

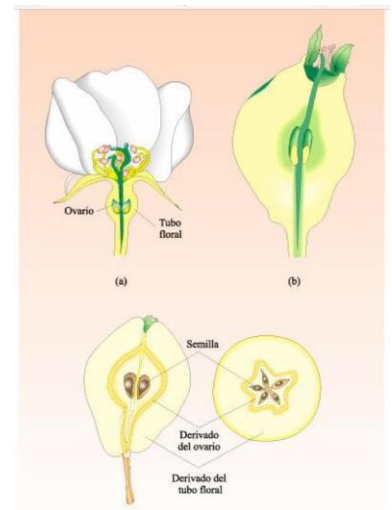
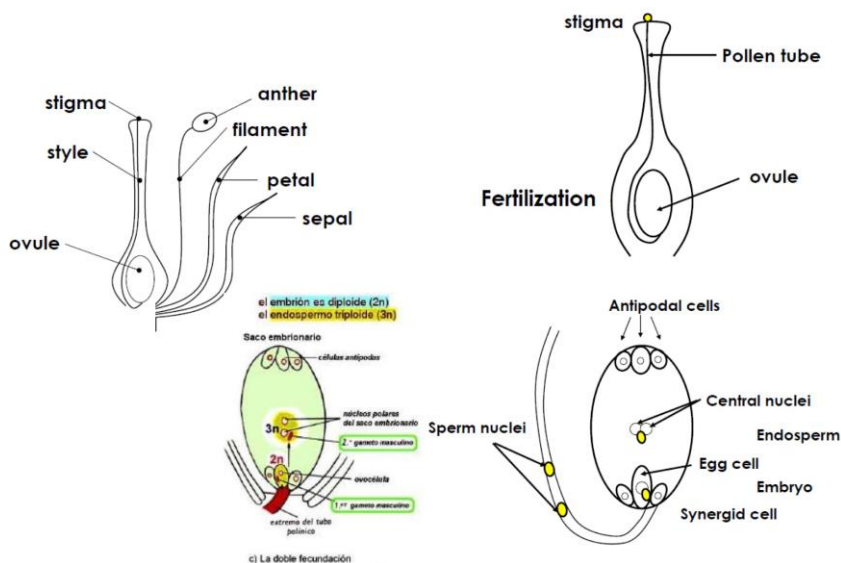
9. 2 Gaia: Fruituaren garapena

Haziaren garapenarekin batera fruituaren garapena ematen da eta haziak, berak, kontrolatzen du fruituaren garapena.

1. OROKORTASUNAK

Fruituaren egitura eta sailkapena:

Lorearen ginezeoa fruitua bihurtzen da, fruitua lorearen ginezeo eraldatu da non barruan haziak dauden. Angiospermoek, lore propioa garatzen duten guztiek, fruitua garatzen dute. Fruitua garatzeko ernalketa bat eman behar da.



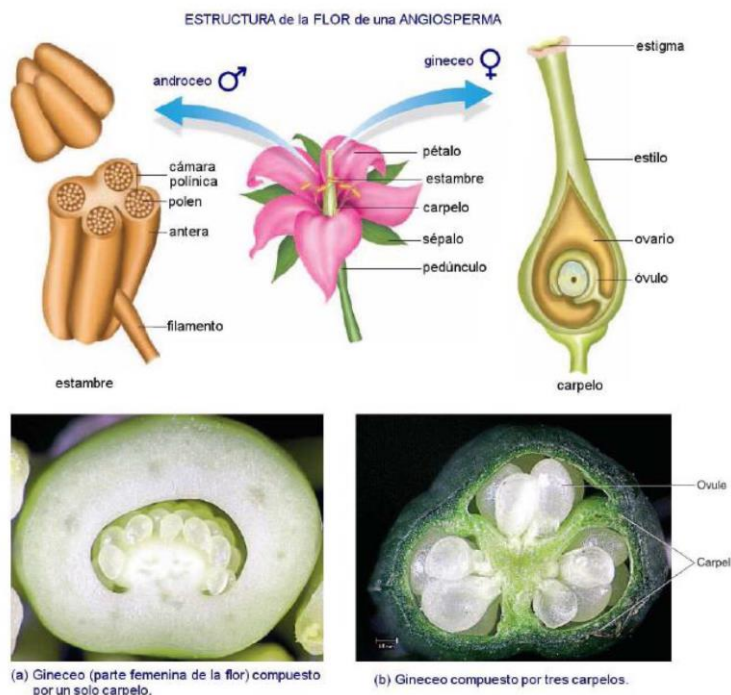
Ernalketa emateko, polinizazioa ezinbestekoa da eta hau erregulatzen hainbat faktorek hartzen dute parte:

