

## 7. GARRAIOA FLOEMAN.

Orokortasunak eta funtzio nagusiak. Floemaren osagai desberdinak. Bahe-elementuaren heltze-prozesua. Floemaren egitura eta anatomia orokorra. Izerdi landuaren konposizioa. Translokazio-ereduak: iturritik isurbidera, norabidea eta abiadura. Floemaren zamaketa, garraioa eta floema deskargatzea. Fotosintatoen banaketa: esleipena eta banakaketa.

Aurreko gaian ikusi den bezala, xilema arduratzen da sustraieratik xurgaturiko ur eta mineralak hostoetaraino garraiatzeaz, bertan fotosintesia eta bestelako beharrak asetzeko. Karbohidratoak sintetizatzen direnean hostoetan, beste garraio bide bat egon behar da materia organiko hori landarearen organo eta leku guztietara garraiatzeko; garraio bide hori floema da.

Floemak eta xilemak ez dute ia antzekotasunik aurkeztzen, elementu eta ezaugarri ezberdinez daude osatuak.

Floemako egitura nagusia bahe elementua da, angiospermotan bahe-hodiaren elementu gisa eta gimnospermotan bahe-zelula gisa ezagutzen dena. Bahe-elementuak bata bestearen gainean kokatzen dira, hodiak eratuz. Zelula biziz dago eratua floema, ligninarik gabe, eta etengabe berritu egiten dira zelulak, xileman ez bezala.

Floema, bahe elementuez gain, beste osagaiez dago osatua, zelula laguntzailez eta parenkima-zelulez hain zuzen, bahe elementuekin erlazio estua dutenak. Zelula guztiek ez dute jatorri enbrionario berdina edukiko.

Floemaren funtzioa, hostoetan fotosintesiaren bitartez ekoizturiko karbohidratoak garraiatzea da, hostoetatik landarearen gainerako organo eta leku guztietara. Karbohidratoen garraioaren norabidea edozein izan daiteke, bai gorantz zein beherantz, baina konduktu edo hodi bakoitzean norabide bakarra finkatuko da. Hala ere, norabide jakin bateko konduktuak, kontrako norabideko konduktuen ondoan kokatu daitezke. Floemako izerdia ez da gorantz edo beherantz bakarrik garraiatzen: aurrerago ikusiko den bezala, izerdi landua iturrietatik isurbideetara translokatzen da.

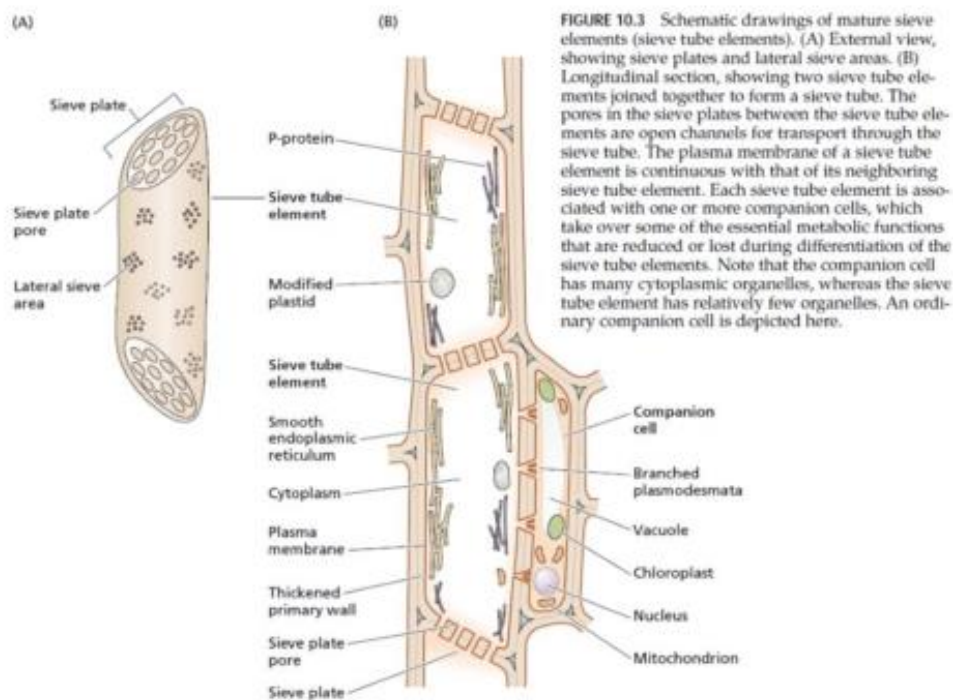
Oso garrantzitsua da gogoratzea, xileman ez bezala, floemako garraioa bultzatuko duen indarra ez dela transpirazioa izango.

## FLOEMAREN OSAGAIK ETA ELEMENTUAK.

Aurretik aipatu bezala, floemako osagai nagusia bahe-elementua da. Bahe-elementua zelula bizia da, baina eraldatua. Bahe-elementu helduek ez dute nukleorik ezta tonoplastorik (bakuolo-mintza), eta gehienetan mikroharizpi, mikrotubulu, Golgi aparatu eta erribosomarik ere ez dute izaten. Gainera, paretak lignifikatu gabeak dira. Hala ere, mintz plasmatikoa, mitokondrio eraldatuak, plastoak eta erretikulu endoplasmatikoa mantentzen dituzte.

