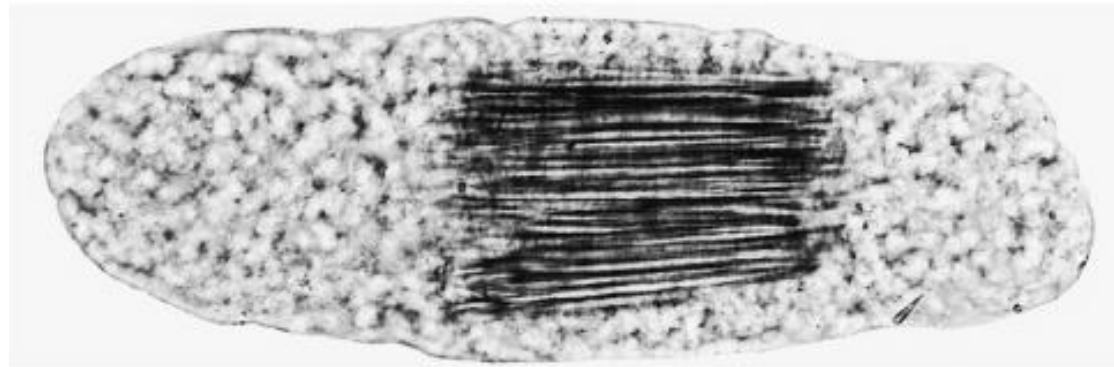
E' VIETATA PER LEGGE LA RIPRODUZIONE IN QUALSIASI FORMA (oltre a quella espressamente autorizzata dalla Istituzione IN AULA)



Druse

(a)

5 μm

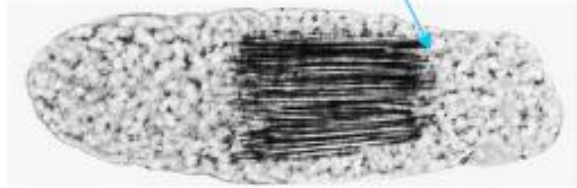


Rafidi

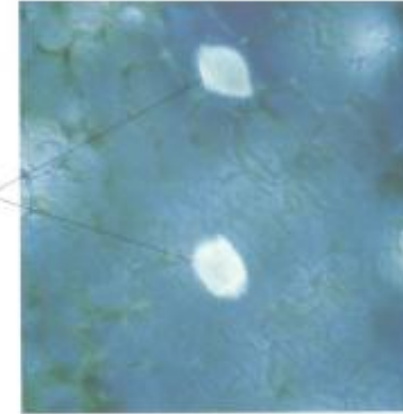
50 μm

**Vacuoli con cristalli di
ossalati di calcio**

RAFIDI (generalmente nelle monocotiledoni ma anche in qualche dicotiledone)
 fasci di “aggetti”

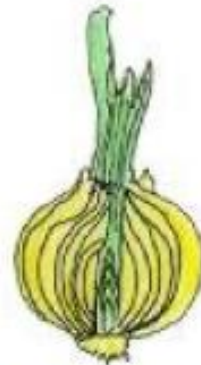


Cellula di una foglia di *Sansevieria*

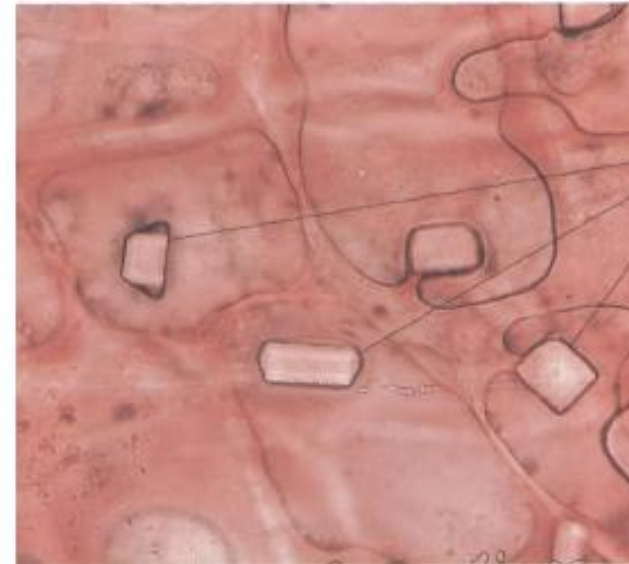


58) Rafidi nella foglia di *Sansevieria* (Fam. *Commelinaceae*) - Aut. (L. e. M. S. S.)

(c) STILOIDI (nelle monocotiledoni)
 “prismi”