- **Temperaturak** tutu polinikoaren eraketa erregulatzen du. Temperatura optimoak 25-30°C-koak izaten dira. Modu zuzenaz gain, zeharka ere temperaturak polinizazioa mugatzen du, adibidez, erleentzat temperatura optimoa 20-25°C delako eta beraien mugimendua temperatura horren menpe dago.
- **Hezetasunak:** ingurunea oso lehorretan bada, zaila da polena estigmara itsastea.

Behin polinizazioa arrakastatsua denean eta ernalketa eman denean, ernalketa eman dela ziurtatzeko modua petaloen zimeltzea da. Zimeltzearekin batera obulutegiaren garapena hasten da. Obulutegia fruitu bihurtzearen trantsizio horri fruituaren hartzea

deritzo. Obulutegiaren garapenaren hasieran, zatiketa zelularrak oso ugariak dira, eta guztiz beharrezkoak fruituaren hartze prozesurako. Karbohidrato iturri nahikoa eta tenperatura optimoak izatea ere ezinbestekoa da fruituaren garapenerako. Izan ere, ahiz eta baldintza optimoak egon eta lore meristemoa egoera onean egon, ez badago karbohidrato erreserba nahikorik, fruituaren garapena bertan behera uzten da.

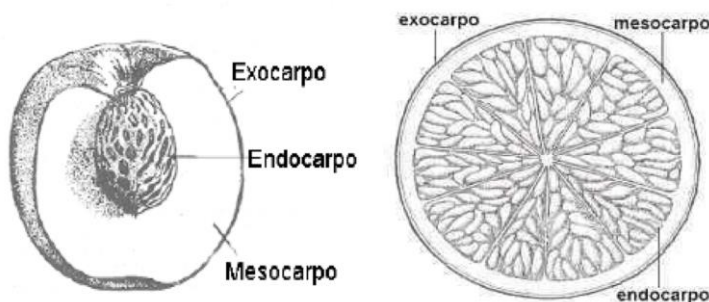
Irudi honetan angiospermo baten lorearen estruktura azaltzen zaigu:



Fruituari ere **PERIKARPO** deritzo, eta geruza desberdinetan banatu daiteke:

- **EXOKARPOA**: kanpoko geruzari deritzo, azala. Obulutegiaren epidermisetik eratortzen da.
- **MESOKARPOA**: erdiko geruzari deritzo eta obulutegiaren tarteko gunetik, kanpoko epidermisaren eta barruko epidermisaren artean dagoen geruzatik eratortzen da.
- **ENDOKARPOA**: barruko zatia, hazia inguratzen dagoena. Normalean endokarpoa osatzen duten zelulen pareta fina da, baina baliteke pareta gogor eta sendoak sortzea, melokotoiaren kasua, esaterako.

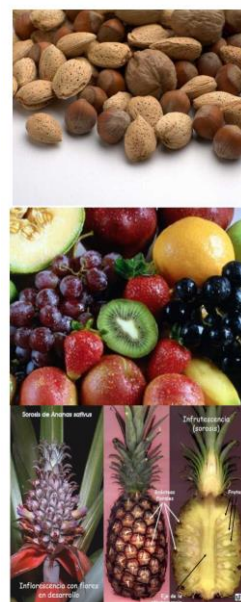
Fruitua ulertzeko ezinbestekoa da beraz **ginezeoa** nolakoa den ezagutzea. Obulutegiaren hosto karpelarrak eraldatu egiten dira, **perikarpoa** eratuz.



Fruituaren egiturari dagokiola, heldutasunean **perikarpoa** kanpo-epidermian (**exokarpoa**), barne-epidermian (**endokarpoa**, hazia estaltzen duena), biak finak eta geruza bakarrekoak, eta horien tarteko **mesokarpoan**, hainbat zelula geruzataz osatutakoan, bereizten da.

