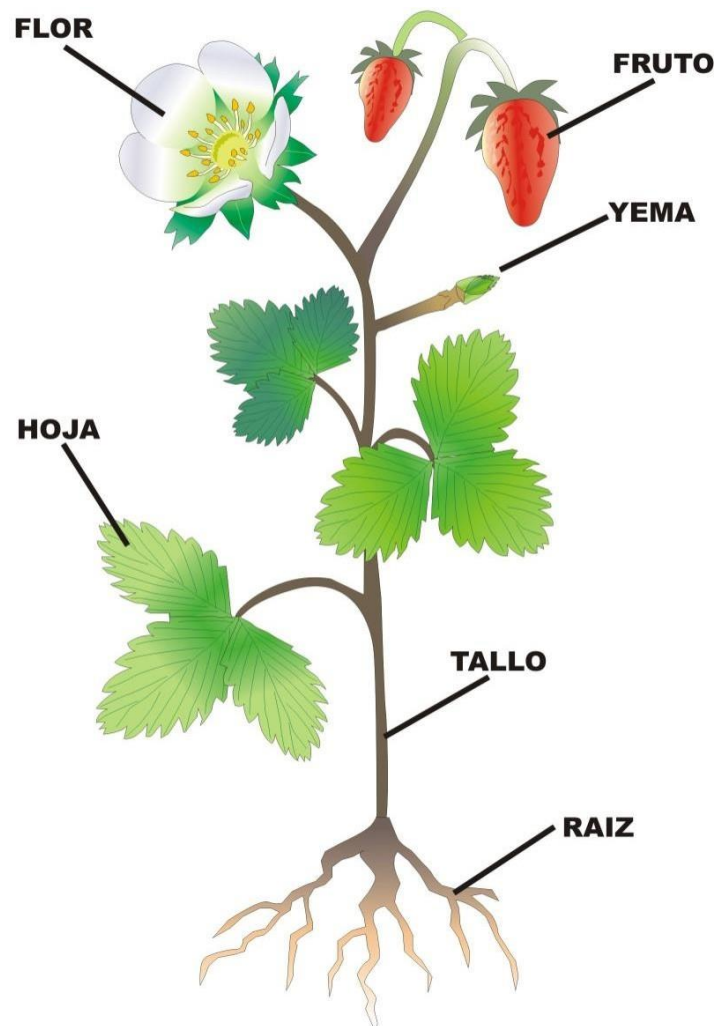


LANDARE

FISIOLOGIA



AURKIBIDEA

1. **GAIA:** LANDARE ZELULA..... **1 or.**
2. **GAIA:** URA.....**8 or.**
3. **GAIA:** UR POTENTZIALA(ψ ,psi)**11 or.**
4. **GAIA:** SPAC (SOIL-PLANT-ATMOSPHERE CONTINUOUM) **12 or.**
5. **GAIA:** ELIKAPEN MINERALA **17 or.**
6. **GAIA:** FLOEMA **20 or.**
7. **GAIA:** LANDAREEN HORMONAK..... **25 or.**
8. **GAIA:** FOTOSINTESIA **40 or.**
9. **GAIA:** METABOLISMO SEKUNDARIOA **45 or.**

LANDAREEN FISILOGIA

Landareen fisiologian garrantzi handiena duten zientziak **genetika eta ekologia** dira, nahiz eta taxonomiak (izen zientifikoak), morfologiak (itxura, organuluaren forma) eta anatomiak (landareen ehunak, zelulak nola antolatzen diren) ere garrantzia duen. Herentzia genetikoak eta inguruneak landareen barruko prozesuetan eragiten dutelako dira garrantzitsuak genetika eta ekologia. Hartaz, landareen hazkunderan, garapenean eragina dute: forman, tamainan, jardueran, kantitatean eta kalitatean.

Klebs ekologistak aipatu zuen lehen aldiz inguruneak landareen barruko prozesuetan sekulako eragina zuela.

1. GAIA: LANDARE ZELULA

1. **DEFINIZIOA:** oinarrizko unitate fisiologiko, genetiko, estruktural eta funtzionala da landare zelula. gainera, zelula eukariotoa da, nukleoa baitu.

2. LANDARE ZELULEN EZAUGARRI BEREZIAK

- Kloroplastoak dituzte (plastidioak=plastoak orokorrean)
- Pareta zelularra dute
- Bakuolo handiak (substantziak gordetzeko)

3. ORGANULUAK

Organuluak zitoplasman daude eta organuluek konpartimentalizatzen dituzte funtzio metabolikoak.

3.1 BAKUOLOA

- Bakuoloek mintz sinplea dute, **tonoplasto** izenekoak.
- Zelularen bolumenaren %80-90a okupatzen dute bakuoloek.
- Bakuoloen tamaina eta kopurua desberdina da zelula gazteetan eta helduetan; gazteetan bakuolo asko eta txikiak daude; eta helduetan, aldiz, bakarra eta handia.
- Zer metatzen da bakuoloetan?
 - Ioiak: katioiak eta anioiak: K⁺, Mg⁺, Ca⁺...

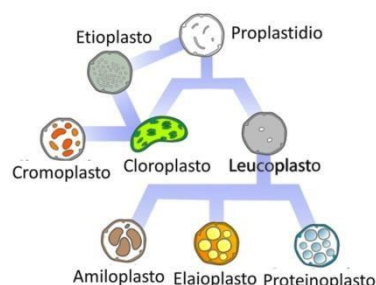
- Azido organikoak
 - Entzimak: entzima guztiak proteinak dira, baina proteina guztiak ez dira entzimatiakoak.
 - Metabolismo sekundarioko produktuak
 - Hondakinak
 - Proteinak
- Zelula helduetan kontzentrazioa handiagoa da, zelula gazteetan baino.
 - Bakuolo helduetan kontzentrazioa oso altua denez, osmosiaren eraginez, zitoplasmatik bakuolora ura sartzen da zelularen tamaina handitzen da. Ondorioz, zelula puzten da, baina ez du eztanda egiten, pareta zelularrarengatik.

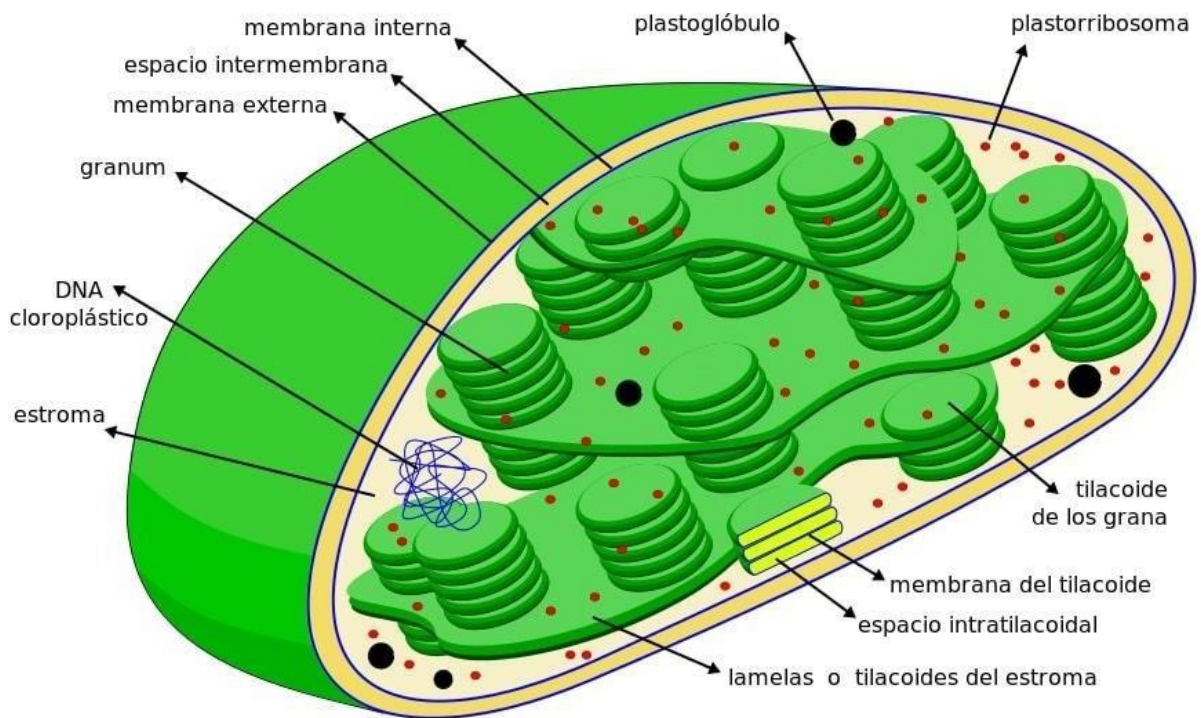
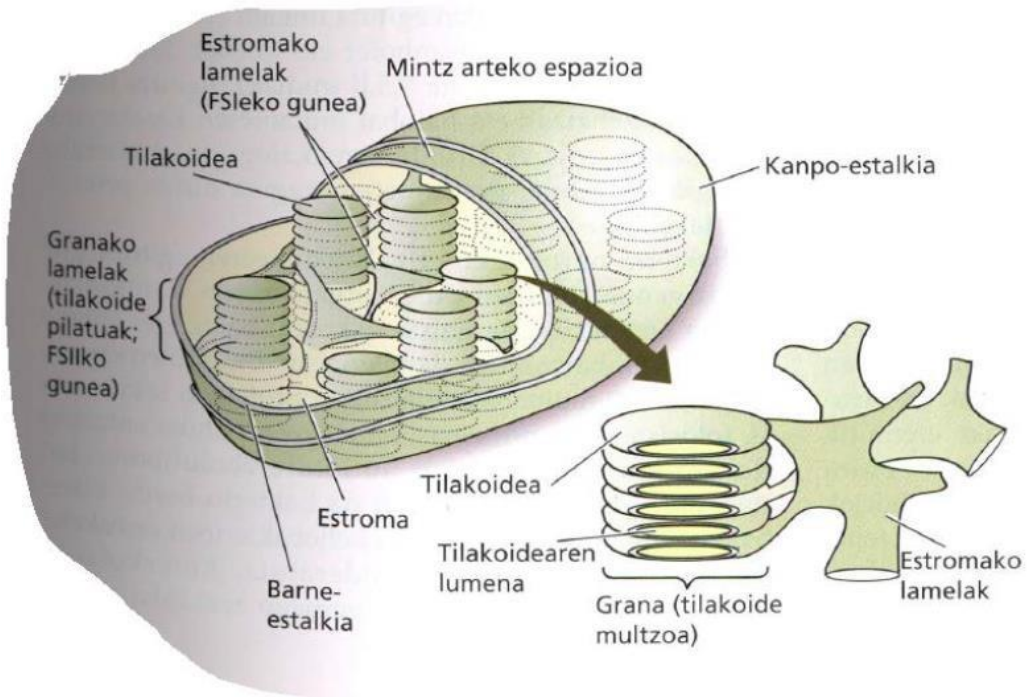
Metabolismo primarioan CO₂ finkatzen da eta sekundarioan fotosintesian sortutako konposatu sinpleetatik konposatu konplexuagoak eratzen dira.

3.2 PLASTIDIOAK=PLASTOAK

- Jatorri amankomuna dute, protoplastidioetan dute jatorria.
- Landare zelula eukariotikoetan agertzen dira soilik
- Plastidioak funtzio eta koloreen arabera sailkatzen dira.
- Mintz bikoitzaz daude inguratutik
- Material genetikoa dute, baina ez da nukleoan dagoenaren berdina, horregatik autarkikoak direla esaten da.
- Guk bi motako plastidioak nola sortzen diren aztertuko dugu:
 - **Etioplastoak:** protoplastidioak ilunpetan hazten badira etioplastoak eratzen dira. Ilunpean, barruko mintzetik **gorputz prolamelarrak** (borobilak) askatzen dira. Ez dute ez tilakoiderik, ez granarik. Ezin dute fotosintesirik egin, ilunpetan garatzen direlako eta momentuz, ez dutelako tilakoiderik. Etioplastoak argipean jartzen baditugu, gorputz prolamelarrak luzatu egiten dira, bata bestearen gainean kokatzen dira eta granak osatzen dituzte, beraz kloroplastoetan bilakatzen dira.
 - **Kloroplastoak:** protoplastidioak argipean hazten bada, kloroplastoak eratzen dira. Barneko mintza tolestu egiten da eta tilakoideak izango diren egitura askatzen dira, hauek metatu eta azkenik tilakoide helduak lortzen dira.

Plastidio guztiak beste mota bateko plastidio bihurtu daitezke, baldintzak aldatzen badira. Amiloplastoak (almidoia), kromoplastoa (tanta lipidikoak, karotenoideak).





3.3 PARETA ZELULARRA

Landare zelula batean bi "atal" daude zelula pareta (hilda dagoena) eta protoplastoa (bizirik dagoena, mintz plasmatikoa eta barruan dagoen guztia). Landare zelula sistema osmotikoa da.

Pareta zelularren **ezaugarriak**:

- **Elastikoa** da: aldaketak itzulgarriak dira, hau da, landare zelula luzatu egiten da, baina gerora murriztu egin daiteke.
- **Ezinbestekoa** da: naturan, landare zelulek paretarik edukiko ez balute, hilko lirateke, bakuoloetan ura sartzeko joera dagoenez, zelulak paretarik gabe eztanda egingo lukeelako.
- **Produktua** da eta ez zelula baten osagaia. Ikerkuntzan landare zelulei pareta kentzen zaie; medioa isotonikoa izan dadin.

Pareta zelularren **osagaiak**:

- **Karbohidratoak**: zelulosa, hemizelulosa eta pektina. Pektina bakarrik pareta primarioan agertzen da.
- Lignina: bakarrik pareta sekundarioa agertzen da.
- **Proteinak**
- **Beste batzuk**: konposatu lipidikoak (ezkoak, zuberina, kutina...) esaterako.

- **PARETA PRIMARIOA:**

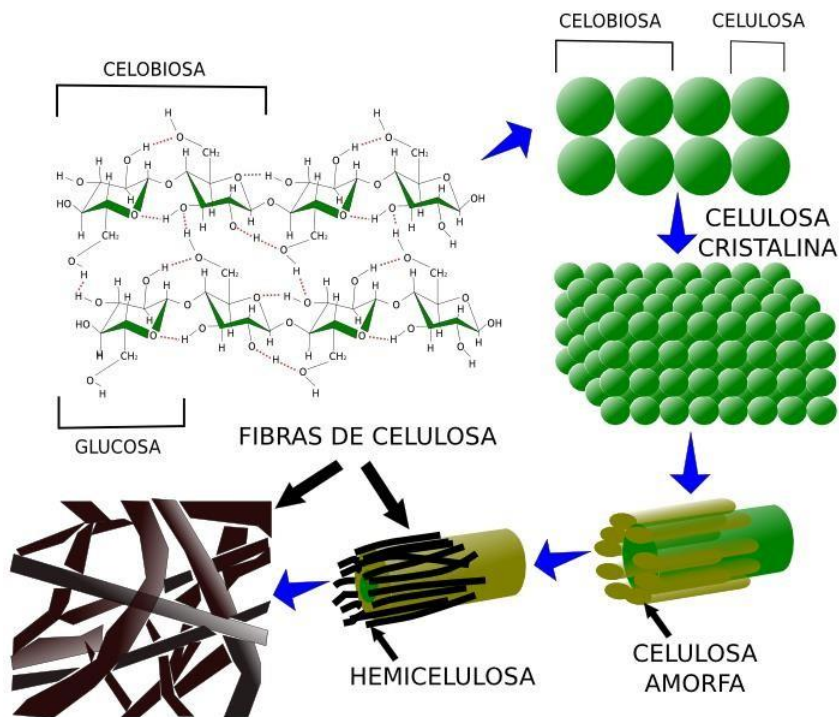
Pareta primarioaren **konposizioa**:

- %15-25 **hemizelulosa**
- %25-30 **zelulosa**
- %35 **pektina** (sare bat osatzen du)
- %5-10 **proteinak** (ugariena extensina da):
 - Patogenoen aurrean babesa eskaintzen dute
 - Glukoproteina moduan agertzen dira proteina gehienak
 - Hazkuntza kontrolatzen dute.

Zelulosazko zuntzak egitura primario bezala, modu dispertsioan agertzen dira pektinazko sarean. Pektinak eta hemizelulosak matrizea osatzen dute.

Zergatik da zelulosa lineala?

Pareta primarioa β 1-4 loturaz elkartutako 300-3000 glukosa molekulaz dago osatuta, huek arraian elkartzen dira. Zuntzen artean hidroxidoen artean hidrogeno loturak ematen dira.



Ph-ak eragina dauka , ph-a azidotzean, pektinen arteko lotura ionikoak apurtzen dira, karboxiloak protonatuta daudelako. Ondorioz, pareta malguagoa bilakatzen da. Zuntzen arteko loturak ahulak eta itzulgarriak dira.

Pareta primarioa hedagarria eta elastikoa da, osagaien loturen arabera gehiago edo gutxiago. Zelula gazteetan pareta primarioa soilik dago.

Pareta zelular primarioaren **ezaugarriak:**

- Gel itxura, inoiz ez da zurruna izango
- Hanpagarria da, zelulosazko mikrozuntzen artean ura gelditzen baita, beraz beti egongo da bustita.
- Zelulosazko mikrozuntzak egitura dispersoan.

- **PARETA SEKUNDARIOA**

Pareta sekundarioaren **konposizioa:**

- %50 zelulosa
- %15-35 lignina
- EZ du pektinarik

Lignina oso molekula konplexua da, eta ez da polisakaridoa. Lignina mota asko daude, alkoholen polimerizazioaren arabera. Alkoholak deshidrogenatzean entzimen jarduera aldatu egiten da.

Pareta sekundarioa oso zurruna eta hidrofoboa da.

Zelulosazko mikrozuntzak paraleloki antolatzen dira. Pareta sekundarioan hiru geruza bereizten dira: S1,S2,S3. Geruza guztietan mikrozuntzak paraleloki kokatzen dira baina

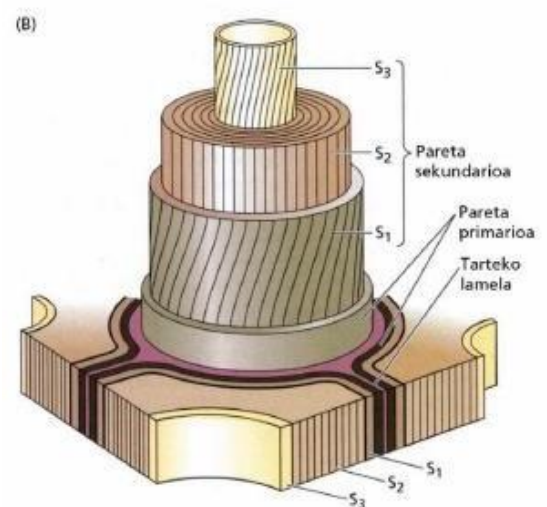
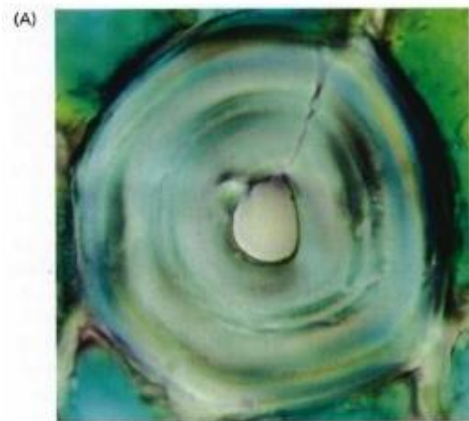
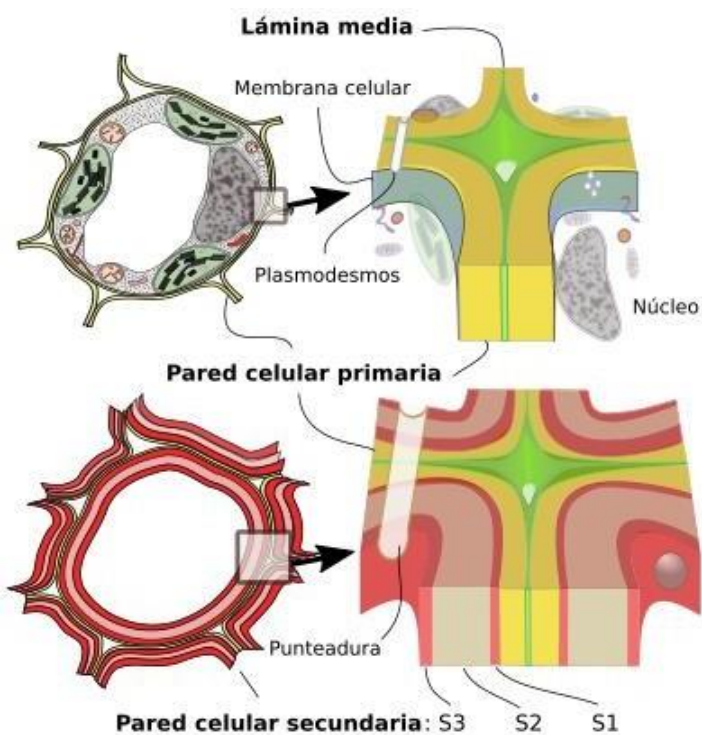
geruza bakoitzean norabide desberdina hartzen dute. Horrela, zurruntasun maila areagotzen da.