Bahe-elementuak zelula luzexkak dira, eta ertzetan bahe-xafla izaten dute, poroz betea. Poro hauek ahalbidetzen dute bahe-hodian zeharreko garraiorako kanala edukitzea. Bahe-zelulen alboetan, alboko bahe-eremua izeneko zonaldeak bereizten dira, poroekin (bahe-xaflakoak baino txikiagoak, orokorrean) eta modu honetara, bahe-elementuen mintzek bat egin eta unitate jarraitua osatzen dute.

Bahe-elementuak bata bestearekin lotu eta hodiak osatzen dituzte.



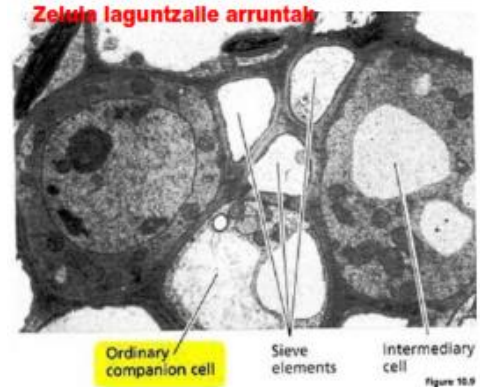
Bahe-elementuari asoziatuta beti zelula laguntzaile bat agertzen da. Bi zelulek dute jatorri berbera: mitosis ematean, alde batetik bahe-elementua eta bestetik zelula laguntzailea sortzen dira. Bahe-elementuaren barneko egitura gehienak galdu egiten dira, baina hasiera batean Golgi aparatua mantendu egiten da, eta garrantzia handikoa da pareta zelular primarioa osatzen baitu. Behin pareta primarioa sortua dagoenean, bahe-elementuak Golgi aparatua ere galtzen du.

Nahiz eta bahe-elementuak “erdi hutsik” egon, zelula laguntzaileek organulu guztiak mantentzen dituzte. Bahe-elementuaren eta zelula laguntzailearen artean plasmodesmo ugari daudela ikusi da, zelula hauek bahe-elementuaren

metabolismoaren erantzule direlako eta mantenugai, solutu eta dena delakoen garraioa plasmodesmo hauen bitartez ematen delako zelula batetik bestera.

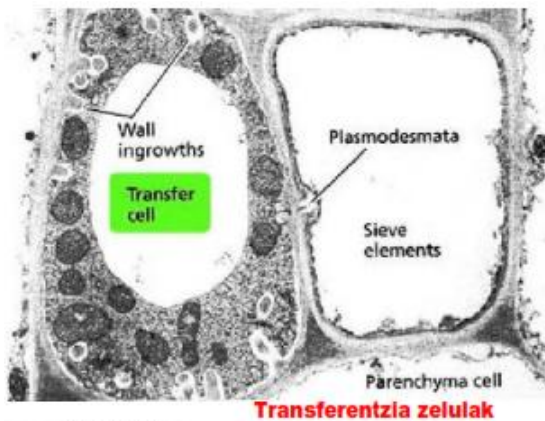
Zelula laguntzaile mota desberdinak ezagutzen dira. Guztiek dute zitoplasma nahiko dentsoa, organuluz betea eta mitokondria ugari.

- ZELULA LAGUNTZAILE ARRUNTAK. Zelula laguntzaile arruntek tilakoide garatuak dituzten kloroplasto ugari dituzte. Gainera, paretaren barneko gainazala leuna dute.



Zelula laguntzaileak eta bahe-elementuak plasmodesmo ugariren bitartez daude konektatuta. Bahe-elementuekin kontaktuan ez dagoen zelula laguntzaileen gainerako azalera, ez dago beste ezerrekin kontaktuan, eta plasmodesmoak soilik aipaturiko tartean topatzen dira. Zelula laguntzaile arruntek, iturri-hostoetan, distantzia txikiko garraio sinplastiko eta apoplastikoetan parte hartzen dute.

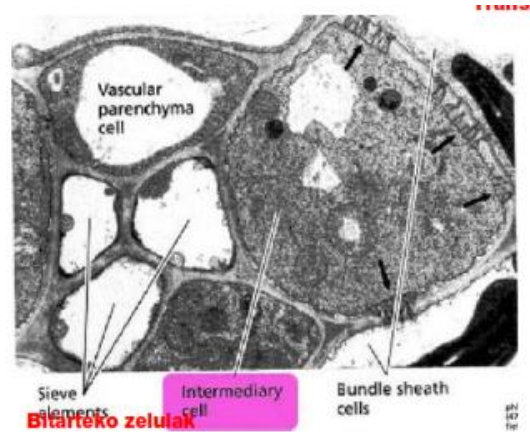
- TRANSFERENTZIA ZELULAK. Zelula laguntzaile arrunten antzekoak izan arren, ezaugarri bereizgarri bat dute: barnealdera hazten diren pareta luzakinak dituzte, paretaren inbaginazioak balira bezala, batez ere bahe-elementuekin kontaktuan ez dagoen pareta zatian. Luzakin edo inbaginazio hauek mintzaren azalera emendatzen dute, mintzean zeharreko solutuen garraioa optimizatuz. Transferentzia zelulek plasmodesmo gutxi izaten dituzte, eta beti bahe-elementuekin kontaktuan dagoen pareta



gunean kokatzen dira.

Iturrietan (aurrerago azalduko dira), transferentzia zelulek apoplastotik zelula laguntzaileen eta bahe-elementuen sinplastora garraiatzen dituzte azukreak.