Geruza hauen egituraen arabera, FRUITU MOTA ezberdinak ditugu:

- Bakunak (soilik obarioa fruituan eraldatzen denean)
 - Lehorrak
 - Irekiorrak (dehiztenteak)
 - Itxiorrak (Indehiztenteak)
 - Mamitsuak
- Konplexuak: pomoa (sagarra), heterioa
- Polikarpikoak (agregatuak)
- Infruteszentziak



Adibideak:

- Bakunak, lehorrak eta irekiorrak: lekak, ezkurak..
- Bakunak lehorrak eta itxiorrak: kariopsidea (artoa), haziaren testak eta fruituak bat egiten dute.
- Bakunak eta mamitsuak: drupa, non endokarpoa gogorra da eta hezur bihurtzen da (melokotoia).
- Fruitu konplexuak: pomoa (sagarra), heterioa (marrubia)...

Fruitu bakunak, lehorrak edo mamitsuak izan daitezke, fruituen heltzearen arabera.

Fruitu partenokarpikoak: hazirik ez dauzkate fruituak dira; hau da, ez dute ernalketarik pairatu. Hala era, badaude espezie batzuk kapazak direla ernalketa eman gabe fruitu partenokarpikoak emateko. Esaterako, kaki batzuk eta saltzen diren platano asko.

Batzuetan, obozelula batek ez dauka indar nahikorik fruitu baten garapena sustatzeko. Fruitu horrek hazi asko izango baditu obozelula bat baino gehiago ernaltu beharko da. Hazi gutxi emango dituzten fruituetan, obozelula bat ernaltzearekin nahikoa izango da fruituaren garapen osoa emateko. Baina adibidez, sagarretan hazi bakarra ez da nahiko izango fruituaren garapena emateko.

2. PARTENOKARPIA

Fruitu-hartzea= “Cuajar” gaztelaniaz, hasierako fasea da, trantsizio momentua non ernalketarekin batera, loretik ginezeo egiturak fruitura bihurtzen hasten den.

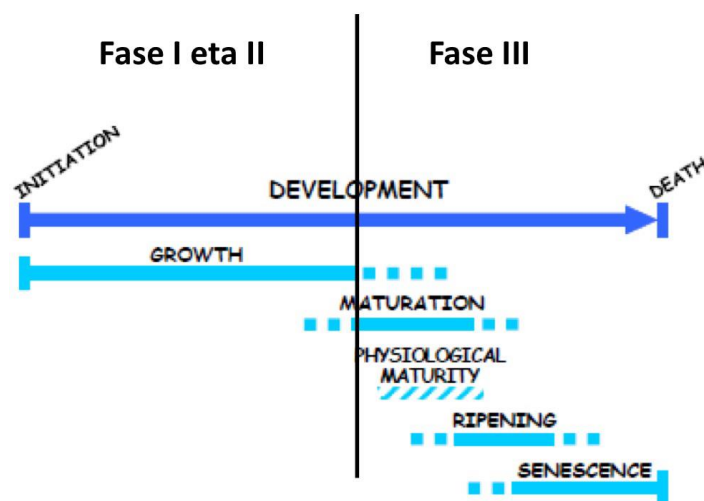
Partenokarpia: ernalketarik eman gabe fruituaren garapena emateari deritzo, era autonomo batean, espezie tropikaletan ematen da, adibidez (platano, kaki etab). Hala ere, modu exogeno batean lortu dezakegu partenokarpia: hormonon bidez induzitu edo estimulatu edo temperatura eta hezetasun altuekin edo fotoperiodo laburra denean ere eman daiteke, hau da argi orduaren arabera.

- **Ebolutiboki zer zentzu dauka partenokarpia autonomia emateak ez bada hazirik barreiatzen?** Autonomikoki gertatzen denean, baldintza konkretu batzuetan ematen da, askotan hormonekin zerikusia dutenak. Izan ere, kanpo faktore klimatiko jakinek induzitzen dutenez hormona kontzentrazio jakin bat, horrek eragiten du fruituaren garapena ernalketa gertatu gabe. Beraz, ez da landareak berak berez egiten duena eta ez da exogenikoki ezer gehitzen, baina baldintza klimatikoak sustatuta hori gertatzen da era autonomoan, nahiz eta landareak ez bilatu.

