



El món dels
CAROTENOIDES:
colors, aliments i salut

Presentat per la Xarxa Espanyola de Carotenoides
facebook.com/carotenoid
<https://cared.cragenomica.es>



CaRed

EL MÓN DELS CAROTENOIDES: colors, aliments i salut

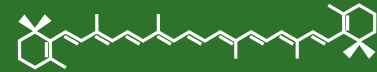


Xarxa Espanyola de Carotenoides
www.facebook.com/carotenoid
<https://cared.cragenomica.es>

QUÈ SÓN ELS CAROTENOIDES?

Els carotenoides són un grup de pigments naturals. Els seus colors característics van del roig al groc, passant pel taronja i molts tons intermedis. El seu nom es deu al fet que es van trobar per primera vegada en la carlota*, el nom científic de la qual és *Daucus carota*.

Hola! Sóc la Carlota i et mostraré el colorit mon dels carotenoides.

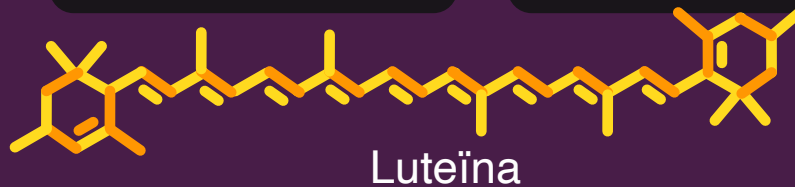
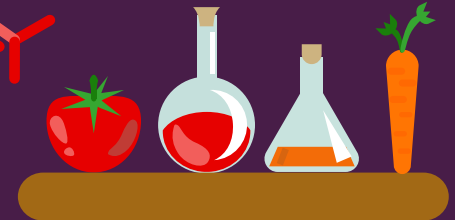


*pastanaga, safanòria

**tomàquets, tomàtigues

***blat de moro

En la naturalesa s'han descobert centenars de carotenoides diferents. Alguns dels més comuns són els que donen el color roig a les tomaques** (licopè), el color taronja a les carlotes (beta-carotè) i el color groc a la dacsa*** (luteïna i zeaxantina).

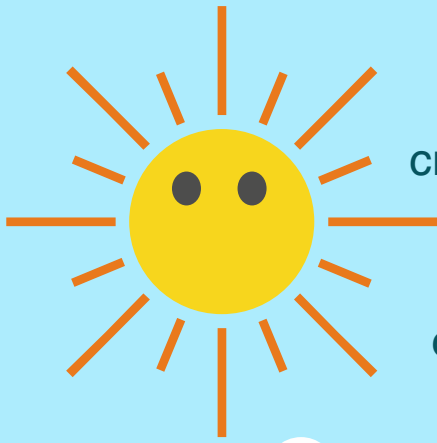


Els carotenoides són necessaris per a la fotosíntesi, i la fotosíntesi és fonamental per a la vida al nostre planeta. Saps per què?

LES PLANTES VIUEN PERILLOSAMENT

Les plantes utilitzen energia solar per produir aliments, remeis contra les malalties, fusta i moltes coses més.



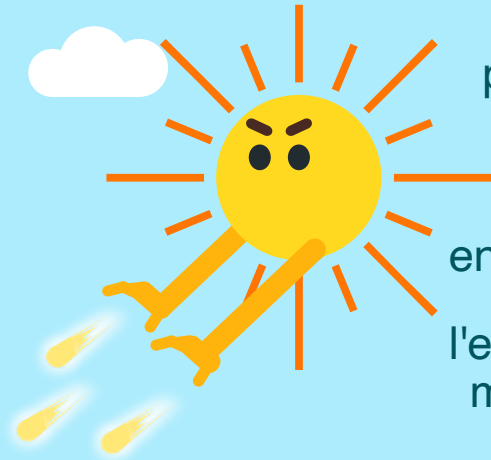


La majoria de la vida al nostre planeta depèn de la fotosíntesi, que permet el creixement dels vegetals a partir de l'energia del sol. Les plantes són la base de la cadena alimentària, que manté a insectes, herbívors i als seus depredadors. Les plantes que cultivem també ens mantenen a nosaltres i als animals que ens alimenten.



A més del perill de ser devorades sense poder escapar, les plantes s'enfronten a enemics invisibles per viure exposades al sol. Vols saber quins són?

ELS CAROTENOIDES PROTEGEIXEN DEL SOL



La fotosíntesi permet a les plantes produir oxigen (O_2) i sucres $(CH_2O)_n$ a partir de diòxid de carboni (CO_2) i aigua (H_2O), utilitzant com energia la llum solar captada per les clorofil·les. Però quan l'energia solar és molt intensa la mescla de clorofil·les i oxigen pot generar productes oxidants molt perjudicials per les plantes.

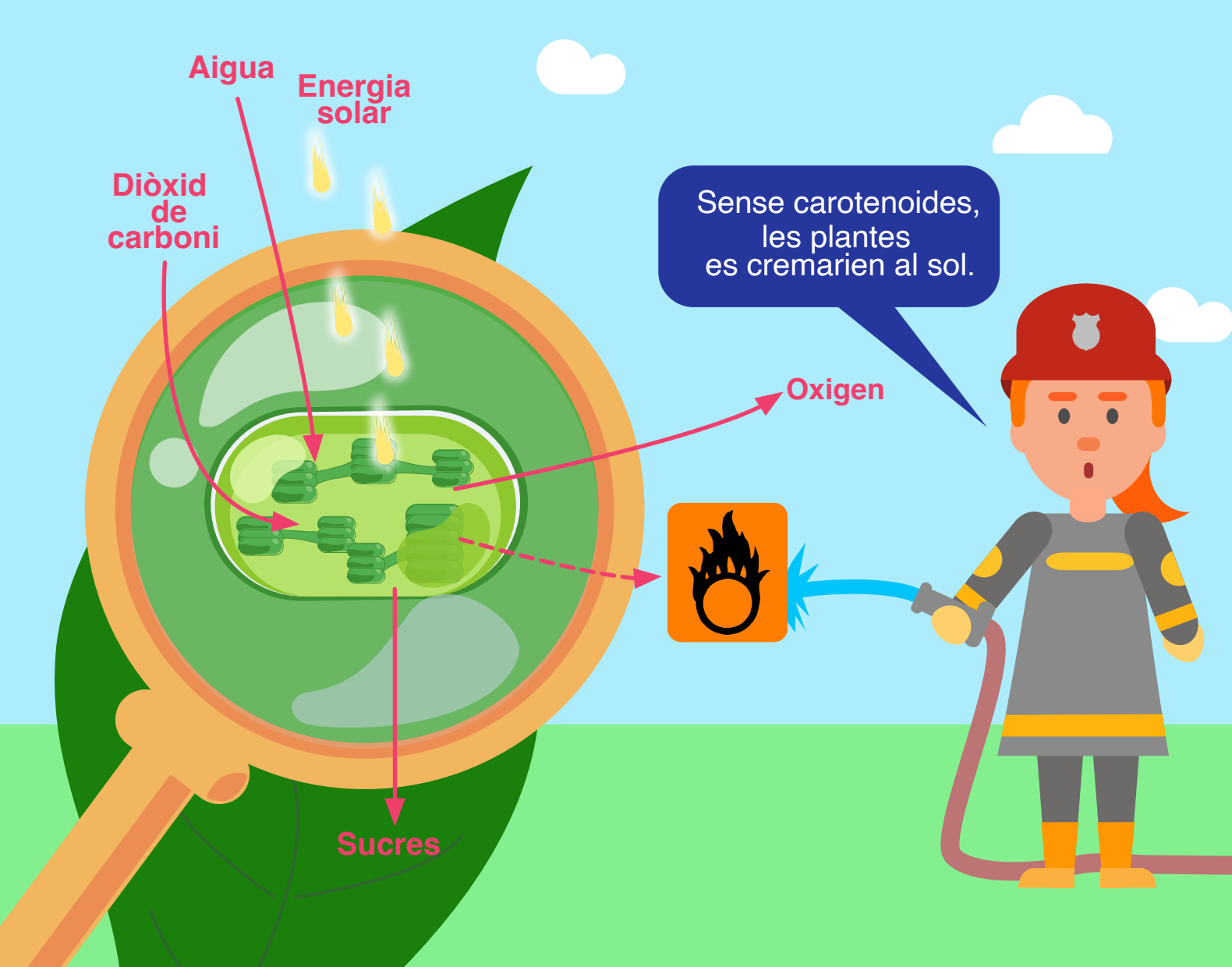
Energia



Fulla



Els carotenoides són essencials com a protectors solars. D'una banda, dissipen l'excés d'energia solar perquè no es generin compostos oxidants. I si s'acaben produint, els neutralitzen per alliberar a la planta d'aquests productes tòxics.



