

Fisiología Vegetal

Clase - 5

<http://www.biouls.cl/>

¿Preguntas de la clase anterior?

Criterios para definir un elemento esencial

(Epstein 1972)

- Un elemento es esencial:
- Si a planta no puede completar su ciclo de vida (formando semillas viables) en total ausencia del elemento)
- Si se muestra que es constituyente de una molécula que es esencial para la planta.

Table 1.3

Average Concentrations of Mineral Nutrients in Plant Shoot Dry Matter that are Sufficient for Adequate Growth^a

Element	Abbreviation	$\mu\text{mol g}^{-1}$ dry wt	mg kg^{-1} (ppm)	%	Relative number of atoms
Molybdenum	Mo	0.001	0.1	—	1
Nickel ^b	Ni	~0.001	~0.1	—	1
Copper	Cu	0.10	6	—	100
Zinc	Zn	0.30	20	—	300
Manganese	Mn	1.0	50	—	1 000
Iron	Fe	2.0	100	—	2 000
Boron	B	2.0	20	—	2 000
Chlorine	Cl	3.0	100	—	3 000
Sulfur	S	30	—	0.1	30 000
Phosphorus	P	60	—	0.2	60 000
Magnesium	Mg	80	—	0.2	80 000
Calcium	Ca	125	—	0.5	125 000
Potassium	K	250	—	1.0	250 000
Nitrogen	N	1000	—	1.5	1 000 000

^aFrom Epstein (1965).

^bBased on Brown *et al.* (1987b).

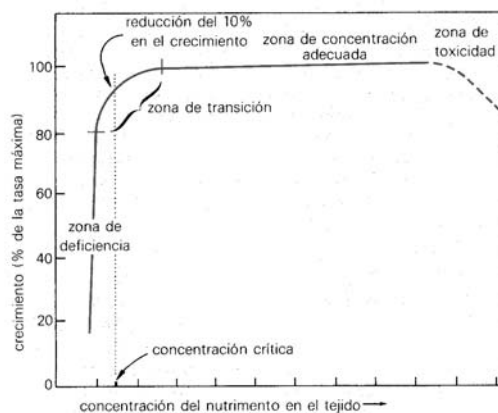


Figura 6-5 Gráfica generalizada del crecimiento como función de la concentración de un nutrimento en el tejido vegetal. (Según Epstein, 1972.)

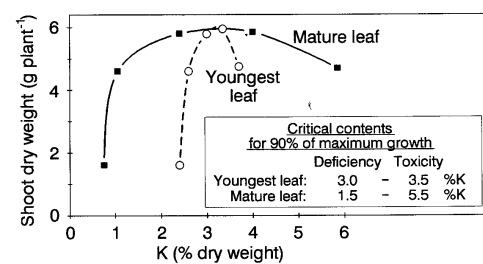


Fig. 12.4 Relationship between shoot dry weight and potassium content of mature and youngest leaves of tomato plants grown in nutrient solutions with various potassium concentrations. Inset: calculated critical contents.

Table 12.1
Some principles of visual diagnosis of nutritional disorders

Plant part	Prevailing symptom	Disorder
<i>Deficiency</i>		
Old and mature leaf blades	Chlorosis	Uniform
		Intervinal or blotched
	Necrosis	Tip and marginal scorch
		Intervinal
		N (S)
		Mg (Mn)
Young leaf blades and apex	Chlorosis	Uniform
		Intervinal or blotched
	Necrosis (chlorosis)	Fe (S)
	Deformations	Zn (Mn)
		Ca, B, Cu
		Mo (Zn, B)
<i>Toxicity</i>		
Old and mature leaf blades	Necrosis	Spots
		Tip and marginal scorch
	Chlorosis, necrosis	Mn (B)
		B, salt
		(spray injury)
		Nonspecific toxicity

Absorción de Sales Minerales

Clase 5

- La raíz y su rol en la absorción de minerales.
- ¿Como llegan los nutrientes hasta la raíz?
- ¿Como pasa el agua?
- ¿Que son las membranas?
- Transportadores: selectividad diferencial, competencia, acumulación.



Figure 5-1 Scanning electron micrograph of root hairs on a radish seedling. The seed was germinated on a moist filter paper at a high relative humidity. (From Troughton and Donaldson, 1972.)

