

A stylized, colorful illustration of a landscape. On the left, a dark brown, textured hill rises. In the foreground, there are green rolling hills and a blue stream. A large, white, dandelion-like flower with yellow stamens is on the left. A red, stylized tree is visible in the distance, surrounded by a pinkish glow. The sky is blue with a large, white, fluffy cloud. In the bottom right, there are yellow, stalk-like plants with pink flowers.

DESCUBRIENDO LOS SECRETOS DE LA EVOLUCIÓN DE LAS PLANTAS

Un Viaje a Través
de la EvoDevo

DESCUBRIENDO
LOS SECRETOS
DE LA EVOLUCIÓN
DE LAS PLANTAS

Un Viaje a Través
de la EvoDevo



La increíble diversidad de las plantas

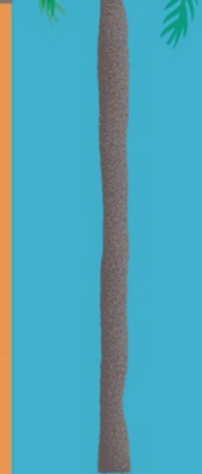
*¡Hola chic@s! ¿nos acompañáis
en un viaje vegetal?*



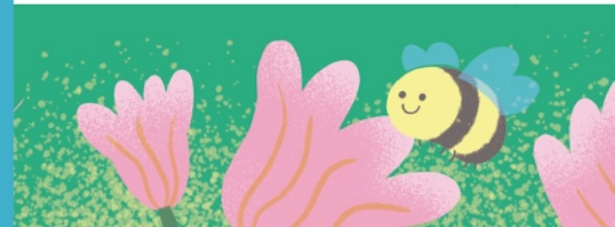
Las encontramos en todas las formas, tamaños y colores, cada una adaptada a su entorno único. Esta diversidad no solo es fascinante, sino también esencial para la vida en la Tierra.



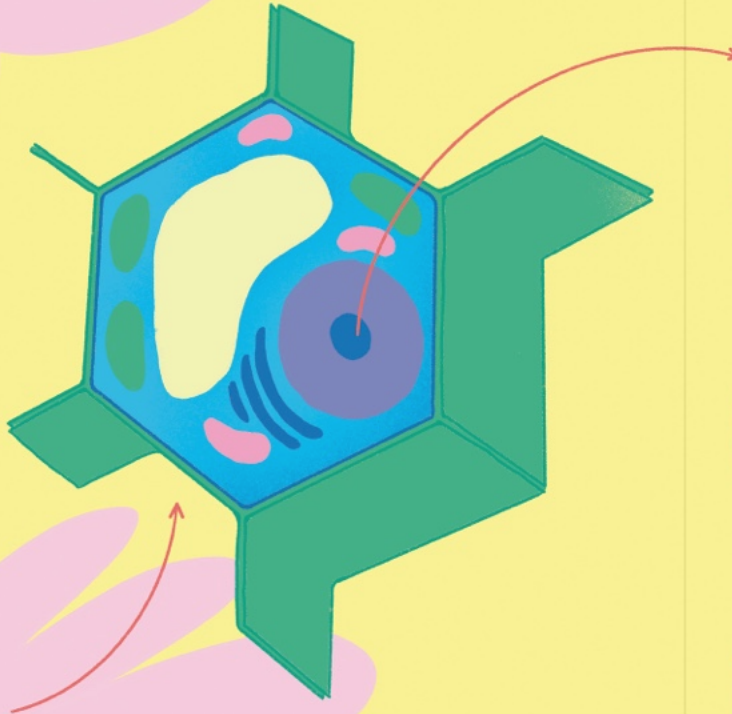
Las plantas están a nuestro alrededor, desde árboles altísimos, pasando por pequeños musgos y llegando a microalgas que flotan en los océanos.



Las plantas proporcionan oxígeno, alimentos y hábitats para innumerables criaturas, ¡incluyéndonos a nosotros!



Genes: El manual de la vida.



Los genes son pequeñas instrucciones escritas en el ADN de cada célula de la planta. Indican a la planta cómo crecer, qué forma tomar y cómo sobrevivir en diferentes entornos.