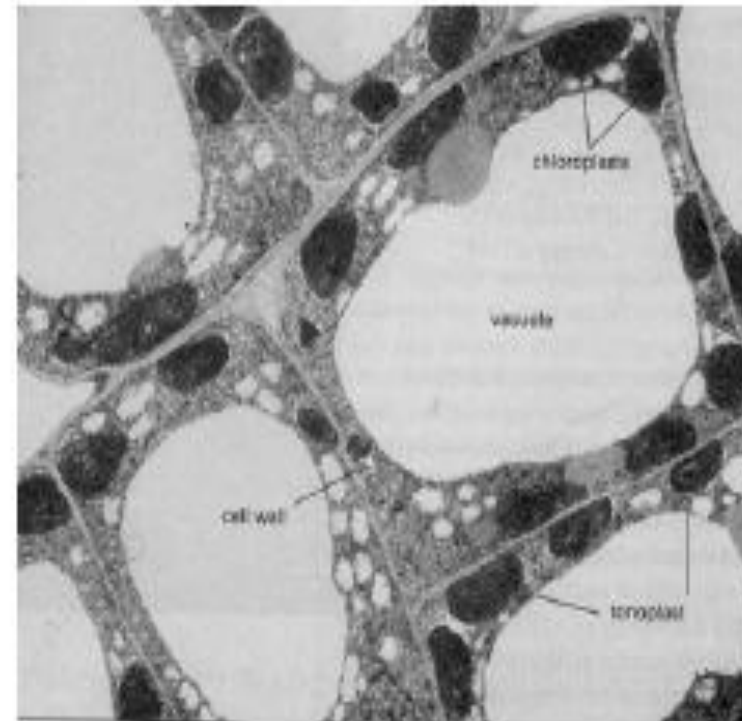
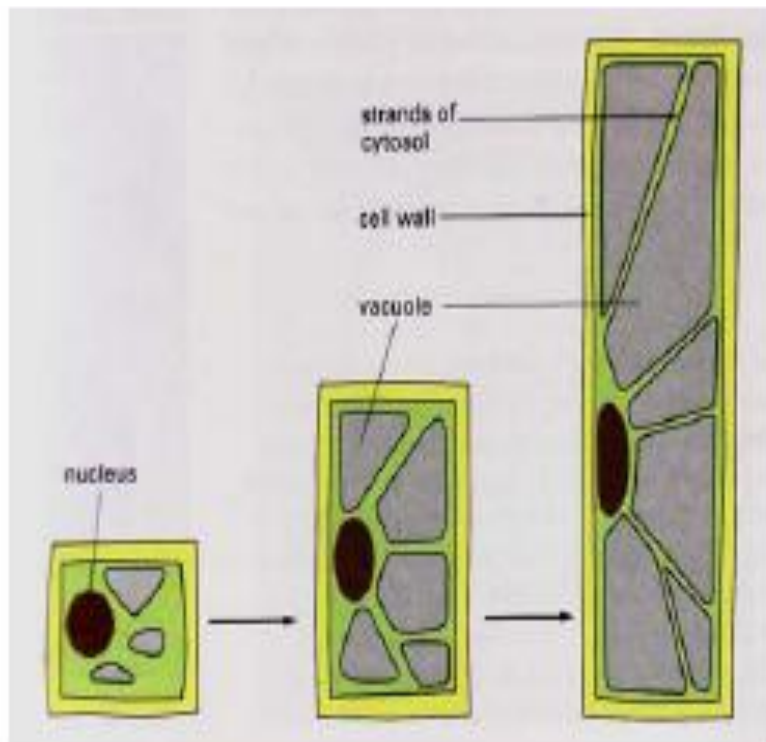


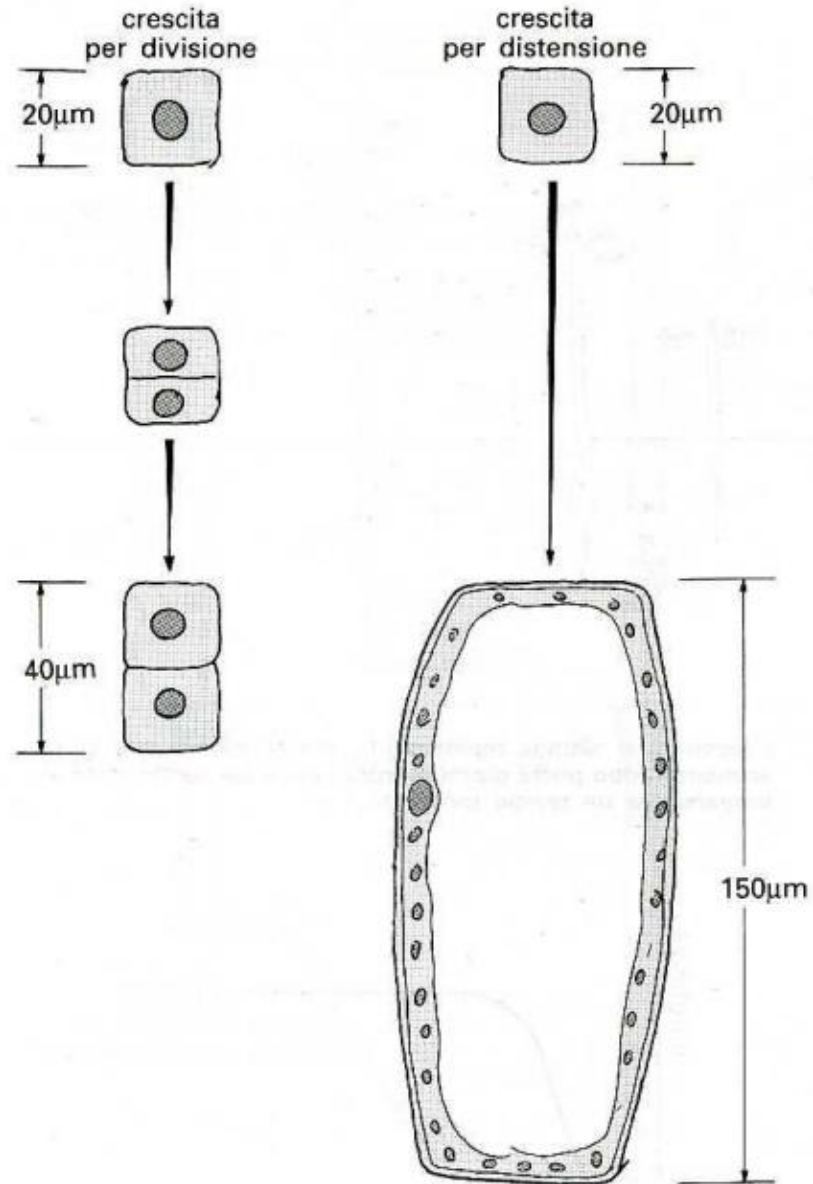
Nei catafilli esterni del bulbo di cipolla (*Liliaceae*)



59) Stiloidei nei catafilli esterni del bulbo di cipolla (*Allium cepa*, fam. *Liliaceae*).

