



La Vida por los Suelos

Reconocimientos:

Esta exposición ha sido elaborada por personal del IPNA-CSIC, incluyendo: Alicia Boto (coordinadora), José Manuel Pérez de Lastra, Andrés Borges, Mercedes Hernández y Fernando Lobo

Las mayoría de las fotos pertenecen a las colecciones particulares de Alicia Boto (cubierta y paneles 1-14) y de Mercedes Hernández (panel fertilidad)

Casi todas las fotos restantes se han tomado de la colección abierta de CienciaTK (CSIC) y de grupos del CSIC (marcados al pie de foto). Respecto a las fotos de CienciaTK (www.cienciatk.es), se han usado las siguientes imágenes:

ATRAPADAS EN LA RED 2/3 (Berta Maestro), ROSA: ALGODONES, GALAXIA FUNGICA y PODER DE CRECIMIENTO (M^a Victoria Gil Matellanes), CAOS ARMÓNICO EN LAS MARISMAS (Héctor Garrido Gil), pH2 (Elvira Barroso), EL MURO (Alejandro Pérez de Luque), EL OTOÑO (Pablo Illasque Serrano), ISLA (FOTCIENCIA-FO028836), LA MUESTRA (Óscar Gutiérrez), TÚ ME DAS AGUA Y YO TE DOY AZÚCAR (Elena Baraza Ruiz), VIDRIERA, EL ARTE DE UNA AMEBA y JOYAS DE AGUA (Antonio Guillén Oterino), SIMBIOSIS (Iñigo Zabalgogea), SALVINIA (Silvia Andrade), SALTA (María Rives), ZYGNEMAS Y EUGLENAS (Ángeles Aguilera).

Los códigos QR son vínculos a vídeos, noticias, fotos y + info de distintas fuentes



La Vida por los Suelos

Un mundo a nuestros pies

Una gran biodiversidad

Megafauna
y megaflorea

> 20 mm



Macrofauna
y macroflora

2- 20 mm



Mesofauna
y mesoflora

100 µm- 2 mm



Microorganismos
(bacterias, hongos, protozoos,
microalgas, cianobacterias)

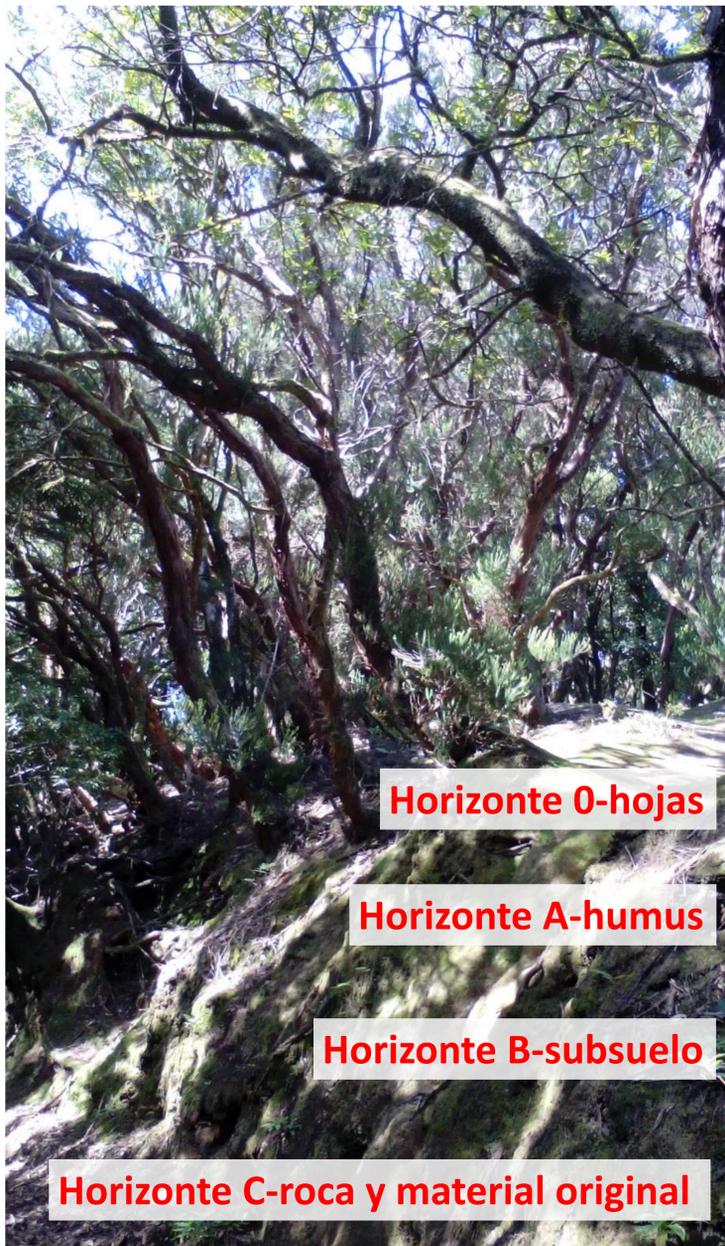
1 - 100 µm



Sus residuos abonan el suelo; algunos son detritívoros (ej. lombrices) o descomponedores de la materia orgánica (ej. hongos). Otros son parásitos de plantas (ciertos hongos, nemátodos, etc). Muchos horadan el suelo, aireándolo pero también erosionándolo

colonizan

simbiosis



Horizonte 0-hojas

Horizonte A-humus

Horizonte B-subsuelo

Horizonte C-roca y material original

nutrientes



MÁS INFO-RECURSOS TIC



Fijan nitrógeno asimilable para las plantas



Delgada capa superficial de tierra, hierbas y arbustos pequeños

Regolitos (rocas pequeñas) y rocas



Líquenes, musgos y hepáticas

Trozos de roca

Suelo viejo

Suelo joven

Suelo inmaduro



La Vida por los Suelos

Colonos de nuevos suelos



Los primeros colonizadores son microorganismos, que irán variando al irse formando el suelo y degradarse la roca