Lignifikazioa lignina metatzea sintetizatzeke eta metatzeko prozesua da. Horrela, pareta gogortu, elastikotasuna gutxitu, hazteko gaitasuna galdu eta pareta egonkorragoa bihurtzen da.

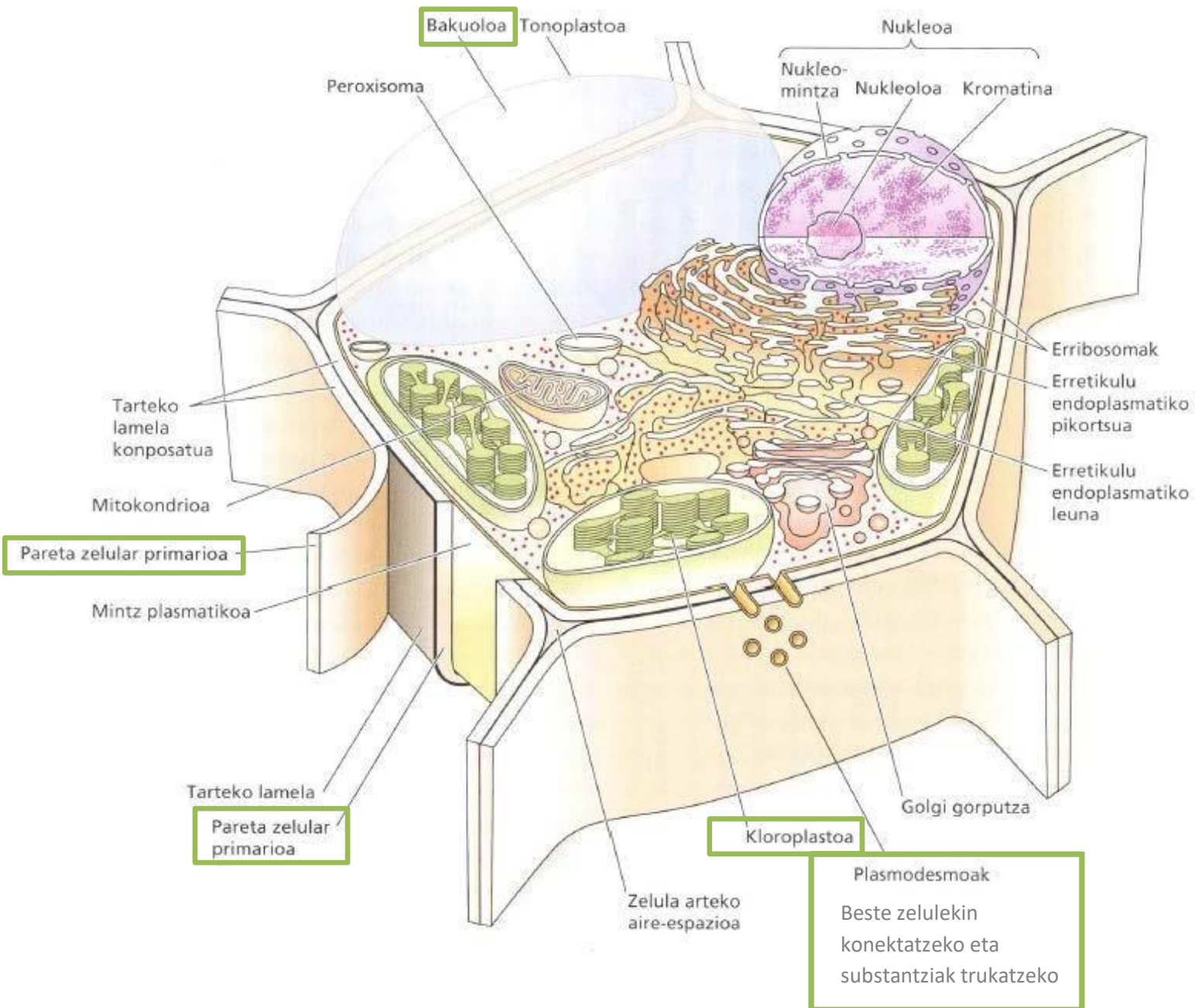
Pareta sekundarioaren beste osagai batzuk:

- Mineralak (K, Mg...) espeziaren arabera mineral desberdinak.
- Konposatu sekundarioak (metabolismo sekundariotik sintetizatzen dira): fenolak, terpenoak, alkaloideak.
- Pareta sekundarioaren kanpoaldean kutina eta zuberina daude. Bi osagai hauek hidrofoboa dira eta gantz azidoak dituzte, Beraz, geruza hidrofoboa eratu eta patogenoen aurrean pareta sekundario babesten du.

Zelula helduetan pareta sekundarioak loditarako hazkundera jasaten du (hazkunde sekundarioa)



S3 geruza da azkena eratzen dena

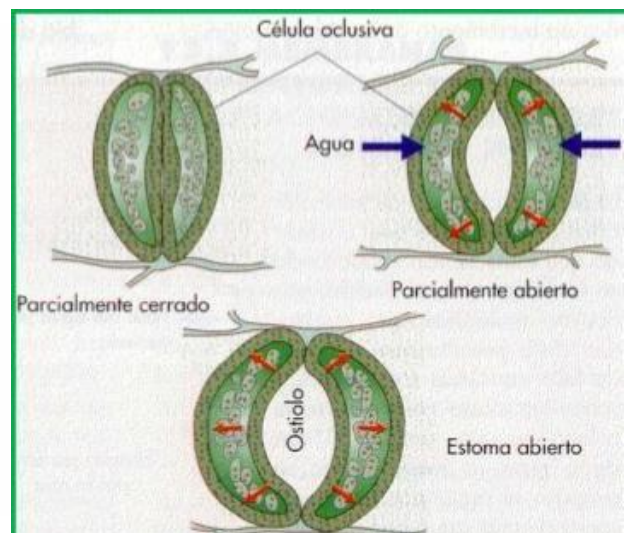
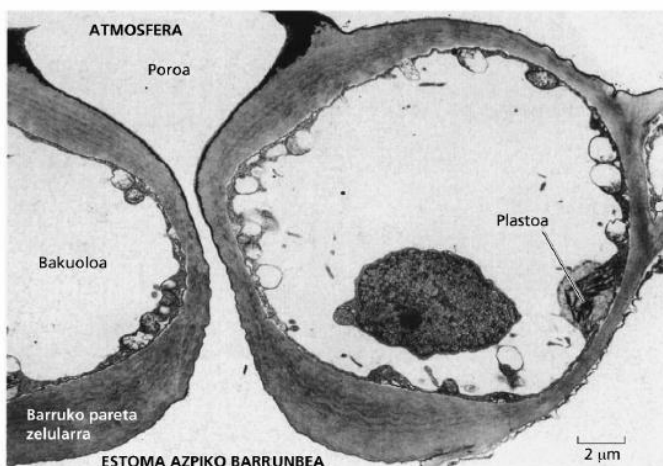


2. GAIA: URA

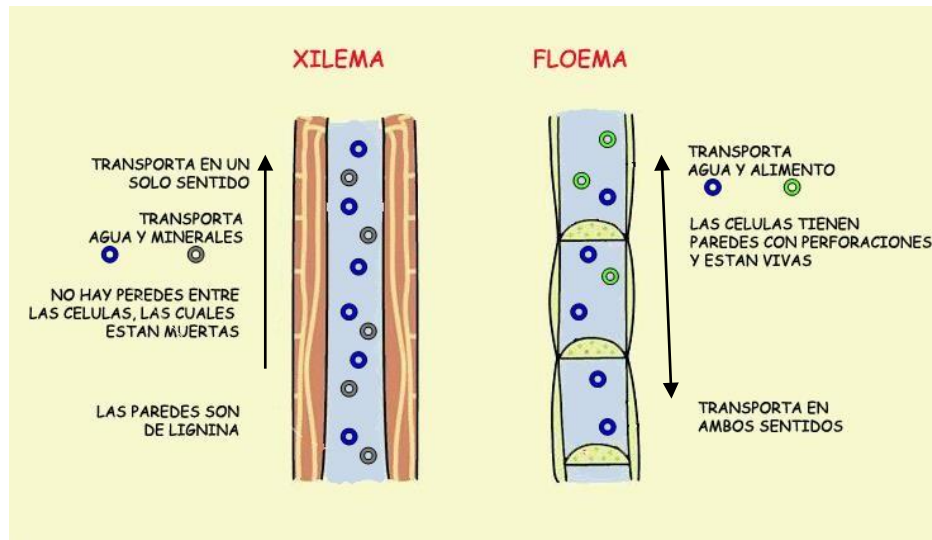
1. URAREN GARRANTZIA

9 arrazoi daude ura garrantzitsua dela esateko:

- 1. Ura da landareen osagai nagusia:** landareen %80-95 ura da (ehun aktiboetan) eta landareen funtzionaltasuna ur kopuruaren menpekoa da. Ur gutxi aktibitate metaboliko txikia eta ur asko, aktibitate metaboliko handia. Landare batek xurgatutako uraren %1 a bakarrik osatzen du biomasa; eta beste %99a atmosferara joango da, hostoek askatuko baitute eta lurrundu egingo baita. Landare guztietan ur balantzea dagoela esaten da, positiboa edo negatiboa izan dateke, xurgapenaren eta galeraren arabera. Ura irabaztea positiboa izango da eta ura galtzea negatiboa.
- 2. Urak baldintzatzen du landare zelularen forma:** Landare zelularen forma bakuoloak zehazten du, izan ere bakuoloan solutu asko dago eta ura bakuoloaren barrura sartze da. Honen ondorioz, paretaren kontra, presio bat sortzen da eta horrela landarearen forma mantentzen da, pareta zurruna baita. Bakuoloak eta paretak aurkako norantzako presioa egiten dute, oreka lortuz.
- 3. Urak hazkundera ahalbidetzen du:** entzima batzuk (auxina entzima esaterako) pareta zelularra apurtzen dute leku jakin batzuetan, eta bakuoloan ura sartzen da, ondorioz, bakuoloa handitu egiten da, espazio gehiago hartzen du. Ondorioz, landarea hazi egiten da. Azkenik, pareta zelularra itxi behar da eta sintetizatu berri diren osagaiei esker (zelulosa, pektina...) ixten da.
- 4. Estomek beraien funtzioa betetzeko ura behar dute:** estomen bitartez gas trukea ematen da, karbono dioxidoa sartzen da estometatik fotosintesia burutu ahal izateko eta arnasketan sortzen den oxigenoa estometatik kanporatzen da. Urak baldintzatzen du estomak irekita edo itxita egotea. Ura zelula oklusiboetan (epidermisan dauden zeluletan) sartzen denean estomak irekitzen dira eta gasen trukea ematen da.



5. **Urak hainbat erreakzio kimikotan parte hartzen du erreaktibo gisa:** erredox erreakzioetan, hidrolisian, arnas erreakzioetan eta fotosintesi erreakzioetan parte hartzen du urak.
6. **Elikagaiak uretan disolbatzen dira:** elikagaiak uretan disolbatzen dira eta sustraietatik xurgatzen dira. Hodi sistematikoen bitartez garraiatzen dira elikagaiak uretan disolbatuta. Xilema eta floema bi hodi mota dira. Xileman bidez elikagaiak gora doaz eta floemaren bidez gora edo behera joan daitezke.



7. **Urak garraioa ahalbidetzen du:** ura molekula polarra denez, hidrogeno zubiak eratzen dira ur molekulen artean. Gainera, ura disolbatzaile ezin hobea da hainbat arrazoirengatik:
- Kohesioa: ur molekulen artean erakarpen indarrak daude, hidrogeno zubiak zehazki.
 - Adhesioa: ura eta solidoen artean erakarpen indarrak daude, adibidez: ura eta pareta erakarri egiten dira.

Kohesioa eta adhesioaren ondorioz kapilaritatea (indar bat) sortzen da eta **kapilaritateari** esker, ura eta mantenugaiak garraiatu daitezke xileman gora.... Hala ere, xileman gorako garraioa ez da soilik kapilaritateagatik sortzen, ur-potentzialaren (beste indar baten) ondorioz eta kapilaritatearen ondorioz da posiblea. Beraz, urak garraioan paper garrantzitsu bat jokatzen duela ikusi dezakegu. Uretan gasak, ioiak eta solutuak disolbatu daitezke.

8. **Ura barne tenperaturaren erregulatzaileria da:** transpirazioarengatik barneko estometatik ura ateratzen da. Ur hori atmosferara doa eta lurrundu egiten da, ondorioz, tenperatura jaisten da. Honela, barneko tenperatura konstante mantentzea lortzen da. Horregatik esaten da urak egonkortasun termikoa ematen diola landareei.

- 9. Landare espezieen banaketan eragina dauka urak:** ur-eskuragarritasunaren arabera ingurune batean landare espezieak batzuk edo beste batzuk egongo dira. Ur eskasia badago, landareen hazkundera eta garapena mugatua izango da.

3.GAIA: UR POTENTZIALA(ψ ,psi)

1. NOLA DA POSIBLE GRABITATEAREN KONTRA, URA LANDAREAN ZEHAR GORA IGOTZEA?

Ura landarean zehar gora igotzen da, nahiz eta grabitatearen kontra dona, ur-potentzialaren gradientea ur-mugimenduaren eragilea baita. Ur-potentzialaren gradientea bi leku desberdinen artean dagoen gradientea da eta ura mugitzen du alde batetik bestera.

2. UR POTENTZIALA

Ur potentziala neurri erlatiboa da eta ur puruarekin (disolbatutako soluturik ez duen urarekin) konparatzen da, ur puruaren $\psi=0$ MPa baita. Ur potentziala beti negatiboa dela jakitea garrantzitsua da, bertan substantzia disolbatuak baititu.

$$1\text{MPa}=10\text{bar}=9.87\text{atm}$$

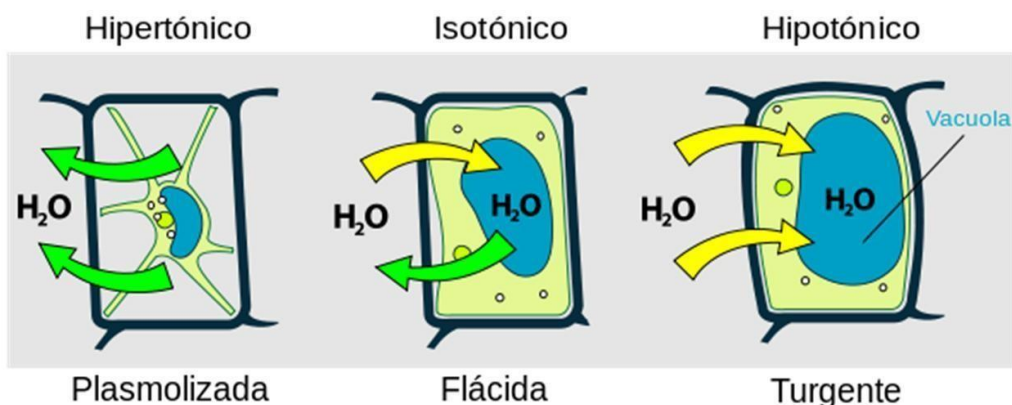
Ur potentzialen balioak desberdinak diren eremuen artean gradientea sortuko da eta osmosiaren bitartez, potentzial altuenetik potentzial txikienera joango da ura, hau da, solutu gutxi dagoenetik solutu asko dagoen lekura.

3. PLAMOLISIA, OREKA ETA TURGENTZIA

Plamolisia zitoplasmatik ura kanpora joateko prozesua da, eta hau zelularen barnean solutu asko dagoelako gertatzen da. Zelula barnean kanpoan baino solutu kontzentrazio gehiago badago, **ingurunea hipertonikoa** dela esaten da. Beraz, plasmolisia ingurune hipertonikoa denean gertatzen da. Plasmolisiaren ondorioz landareak ximeldu egiten dira.

Ingurunea isotonikoa bada, hau da, barneko solutu kontzentrazioa eta kanpokoak berdinak badira, zelula **orekan** dago eta ondorioz, ez da ur mugimendu nabaririk emango.

Ingurunea hipotonikoa bada, kanpoko solutu kontzentrazioa barnekoa baino txikiagoa bada, **turgentzia** emango da. Turgentzia ura zelularen kanpotik barnera sartzean datza. Zelulak ez du eztanda egingo pareta zeularrarengatik.



4. GAIA: SPAC (SOIL-PLANT-ATMOSPHERE CONTINUUM)

1. SPAC

Lurzoruen, landareen eta atmosferaren artean etengabeko ur korronea dagoenez, sistmea hidrodinamiko bat osatzen dute. Hau Muberrek aipatu zuen lehen aldiz 1924an.

LURZORUA → LANDARE → ATMOSFERA

2. LURZORUAK ETA SUSTRAIAK

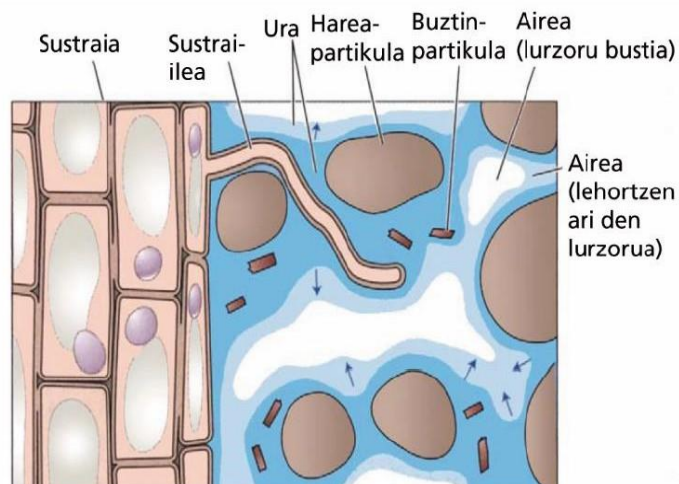
Lurzoru desberdin guztiek 3 fase jasaten dituzte:

- **FASE SOLIDOA:** tamaina desberdineko partikula organiko eta inorganikoek parte hartzen dute fase honetan.
- **FASE LIKIDOA:** urak parte hartzen du fase honetan eta partikulen arteko hutsuneak betetzen ditu.
- **GAS FASEA:** oxigenoak eta karbono dioxidoak gunek betetzen dituzte.

