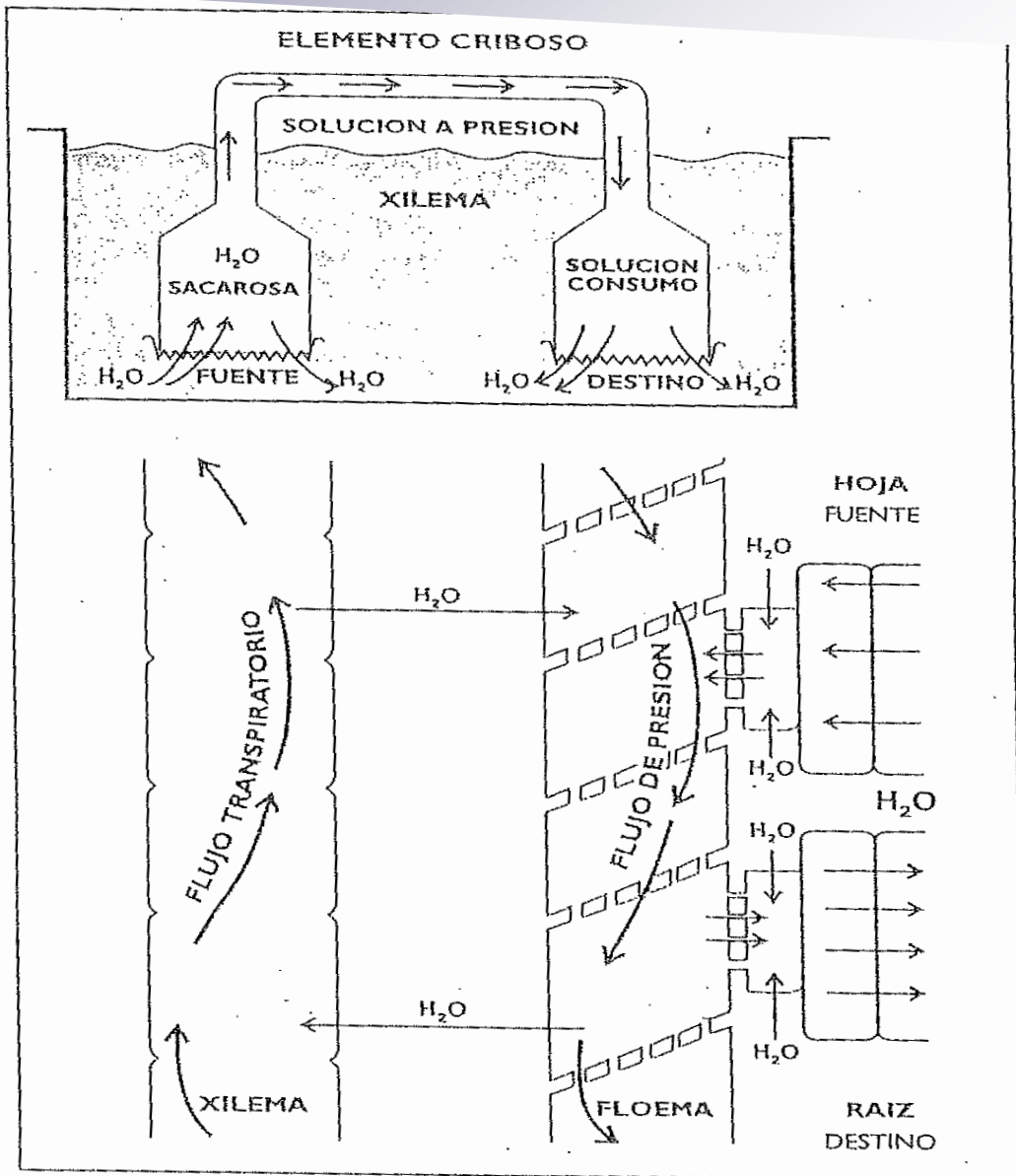


# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS





- En general se reconocen tres formas básicas de transferencia de sustancias dentro de las plantas: el movimiento de célula a célula con una velocidad relativamente baja ( $1$  a  $2 \text{ cm h}^{-1}$ ) que es común a todos los niveles filogenéticos, y en las plantas inferiores es el único tipo de movimiento conocido.
- El movimiento de sustancias por vía floemática, que se realiza a velocidades mayores, del orden de  $0,5$  a  $1 \text{ m h}^{-1}$  y finalmente, el movimiento del agua en el xilema que alcanza velocidades mucho más altas, alrededor de  $40 \text{ m h}^{-1}$ .

# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS

- Concepto de fuente y destino.
- FUENTE: órganos con saldo exportable.  
*Donde se carga el floema.*
  - Vuelcan azúcares a los tubos cribosos.
- DESTINO: órganos importadores.  
*Donde se descarga el floema*
  - Estos azúcares que importan pueden utilizarse o almacenarse con igual o distinta estructura química. (vid, papa)

# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS

- FUENTE:DESTINO
- El traslado depende de la posición en la planta (ontogenia).
- Durante las etapas iniciales todos los órganos actúan como Destino, luego cambian a Fuente, incluso las semillas que cuando se forman son destino y cuando germinan son fuente de la plántula.
- Los FRUTOS no, son siempre Destino



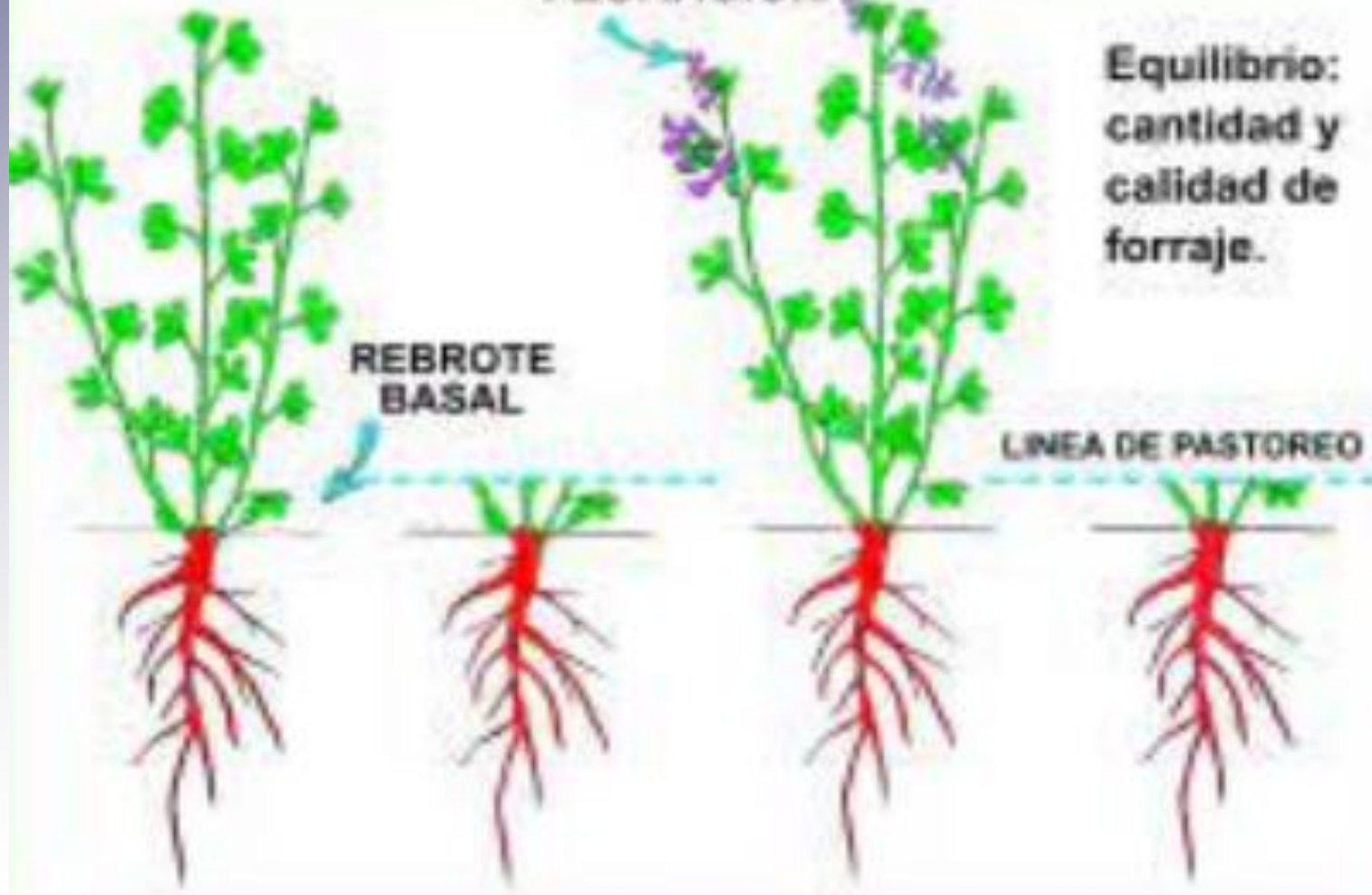


**FLORACIÓN**

**Equilibrio:  
cantidad y  
calidad de  
forraje.**

**REBROTE  
BASAL**

**LINEA DE PASTOREO**



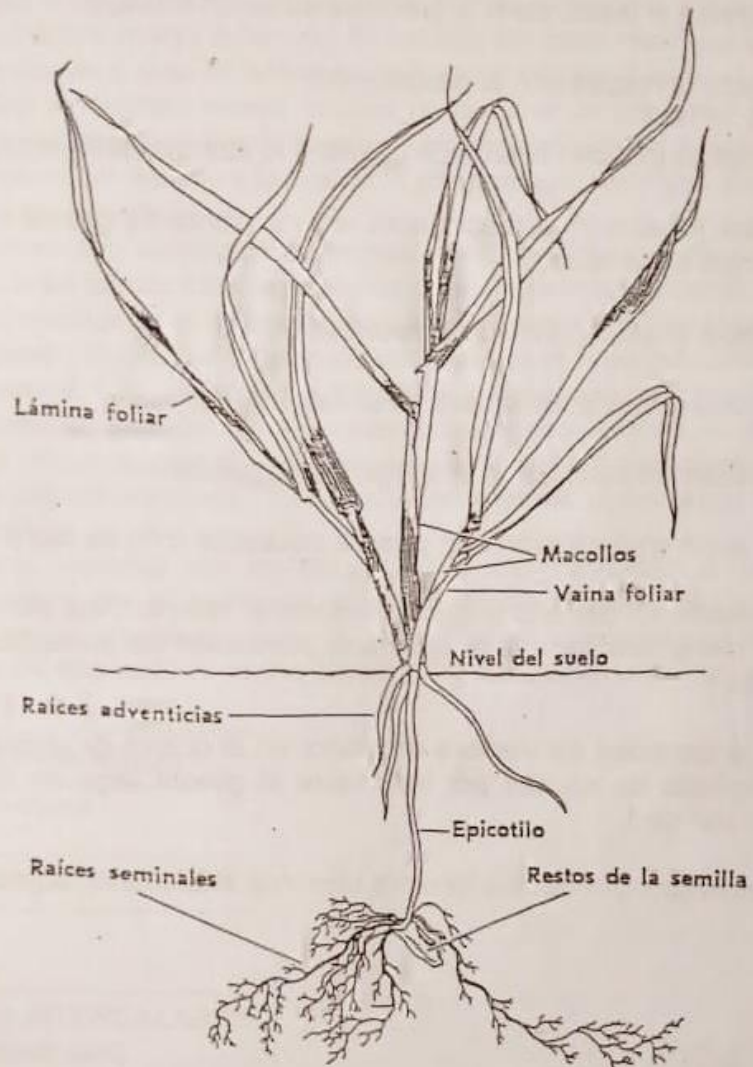
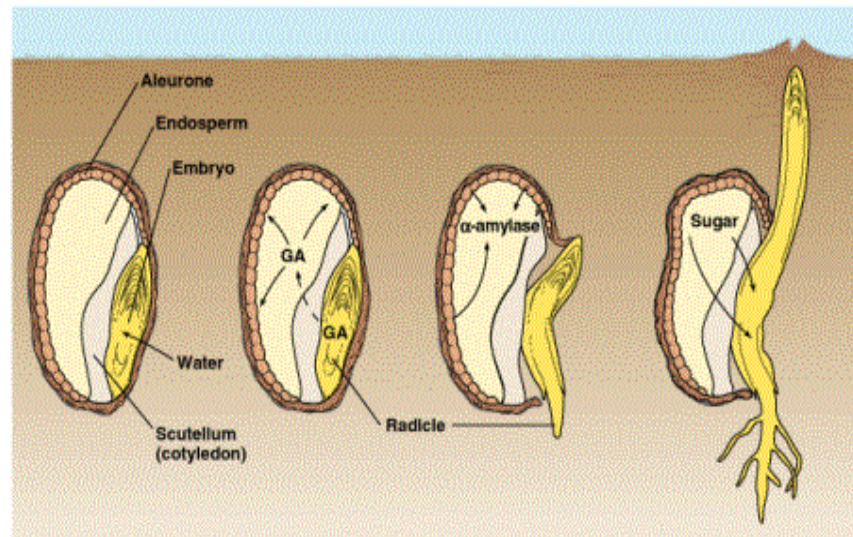


Fig 2.4. Planta joven de gramínea cuya base ha sido elevada a nivel del suelo por alargamiento del epicotilo. Las raíces seminales y adventicias se ven con claridad. (Thomas y Davies, 1964).



# GERMINACIÓN

## Role of Gibberellin in Seed Germination

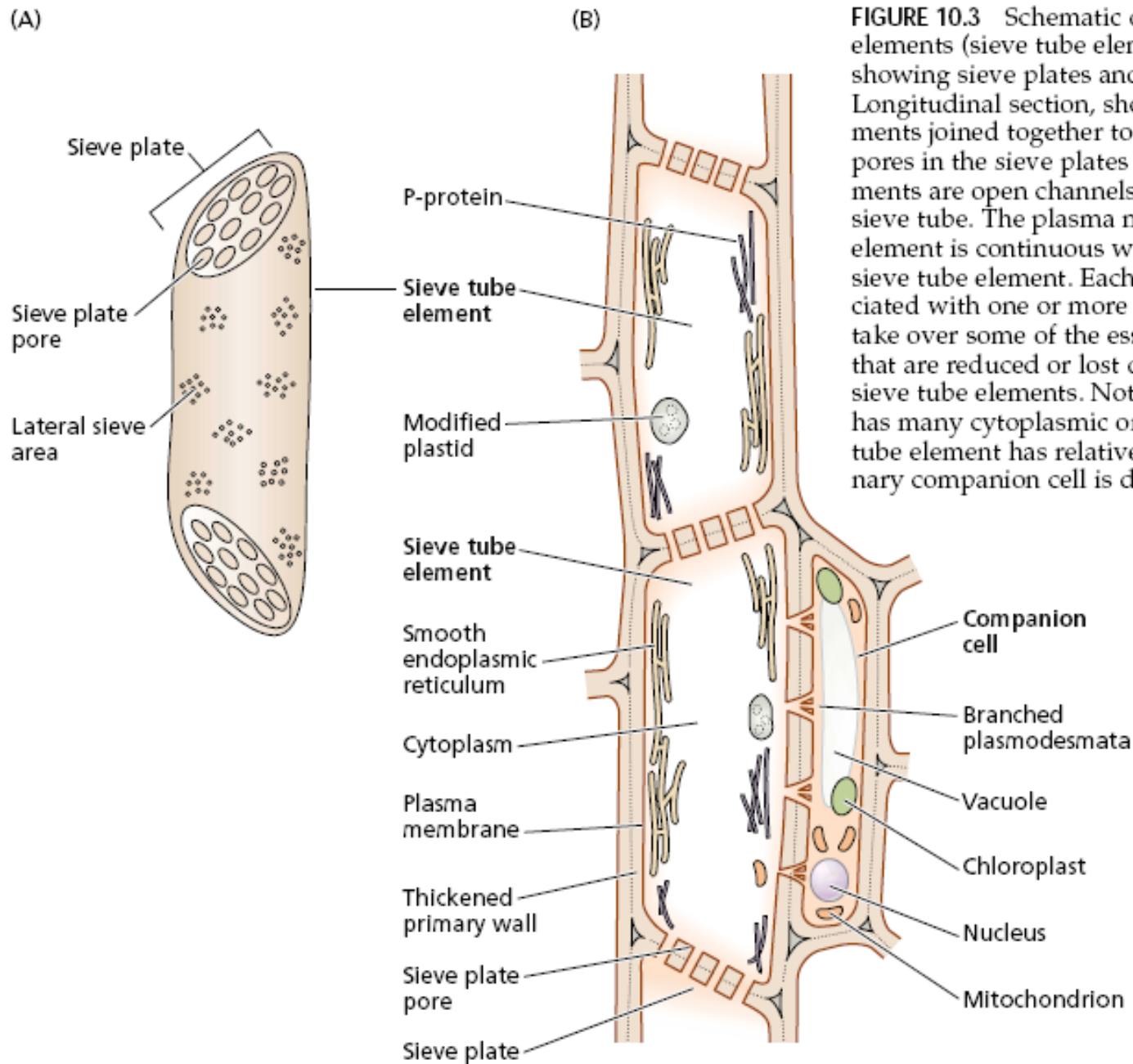


© 1999 Addison Wesley Longman, Inc.

1. Water uptake induces GA synthesis by embryo
2. GA stimulates  $\alpha$ -amylase production by aleurone
3. Amylase breaks down starch reserves in endosperm
4. Sugars fuel growth of embryo

# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS

- Sistemas de conducción.
  - Xilema y Floema. (Cambium).
- Estructura del floema
  - Elementos cribosos
  - Célula acompañante
  - Células parenquimáticas
  - Fibras. Laticíferos.
- Elemento de transporte:
  - Tubo criboso. Placas cribosas.



**FIGURE 10.3** Schematic drawings of mature sieve elements (sieve tube elements). (A) External view, showing sieve plates and lateral sieve areas. (B) Longitudinal section, showing two sieve tube elements joined together to form a sieve tube. The pores in the sieve plates between the sieve tube elements are open channels for transport through the sieve tube. The plasma membrane of a sieve tube element is continuous with that of its neighboring sieve tube element. Each sieve tube element is associated with one or more companion cells, which take over some of the essential metabolic functions that are reduced or lost during differentiation of the sieve tube elements. Note that the companion cell has many cytoplasmic organelles, whereas the sieve tube element has relatively few organelles. An ordinary companion cell is depicted here.

# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS

- Elemento de transporte:
  - Tubo criboso. Proviene del cambium
    - Sin Núcleo
    - Sin Tonoplasto
    - Abundantes mitocondrias, plástidos, ribosomas, retículo endoplásmico
  - Diferenciación
    - Gran cantidad de plasmodesmos en regiones cribosas.
    - Ensanchamiento de los poros, rellenos de calosa transitoriamente
    - Se engrosan las paredes por celulosa
    - Se degrada el tonoplasto. Desaparece la vacuola
    - Se abren los poros por disolución de la calosa
    - Degenera el núcleo y desaparecen los ribosomas, etc



# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS

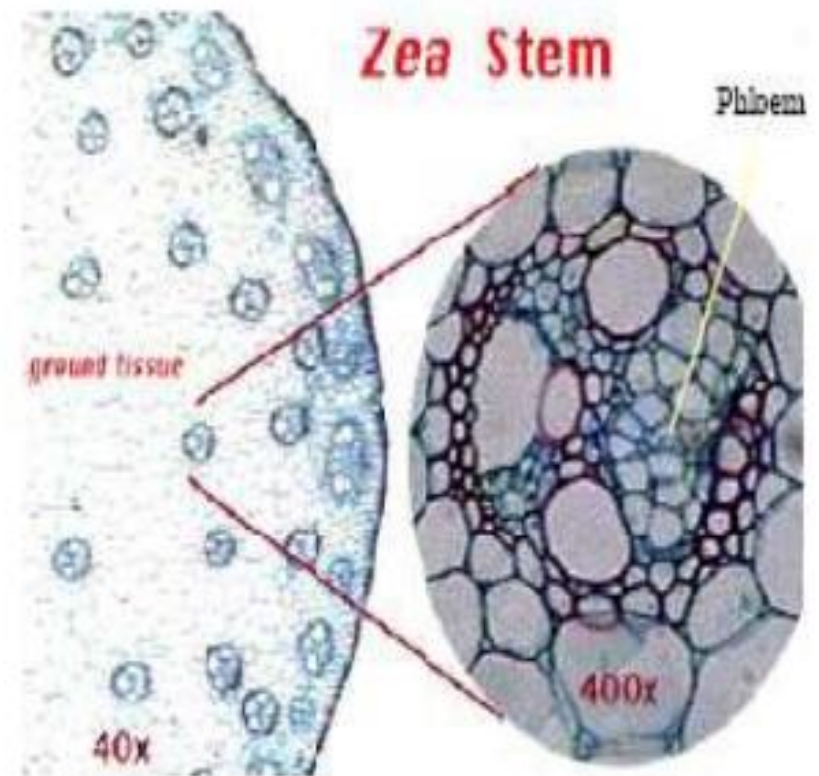
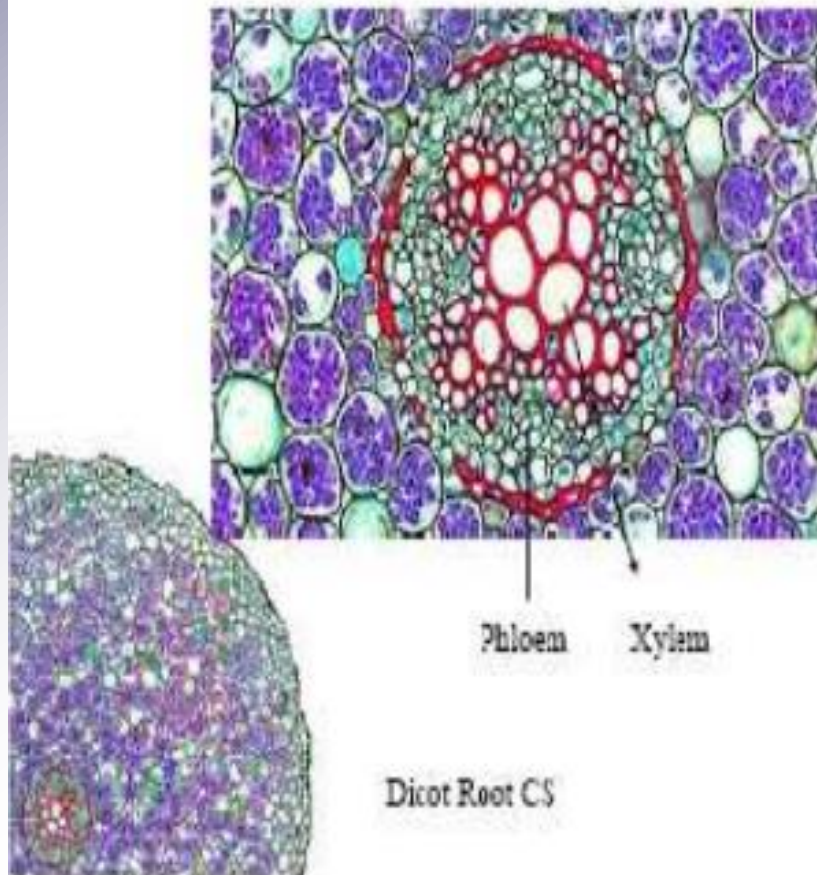
– Tubo criboso. Diferenciación.

- Carecen de muchas estructuras celulares.
- Perdieron la información genética
- De pared engrosada pero no lignificada
- Tienen mitocondrias y plástidos
- En angiospermas, tienen proteína P
- Presencia de área (placas) cribosa (poros de gran diámetro)

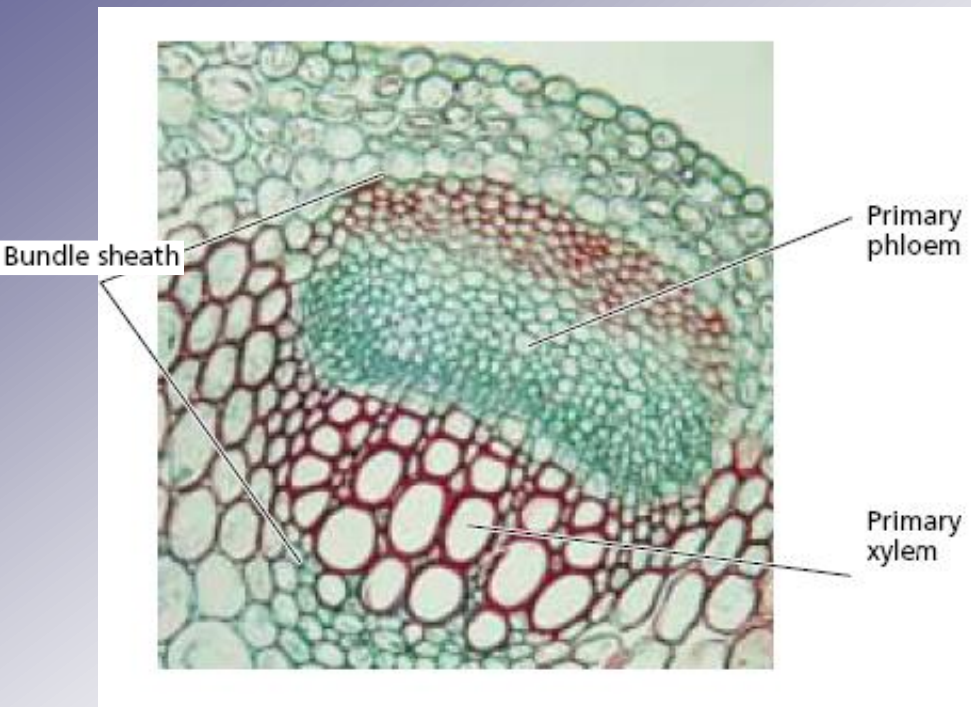
# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS

- Células acompañantes.
  - Se originan en el cambium.
  - Unidas al tubo por plasmodesmos.
  - Citoplasma denso
  - Numerosas mitocondrias
  - Poseen todos los orgánulos y estructuras subcelulares.
  - Son dependientes de los tubos cribosos y mueren juntas.
  - Se considera un complejo tubo criboso-célula acompañante
  - Las células acompañantes desempeñan funciones como:
    - Síntesis de proteínas
    - ATP que puede proporcionar al tubo.
    - Participar de la carga de fotoasimilados.

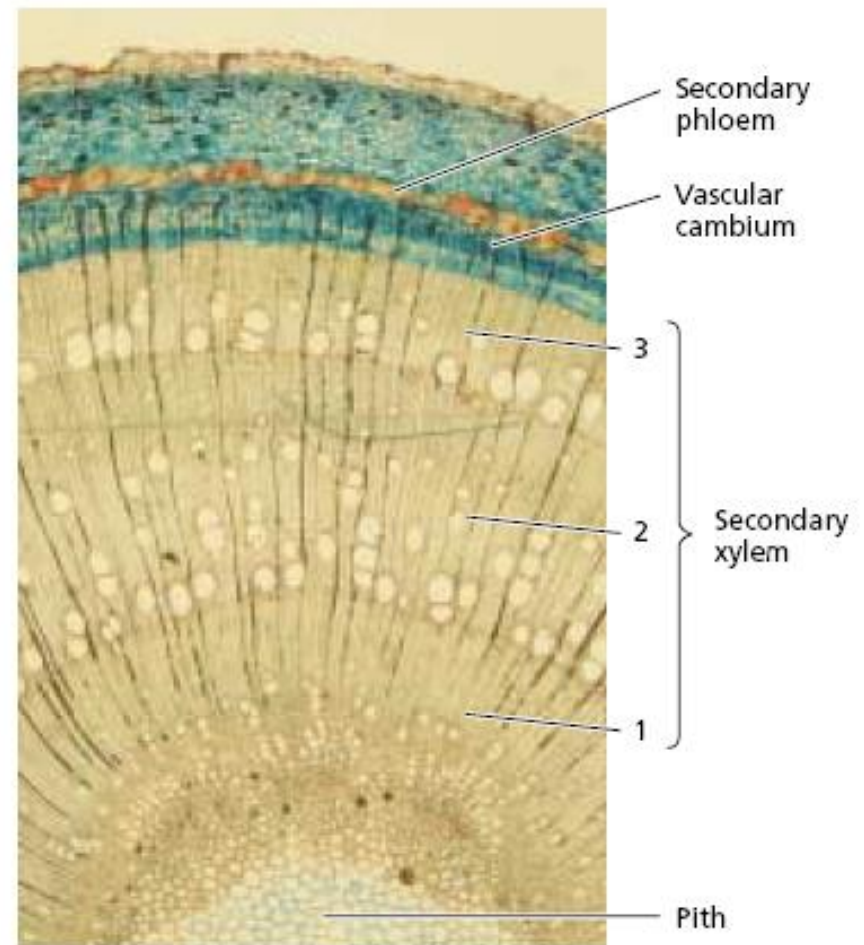
## Distribución de floema en tallos de dicotiledóneas y monocotiledóneas







**FIGURE 10.1** Transverse section of a vascular bundle of trefoil, a clover (*Trifolium*). (130×) The primary phloem is toward the outside of the stem. Both the primary phloem and the primary xylem are surrounded by a bundle sheath of thick-walled sclerenchyma cells, which isolate the vascular tissue from the ground tissue. (© J. N. A. Lott/Biological Photo Service.)



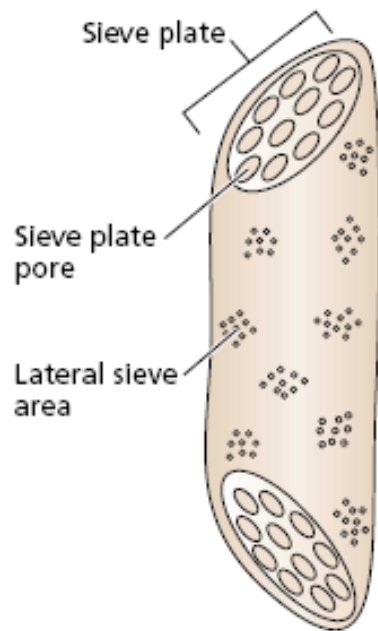
**FIGURE 10.2** Transverse section of a 3-year-old stem of an ash (*Fraxinus excelsior*) tree. (27×) The numbers 1, 2, and 3 indicate growth rings in the secondary xylem. The old secondary phloem has been crushed by expansion of the xylem. Only the most recent (innermost) layer of secondary phloem is functional. (© P. Gates/Biological Photo Service.)



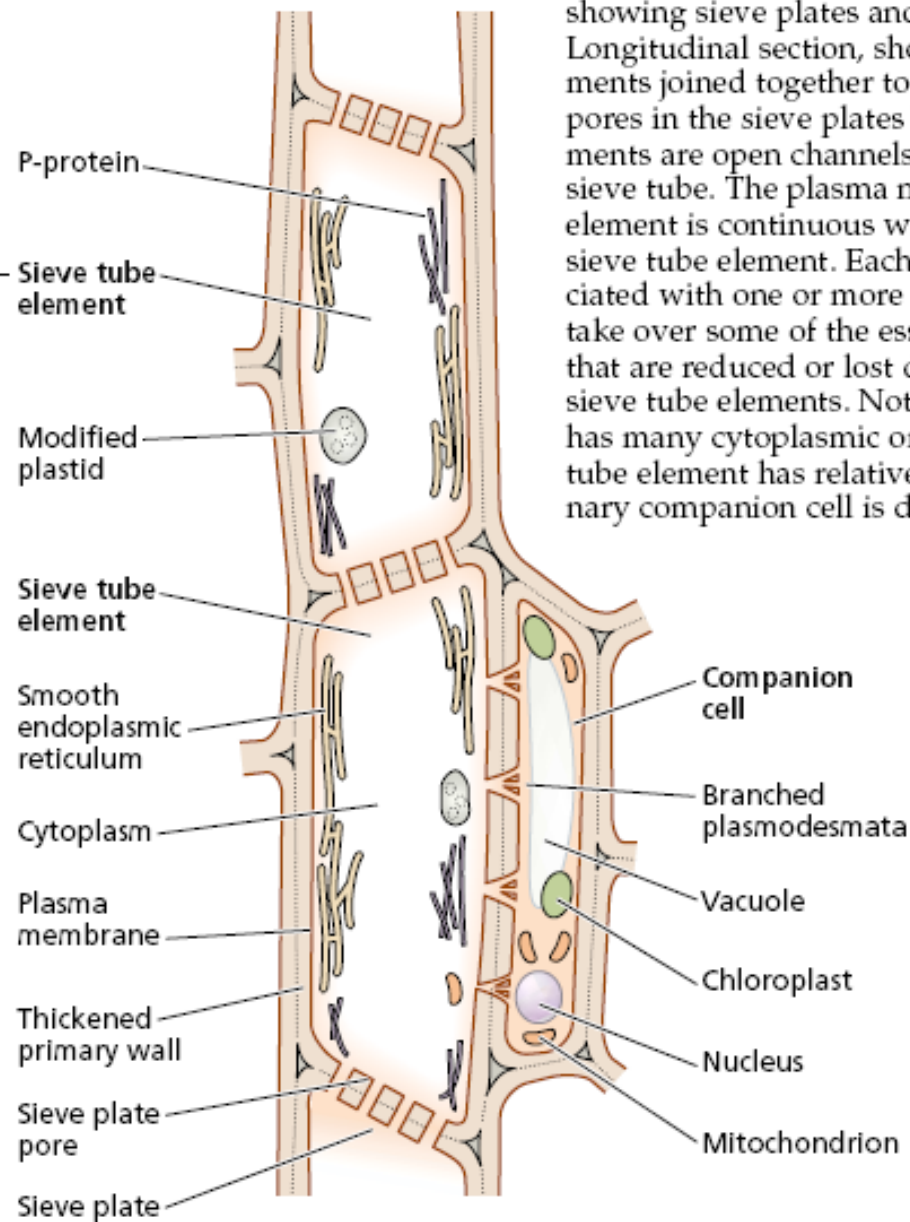
# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS



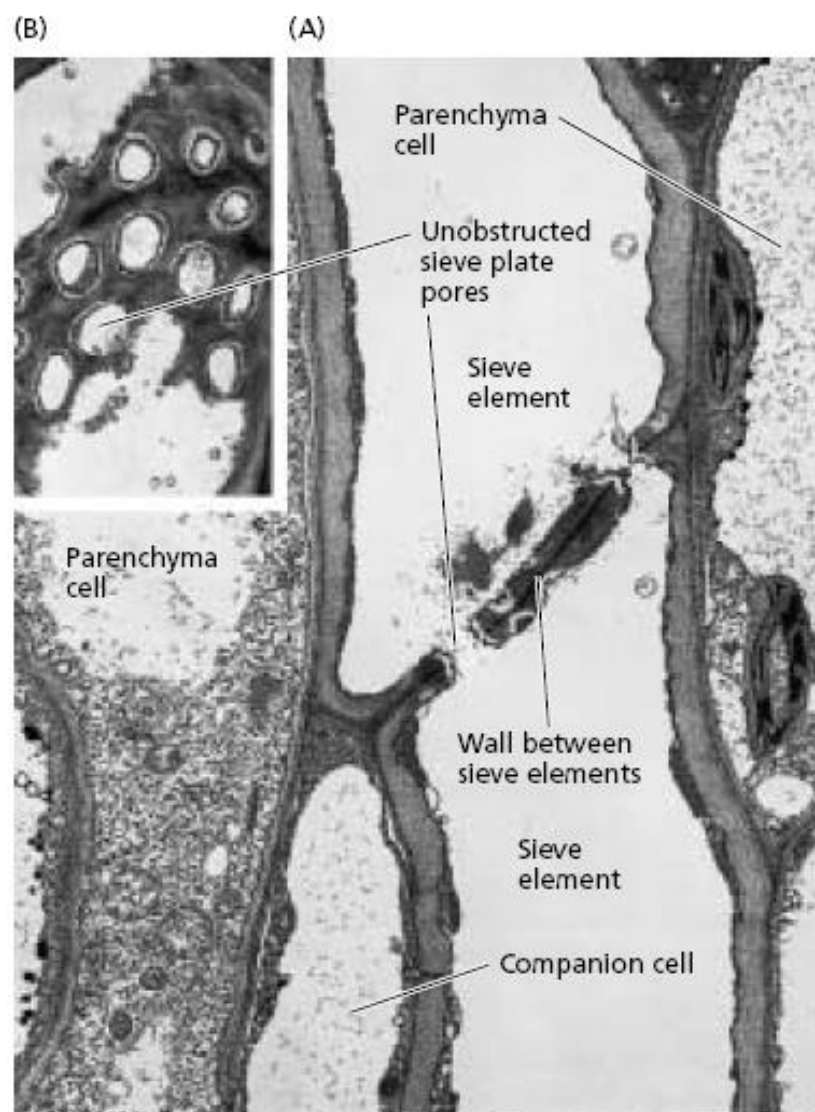
(A)



(B)

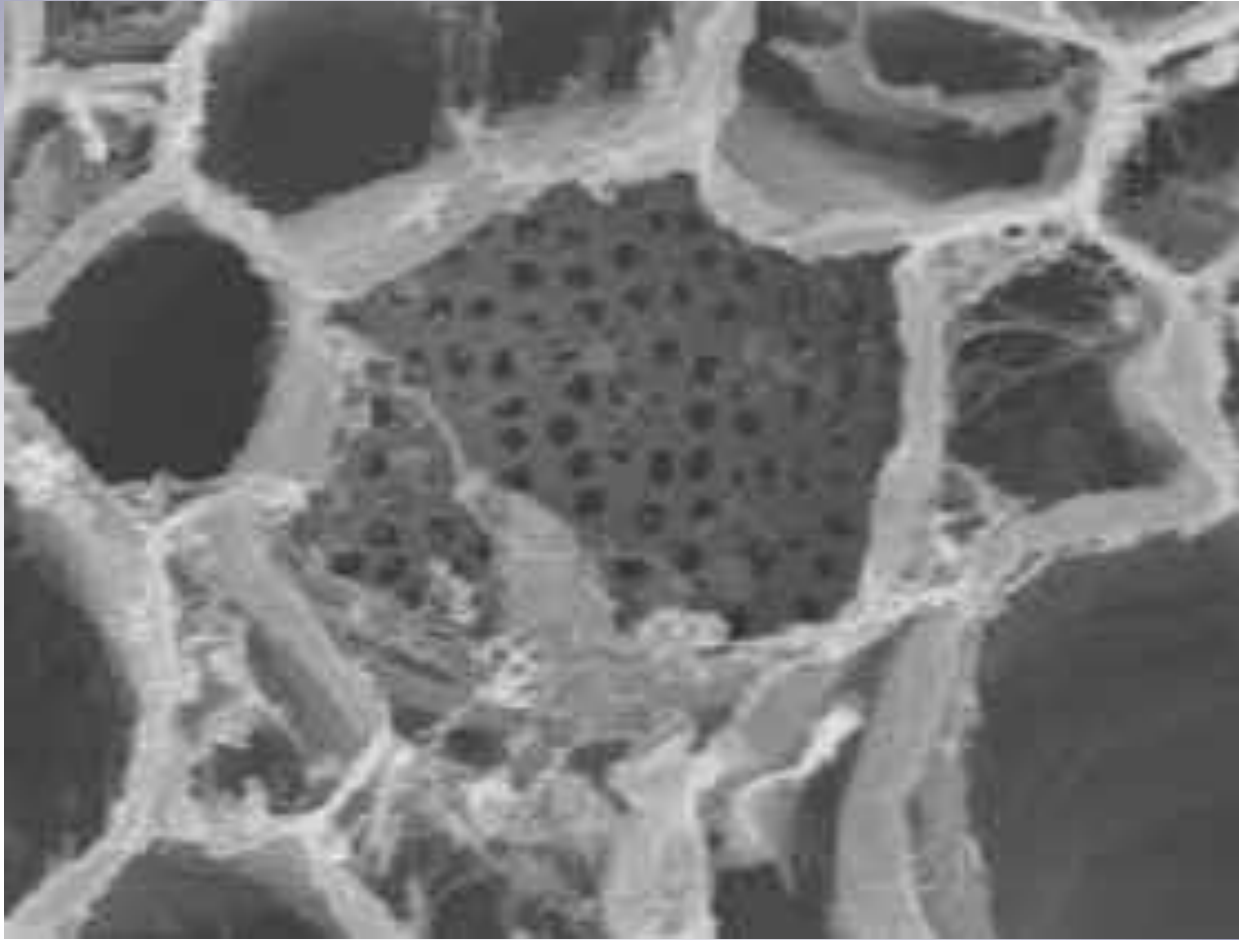


**FIGURE 10.3** Schematic drawings of mature sieve elements (sieve tube elements). (A) External view, showing sieve plates and lateral sieve areas. (B) Longitudinal section, showing two sieve tube elements joined together to form a sieve tube. The pores in the sieve plates between the sieve tube elements are open channels for transport through the sieve tube. The plasma membrane of a sieve tube element is continuous with that of its neighboring sieve tube element. Each sieve tube element is associated with one or more companion cells, which take over some of the essential metabolic functions that are reduced or lost during differentiation of the sieve tube elements. Note that the companion cell has many cytoplasmic organelles, whereas the sieve tube element has relatively few organelles. An ordinary companion cell is depicted here.