CIENCIATK-GALAXIA FUNGICA



SINC-LOS MICROBIOS PROTEGEN EL SUELO



CSIC-HONGO DE LIQUEN CAMBIA ALGA AL CAMBIAR DE SITIO



VIDEOS V.O INGLES SUBT. HARVARD MUS. NAT. SCI.

Los líquenes, asociación de un hongo con un alga o una cianobacteria, son de los primeros colonizadores. El hongo mantiene la humedad del alga, le proporciona minerales y la protege del exterior, y el alga realiza la fotosíntesis y proporciona azúcares y otros nutrientes al hongo. No tienen raíces y usan al terreno como soporte. Con el tiempo, van degradando la roca y al mismo tiempo generan un sustrato orgánico para otros organismos.



En terrenos húmedos, los líquenes crecen con musgos y hepáticas, vegetales de pequeño tamaño, que ayudan a preparar el suelo. También aparecen pequeñas plantas cuyas semillas traen por lo general el viento o las aves. Las plantas horadan la roca con sus raíces y sus restos crean un sustrato para futura vegetación.



ANTENA3-FOTOS SORPRENDENTES: MUSGOS AMPLIADOS



La Vida por los Suelos

¿Qué es la pedosfera?



La Pedosfera es la capa más exterior de la tierra, que está compuesta de suelo, y posee el sustrato que hace posible la vida animal y vegetal. Actúa como integrador de la Litosfera, Atmósfera, Hidrosfera y Biosfera



La riqueza de especies y la complejidad de la delgada capa cultivable del suelo son tan importantes que condicionan la vida sobre la tierra del mismo modo que la fotosíntesis.



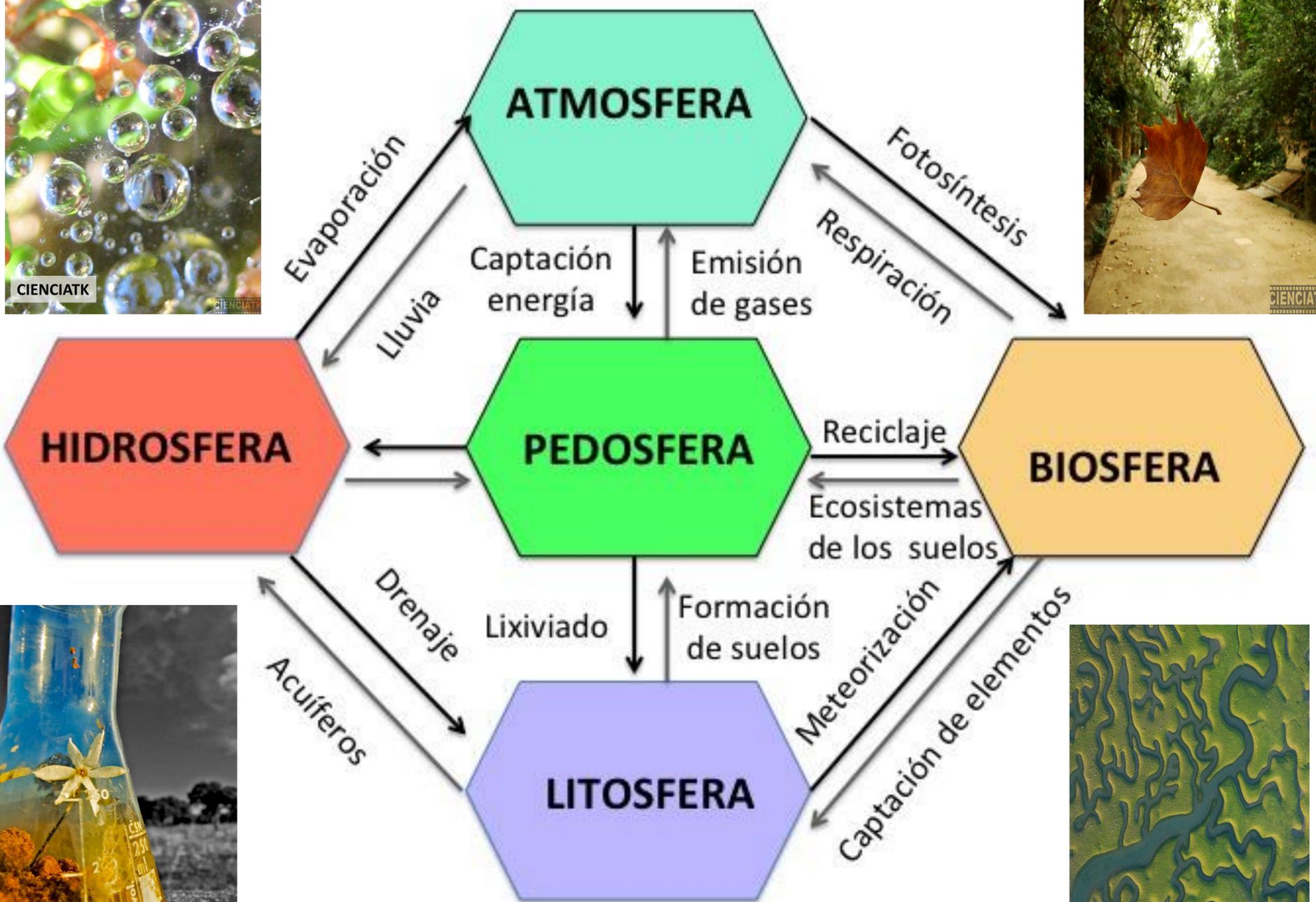
<http://es.wikipedia.org/wiki/Pedosfera>