Aigua

Energia solar

Diòxid de carboni

Sense carotenoides, les plantes es cremarien al sol.

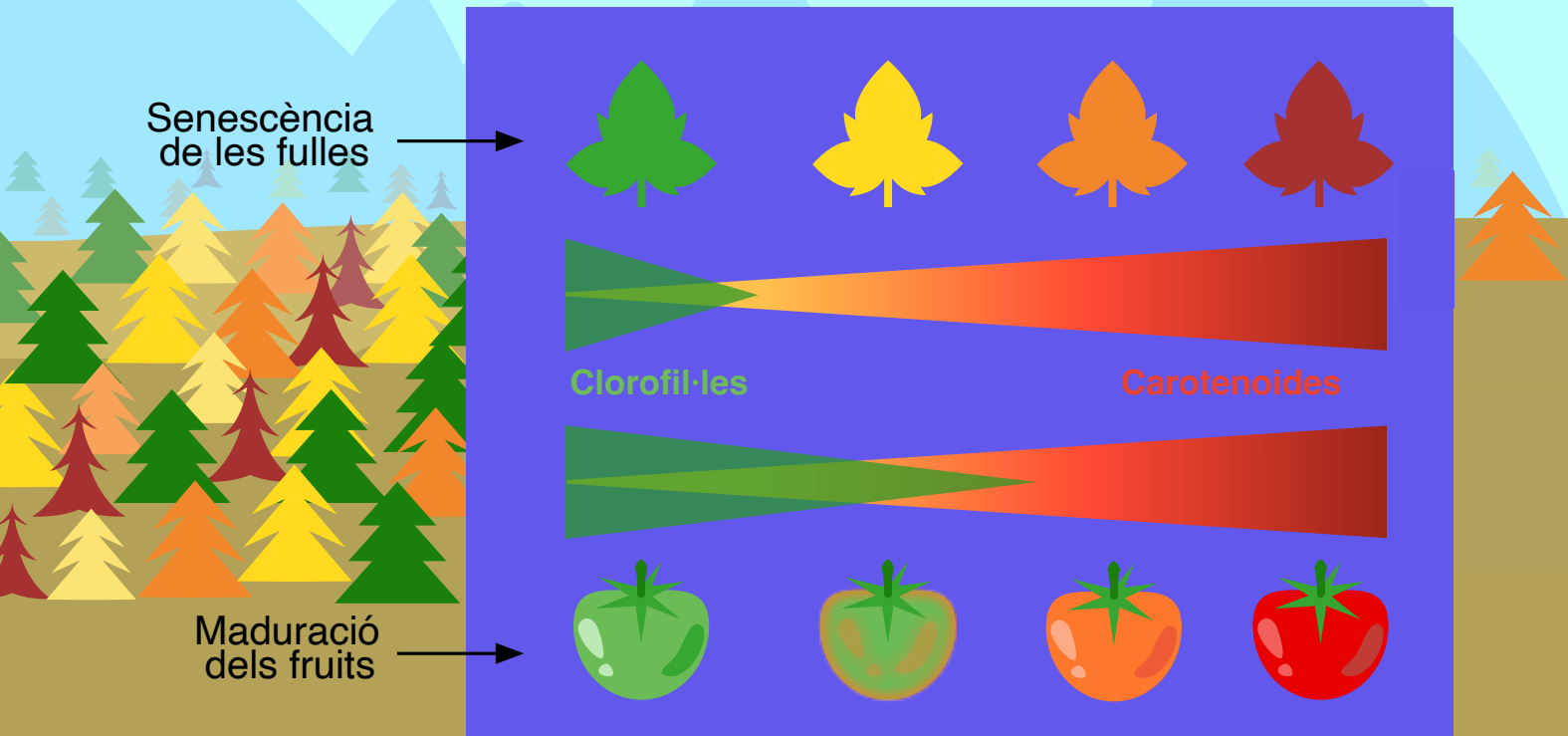
Oxigen

Suces




ELS CAROTENOIDES APORTEN COLOR

La fotosíntesi necessita clorofil·la, el pigment que dóna color verd a les plantes. Només quan les clorofil·les desapareixen, podem apreciar els colors dels carotenoides. Això passa a la tardor, quan les fulles d'alguns arbres entren en senescència (o siga, envelleixen i moren) i la clorofil·la es degrada.



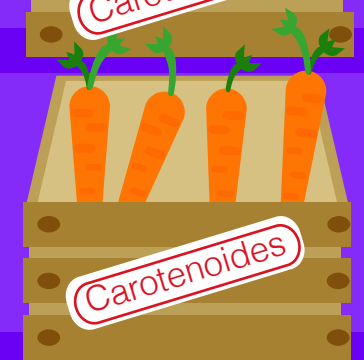
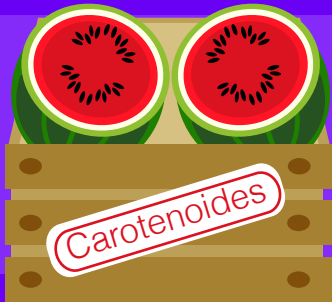
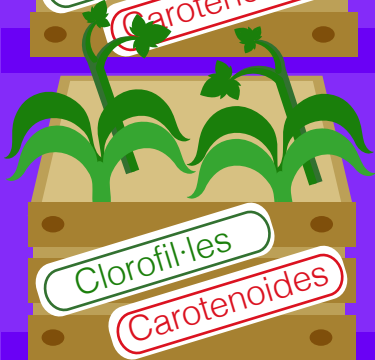
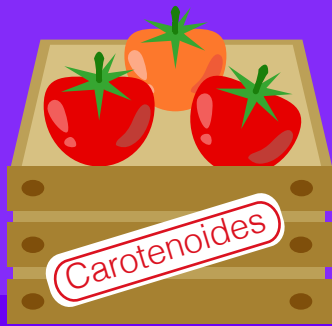
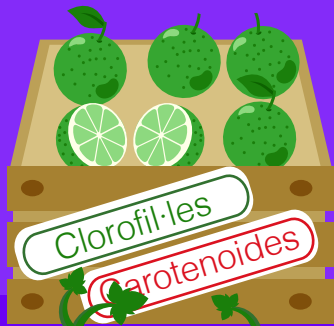
La clorofil·la també desapareix durant el desenvolupament de molts fruits. Per això els colors grocs, taronges i rojos dels carotenoides es veuen molt bé en els fruits madurs. Aquests colors, juntament amb les aromes produïdes pel trencament d'alguns carotenoides, informen als animals de quan el fruit està preparat per menjar-se'l (i de pas dispersar les llavors que hi ha dins). I a nosaltres també!



Aquelles tomaques ja estan madures!

NO ÉS OR TOT EL QUE LLUEIX

Les verdures i els fruits verds tenen carotenoides però no els veiem perquè estan emmascarats per la clorofil·la. A més d'utilitzar les clorofil·les i els carotenoides com pigments, existeixen més formes d'acolorir en la naturalesa...

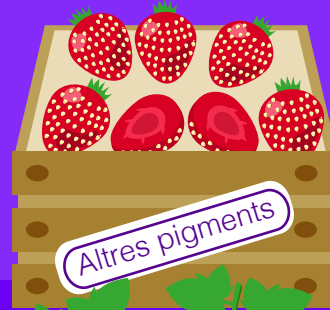


Algunes fruites i hortalisses de color roig (com les maduixes*, les cireres i les magranes) o morat (com els raïms, les prunes i les albergínies) deuen el seu color a altres pigments naturals com els antocians i les betalaines.