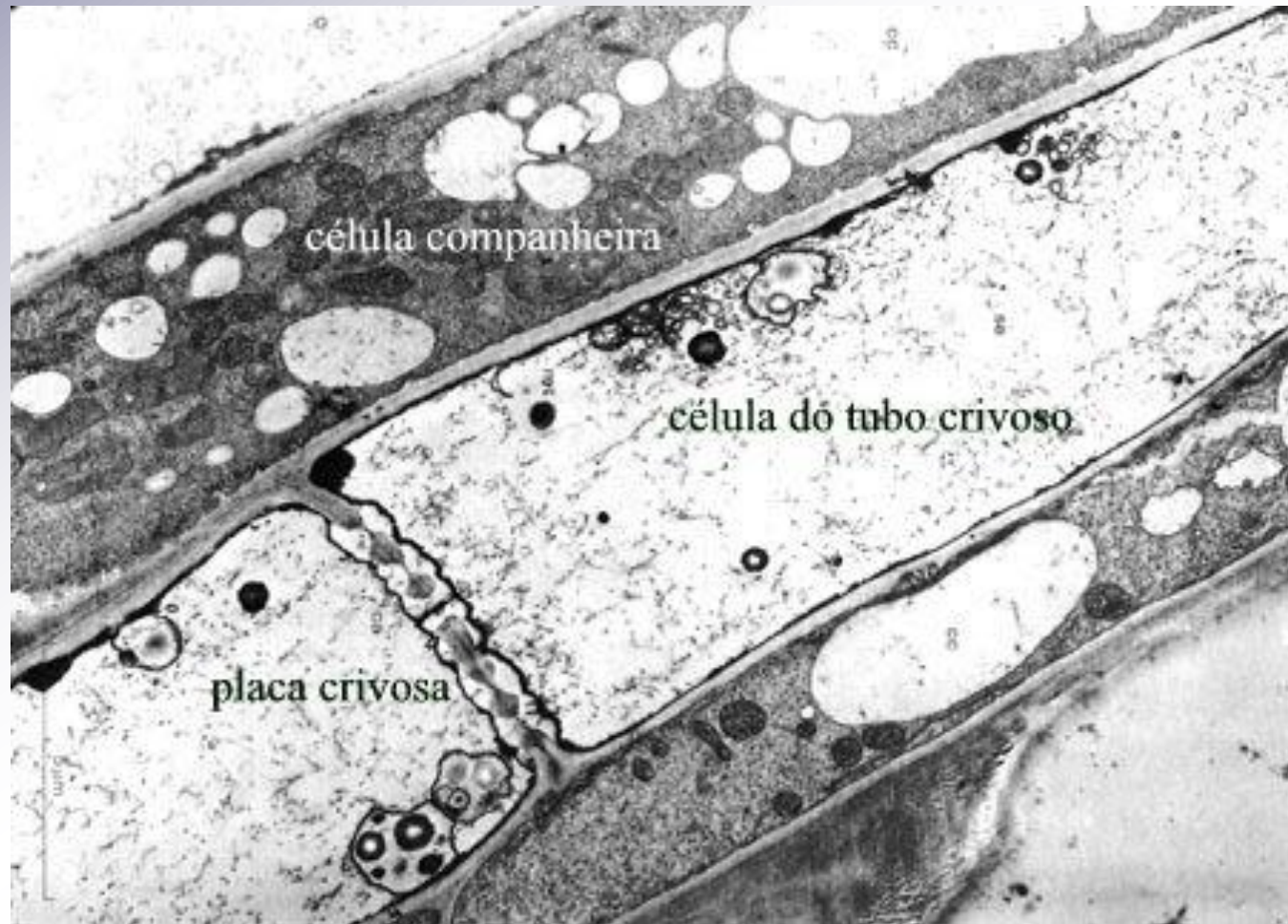
**FIGURE 10.5** Sieve elements and open sieve plate pores. (A) Electron micrograph of a longitudinal section of two mature sieve elements (sieve tube elements), showing the wall between the sieve elements (called a sieve plate) in the hypocotyl of winter squash (*Cucurbita maxima*). (3685 $\times$ ) (B) The inset shows sieve plate pores in face view (4280 $\times$ ). In both images A and B, the sieve plate pores are open—that is, unobstructed by P-protein. (From Evert 1982.)

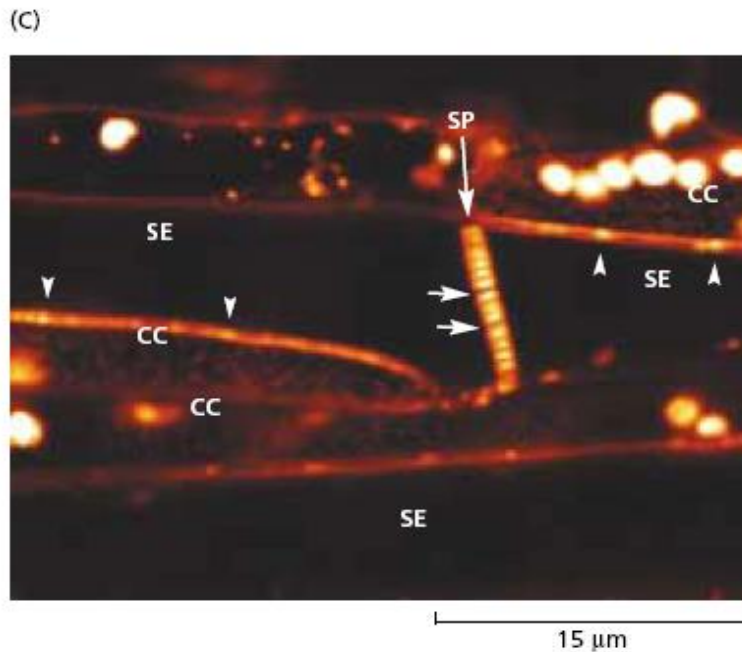
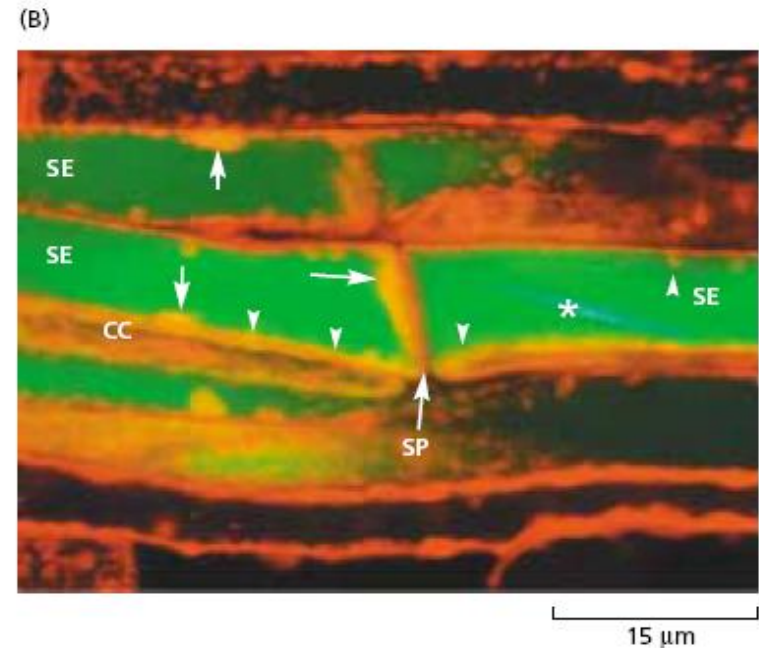
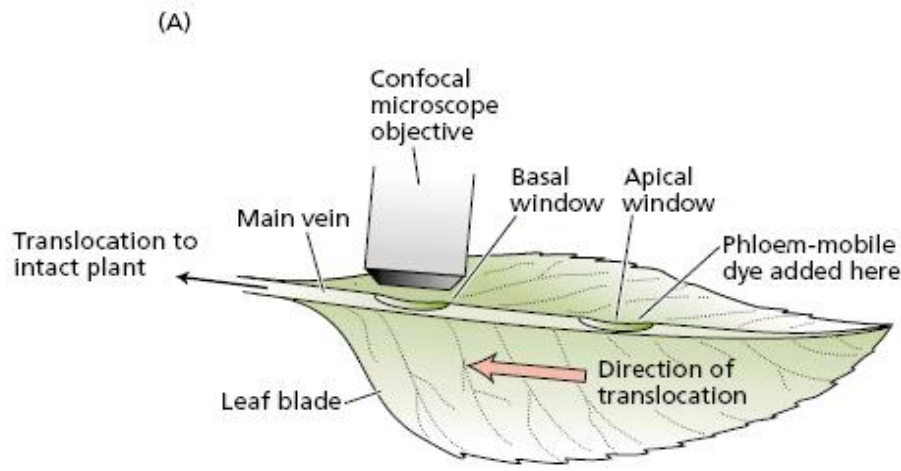
# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS





# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS





**FIGURE 10.11** Translocation in living, functional sieve elements of a leaf attached to an intact broad bean (*Vicia faba*) plant. (A) Two windows were sliced parallel to the epidermis on the lower side of the main vein of a mature leaf, exposing the phloem tissue. The objective of the laser confocal microscope was positioned over the basal window. A phloem-mobile fluorescent dye was added at the apical window. If translocation occurred, the dye would become visible in the microscope at the basal window of the leaf. In this way it could be demonstrated that the sieve elements being observed were alive and functional. (B) Phloem tissue of bean doubly stained with a locally applied fluorescent dye (red) that primarily stains membranes, and a translocated fluorescent dye (green). Protein (arrows) deposited against the plasma membrane and the sieve plate does not impede translocation. A crystalline P-protein body (asterisk) is stained by the green dye. Plastids (arrowheads) are evenly distributed around the periphery of the sieve element. CC = companion cell, SP = sieve plate. See also [Web Topic 10.8](#). (From Knoblauch and van Bel 1998; courtesy of A. van Bel.)

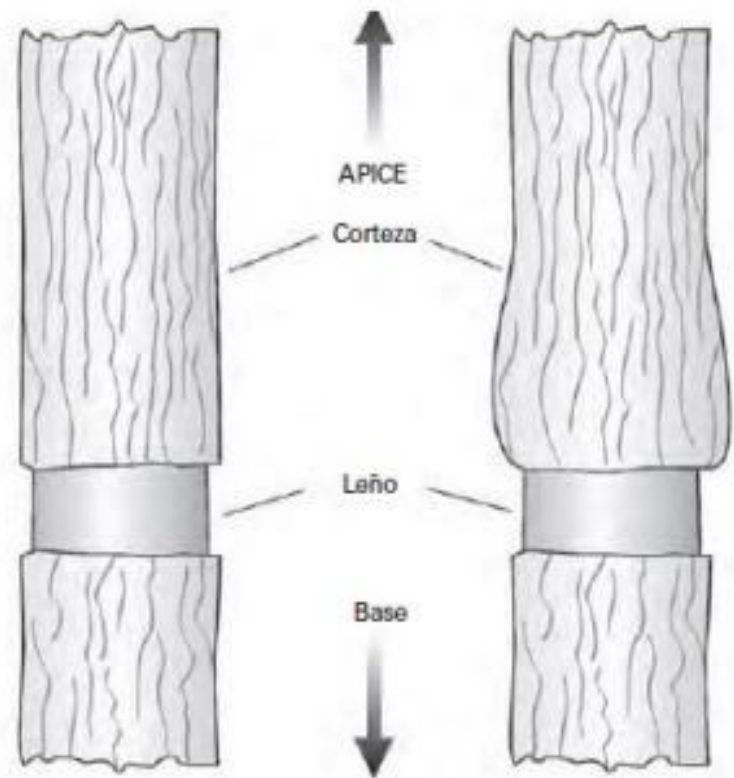
# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS

- Xilema y Floema. Sistemas de conducción
- Estructura del floema
- Traslado de la solución Floemática.
  - Experimentos de anillado. Malpighi (S. XVII).
  - Estudio mediante estiletos (Harting)
- Características del transporte
  - Existencia de un conducto de células vivas
  - Composición de la solución floemática
  - Elevada concentración de azúcares
  - Presión positiva en el sistema
  - Transporte en sentido basípeto opuesto a transpiración



# Experimento de Malpighi

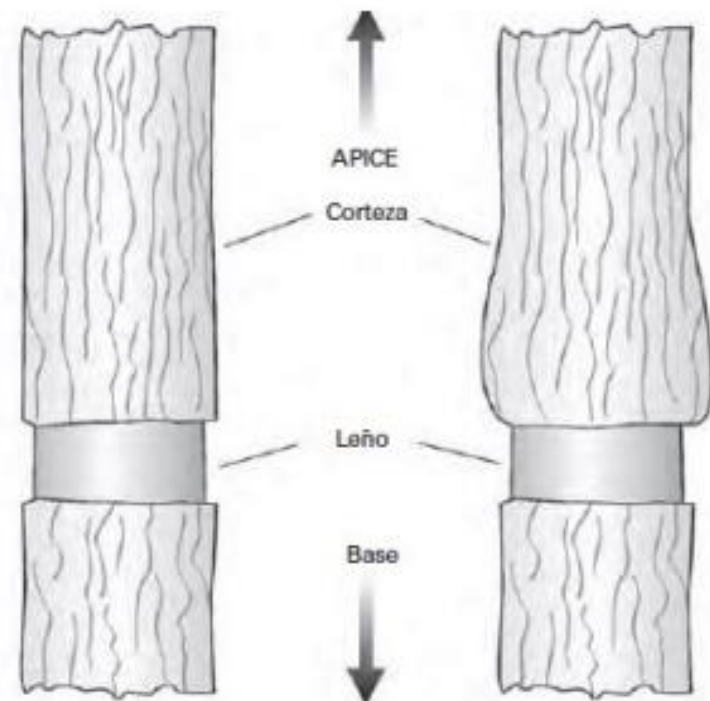
- La separación de un anillo de corteza en el tallo de una planta leñosa (izquierda) interrumpe el transporte basípeto de nutrientes y hormonas, provocando la proliferación de los tejidos inmediatamente por encima del corte (derecha).
- El agua asciende por el xilema, el transporte por floema se interrumpe.





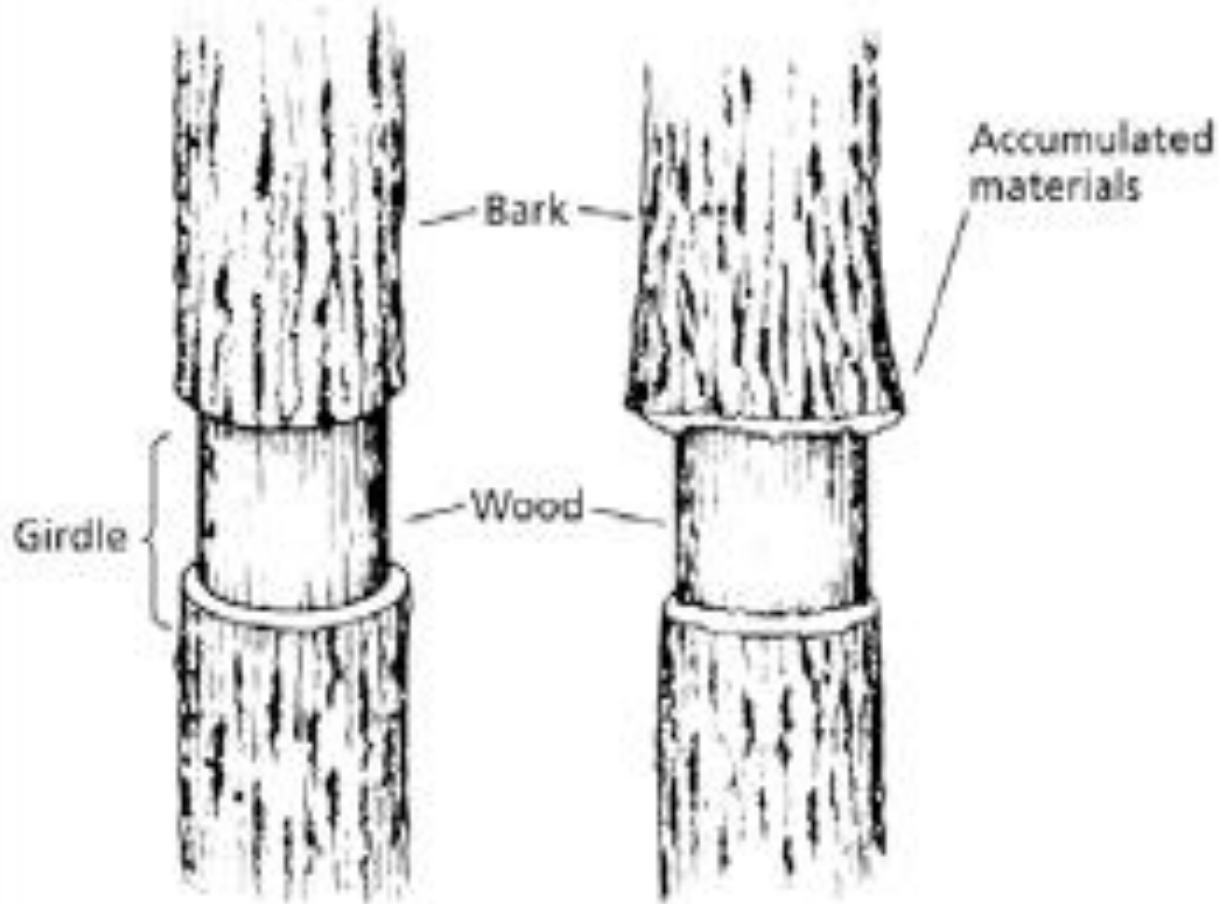
# Anillado

- En la practica esta operación se denomina anillado, y se realiza en tronco o en ramas.
- Con un corte circular se elimina un anillo de corteza.
- La acumulación de carbohidratos en la porción distal de la rama aumenta el cuajado y el crecimiento del fruto.
- Si la anchura del anillo no es excesiva permite la regeneración de los tejidos eliminados, restableciendo las conexiones vasculares.
- Si es ancha y en el tronco la planta entera muere.