A veces, ocurren pequeños cambios en los genes, llamados mutaciones. Estos cambios pueden crear nuevos rasgos, como una forma de hoja diferente o un nuevo color en las flores. Con el tiempo, si estos rasgos ayudan a la planta a sobrevivir y reproducirse mejor, pueden volverse comunes en la población de plantas.

ADN es la abreviatura para Ácido Desoxirribo Nucleico, una molécula compleja que se encuentra dentro de cada célula de nuestro cuerpo, empaquetada en el núcleo, y contiene todas las instrucciones necesarias para crear y mantener la vida.

¡Bienvenidos a EvoDevo!

¿Alguna vez os habéis preguntado cómo han cambiado las plantas a lo largo de millones de años?

Bienvenidos al emocionante mundo de la EvoDevo, abreviatura de Biología Evolutiva del Desarrollo y los mecanismos de señalización.

Este campo nos ayuda a entender cómo las plantas se han adaptado y evolucionado para convertirse en los increíbles organismos que vemos hoy en día.

Al estudiar los genes que dirigen la formación de órganos y tejidos y la percepción de las señales ambientales, los científicos pueden descubrir los secretos detrás del desarrollo y la adaptación de las plantas a nuevos entornos.



De las algas

El primer gran paso en la evolución de las plantas fue la transición del agua a la tierra. Los antepasados de las plantas modernas eran algas que vivían en el agua y donde aún habitan siendo esenciales en los ecosistemas marinos y produciendo más de la mitad del oxígeno del planeta.

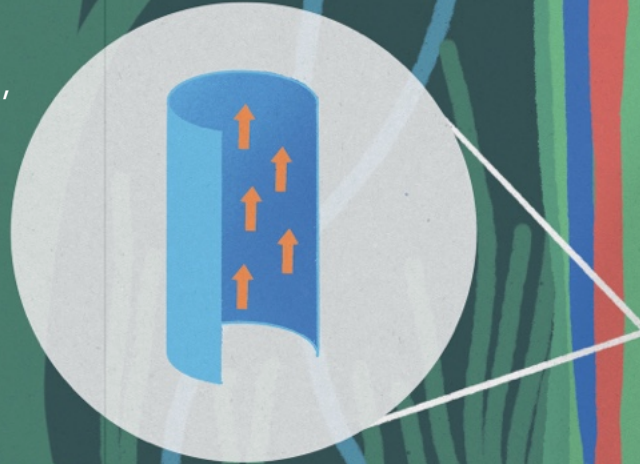
a las plantas terrestres

Con el tiempo, los cambios genéticos las ayudaron a desarrollar rasgos como raíces y superficies más impermeables para sobrevivir en tierra. Estas adaptaciones morfológicas controladas genéticamente les permitieron a las plantas explorar y prosperar en nuevos entornos, preparando el camino para generar la increíble diversidad que vemos hoy.

La evolución de los tejidos vasculares

Los tejidos vasculares forman un sistema circulatorio como el nuestro. Son como autopistas dentro de las plantas, que transportan agua, nutrientes, alimentos e información.

Cambios acumulados en numerosos genes durante la evolución derivaron en el desarrollo de estos tejidos, que han permitido a las plantas crecer más altas y alcanzar más luz solar. Esto fue crucial para el éxito de las plantas terrestres, ya que las ayudó a prosperar en diversos entornos y competir por los recursos.



De plantas con esporas



Las primeras plantas terrestres, como los helechos, vivían en ambientes siempre húmedos y se reproducían por esporas diminutas. Aunque semejantes a “semillas” primitivas, esas esporas no contenían reservas de alimento y solo podían germinar si había agua en abundancia. La aparición de las semillas fue un gran invento de la evolución.

a plantas con semillas

Gracias a las semillas, las plantas pudieron colonizar zonas con menor contenido de humedad y así diversificarse en millones de especies.



Ventajas de tener semillas

Protegen el embrión: En su interior se aloja la futura planta, perfectamente resguardada frente a agresiones externas

Latencia: Permiten permanecer “dormidas” hasta que el agua, la luz y la temperatura resulten óptimas para germinar.

Reserva de energía: Contienen nutrientes suficientes para el crecimiento inicial, antes de que el embrión desarrolle la fotosíntesis.