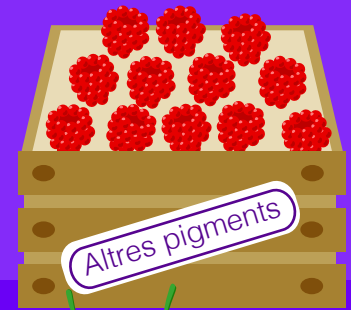
Té carotenoides la teua fruita favorita?



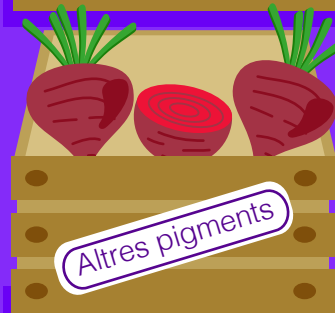
Altres pigments



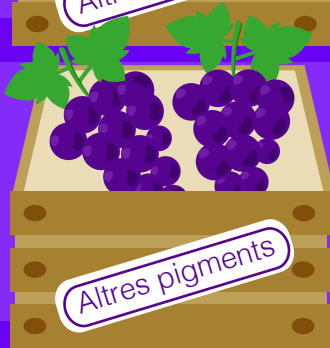
Altres pigments



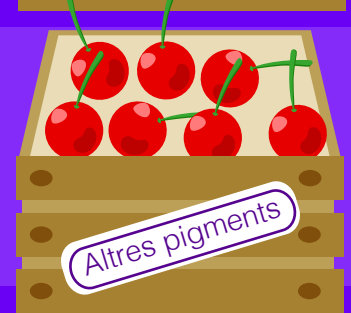
Altres pigments



Altres pigments



Altres pigments



Altres pigments

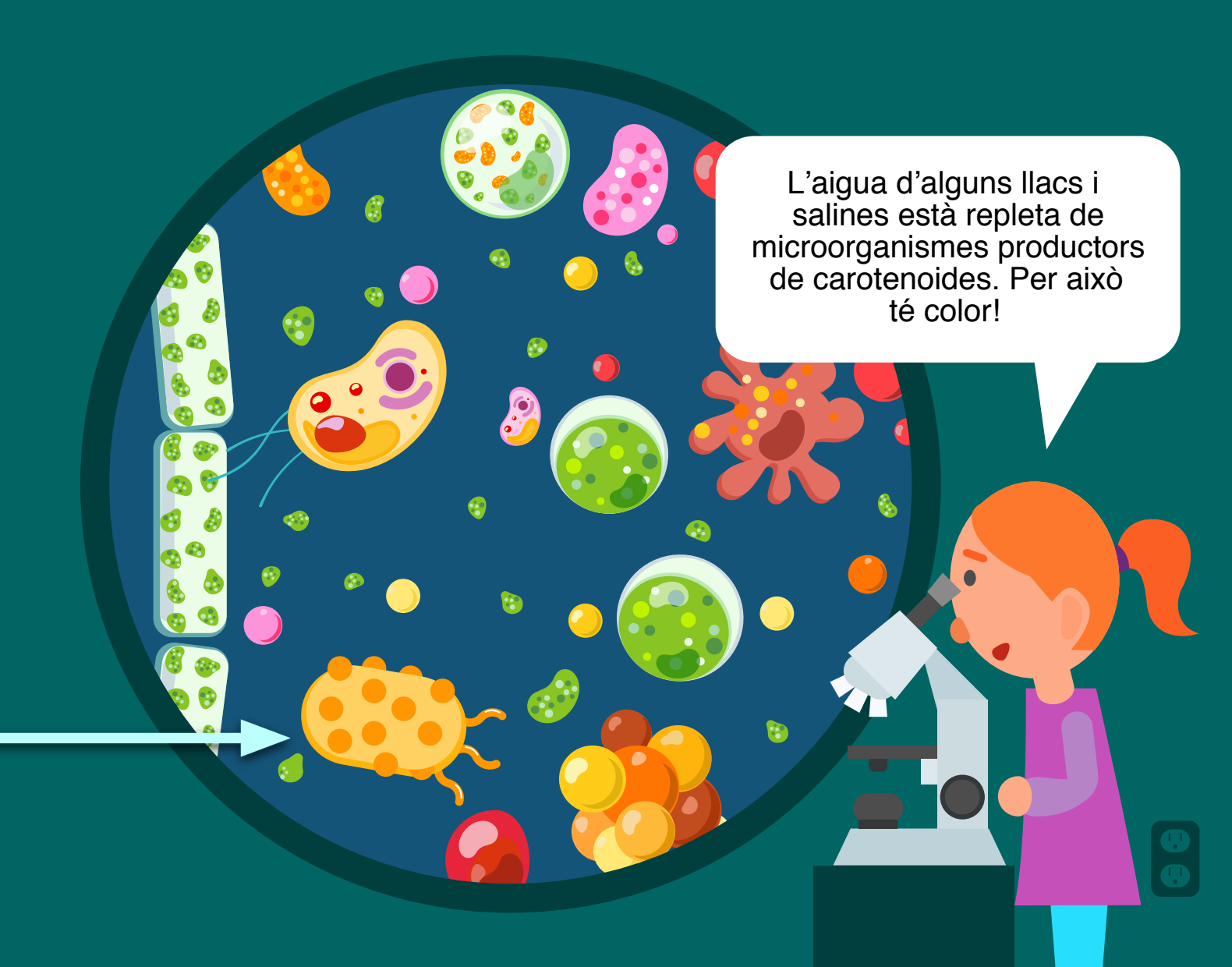
*fraules

ELS MICROORGANISMES TAMBÉ FABRIQUEN CAROTENOIDES

Tots els organismes capaços de fer la fotosíntesi tenen carotenoides i també els produeixen alguns microorganismes no fotosintètics. Entre ells es troben bacteris i fongs

Els microorganismes que serveixen d'aliment a gambes, salmons o flamencs els proporcionen també el seu característic to rosa.





L'aigua d'alguns llacs i salines està repleta de microorganismes productors de carotenoides. Per això té color!