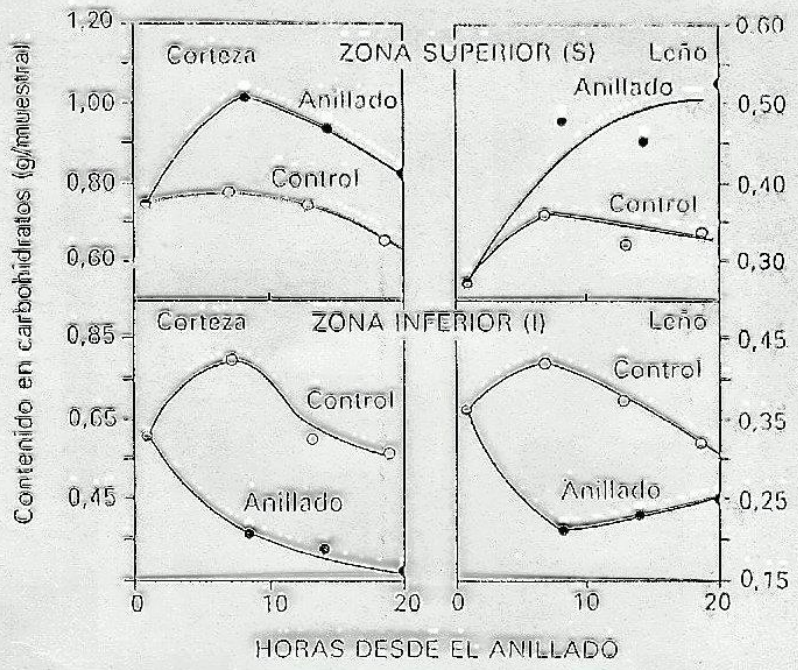
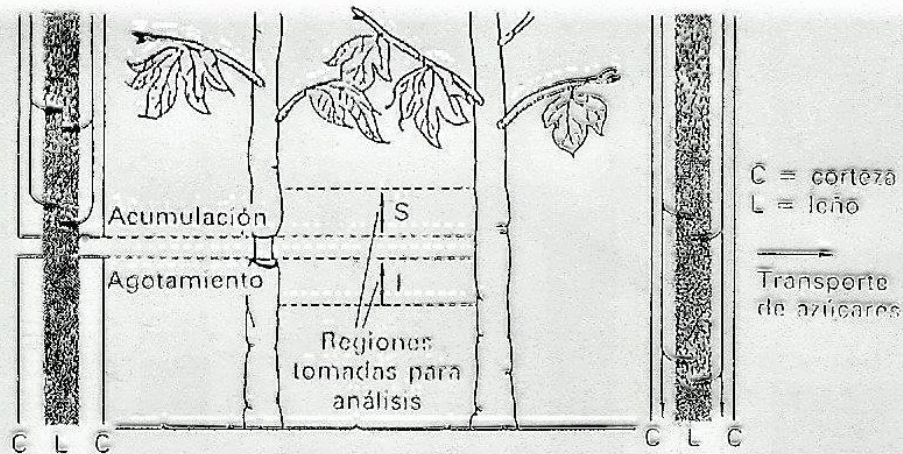


# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS: floema

10-3. Sugar accumulates in bark after girdling







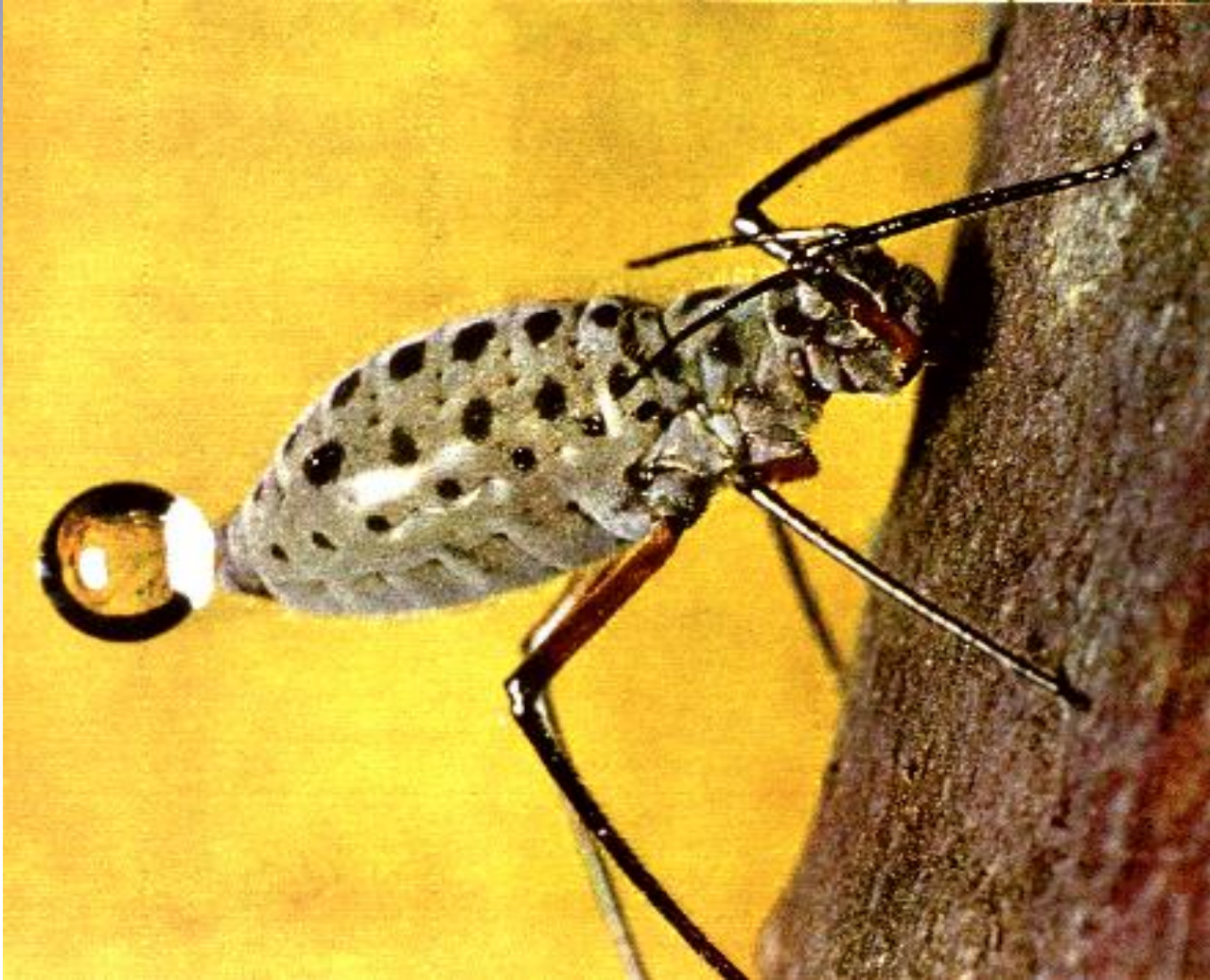
Diseño experimental utilizado por Mason y Maskell (1928) para el estudio del transporte de azúcares en el tallo de *Gossypium barbadense*. Las plantas se anillaron al principio de la mañana, y el contenido en carbohidratos de la corteza y el leño, por encima y por debajo del punto de anillado, se comparó con el de segmentos de tallo en posición similar de los testigos sin anillar. [Reproducido de Guardiola y García-Luis (1990).]

# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS

- Sustancias transportadas por floema.
  - Obtención del fluido floemático
  - Composición del fluido floemático
    - Variable con la especie, edad, estado fisiológico.
    - pH próximo a 8, superior al citosol y xilema.
    - Elevado contenido de materia seca (10-25%)
    - Bajo peso molecular de las sustancias disueltas
    - Potencial osmótico muy negativo (-1 a -3 MPa)
    - Viscosidad muy superior a la del agua



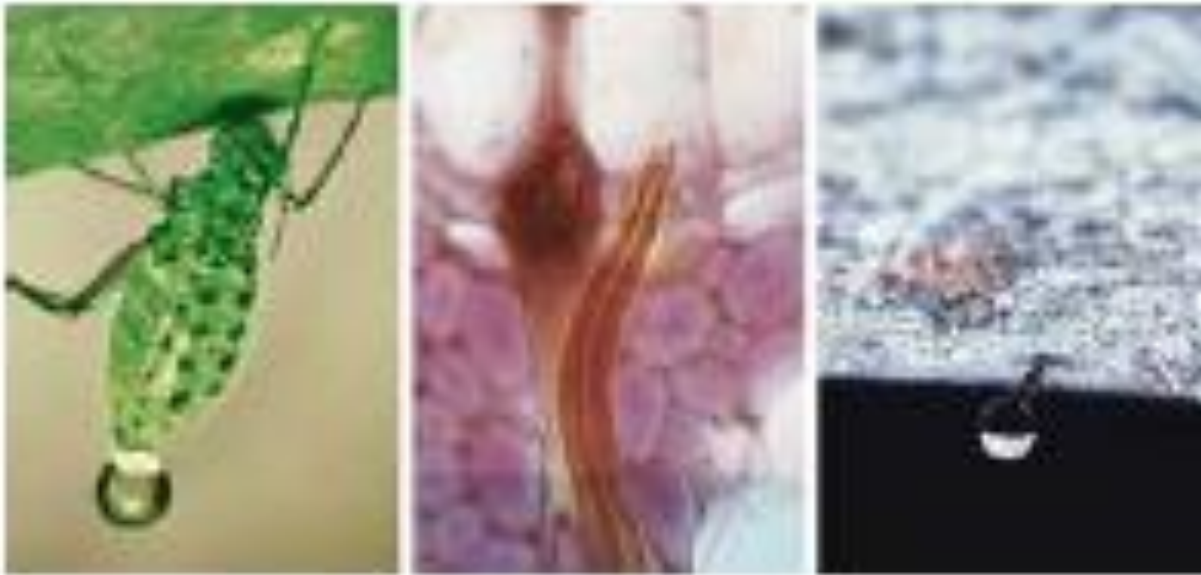
# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS



# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS

## Aphid Stylets and Phloem Sap

---



Problem: How to analyze phloem sap?

Wounds block flow & de-capitation mixes sap with xylem exudate.

Solution: Utilize phloem-tapping insect (aphid) stylets.

# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS

- Sustancias transportadas por floema.

El nitrógeno se transporta como aminoácidos

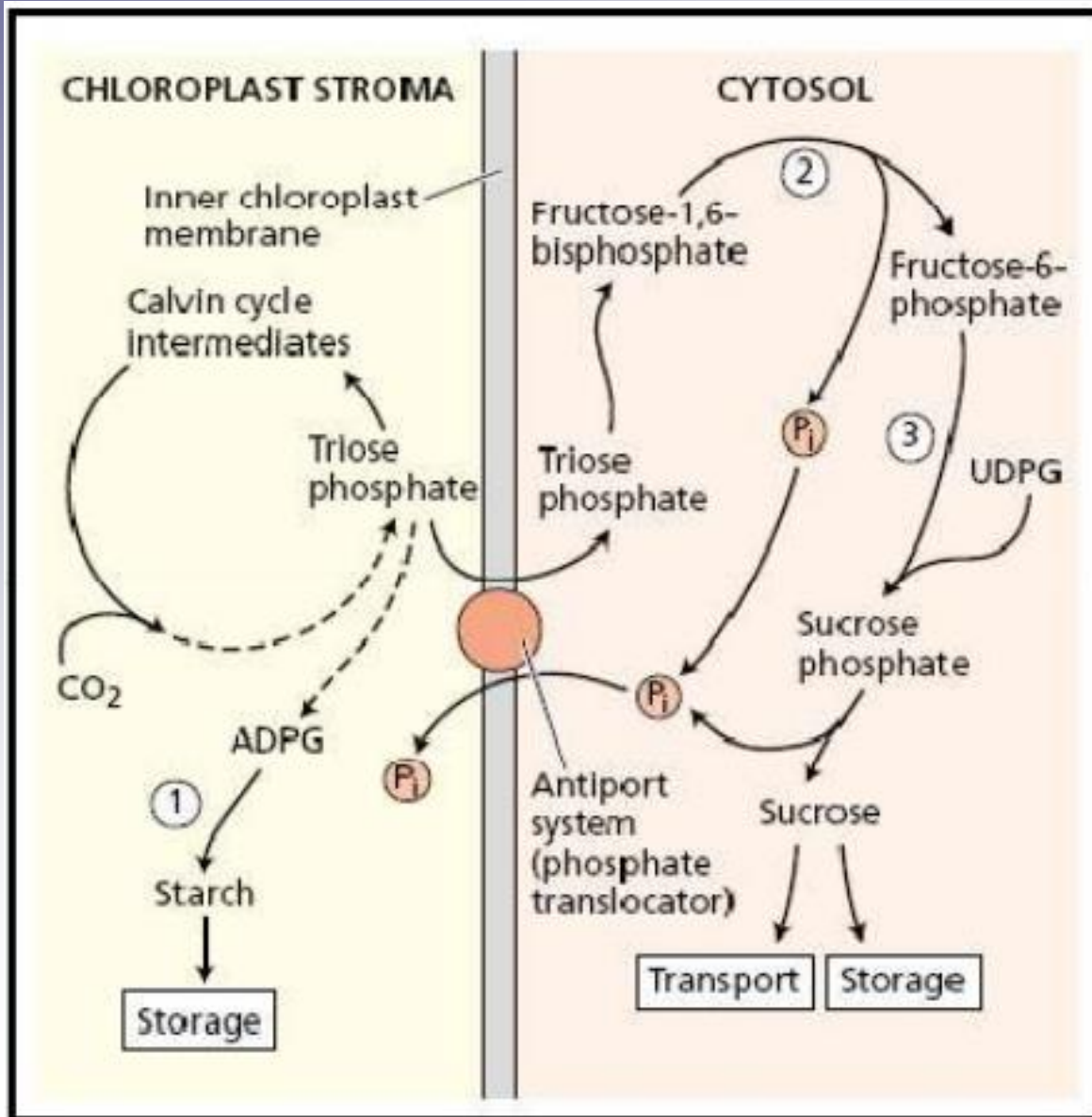
Los mas abundantes:

glutamato y aspartato libre o como amidas  
(glutamina o asparagina).

El contenido varia con la especie y el estado de desarrollo



# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS



Las triosas fosfato formadas durante el ciclo de Calvin pueden ser usadas para la síntesis de almidón en el cloroplasto o transportadas hacia el citosol.

En el citosol la triosa fosfato puede ser convertida en sacarosa para almacenamiento en vacuola o para transporte.



# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS

- Movimiento de solutos: acrópeto o basípeto. No existe polaridad en el transporte por floema.
- El movimiento tangencial de solutos en el tallo es posible por las interconexiones denominadas **anastomosis** que son abundante en los nudos. Importante en palmeras.
- El movimiento puede ser **bidireccional** en el floema.
- El movimiento es **unidireccional** en cada elemento-
- Concepto de fuente y destino.
  - Variación con la ontogenia. Hoja (50% expansión)
    - Destinos irreversibles (los frutos)
  - Variación con la ontogenia, **las inflorescencias son el destino mas fuerte y deja de ser destino la raíz.**
  - **Momento crítico del Maíz y otras gramíneas**

# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS

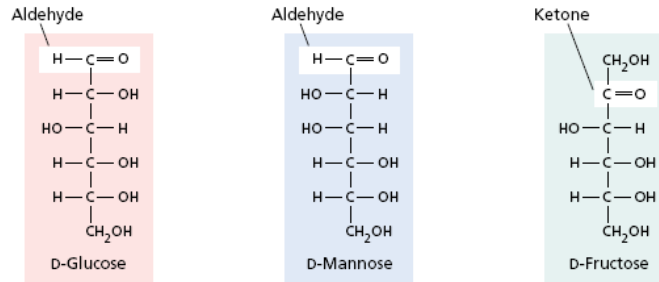
- Sustancias transportadas por floema.
  - Azúcares son componentes principales, representa entre 80-90% de la MS total. No reductores.
  - Proteínas
  - Aminoácidos
  - Amidas
  - Acido málico
  - Aniones y cationes inorgánicos
  - Sustancias que transmiten mensajes de una parte a otra de la planta (microARN, **Hormonas**, compuestos del metabolismo secundario)
  - Herbicidas sistémicos

# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS

- Sustancias transportadas por floema.
  - Azúcares no reductores.
    - Sacarosa
- Serie de la rafinosa.
  - Sacarosa + galactosa
    - Rafinosa + galactosa
    - Estaquiosa + galactosa
    - Verbascosa
    - Algunas especies trasladan:
      - Manitol
      - Sorbitol
      - Dulcitol

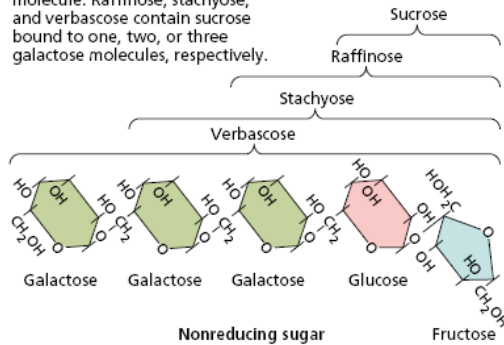
(A) Reducing sugars, which are not generally translocated in the phloem

The reducing groups are aldehyde (glucose and mannose) and ketone (fructose) groups.

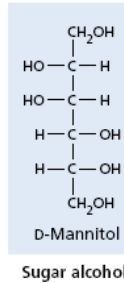


(B) Compounds commonly translocated in the phloem

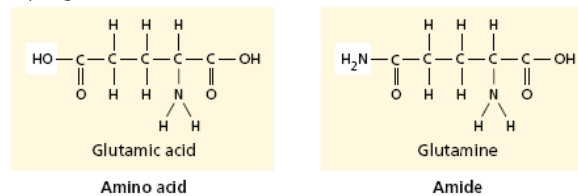
Sucrose is a disaccharide made up of one glucose and one fructose molecule. Raffinose, stachyose, and verbascose contain sucrose bound to one, two, or three galactose molecules, respectively.



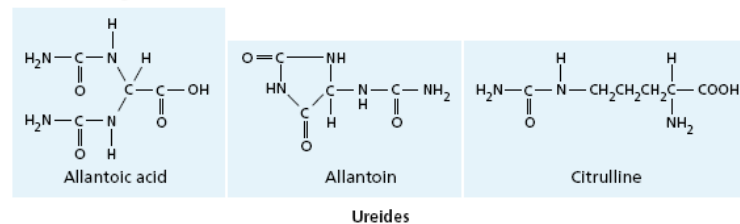
Mannitol is a sugar alcohol formed by the reduction of the aldehyde group of mannose.



Glutamic acid, an amino acid, and glutamine, its amide, are important nitrogenous compounds in the phloem, in addition to aspartate and asparagine.



Species with nitrogen-fixing nodules also utilize ureides as transport forms of nitrogen.



**FIGURE 10.9** Structures of compounds not normally translocated in the phloem (A) and of compounds commonly translocated in the phloem (B).



**TABLE 10.2**

The composition of phloem sap from castor bean (*Ricinus communis*), collected as an exudate from cuts in the phloem

Component	Concentration (mg mL <sup>-1</sup> )
Sugars	80.0–106.0
Amino acids	5.2
Organic acids	2.0–3.2
Protein	1.45–2.20
Potassium	2.3–4.4
Chloride	0.355–0.675
Phosphate	0.350–0.550
Magnesium	0.109–0.122

Source: Hall and Baker 1972.

Table 8-2 Some Examples of Less Common Sugars Found in Phloem Saps of Several Woody Families.

	S	R	St	V	Aj	M	So	Du	I
Most families	++++	+	+	+					Tr
Aceraceae (maple)	++++	Tr	Tr						Tr
Anacardiaceae (cashew)	+++	Tr	Tr						Tr
Asteraceae (asler)	+	Tr	Tr						Tr
Betulaceae (birch)	++++	++	++	+					Tr
Buddleiaceae (butterfly bush)	++	+++	++++	+	Tr				+
Caprifoliaceae (honeysuckle)	+++	++	Tr						Tr
Celastraceae (staff tree)	+++	++	+++	Tr				+++	Tr
Combretaceae (white mangrove)	+++	++	+	Tr		+++			
Fabaceae (legume)	++++	Tr	Tr						Tr
Fagaceae (beech & oak)	++++	Tr	Tr	Tr	Tr(?)				+
Moraceae (fig)	++++	+	++	Tr					+
Oleaceae (olive)	++	++	+++	+		+++			Tr
Rosaceae (rose)	+++	Tr	Tr				++++		Tr
Verbenaceae (verbena)	++	+	+++	Tr					Tr

**Key**

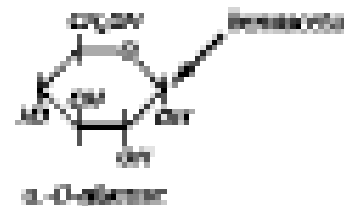
S = sucrose                      M = D-mannitol  
R = raffinose                    So = sorbitol  
St = stachyose                  Du = dulcitol  
V = verbascose                I = myo-inositol  
Aj = ajugose                    Tr = trace (could be artifacts)

Source: Based on Zimmermann and Ziegler, 1975.