Evolución de las estructuras reproductivas

A medida que las plantas evolucionaron, desarrollaron diversas estructuras reproductivas.



Los **briófitos**, como los musgos, tienen estructuras simples para la dispersión de esporas.



Los **helechos** tienen esporangios más complejos, como una bolsita o cápsula, que se encuentra a menudo en el envés de las hojas y que cuando las esporas están maduras, se abren y liberan las esporas al aire.

Las **gimnospermas**, como los pinos, usan conos (las piñas) para formar y proteger sus esporas y luego sus semillas.

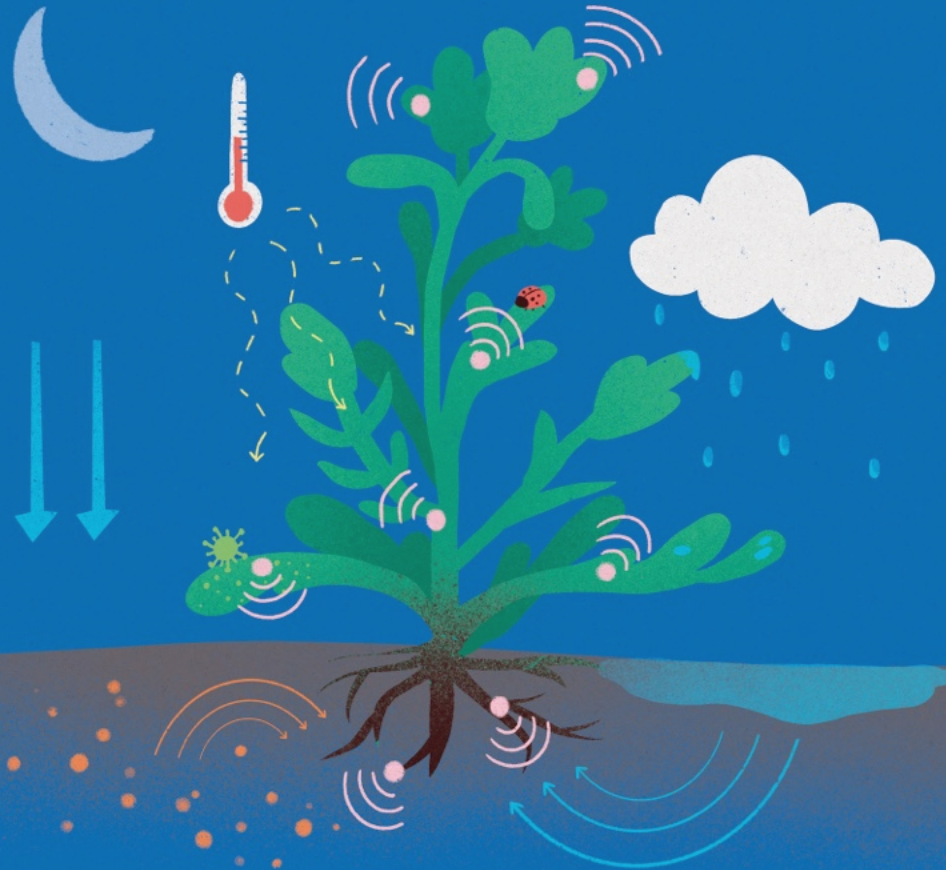


Las **angiospermas**, o plantas con flores, tienen flores y frutos, que están altamente especializados para la reproducción.



Cada grupo de plantas emparentadas (también los llamamos clados del árbol evolutivo) ha desarrollado adaptaciones únicas para asegurar la supervivencia y reproducción.