CIENCIATK



CIENCIATK



CIENCIATK



CIENCIATK



La Vida por los Suelos

Microbios y luchas de poder

La diversidad de microorganismos en el suelo es beneficiosa pues otros microorganismos pueden eliminar a los microorganismos patógenos compitiendo por su comida, alimentándose de ellos o generando metabolitos tóxicos para los patógenos.

Controlan la disponibilidad de muchos nutrientes importantes para las plantas



EEZ-CSIC



IPNA-CSIC



IRNAS-CSIC

Contribuyen a la formación de materia orgánica

Los microbios en el suelo

Aunque los microorganismos son ubicuos, en pocas situaciones existen poblaciones iguales.

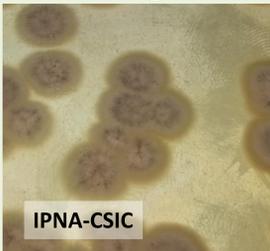
Bacterias



CIENCIATK

Nocardia
Streptomyces
Micromonospora

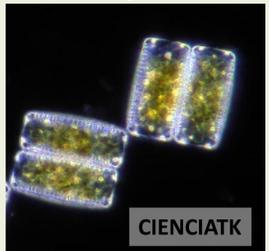
Hongos



IPNA-CSIC

Ascomicetos
Basidiomicetos

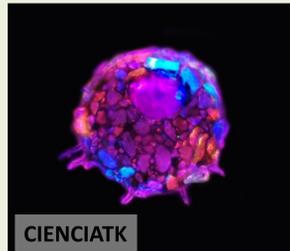
Algas



CIENCIATK

Verdi-azuladas
Diatomeas

Protozoos



CIENCIATK

Flageladas
Amebas

Los litótrofos, como las **Nitrosomonas**, obtienen su energía de la oxidación de los compuestos inorgánicos: intervienen en el ciclo del N y en la degradación de contaminantes.

Litótrofos



CIENCIATK

Mutualistas

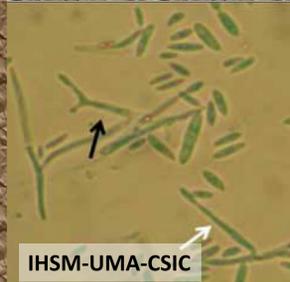


IRNAS-CSIC

Favorecen el crecimiento vegetal. Por ejemplo, las **micorrizas** obtienen azúcares de la planta y ésta mejora la toma de agua y nutrientes a través de las hifas del hongo.

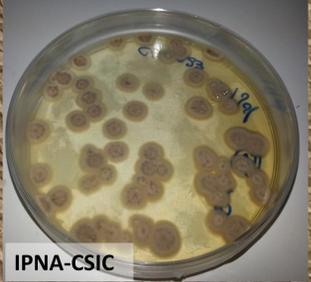
Los patógenos, como **Fusarium** y **Rhizoctonia**, provocan importantes pérdidas en cultivos agrícolas cada año.

Patógenos



IHSM-UMA-CSIC

Descomponedores



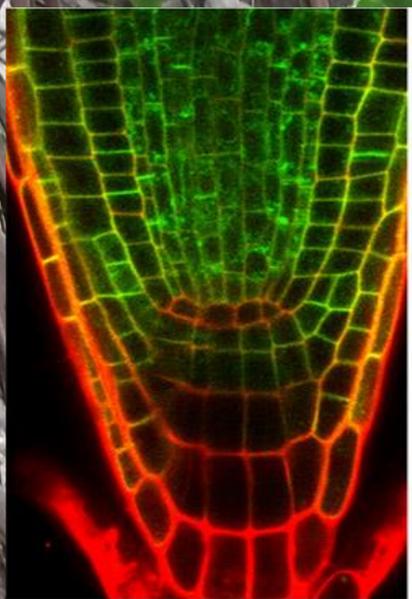
IPNA-CSIC

Los **actinomicetos** consumen compuestos simples de carbono, residuos de plantas, plaguicidas y otros contaminantes orgánicos.