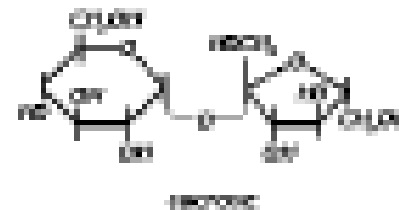
# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS

## Why Sucrose?

- Highly soluble  
1 g sucrose/ml  $H_2O$   
0.5 g glucose/ml  $H_2O$



- Chemically inert  
no reducing ends



- Reconverted to G + F  
with no net energy  
input



# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS

- Sustancias transportadas por floema.
  - Aniones y cationes inorgánicos:
    - El contenido de cationes siempre es mayor
    - El catión mas abundante es el K (50-100 mM)
    - En cantidades menores: Mg y Na.
    - Los aniones mas importantes son fosfatos y cloruros.
    - La concentración de Ca y Fe siempre es muy baja
    - El nitrato no se incorpora al floema

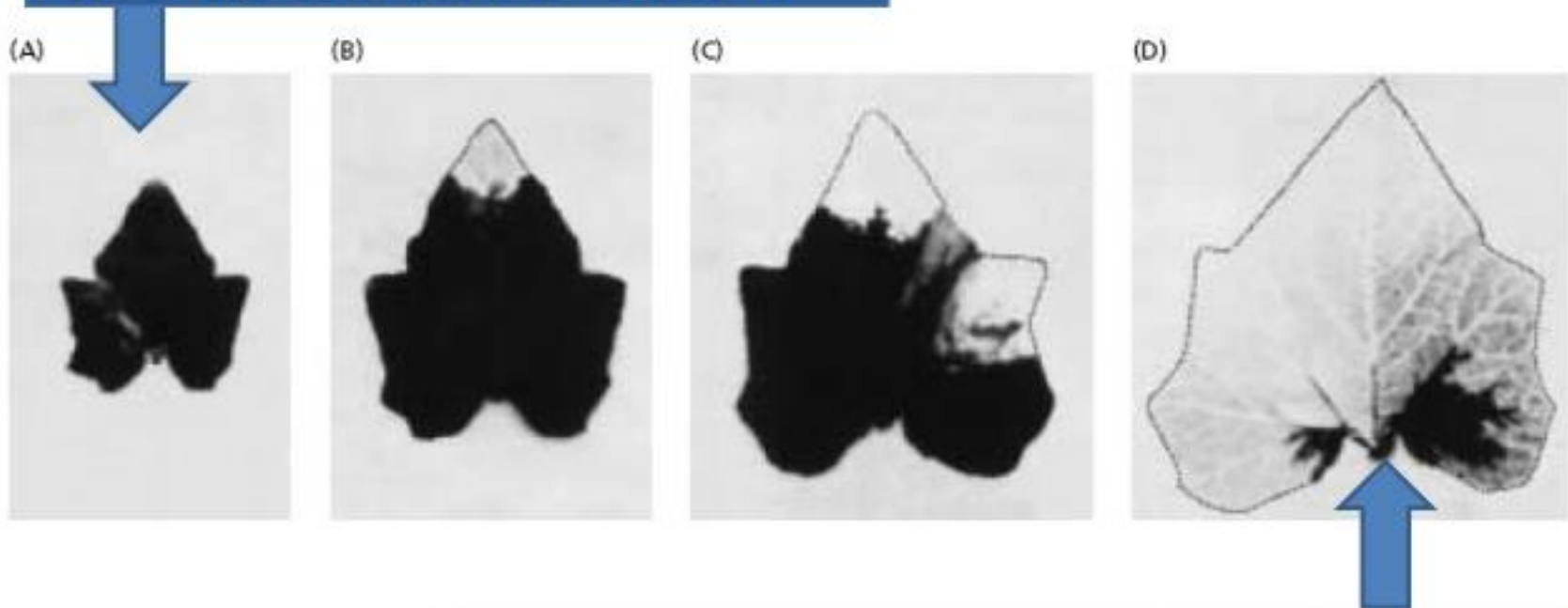


# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS

- Técnicas de estudio. Marcadores radiactivos.  $^{14}\text{CO}_2$ .

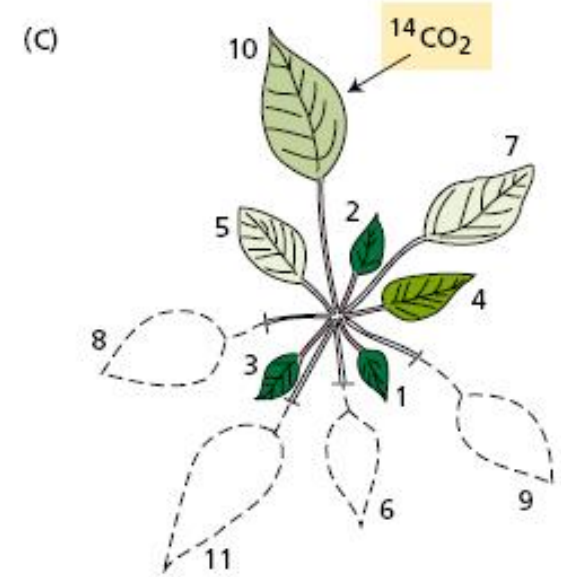
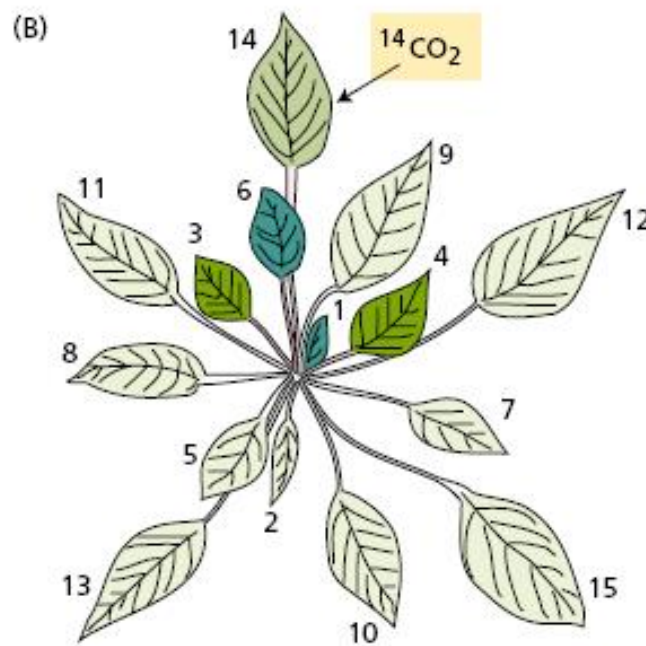
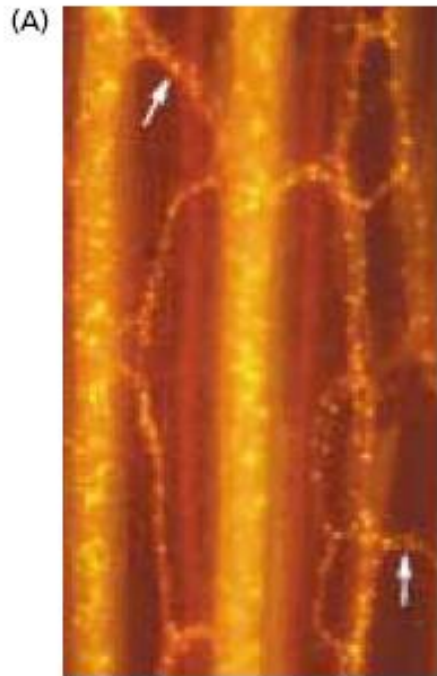
El movimiento de fotoasimilados se estudió exponiendo hojas adultas a  $\text{CO}_2$  marcado (radioactivo). Acá vemos cómo la hoja cuando es pequeña recibe los azúcares de otra hoja adulta. Luego es cada vez menor la proporción de hoja que recibe "ayuda" de otra hoja. Finalmente se convierte en exportadora neta.

Toda la hoja se comporta como destino



La mayor parte de la hoja no importa fotoasimilados

La hoja madura no recupera la capacidad de recibir nutrientes de otra parte de la planta



**FIGURE 10.8** (A) Longitudinal view of a typical three-dimensional structure of the phloem in a thick section (from an internode of dahlia [*Dahlia pinnata*]). View here after clearing, staining with aniline blue, and observing under an epifluorescent microscope; the sieve plates are seen as numerous small dots because of the yellow staining of callosa in the sieve areas. Two large longitudinal vascular bundles are prominent. This staining reveals the delicate sieve tubes forming the phloem network; two phloem anastomoses are marked by arrows. (B) Distribution of radioactivity from a single labeled source leaf in an intact plant. The distribution of radioactivity in leaves of a sugar beet plant (*Beta vulgaris*) was determined 1 week after  $^{14}\text{CO}_2$

# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS

- Concepto de fuente y destino.
- FUENTE: órganos con saldo exportable.  
*Donde se carga el floema.*
  - Vuelcan azúcares a los tubos cribosos.
- DESTINO: órganos importadores.  
*Donde se descarga el floema*
  - Estos azúcares que importan pueden utilizarse (ápices) o almacenarse con igual o distinta estructura química (vid, papa).



# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS

- FUENTE:DESTINO
- El traslado depende de la posición en la planta (ontogenia).
- Durante las etapas iniciales de su desarrollo, o formación, todos los órganos actúan como Destino, luego cambian a Fuente.
- Los FRUTOS no, son siempre Destino

# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS

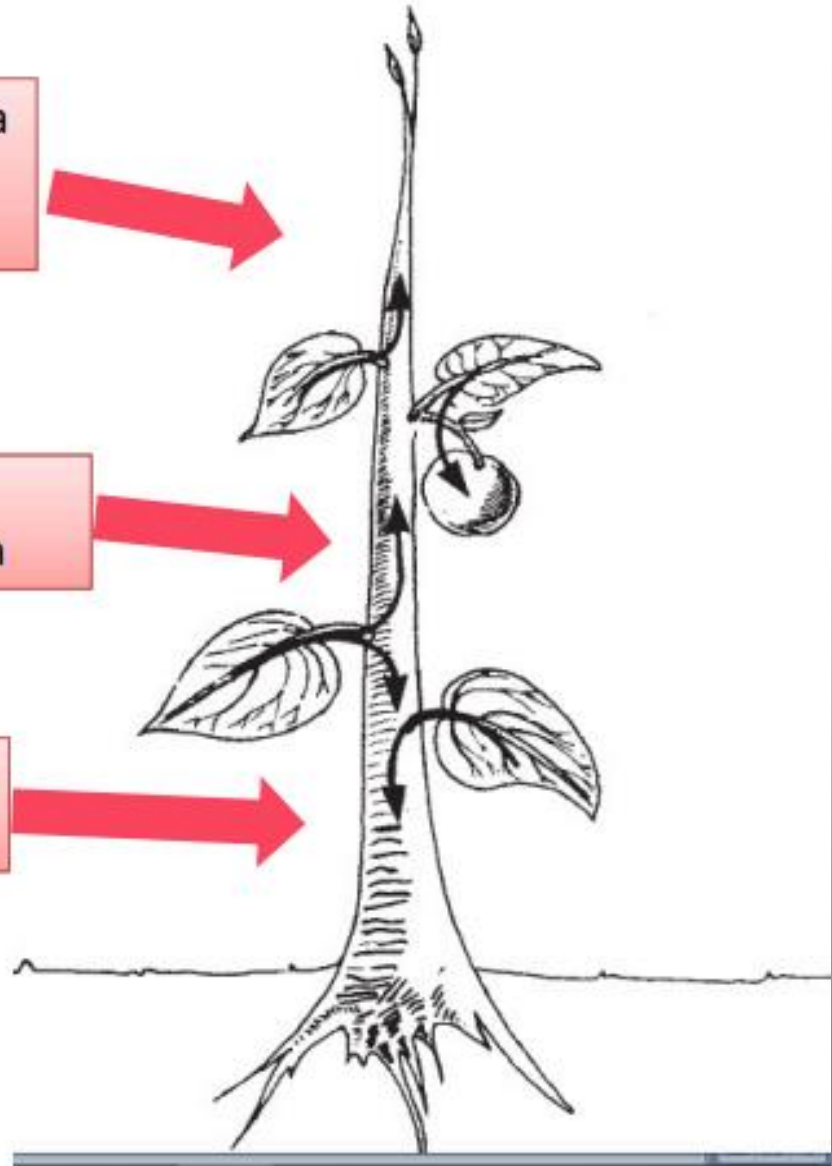
- FUENTE: DESTINO
- El movimiento de los fotoasimilados depende de la posición de la fuente y el destino.
  - Hojas apicales: ápices
  - Hojas basales: raíces

# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS

El movimiento es acrópeto, hacia los ápices para llegar a las hojas en formación

O puede darse en cualquier dirección

... o es basípeto, desde las hojas basales hacia las raíces



# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS

- Movimiento de solutos: acrópeto o basípeto. No existe polaridad en el transporte por floema.
- Concepto de fuente y destino.
  - Variación con la ontogenia. Hoja (50% expansión)
    - Destinos irreversibles (los frutos)
  - Variación con la ontogenia, **las inflorescencias son el destino mas fuerte y deja de ser destino la raíz.**
  - **Momento crítico del Maíz y otras gramíneas**



# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS

- **FUENTE: DESTINO**
- La distribución de fotoasimilados (MS) se denomina partición.
- La partición es un proceso regulado de modo complejo por la interacción entre destinos, con las fuentes y por la vía de transporte.
- Índice de cosecha (IC), es lo que se aprovecha de la planta.

# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS

- Mecanismos de transporte.
- Comprende tres procesos:
  - Los azúcares van desde el lugar de síntesis hacia los tubos cribosos. CARGA DEL FLOEMA. Corta distancia.
  - Azúcares por el floema VAN HACIA EL DESTINO. Larga distancia
  - En los destinos se produce la DESCARGA y se incorporan a las células del destino. Se puede consumir en el metabolismo o acumular.. Corta distancia (2 o 3 células).

# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS

- **CARGA DEL FLOEMA.**

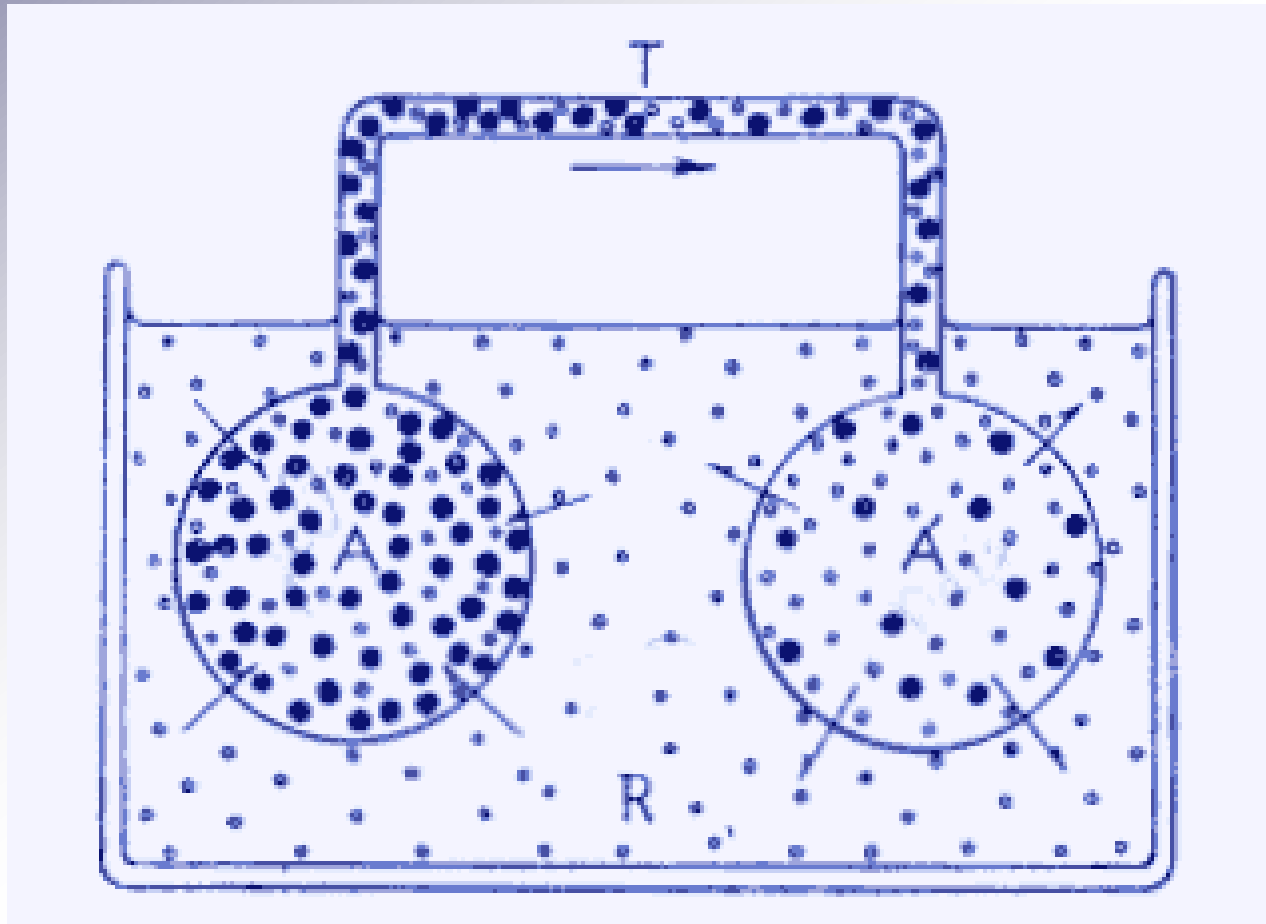
- Por parénquima floemático, por plasmodesmos a favor de gradiente de concentración.
- El paso al tubo requiere energía por la alta concentración de azúcares del tubo.
- El camino puede ser ruta simplástica o ruta apoplástica
- La ruta apoplástica atraviesa dos veces la membrana.

# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS

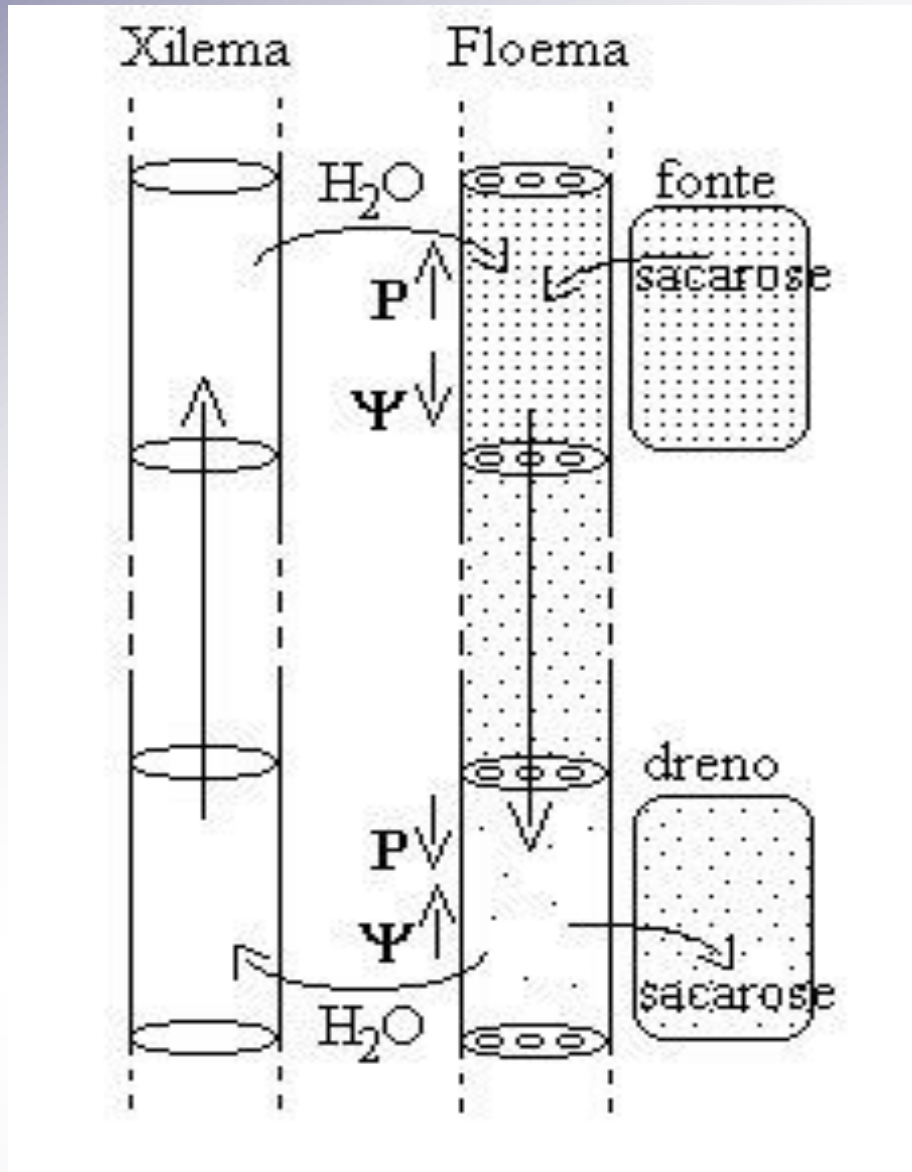
- DESCARGA DEL FLOEMA.
  - Pasa del tubo criboso al destino.
  - La descarga en órganos vegetativos es simplástica.
  - En algunos órganos de reserva la descarga es apoplástica.
  - En los tubos el movimiento es a través de un flujo de presión.