3. FRUITUAREN GARAPEN-FASEAK

Fruitu mota desberdinak daude, baina guztiek fase hauek betetzen dituzte.

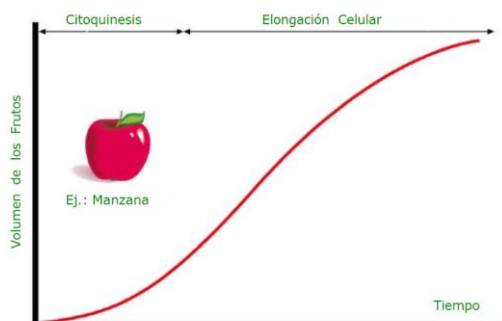
- **FASE I** (zatiketa zelularra): ginezeoan ematen dira etengabeko zatiketak eta periodo horretan fruitu horren zelula kopurua handitzen da.
- **FASE II** (luzapen zelularra): zelula horien luzapen zelularra ematen da, hau da, fruituaren zelula kopurua ez da aldatzen baina tamainaz handitzen dira. Bi fase hauek, (**I eta II**), fruituaren tamaina baimentzen dute, beraz hemen tamaina maximoa lortzen da.
- **FASE III** (heltze fasea): fruituaren heltzea ematen da.



Fruitu baten hazkuntzak kurba esponentzial bat jarraitzen du, **kurba sigmoidea**:

Hazkuntza **kurba sigmoideo siplea** duten fruituak:

- Lehen fasean, fruituaren tamaina ez da asko handitzen, baina heltzen da momentu bat non zatiketa moteldu eta elongazioa hasiko den.
- Bigarren fase horretan, hazkuntza lineala da, grafika lineala da, harik eta luzapen maximora heltzen den eta heltze prozesua, azken fasea, hasiko den. Hazkuntza esponentzialeko fase honetan, linealean, karpeloak, nuzelak eta enbrioiak tamaina ia definitiboa lortzen dute.
- Fruitu hauek, orokorrean, tamainaren hadipen jarrai bat jarraitzeagatik ezagutzen dira. Tamainaren handipen hau (bolumenari dagokionez), kurbari jarraituz, hasierako fasean eta azkeneko fasean, heltzetik gertu dagoena, txikiagoa da.
- Adibideak: sagarra, udarea, laranja, intxaurra eta almendra. Baiak fruituak adierazten dute kurba sigmoideo siplea.

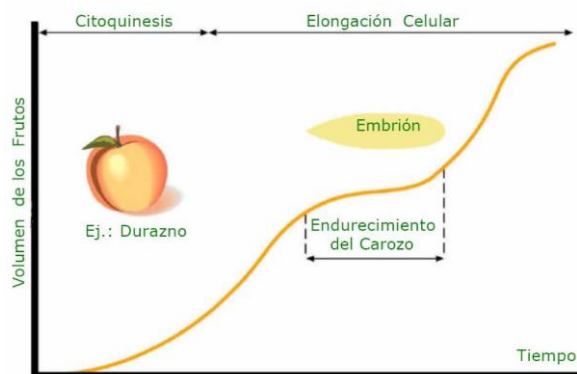


X: denbora

Y: Fruituaren bolumena edo tamaina

Hazkuntza **kurba sigmoideo bikoitza** duten fruituak:

- Hezurra daukaten fruituetan ematen da hazkuntza kurba hau.
- Bigarren fasearen erdialdean, zelulen luzapena eteten da eta hezuraren gogortzea ematen da (endokarpoaren lignifikazioa), enbrioiaren garapenarekin batera.
- Bi garapen horiek simultaneoki amaitzen dira, eta fruituaren garapenaren bigarren faseak aurrera jarraitzen du, berriz ere garapen maximora heldu arte eta heltze prozesua hasi arte.
- Adibideak: melokotoia, gerezia, albertxikoa, masusta gorria. Drupa diren fruituak adierazten dute kurba sigmoideo bikoitza.



Kurba sigmoideo bakarra duten espezien kasuan haziaren garapena ematen da kurba osoan zehar baina bikoitza dutenen kasuan, aldiz, zati linealean.