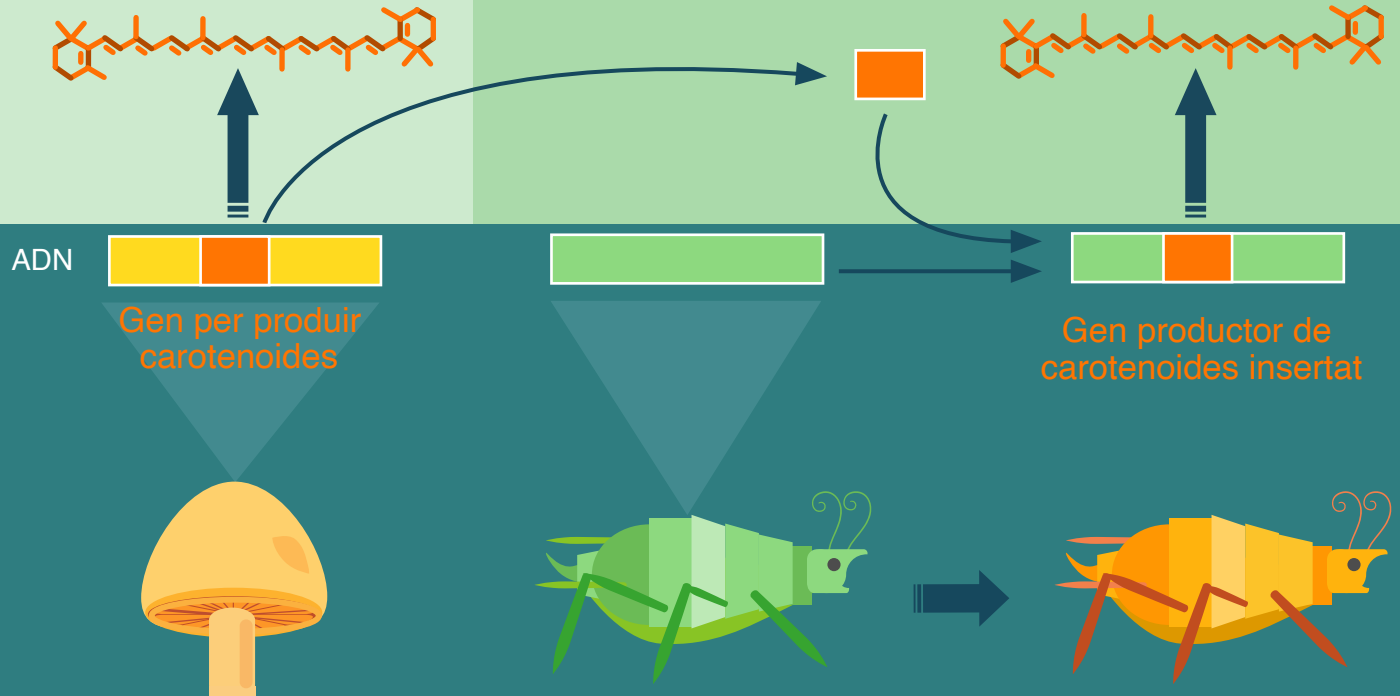
ELS ANIMALS NO PRODUEIXEN CAROTENOIDES... AMB ALGUNES EXCEPCIONS

Com nosaltres, la gran majoria dels animals no poden fabricar carotenoides però els prenen en la dieta. Els colors que aporten a molts peixos i aus són un senyal de bona alimentació i salut que els ajuda a trobar parella.

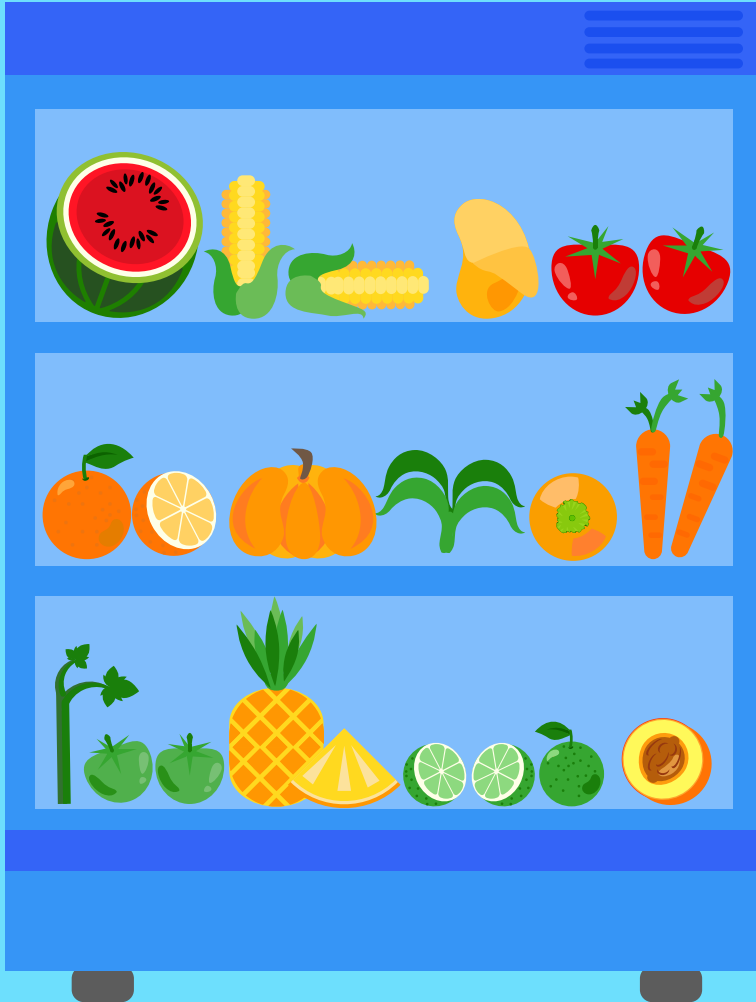
M'encanten els colors que adquireixen les meues mascotes donant-los pinso ric en carotenoides



Alguns pugons, àcars i insectes sí que produeixen els seus propis carotenoides però utilitzen gens de fongs que van incorporar al seu genoma per un procés anomenat transferència gènica horitzontal. A aquests animals se'ls podria considerar per tant com a transgènics naturals.



LA INDÚSTRIA DELS CAROTENOIDES



Les propietats dels carotenoides com a colorants naturals fan que s'utilitzin àmpliament en la indústria agroalimentària. Carotenoides obtinguts per síntesi química o purificats a partir dels organismes que els produeixen s'utilitzen com a colorants en begudes i aliments, i s'afegeixen als pinsos per pollastres i salmons per millorar el color de la seua carn. Els carotenoides també s'utilitzen àmpliament com complements alimentaris i en la indústria cosmètica.

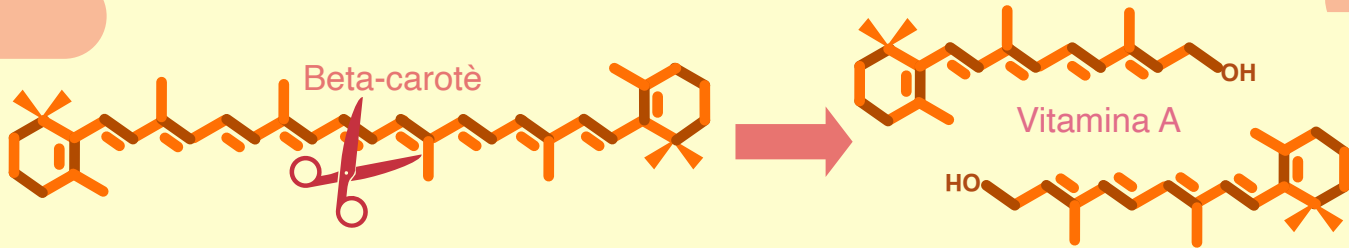
Que fàcil és trobar aliments amb carotenoides en el supermercat!



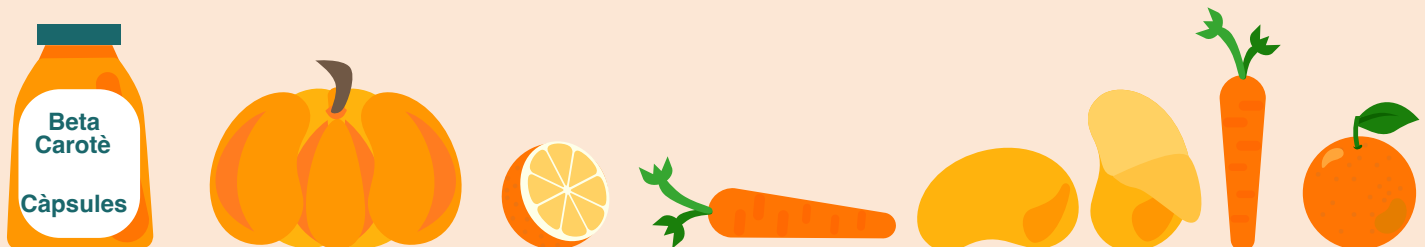
A més d'atractius, els carotenoides són saludables, sobretot si es prenen directament dels aliments. Vols saber per què?

BENEFICIS EN NUTRICIÓ I SALUT

Els carotenoides són molt importants en la nostra dieta perquè alguns d'ells, com el beta-carotè, es converteixen en el nostre cos en vitamina A i en altres compostos anomenats retinoides



La vitamina A i els retinoides són essencials per a la visió, mantenen actives les nostres defenses, ajuden a la reproducció i participen en la comunicació entre cèl·lules. A més, la majoria de carotenoides són antioxidants i activen diferents processos en les nostres cèl·lules que disminueixen el risc de malalties com l'obesitat o la diabetis.



Per tot això, una dieta rica en carotenoides, que s'aconsegueix consumint moltes fruites i verdures, és fonamental per a la nostra nutrició i salut.