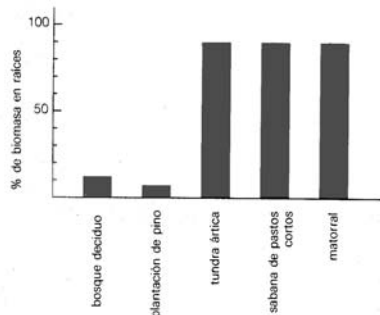
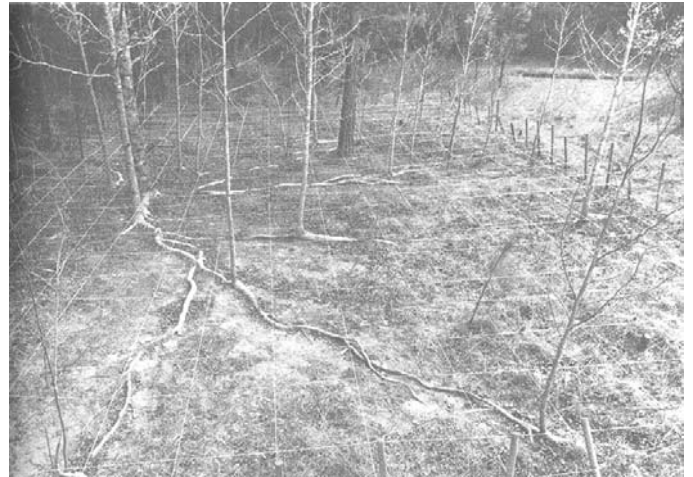


Figura 7-1 Porcentaje de biomasa en sistemas radicales de plantas perennes en diversos ecosistemas. En el bosque decíduo dominó *Liriodendron tulipifera* (tulípero); en la plantación de pino, *Pinus sylvestris* (pino escocés), y en el matorral (desierto templado), *Atriplex confertifolia*. Los datos para la tundra ártica provienen de Alaska, y para la sabana de pastos cortos, de las Praderas Pauni (Pawnee Grassland), localizadas en el noroeste del estado norteamericano de Colorado. (Modificado de Caldwell, 1987.)

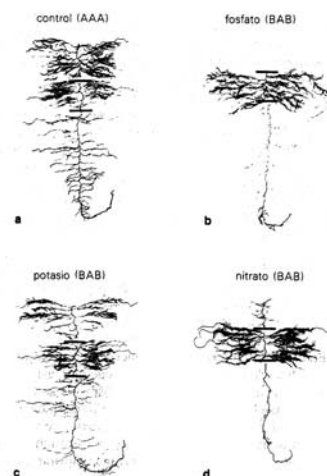


Figura 7-2 Proliferación de raíces de cebada en zonas limitadas de arena fertilizada con fosfato, potasio o nitrato. Las porciones delimitadas por barras de los sistemas radicales se cultivaron durante 21 días en compartimientos de arena separados con cera, a través de la cual las raíces pueden crecer pero la solución no fluye. Las distintas capas se fertilizaron con una solución de nutrientes que contenía niveles altos (A) o bajos (B) del elemento en cuestión. Los controles (AAA) recibieron niveles elevados de los elementos en las tres capas. Las plantas expuestas a niveles variables de potasio mostraron escasa proliferación en la capa central, bien fertilizada, pero se encontró que la arena lavada por ácido aportaba K^+ . (Tomado de Drew, 1975.)

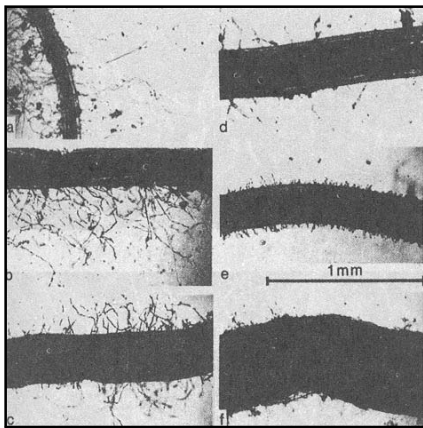


Figura 7-3 Pelos radicales presentes en (a) cardo ruso, (b) tomate, (c) lechuga, (d) trigo, (e) zanahoria y ausentes en cebolla (f).

asociaciones simbióticas: micorrizas (hongos) - raíz

incrementan absorción de fosfatos y agua

- Ectomicorrizas: hifas forman un manto externo y penetra a la raíz por espacios intercelulares, sin penetración intercelular.
- Endomicorrizas (hongo Endogonaceae-hierbas de Angiospermas): no forman una red extensa y existe penetración de las células de la corteza.