Le piante utilizzano i vacuoli per aumentare le dimensioni cellulari e quindi accrescersi. **La crescita per accumulo di acqua nelle cellule è un sistema molto economico per aumentare le dimensioni.**





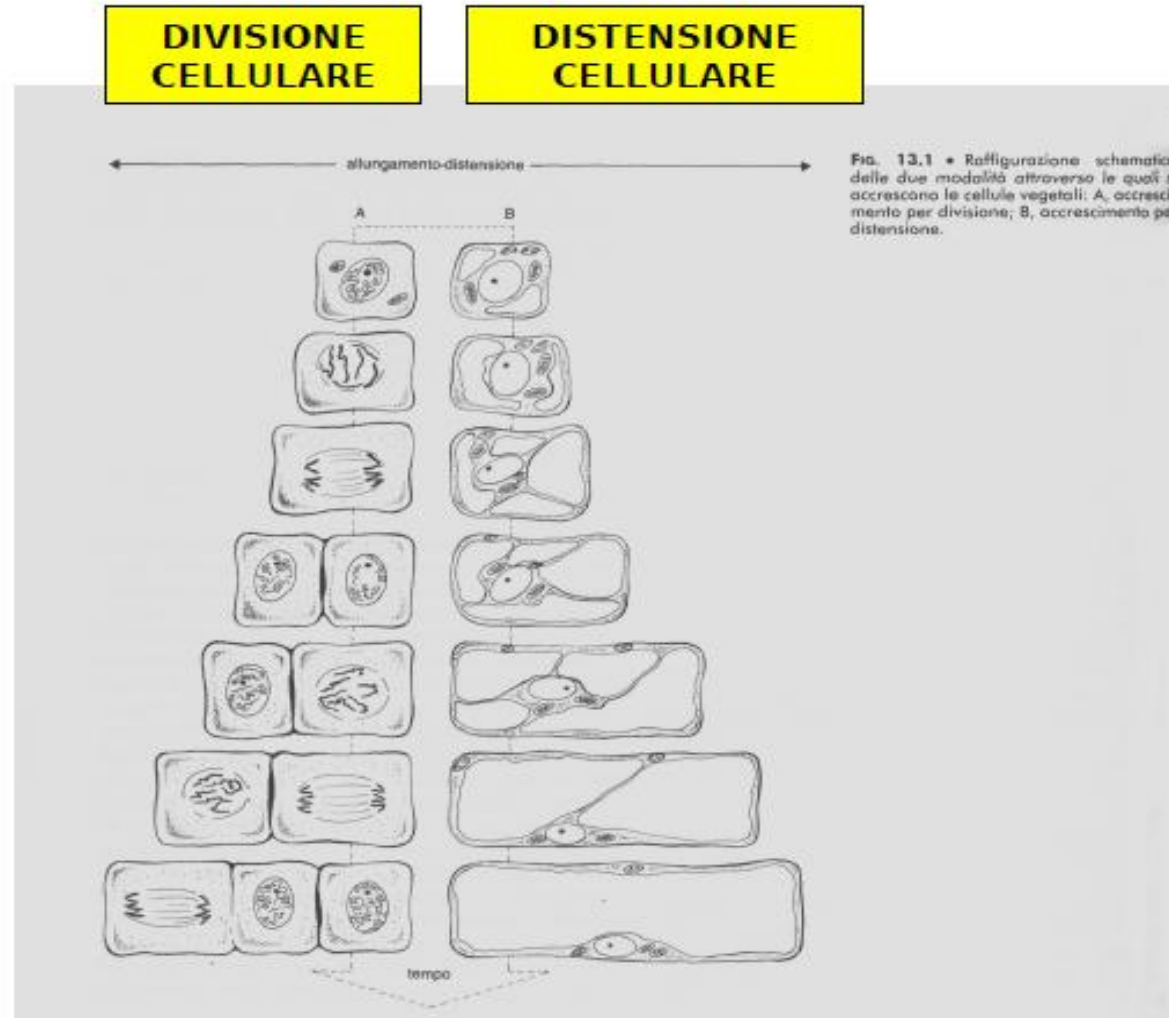
L'accrescimento dimensionale delle piante è dovuto per oltre il 90% al processo di distensione cellulare

Aumento di dimensioni da 10 a 100 volte rispetto alla cellula meristemica di origine (a volte anche 10.000 volte, es. elementi xilematici)

Il contenuto del vacuolo, acqua e sali, permette al vacuolo di accrescersi rapidamente e, di conseguenza, far aumentare di dimensioni l'intera cellula.

Mentre la cellula animale si accresce mediante la sintesi dell'intero protoplasma, quella vegetale cresce per distensione dovuta all'aumento di acqua nel vacuolo.

FUNZIONE: aumento rapporto S/V



Quindi le
piante.....

**UTILIZZANO I
VACUOLI PER OTTENERE
CELLULE DI GRANDI
DIMENSIONI
CON UN BASSO
DISPENDIO DI ENERGIA**

L'espansione della cellula viene guidata dall'azione combinata dei processi di entrata di acqua, mediante il processo osmotico, all'interno dei vacuoli e la capacità di estensibilità della parete cellulare.