**BITARTEKO ZELULAK.** Zelula hauek plasmodesmo ugari izaten dituzte, bai bahe-elementuekin kontaktuan dauden azaleran, zein bala zorroko zelulekin kontaktuan dauden azaleran (bala-zorroak garraio ehunak inguratzen ditu). Bitarteko zelulek, garraio sinplastikoz garraiatzen dituzte azukreak mesofiloko zeluletatik bahe-elementuetara.



Oso garrantzitsua da, azaldu berri dugun bezala, plasmodesmoen presentzia. Plasmodesmoak dauden tokietan, azukreak sinplastotik garraiatu daitezke mintza zeharkatzeko beharrik gabe. Era berean, plasmodesmorik ez duten zeluletan, azukreen garraioa apoplastoen bidezkoa da eta kontzentrazioak eta bestelako indarrek hartzen dute parte. Orokorrean, zelula laguntzailearen arabera zehaztuko da garraio mota:

- Garraio sinplastikoan erregulazioa eskasa da. Plasmodesmoaren porotik igarotzen den sustantziaren erregulazioa, molekula beraren tamainak zehaztuko du.
- Garraioa apoplastikoa denean ordea, oso erregulatua dago. ATPa erabiliz, gradientearen kontra soilik sartuko da landareak nahi duena.

Bahe-elementu eta zelula laguntzaileez gain, floeman ondorengo osagai sekundarioak agertzen dira:

- Latex hodiak, soilik zenbait espezieetan agertzen direnak.
- Euste funtzioko zelulak, esklereidak, esaterako. Aipatutako zelulei babes eta euste funtzioa eskaintzen diete, bahe-elementuek eta zelula laguntzaileek ez dutelako pareta gogorrik eta nolabait babesa behar dutelako.

#### BAHE-ELEMENTUEN HELTZE PROZESUA.

Zelula laguntzaileak eta bahe-elementuak kanbiumetik sortzen dira. Gogora dezagun kanbiuma, prokanbium izeneko ehun enbrionariotik sortzen dela. Kanbiumetik ehun baskularra garatzen da, hau da, xilema eta floemako osagai zelularrak.

Zelula bakar bat erdibituta lortzen da bahe-elementu bat eta zelula laguntzaile bat. Bahe-elementu horrek nukleoaren egitura eta material genetikoa galduko ditu, eta bakuoloaren mintza (tonoplastoa) desagertzen da.

Golgi aparatua, bahe-elementuaren pareta primario garatua sintetizatuko du, moduren batean konpentsatu behar delako bahe-elementuen pareta sekundario eta lignina falta.

Heltze prozesuaren amaieran, Golgi aparatua, erribosomak eta Erretikulu Endoplasmatiko Pikortsua desagertzen dira. Modu honetara, bahe-elementuak Erretikulu Endoplasmatiko Leuna, zenbait plastido eraldatu, mitokondriak eta P proteinak soilik izango ditu zitosolean.

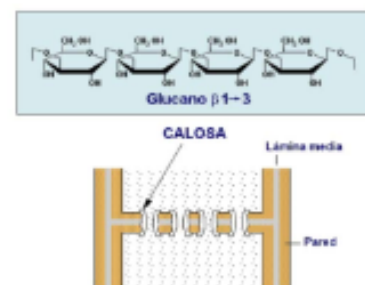
Bahe-elementu hauek puskatzen direnean, landareak mekanismoak ditu behin behineko konponbidea jartzeko. Gainera, bahe-elementuaren heldutasun fasearen arabera, mekanismo ezberdinak martxan jarriko ditu:

- P PROTEINAK. Proteina bereziak dira, angiospermo gehienetan agertzen direnak. Hainbat forma izan ditzake P-proteinak (tubularra, zuntz-formakoa, pikortsua, kristal formakoa) espeziearen zein heldutasun fasearen arabera. Bahe-elementu heldugabeetan, zitosolean metatzen dira P-proteinazko gorputzak sortuz.

Bahe-elementuetako presioa altua da, eta hodiak apurtu daitezke, eta garraiatu beharreko karbohidratoen galera ekiditeko, garrantzitsua da apurketa horiek konpontzea. P proteinak zulo edo apurketa horiek estali egiten ditu, azukre galerak saihestuz. Proteina hauek daukaten egitura mukitsuagatik, gel itxurakoa, erraza da zauriak estaltzea. Mekanismo hau bahe-elementuen heldutasun maila baxua denean agertzen da, eta epe laburreko zaurietarako erabiltzen da.

- KALOSA. Epe luzeagoko zauriak eta apurketak ixteko, kalosa glukosa-polimeroa ekoizten da. Gainera, bahe-elementuaren heldutasun fase aurreratuetan erabiltzen da.

Glukosak beta(1-3) loturaz daude lotuak. Mintz plasmakoaren eta pareta zelularraren artean kokatzen da kalosa, bahe-elementu batetik besterako poroetan. Kalosa estres egoeretan sintetizatzen da eta metatu egiten da poroen inguruan, zelulen arteko loturak itxiz.



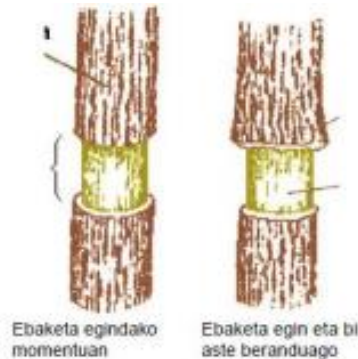
Esan bezala, bahe-elementuek garapen fasean nukleoa galtzen dute; beraz, nola burutzen dituzte bizirauteko beharrezkoak diren prozesu metaboliko guztiak?