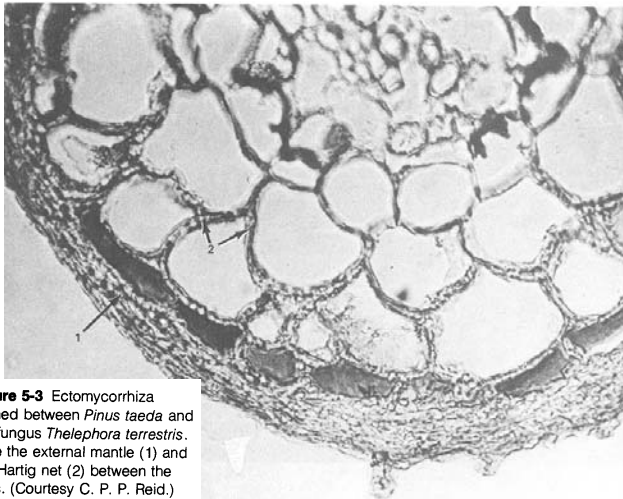
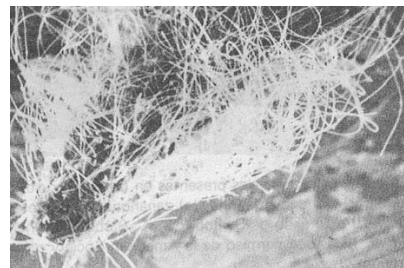


Figure 5-3 Ectomycorrhiza formed between *Pinus taeda* and the fungus *Thelephora terrestris*. Note the external mantle (1) and the Hartig net (2) between the cells. (Courtesy C. P. P. Reid.)



Raíces y pelos radicales de *Pinus contorta* (sin micorrizas)



Manto de ectomicorrizas en una raíz *Pinus contorta*

Concentración de minerales en el suelo

- Minerales necesarios para las plantas en bajas concentraciones en el suelo.
- Suelo agrícola tiene:
 - ▶ nitrato < 2 mM
 - ▶ fosfato < 0.001 mM
 - ▶ potasio < 1.2 mM
 - ▶ sulfato < 0.4 mM

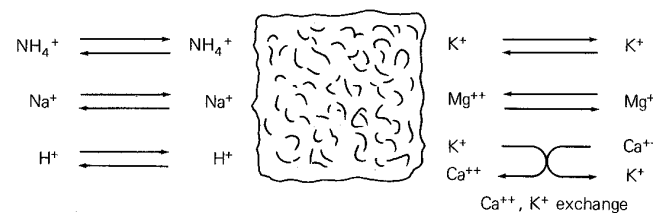


Figure 5-5 Cation exchange on a clay particle. The lower right reaction illustrates replacement of K⁺ by Ca⁺⁺.

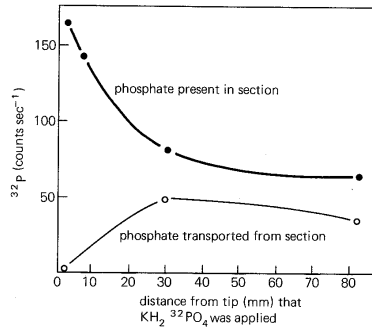
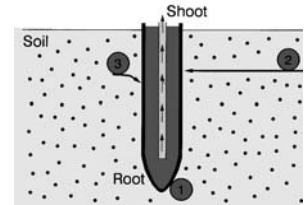


Figure 5-6 Ability of various regions of barley roots to accumulate phosphate and to translocate it to other parts of the plant. Phosphorus containing ^{32}P was provided to 3 mm sections of the root at various distances from the apex for uptake periods of 6 hours. The plant harvested, and the treated section and other organs were analyzed for ^{32}P . (Drawn from data of Wiebe and Kramer, 1954.)

¿Como llegan los nutrientes hasta la raíz?

- (1) las raíces crecen hacia ellos
- (2) arrastrada por el agua (movimiento de masa)
- (3) difusión



¿Como pasa el agua?

- via apoplástica-simplástica (endodermis)-apoplástica. También via simplástica por dentro de las hifas.
- Absorción activa en la endodermis.