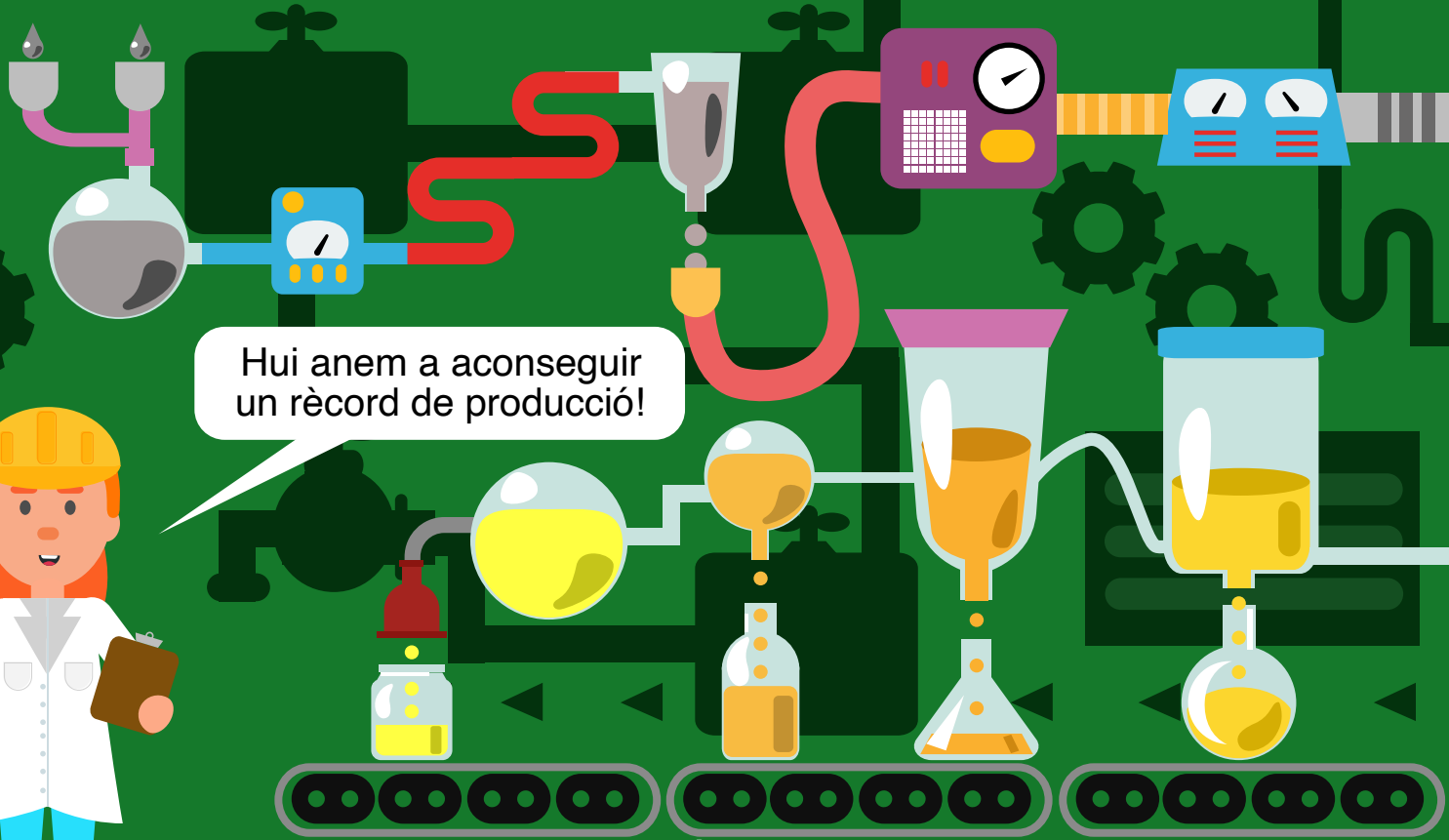
La deficiència en vitamina A és poc comú en països desenvolupats però continua sent un problema molt greu en molts països pobres d'Àfrica, Amèrica i Àsia. Tots els anys, centenars de milers de nens d'aquests països es queden cecs o indefensos enfront de malalties per no consumir suficients carotenoides en la dieta.



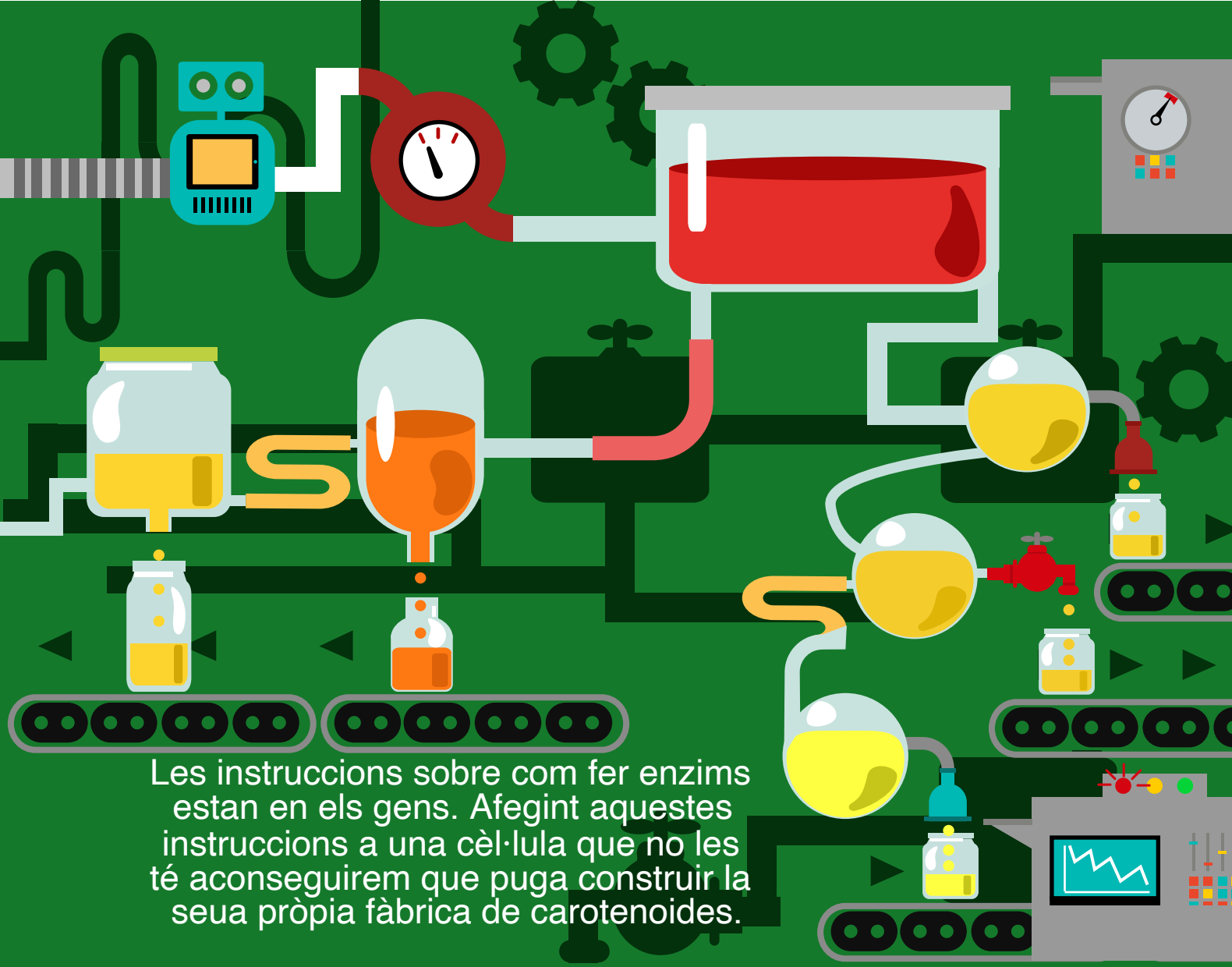
Una forma de lluitar contra la deficiència en vitamina A en països pobres seria aconseguir que els aliments que consumeixen tinguin més carotenoides
Vols saber com?



COM ES FABRIQUEN ELS CAROTENOIDES?