Bahe-elementuen metabolismoaren erantzuleak zelula laguntzaileak dira. Nahiz eta bahe-elementuek mitokondriak mantentzen dituzten, zelula laguntzaileek egiten dute arnasketa gehiena eta lortutako energia ATP gisa transferitzen diete bahe-elementuei. P proteinak ere ekoizten dituzte (bahe-elementuek EEP galdu dute, nahiz eta EEL mantendu), beste proteinen artean.

Zelula laguntzaile bat beti dago bahe-elementu bati asoziatuta; hain daude estuki lotuak, ezen bietako bat hiltzen bada, bestea ere hiltzen den. Erlazioa normalean 1:1-ekoa izaten da, baina gerta daiteke bahe-elementu bat zelula laguntzaile bat baino gehiagorekin asoziatuta egotea, eta kasu horietan karbohidrato ezberdinen garraioa azkartzen da, denbora unitateko azukre gehiago translokatu daitezkeelako bahe-elementuetara.

## FLOEMAREN EGITURA ETA ANATOMIA OROKORRA.

Floemaren egitura eta anatomia ulertzeko asmotan hainbat ikerketa egin ziren. Honako saiakera honetan, zuhaitz heldu baten enborra periferiatik moztu zen, irudian ikusi daitekeen bezala. Bi asteren buruan, mozketako goiko zatia loditua zegoen, eta zuhaitza hil egin zen.



Honen bidez jakin izan zuten floema zurtoinarenean periferian kokatzen dela, eta zurtoinean zeharreko izerdi landu fluxua eteten bada, zuhaitzak ez duela izerdi landu hori ebaketaren azpiko organoetara garraiatzeko modurik, eta hil egiten dela.

Mozketaren gaineko enbor zati lodituaren azalpen logikoa kalosaren metaketa da. Esan bezala, floemaren heldutasun fase aurreratuan, landareak kalosa metatzen du zaurietan eta horregatik dago hanpatua.

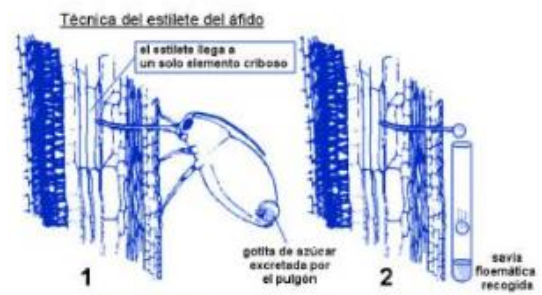
## IZERDI LANDUAREN KONPOSIZIOA ETA IKERKETA TEKNIKAK.

Izerdi landuaren konposizioa zein den zehaztea nahiko zeregin zaila da. Floema zurtoinarenean periferian kokatu arren, epidermia eta zenbait zelulek banatzen dute ingurunetik eta zaila da zuzenean laborategiko tresneriarekin floemarekin konektatzea.

Nahiko hedatua dagoen teknika bat, nahiz eta bortitza izan, intsektuen erabilera da. Intsektuen eztenak guztiz moldatuak daude landareen izerdiaz elikatzeko, eta efizientzia horri esker, ez dute akatsik egiten eta eztena landarean sartzean zuzenean floeman injektatzen dute. Floematik izerdi landua garraiatzen den presio izugarriaren ondorioz, intsektuek ez dute zurgapenik egin behar, zuzenean eztenaren bitartez zuzenean sartzen zaie izerdia. Ikerlariak moldapen hau aprobetxatzen dute: intsektua ebaki eta soilik eztena uzten dute zurtoinari iltzatua, eta eztenaren beste muturrean saiodi bat jarritz, floematik eztenera zuzenean doan izerdia saiodi horretan prezipitatu egiten da.

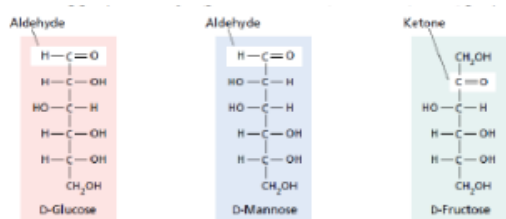
Teknika honen bitartez jakin zen lehen aldiz zein zen izerdi landuaren konposizioa.

Izerdi landuaren gehiengoa ura da, eta konposaturik ugariena sakarosa. Izerdi landua deshidratatuko bagenu, pisu lehorraren %99a **karbohidratoak** izango lirarteke eta pisu lehor horren %25a soilik sakarosa.





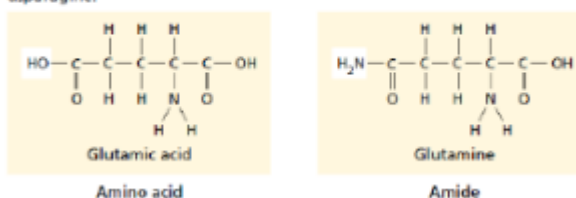
Azukre erreduzitzaileak (glukosa, manosa, fruktosa) topatzea ez da oso normala, baina agertzen direnean polimerizatuta agertzen dira, beti taldeka. Errabinosa (sakarosa + galaktosa), estakiosa (errabinosa + galaktosa) eta berbaskosa (estakiosa + galaktosa) dira ager daitezkeen beste konposatu batzuk, baita azukre alkoholikoak ere, manitola, esaterako.