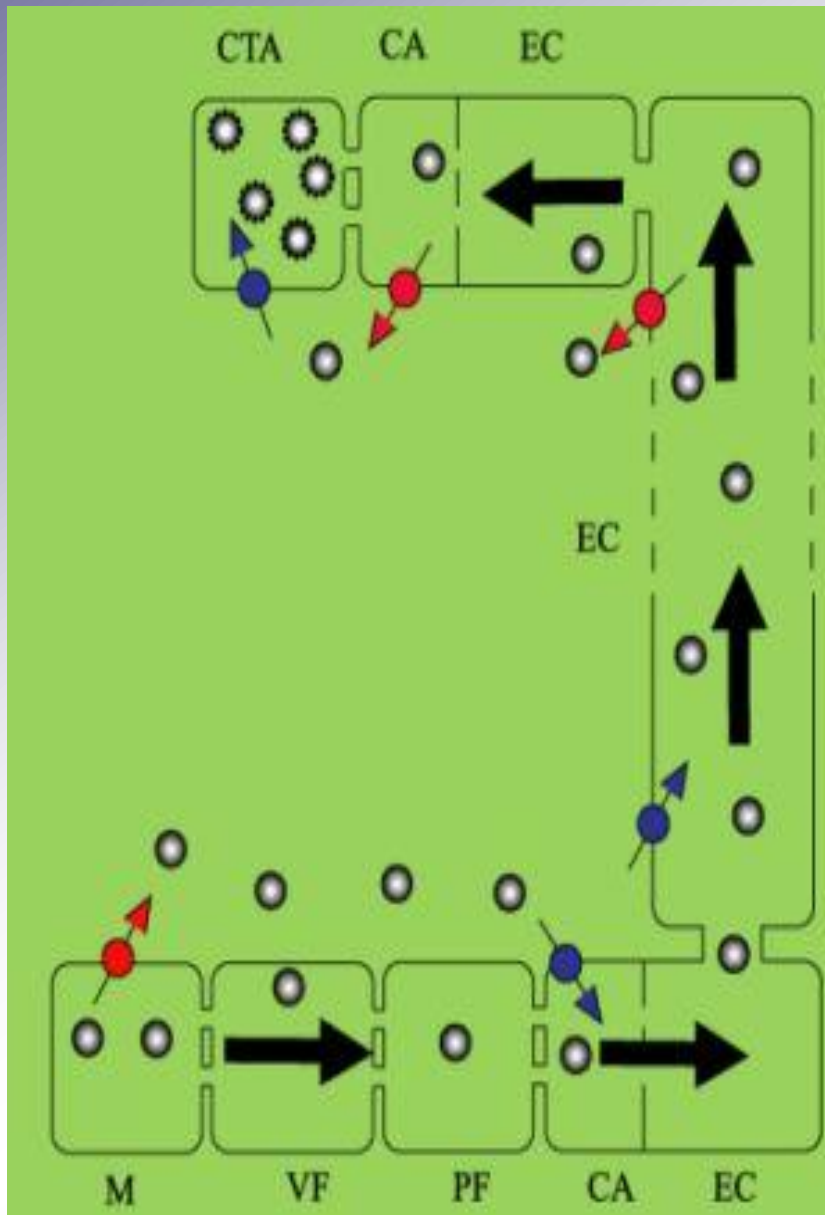
# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS



# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS

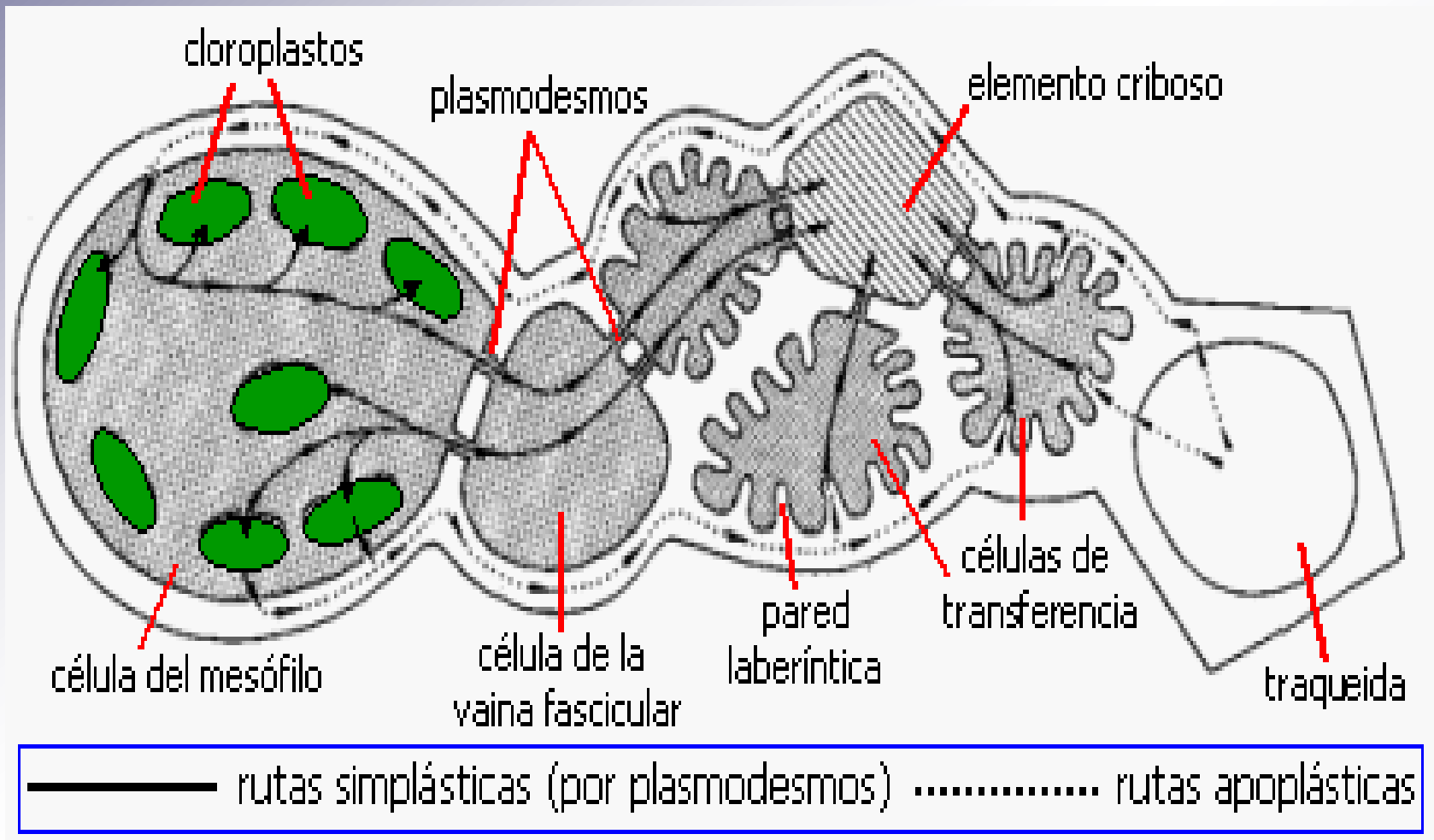


# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS



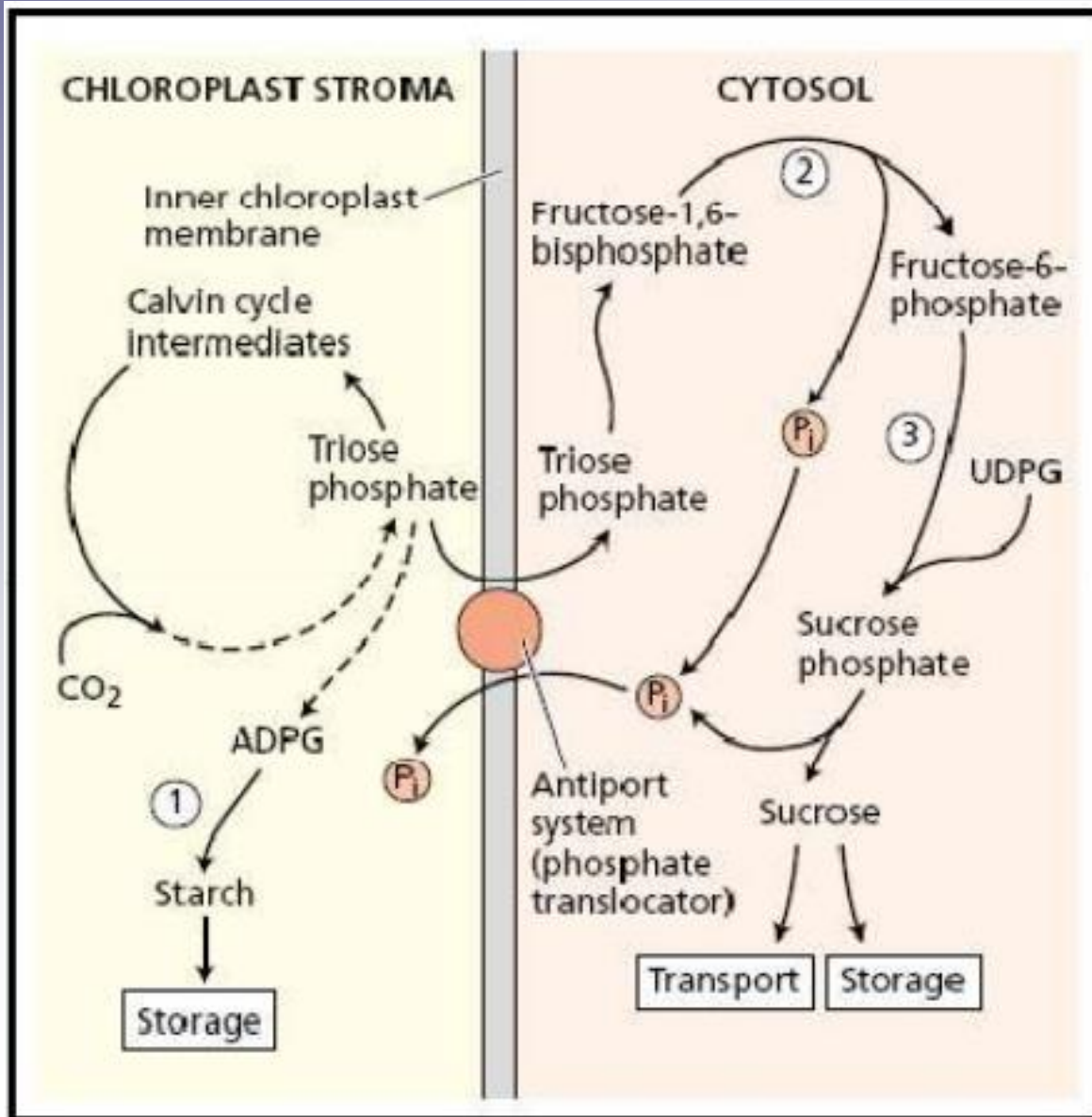
Transporte de sacarosa del mesófilo (M) de hojas fotosintéticamente activas hasta células de tejido apical (CTA). Las flechas indican la dirección del flujo. La sacarosa (círculos grises) es transportada por vainas del floema (VF), parénquima del floema (PF), célula anexa (CA) y conjunto de elementos cribosos (EC) del tejido fuente a través de los plasmodesmos, así como por medio de transportadores transmembranales (flechas delgadas con un círculo, rojo, que lo exportan al apoplasto, y azul los que lo importan al interior de las células), que la traslocan al simplasto.

# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS



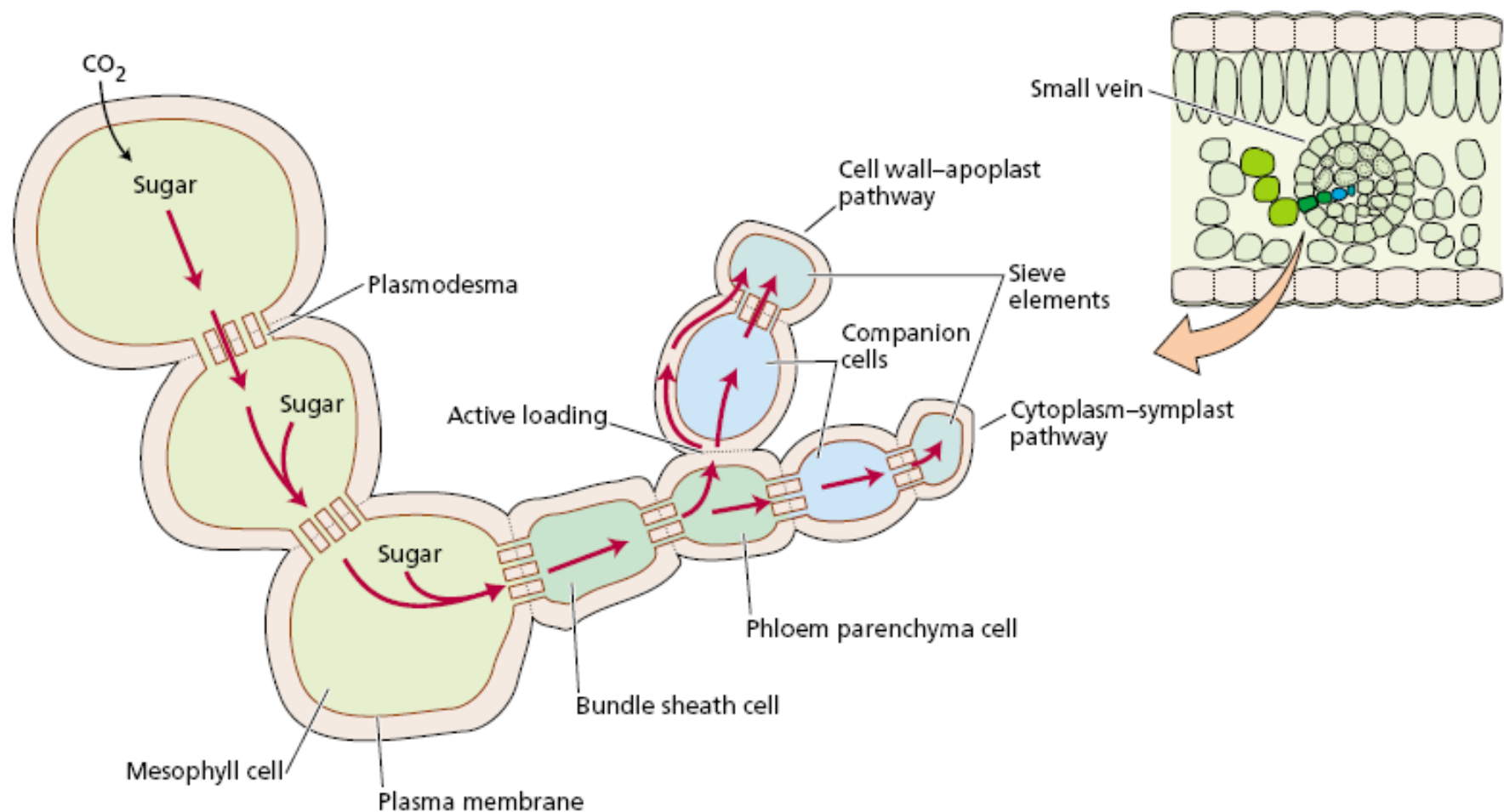


# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS



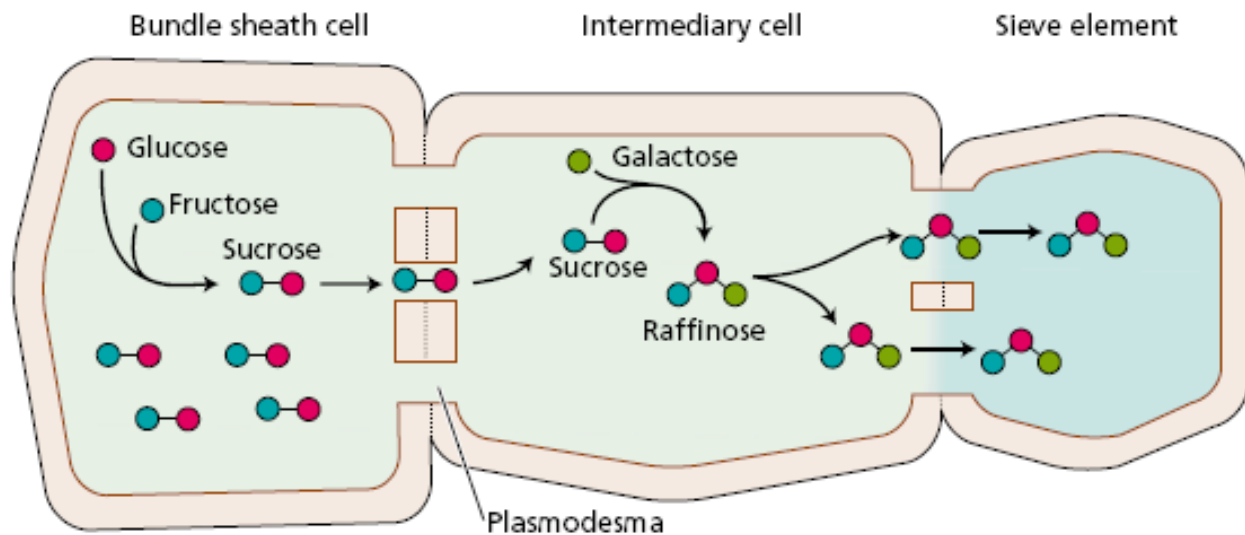
Las triosas fosfato formadas durante el ciclo de Calvin pueden ser usadas para la síntesis de almidón en el cloroplasto o transportadas hacia el citosol.

En el citosol la triosa fosfato puede ser convertida en sacarosa para almacenamiento en vacuola o para transporte.



**FIGURE 10.14** Schematic diagram of pathways of phloem loading in source leaves. In the totally symplastic pathway, sugars move from one cell to another in the plasmodesmata, all the way from the mesophyll to the sieve elements. In the partly apoplastic pathway, sugars enter the apoplast at some point. For simplicity, sugars are shown here entering the apoplast near the sieve element-companion cell

complex, but they could also enter the apoplast earlier in the path and then move to the small veins. In any case, the sugars are actively loaded into the companion cells and sieve elements from the apoplast. Sugars loaded into the companion cells are thought to move through plasmodesmata into the sieve elements.



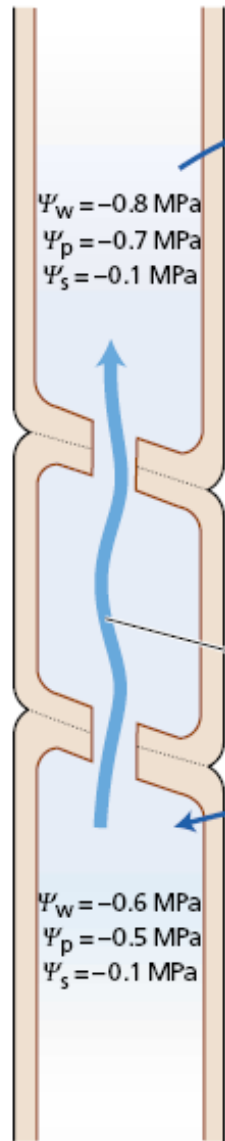
Sucrose, synthesized in the mesophyll, diffuses from the bundle sheath cells into the intermediary cells through the abundant plasmodesmata.

In the intermediary cells, raffinose (and stachyose) are synthesized from sucrose and galactose, thus maintaining the diffusion gradient for sucrose. Because of their larger sizes, they are not able to diffuse back into the mesophyll.

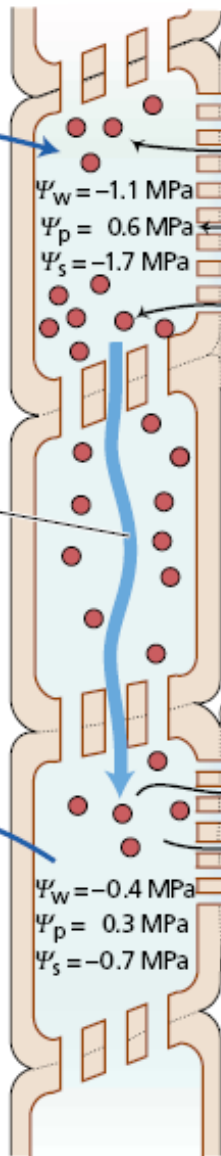
Raffinose and stachyose are able to diffuse into the sieve elements. As a result, the concentration of transport sugar rises in the intermediary cells and the sieve elements.

**FIGURE 10.17** Polymer-trapping model of phloem loading. For simplicity, the trisaccharide stachyose is omitted. (After van Bel 1992.)