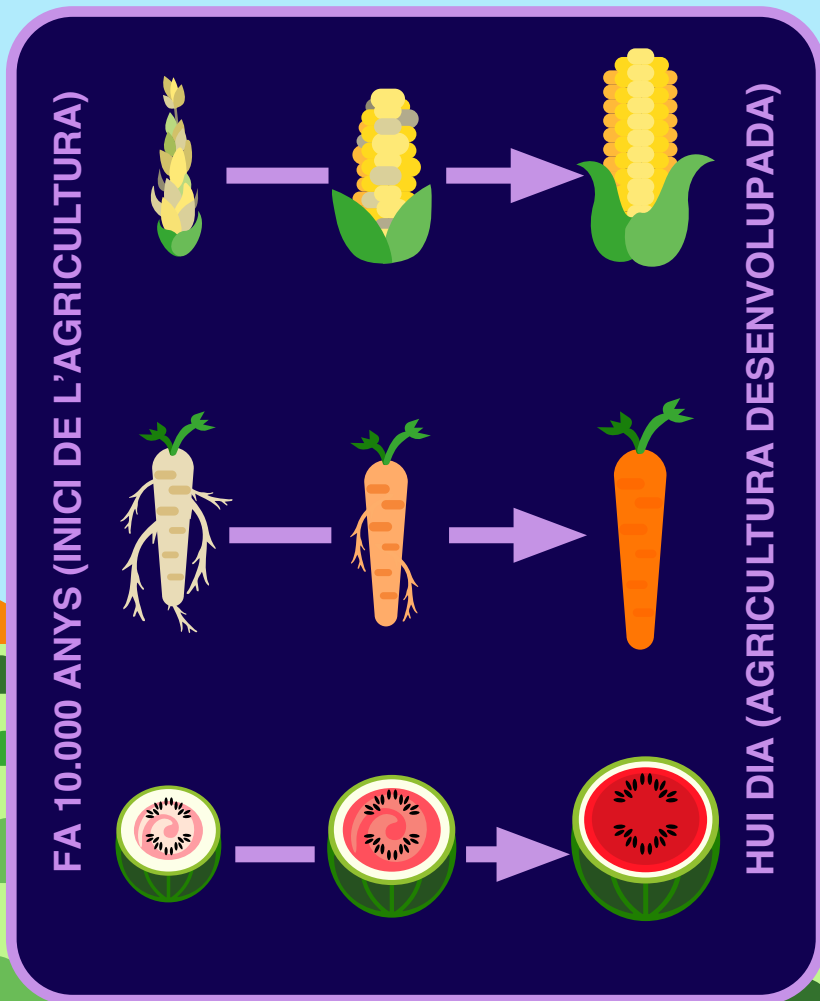
En les plantes, petites màquines anomenades enzims utilitzen els sucres produïts durant la fotosíntesi com a matèria primera per fabricar diferents tipus de carotenoides. Les fàbriques de carotenoides en les cèl·lules vegetals estan en els cloroplasts, on també té lloc la fotosíntesi.




Les instruccions sobre com fer enzims estan en els gens. Afegint aquestes instruccions a una cèl·lula que no les té aconseguirem que pugui construir la seua pròpia fàbrica de carotenoides.

ELS ASSOLIMENTS DE L'AGRICULTURA

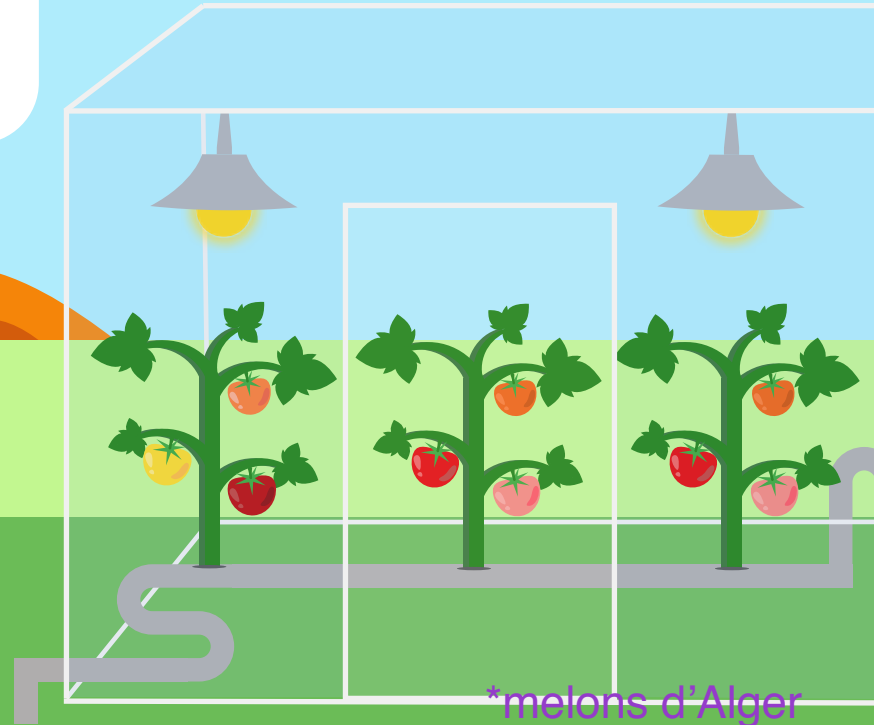
Des que va començar l'agricultura, els humans hem creuat diferents varietats de plantes per aconseguir altres més resistents, productives o nutritives. Al llarg de milers d'anys, aquest procés ha generat combinacions a l'atzar de gens de carotenoides que han canviat el color de molts aliments.



Hui ens sembla normal la dacsca de color groc, les carlotes de color taronja, les síndries* de color vermell, o les tomaques de molts colors. Però hi ha aliments com l'arròs en els quals aquests mètodes tradicionals de creuament i selecció no han pogut "acolorir-los" amb carotenoides. Per a aquests casos existeix una alternativa ràpida i segura: la biotecnologia.



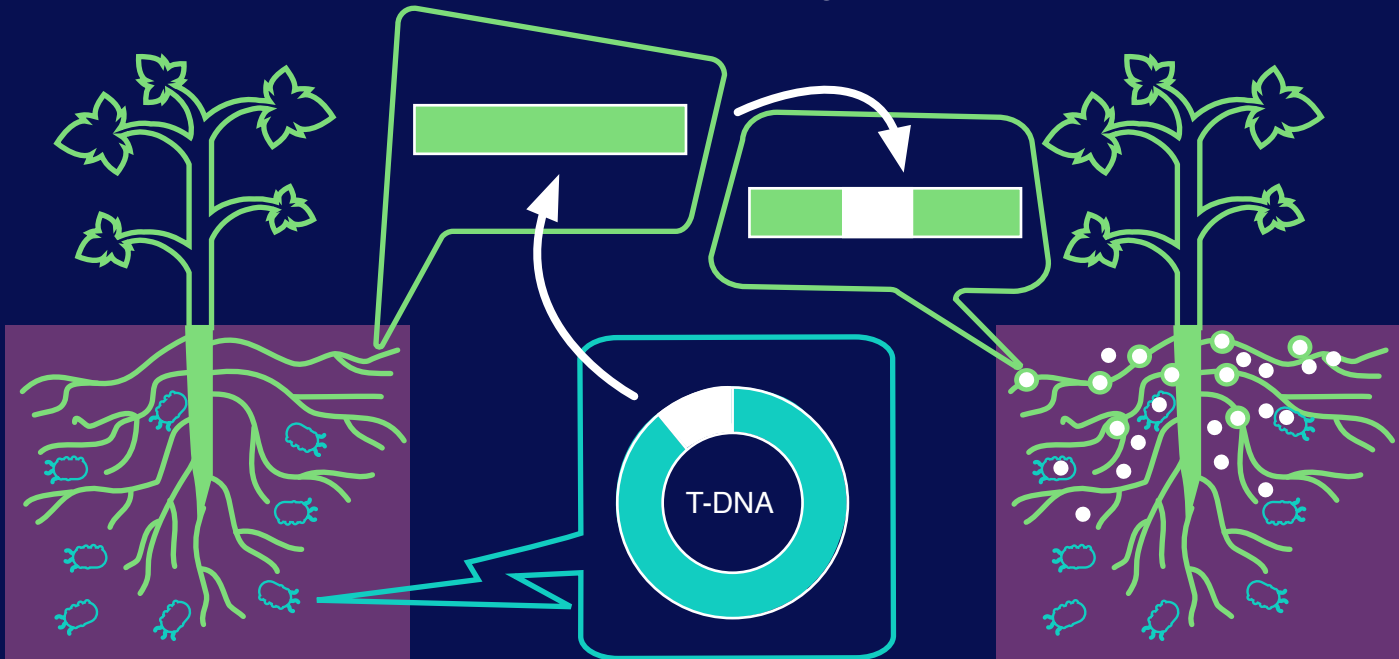
Quina sort tenir tomaques de molts colors per fer ensalades variades i súper sanes!