**Ruolo del vacuolo nel mantenimento
del turgore cellulare**

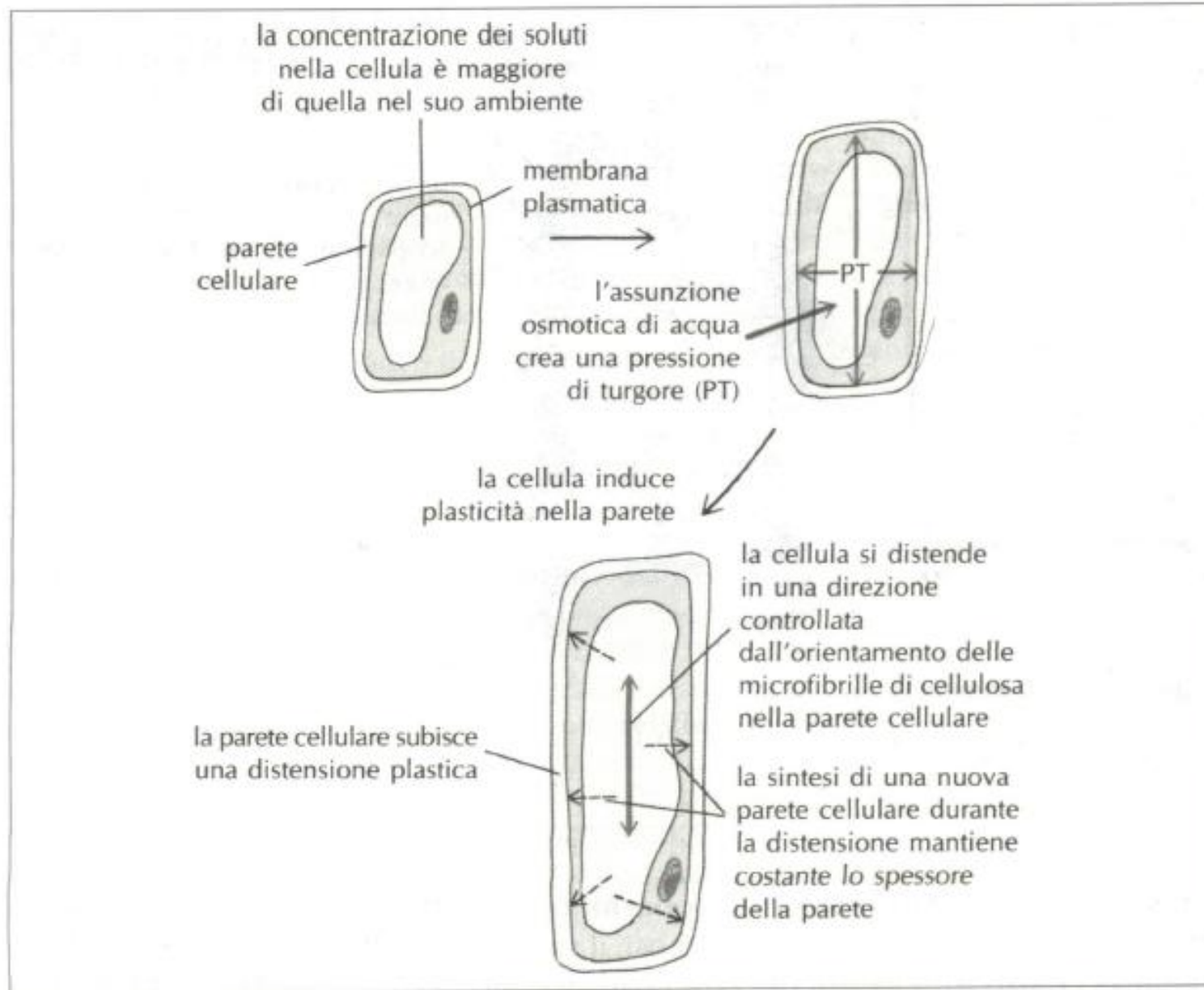
Il vacuolo insieme alla parete determina il raggiungimento di un equilibrio necessario alla cellula vegetale per svolgere le proprie funzioni al meglio.

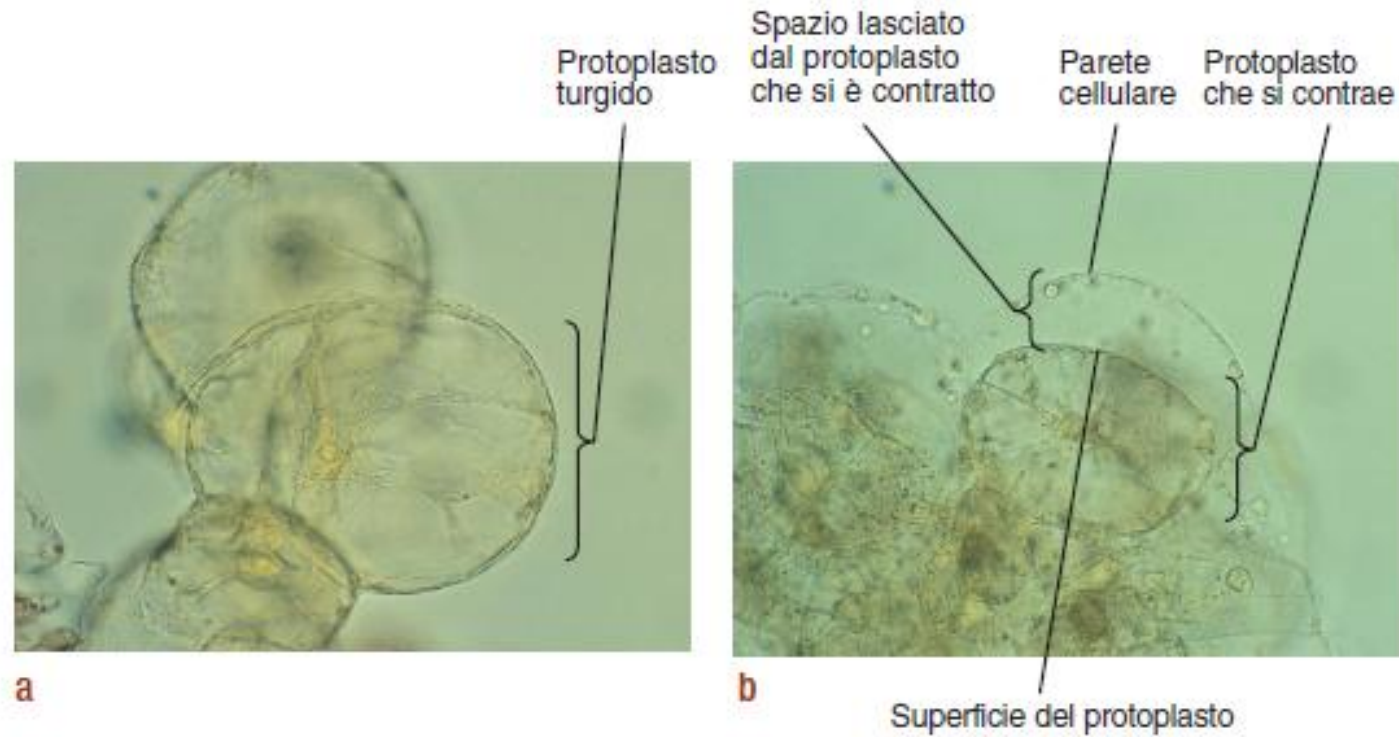
Questa situazione di equilibrio è detta
turgore cellulare.