Azukreez gain, **aminoazido eta proteinak** ere agertzen dira izerdi landuan. Aminoazidorik ugariak aspartatoa, glutamatoa eta beraien amidak (asparragina eta glutamina, hurrenez hurren) dira. Aminoazidoek materia lehorraren %0.3-3 inguru betetzen dute.

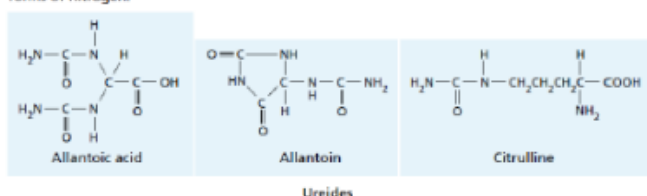
Proportzio hauek orokorrak eta egoera normal batekoak izan arren, izerdi landuaren konposizioa asko aldatzen da landarearen egoera fisiologikoaren arabera. Esaterako, seneszentzian dagoen hosto batean, nitrogeno kantitatea askoz handiagoa da eta landareak erreserba eta osagai guztiak aprobetxatzen ditu, aminoazidoak degradatuz eta nitrogeno hori landareko beste organoetara eramateko.

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



Aminoazidoak ez dira nitrogenoa garraiatzeko modu bakarra; **ureidoen** bitartez ere garraiatzen da. Ureidoen adibide batzuk **azido alantoikoa**, **alantoina** eta **zitrulina** dira. Aminoazidoekin erkatuz, ureidoek beren karbono/nitrogeno proportzioan nitrogeno gehiago daukate. Nitrogeno eskuragarri gehiago dagoenez ureidoen garraioan, leguminosek egoera naturalean nitrogenoa modu honetan garraiatzen dute. (Leguminosek nitrogenoa finkatzen dute *Rhizobium* generoko mikroorganismoek esker).

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



**Elementu mineralak** ere garraiatzen dira izerdi landuan, eta katioiak anioiak baino ugariago garraiatzen dira (2-3 aldiz gehiago). Katoi ugariak potasioa, magnesioa eta sodioa dira, eta anioi ugariak klora eta fosforoa. Katioiek sortzen duten karga neutralizatzeke, **malato** eta antzeko konposatu organikoak (negatiboki kargatuak) agertzen dira.

Esaterako, nitratoak, kaltzioa eta burdina zaila dira floeman topatzea.

Zenbait **metabolito sekundario** eta **hormona** ere garraiatzen dira. Hormonen artean, zitokininak, azido abszisikoa, giberelinak eta auxinak garraiatzen dira, baina ez da etilenoaren arrastorik topatu, gasa izanik, zailagoa delako topatzea.

Landarearentzat beharrezkoak diren osagaiez gain, birusak ere floeman zehar garraiatzen dira infekzioetan, eta baita herbizidak ere.

Floemako izerdi landua eta xilemako izerdi gordina erkatzen baditugu, izerdi landuak ph basikoagoa dauka solutu asko disolbatuta garraiatzen direlako.

TRANSLOKAZIO EREDUAK: ITURRITIK ISURBIDERA.

Floeman zeharreko garraioa edo translokazioa ez da norabide berean ematen, baina bai eredu berdina jarraituz: iturritik isurbidera.

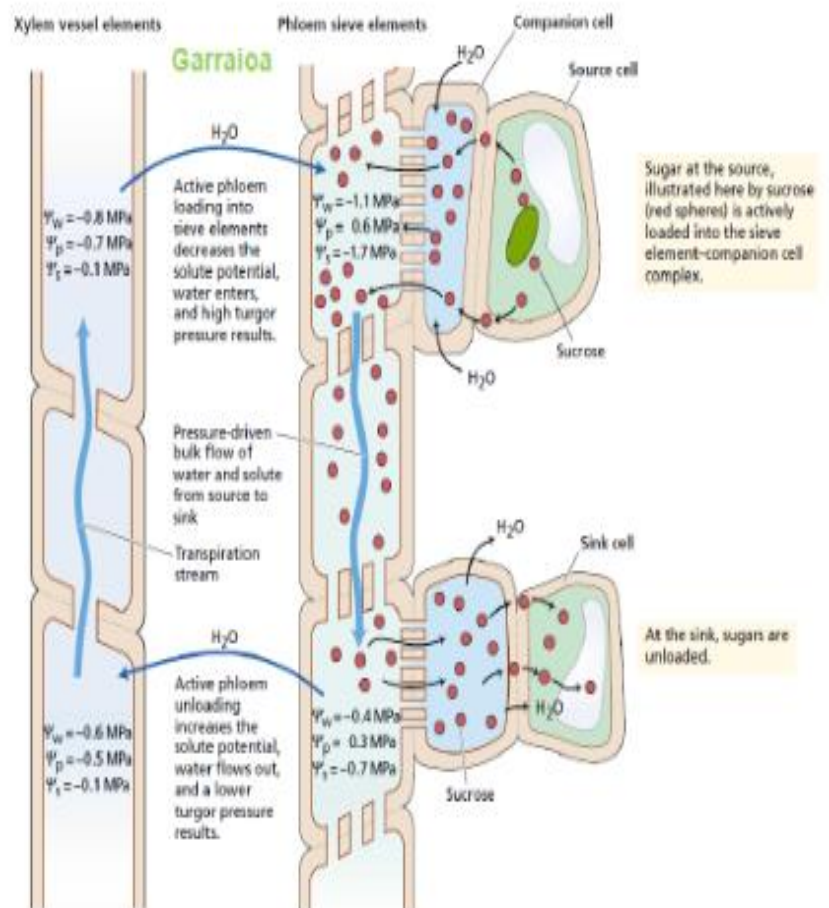
Organo batek karbohidratoak edo fotosintatoak (fotosintato deitzen zaie fotosintesiko sintesi-produktuei) sortzen dituenean, eta bere burua asetu ostean soberan baldin baditu, esportatzeko ahalmena dauka, beste organoetara garraiatzeko ahalmena dauka; organo hauei **iturri** deritze. Iturri kontsideratzen dira hostoak, sustraiak eta metaketa organo asko, tuberkuluak, esaterako.