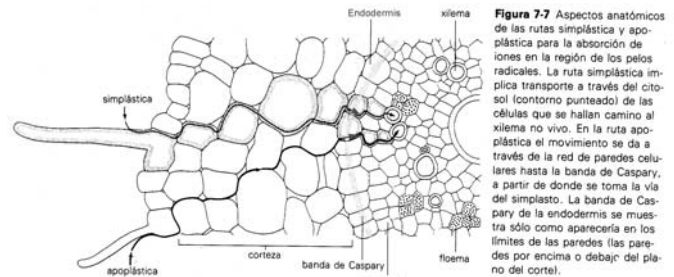
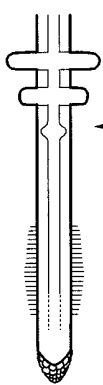


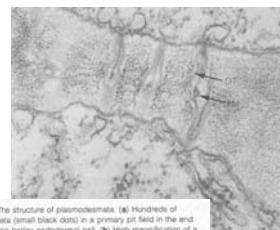
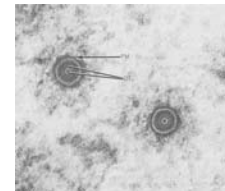
Figura 7-7 Aspectos anatómicos de las rutas simplástica y apoplástica para la absorción de iones en la región de los pelos radicales. La ruta simplástica implica transporte a través del citoplasma (línea punteada) de las células que se hallan camino al xilema no vivo. En la ruta apoplástica el movimiento se da a través de la red de paredes celulares hasta la banda de Caspary, a partir de donde se toma la vía del simplasto. La banda de Caspary de la endodermis se muestra sólo como aparecía en los límites de las paredes (las paredes por encima o debajo del plano del corte).



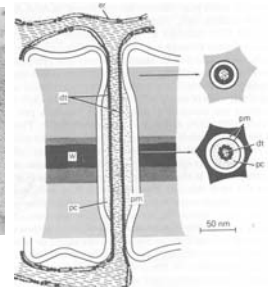
Gradients in:

- Nutrient concentration
 - pH
 - Redox potential
 - Exudates
 - Microbial activity
- Non-infecting rhizosphere microorganisms
 - Infecting rhizosphere microorganisms:
 - VA mycorrhiza
 - Ectomycorrhiza

Fig. 15.1 Gradients at the root–soil interphase (rhizosphere).

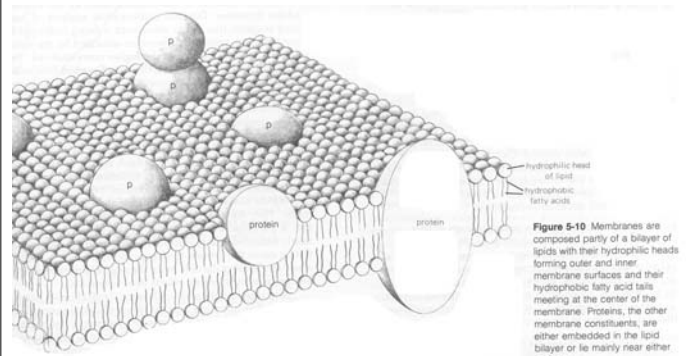


Figures 5-7 The structure of plasmodesmata. (a) Hundreds of plasmodesmata (small black dots) in a primary pit field in the end wall of a young barley endodermal cell. (b) High magnification of a sun plasmodesma, showing their tubular nature. (c) Longitudinal view of plasmodesmata across two adjacent young endodermal cells. PM, plasma membrane; DF, desmotubule. Courtesy A. W. Roberts, 1976. (d) An interpretation of plasmodesmal structure: endoplasmic reticulum (ER), center of cell walls (CW), plasmodesmal cavity (PC). (From Roberts, 1976.)



¿Que son las membranas?

- **Modelo de Mosaico Fluido (Singer y Nicolson 1972): "Matriz lipídica con hoyos acuosos (proteínas)".**



transportadores y familias de transportadores

- facilitan el movimiento de solutos a favor de gradiente.
- Selectividad diferencial y competencia.