La presenza di soluti all'interno del tonoplasto fa sì che molta acqua entri nel vacuolo, attraversando il tonoplasto, per osmosi.

Il turgore si raggiunge perchè il vacuolo esercita una pressione contro la parete cellulare, detta pressione di turgore. La parete a sua volta esercita una pressione di uguale intensità ma di segno opposto, pressione di parete, rispetto alla pressione di turgore.

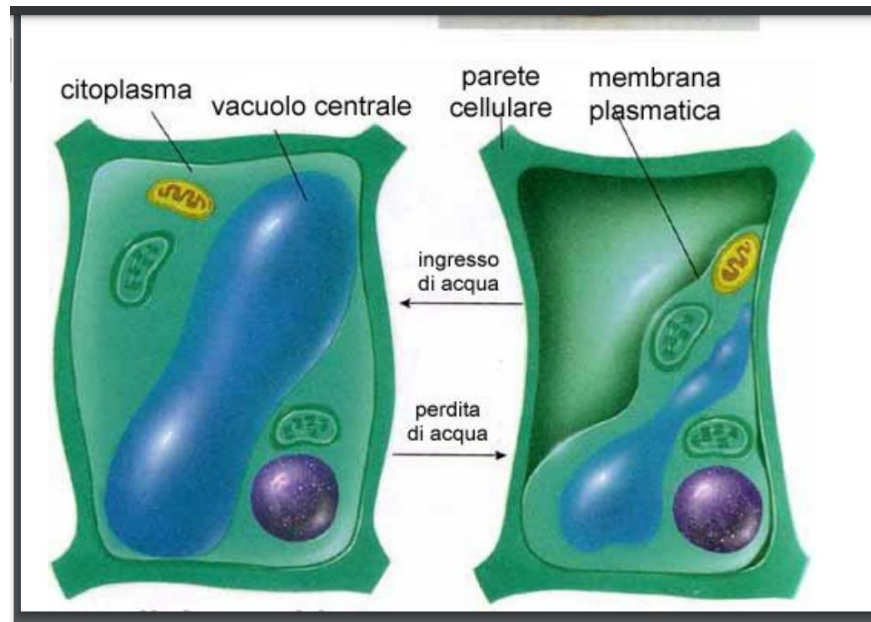
NELLA DISTENSIONE:





a, membrana cellulare attaccata alla parete.

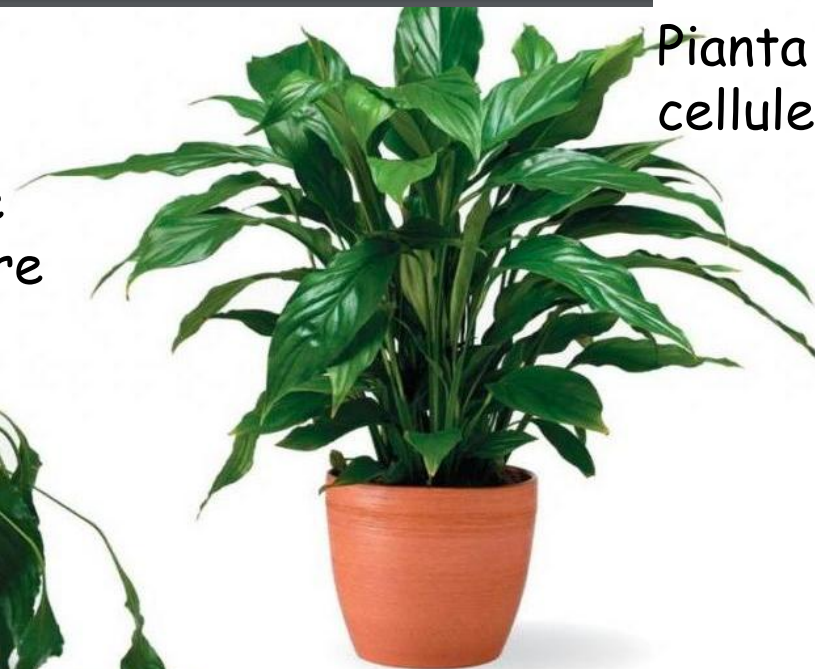
b, membrana cellulare staccata dalla parete.