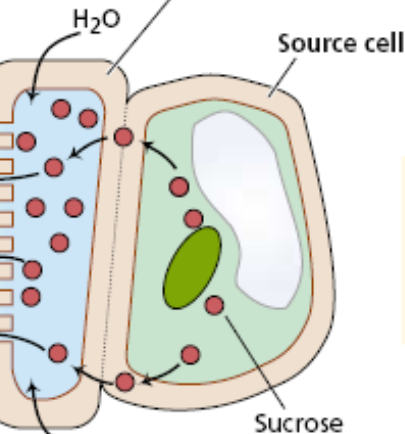
### Xylem vessel elements



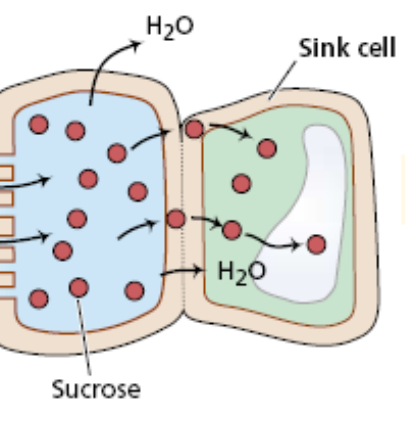
### Phloem sieve elements



### Companion cell



Sugar at the source, illustrated here by sucrose (red spheres) is actively loaded into the sieve element-companion cell complex.



At the sink, sugars are unloaded.

Active phloem loading into sieve elements decreases the solute potential, water enters, and high turgor pressure results.

Pressure-driven bulk flow of water and solute from source to sink

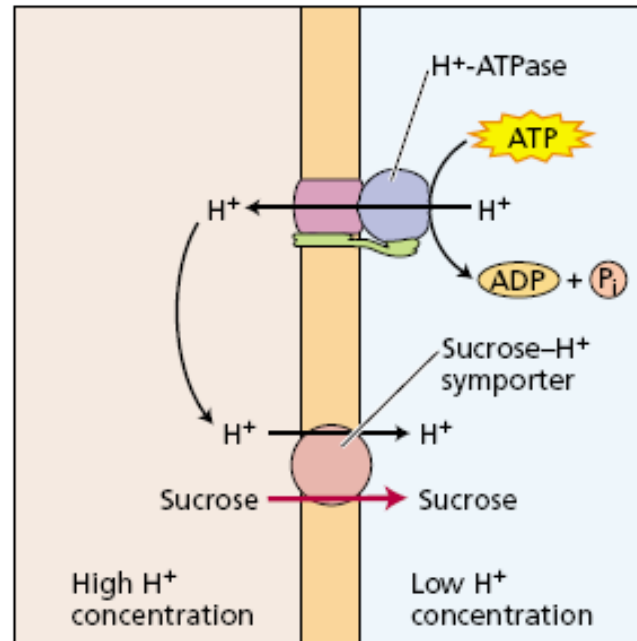
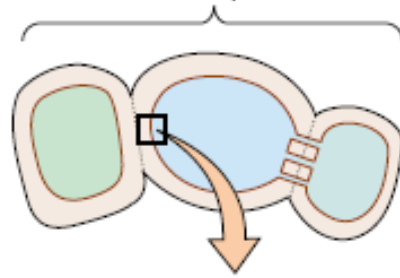
Transpiration stream

Active phloem unloading increases the solute potential, water flows out, and a lower turgor pressure results.

FIGURE 10.10 Pressure-flow model of translocation in the phloem. Possible values for  $\Psi_w$ ,  $\Psi_p$ , and  $\Psi_s$  in the xylem and phloem are illustrated. (After Nobel 1991.)

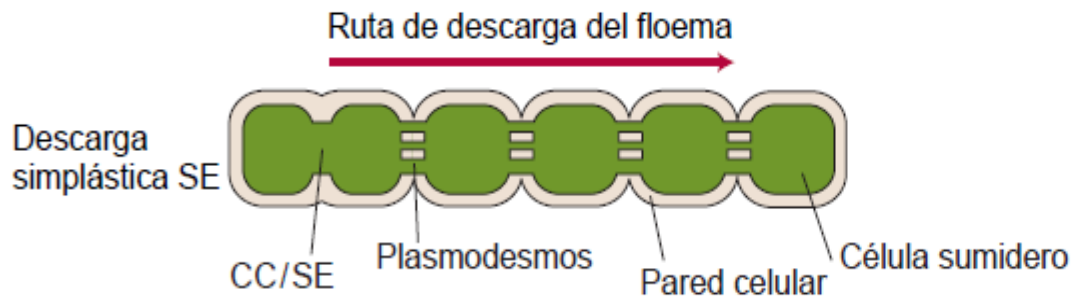


Sieve element-companion cell complex

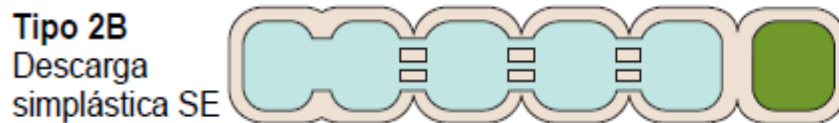
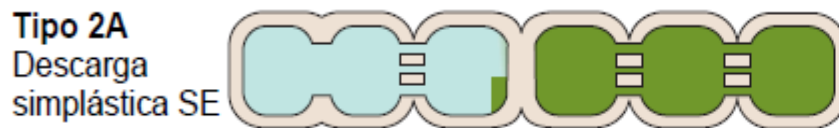


**FIGURE 10.16** ATP-dependent sucrose transport in sieve element loading. In the cotransport model of sucrose loading into the symplast of the sieve element-companion cell complex, the plasma membrane ATPase pumps protons out of the cell into the apoplast, establishing a high proton concentration there. The energy in this proton gradient is then used to drive the transport of sucrose into the symplast of the sieve element-companion cell complex through a sucrose-H<sup>+</sup> symporter.

(A) Descarga simplástica del floema



(B) Descarga apoplástica del floema



**Tipo 1:** Esta ruta de descarga del floema se denomina apoplástica porque la primera etapa, el transporte desde el complejo elemento criboso-célula de compañía a las sucesivas células sumidero, se produce en el apoplasto. Una vez los azúcares son llevados de vuelta al simplasto de las células adyacentes, el transporte es simplástico. Esta ruta todavía no ha sido demostrada en ningún tipo de célula sumidero.

**Tipo 2:** Esta ruta también tiene una etapa apoplástica. No obstante, la salida del complejo elemento criboso-célula de compañía (es decir, la descarga del elemento criboso) es simplástica. La etapa apoplástica de la ruta es posterior. La figura superior (2A) muestra una etapa apoplástica cercana a un complejo elemento criboso-célula de compañía; en la figura inferior (2B), la etapa apoplástica posterior es eliminada.

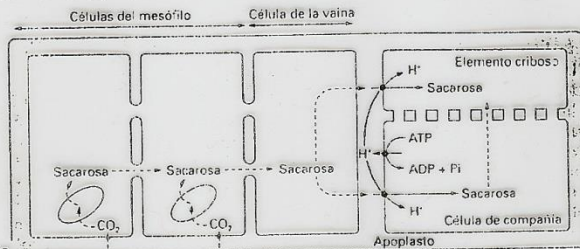


Fig. 8

Modelo del mecanismo de carga apoplástica del floema. La sacarosa se difunde (línea de trazos) por el simplast en el mesófilo hasta las células de la vaina, donde se libera al apoplasto. De allí, es incorporada al elemento criboso en contra de su gradiente de concentración mediante un cotransporte con protones. El gradiente de protones necesario es producido por una bomba de protones (ATP-asa de membrana).

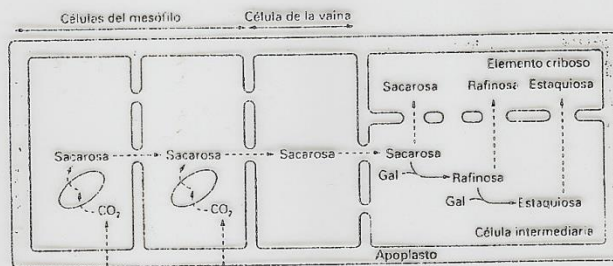


Fig. 9

Modelo del mecanismo de carga simplástica del floema. La sacarosa se mueve por difusión (línea de trazos) hasta la célula intermedia, donde se utiliza en la síntesis de rafinosa, estaquiosa, etc., manteniéndose de este modo el gradiente de concentración necesario para su movimiento. Los azúcares sintetizados (y también sacarosa) pasan al elemento criboso, pero no difunden hacia la vaina porque el canal de estos plasmodesmos es demasiado estrecho.

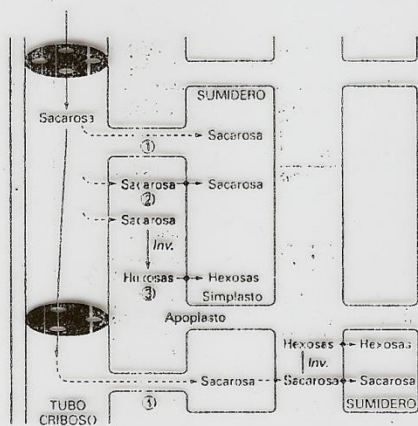


Fig. 10 Tipos de descarga en los sumideros: 1, descarga simplástica; 2, descarga apoplástica; 3, descarga apoplástica con hidrólisis por la invertasa de pared (Inv.); 4, descarga simplástica seguida por liberación al apoplasto.

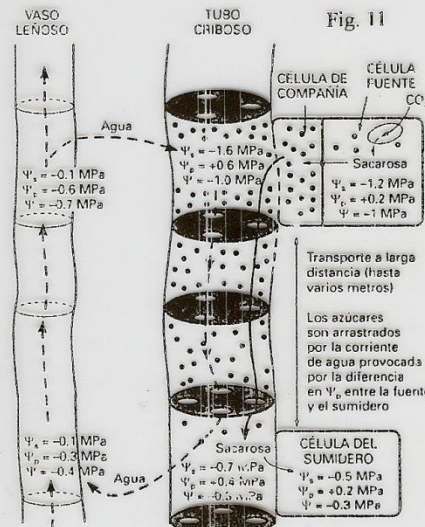
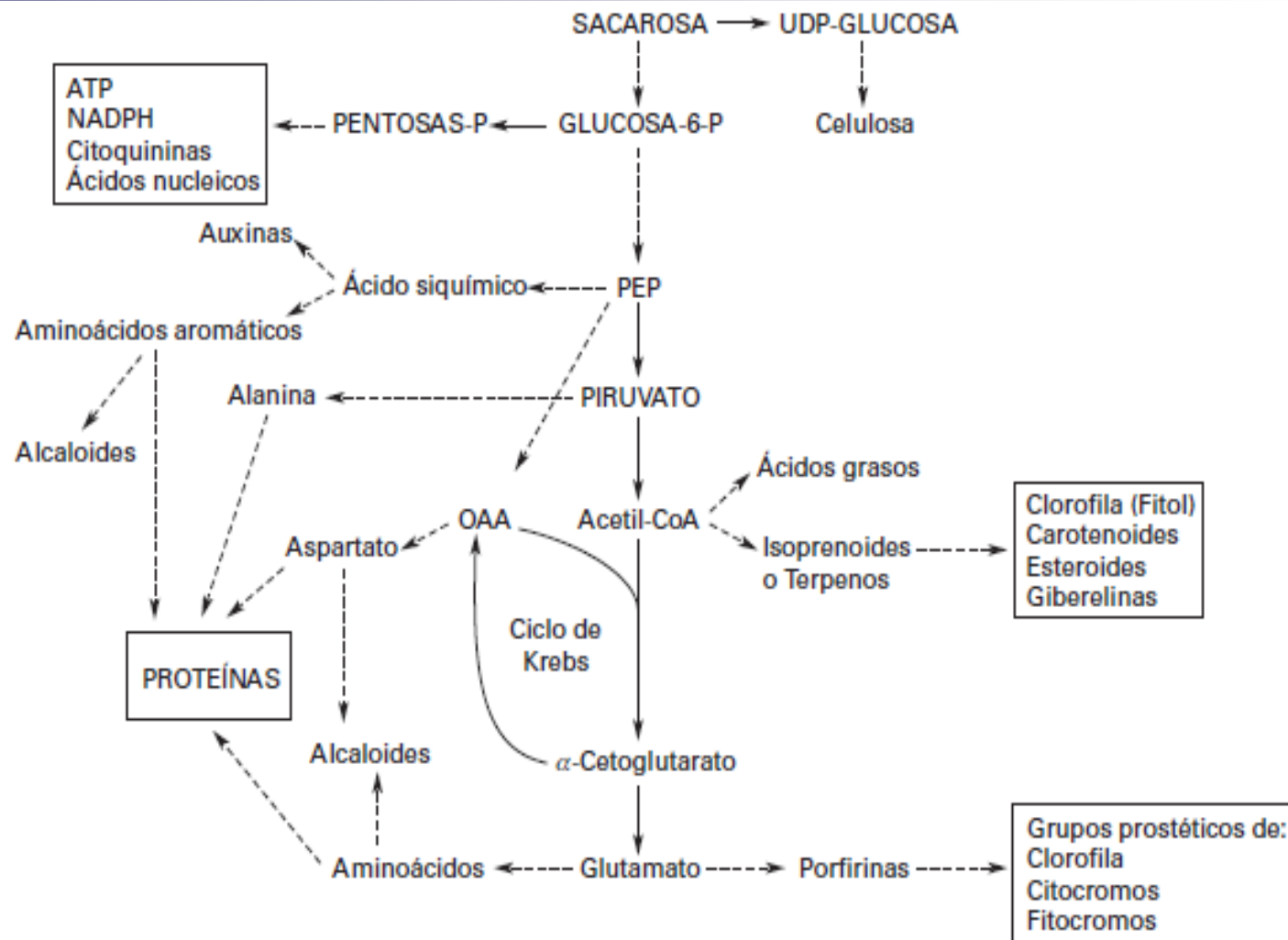


Fig. 11

Transporte a larga distancia (hasta varios metros). Los azúcares son arrastrados por la corriente de agua provocada por la diferencia en  $\Psi_w$  entre la fuente y el sumidero.



**Figura 14-8.** Interacción entre los compuestos intermediarios respiratorios y la síntesis de diversos compuestos primarios y secundarios (véase también el Capítulo 17). En esta figura sólo se muestra la vía de síntesis de isoprenoides o terpenos a partir de acetil-CoA, que tiene lugar en el citoplasma; no obstante, también existe una vía de síntesis de estos compuestos a partir de piruvato y GAP en los plastidios





Figura Diferentes estados de crecimiento de granos  
19. previos a la madurez para consumo en verde.

## Factores que afectan la distribución de fotoasimilados

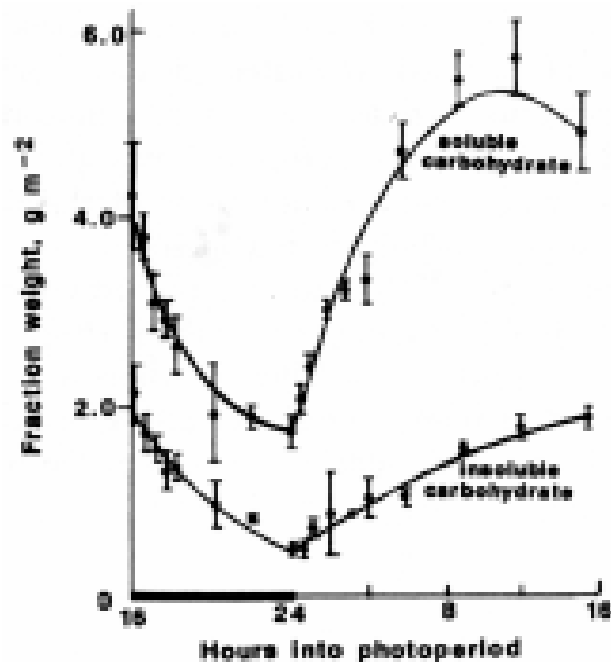
- Hay competencia entre destinos (por ejemplo frutos vs raíces), ya que la disponibilidad de recursos es limitada.
- Las prácticas de **aclareo** (menos frutos y de mayor tamaño) y **despuntado** (quitar los ápices que son muy demandantes), se basan en la modificación de la distribución de recursos o **partición**. Por ejemplo la eliminación de flores favorece el desarrollo vegetativo del resto de la planta. **Podas**.
- Las fuentes y destinos cambian de rol durante la ontogenia (ejemplo de la raíz de remolacha, y de las hojas –ver gráfico de la guía pág. 4-).

## Factores que afectan la distribución de fotoasimilados

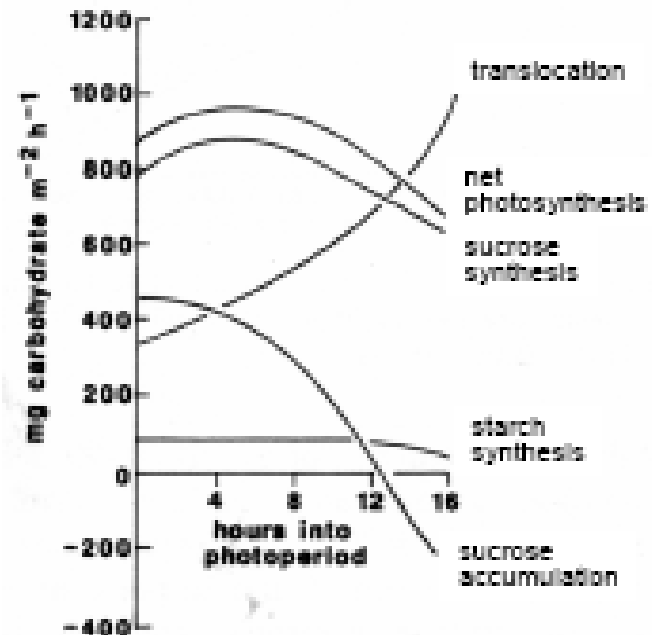
- El movimiento fuente-destino depende de la cercanía y las conexiones vasculares, órganos en el mismo ortóstico (ver diapo 25 y 27). Las hojas basales aportarán a las raíces y las superiores a los ápices. Las heridas afectan las conexiones vasculares.
- El transporte se afecta por todos los factores que modifican la fotosíntesis y la respiración (irradiancia, temperatura, estado hídrico). Se modifica la demanda y la producción de fotoasimilados. La temperatura tiene un efecto adicional sobre la viscosidad, y el estado hídrico es importante para el transporte de larga distancia (ver las últimas diapositivas).

# TRASLADO DE SOLUTOS ORGÁNICOS

## Diurnal changes in carbohydrates



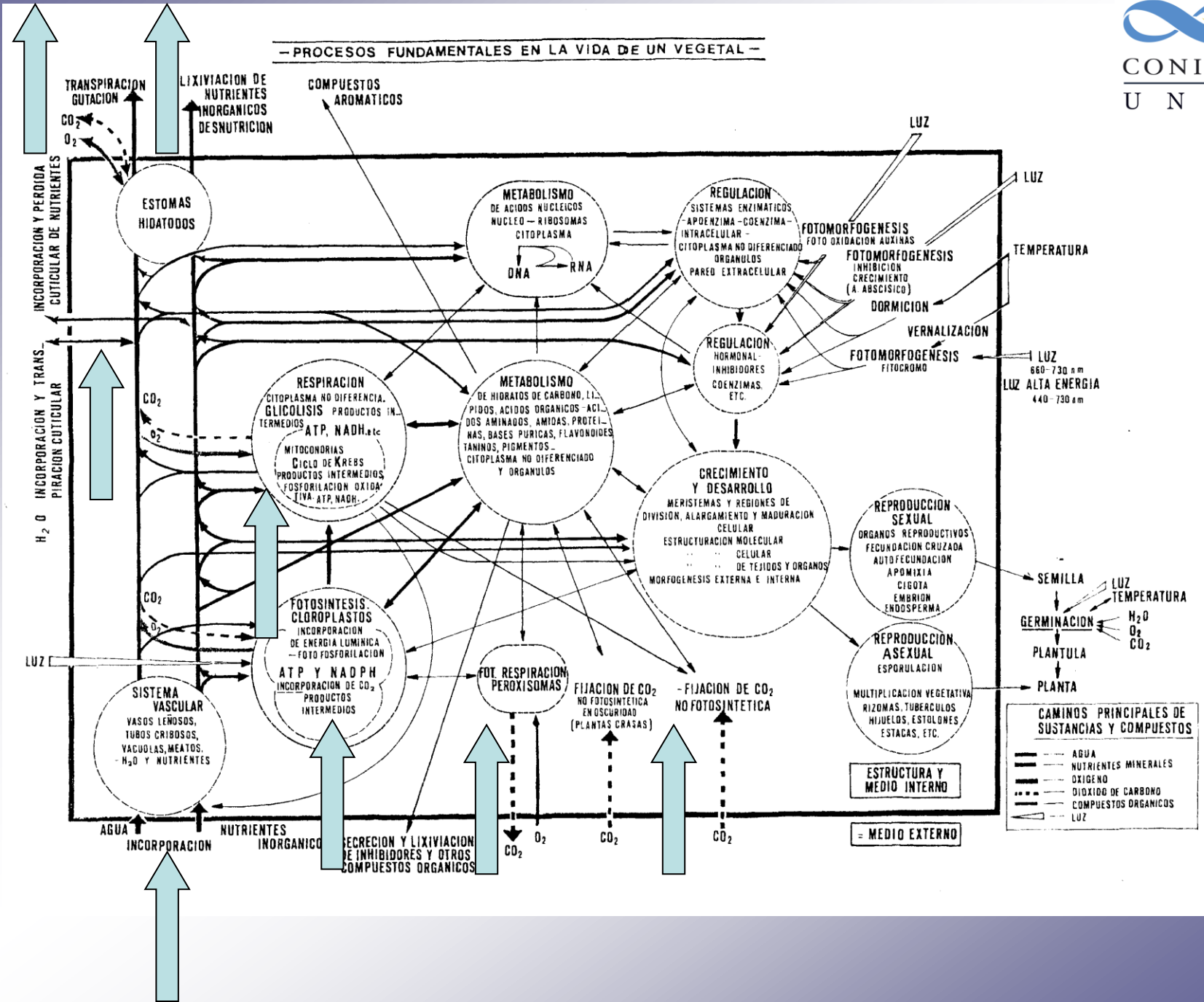
Diurnal changes in carbohydrate storage in mature second leaf blades of barley. The soluble carbohydrate is mainly sucrose, the insoluble carbohydrate mainly starch (from Farrar and Farrar 1985).