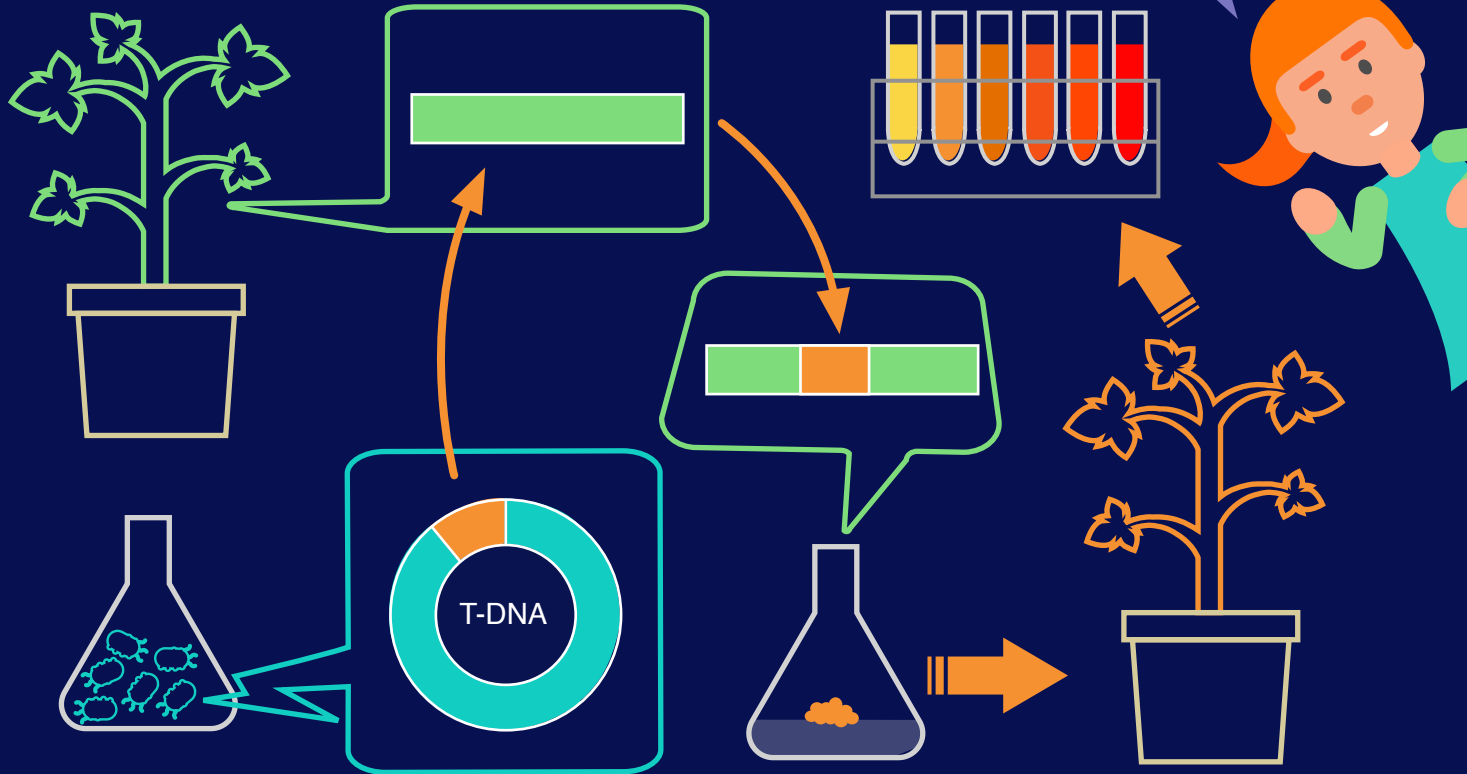
LA BIOTECNOLOGIA IMITA A LA NATURALES

Abans hem vist que algunes bestioles fan carotenoides perquè han incorporat al seu genoma (és a dir, al seu manual de fabricació i funcionament) diversos gens (les instruccions) procedents de fongs.

La biotecnologia fa més o menys el mateix. En la naturalesa hi ha bacteris que transfereixen gens a les plantes perquè fabriquen el seu menjar favorit. Per a això utilitzen una eina anomenada T-DNA, on posen aquests gens.

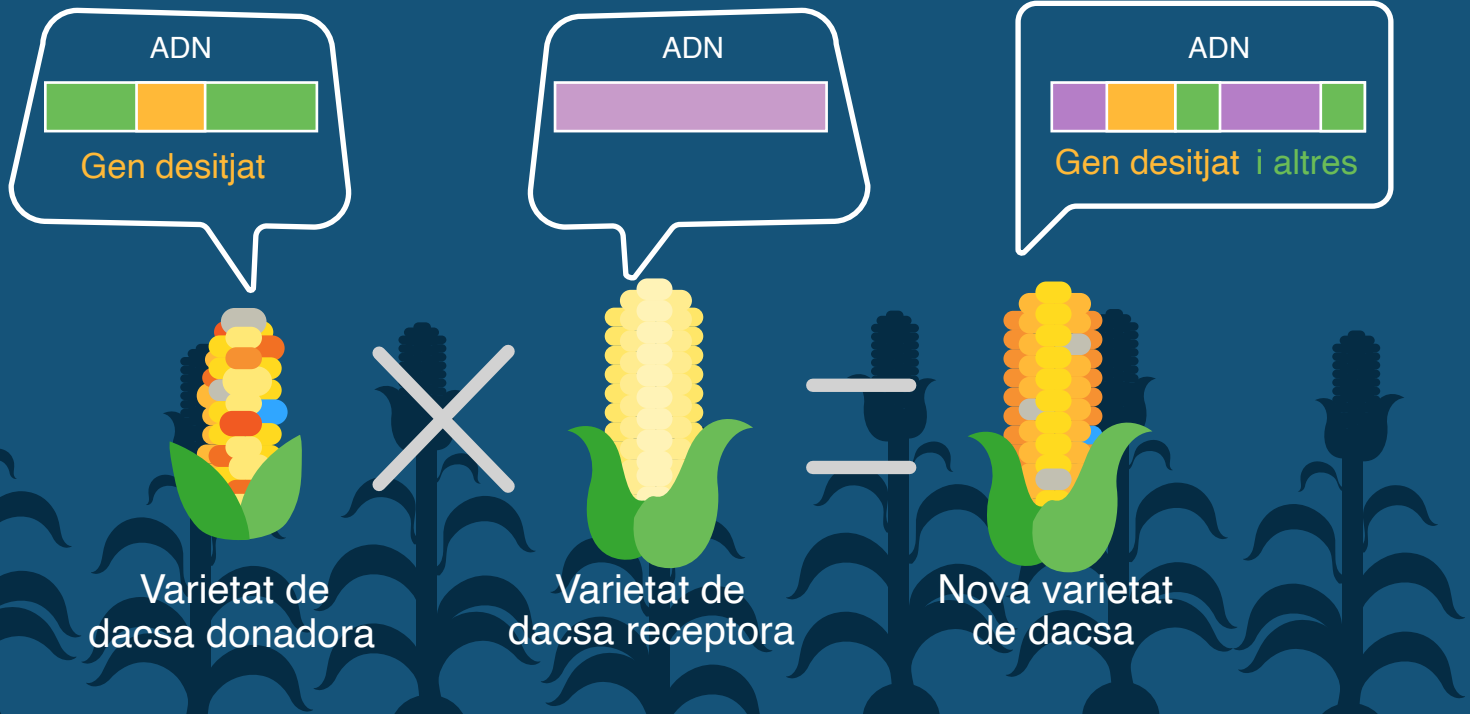


El que fa la biotecnologia de plantes és utilitzar els mateixos bacteris però canviant els gens bacterians pels gens de carotenoides (o els que ens interesse) en el T-DNA. Així la planta rep les instruccions per fer nous carotenoides, per produir-los en més quantitat o per emmagatzemar-los millor.