Lurzoru areatsuan fase likidoa mantentzea zailagoa da eta buztintsuan, aldiz, errazagoa.

Lurzoru bat lehortu ahala, gas fasea luzatu egiten da eta fase likidoa laburtu, likidoa landareroa joaten baita edo ebaporatu egiten baita.

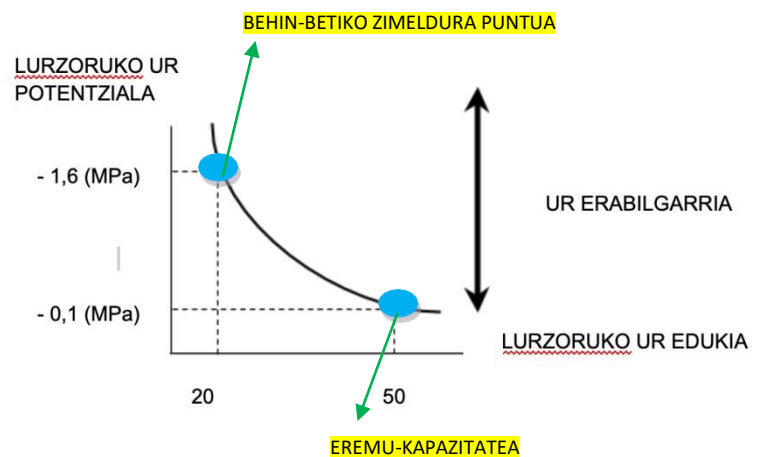
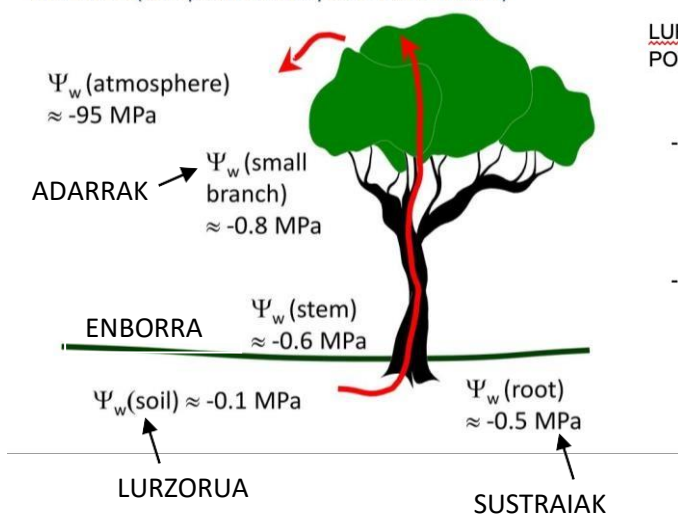
Ura sustrailetakoko ile xurgatzaileetan sartzen da, ondoren hiru faseak eman daitezten.



3. HAINBAT KONTZCEPTU

- **UR-GRABITAZIONALA:** euria egiten duenean, euriak lurzorua zeharkatzen du eta gero ura galdu egiten da, hau da, ura ez da lurzorian gelditzen eta beraz, landareek ezin dute ur hori erabili.
- **UR-KAPILARRA:** euria egiten duenean, lurzoruko partikula solidoen artean mantentzen den ura da. Landareek ur-kapilarra erabiltzen dute.
- **EREMU KAPAZITATEA:** lurzoru bat eremu-kapazitatean dago bere partikulen artean izan dezakeen ur kapilar guztia duenean.
- **BEHIN BEHINEKO UR-ESKASIA:** momentu jakin batean, landarea lehortu egiten da, ura falta zaiolako. Beraz, behin-behineko ur-eskasia egoera itzulgarria da, euria egiten badu, landareak ura lortuko baitu.
- **BEHIN-BEHINEKO ZIMELDURA PUNTUA:** lurzoruko ur potentzial balio bat da non landareak ezin duen ura hartu sustraietatik. Hau gradienterik ez dagoelako eta landareko zelulak hankaz gora daudelako gertatzen da.
- **KONDUKTIBITATE HIDRAULIKOA:** konduktibitate hidraulikoak ura lurzoruko partikulen artean erraz edo zailtasunarekin mugitzen den deskribatzen du. lurzoru areatsuan buztintsuan baino azkarrago mugitzen da ura, partikula areatsuak handiagoak baitira.
- **UR-EDUKIA:** lurzoruko bolumen jakin batean zenbat ur dagoen neurtzeko baliagarria da. Lurzoru zati bat eremu-kapazitatean pisatu, lehortu eta berriro pisatu behar da. Ondoren kenketa eginez, ur-edukia lortuko dugu.

The SPAC (soil-plant-atmosphere continuum)



2. URAREN XURGAPENA SUSTRAIETAN:

Uraren xurgapena, ur potentzialen araberakoa da, ura potentzial negatibotik positibora joango da.

Ura ile xurgatzaileetatik sartzen da landareetan. Ile xurgatzaileak txikiak eta ahulak dira; eta ez daukate urarekiko erresistentziarik, hau da, ura erraz sartzen da ile xurgatzaileetan. Ile xurgatzaileek epidermisa dute soilik, eta xurgapen azalera handitzen dute, %60 arte.

Xilema hodiz jositako sistema da, eta sustraietatik hostoetarainoko garraioa baimentzen du. Ile xurgatzaileetatik xilemaraino iristeko hainbat bide jarraitu ditzake urak:

- **APOPLASTOA:** pareta zelularrak eta zelulen arteko guneeak osatzen dute, eta uraren garraioarekiko erresistentzia baxua du. Uraren garraioa Casparyren bandetara iristean bukatzen da. Hau da gehien erabiltzen den bidea.
- **SINPLASTOA:** zeluletan zehar, mintz plasmatikoa zeharkatu behar denez, uraren garraioarekiko erresistentzia handiagoa da.
- **BAKUOLO BATETIK BESTERA:** oso gutxitan erabiltzen da bide hau, ura oztopo askorekin aurkitzen baita (pareta, plasma-lema, organuluak...)

4. XILEMAN GORAKO GARRAIOA

Xilema uraren garraioaz eta banaketaz arduratzen da. Xilemak sustraietako ura hartu eta landare osoan zehar banatzen du.

Xileman zelula desberdinak daude. **Trakeidak** xileman dauden zelula batzuk dira. Eboluzioan xilemako zelula bakarrak trakeideak zeuden. Trakeidea bata bestearen alboan dagoenez, uraren bidea ez da zuzena. Trakeideak gimnospermoen xilemetan nahiz angiospermoetan daude. **Hodiko elementuak** angiospermoen xilemetan soilik dauden zelulak dira. Hodi-elementuetan ura azkarrago garraiatzen da, bidea zuzenagoa baita. Bai trakeidak, bai hodi-elementuak hilda eta lignifikatuta dauden zelulak dira eta garraio funtzioa dute.

Xileman gora garraiatzen da izerdi landugabea.

5. TRANSPIRAZIOA

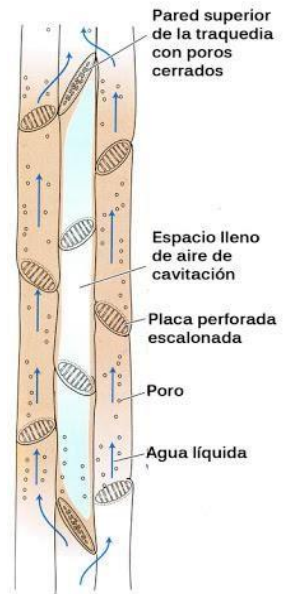
Transpirazioa hostoetan dauden estometatik ura galtzeko prozesua da.

Transpirazioa da ur potentzial aldaketaren ($\Delta\psi$) sortzailea berez. Horretaz gain, ur mugimenduaren indar eragilea da. Honek xileman gorako garraioa ahalbidetzen du. Beraz, historik gabeko zuhaitzetan ez da xileman bidezko garraiorik emango.

Batzuetan xileman arazo bat sortzen da: **kabitzioa edo enbolismoa**. Ura garraiatzen den hodiak apurtu daitezke. Hau, uretan disolbatutako gasak burbuilak eratzen dituztelako gertatzen da. Burbuila horiek hodi horretan ematen ari zen garraioa eten ditzakete. Kabitzioa hainbat arrazoirengatik sortzen da:

- Hostoetan transpirazio-tasa oso altua delako
- Sustraietan ura motel xurgatzen baita

Kabitzioa errazago konpontzen da gasak burbuila txiki asko askatzen dituztenean eta ez burbuila handi bat askatzen dutenean. Kabitzioa konpontzeko kabitatutako zatia ondoko hodietatik igaro behar da. Gainera, zuhaitz luzeetan sarriago agertzen de kabitzioa txikietan baino.



6. KABITAZIOAREN AURREKO KONPONBIDEAK:

- Gauean estoma itxi egiten dira eta ondorioz, transpirazio-tasa jaitsi egiten da. Hala ere, sustraiak ura xurgatzen jarraitzen dute. Beraz, ur zutabeak gorantz bultzatzen dira eta modu honetan, burbuilak desagertzen dira.
- Sustraietako presioa positiboa dela esaten da, sustraiak ioiak xurgatzen baitituzte ATP-a kontsumituz. Beraz, sustraietan solutua metatzen da eta horrela, gradiente lurzorua handitzen da. Honen ondorioz, ur gehiago sartuko da sustraietan.
- Ur-garraioa beste hodi batzuetara bideratu daiteke, kabitzioa gertatu ez den hodietara eta horrela garraioa ez da eteten.

7. ATMOSFERA

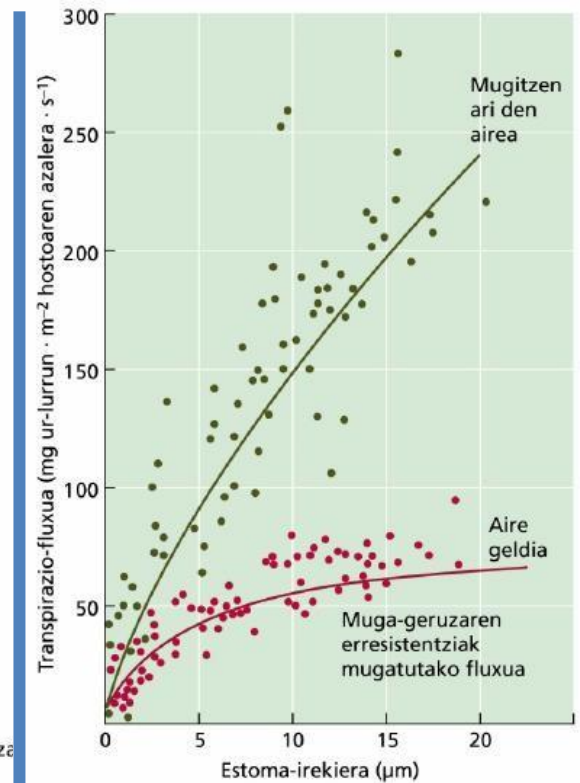
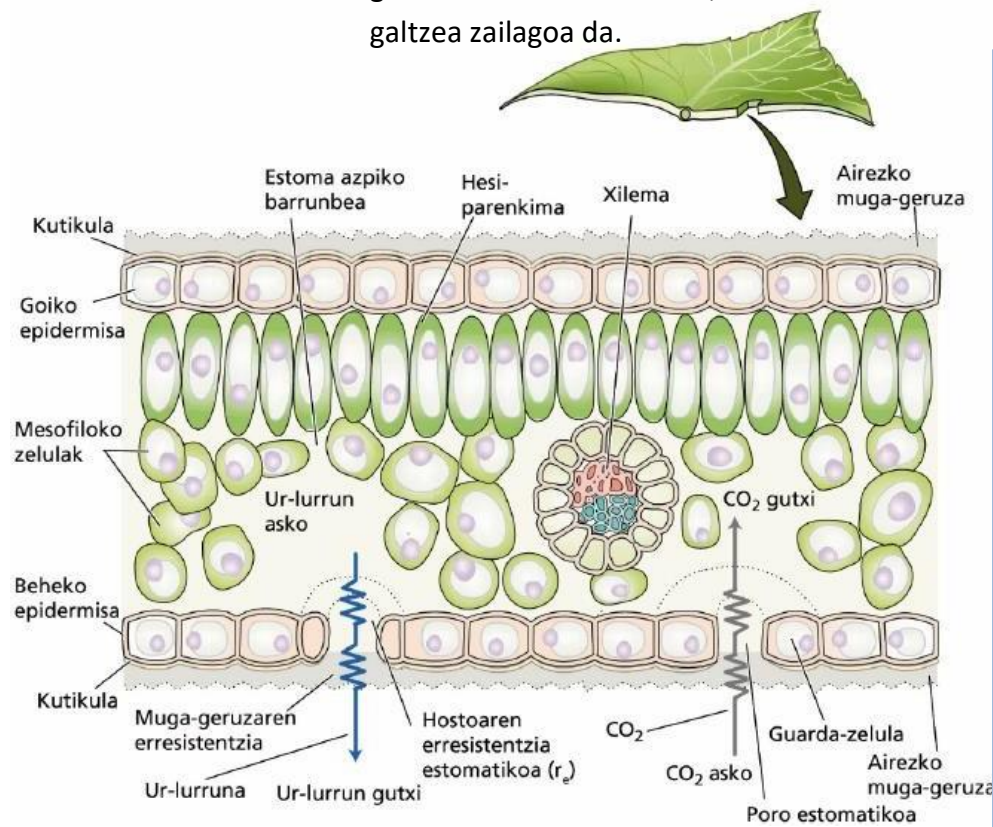
Atmosferako tenperatura oso altua den leku batean, (40°C gutxi gorabehera), hezetasun erlatiboa baxua izango da eta ondorioz, ur-potentzialaren (ψ) balioa ere oso baxua izango da. Horrelako baldintzetan bizi diren landareen transpirazio-tasa oso altua izango da, transpirazioaren bidez, atmosferak behar duen ura askatuko baitute.

8. LANDAREEK UR-GALERAK EKIDITEKO ERABILTZEN DITUZTEN METODOAK:

- **Kutikularen lodiera handitzen dute:** ur kutikula geroz eta lodiagoa izan ura galtzea zailagoa da. Kutikula hostoaren goiko eta beheko partean dagoen geruza hidrofoboa da, epidermisaren gainean kokatzen dena.



- Estomak moldatu:** estomak hostoetan dauden zulo mikroskopikoak dira eta bertatik ura galdu eta gasen trukea ematen da. Landareen estomen kopurua espeziaren arabera aldatzen da. Lehorte asko dauden lekuetan, bertako landareek estoma gutxi edukiko dituzte, aldiz, tropikoan, leku hezeetan estoma asko. Horretaz gain, estomen kokapena ere desberdina izango da, goiko edo beheko epidermisan egon baitaitezke. Ingurune lehorreko landareek beheko epidermisan izango dituzte estomak, tenperatura apur bat altuagoa izango baita goiko epidermisan. Gainera, estomen tamaina txikiagoa izango da ingurune lehorreko landareetan, ura ekiditeko asmoz. Azkenik, estomen forma ere aldatu egiten da, espezie batzuetan epidermisan oso sakon daude eta beste batzuetan azalean, ageriago (tropikoan) egongo dira.
- Muga-geruza:** hostoaren goiko eta beheko aldean dagoen aire geruza da. Haizea dagoenean, hostoetako muga-geruza desagertu egiten da, haizeak eramaten baitu eta beraz, ura galtzea errazagoa da. Muga geruza haizerik ez dagoenean oztopo gisa jokatzen du ura galeraren aurrean.
- Pubeszentzia:** hosto batzuetan ile txikitxoak agertzen dira eta hauek muga-geruza eusten dute. Beraz, ileak daudenean muga-geruza mantendu eta ura galtzea zailagoa da.



5.GAIA: ELIKAPEN MINERALA

1. OROKORTASUNAK

Elikagai edo mantenugai minerala konposatu kimiko bat da, landare batek sustraietatik hartzen duena, uretan disolbaturik egonda. Gerora xurgatutako elikagai edo mantenugai minerala osagai zelular bihurtuko dute edo energia lortzeko erabiliko dute landareek.

Landareen pisu lehorraren %96a **Carbonoa**, **Oxigenoa** eta **Hidrogenoa** dira.

Landareek elikagai edo mantenugai mineralak lurzoruko partikula organikoetatik (N,P,S) eta inorganikoetatik (K, Mg, Ca, Fe...) hartzen dituzte. Partikula inorganiko eta organikoen eskuragarritasuna lurzoruko pH-aren arabera da. Gerta daiteke lurzoruan burdin asko egotea baina landareak magnesio falta edukitzea, magnesioa ionizatuta ez dagoelako, disolbatuta ez dagoelako...

Disoluzio elikagarria ur disoluzio bat da, non landare bate behar dituen elikagai mineral guztiak disolbatuta dauden. Disoluzio elikagarrietan pH=5.5 izan behar da.

Lurzoruko pH-aren arabera, elikagai batzuk eskuragarri egongo dira edo ez. Adibidez, lurzoruaren pH-a 7.5 bada, boroaren eskuragarritasuna oso txikia izango da. Horregatik aipatu dugu lehen, disoluzio elikagarrien pH-a=5.5 izan behar dela, lurzoruaren pH=5.5 denean elikagai guztiak baitaude eskuragarri.

Hoagland ikertzaileak proposatutako errezetak erabiltzen dira disoluzio elikagarriak prestatzeko.

Landareek 17 **mantenugai mineral esentzial** behar dituzte bizitzeko. Esentzialak direla esaten da, horiek kenduta landareek ezin baitute beraien hazkundera burutu. Mantenugai mineral esentzialak bi taldeetan sailkatzen dira, behar den kantitatearen arabera:

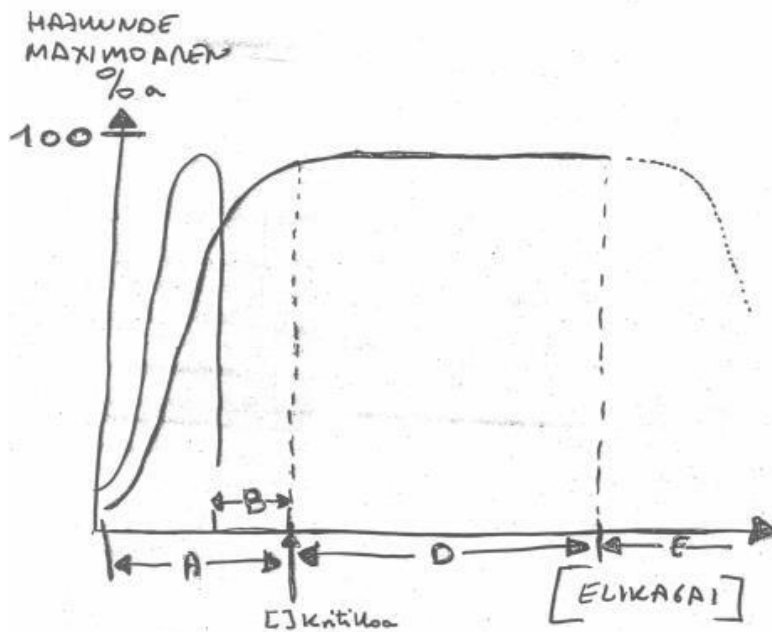
- **MAKROELIKAGAIK:** kantitate handietan dira beharrezkoak
- **MIKROELIKAGAIK:** kantitate txikian dira beharrezkoak

Makroelikagaien kontzentrazioak landarearen hazkundera eragina du eta hazkundera duen eraginaren arabera, 4 tarte bereizten dira:

- **A→ESKASIAREN TARTEA:** landarea poliki-poliki haziko da, elikagai falta baitu.
- **B→TRANSIZIO-TARTEA:** oraindik elikagai eskasia sufritzen du landareak baina malda ez da hain bortitza.
- **D→LUXUZKO TARTEA**

- **E→TARTE TOXIKOA:** elikagaien kontzentrazioa oso handia denez, landarearentzat toxikoa izango da eta hazkunde-tasa murrizten da, landarea hiltzen den arte.