Beste alde batetik, **isurbideak** daude: organo hauek, ekoizten dituzten baino karbohidrato gehiago behar dituzte, ez dute nahikoa sintetizatzen, eta beste organoetatik (iturrietatik) inportatu behar dituzte. Beti isurbide gisa jokatzeko duten organoak, fruituak, loreak, haziak, begi meristematikoak eta hosto gazteak dira.

Hosto gazteek fotosintesia egin arren, aktibitate izugarri altua daukate eta karbohidrato “extra” bat behar dute, horregatik kontsideratzen dira isurbide.

Hala ere, iturri edo isurbidearen “papera” garapen fasearen arabera aldatu daiteke. Esaterako, tuberkuluak sortzen ari direnean, karbohidratoak metatu egiten dituzte eta isurbide gisa agertzen dira, baina hurrengo urteko infloreszentzia garatzen denean, beharrezkoak diren karbohidratoak tuberkulutik ateratzen direnez, iturri gisa jokatzeko dute landarearen beste organoak karbohidratoz hornituz.

Hala ere, kontuan hartu behar da ez dela beti hain sinplea: iturri guztiek ez dituzte landareko isurbide guztiak hornitzen. Iturri batzuek isurbide jakin batzuekiko lehenetasuna daukate.





## ZEIN NORABIDETAN? ZEIN ABADURATAN?

Norabidea eta iturri-isurburuen mekanismoa hobeto ulertzeko, adibide bat erabiliko dugu, erremolatxa basatiarena (*Beta maritima*) hain zuzen ere.

Landare honek bi urteko bizi-zikloa dauka. Lehen urtena, landarea begetatiboki hazten da, eta garai desfaboragarriak heltzean (udazken-negu partean) hostoetako eta orokorrean, landareko karbohidrato guztiak lur azpiko biltegira eramaten ditu. Modu honetan, lehenengo urtean erremolatxak isurbide gisa jokatzen du.

Hurrengo udaberrian, sustrai eraldatua iturri moduan erabiltzen du landareak, eta bigarren urte honetan eman behar den loraketarako karbohidrato guztiak sustraitik lortzen ditu.

Nekazariak, erremolatxaren bilketa neguan egiten dute, sustraiak karbohidratoz eta erreserbaz beteak daudenean.

Abiaduraren inguruan, C4 landareetan (300 cm/h) C3 landareetan (25-100 cm/h) baino bizkorrago ematen da.

## FLOEMAREN ZAMAKETA, GARRAIOA ETA DESKARGATZEA.

### FLOEMAREN BIDEZKO GARRAIOA

Floemaren bidezko garraioa bultzatzen duen indarra ez da grabitatea, **presioa** baizik. Iturriaren eta isurbidearen artean osmotikoki sortutako presio-gradiente batek eragiten du masa-fluxu bidezko garraioa floeman zehar.

Garraio mota ez da osmosi bidezkoa, masa fluxu bidezkoa baizik. Osmosi kontsideratu ahal izateko eta ur potentzialaren gradientearen arabera mugitu ahal izateko, urak mintzak zeharkatu behar ditu eta floeman zeharreko garraioan ez da mintzik zeharkatzen; garraioa bahe-elementuen poroen bitartekoa da.

Ur potentzialaren gradienteak ez da indar garraiatzailea, presioa da.

Iturrietan, presio osmotikoa oso negatiboa da, bertan metatzen direlako azukre gehienak. Potentzial osmotikoaren murrizketa honek, xilemako ura bahe-elementuetara translokatzeko eragiten du eta bahe-elementuan sortzen den presio hidrostatikoa oso altua da.

Isurbideetan ordea, azukreak landareko organoetara translokatzeko direnez, potentzial osmotikoa handiagotu egiten da, hau da, balio positiboagoetarantz mugituko da. Solutu potentzial hau positibotzeak eragingo du ura floematik era pasiboan atera eta xilemara sartzea. Uraren irteera honek isurbideetan presio baxua egotea sortuko du.

Iturri eta isurbideen artean sortzen den presio gradiente hori izango da garraioa bultzatuko duen indarra, presio handieneko guneetatik (iturrietatik), presio baxueneko guneetara (isurbideetara).

Kontuan izan behar da xilematik floemarako uraren mugimendua ur potentzialaren gradientearen arabera ematen dela, hodi baskularren artean mintza dagoelako, eta ura osmosiz igarotzen da. Floemako iturrietan dagoen potentzial osmotiko negatiboak, bertako ur potentziala ere negatiboago bihurtzen du, eta horregatik igarotzen da ura xilematik floemara (eta arrazoi beragatik irteten da floematik xilemara isurbideetan).

Hala ere, floeman zeharreko garraioa ez dago ur potentzialaren gradientearen menpe, presio-gradientearen menpe baizik.

Xileman eta floeman ematen da garraio pasiboa, energia gasturik gabea, baina indar eragilea ezberdina da bakoitzean.