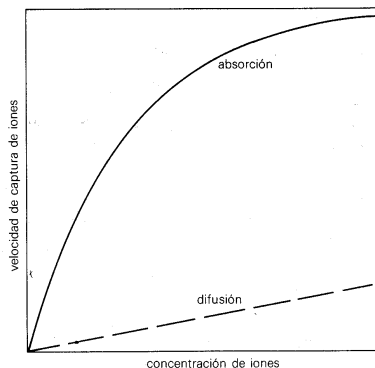
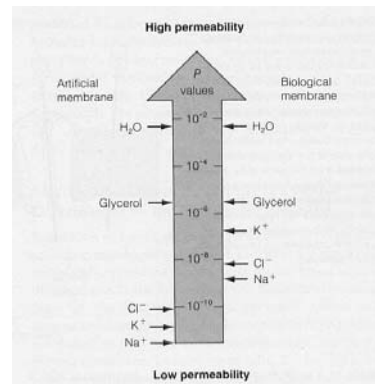
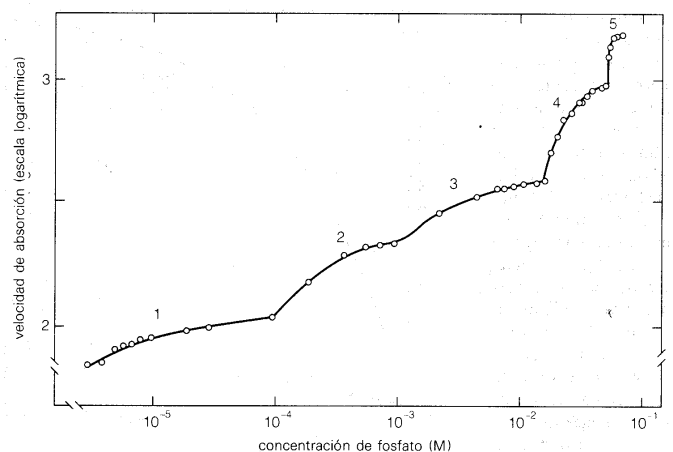


Figura 7-15 Influencia de la concentración de iones en la proximidad de las células vegetales sobre la velocidad de captación de iones. Si la difusión libre fuese la responsable de esta captura, la velocidad sería baja y esencialmente proporcional a la concentración, pero las velocidades reales son mucho mayores y evidencian una cinética de saturación.



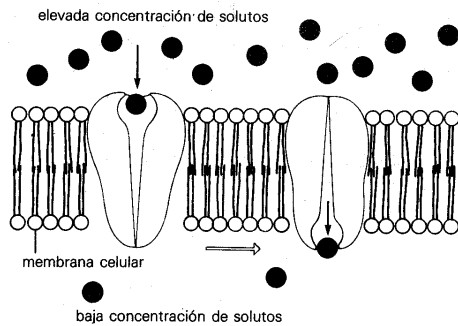
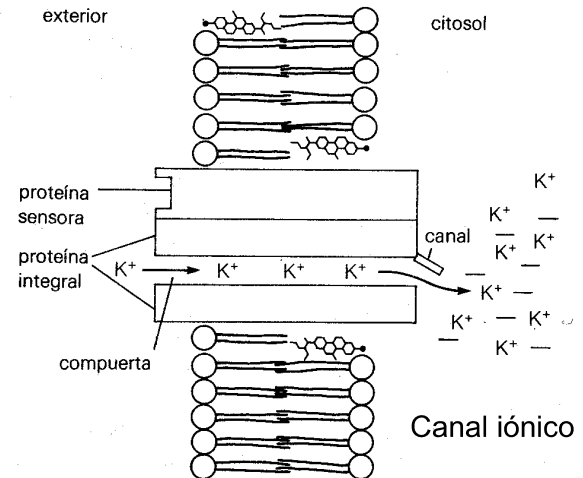


Figura 7-17 Modelo simplificado de la difusión facilitada o uniporte. Aquí se supone que una proteína integral de membrana, un portador, consta de dos mitades iguales (es un dímero) con un agujero en el centro por el que puede desplazarse un soluto a favor de su gradiente electroquímico. Para simplificar, este ejemplo implica que sólo la diferencia de concentraciones es importante para establecer el gradiente electroquímico



acumulación: transporte en contra de gradiente: bombas dependientes de ATP (ATP asas).