Mikroelikagaiak hazkuntzan duten eraginaren arabera ere 4 tarteetan bereizten da baina, luxuzko tartea oso laburra da, mikroelikagaien oso kantitate gutxi behar baitute landareek.



[] **kritikoa:** elikagai baten kontzentrazioa non landareak lehen aldiz bere hazkunde tasarik handiena lortzen duen

Elikagaien beharrezko kantitatea aldakorra da hurrengo faktoreen arabera:

- Adina
- Hazkunde-fasea
- Organoa
- Espeziea

Elikagaien arteko elkarrekintzak (katioi-katioi; anioi-anioi; anioi-katioi) daudenean, prezipitatu egingo dira eta beraz, ez dira eskuragarri egongo.

	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺			
NH ₄ ⁺	+													
K ⁺		+												
Na ⁺			+											
Ca ²⁺				+										
Mg ²⁺					+									
Mn ²⁺						+								
Cu ²⁺							+							
Zn ²⁺								+						
Fe ²⁺ /Fe ³⁺									+					
Al ³⁺										+				
Cl ⁻												+		
NO ₃ ⁻													+	
H ₂ PO ₄ ⁻ /HPO ₄ ³⁻														+
SeO ₄ ²⁻														
SO ₄ ²⁻														
MoO ₄ ²⁻														
H ₃ BO ₃														
H ₂ SiO ₄														

+ ikurra dagoen bikoteak ezin dira erabili disoluzio elikagarriak prestatzeko

2. HAZKUNTZA-SISTEMA HIDROPONIKOA

Kultibo hidroponikoa: lurzorurik gabe egiten da. Sustraiak zuzenenan disoluzio elikagarrietan sartuko dira, oxigenoa gehitzen zaio ez usteltzeko. Nahiko garestia da, baina erabilgarria da hainbat kasutan sustraiak aztertzeko esaterako, sistema oso garbia baita.

3. SINBIOSIA

Sinbiosia N finkatzen duten bakterioen eta landare batzuen sustraien arteko asoziazioa da,. Adibidez: lekale landareetan (babarrunak, soilak,ilarrak...), *rhizobium phaseoli* edo *Bradyrhizobium japonicum* bakterioekin. Landare hauek sinbiosia helburu batekin egiten dute, lurzoruko nitrogenoa asimilatzeke helburuarekin.

4. NODULUAK

Bakterioek landareen sustraiekin egiten duten sinbiosiari nodulu deritzo. Sinbiosia oso espezifikoa da. Inokulatu egin behar da, bakterioak espezifikoki sartuko dira eta ez da edozein bakterio sartuko, zehatz bat baizik.

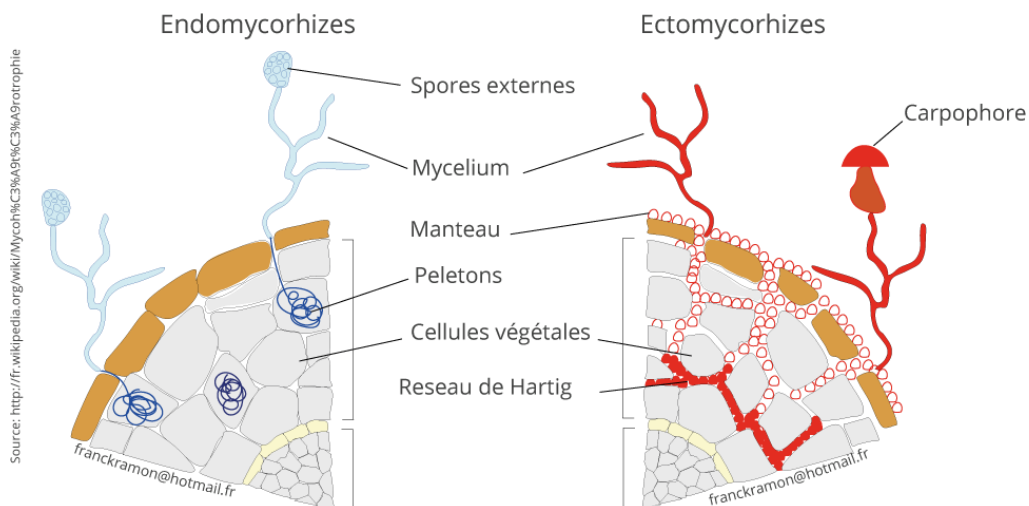
Leghemoglobina hemoporteina bat da, eta leguminosa deritzon bakteriek sustraiekin eratzen dituzten noduluetan dago.

5. MIKORRIZAK

Mikorrizak landare baten sustraien eta onddo baten arteko sinbiosia da. Sinbiosi mota honen helburua lurzoruko nitrogenoa asimilatzea da. Landareak azukreak emango dizkio onddoari; eta onddoak ura eta nutriente gehiago emango dizkio landareei. Horretaz gain, onddoek metal astunen aurrean sustraiak babesten dituzte, substantzia babesleak askatzen baitituzte.

Hainbat mikorrizak mota daude:

- Ektomikorrizak: onddoak ez dira sustraiaren kortexean sartzen, hau da, ez dira barrura sartzen.
- Endomikorrizak: onddoak kortexeko zeluletara sartzen dira.
- Beste batzuk (ektoendomikorrizak)

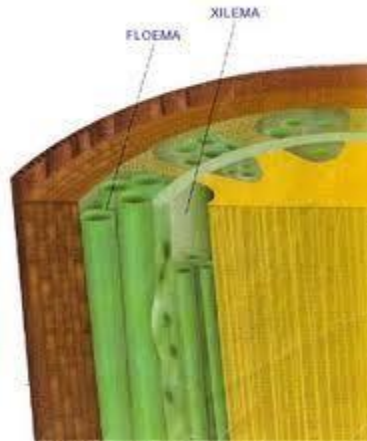


6.

GAIA: FLOEMA

1. SARRERA

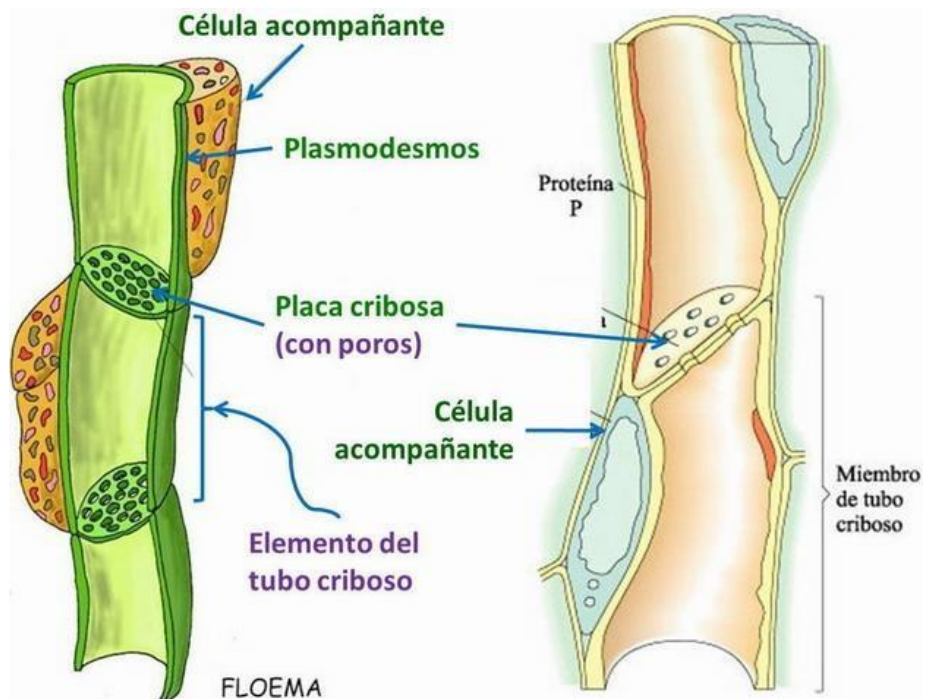
Floema eta xilema dira landareen garraio sistema. **Floemen** (arterien) bidez **izerdi landua** garraiatzen da, **xileman** (zainan) zehar, aldiz, **izerdi landugabea** garraiatzen da.



2. FLOEMAREN EGITURA

Floemako zelulak bizirik daude eta oinarriko zelulari **bahe-elementua** deritzo. Organulu gehienak zelula laguntzaileetan kokatzen dira. **Plasmodesmo adarkatuak** bahe elementuak eta zelula laguntzaileak konektatzen dituzten zuloak dira. Mesofiloko zeluletan fotosintesian (Calvinen zikloan) azukreak sintetizatzen dira. Azukre hauek floemara joango dira bahe zeluletan zehar, gero landare osoan zehar garraiatuak izateko.

P proteina bahe elementuetan dago eta floemako zauriak ixten ditu, zapa landua ez galtzeko. Floemako zauririk ohikoenak intsektuen ziztadak dira. Intsektuek floema ziztatzen dute izerdi landuan sakarosa asko dagoenez, honetaz elikatzen direlako.



3. FLOEMAKO IZERDIAREN KONPOSIZIOA:

Izerdi landua uretan disolbatzen denez, **ura da disolbatzailea**.

- **AZUKREAK:** izerdi landuaren pisu lehorraren %90a azukreek osatzen dute. Gehien garraiatzen den azukrea sakarosa da. Azukreak beti agertzen dira alkohol batzuekin lotuta. Beraz, azukreetatik, glukosatik, fruktosatik eta galaktosatik polialkoholak deribatzen dira.
- **KONPOSATU NITROGENODUNAK:**
 - **Aminoazidoak:** glutamato, glutamina, aspartatoa eta asparragina aminoazidoak dira gehien garraiatzen diren konposatu nitrogenatuak. Seneszentzian (udazkenean), zahartze prozesuan, aminoazidoen kopurua igotzen da.
 - **Proteinak:** p proteina esaterako, patogenoen aurrean babesa ematen du. zauriak ixten laguntzen duenez, ez die patogenoei sartzen uzten.
 - **N garraiatzaile txikiak:** hauei **ureido** deitzen zaie. Adibidez alatonina. Hauen kopurua ere igotzen da seneszentzian.
 - **Entzimak**
- **ELIKAGAI MINERALAK:** Elikagai mineraletan anioiak beta katioiak duade. Baina izerdi landuan katioi (K, Mg, Na, Ca...) gehiago daude anioi (Cl, fosfatoak, sulfatoak, nitratoak...) baino.
- **HORMONAK:** 5 hormona talde aurkitu daitezke izerdi landuan:
 - **Auxinak**
 - **Giberelinak**
 - **Zitokininak**
 - **Azido abstentzioa**
 - **Etilenoa:** etilenoa gasa denez, garai batean ez zuten hau identifikatzeko tresnarik, baina gur egun badakigu badagoela, tresneria berria baitauekagu.
- **BESTE BATZUK:**
 - **Herbizida sistemikoak:** belar hilgarria da, landare txarrak akabatzeko erabiltzen den konposatu kimikoa.
 - **Birusak**

- **Hazkunde erregulatzaileak:** hormona guztiak hazkunde erregulatzaileak dira baina hormonetaz gain, badaude beste hazkunde erregulatzaile mota batzuk.
- **Poliaminak**
- **Azido jasmonikoa**
- **Brasinoesteroideoak**
- **Azido salizilikoa**

4. FLOEMAN BARRENEKO GARRAIOA

Hostoetako mesofilo zeluletan jada sakarosa sintetizatu denean, hiru pauso jarraituko ditu:

1. **Hartze-prozesua:** sakarosa hostoetako mesofilo zeluletatik bahe hodira joango da.
2. **Presio-fluxuaren eredia (Münch zientzialariak proposatutakoa):** eredu honek sakarosa leku batetik bestera nola mugitzen den edo garraiatzen den azaltzen du.
3. **Askatze-prozesua (floema deskargatzea):** sakarosa floematik ateratzeko prozesua da.

5. HARTZE-PROZESUA

Sakarosa zelula laguntzaileetara eraman behar da. Sakarosa difusio bidez joango da apoplastora, inolako arazorik gabe. Baina sakarosa asko baldinba dago, aurretik sakarosa hori "bultzatu" beharko zaio. Orduan, ATPasak ATP-a degradatuko du. Ondorioz, H^+ -a apoplastora askatuko da. Hau sakarosarekin elkartu eta **kogarraioaren** bidez, zelula laguntzailera joango da. Honek energia gastua suposatzen du.

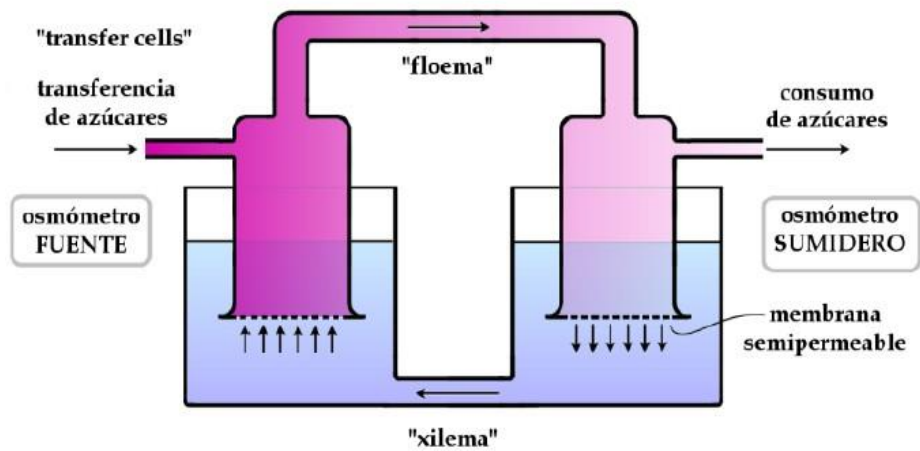
Behin sakarosa zelula laguntzailean dagoela, inolako arazorik gabe zeharkatuko du plasmodesmoa eta bahe elementuan sartuko da.

6. PRESIO-FLUXUAREN EREDUA (MÜNCH-en EREDUA)

Behin sakarosa bahe-hodian barrena dagoela, landare osoan zehar nola garraiatuko den azaltzen du eredu honek. Sakarosa etengabe sintetizatzen bada, bahe elementu horretan solutuen kontzentrazioa handitzen joango da. Solutuen kontzentrazioa oso handia denean ur potentzialaren kontzentrazioa geroz eta baxuagoa izango da, geroz eta negatiboagoa izango da. Xilemaren trakeidaren ur potentziala altuagoa denez ura xilematik (-0,8MPa) floemara (-1,1 MPa) igaroko da (solutu gutxi dagoenetik solutu asko dagoen eremura: **osmosia**). Ur horrek bultza egingo du eta presioa eragingo du,

presio fluxu bat eraginez. Kasu honetan beherantz baina gora ere izan daiteke. Pixkanaka pixkana sakarosa degradatzen edo desagertzen joango da eta isurbide leku batean atera egingo da. Beraz, ur potentzialaren kontzentrazioa beraz positiboago izaten joango da (-0,4MPa), sakarosaren kontzentrazioa jeisten baita. Hartaz, ura xilemara bueltatuko da (-0,8MPa).

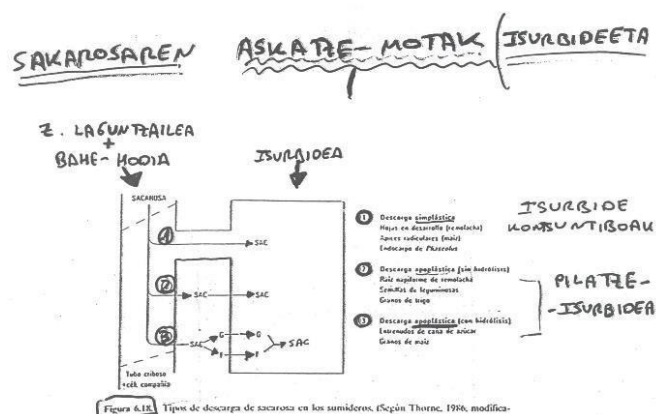
Hipótesis del Flujo a Presión Münch, 1926 (modelo de laboratorio)



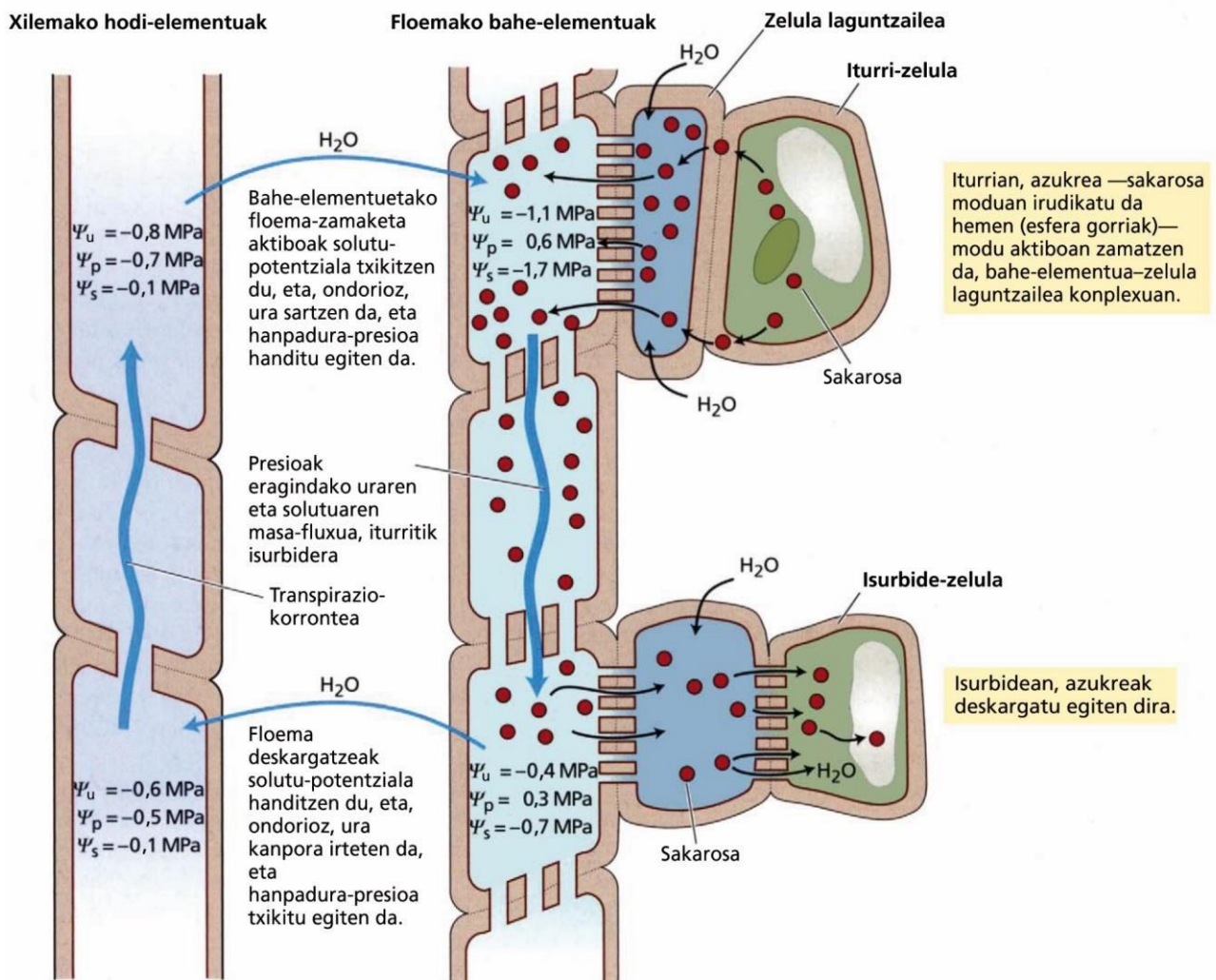
7. ASKATZE-PROZESUA (FLOEMA DESKARGATZEA)

Bi isurbide mota daude:

- **ISURBIDE KONSTITUTIBOAK:** sakarosa iritsi bezain laster degradatu egiten da, energia lortzeko. Energia metabolismo handia duten gunetan beharrezkoa da, adibidez, udaberrian hosto eta lore berrietan. Sakarosa bahe hodietatik plasmodesmoak igaro eta behar den lekura joango da.
- **GORDETZE EDO PILATZE ISURBIDEAK:** isurbideak sakarosa gordeko du erreserba gisa, tuberkuluak adibidez. Hidrolizatu gabeko sakarosa apoplastora ateratzen da eta ondoren, gordetze isurbidera sartzen da. Sakarosa apoplastora ateratzean hidrolizatu egiten da eta fruktosa eta glukosa moduan sartuko da gordetze-isurbidera. Behin isurbidera sartutakoan, berriro osatuko dute sakarosa.