Pianta appassita con cellule con ridotto turgore cellulare



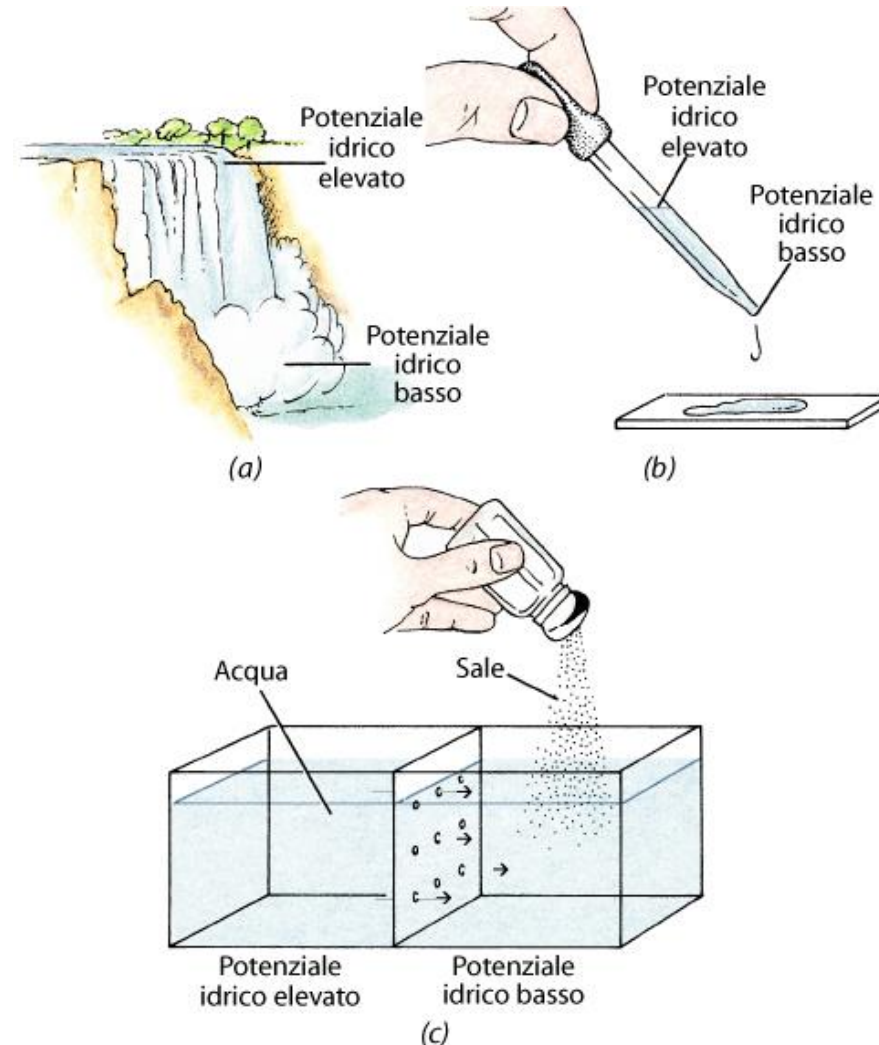
Pianta con cellule turgide



Il movimento dell'acqua è regolato dal potenziale idrico.
Il potenziale idrico è l'energia potenziale dell'acqua

- L'acqua si muove da zone a potenziale idrico più elevato a zone a potenziale idrico più basso.

Il potenziale idrico determina il movimento dell'acqua anche nelle cellule vegetali.



Nelle soluzioni il **potenziale idrico** è determinato dalla concentrazione delle particelle disciolte nell'acqua (soluti).

- Le molecole di acqua si spostano da zone **a più bassa concentrazione** di soluti (potenziale idrico più alto) a zone **a più alta concentrazione** di soluti (potenziale idrico più basso)
- La **diffusione** è la dispersione di sostanze mediante movimento dei loro ioni e delle loro molecole per renderne uniforme la concentrazione.

L'osmosi è uno speciale caso di diffusione

- Una membrana che permette il passaggio di **certe** molecole, ma blocca il passaggio di altre si dice **SELETTIVAMENTE PERMEABILE** (una membrana che permette il passaggio di tutte le molecole e composti è detta **permeabile**)

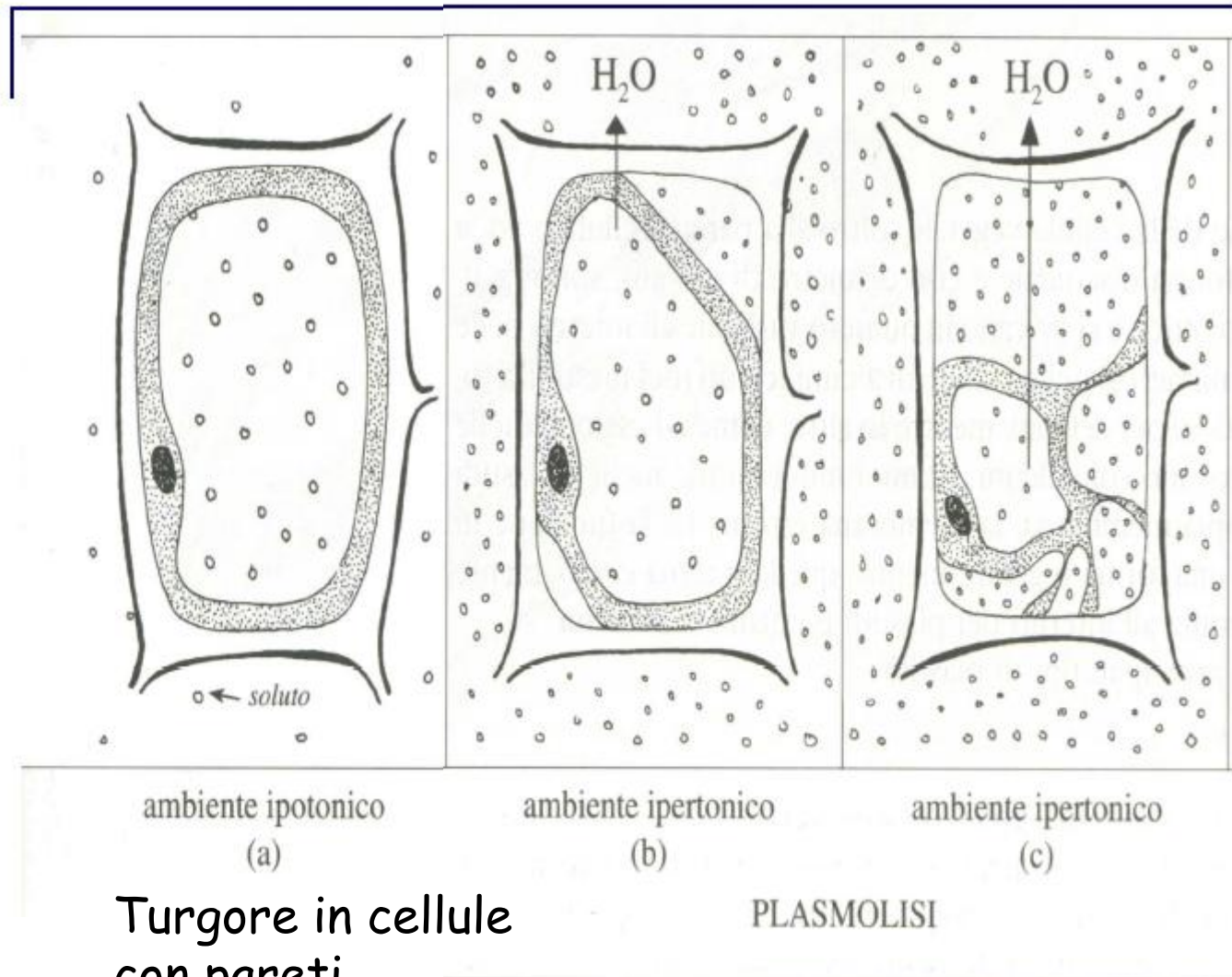
**L'ACQUA, L'OSSIGENO, L'ANIDRIDE CARBONICA
E POCHE ALTRE PICCOLE MOLECOLE
DIFFONDONO LIBERAMENTE ATTRAVERSO LA
MEMBRANA PLASMATICA**

La diffusione richiede **un ripido gradiente di
concentrazione**, come lo mantiene la cellula?