La Vida por los Suelos

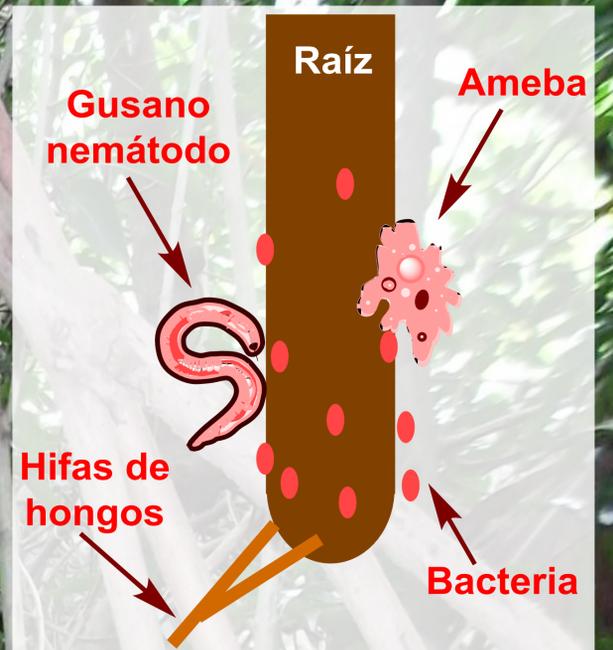
Rizosfera, rizobios y micorrizas



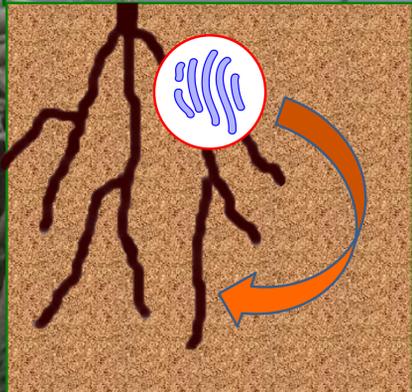
CRAG (CSIC-IRTA-UAB-UB): Raíz vista por microscopía confocal

La **rizosfera** es una región del suelo en que hay una gran influencia de las secreciones de las raíces y microorganismos asociados.

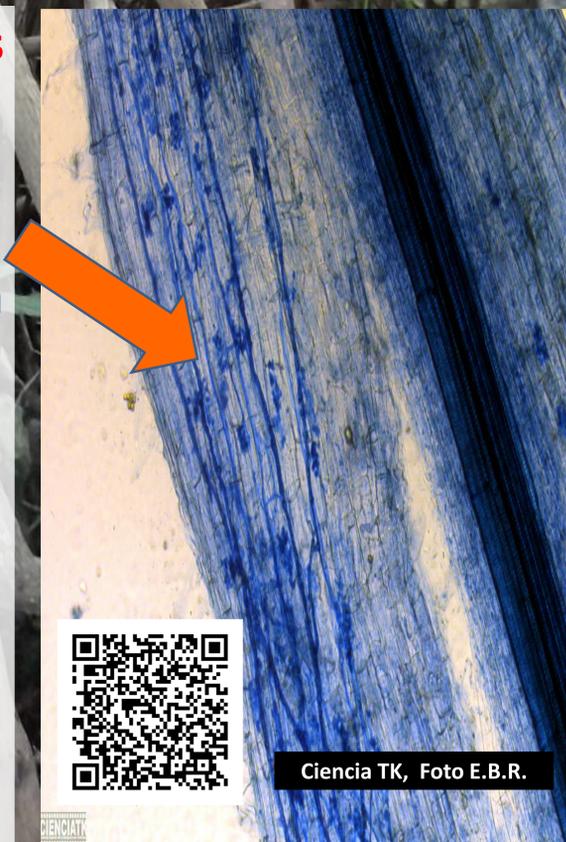
En ella hay muchas **bacterias** que se alimentan de células desechadas de la raíz o de proteínas y azúcares liberadas por ésta. Las bacterias sirven de alimento a **nemátodos**, **amebas**, etc. Además, hay hifas de **hongos** asociados o **patógenos**



Las raíces de las leguminosas albergan **bacterias llamadas rizobios** que pueden transformar el nitrógeno del aire en nitrógeno asimilable por las plantas, gracias a enzimas **nitrogenasas**. Sin esta extraordinaria capacidad, los suelos se agotarían muy pronto. Por eso, cuando un terreno se agota por agricultura intensiva, se deja en reposo un tiempo (**barbecho**) y luego se planta con leguminosas.



Las plantas también se asocian con **hongos** llamados **micorrizas**, para ayudarse mutuamente. Las micorrizas pueden ser **externas o internas** a la raíz. Esta micorriza ha penetrado en la raíz de una lechuga, y a través de unos «**vasos comunicantes**» llamados **arbuscúlos** le pasa **agua y minerales** a los que la planta no podría llegar. La planta, a cambio, cede al hongo **azúcares** obtenidos por fotosíntesis. Además, el hongo protege a la planta contra organismos patógenos, y la ayuda a **regular nutrientes** en suelos pobres



RAIZ-dicat-csic



CRICYT-Rizosfera



MYCOVITRO SL



Investigación-EEZ



La Vida por los Suelos

Reciclando el nitrógeno

Los compuestos nitrogenados son esenciales para la vida, pero ¿cómo formarlos a partir de un gas muy poco reactivo como el nitrógeno del aire?