Como responder a los mensajes del ambiente:

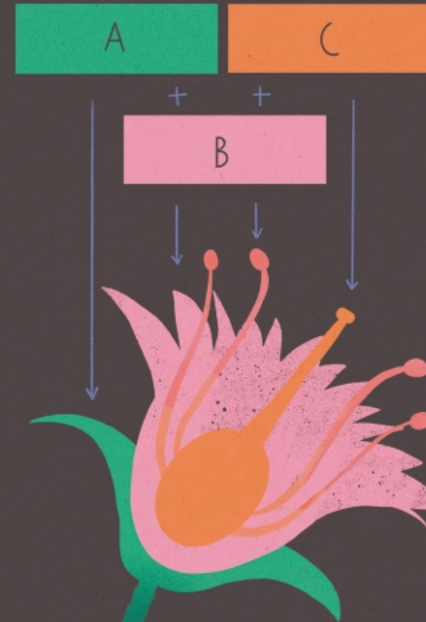


Evolución de los sistemas de comunicación interna y externa

Las plantas pueden detectar cambios en el ambiente y comunicarse mandando señales a sus diferentes órganos o a otras plantas. Estas señales se organizan como circuitos, que también llamamos "redes de señalización" y ayudan a la planta a evaluar sus necesidades y a responder a su entorno de modo coordinado. Por ejemplo, permiten a las plantas detectar cambios en la luz, temperatura y disponibilidad de agua. Así, las plantas pueden adaptar su crecimiento y desarrollo, asegurando su supervivencia en diversas condiciones. Con la evolución de las plantas y la necesidad de hacer frente a condiciones cada vez más cambiantes, así como a estructuras internas más complejas, las redes de señalización han ido incorporando más genes que introducen nuevos elementos, o reorganizando los que ya tenían para generar nuevas respuestas.

El nacimiento de las flores

La aparición de flores supuso una gran mejora para las plantas, ya que les facilitaba la reproducción. Las flores evolucionaron a partir de ramas vegetativas al adquirir nuevas características estructurales codificadas por nuevas funciones genéticas. El modelo ABC se propuso para explicar cómo estas nuevas funciones se podían combinar en parejas controlando el desarrollo de los órganos florales (sépalos, pétalos, estambres y carpelos).



Las flores son estructuras sofisticadas que ayudan a las plantas a reproducirse con mucho éxito, al atraer polinizadores, protegiendo y facilitando la interacción del polen y los óvulos y posteriormente la dispersión de semillas.



¿Sabías qué...?

Esta idea se le ocurrió a Goethe que, en el siglo XVIII, propuso la teoría de que los órganos de las flores (sépalos, pétalos, estambres y pistilos) y las hojas tenían un origen común. Eran diferentes «metamorfosis» de un órgano común. Sin embargo, hubo que esperar hasta el desarrollo de la genética molecular para que estas ideas se hayan expresado en los libros de texto para biólogos.

Frutos y semillas.

Las maletas de los viajeros de la naturaleza.



Las semillas, que se forman en la planta madre, contienen el embrión de las plantas hijas que van a desarrollarse y crecer. Las plantas están ancladas al terreno y no pueden desplazarse, y necesitan un mecanismo para que la nueva generación se separe de la madre y conquiste nuevos territorios.

Los frutos ayudan en esta dispersión y han evolucionado formando estructuras muy diversas. Algunos están diseñados para ser llevados por el viento o el agua, mientras que otros atraen a los animales, que los ingieren para dispersar luego las semillas a través de sus excrementos.



Lo que los fósiles nos dicen de la evolución de las plantas



Los fósiles son como cápsulas del tiempo, preservando plantas antiguas y mostrándonos cómo vivieron hace millones de años. Al estudiar los fósiles de plantas, los científicos pueden aprender sobre los entornos del pasado y cómo las plantas se adaptaron a ellos. Esto nos ayuda a entender la historia evolutiva de las plantas y de sus respuestas a los cambios climáticos.

Principales organismos modelo en EvoDevo vegetal

Ostreococcus tauri



Un alga marina unicelular que no supera una micra de tamaño, de extraordinaria simplicidad celular y reducido número de genes. Ideal para estudiar los orígenes y la evolución temprana del linaje verde que dio lugar a las plantas.

Un alga verde unicelular que ayuda a comprender la fotosíntesis y las funciones básicas de las células vegetales.



Chlamydomonas reinhardtii

Physcomitrium patens



Un musgo que se puede manipular genéticamente con facilidad, lo que ayuda a los científicos a estudiar la evolución de las plantas terrestres tempranas, proporcionando pistas sobre la transición del medio acuático a la tierra.