8. FLOEMAN BARRENEKO GARRAIO OSOA AZALTZEN DUEN ARGAZKIA



7.GAIA: LANDAREEN HORMONAK

❖ LANDAREEN HORMONEN OROKORTASUNAK

Landareek hormonak beraiek sintetizatzen dituzten **konposatu kimikoak** dira. Konposatu kimiko hauek hazkundean (zatiketa zelularrean eta luzapen zelularrean) eta garapenean (desberdintzapenean) eragiten dute, eta hormonaren kontzentrazioa txikia izan behar da bi faktore hauetan eragina edukitzeko. Berez, hormonak oso kontzentrazio txikitik aurkitzen dira eta **5 talde nagusitan** sailkatzen dira: auxinak, giberelinak, zitokinak, azido abszisikoa eta etilenoa. Hormona bakoitzak eragin bat dauka landarean.

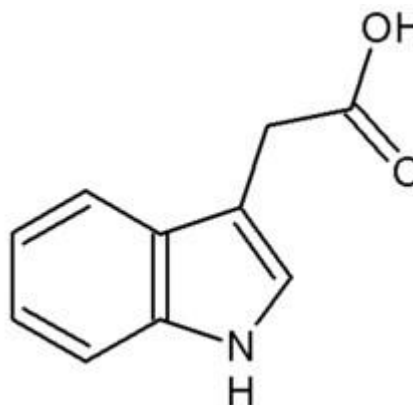
Hormona gehienak ziklikoak dira, baina etilenoa salbuespena da, gasa delako eta ez delako ziklikoa. Hormona talde batek prozesu desberdinetan hartzen du parte eta hormona talde desberdinek kontrolatzen dute prozesu bat.

1. AUXINAK

Landareen hormonak naturalak edo sintetikoak izan daitezke.

- **AUXINA NATURALAK:**

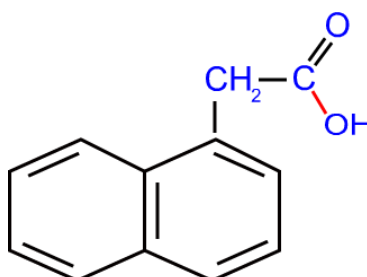
- **Azido indolazetikoak (AIA):** hormonarik ugariena eta eraginkorrena da



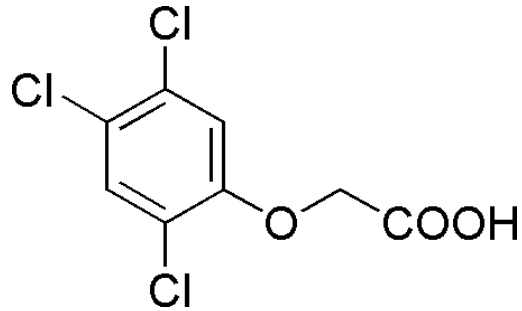
- Auxina naturalak kontzentrazio altuagoetan agertzen dira zurtoien meristemoetan, hosto gaztuetan eta garapen prozesuan dauden fruituetan.

- **AUXINA SINTETIKOAK:**

- **Azido naftalenazetikoak**



- **2,4-D:** herbizida (belar txarren heriotza eragiten dute) bezala erabiltzen da



- Hormona sintetikoak hormona naturalen eragin berdina dute.

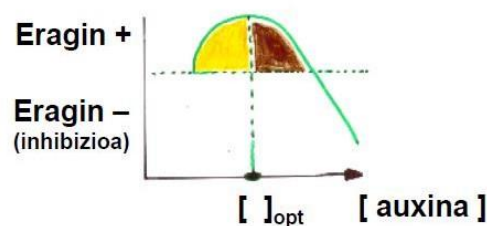
Landare hormonak aske daudenean dira **eraginkorrak**. Hormona sintetizatu egingo da, eraginkorra izango da eta ondoren degradatu egingo da. Baina hormona eraginkorra den bitartean hurrengoa gertatu daiteke:

- **Ez du funtzioa beteko:** bakuoloan metatuko da hormona kantitate asko dagoelako.
- **Konjokatu egingo da:** kantitate gehiegi dagoenez konjokatu egin daiteke eta eraginkortasuna galtze da, hormona blokeatuta gelditzen da. Glukosa, proteinak... konjokatu daitezke.
- **Garraiatua izango da:** hormona sintetizatu eta xilema edo floeman barrena hormona hori behar den lekuraino garraiatuko da.

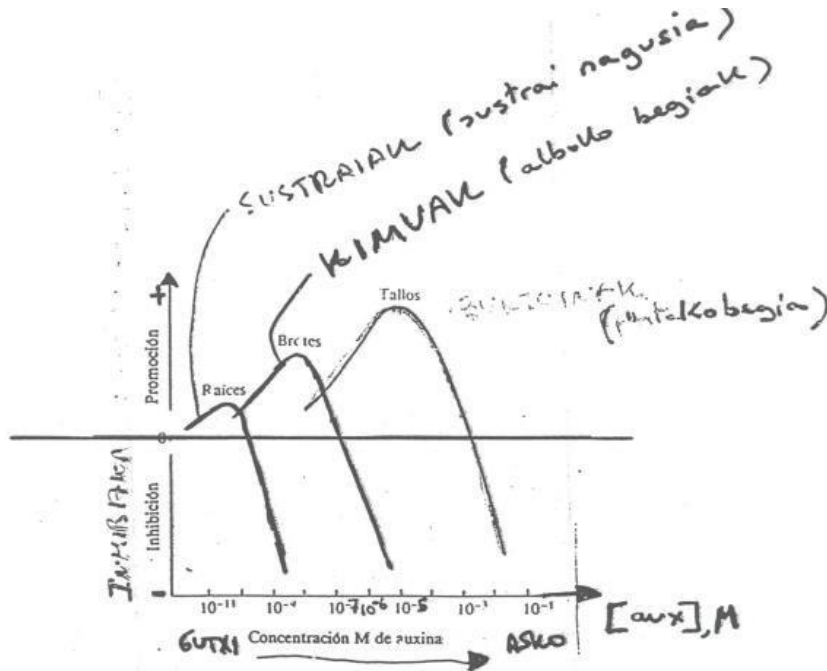
❖ AUXINEN ERAGINAK:

- **Bioentseia (erantzun kurba):** edozein molekula berri sintetizatzean egiten da. Konposatu horren kontzentrazioa aldatuz landarean zer gertatzen den frogatzeko erabiltzen da. Konposaturen kontzentrazio jakin bat jartzean, hormonak ez du eragin gehiago izango landarean eta eragina jeitsi egingo da. Kontzentrazio horri kontzentrazio optimo esaten zaio. Beraz, kontzentrazioa handia denean inhibitza joko du.

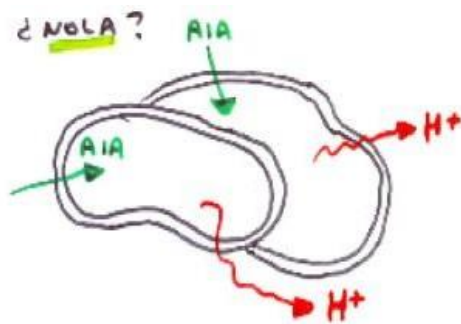
BIOENTSEIUA (erantzun-kurba):



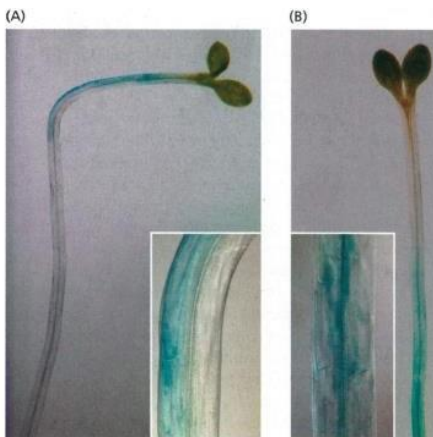
- **Luzapena (zurtoin, kimu eta sustraietan):** auxina kontzentrazioaren arabera landarearen atal bat edo beste bat luzatuko da. Auxinen kontzentrazioa txikia bada sustraiak luzatuko dira, kontzentrazioa ertaina bada kimua, alboko adarrak; eta azkenik, kontzentrazioa handia bada, zurtoinak.



- **Luzapen zelularra:** Auxina izeneko hormona zelularen barnera sartzean apoplastora protoiak ateratzen dira. Ondorioz, zelulen arteko protoien kontzentrazioa igotzen da eta apoplastoaren pH-a jeisten da, azidoago bihurtzen da. Egoera honen aurrean polisakaridoen entzima degradatzaileak aktibatzen dira, zelulasa edo hemizelulasa esaterako eta entzima degradatzaile hauek pareta zelularreko polisakaridoen arteko loturak apurtzea eragiten dute. Ondorioz, pareta zelularra hainbat lekuetan apurtuta gelditzen da. Zelula osatuta egon behar duenez, pareta apurtu den lekuetan polisakarido berriak kokatuko dira eta zelula luzatuko da.



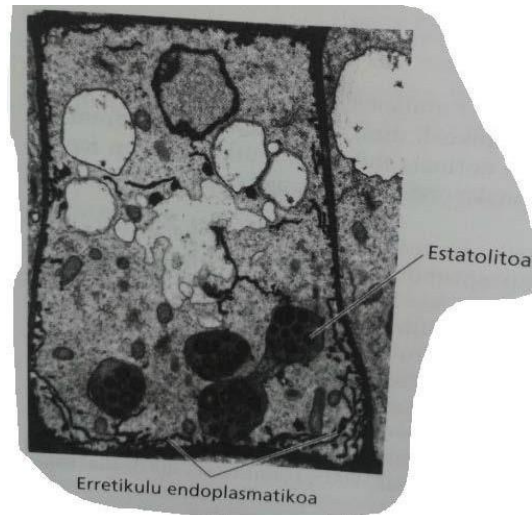
- **Tropismoak:** landarearen atal edo organo batek **kanpoko kinada** edo estimulu bati erantzuteko egiten duen **hazkunde mugimendua** da. Guk bi tropismo mota aztertuko ditugu:
 - **Fototropismoa:** kanpo estimulua **argia** da. Zurtoina argia dagoen alderantz haziko denez, **zurtoinak fototropismo positiboa** duela esaten da. **Sustraia** aldiz, argiaren kontrako aldera hazten da, beraz, **fototropismo negatiboa** du. **AIA** landarearen **ilunpeko aldean metatzen** da, hau da, argiak jotzen ez duen aldean. Hau azaltzeko **bi hipotesi** sortu ziren. Lehen sortu zen hipotesiak zioen AIA argipean suntsitzen zela. Baina, gerora bigarren hipotesi bat asmatu zuten, lehenengoa ez baitzen zuzena. Bigarren hipotesiak dio AIAK garraio laterala duela, hau da, argipeko aldetik (zeluletatik) ilunpeko aldera garraiatzen dela, eta bertan metatzen dela. Gaur egun bigarren hipotesia onartzen da eta koleoptiloa (landare batzuen lehenengo hosto ahula babesten duen geruza bat hazkunde prozesuan) aztertuz frogatu zuten. Koleoptiloa argia dagoen alera makurtzen dela ikusi zuten eta hau ilunpeko aldean AIA kontzentrazio altuagoa dagoelako da. Koleoptiloa goitik behera zeharkatzen zuten beirazko plaka bat jarri zuten, AIAren garraio laterala guztiz oztopatuz. Ondorioz, koleoptiloa ez zen argia zegoen alderantz makurtu. Hau argipean eta ilunpean AIAren kontzentrazio berdina zegoelako gertatu zen, alboko garraioa ez baizen aurrera eraman jarritako oztopo fisikoagatik.



ARGAZKIAREN AZALPENA: Arabidopsis landarearen bi argazki. (A) argazkian oso ondo ikusten da ilunpeko aldean AIA pilatzen dela (urdinez tintatuta dago AIA) eta beraz landarea argirantz makurtzen dela. Horrela, hemen oso ondo frogatzen da ere AIA hormonaren garraio laterala gertatzen dela. (B) argazkia arabidopsis mutantea da non oztopaturik dagoen AIAren garraio laterala. Honen ondorioz, B argazki honetan landarea ez da makurtzen argia dagoen alderantz (A) argazkian gertatzen zen bezala.

- **Grabitropismoa:** kanpoko estimulua **grabitatea** da. **Sustraiak grabitropismo positiboa** du, grabitatearen alde hazten baita; eta **zurtoinak**, aldiz, **negatiboa**, grabitatearen kontra hazten delako. Sustraiaren apizean **estatozisto** izeneko zelula berezi batzuk daude. Estatozistoetan amiloplasto berezi batzuk daude **estatalito** izenekoak eta hauek grabitateagatik eta pisu

ahandia dutelako erretikulu endoplasmaticoaren gainean kokatzen dira batzuetan. Hau gertatzen bada, erretikulu barruan dagoen kaltzioa estatozistoen zitoplasmara aterako da. Zitoplasman inaktibatuta dagoen **kalmodulina** proteina kaltzioarekin lotuko da eta aktibatu egingo da. Ondorioz, estatozistoaren mintzean dauden auxina ponpak piztu egingo dira eta AIA zelula batetik bestera garraiatuko da, sustraiak grabitatearen alde haztea eragiten.



2. GIBERELINAK

Giberelina desberdin asko existitzen dira (136 baino gehiago); eta **landare baskularretan** (goi mailako landareetan) zein **onddoetan** daude.

Giberelinen **orokortasunak**:

- Giberelinen **egitura kimikoa** aztertuko dugu: **20 karbono edo 19 karbono** izan ditzakete.
- Giberelinak **GA letrak eta jarraian zenbaki bat** jarriz izendatzen dira.
- Ikerkuntzan gehien erabiltzen den giberelina GA3 da, hau da, azido giberelikoa.
- Goi mailako landareetan (landare baskularretan) giberelinarik egonkorrenak GA1 eta GA2 dira, biak 19 karbonokoak.

❖ GIBERELINEN EGONKORTASUNA:

Giberelina bat **eraginkorra** izan dadin, bere molekularen **7. karbonoan karboxilo (COOH)** talde bat egon behar da. 7. Karbonoan ez badago karboxilo talderik, giberelina hori ez da eraginkorra izango. Bestalde, giberelina bat **ez eraginkor** bihurtzen da, bere **2. Karbonoan hidroxilo (OH)** talde bat agertzen bada. Adi, nahiz eta giberelinaren 7. Karbonoan karboxilo talde bat egon, 2. karbonoan hidroxilo taldea badago ez eraginkorra izango da.

❖ GIBERELINEN ERAGINAK:

- **Zurtoin-luzapenaren kontrola:** giberelinek adabegien (nudoen) arteko hiperluzapena bultzatzen dute genetikoki diren landareetan eta erroseta formako landareetan.
- **Hazien hazidura:** haziaren germinazioan=hoziketean eragina dute. Gero ikusiko dugun bezala, α amilasa entzimak garrantzi handia izango du.
- **Loraketaren indukzioa:** gibelerina kontzentrazioa altua bada, loreen agerpena eta garapena azkarragoa izango da.

❖ GIBERELINAK EKONOMIAN DUTEN GARRANTZIA:

Giberelinek ekonomian paper garrantzitsu bat jokutzen dute, mahats mordoetan onddorik ez agertzeko edo azukre kanabera ekoizpena handitzeko erabili badaitezkelako.

Mahatsak oso trinko daudenez, beraien artean hezetasun handia dago eta onddoak agertzea oso erraza da.

Azukrea lortzeko azukre kanabera landarea erabiltzen da eta, beraz, azukre asko lortzeko giberelinak erabiltzen dira, adabegien arteko luzapena bultzatzen dutenez, landare hauen zurtoinak oso altu bihurtzen direlako.

❖ ANTIGIBERELINAK:

Antigiberelinak giberelinen lehen eragina, hau da, **adabegien arteko hiperluzapena deuseztatzen duten molekula sintetikoak** dira. Antigiberelina garrantzitsuenak hurrengoak dira:

- Anzimidol-a
- D-fosfon-a
- 1618 AMO-a
- Zikozel-a
- Alar-a

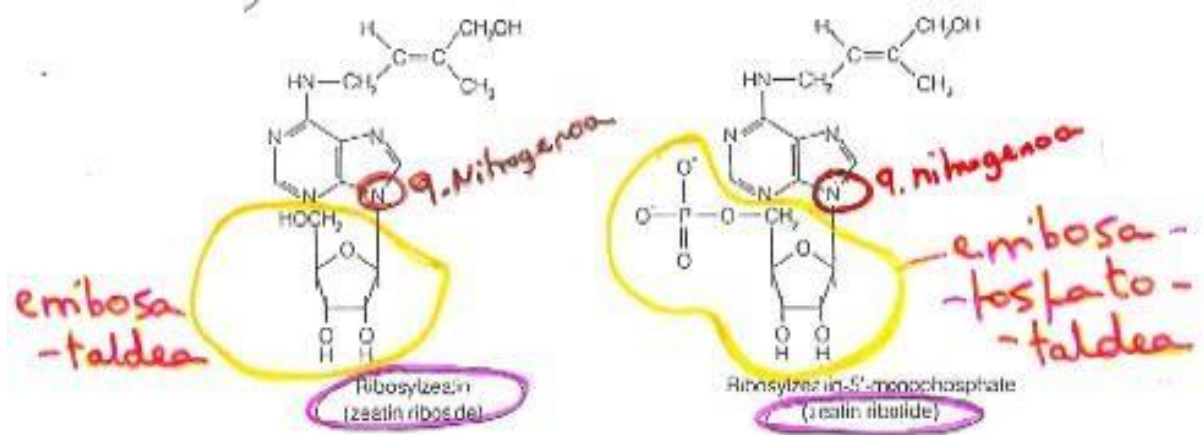
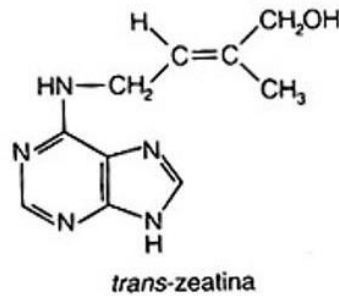
❖ ANTIGIBERELINEN ERAGINA EKONOMIAN:

Antigiberelinak ekonomian ere garrantzitsuak dira.