Frogatu da ez dagoela bahe-elementu bakar batean bi norabideetako garraiorik, baina bai bala baskular ezberdinetako bahe-elementuen artean.

## FLOEMAKO ZAMAKETA



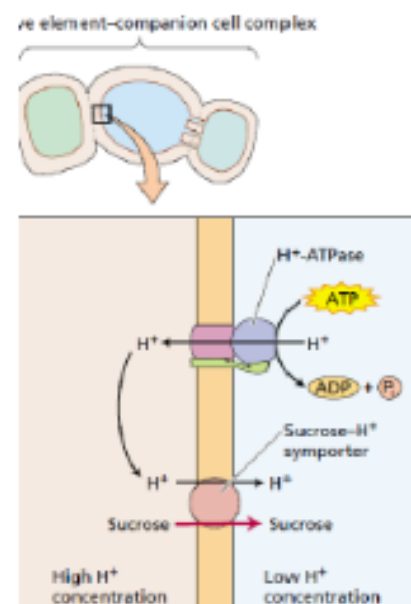
Hostoko mesofilo zeluletan fotosintesiaren bidez sorturiko azukreak, kloroplastotik zitoplasmara kanporatzen dira, eta sakarosa gisa metatzen dira. Mesofiloko zeluletatik bahe-elementuetara azukreak translokatzearen prozesuari floema-zamaketa deitzen zaio.

Zamaketa bi modutara eman daiteke, bide apoplastikotik edo bide sinplastikotik, azukreek mintzak garraiatzen dituztenaren arabera.

### 1. Bide apoplastikoa.

Bide apoplastikoaren bidezko zamaketan, azukreek zelulen mintzak garraiatu behar dituzte mesofiloko zeluletatik zelula laguntzaileetara heldu arte. Zamaketa hori energiaren menpekoa da, metabolikoki nahiko prozesu garestia. Hala ere, zelulak unean nahi duen solutua garraiatzea baimentzen du, garraio aktiboa izanik, gradientearen kontra garraiatu daitekeelako.

Sakarosaren garraioa modu aktiboan emate dela frogatua dago. Izan ere, zelula laguntzaileetan eta bahe-elementuetan dago sakarosa kontzentrazio handiena eta horrek adierazten du bertara heldu ahal izateko gradientearen kontra garraiatu behar izan dela. Gainera, arnasketa inhibitzaileak erabiliz eta ATP sintesia murriztuz, ikusi da ez dela sakarosaren zamaketarik ematen.

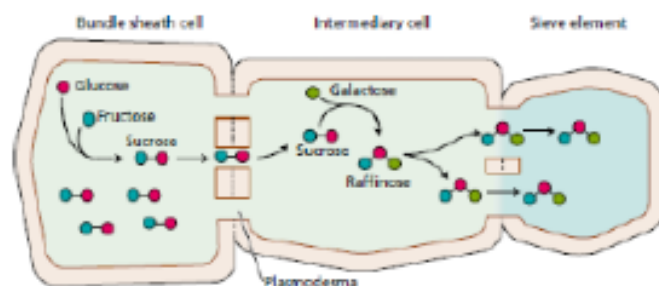


Bide apoplastikoan ATPasek eta  $H^+$ -sakarosa sinporsteek parte hartzen dute. ATParen laguntzaz, ATPasa batek protoiak kanporatzen ditu zelula barnealdetik apoplastora, bertako protoi kontzentrazioa handituz eta pHa azidifikatuz. Protoien gradientek sorturiko energiak baliatuko da zelula, garraiatzaile sinporste baten bidez, protoia eta sakarosa barneratzeko. Sakarosa, gradientearen aurka mugituko da baina protoia gradientearen alde.

## 2. Bide sinplastikoa.

Sakarosa sinplastoon zehar mugitzen da, eta bitarteko zelula batean sakarosa galaktosarekin batu egiten da errafinosa polimeroa eratzeko.

Errafinosa eratzean, sakarosa desagertzen dela kontsideratzen da eta errafinosara bihurtu den sakarosa molekulak ez du parte hartzen sakarosaren kontzentrazio



gradientean. Modu honetara, sakarosaren kontzentrazio gradientea erregulatu eta mantentzen da.

Errafinosa tamaina handiko molekula denez, zelula batetik bestera sinplastotik igarotzean, plasmodesmoen zabalera

erregulatu daiteke (paretaren lodiera erregulatuz), txikiago bihurtuz eta horrela, errafinosak norabidez aldatzea eragotziz. Modu honetara, errafinosaren garraioa sinplastotik norabide bakarrekoa da, bahe-elementuetarantz, hain zuzen ere.

Esan bezala, sakarosa ez denez sakarosa gisa metatzen, beste molekula baten moduan baizik, sakarosaren gradientea mantendu egiten da.

Bi bideak egon arren eta espezie batzuetan besteetan baino espezifikoago eman arren, normalean bi bideak ematen dira garraio osoan zehar.