Behin ernalketa eman dela prozesu hori abiarazteko, fruitu-hartzea emateko (kurbaren hasiera-hasierako zatia). Haibat faktorek mugatuko dute heltze porzesuaren hasiera:

- Loreak guztiz helduak izan behar dira eta guztiz garatuta egon behar dute.
- T egokiak izan behar dira.
- Karbohidrato kopurua altua izan behar da eta bermatu behar da hori horrela izango dela denbora batean behintzat.

Baina zer baldintzek mugatuko dute fruituaren azkeneko tamaina?

- Ura
- Kanpo baldintzek: tenperatura, mineralen kanitateak, hezetasuna..
- Zatiketa zelular kopurua
- Karbohidrato kantitatea

○ **FASE I eta FASE II: ZATIKETA ETA LUZAPEN ZELULARRA**

Fruituaren hazkuntza ez da uniformea, hau da, kurba ez da konstante. Hateko, hazkuntza emateko zelulen tamainaren emendapena eman behar da. Egunean zehar ura lurruntzen da argiarekin eta transpirazioa ematen da. Ur potentzialaren gradienteak transpirazio horren arabera ezartzen da. Fruituen ur potentziala ez da hain negatiboa ur asko daukateko eta beraz, izatez egunean zehar fruituek ur asko galtzen dute beren potentziala ez delako hain negatiboa korrante xilematikoan transpirazioz ezartzen denarekin alderatuta, beraz fruituaren ura zuhaitz edo landarera bueltako da gradienteak jarraituz. Hau dela eta, egunean zehar 0,4mm murrizten da fruituaren tamaina.

Gauetz, aldiz, hostoen estomak ixten dira eta ez da transpiraziorik ematen. Orduan, xilema korrantearen ur potentziala ez da hain negatiboa eta fruituek, beraz, ura hartu dezakete eta 1,2mm loditzen dira. 0,8mm-ko irabazia dago urari esker.

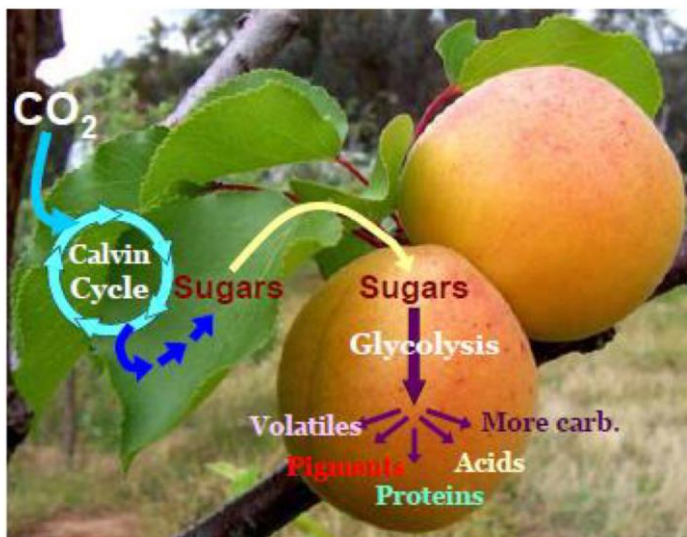
Laburbilduz, fruituen azkenengo tamaina urak mugatuko du. Egon daitezke bi fruitu karbohidrato kopuru berarekin baina tamaina ezberdina izan ur kantitatea dela eta, urak mugatzen baitu zelulek luzatzeko duten kapazitatea.

Beraz, **Fruituaren hazkuntza gauetz** ematen da.

* Gogoratu!! Fotosintesiko ilunpeko fasea egunez ematen da bakarrik. Ilunpeko fasea deitzen da zuzenean ez duelako argiaren beharrik (CO_2 -aren finkapena emango delako fase honetan), baina gogoratu errubisko entzima erregulatzen dela argiaren bitartez, eta beraz errubiskoa inaktibo dagoela gauetz. Egia da gauetz karbohidratoen garraioa eman daitekela baina karbohidrato horiek almidoitik datoz eta almidoi hori egunean zehar sintetizatu da. Gogoratu ere, gauean askatzen den CO_2 egunez askatzen dutenaren berdina dela arnasten dutelako.