Attraverso il suo metabolismo.

- Due soluzioni (acquose) con uguale numero di particelle disciolte per unità di volume (concentrazione) sono dette **ISOTONICHE**
- Una soluzione che contiene meno soluto rispetto ad un'altra è detta **IPOTONICA**
- Una soluzione che contiene più soluto rispetto all'altra è detta **IPERTONICA**

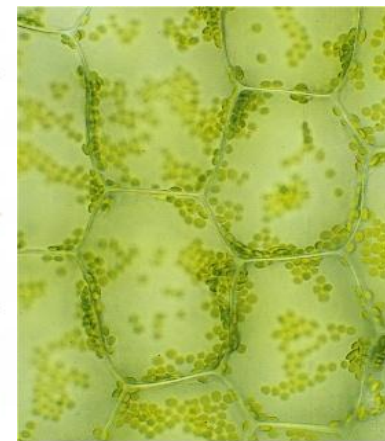
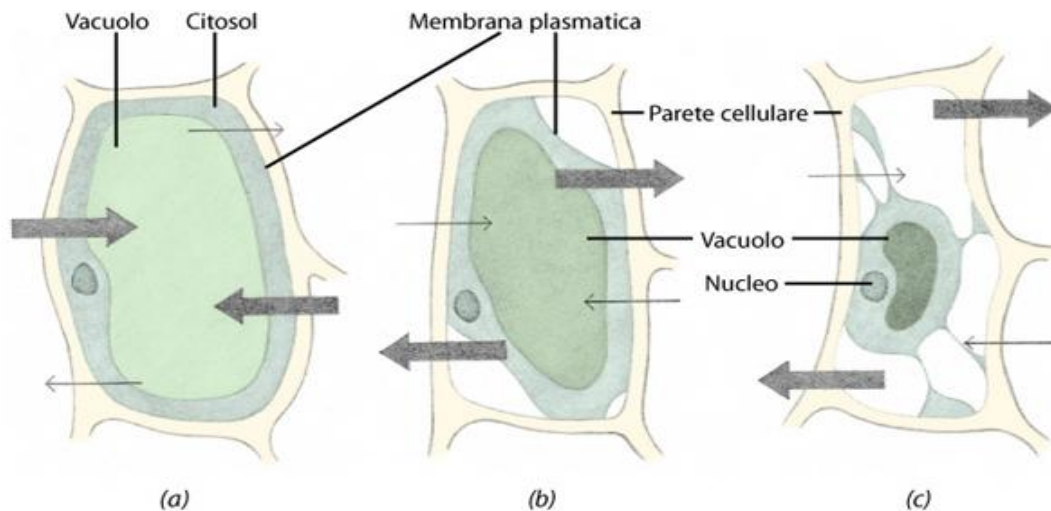
- Organismi unicellulari che vivono in acqua salata sono generalmente isotonici rispetto all'ambiente.
- Organismi unicellulari che mancano di parete e vivono in acqua dolce (es. Euglena) sono ipertonici rispetto all'ambiente esterno, quindi si gonfiano d'acqua, che però viene espulsa attraverso **vacuoli contrattili**,
- E gli altri?? Sono ipertonici e non hanno vacuoli contrattili, ma per fortuna c'è la **parete cellulare!!!!**



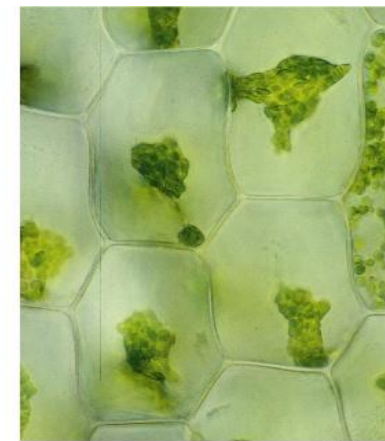
Il turgore nella maggior parte delle cellule vegetali viene mantenuto perchè, in genere le cellule vivono in ambienti ipotonici.

Se tessuti, composti da cellule turgide venissero immersi in una soluzione ipertonica, l'acqua uscirebbe dalla cellula, sempre per osmosi. Di conseguenza la cellula si raggrinzirebbe, la membrana plasmatica si staccerebbe dalla parete e l'intera cellula andrebbe incontro a morte.

Questo processo è detto **plasmolisi**.



(a)