## FLOEMAKO DESKARGA.

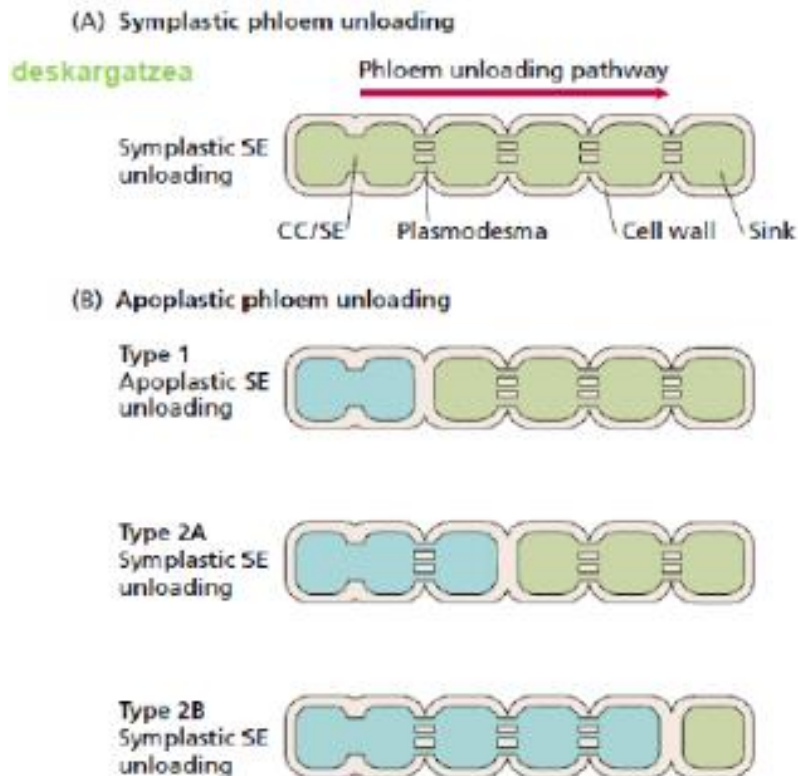
Floemako deskarga isurbideetan gertatzen dena da, floeman zehar garraiatutako azukreak gainerako organoetara translokatzen direnean.

Azukreen inportazio edo deskargatze sistema garapen fasearen eta isurbide motaren arabera da; ez da prozesu bera emango gastu metaboliko handia daukan isurbide batean (meristemo) edo biltegitatze ehun batean (tuberkulua).

Deskarga sinplastikoa edo apoplastikoa izan daiteke, zama bezala.

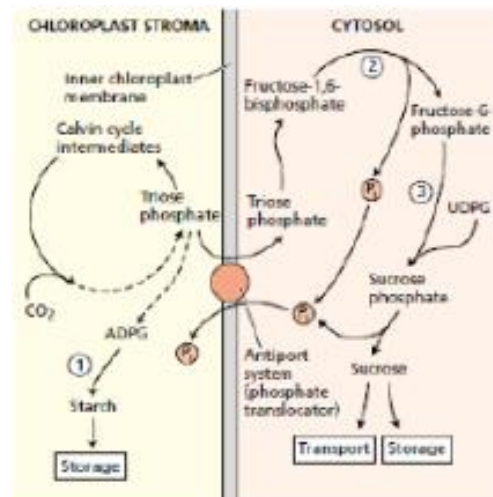
- Bide sinplastikoa agertuko da batez ere aktibitate metaboliko handia daukaten ehunetan, meristemoetan esaterako. Deskargatzen diren azukreak ez dira inoiz metatuko, ehun hauetako aktibitatea oso altua delako eta etengabeko zatiketa zelularra ematen delako. Normalean distantzia txiki bidezidorrak daudenean bahe-elementuetatik isurbideetara, bide sinplastikoa jarraitzen da.

- Bide apoplastikoa aldiz, azukre metaketa ematen den guneean eta distantzia luzeagoko bidezidorretan ematen da. Metaketa guneean azukre kontzenrazioa oso altua da, eta gradientearen kontra garraioa eman dadin bide apoplastikoa beharrezkoa da, energia gastuarekin. Mekanismoa iturrietan ematen den zamaketaren modukoa da, baina noranzko aldatzarekin.



#### FOTOSINTATOEN BANAKETA: ESLEIPENA ETA BANAKAKETA.

- ESLEIPENA (Allocation). Hosto batek sortzen duen azukre kopuru totala, hiru modutara erabiltzen da: zati bat esportatu egingo du, beste organoetara garraiatuko da; beste zati bat bere gastuetarako eta beharrek asetzeko erabiliko du eta azken zatia metatuko du etorkizun baterako (almidoi gisa, kloroplastoetan). Hiru behar hauetako bakoitzerako hostoak bideratzen duen azukre proportzioa jakitea da esleipena.
- BANAKAKETA (Partitioning). Hostoak esportatu duen proportzioa soilik kontuan hartuta, leku konkritu bakoitzera (hosto berrietara, sustraietara, zurtoinera, fruitura, meristemoetara,...) zein proportzio bideratu den ezagutzea da banakaketa. Orokorrean, alde basaleko hostoek bideratzen dituzte azukreak sustraietara eta



alde apikaleko hostoek, hosto gazteetara, beraz, distantzia (hurbiltasuna) faktore mugatzailea da.

Hainbat faktorek mugatzen dute fotosintatoen banaketa:

**-Ingurune baldintzek.**

**-Isurbidearen aktibitateak:** isurbidea oso aktiboa baldin bada, azukre behar handiagoa izango du eta bertara karbohidrato gehiago garraiatu beharko dira. Indar handien daukan isurbideak lortuko du azukre kantitate gehien. Isurbidearen aktibitateak eta tamainak erregulatuko dute isurbidearen indarra.

**-Hormonek.** Giberelinek, zitokininek eta auxinek erregulazio positiboa eragingo dute azukreen garraioan; azido abszisikoak ordea, eragin inhibitzailea dauka.

-Isurbide eta iturriaren arteko **hurbiltasunak**.

-Iturri eta isurbide arteko **presio diferentziak**.