Argipeko fase = fase fotokimikoa

Ilunpeko fasea = fase biokimikoa



Gauetz urez betetzen da,
goizez karbohidratoz.

Hormonen erregulazio eta garrantzia. Fase desberdinetan:

I fasean auxina eta zitokinina hormonak dira garrantzitsuenak.

Partenokarpia alde batera utzita, auxinek ernalketa ematerakoam eta fruituaren garapenean (I Fasean) dira garrantzitsuak. Auxinen garrantzia ikusteko edo bermatzeko, behin ernalketa emanda, fruituari haziak kentzen bazaizkio, ez da fruituaren garapenik emango hortik aurrera. Ikerketa berean, fruitu horri zeina hazia kendu zaion, auxinak gehitzen bazaizkio artifiziarki edo kanpotik (exogenoki), fruituaren garapena bai emango dela.

II fasean: giberelinak dira garrantzitsuenak. Espeziearen arabera, luzapen fase honetan, auxinak ere aurki daitezke edo garrantzi bat daukate, baina ez giberelinek duten garrantzi berdina.

Giberelinek garrantzi handia daukate ernalketa emateko eta polen hodia edo tutu polinikoa garatzeko. Beraz, giberelinarik ez baldin badago, ernalketa ez da emango eta beraz, fruituaren garapena ez da emango. Nahiz eta modu zuzenean eragina ez izan, modu ez zuzenean fruituaren garapena erregulatzen dute.

*Etileno eta ABA hormonak prozesu hauetan (I eta II), oso kontzentrazio baxutan agertzen dira edo konjokatuak agertzen dira.

○ FASE III: HELTZE FASEA

Heltze prozesuan zehar hainbat prozesu ematen dira:

- Fruituaren azalaren **kolorea aldatzen da**. Horerk klorofila molekulen degradazioak eragiten du, zeinarekin batera pigmentu berriak sintetizatzen diren:

- ✓ Karotenoideak, terpenoekin lotuta → likopenoa bereziki, tomatearen kasuan.
- ✓ Konposatu fenolikoak → antozianinak.

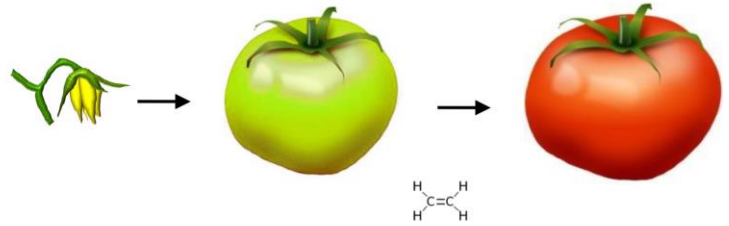
- Fruitua askotan **biguntzen** da edo **sendotasuna galtzen** du. Sendotasuna paretaren konposatuek ematen diote, bereziki pektinek, zeinak zelulosazko zuntzak zementatzen dituzte. PEKTIN-METILESTERASA entzimak apurtzen ditu pektinak eta ondorioz zelulosazko zuntzak ez dira hain ondo elkarri lotzen eta horrek zurruntasunaren galera dakar.
- **Zaporearen aldaketa**. Zaporea azukreek ematen diote bereziki. Heltze fasean dauden azidoak degradatzen doaz eta azukreak akumulatzen, baina kasu honetan akumulazioa bide desberdinetatik ematen da. Azidoak degradatzean fruituak heldu aurretik zuen zapore azido bereizgarria desagertu eta zapore geroz eta gozoagoa hartzen doaz. Hemen etilenoko heltze prozesua azkartu dezake fruitu batzuetan. Izan ere, etilenoko gora egiten duen heinean, arnasketa tasak ere gora egiten du eta almidoi modura metatu diren azukreen degradazioa eragingo du, monosakaridoak lortuz.

Fruitu hauei FRUITU KLIMATERIKOAK deritze, beren garapena etilenokoaren menpekoea delako. Bestetik, FRUITU EZ-KLIMATERIKOAK, almidoiak metatzen ez dutenak dira, azukreak monosakarido moduan dituzte zuzenean, ez dute etilenokoaren beharrik almidoiak degradatzeko. Fruitu hauen monosakaridoak ez dira almidoiatik eratorriko.