Los científicos utilizan organismos modelo para estudiar EvoDevo en plantas porque ofrecen información sobre el desarrollo de los distintos grupos en el árbol de la evolución.

Una hepática con el conjunto de genes (genoma) menos repetido de todas las plantas terrestres, lo cual facilita mucho el estudio de las funciones de los genes



Marchantia polymorpha

Oryza sativa



Un representante de las plantas con flores del grupo de las monocotiledóneas. Como alimento básico, el arroz es crucial para entender la evolución de los cultivos y mejorar la seguridad alimentaria.

Una pequeña planta con flores que es la más estudiada del grupo de las dicotiledóneas. Crece rápidamente y tiene un genoma relativamente pequeño, lo que la hace perfecta para estudiar la genética de las plantas.



Arabidopsis thaliana

EvoDevo y el cambio climático

A medida que el clima ha cambiado, las plantas han tenido que adaptarse a las nuevas condiciones. La EvoDevo ayuda a los científicos a entender cómo las plantas han respondido a estos cambios.

hace 470 millones de años



Las plantas salen del agua

hace 420 millones de años



Los tejidos vasculares permiten crecer más y en ambientes más secos.

hace 360 millones de años



Las semillas ayudan a resistir el clima duro y colonizar nuevos territorios.

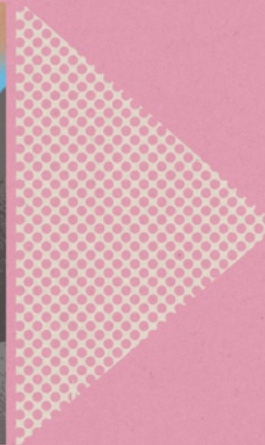
hace 140 millones de años



Las flores facilitan la reproducción y el viaje de las semillas.



Adaptarse al clima extremo es vital, ¡mira los cactus que almacenan agua!



El futuro de la evolución de las plantas

A medida que el mundo continúa cambiando, las plantas continuarán evolucionando.

Los científicos estudian la EvoDevo para predecir cómo las plantas podrían adaptarse a futuros desafíos y a nuevos entornos. Los cambios genéticos continuarán impulsando la evolución de nuevas formas y funciones adaptadas a los nuevos ambientes, ayudando a las plantas a sobrevivir en un mundo cambiante.



Por qué las plantas importan:

Las plantas a menudo pasan casi desapercibidas e ignoradas, pero son vitales para nuestro mundo. Proporcionan oxígeno, alimentos y medicinas. Entender cómo se desarrollan y funcionan las plantas nos ayuda a apreciar su papel en nuestro ecosistema y nos motiva a protegerlas. Al aprender más sobre las plantas, podemos contrarrestar la "ceguera a las plantas" y reconocer su importancia en nuestras vidas.

¡Atrévete a conocer a las plantas!



¡Sé un plantólogo!

Puedes explorar el mundo de las plantas justo en tu jardín, en un paseo en el campo o en la playa. Observa cómo crecen diferentes plantas y algas, qué animales las visitan y cómo cambian con las estaciones.

¡Quién sabe, podrías descubrir algo nuevo!

Considera cómo los genes podrían estar moldeando su desarrollo y estrategias de supervivencia.



¡Gracias por unirte a la aventura!

Esperamos que hayas disfrutado este viaje a través del asombroso mundo de la evolución de las plantas.

Sigue haciendo preguntas
y explorando la naturaleza.

¡El mundo de las plantas está lleno de
maravillas esperando ser descubiertas!

Recuerda, cada planta tiene una
historia que contar, modelada por
sus genes y su entorno.

¿Quiénes somos?

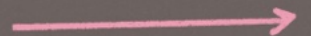
EvoDevoSigNet es una red de investigadores españoles que estudian diferentes aspectos de la biología de las plantas. Todos compartimos el interés por entender cómo han evolucionado los procesos de desarrollo y los mecanismos de señalización en las plantas.

Nuestro objetivo es descubrir cómo las plantas han cambiado para crear la diversidad de formas, tamaños y órganos que encontramos en la naturaleza. También queremos entender cómo responden a los desafíos del medio ambiente, a los patógenos, a los depredadores y a la interacción con otros organismos beneficiosos.