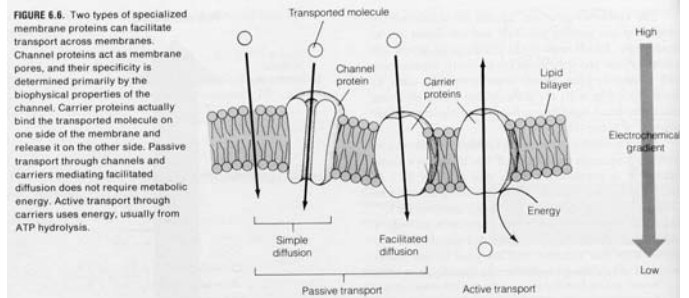
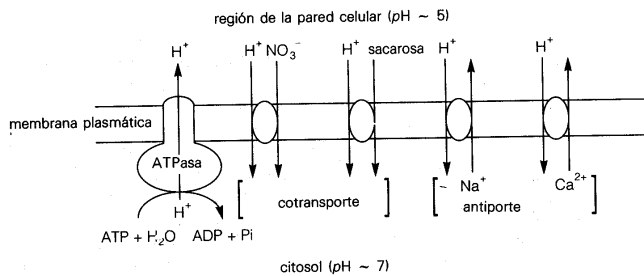


FIGURE 6.6. Two types of specialized membrane proteins can facilitate transport across membranes. Channel proteins act as membrane pores, and their specificity is determined primarily by the biophysical properties of the channel. Carrier proteins actually bind the transported molecule on one side of the membrane and release it on the other side. Passive transport through channels and carriers mediating facilitated diffusion does not require metabolic energy. Active transport through carriers uses energy, usually from ATP hydrolysis.

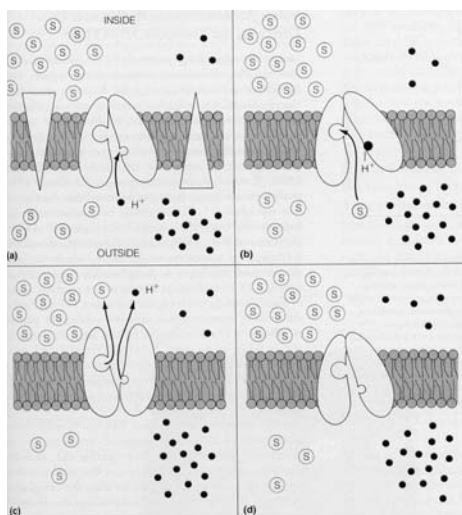


FIGURE 6.10. Hypothetical model for cotransport. The energy driving the process has been stored in a proton gradient (symbolized by the triangle on the right in (a)) and is being used to take up a substrate S against its concentration gradient (triangle on the left). In its initial conformation, the membrane protein is exposed to the outside environment and can bind a proton (a). This results in a conformational change that permits a molecule of S to be bound (b). The binding of S causes another conformational change that exposes the protein and its substrates to the inside of the cell (c). Release of a proton and a molecule of S to the cell's interior restores the original conformation of the symporter and allows a new pumping cycle to begin (d).

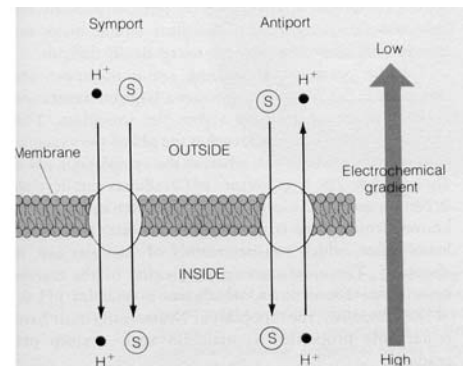


FIGURE 6.11. Two examples of cotransport coupled to a primary proton gradient. In the case of an antiporter, the pumping of one proton out of the cell is energetically coupled to the uptake of one molecule of a substrate (S) from the outside medium. In the case of a symporter, the energy dissipated by a proton moving back into the cell is coupled to the uptake of one molecule of a substrate. In both cases, the substrate under consideration is moving against its electrochemical gradient. Both neutral and charged substrates can be taken up in these cotransport processes.

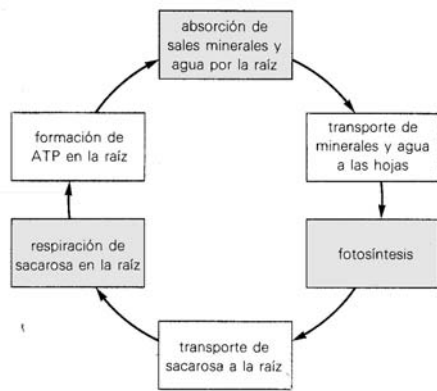


Figura 7-20 Interrelaciones entre algunos procesos fisiológicos que ocurren en raíces y partes aéreas y que influyen en la absorción de sales minerales provenientes del suelo. (Tomado de Starr y Taggart, 1989.)