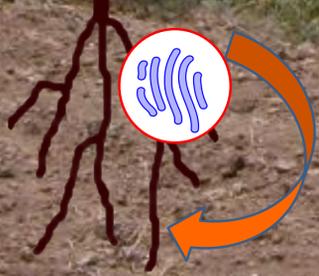
Nitrógeno atmosférico (N_2)



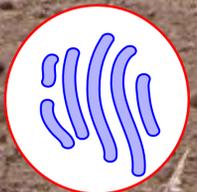
Resumen animado
M.I. Rojas (YouTube)



Saber más: proceso y
microbios fijadores



Fijación de nitrógeno por bacterias que viven en los nódulos de las raíces de leguminosas o que viven en el suelo



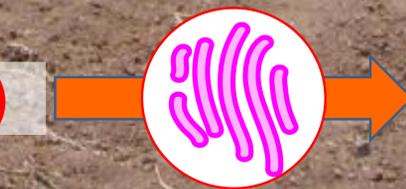
Amonificación



Descomposición de la materia orgánica por hongos o bacterias

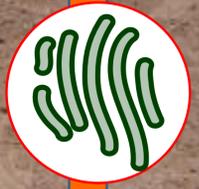


Amonio (NH_4^+)



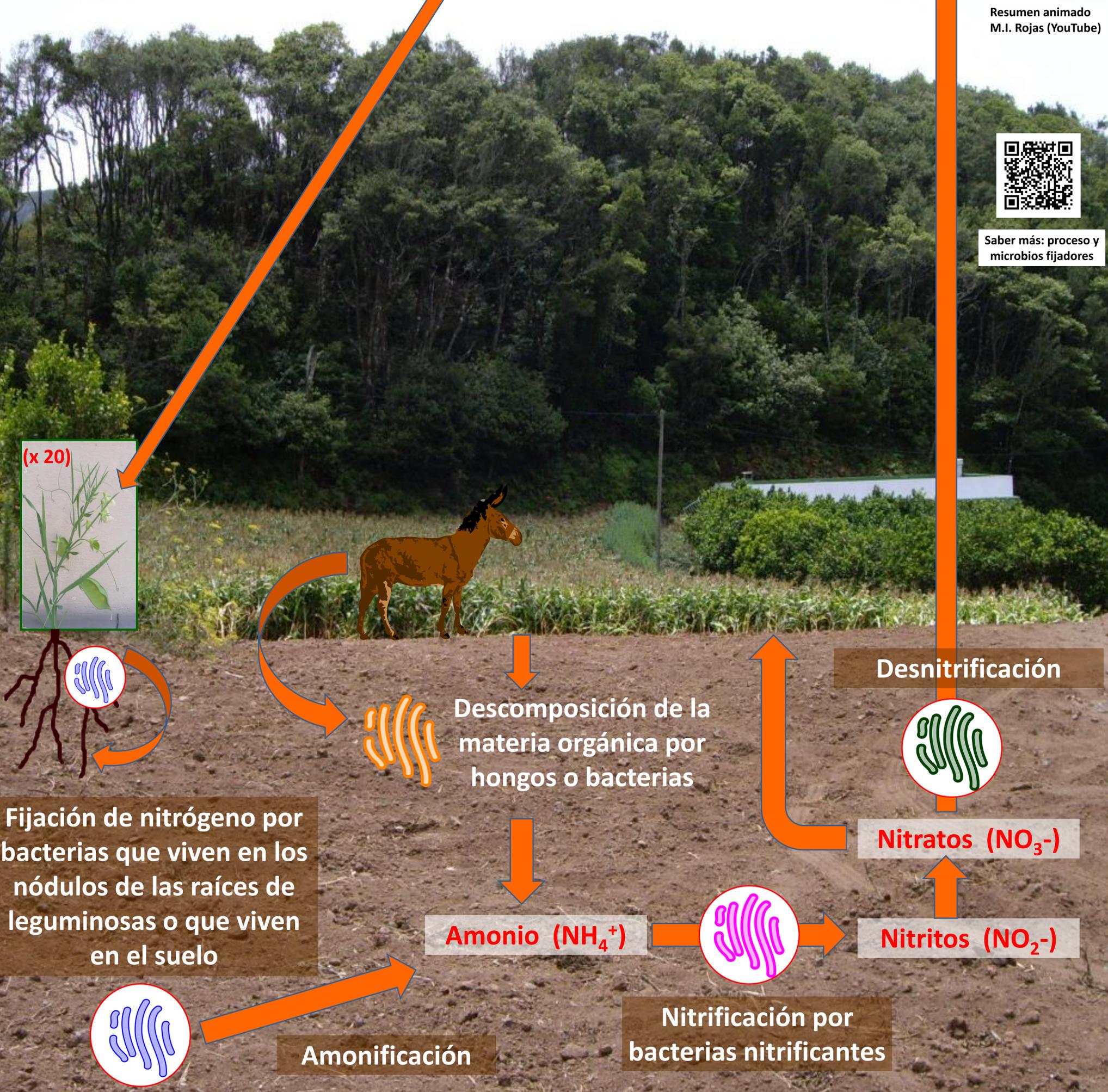
Nitrificación por bacterias nitrificantes

Desnitrificación



Nitratos (NO_3^-)

Nitritos (NO_2^-)





La Vida por los Suelos

Compostaje y fertilidad

La fertilidad del suelo depende de la constante conversión de nutrientes orgánicos en inorgánicos, y al revés. Los microorganismos descomponen restos de plantas o animales, y liberan nutrientes inorgánicos al suelo (mineralización). Estos nutrientes de nitrógeno, fósforo, metales como Fe, Zn, etc son recaptados por plantas o microbios para poder crecer



La rotación de cosechas permite mantener la calidad del suelo. Por ejemplo, los suelos agotados por el cultivo de algodón pueden recuperarse plantando leguminosas (judías, guisantes). Éstas se asocian con microbios y enriquecen el suelo en nitrógeno.