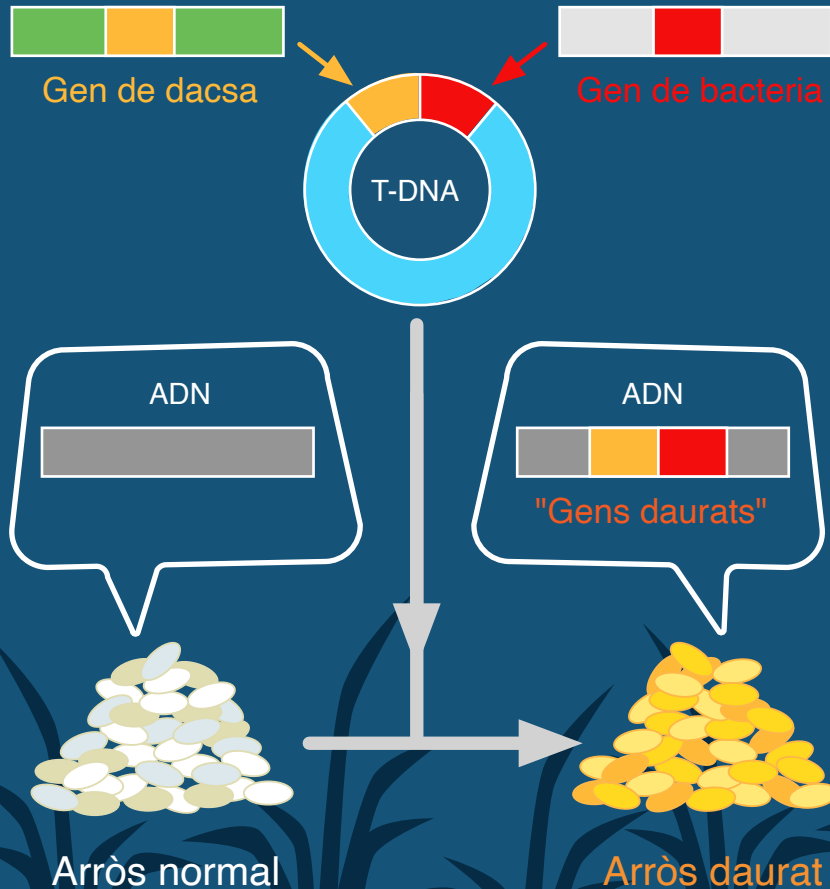


ACOLORINT ALIMENTS AMB DIFERENTS TECNOLOGIES

La millora tradicional requereix de molt temps i molts cicles de creuament i selecció per aconseguir una nova característica (per exemple, un gra de dacsca amb carotenoides). A més necessitem que es puguin creuar la planta que aporta el gens d'interès i la que els va a rebre, la qual cosa no sempre és possible. Un altre desavantatge és que poden transferir-se, juntament amb els gens desitjats, altres gens no tan interessants i fins i tot perjudicials.



La biotecnologia és molt més ràpida, efectiva i segura. En un únic pas, la planta receptora rep tan sols els gens que necessita, que poden procedir de qualsevol organisme.



La biotecnologia ha aconseguit crear arròs enriquit en carotenoides en molt poc temps.

Aquest "arròs daurat" conté un gen de dacsa i un altre d'un bacteri per fabricar beta-carotè el principal precursor de la vitamina A.

PER PENSAR...



El pensament científic implica preguntar-se com funciona el nostre món, fer experiments per comprovar hipòtesis, i traure conclusions a partir dels resultats. Però també contrastar opinions, acceptar i valorar les crítiques, i continuar desafiant el que sabem amb més preguntes fins a afermar el coneixement. Segur que com li passa a la Carlota, tens moltes idees i preguntes sobre els carotenoides. Això és molt bo!

Encara que ningú ho sap tot ni posseeix la veritat absoluta, hi ha científics als quals pots acudir. Vols saber qui són?



Quina funció té el color que proporcionen els carotenoides a les fulles a la tardor?

Com es sap si el color d'un aliment es deu a carotenoides o a altres pigments?

Què és més sa, un pebrot verd, groc, taronja, o roig?

Es pot aconseguir produir carotenoides en qualsevol aliment utilitzant biotecnologia?

Quants gens es necessiten per fer pinyes de color rosa?

PREGUNTA ALS EXPERTS



CaRed

A Espanya existeix una xarxa de científics dedicats a l'estudi integrat dels carotenoides

Es diu CaRed i està coordinada des del Centre de Recerca AgriGenòmica (CRAG) de Barcelona.

Els investigadors de CaRed abasten quatre àrees diferents però relacionades: la producció de carotenoides en bacteris, fongs i plantes, la seua manipulació mitjançant biotecnologia, la seua presència en els aliments, i les seues propietats per a la nutrició i la salut.



1

CRAG, Barcelona

Manuel Rodríguez Concepción
Albert Boronat

Producció de carotenoides en tomaques
manuel.rodriguez@cragenomica.es
albert.boronat@cragenomica.es

2

Universitat de Lleida

Changfu Zhu
Biotecnologia d'arròs i dacsa
zhu@pvcf.udl.cat

3

ICTAN-CSIC, Madrid

Begoña Olmedilla Alonso
Carotenoides en la dieta i la salut
BOlmedilla@ictan.csic.es

Universitat de les Illes Balears, Palma

Joan Ribot
Efecte dels carotenoides en la salut
joan.ribot@uib.es

4

5

Universidad de Sevilla

Javier Ávalos
M^a Carmen Limón
Carotenoides en fongs
avalos@us.es
carmenlimon@us.es

6

IATA-CSIC, Valencia

Lorenzo Zacarías / M^a Jesús Rodrigo
Carotenoides en cítrics
lzacarias@iata.csic.es / mjrodrigo@iata.csic.es

7

Universidad de Sevilla

Antonio J. Meléndez Martínez
Carotenoides en els aliments
ajmelendez@us.es

8

Universidad de Castilla-La Mancha, Albacete

M^a Lourdes Gómez Gómez
Carotenoides i derivats en safrà
MariaLourdes.Gomez@uclm.es

9

Instituto de la Grasa-CSIC

Dámaso Hornero Méndez
Anàlisi químic de pigments
hornero@ig.csic.es

10

EEZ-CSIC, Granada

Juan A. López Ráez
Derivats de carotenoides en arrels
juan.lopezraez@eez.csic.es

Contacta amb els nostres científics perquè et responguen les teues preguntes i et resolguen els teus dubtes sobre els carotenoides. Ells estaran encantats d'ajudar-te!





© 2018

Text i grafisme: Manuel Rodríguez-Concepción y Ernesto Llamas

Il·lustracions:: Ernesto Llamas (www.sketchingscience.org)

Traduït per: Sofía Hernández i Sofía Gil Rodrigo

Agraïments:

A M^a Victoria Barja, Miguel Simón, Miguel Ezquerro, Luca Morelli, Sofía Hernández, Lorenzo Zacarías, M^a Jesús Rodrigo, M^a Lourdes Gómez, Juan Antonio López-Ráez, Dámaso Hornero, Javier Ávalos, M^a Carmen Limón, Begoña Olmedilla i Albert Rodríguez per comentaris sobre el text.

Als membres de la Xarxa Espanyola de Carotenoides (CaRed) pel seu suport col·laboració i entusiasme amb el projecte.

Al Ministeri d'Economia i Competitivitat (actual Ministeri de Ciència, Innovació i Universitats) pel finançament de CaRed (projectes BIO2015-71703-REDT i BIO2017-90877-REDT).

Depòsit Legal B 30616-2018