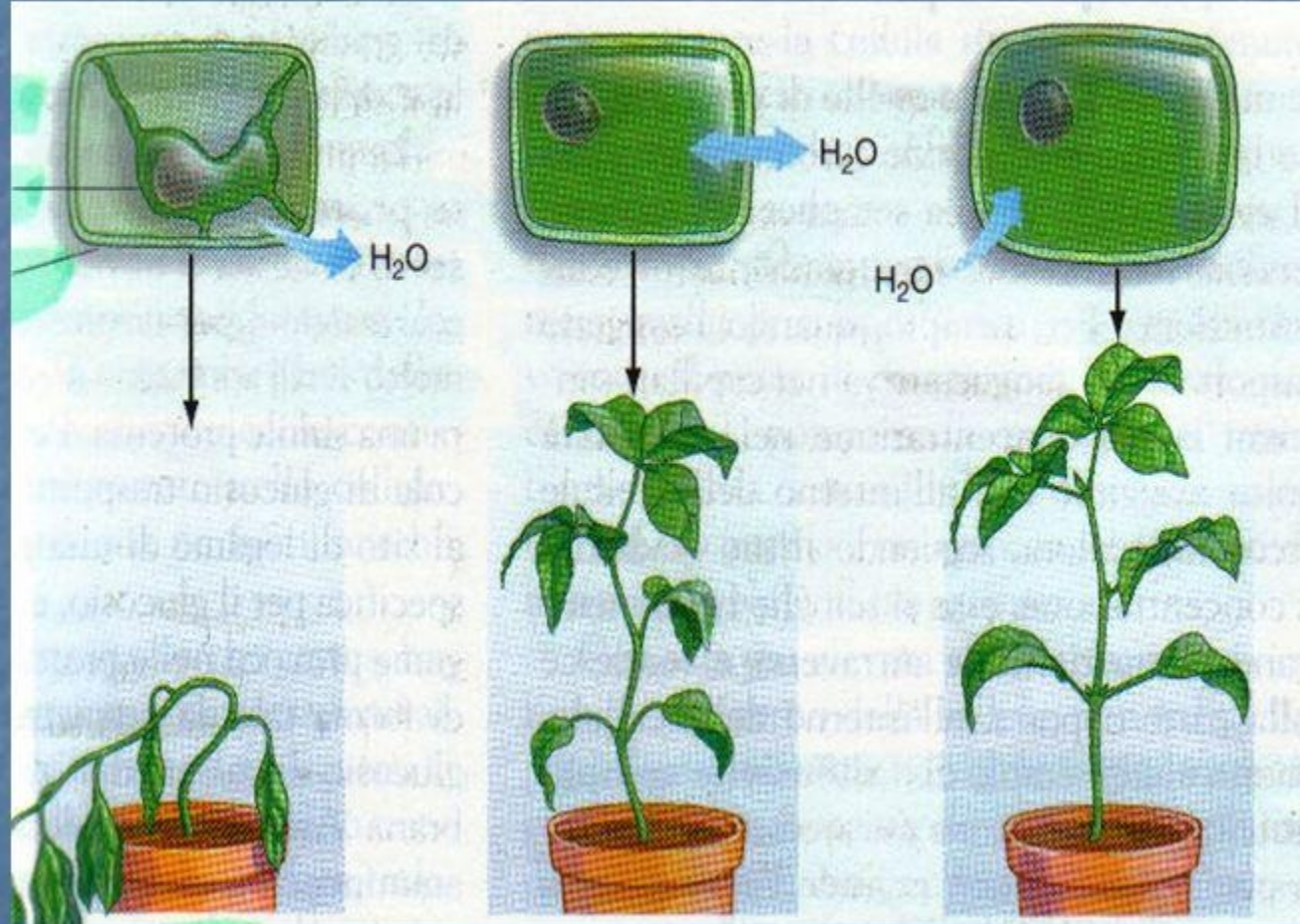


(b)

25 µm

La plasmolisi può essere revertita

Le piante avvizzite riprendono il loro turgore quando vengono annaffiate



Le cellule Vegetali vivono bene in soluzione ipotonica

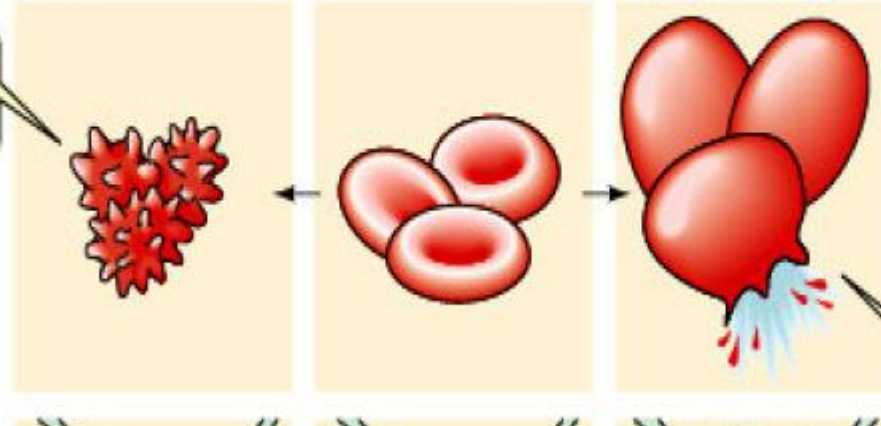
Soluzione ipertonica

In soluzione
Soluzione isotonica

Soluzione ipotonica

Le cellule perdono acqua e si raggrinziscono.

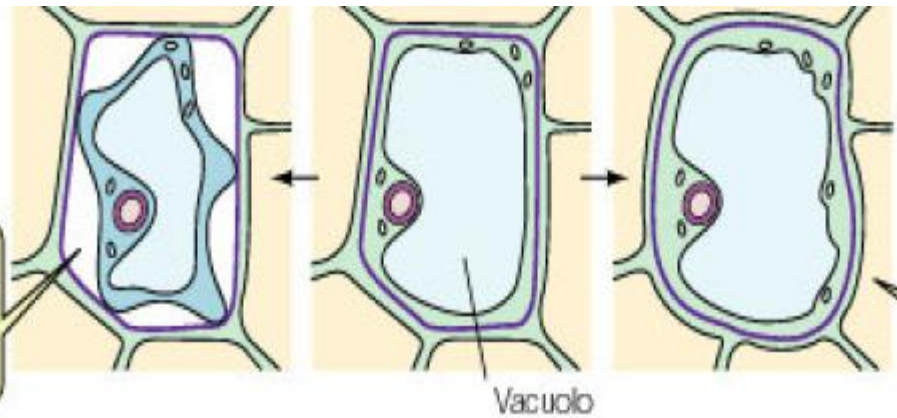
(a) Cellula animale (eritrocita)



La cellula assume acqua, si rigonfia e infine scoppia.

(b) Cellula vegetale

La cellula si restringe e si stacca dalla parete cellulare.



La cellula diventa turgida ma mantiene generalmente la propria forma grazie alla presenza della parete cellulare.

turgore