Adibidez, Liliu generoko edo krisantemoen loregintzan erabiltzen dira loreen zurtoinak normalak baino motzagoak eta trinkoagoak izateko. Horrela, loreen makurketa eta apurketa ekiditen da. Beste adibide bat galburu eraketan (artoaren eraketan) izan daireke. Gari landareak antigiberelinekin tratatzen badira landareen zurtoinak motzagoak eta trinkoagoak izango dira. Ondorioz, galburu helduak duen pisuagatik hura makurtzea zailagoa bihurtzen da.

3. ZITOKININAK

Zitokinak, **purina taldearen deribatuak** dira. Zitokina naturalak (landareek sortutakoak) eta sintetikoak existitzen dira. Zitokina **naturalen** artean hedatuena eta eraginkorrena **trans-zeatina** da. Batzuetan trans-zeatinaren 9.nitrogenoan erribosa talde bat lotzen da eta beste batzuetan, erribosa-fosfato talde bat.



Zitokina **sintetiko** erabilienak **kinetina eta benzil adenina** dira.

Zitokinen **orokortasunak**:

- Zitokinak **landare espezie guztietan** agertzen dira.
- Landareetaz gain, **beste izaki batzuetan** ere agertzen dira, bakterio batzuetan esaterako. Zitokina agertzen den bakterio ikerkuntzan

erabiliena eta ezagunena *Agrobacterium tumefaciens* da. Bakterio honen "abizena"rekin jakin genezake zein den zitokininen eragin bat: tumoreak sortzea.

- Zitokininen **kantitatea aldakorra** da:
 - **Garapen fasearen araberakoa:** organo berrietan kantitate gehiago zaharretan baino.
 - **Inguruneko baldintzen araberakoa:** argi gehiago badago, zitokinina gehiago egongo dira, hartaz, udaberrian udazkenean baino kantitate gehiago dago.
- Zitokininak **sustraietan sintetizatzen** dira eta ondoren, **xilema** hodian zehar **garraiatuak** izaten dira behar diren organoetara iristeko.

❖ ZITOKININEN ERAGINAK:

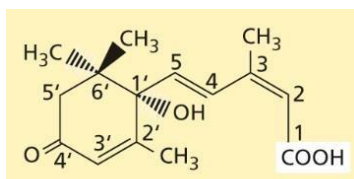
- **Zatiketa zelularra bultzatzen dute:** zelulen kopurua handitzea eragiten dute (zelula batetik bi zelula sortaraztea, bi zeluletatik lau, lau zeluletatik 8,...). **Totipotentzia** landare baten zelula heldu eta desberdindu guztiek duten ezaugarri bat da. Eta ezaugarri honen bidez, medio elikagarri berezi batean non derrigorrez zitokininak garatuko diren, landare baten zati txiki bat hartzen badugu, kailu izeneko desberdindu gabeko zelula multzo bat sortuko da, tumore bat zehazki. Kailu hau morfogenesia egitek erabiliko da.
- **Morfogenesia:** landareek organo berriak (zurtoina, adarrak, sustraiak...) sortzen dituzte morfogenesiaren bidez. Laborategian **mikropropanazio** izeneko teknikaren bidez, kailuak erabiliz morfogenesia eragin dezakegu. Kailu bat erlenmeyer, petri kutxa edo saihodi baten banean jarriko dugu, eta medioa elikagarria izango da non **auxinen kontzentrazioa zitokininena baino altuagoa** den. Egun batzuk edo aste batzuk pasa ondoren, kailuaren desberdindu gabeko zelulak sustrai-sistema osoan bihurtuko dira, hau da, kasu honetan kailu batetik **sustraiak sortzea** lortuko dugu. **Zurtoinak ekoitzi** nahi baditugu, **zitokininen kontzentrazioa auxinena baino altuagoa** izan behar da. Laburbilduz, mikropropanazio teknika erabiliz eta auxina eta zitokininen kontzentrazioekin jolastuz nahi dugun landare organoa lortu dezakegu. Are gehiago, landare osoak lortu daitezke, lehendabizi kailua lortuko dugu, jarraian sustraiak eta azkenik zurtoina eta adarrak. **Mikropropagazioaren abantailak:** landare osoak lortu daitezke azkar, patogenorik gabekoak, leku txiki batean, denak

tamaina eta ezaugarri berekoak, landareen produkzioa edo uzta nahi dugun moduan antolatu dezakegu denboran...

- **Hostoen garapena kontrolatzen dute:** zitokininen eta giberelina hormonek hostoen forma eta tamainaren garapena kontrolatzen dituzte.
- **Seneszentzia (zahartzea) atzeratzen dute:** lehen aipatu bezala, zitokininek zelulen zatiketa bultzatzen dutenez, zahartze prozesua atzeratzea guztiz zentzuzkoa da. Zitokininak landare bati kanpotik gehitzen bazaizkio, proteinen kontzentrazioa mantendu egiten da, proteinak ez baitira degradatzen eta klorofilen kontzentrazioa ere mantendu egiten da, hosto berrietan klorofila agertzen denez, kontzentrazioa handitzen baita, nahiz eta hosto zaharrak desagertuz doazen .
- **Elikagaiak mugiarazten dituzte:** Mothes izeneko ikertzaile batek frogatu zuen zitokininak pilatzen diren organoetara mugitzen direla elikagaiak. Hau logikoa da, udaberrian adibidez zelula, ehun edo organo berriak sintetizatzeke konposatu eta substantzia asko behar direlako.

4. AZIDO ABSIZIKOA

Azido abszisikoa (ABA edo AAB) konposatu bakarra da. Naturan eraginkorra den forma cis ABA da.



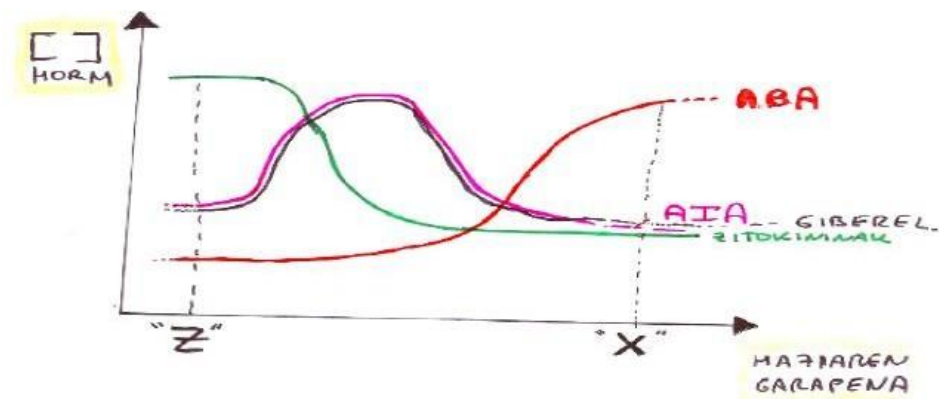
(S)-cis-ABA
(forma aktibo naturala)

❖ AZIDO ABSZIKOAREN ERAGINAK:

- **Begiak dormantzian (loaldian) sarraraztea:** ABA-k **udazkenean sortutako begiak** “dormantzia edo loaldia” izeneko egoera fisiologiko batean sarrarazten ditu. Beraz, ABAren eraginez, udazken eta negu osoan zehar begi **horiek garatu gabe mantenduko dira,**

udaberriaren inguruneko baldintza egokiak (temperatura, argi orduak, argi intentsitate egokiak...) iritsi arte.

- **Haziaren garapen-prozesua:** Haziaren egituraren enbrioia eta erreserba substantziak (karbohidratoak, lipidoak, proteinak...) daude. Hazi baten sortze-prozesuan hormona batzuen kontzentrazioak aldatu egiten dira, ABA-rena esaterako. Hurrengo grafikoa hau dago adierazita. Udaberrian edo udaren hasieran (grafikoko "Z" puntuan) enbrioia sortzeko zelula berri asko behar direnez, momentu horretan kantitate altuan behar diren hormonak zitokininak dira (marra berdea), hauek zatiketa zelularra areagotzen baitute. Enbrioaren zelula kopurua nahikoa denean, zelula horiek garatu eta luzatu behar dira, eta horretarako zitokininak behar ez direnez, haien kontzentrazioa jeitsi eta AIA hormonarena eta giberelinena igotzen da, hauek beharrezkoak baitira. Enbrioia sortutakoan eta garatutakoan, **hazia osatzea eta erreserba substantziak metatzea** falta da, eta pausu honetan **ABA kontzentrazio altua ezinbestekoa** da. Udazkenean gertatzen da hau (grafikoko "X" puntuan). Momentu honetan, haziaren bolumena eta pisu lehorra maximoak izango dira, bertan metatzeko erreserba substantziak.



- **Estres batzuen aurkako babesa:** estres egoeran landareen **hazkunde normala** oztopatu, mugatu edo **murriztu** egiten da. Baina, **ABA-ri** esker landareek **estresari aurre** egitea lortzen dute: ur eskasiari, gazitasunari (lurzoruan gatz mineral gehiegi egotea), hotzari... Beraz, estres egoeran ABA kontzentrazioa altua izango da. Landarea lehortean dagoenean ur potentziala gero eta negatiboago bihurtzen da, hau landarek ABA sintetizatzen duelako da. **ABA kontzentrazioa handia** denean, guarda zeluletara ABA gehiago

iritsiko da eta **estomak itxiko** dira, landareak duen ura bertatik ez ateratzeko. Landarea ureztatzen badugu, ABA kontzentrazioa jeitsiko da eta estomak berriro irekiko dira, fotosintesia egin ahal izateko.

5. ETILENOA

Etilenoaren aurkikuntza oso bitxia izan zen. Alemanian kaleak argitzeko harrikatz-gasa erabiltzen zuten, eta konturatu ziren farola hauen alboan jarritako zuhaitzen hostoak beste zuhaitzetakoak baino askoz gehiago eta lehenago erortzen zirela. Gaur egun badakigu harrikatza erretzean etilenoa ekoizten delako zela. Gai honetan ikusiko etilenoak hosto, lore eta fruituen erortzea eragiten duela, hau da, landaretik askatzea eta lurrera erortzea.

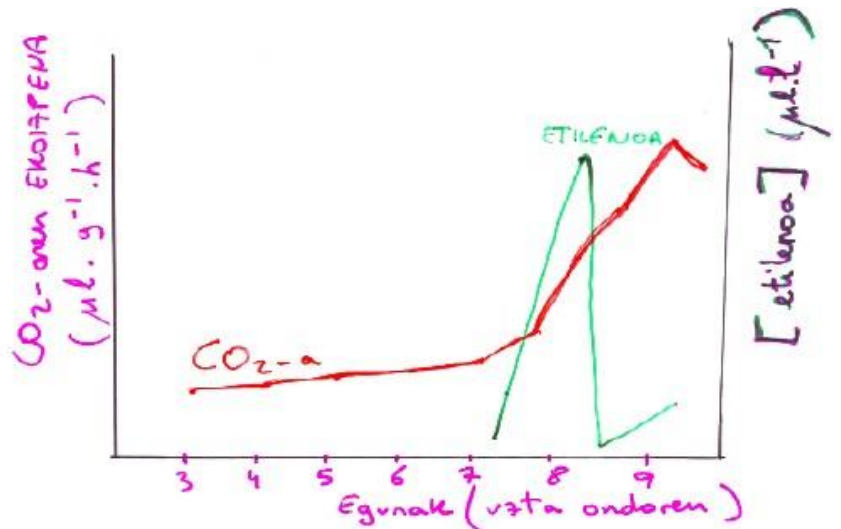
Etilenoaren **orokortasunak**:

- Etilenoa **gas egoeran** aurkitzen den hormona bakarra da.
- **Ez da ziklikoa**, hau da, bere molekulan ez dago eraztun ziklikorik.
- Gas kromatografia teknika erabiliz detektatu daiteke
- **Etilenoari buruzko ikerketak egiteko etefon** izeneko konposatu kimikoa **erabiltzen da**, izan ere, etefona solidoa da eta laborategian solidoa den zerbait gasa den zerbait baino errazago manejatzen da. Etefonak etilenoa askatzen du.
- Etilenoa **landare espezie guztietan sintetizatzen** da eta landareen **organo guztietan** dago.
- Etilenoaren **kantitatea aldakorra** da landarearen organo edo garapen fasearen arabera. Heltzen ari diren fruitu klimaterikoetan etileno kantitatea oso handia da.
- Etilenoa **eraginkorra da oso kontzentrazio baxutan**, nahikoa da 1µL/L edukitzea.

❖ ETILENOAREN ERAGIN NAGUSIAK:

- **Fruituen garapena bultzatu**: etilenoak fruituen garapena bultzatzen du. Gainera, **etilenoa autokatalitiko** da, hau da, etileno molekula batek beste molekula baten sintesia bultzatzen du, eta azkenean etileno kantitatea oso altua lortzen da. Fruituek etilenoarekin duten portaeraren arabera bi fruitu mota desberdintzen dira:
 - **Fruitu klimaterikoak**: meloia, pikua, sagarra, banana, tomate, madaria, txirimoiak... Fruitu klimaterikoak helduak direnean, sekulako **etileno** kantitatea

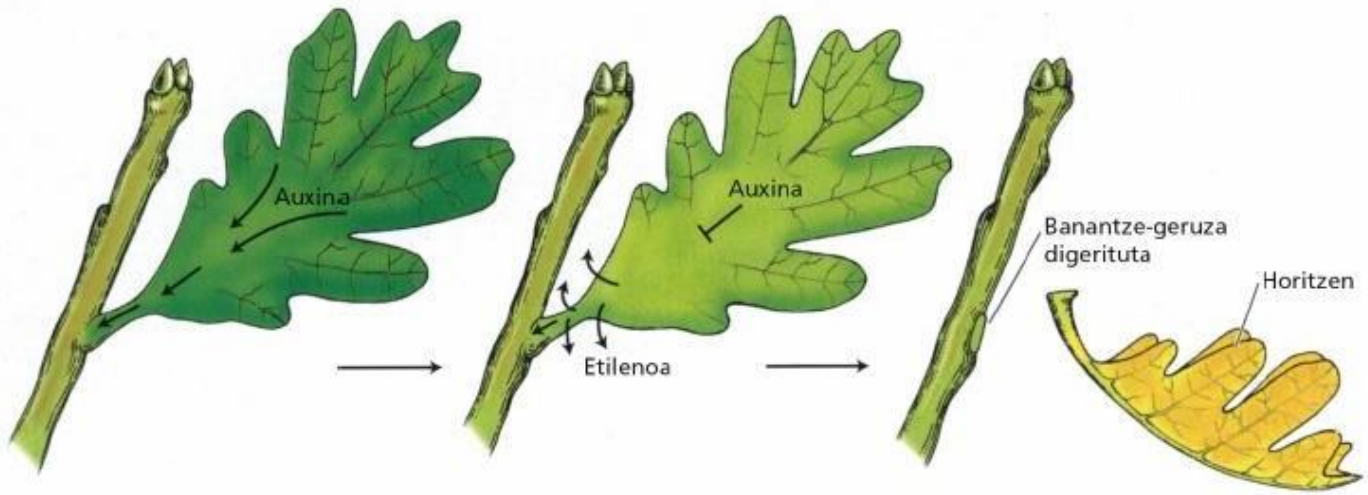
ekoizten dute bat-batean. Etileno honek arnasketa tasa handitzen duenez, fruituetan gordeta zeuden azukreak degradatzen hasten dira. Honen ondorioz, fruituak biguntzen dira, kolorea eta pigmentazioa ere aldatzen da eta gozoagoak bihurtzen dira.



Grafikoaren azalpena: Banana heldu gabeak hartu ziren arbolatik eta, 8. egunean bapatean, etilenoaren ekoizten hasi ziren (marra berdea) eta etilenoaren igoera HONEN ONDORIOZ, CO2aren ekoizpena (arnasketa) ere handitzen da (marra gorria), hau da, gehitze klimaterikoa gertatzen da. Beraz, lehenengo etilenoa ekoizten da eta gero, HONEN ONDORIOZ, CO2a askatzen hasten da, fruituetan gordeta zeuden azukreen arnasketa tasa handitzen delako.

- **Fritu ez-klimaterikoak:** laranja, limoia, marrubia, pomeloa, gerezia, mandarina, mahatsak... Fritu ez-klimaterikoak helduak direnean, **etilenoa modu konstante batean sintetizatzen** da, ez bat-batean, **pixkanaka pixkanaka** baizik. Honen ondorioz, azukreen arnasketa ere pixkanakakoa izango da (CO2aren askapena arnasketan pixkanakakoa izango da). Horregatik fruitu hauek ez dira guztiak batera biguntzen, heltzen edo kolorez aldatzen.
- **Absizioa eragiten dute:** absizioa **hostoen, loreen eta fruituen erorketa prozesua** da. Frogatuta dago etilenoaren eraginez, hosto baten pezioloan hainbat gertaera suertatzen direla: auxina gutxiago garraiatzen edo pasatzen da peziolotik, eta bertan dagoen auxina

degradatu egiten da etileno gehiago sintetizatzean. Horretaz gain, zelulasa izeneko entzima baten jarduera asko handitzen da, eta entzima honek pezioloaren “absizio geruza” izeneko zleulen arteko loturak puskatzen ditu. Beraz, edozein haize boladaren aurrean, hostoa, lorea edo fruitua erraz askatuko da eta urrera eroriko da.



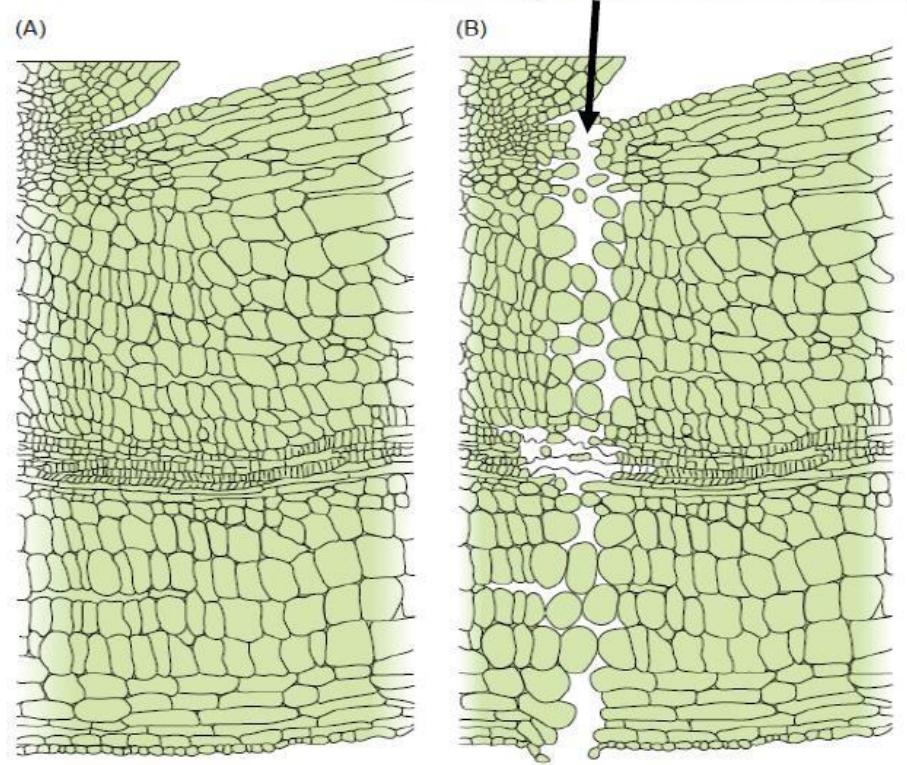
Hostoa atxikitzeko fasea
 Hostoetatik auxina asko iristeak absziogunearen etilenoarekiko sentikortasuna txikitzen du, eta hostoak erortzea eragozten du.