- **Usaimenaren aldaketa: konposatu hegazkorak** sortzen dira (adibidez monoterpenoak), horiek usain ona emango diote. Metabolismo sekundarioa ematerakoan aztertuko ditugu zehazki.

Heltze prozesuan zehar:

Fruituaren sendotasuna galdu (pareta zelularraren egitura aldaketak)
Perikarpoaren kolore aldaketa (pigmentoak akumulazioa)
Zapore eta usainean aldaketak (azukreen akumulazioa, konposatu hegazkorren sintesia)

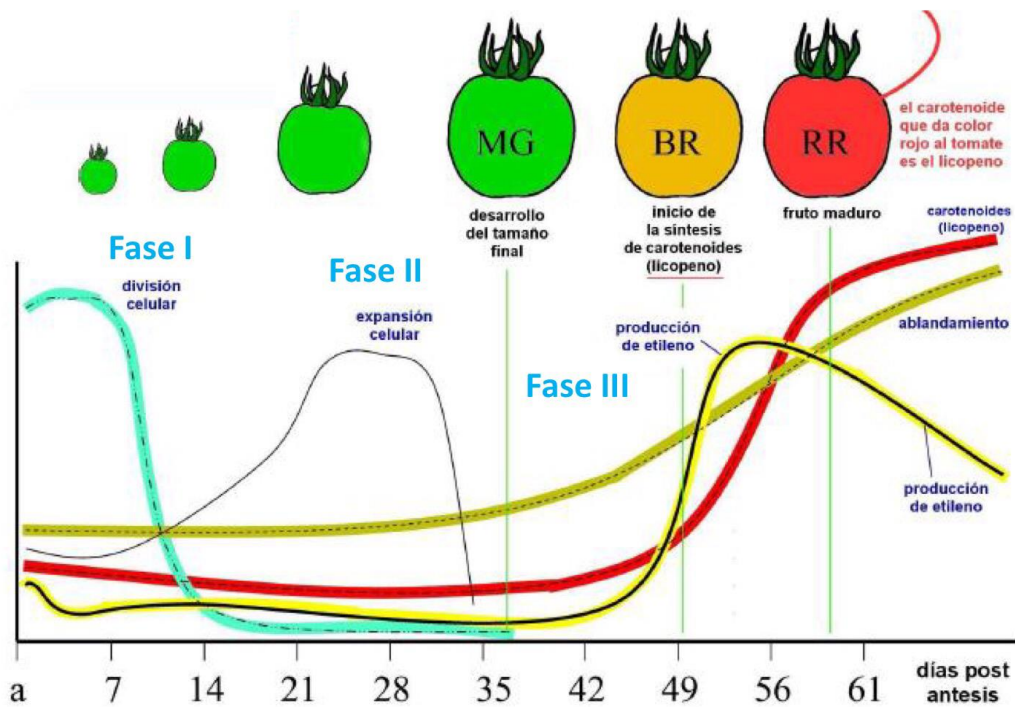


Ondoren:

Turgentzia galdu
Kanpo ingurunearekiko sentikortasuna areagotu egiten da
Kontrol metabolikoa galdu egiten da
Seneszentzia prozesua hazi

| Fruitu KLIMATERIKOAK | Fruitu EZ-KLIMATERIKOAK |
|----------------------|-------------------------|
| Sagarra | Pipermorra |
| Ahuakatea | Gerezia |
| Banana | Zitrikoak |
| Kantalupo meloia | Mahatsa |
| Txirimoi | Anana |
| Pikua | Lekak |
| Mangoa | Marrubiak |
| Oliba | |
| Mertxika | |
| Madaria | |
| Kakia | |
| Arana | |
| Tomatea | |

Irudi honetan prozezu oro ditugu jarraian:



Heltze prozesuaren ondoren:

- Fruituaren garapena amaitu da, **turgentzia galtzen** du eta **kontrol metabolikoa** ere eta beraz, kanpo ingurunearekiko askoz ere sentikorra goa bihurtzen da.
- **Seneszentzia** prozesua hasi eta azkenean eroriko da, animaliek jango dituzte eta hauek, gorotzen bitartez haziak dispersatuko dituzte.