Compostaje:

Transforma la basura orgánica (restos vegetales, de ganado o de comida) en abono para el suelo. Para ello, los restos se trocean o muelen, se humedecen y se hace una pila con ellos. La mezcla se airea dándole vueltas regularmente.

Los hongos y bacterias aerobias (que consumen oxígeno) transforman la basura orgánica en dióxido de carbono y sales de amonio, que son la fuente de nitrógeno de las plantas. El exceso de amonio es convertido en nitratos por otras bacterias. Estos procesos liberan mucho calor, lo que destruye patógenos

Los gusanos mejoran la aireación de la mezcla y al digerir la materia orgánica, liberan sales minerales.

Ciertas larvas de moscas o cucarachas pueden usarse para acelerar la descomposición de materia orgánica



Ventajas del compost:

- 1) Aprovechamiento de los subproductos agrícolas y ganaderos para aumentar la fertilidad de los suelos.
- 2) Actúa como fertilizante y acondicionador de suelo, aportando nitrógeno, humus, etc
- 3) Aporta los microorganismos adecuados al suelo
- 4) Es un pesticida natural



En el CSIC se llevan a cabo investigaciones que permitan aprovechar los residuos orgánicos.



ICA



CEBAS



EEZ



IPNA



La Vida por los Suelos

El Reciclado, base de la Vida

Los **hongos** son los principales descomponedores de la madera muerta, ya que sólo ellos y ciertas bacterias pueden producir las enzimas que descomponen **lignina**, el «esqueleto» de la madera. Muchos combustibles fósiles procedentes de plantas del Carbonífero se formaron porque aún los hongos no habían evolucionado para producir estas enzimas y reciclar madera



Noticia-foto-Hongos y final del Carbonífero



MNCN

VIDEO V.O. INGLES SUBT. HARVARD MUS.NAT.SCI.



Las **lombrices de tierra** son detritívoros, ya que se alimentan de materia en descomposición. Juegan un papel esencial en el ecosistema, abonando y disminuyendo la compactación de los suelos.

Los **escarabajos peloteros** forman grandes bolas de heces y tierra donde luego ponen los huevos. Muchas especies de **moscas**, **milípedos** y **mariposas** se alimentan de heces, y muchas **larvas de insectos** crecen en carne putrefacta o heces. Todos ellos sirven luego de alimento a gran número de animales.

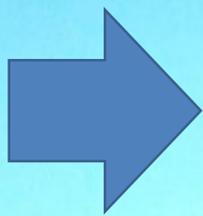


La Vida por los Suelos

La degradación del suelo

Degradación del suelo: proceso de destrucción o reducción gradual del valor medioambiental del mismo como consecuencia de la acción humana o natural

Causas



Expansión urbanística

Deforestación activa

Incendios

Sequías

Agotamiento del suelo por malas prácticas agrícolas o ganaderas (sobrepastoreo, sobreexplotación de recursos hídricos)

Actividad minera

Contaminación (industrial, agricultura, etc)

Erosión (natural, circulación vehículos, etc)

Consecuencias



Pérdida de productividad agrícola

Pérdida de recursos hídricos

Pérdida de biodiversidad

Desertización/desertificación

Empobrecimiento social, emigración





La Vida por los Suelos

La vida protege: Erosión

La vegetación, con sus raíces y la cubierta que proporciona al suelo, **protege el terreno contra la erosión** producida por la lluvia, el hielo y el viento. En la Amazonía, Madagascar, y muchos lugares de Asia y África, los ricos terrenos selváticos donde se talaron los árboles para aprovechar la madera y hacer terrenos de cultivo se han vuelto rápidamente terrenos muy pobres, al perderse la capa superior del suelo. Además, la vegetación **reduce la evaporación** del agua de la tierra y puede **captar activamente la humedad**, manteniendo la calidad del suelo. En España, el hombre eliminó buena parte de los bosques a lo largo de los siglos. En **Tenerife (foto)** se aprecia la diferencia entre el monte verde (laurisilva) preservado, que proporciona el agua que abastece la capital de la isla, y las zonas deforestadas.



Vídeo-EROSION-UNED

Pero hay esperanza: con esfuerzo, un poco de agua y elección adecuada de especies vegetales para repoblar, un terreno árido puede reconvertirse en fértil, como en Israel, China, África, etc. Sierra Espuña (Murcia) era en el S XIX una de las zonas más desérticas y erosionadas de España, pero gracias a un importante proyecto de restauración forestal, hoy día posee un extenso bosque.