Hosto-erortzea induzitzen duen fasea
 Hostoko auxina murrizteak absziogunearen etilenoarekiko sentikortasuna handitzen du, eta horrek erortze-fasea abiarazten du.

Erortze-fasea
 Pareta zelularreko polisakaridoak hidrolizatzen dituzten entzimen sintesiak zelula-banantzea eta hosto-absizioa eragiten du.

fitofisiologia. Ruiz eta Zeiger, 2017

Absizio-geruza hostoaren seneszentzian

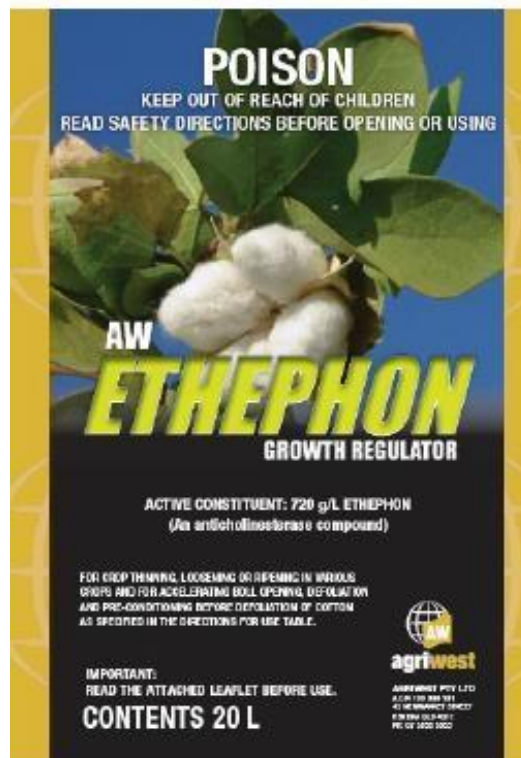


Hostoaren pezioloa ikusten da oraindik etilenoaren eraginik ez dagienean. Oraindik absizio geruzako zelula guztiak lotuta daude haien artean, beraz, hostoa

Absizio geruzako zelulak aske daude haien artean, zelulasa entzimaren eragina nabaritzen da. Edozein momentutan haizeagatik hostoak eror daitezke. Hostoa beti absizio geruza apurtzean askatzen da.



Etilenoak fruitu desberdinetan duen eragina ikusten da. Bertan kolore aldaketa ikusten da, heldu gabe dauden fruituak berdeago daude eta heldutakoak gorriago, etilenoaren eraginagatik.

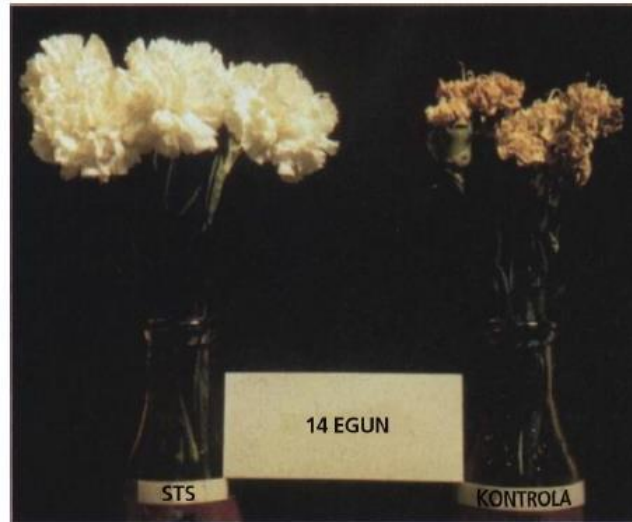


Kasu honetan etefona landareetako kotoi bolatxoak erortzeko erabiltzen da.

❖ **ETILENOAREN eta STS (zilar tiosulfatoa)-ren ARTEKO ERLAZIOA:**

Hurrengo esperimentuan ikuste da **STS (zilar tiosulfato) konposatu kimikoak etilenoaren ekintza blokeatzen** duela. Horrela, loreak freskoago mantendu ditzakegu, 14 egunez STS betatzen badiegu. Kontrol jartzen duen botilan ez

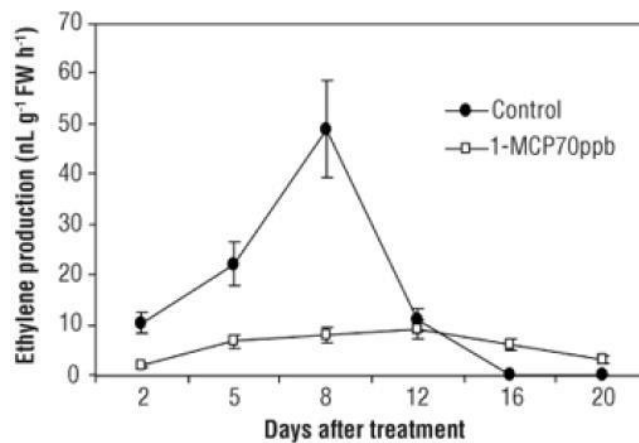
dute STS-rik bota eta beraz, etilenoa ekoiztu da eta loreak heldu dira. Beraz, landare hormonek ekonomian garrantzia dutela ikusi dezakegu.



❖ **ETILENOAREN ETA METILZIKLOPROPANOAREN (1-MCPa) ARTEKO ERLAZIOA:**

Esperimentu honetan metilziklopropanoa (1-MCPa) erabiltzen da klabelin lore batzuekin (grafikoaren puntu zuriak). Beste klabelinekin (puntu beltzak, kontrol loreak) ez da 1-MCPa erabiltzen.

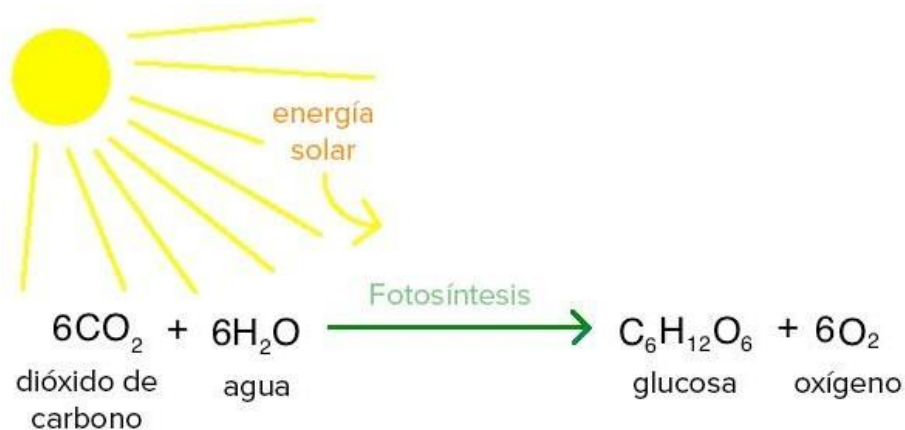
Ikusi dezakegu **1-MCPa konposatuak etilenoaren sintesia inhibitzen duela** eta, beraz, konposatu honekin trataturiko loreak freskoago irauten dutela denboran (20 egunetan gutxienez), izan ere, ez dute etilenorik sintetizatzen. Beste loreetan (kontrol loreak), aldiz, etilenoa sintetizatzen da eta, beraz, azkarrago degradatuko dira (8.egunean degradatzen hasten dira).



8.GAIA: FOTOSINTESIA

1. FOTOSINTESIAREN ERREAKZIOA

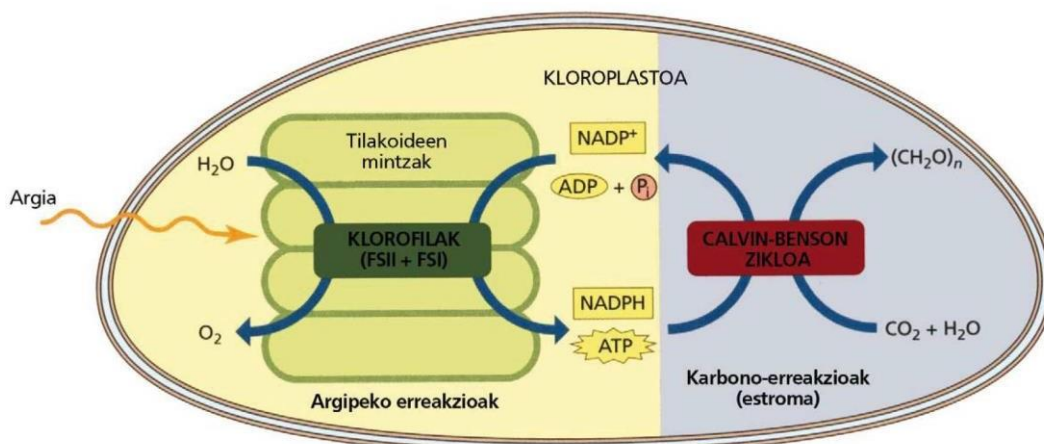
Fotosintesia argi energia energia kimikoan bilatzeko prozesua da, hau da, argi energia azukreetan bilatzzea. XIX.mendean ezagutu zen **fotosintesiaren formula kimiko orokorra**. Fotosintesiaren erreakzio, erredox erreakzio bat da, atmosferako CO₂-a erreduzitu egiten da oxidatzailea baita, eta ura oxidatu, erreduzitzailea baita. Fotosintesiaren ondorioz azukreak (karbohidratoak) sortzen dira eta oxigenoa askatzen da. Fotosintesia gertatzeko argia (gehienetan eguzki energia) beharrezkoa da.



2. FOTOSINTESIAREN FASEAK

Fotosintesian **bi fase** bereizi daitezke: argipeko fasea eta ilunpeko fasea.

- **ARGIPEKO FASEA:** argipeko fasean **ura oxidatu** egiten da, eta elektroiak garraiatzen dira. Bestalde, **ATP**-a (txanpon energetikoa) eta **NADPH₂** (ahalmen erreduzitzailea duena) lortzen dira. Bi konposatu hauek ezinbestekoak dira fase ilunerako. Fase argitsua **kloroplastoen tilakoideetan** gertatzen da.
- **ILUNPEKO FASEA** fase ilunean **CO₂-a erreduzitzen** da, fase argitsuan lortutako ATP-a eta NADPH₂-a erabiliz. Fase honetan **Calvinen zikloa gertatuko** da eta **azukreak lortuko** ditugu. Fase iluna **kloroplastoetako estroman** gertatzen da.



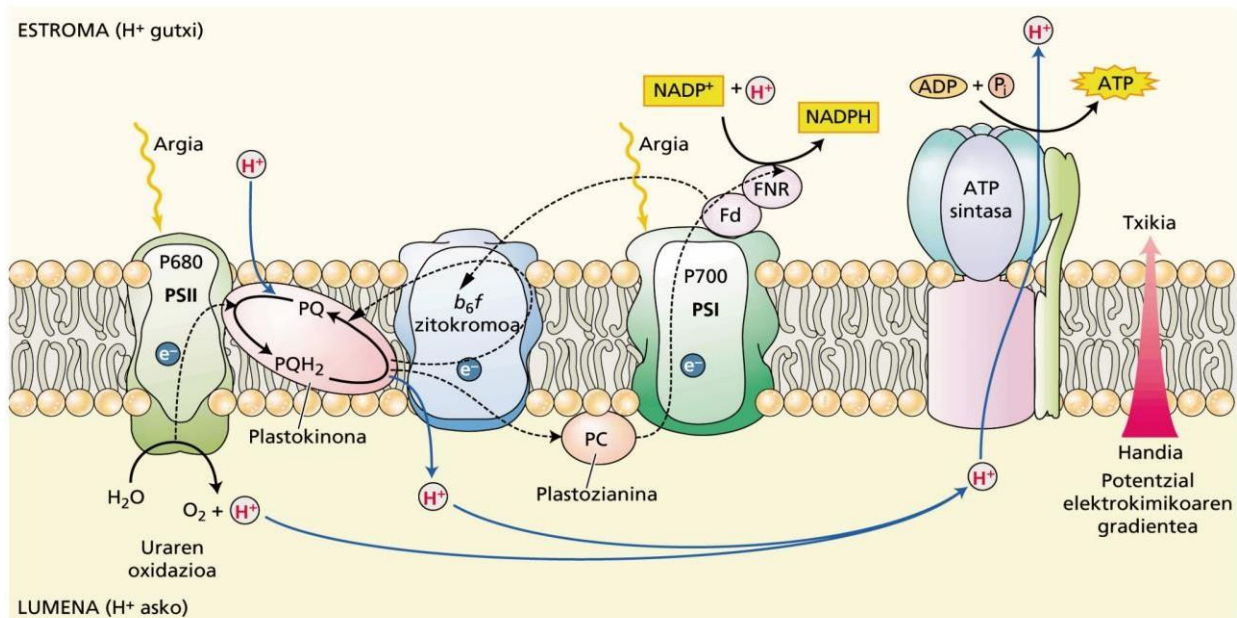
Fotosintesia landareen hostoetan gertatzen da, hostoen mesofiloko zeluletan batez ere, bertan kloroplasto asko baitaute. Kloroplasto hauetan pigmentu fotosintetizatzaileak daude, eta ezinbestekoak dira argipeko fasean landareek argia xurga dezaten. Pigmentu fotosintetizatzailearik ugariena klorofila denez, pigmentu nagusia dela esaten da, baina badaude pigmentu sekundarioak, karotenoak eta xantofilak esaterako.

3. ARGIBEKO FASEA

Pigmentu fotosintetizatzaileak kloroplastoetako tilakoideetan daude modu oso antolatuan: multzotan antolatzen dira argi energia modu eraginkorrean xurgatu ahal izateko; eta distantzia jakin batera kokatzen dira proteina batzuei lotuta daudelarik, argia abiadura handian xurgatzeko. **Pigmentuz eta proteinaz osatutako egitura handiei fotosistema** deritze; eta bi fotosistema daude: **I fotosistema** (ingelesez PSI deiturikoa), eta **II fotosistema** (ingelesez PSII deiturikoa).

Fotosistema batean **bi osagai** daude:

- **Erreakzio gunea:** bertan a klorofila molekula bakarra da.
- **Antena-sistema:** bertan a klorofilak, b klorofilak eta pigmentu sekundarioak modu berezian kokatzen dira. Antena sistemek argi baldintzen aurrean **adaptatu** egiten dira.



Argazkiaren azalpena: argi fasean ematen den elektroien garraioa adierazten duen **Z eskema** bat da. Tilakoide mintzetan sartuta dauden 4 konplexuak ikusi daitezke: PSII, b6f zitokromoa, PSI eta ATP sintasa. Landare batek argia xurgatzean, Z eskema honetan ikusten den bezala, elektroiak garraiatzaile batetik beste batera garraiatzen dira.

Landare batek argia xurgatzean, fotosistemako erreazio gunean dagoen a klorofilaraino energia transferitzen da. Energia transferentzia horrekin batera, elektroiak molekula emaileetatik molekula hartzaileetara garraiatzen dira, hau da, lumen aldean dagoen ur molekulatik estroma aldean dagoen NADP molekulara. Ondorioz, NADP-a erreduzitu egiten da eta NADPH lortzen dugu. Elektroien garraioa lumen aldean dauden H₂O molekulak oxidatzean hasten da. Ur molekula horiek oxidatzean protoiak askatzen dira. Elektroiak b6f zitokromotik pasatzean ere protoiak askatzen dira eta protoi guztiak lumenean metatzen dira, lumenaren eta estromaren artean protoien gradiente bat sortuz (lumenean estroman baino protoi gehiago egongo dira). Gradiente honek protoiek ATP sintasa zeharkatzea baimentzen du eta horrela ATP-a sintetizatzen da eta estroman pilatzen da. Z eskema batean elektroien garraioari esker NADPH eta ATP-a nola sintetizatzen diren azaltzen da, protoien gradientearen adieraziz.

Elektroien garraioa ematen den bitartean, estromaren pH-a alkalinoagoa ,basikoagoa da (pH=8) eta lumenekoa, aldiz, azidoagoa (pH=5) bertan protoiak pilatzen direlako.

Industrian garatu diren **belar hilgarri** batzuk elektroien garraioko Z eskeman oinarritzen dira, batzuk **DCMU=diuron-ek esaterako** elektroien garraioa blokeatzen dute eta beste batzuk **metilbiologenoak=paraquat-ak adibidez** elektroiak bereganatzen dituzte.

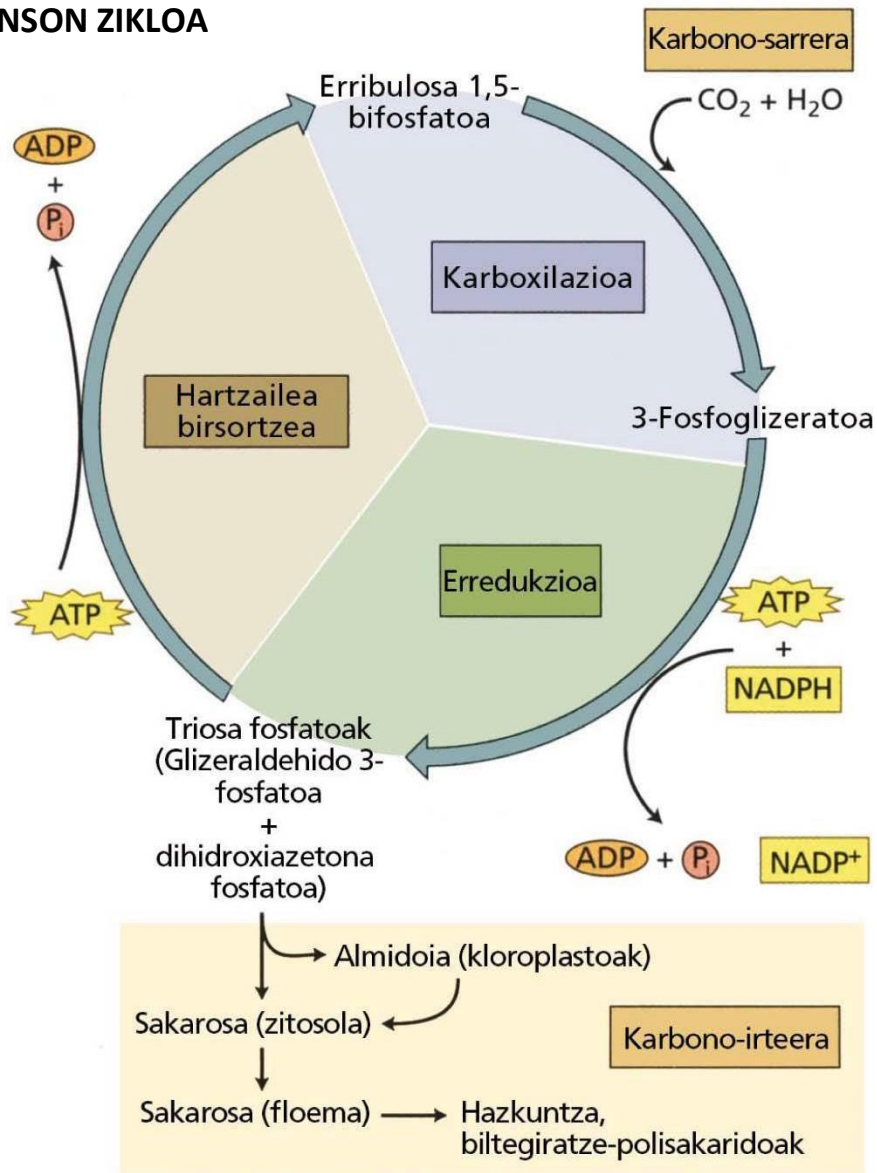
4. ILUNPEKO FASEA

Fase ilunean **Calvin-Benson zikloaren** (Calvinen zikloa) bidez atmosferako CO₂-a finkatzen da **errubisko entzimaren, erribulosa 1,5-bifosfatoaren** laguntzarekin.