Nuestro trabajo busca combinar la investigación básica, la curiosidad y el deseo de aprender cómo la evolución ha moldeado el mundo vegetal. Además, buscamos aplicar este conocimiento en biotecnología, utilizando lo que aprendemos sobre el desarrollo de las plantas a través de estudios comparativos en diferentes grupos de plantas.



Conoce y contacta con
los evoplantólogos



1 Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas, CSIC-UPV (Valencia)

Cristina Ferrándiz

cferrandiz@ibmcp.upv.es

Miguel A. Blázquez

mblazquez@ibmcp.upv.es

Jaume Martínez García

jaume.martinez@ibmcp.upv.es

Francisco Madueño

madueno@ibmcp.upv.es

Maite Sanmartín

maite.sanmartin@ibmcp.upv.es

Javier Agustí

jagusti@ibmcp.upv.es

2 Centre de Recerca en Agrigenomica, Barcelona

Soraya Pelaz

soraya.pelaz@cragenomica.es

Ignacio Rubio-Somoza

ignacio.rubio@cragenomica.es

Laura Botigüé

laura.botigue@cragenomica.es

3 Instituto de Investigación en Agrobiotecnología, CIALE, Salamanca

Pablo Albertos

paa@usal.es

Oscar Lorenzo

oslo@usal.es

4 Instituto de Bioquímica Vegetal y Fotosíntesis, CSIC-US, Sevilla

Federico Valverde

federico.valverde@ibvf.csic.es

Myriam Calonje

myriam.calonje@ibvf.csic.es

Jose M. Romero

jmromero@us.es

Gloria Serrano

gloria.serrano@ibvf.csic.es

Emilio Gutiérrez-Beltrán

egutierrez@ibvf.csic.es

Francisco Romero-Campero

fran@us.es

Mercedes García-González

mggonza@us.es

Inmaculada Couso

inmaculada.couso@ibvf.csic.es

Univerdidad Pablo Olavide de Sevilla

Eduardo Narbona

enarfer@upo.es

5

**Centro Nacional de
Biotecnología, CSIC (Madrid)**

Roberto Solano

rsolano@cnb.csic.es

Pilar Cubas

pcubas@cnb.csic.es

Jose M. Franco-Zorrilla

jmfranco@cnb.csic.es

Andrea Chini

achini@cnb.csic.es

Jose J. Sánchez-Serrano

jjss@cnb.csic.es

Carlos Alonso-Blanco

calonso@cnb.csic.es

Enrique Rojo

erojo@cnb.csic.es

**Centro de Biotecnología
y Genómica de Plantas,
UPM-CSIC (Madrid)**

Jesús Vicente-Carbajosa

jesus.vicente@upm.es

Stephan Pollmann

stephan.pollmann@upm.es

Raquel Iglesias

raquel.iglesias@upm.es

5

**Universidad Complutense
de Madrid**

Pablo Muñoz-Rodríguez

pablo.munoz@ucm.es

**Real Jardín Botánico,
CSIC (Madrid)**

Javier Fuertes

jfuertes@rjb.csic.es

Isabel Sanmartín

isanmartin@rjb.csic.es

**Universidad Rey Juan
Carlos, Madrid**

Rubén Milla

ruben.milla@urjc.es

Silvia Matesanz

silvia.matesanz@urjc.es

©2025

Texto: Cristina Ferrándiz Maestre

Ilustraciones: Alba Ramiro www.albaramiro.com

Agradecimientos:

A Fran Romero Campero, Paco Madueño, Raquel Iglesias, Carlos Alonso Blanco, Enrique Rojo y todos los miembros de la Red Española de Evolución de Mecanismos de Regulación del Desarrollo y la Señalización en Plantas (EvoDevoSigNet) por su apoyo, colaboración y entusiasmo con el proyecto; y a Raúl Bueno por su mirada de profesor.

Al Ministerio de Ciencia e Innovación por la financiación de EvoDevoSigNet (proyecto RED2022-134917-T)

Depósito Legal XXXXXX



AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN
Convocatoria 2022 «Redes de
Investigación»

Grant RED2022-134917-T funded by
MCIN/AEI/ 10.13039/50110001103