Vídeo-CHINA-ETIOPIA



Vídeo-SIERRA-ESPUÑA



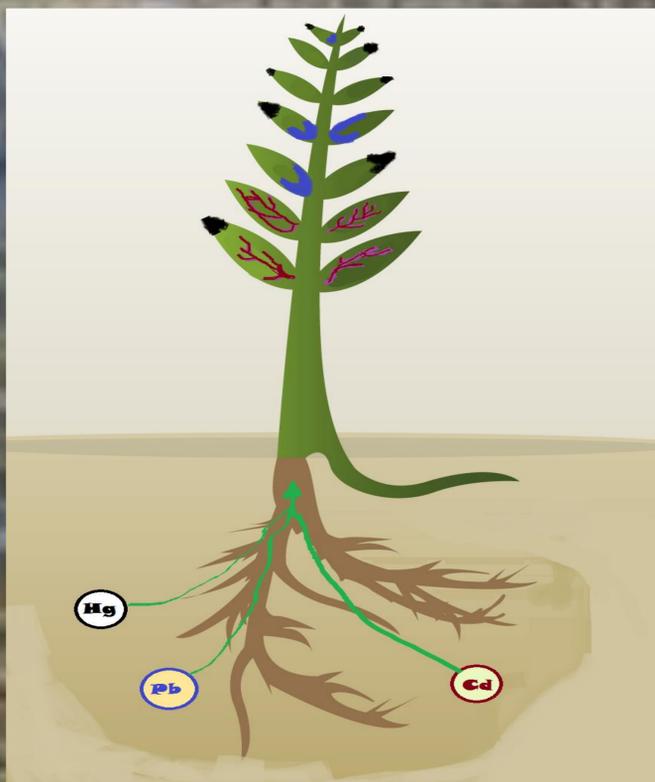
La Vida por los Suelos

La vida sana los suelos: Descontaminación



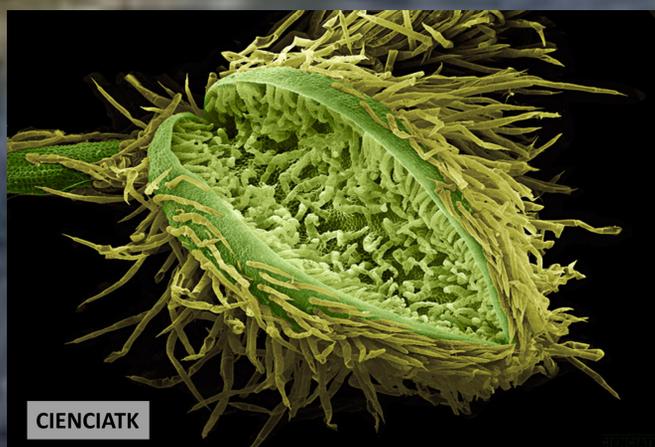
Los microorganismos, tanto los naturales como los obtenidos por ingeniería genética, pueden ser utilizados para metabolizar y degradar contaminantes del suelo, como hidrocarburos o compuestos organoclorados (ej. el insecticida heptacloro y el herbicida trifluoralina).

Los hongos son muy útiles para descontaminar (micorremediación). Algunos generan enzimas y ácidos que descomponen contaminantes orgánicos, como hidrocarburos. Otros son «superacumuladores» de metales pesados, que concentran en las setas que producen.



Algunas especies de plantas son capaces de absorber los contaminantes que no pueden ser degradados, como los metales pesados, y almacenarlos en sus hojas, tallos y frutos. La foto inferior muestra al helecho acuático *Salvinia*, que se usa para retirar plomo de zonas contaminadas.

Estas partes de las plantas son cosechadas en incineradas para concentrar los metales, que pueden ser desechados o reciclados para la industria.



¿Dónde se investiga?

Grupos del CSIC



IRNAS

CEBAS

EEZ

Empresas



Renovogen

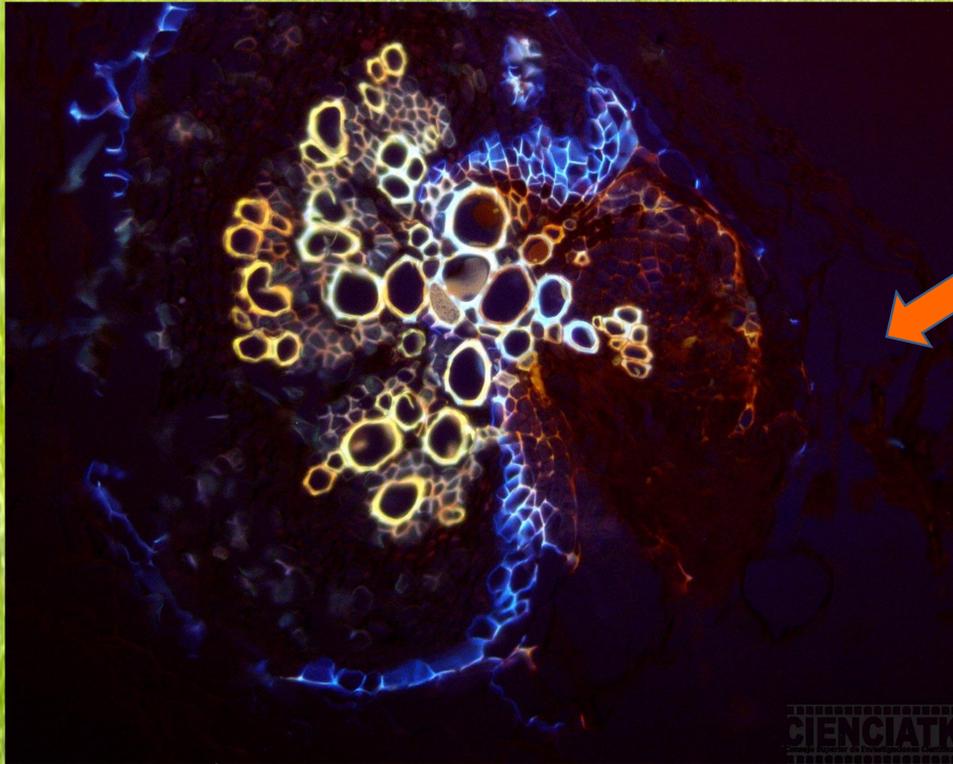
Avecom

Cl:Aire



La Vida por los Suelos

Amigos y enemigos



Invasión

Una **planta parásita** (*Orobanche sp*, en rojo) está tratando de invadir a otra (*M. truncata*) a través de la raíz. La agredida se defiende: en la «**zona de combate**» se liberan sustancias que se ven aquí con una intensa fluorescencia azul.