Calvinen zikloa hiru faseetan gertatzen da:

1. **KARBOXILAZIOA:** Calvinen zikloaren gertatzen den lehenengo fasea karboxilazioa da. Fase honetan CO₂-ak eta urak 5 karbonoko molekula hartzaile batekin (erribulosa 1,5-bifosfatoarekin) erreazionatzen dute, eta 3 karbonoko bi bitarteko molekula, bi 3-fosfoglizerato, sortzen dira.
2. **ERREDUKZIOA:** Calvinen zikloaren bigarren fasea da. Karboxilazioan sortutako 3-fosfoglizeratoa 3 karbonoko karbohidrato batera (triosa fosfator) erreduzitzen da, fotokimikoki sortutako ATPak eta NADPHak gidatutako bi erreazio entzimatikoren bidez.
3. **HARTZAILEA BIRSORTZEA:** Calvin-en zikloaren amaieran erribulosa 1,5-bifosfatoa (errubisko entzima) birsortzen da entzimek katalizatutako hamar erreazioen bidez (horietako erreazio batek ATP-a behar du).

CALVIN-BENSON ZIKLOA



Karbonoa triosa fosfato moduan ateratzen da CO_2 atmosferiko moduan gertatzen den karbono-sarrera orekatzeko. Calvin zikloaren bidez kloroplastoetan sortutako triosa fosfatoak zelulako beste konpartimentu batzuetan metabolizatzen dira, eta, ondorioz, produktu berriak ekoizten dira, **sakarosa** esaterako. Sakarosa landareen organo heterotrofoetan erabiltzen da hazkuntzarako edo metaketa-produktu gisa.

Laburbilduz, Calvin zikloan, errubisko entzimak atmosferako CO_2 a erreduzitzen du azukreak lortuz, zeinak andarearen hazkunderako edo metaketarako erabiliko diren. Aipatu behar da, errubisko entzimak CO_2 -arekin loturak sortzeaz gain (**karboxilazio-jarduera**), afinitatea ere baduela O_2 -arekin lotzeko (**oxigenasa-jarduera**). Oxigenasa-jardueraren eragin fisiologiko garrantzitsua "C2 karbono-ziklo oxidatibo fotosintetikoa" da, hau da, errubiskoa gai da erribulosa 1,5-bifosfatoaren karboxilazioa eta oxigenazioa

katalizatzeko. **Karboxilazioan**, bi 3-fosfoglizerato molekula sortzen dira; **oxigenazioan**, berriz, 3-fosfoglizerato eta 2-fosfoglikolato molekula bana. Errubiskoak katalizatutako erribulosa 1,5-bifosfatoaren oxigenazioak erreazio entzimatioken sare koordinatu bat abiarazten du, kloroplastoetan, hosto-peroxisometan eta mitokondrioetan gertatuko dena. Prozesu horri **fotoarnasketa** deritzo, eta Calvin zikloak finkatutako CO₂-a galtzea eragiten du. Frogatuta dago erreazio lehiakide horiek landareen hazkuntzan inpaktu negatiboa dutela.

5. FOTOARNASKETAREN AURREAN DUTEN PORTAERAREN ARABERAKO LANDAREEN SAILKAPENA

Landareak 3 motatan sailkatzen dira duten fotoarnasketaren aurrean duten portaeratik:

- **C3 landareak:** gehiengoak dira (landare guztien %85, adibidez, garia, zuhaitzak,...) eta ez dute fotoarnasketa murrizteko aparteko ezaugarririk.
- **C4 landareak:** landare guztien %3, artoa esaterako. CO₂-aren finkapena eta Calvin zikloko gainontzeko pausuak zelula mota desberdinetan (mesofiloko zeluletan eta bala-zorroko zeluletan) burutzen dituzte fotoarnasketa murrizteko.
- **CAM landareak:** Kaktusak adibidez. Landare hauek fotoarnasketa asko murrizteko gai dira. Ur asko aurrezten dute Calvin zikloko faseak egunaren momentu desberdinetan (batzuk egunean zehar eta beste batzuk gauean) egiten baitituzte.

9.GAIA:METABOLISMO SEKUNDARIOA

1. METABOLISMOARI BURUZKO OROKORTASUNAK

Metabolismo konposatu kimikoak sintetizatzeko eta degradatzeko ematen diren erreakzio guztien multzoa da.

Landareetan bi metabolismo mota bereizten dira: **primarioa** eta **sekundarioa**.

Metabolismo **primarioa landare guztietan** ematen da, eta asko dira metabolismo primarioa osatzen duten erreakzioak: landarearen biziraupenean, hazkundera eta ugalketan parte hartzen duten prozesu kimikoak. Metabolismo primarioaren prozesu kimikoen adibide batzuk dira hurrengoak: fotosintesia, arnasketa solutuen garraioa, elikagaien asimilazioa, ehunen desberdintzapena; eta proteinen karbohidratoen, lipidoen eta nukleotidoen sintesi erreakzioak.

Metabolismo sekundarioaren bidez landarearen biziraupenerako beharrezkoak ez diren konposatu kimikoak sintetizatzen direnez, ez da landare guztietan gertatzen. Gutxiago dira metabolismo sekundarioa osatzen duten erreakzioak. Metabolito sekundarioek landarearen eta ingurumenaren arteko harremanetan parte hartzen dute, eta ez dira hondakin substantziak, seinale substantziak baizik. Gainera metabolito sekundarioak primarioetatik sintetizatzen dira.

2. METABOLITO SEKUNDARIOEN FUNTZIO EKOLOGIKOAK:

- **BABESA:**

- Ornodun eta ornogabeen aurrean babesa eskaintzen dute, hauek ez dituzte landareek jaten metabolito sekundarioen eraginez.
- Patogeen aurrean: Birusak, bakterioak eta onddoak (fitoalexinak).
- Ultramore izpi kaltegarrien eta beste estres abiotikoen aurrean.
- Beste landare espezieen hazkundera inhibitzen dute (alelopatia).
- Animalia baten hormona eta neurotransmisoreen egitura mimetizatzen (kopiatzen) dute.
- Mintzen egitura kalteak sortu ditzakete.
- DNAREN eta RNAREN sintesian eragiten dute.

- **ERAKARPENA ETA ESTIMULAZIOA:**

- Polinizazioan laguntzen dute (loreen pigmentazioa, loreen usainak...).

- Hazien sakabanaketa errazten dute (fruituen pigmentazioa, fruituen usainak...).

- **GARRANTZI FISIOLGIKOA:**

- Egiturazko polimeroak, fitohormonak (gibelerinak, zitokiniak, ABA...) eta karotenoideak sintetizatzen dituzte, nahiz eta hauek konposatu primarioak izan, bidezidor sekundarioen bitartez sintetizatzen baitira.

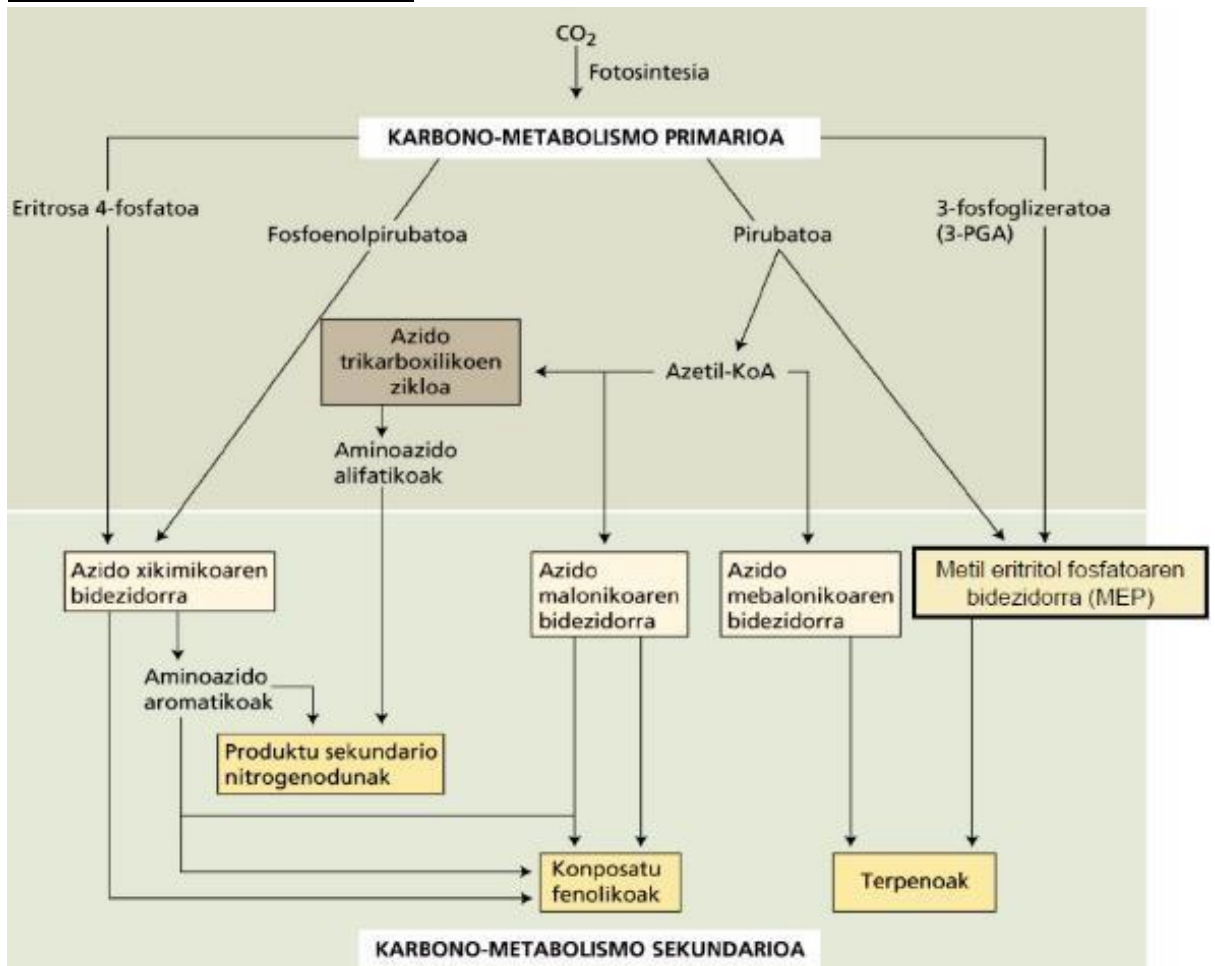
3. NON SINTETIZATZEN DIRA METABOLITO SEKUNDARIOAK?

- **Zitoplasman** konposatu hidrofiliakoak
- **Kloroplastoetan** alkaloideak (kafeina) eta terpenoideak (monoterpenoak) esaterako.
- **Mitokondrioetan** amina eta alkaloide batzuk adibidez.
- **Erretikulu endoplasmatikoan** konposatu lipofiliakoak.

4. NON GORDETZEN DIRA METABOLITO SEKUNDARIOAK?

- **Bakuoloetan** hidrofiliakoak direnak (alkaloideak, glikosido zianogenikoak, glukosinolatoak, saponinak, kardenolidak, flabanoideak...)
- **Erretxinazko hodietan, hodi latiziferoetan, trikometan eta kutikulatan** lipofiliakoak direnak.

5. METABOLISMO PRIMARIOAREN ETA SEKUNDARIOAREN DESBERDINTASUNAK ADIERATZEN DITUEN ESKEMA:



6. METABOLITO SEKUNDARIO MOTAK:

1. TERPENOAK (%55)
2. FENOLAK (%18)
3. ALKALOIDEAK ETA BESTE KONPOSATU NITROGENODUNAK(%27)

7. TERPENOAK

Terpenoak egituran dituzten karbono kopuruaren arabera sailkatzen dira:

- **Monoterpenoak:** 2 isopreno dituzte = 10 karbono.
- **Seskiterpenoak:** 15 karbono.
- **Diterpenoak:** 20 karbono.
- **Triterpenoak:** 30 karbono.
- **Tetraterpenoak:** 40 karbono.
- **Politerpenoak:** 40 karbono baino gehiago.

Landareek terpenoak haien defentsarako edo beste izakiak erakartzeko ekoizten dituzte. Gizakientzat terpenoak interesgarriak dira:

- Usain-belarrak, olio esentzialak eta konposatu lurrunkor aromatikoak egiteko erabiltzen dira, eta lurringintzan eta elikagaigintzan garrantzi ekonomiko handia dute.
- Intsektizidak eta fungizidak terpenoz daude eginda. Adibidez piretrinak (*Chrysanthemum*) monoterpenoak dira.
- Terpenoek bitaminak dituzte: piperrek kapsantina, azenarioek β -karotenoa, tomateek likopenoa...

8. TERPENOEN FUNTZIOAK METABOLISMO PRIMARIOAN:

- **Giberelinak** (diterpenoak): Hazkundearen erregulatzailerak dira.
- **Esterolak** (triterpenoak): Mintza egonkortzen dute.
- **Karotenoideak** (tetraterpenoak): Fotosintesia egiten dute eta fotobabesa eskaintzen dute.
- **Azido abszisikoa:** Garapena erregulatu dute.
- **Klorofila molekularen fitol katea:** Tilakoide mintzari eusten dio.

9. TERPENOEN FUNTZIOAK METABOLISMO SEKUNDARIOAN:

Terpenoak guruin ileetan, zelula jariakorretan (loreen petaloetan), barrunbe jariakorretan (limoiondoaren hostoetan), erretxina hoditaen (pinuetan) eta latex hodiaetan (kautxoaren zuhaitzetan = *Hevea brasiliensis*) daude. Terpenoek bi funtzio nagusi dituzte metabolismo sekundarioan:

- **Erakartzea:** Monoterpenoek eta tetraterpenoek.
- **Uxatzea:** Monoterpenoek eta triterpenoek.

10. FENOLAK

Fenol talde bat dute (-OH eraztun aromatikoan). Hidroxilo bat edo gehiago izan ditzakete, aske edo ordezkaturak. Fenol batzuk disolbagarriak dira disolbatzaile organikoetan, eta polimero handiak, aldiz, disolbaezinak dira. 10.000 konposatuen talde heterogeneoak dira fenolak.

Fenolen sailkapena, egitura duten atomo kopuruaren arabera da:

- **Azido sikimikoaren bidezidorretik datozenak:**
 - Fenilpropanoideak
 - Kumarinak eta furanokumarinak
 - Azido fenoliko sinpleak
 - Aurrekoen polimeroak: Tanino hidrolizagarriak, lignina eta lignanoak
- **Azido sikimikoaren eta malonikoaren bidezidorretatik datozenak:**
 - Flabonoideak: Antozianinak, flabonak, flabonolak, isoflabonak eta aurrekoen polimeroak (Tanino kondentsatuak)
 - Estilbenoak.

11. FENOLEN FUNTZIOA METABOLISMO PRIMARIOAN:

- **Euste funtzioa** (Ligninak).

12. FENOLEN FUNTZIOAK METABOLISMO SEKUNDARIOAN:

- **Defentsa:** Furanokumarinak, isoflabonoideak eta taninoak.
- **Alelopatia:** Azido kafeikoa eta azido ferulikoa.
- **Polinizatzaileak erakartzea eta fruituen sakabanatzea:** Antozianinak, flabonak eta flabonolak.
- **Erradiazio ultramore kaltegarriaren xurgatzea.**

13. FENOL MOTAK:

- **LIGNINA:** fenilpropanoidearen polimeroa da, eta zelulosaz aparte landareetan dagoen konposaturik ugariena da. Bere egitura ez da zehazki ezagutzen, zaila delako hondatu gabe lignina lortzea (prozesu kimikoa oso gogorra da). Lignina hiru alkohol fenilpropanoideetatik sortzen da: p-kumarol, koniferol eta sinapinol.
- **ANTOZIANINAK:** landareen koloreetan eragiten du:
 - **Fruituen kolorean:** Hazien eramaileentzako.

- **Petaloen kolorean:** Polenaren eramaileentzako.
 - **Hosto eta sustraian kolorean:** Argiari aurre egiteko babesa ematen die.
- **ISOFLABONAK:** lekaleetan aurkitzen dira. Intsektizidak (rotenoideak) eta onddoen eta bakterioen aurkakoak (fitoalexinak) sortzeko erabiltzen da.
 - **TANINO KONDETSATUAK:** zurezko landareetan ohikoak dira. Onddoek eta bakterioek eragindako enborrharen deskonposaketaren aurkako erabiltzen dira. Tearen hostoetan eta kafearen hazietan ugariak dira. Belarjaleek landarea jan ez dezaten laguntzen dute.
 - **ESTILBENOAK:** fitoalexina moduan jokatzen dute, onddo, bakterio eta birusen aurka.

14. ALKALOIDEAK ETA BESTE KONPOSATU NITROGENATUAK

Alkaloideak, egituraren arabera (N-aren kokapenaren eta jatorriaren arabera) sailkatzen dira:

- Benetako alkaloideak
- Protoalkaloideak
- Pseudoalkaloideak




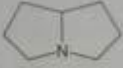
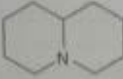

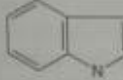
Beste konposatu nitrogenodunak:

- Glukosido zianogenikoak
- Glukosinolatoak
- Aminoazido ez proteikoak
- Digerigarritasuna inhibitzen duten proteinak

Merkatuan saltzen diren droga guztien % 25-a alkaloideak dira: kokaina, nikotina, morfina, kafeina...

Alkaloideak babes funtzioa ematen dute ugaztunen, intsektuen eta beste izakien aurrean, espeziearen arabera. Alkaloideen erantzun fisiologikoa animalien espeziaren araberakoa da. Konposatu alelopatikoak dira, hau da, nimaliek landareak ez jateko funtzioa dute (adibidez estriknina). Pigmentuek ere alkaloideak dituzte (betalainak). Nitrogeno biltegiak dira.

13.2 TAULA
Alkaloide mota nagusiak, haien aminoazido aitzindariak eta mota bakoitzaren adibide ezagunak

Alkaloide mota	Egitura	Biosintesiko aitzindaria	Adibideak	Giza erabilerak
Pirrolidina		Ornitina (aspartatoa)	Nikotina	Bizigarria, depresiboa, lasaigarria
Tropanoa		Ornitina	Atropina Kokaina	Hesteetako espasmoen prebentzioa, beste pozoï batzuen antidotoa, begi-ninien azterketetarako dilatazioa Nerbio-sistema zentralaren bizigarria, anestesiko lokala
Piperidina		Lisina (edo azetatoa)	Koniina	Pozoia (neurona motorrak paralizatzen ditu)
Pirrolizidina		Ornitina	Erretrotsina	Bat ere ez
Kinolizidina		Lisina	Lupinina	Bihotz-erritmoaren leheneratzea
Isokinolina		Tirosina	Kodeina	Analgésikoa (mina arintzeko), hotzeriaren tratamendua
Indola		Triptofanoa	Morfina Psilozibina Erreserpina Estriknina	Analgésikoa Haluzinogenoa Hipertentsioaren tratamendua, psikosiaren tratamendua Arratoientzako pozoia, begiko arazoaren tratamendua