Carbon fluxes in mature second leaf blades of barley (from Farrar and Farrar 1985).



- PROCESOS FUNDAMENTALES EN LA VIDA DE UN VEGETAL -





A scenic autumn landscape featuring a path covered in fallen yellow leaves. The path is flanked by trees with vibrant yellow foliage and a wooden fence on the right. The scene is bathed in warm, golden light, creating a peaceful and nostalgic atmosphere.

***Muchas  
gracias***



**DISTRIBUCION DE ASIMILADOS EN SORGO DE ALEPO (*Sorghum halepense* L.). DETERMINACION DE LOS DESTINOS DE HOJAS DE MACOLLAS (mediante el uso de glucosa C<sup>14</sup>).**

**DISTRIBUCION DE ASIMILADOS EN SORGO DE ALEPO (*Sorghum halepense* L.). DETERMINACION DE LOS DESTINOS DE LAS HOJAS EXPANDIDAS DEL VASTAGO PRINCIPAL (mediante el uso de glucosa C<sup>14</sup>).**

**GIMÉNEZ, D.O.** Instituto de Fisiología Vegetal (INFIVE) -  
Facultad de Ciencias Naturales y de  
Ciencias Agrarias y Forestales -  
Universidad Nacional de La Plata

**URRUTIA, M.E.** Departamento de Ciencias Básicas -  
Universidad Nacional de Luján

**BROCCHI, G.N.** Instituto de Fisiología Vegetal (INFIVE) -  
Facultad de Ciencias Naturales y de  
Ciencias Agrarias y Forestales -  
Universidad Nacional de La Plata -  
Técnico Principal - CICBA

## OBJETIVOS

Determinación cuantitativa de la distribución de asimilados ~~de hojas provenientes~~ de las hojas expandidas del vástago principal desde la hoja 5ª a la 11ª(hoja bandera) de plantas de sorgo de Alepo.

Determinación cuantitativa de la distribución de asimilados de hojas de macollas de plantas de sorgo de Alepo.



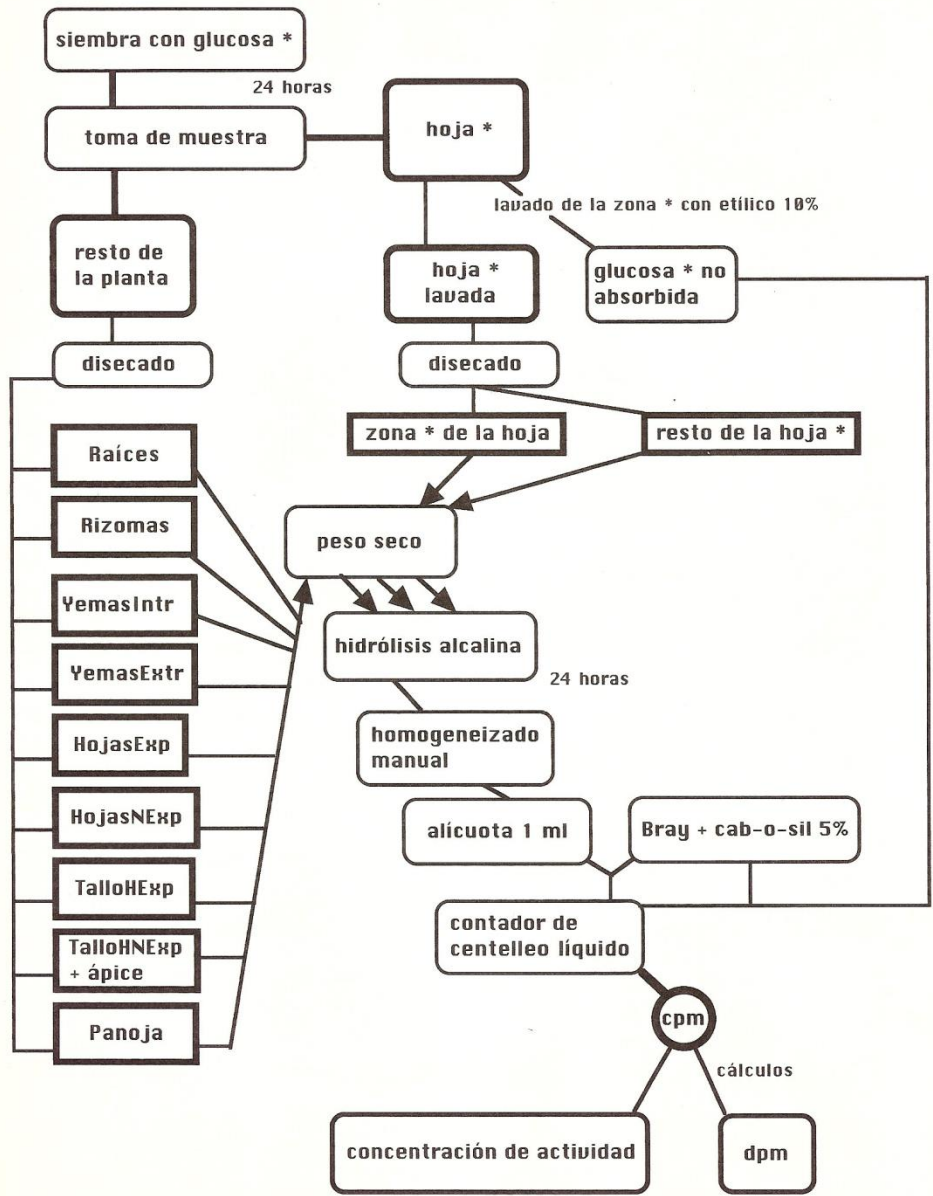
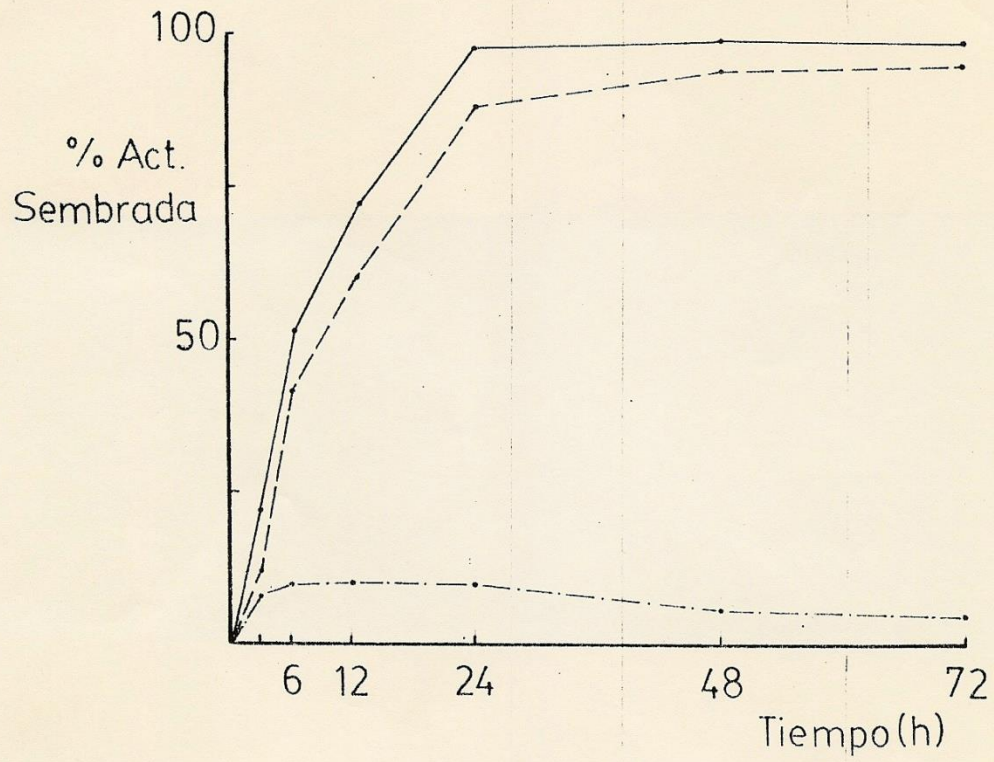
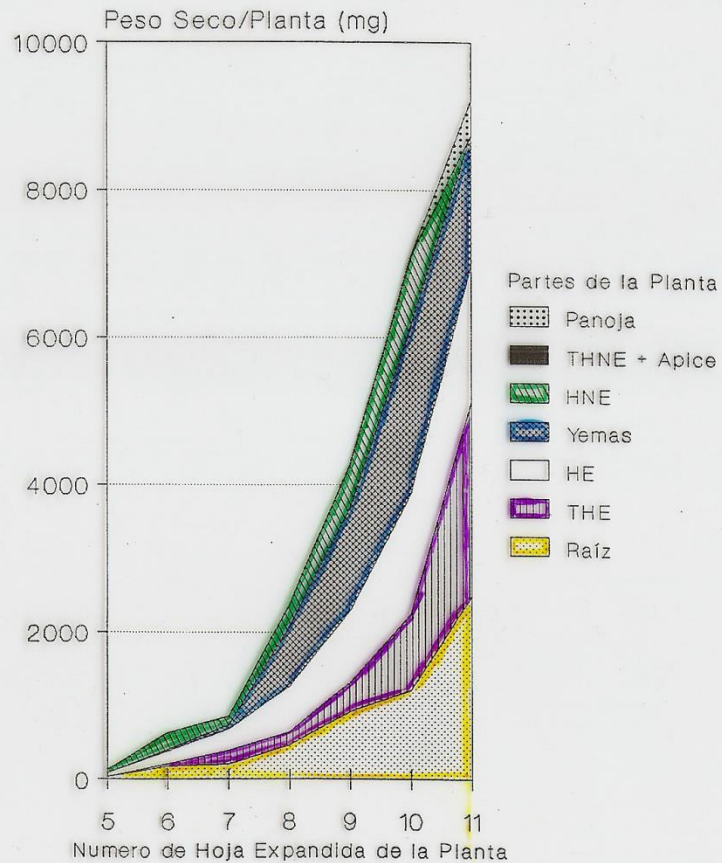
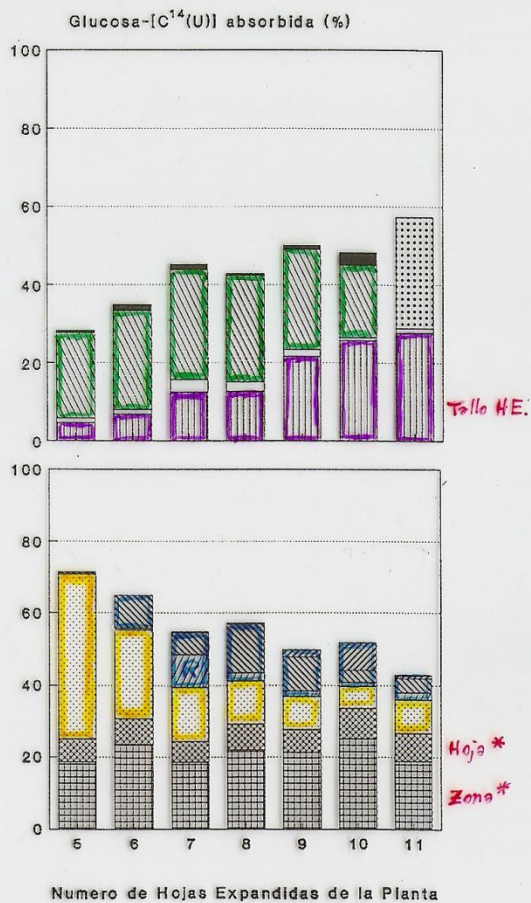


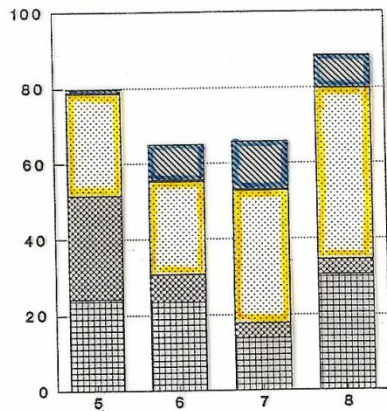
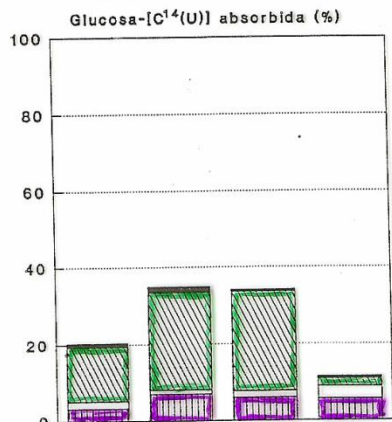
Fig.1



- % Absorción
- - - % Retenido
- · - % Traslado

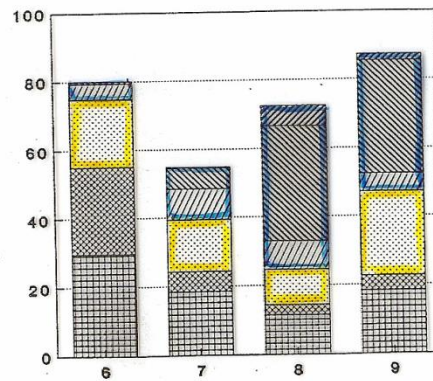
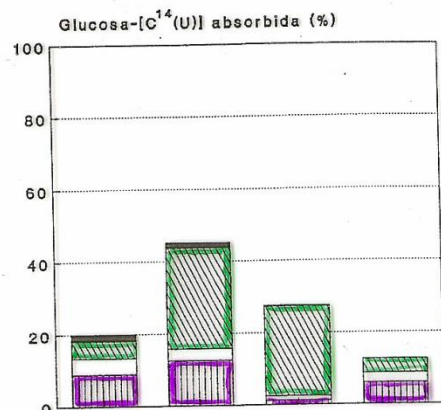






Plantas con hojas expandidas

HOJA 6



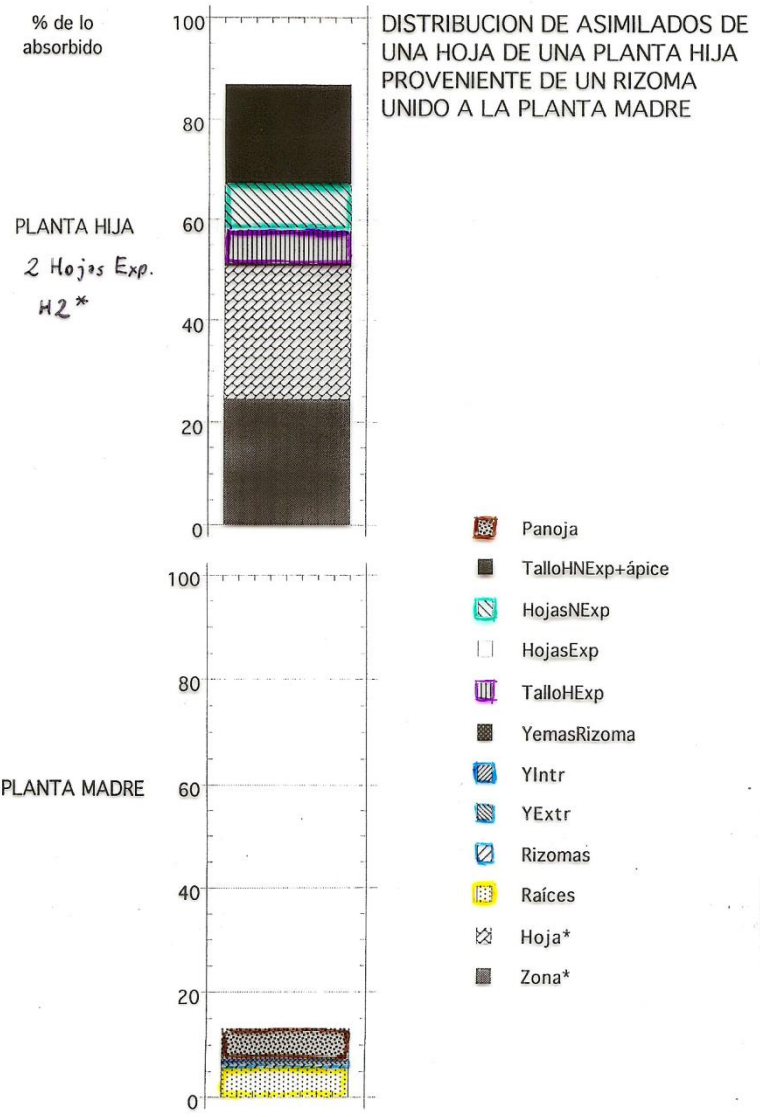
Plantas con Hojas Expandidas

HOJA 7

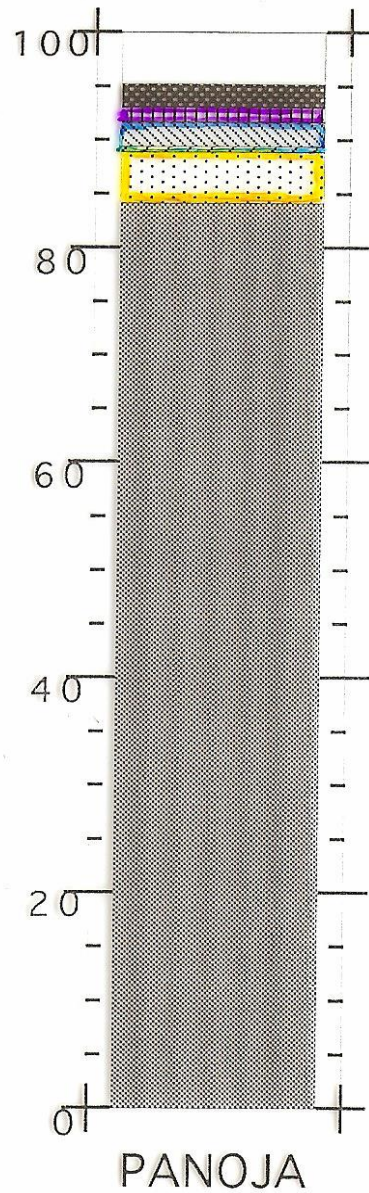
Partes de la Planta

- THNE + Apice
- HNE
- HE
- THE
- Yemas intravaginales
- Yemas extravaginales
- Rizomas
- Raiz
- Resto Hoja Marcada
- Zona marcada





% de lo encontrado



## DISTRIBUCION DE LOS ASIMILADOS POR LA PANOJA

- ~~HojaExp~~
- HojaExp
- Hoja bandera
- TalloHExp
- Yintr
- Yextr
- Rizomas
- Raíces
- Panoja\*





## CONCLUSIONES

\* las raíces fueron fuerte destino para las hojas del vástago principal recientemente expandidas; lo fueron menos, a medida que la planta crecía.

\* la zona en activo crecimiento (tallo y hojas no expandidas) fueron fuerte destino para las hojas del vástago principal recientemente expandidas.

\* las yemas, desde el inicio de su crecimiento fueron fuerte destino para todas las hojas del vástago principal, excepto para la hoja bandera.

\* la inflorescencia fue fuerte destino para la hoja bandera



## CONCLUSIONES

\* las raíces fueron fuerte destino para cualquier hoja de las macollas.

\* en las macollas, las hojas no expandidas retuvieron más de la mitad de lo absorbido.

\* si las macollas eran pequeñas, eran el mayor destino para sus hojas; éstas poco aportaron al resto de la planta madre, excepto las raíces.