Trailer «Microcosmos» en YouTube por N.Usó



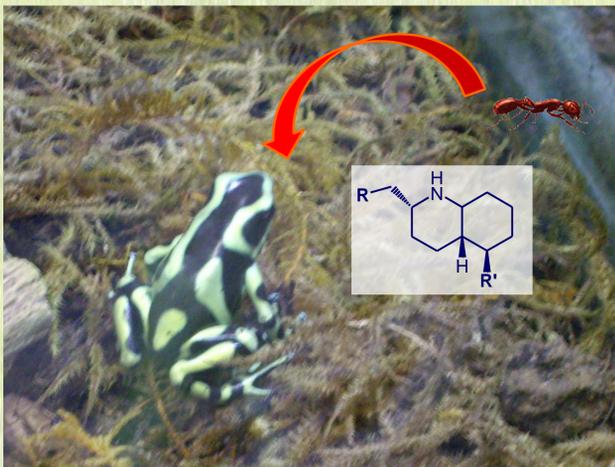
Noticia CSIC-Videos



¡Fuera de aquí!

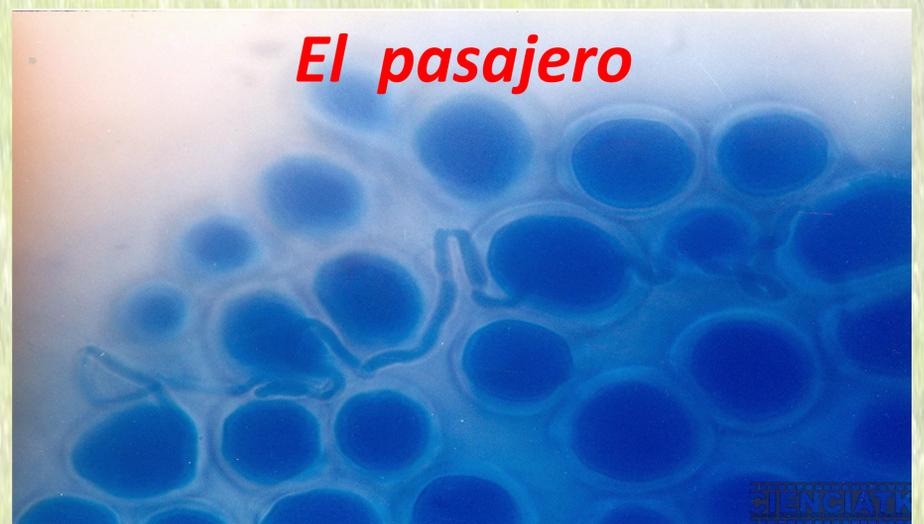
Varias **hormigas crían pulgones** que chupan la savia de plantas, y que luego ceden a la hormiga gotas de líquido nutritivo. Las hormigas **defienden** a sus pulgones contra depredadores, como las mariquitas.

Reciclado inesperado



Varias hormigas y cucarachas de América tropical poseen **sustancias venenosas** (ej. **alcaloides**) para defenderse de depredadores. Pero algunos, como esta rana, **se han adaptado** al veneno. Tras comerse la hormiga, los alcaloides **pasan a la piel** de la rana, que así se defiende de **sus enemigos**. Esta estrategia es muy usada por orugas y larvas de insectos (como la **mariposa monarca**) que se alimentan de plantas con sustancias tóxicas para sus depredadores.

El pasajero



Un hongo (*N. coenophialum*) introduce sus hifas en una semilla de *F. arundinacea*, gramínea usada para pastos y céspedes. El hongo entra en las semillas de plantas infectadas y así **se trasmite a su descendencia**. Pero a cambio **aumenta la resistencia de la planta** a los **hervíboros** (que ingieren alcaloides tóxicos) y la sequía



El Muro en CIENCIATK (CSIC)



Ranas Dardo-Video ElCanalDocumental



Ranita Dendrobates en WIKIPEDIA



El Pasajero en CIENCIATK (CSIC)



La Vida por los Suelos

Ciudades bajo el Suelo

Los suricatos viven en comunidades y crean refugios subterráneos como protección contra los depredadores y para protegerse de los extremos de un clima desértico



WIKI-Suricatos



WIKI-Ratas topo

Las ratas topo (*Heterocephalus glaber*) cavan extensos sistemas de túneles conectados para alimentarse de bulbos y raíces. Forman colonias subterráneas con reina y obreros.



CIENCIATK-Ayudantes de cría

Muchos pájaros crean colonias en las paredes de sitios escarpados durante la época de cría. En cambio, el rabilargo forma colonias en árboles, y los solteros ayudan a las parejas con polluelos



Las hormigas y termitas crean extensas ciudades subterráneas con ventilación y salas especializadas: para la reina, sus huevos y las larvas, almacenes de alimentos e incluso cámaras de cultivo. Varias especies de hormigas cortan hojas que alimentan hongos en estas cámaras, más tarde éstos sirven de alimento a la colonia. Las hormigas protegen a los hongos, eliminando sus competidores



WIKI-Hormigas cortadoras de hojas



NATGEO WILD-Ciudad de las Hormigas