



Antología de **Eco**logía

PAPIME PE402017



Hecho en México. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) Todos los derechos reservados 2017. Esta página puede ser reproducida con fines no lucrativos, siempre y cuando no se mutile, se cite la fuente completa y su dirección electrónica. De otra forma, requiere permiso previo por escrito de la institución.



HUMUS

Universidad Nacional Autónoma de México

Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología

Versión 1.0

2019

Proyecto PAPIME PE402017

Apoyado por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico

**AUTORES**

Josefina Bárcenas López

Alejandra Alvarado Zink

Sergio Padilla Olvera

Revisores Pedagógicos

José Antonio Domínguez Hernández

Enrique Ruiz-Velasco Sánchez

José S. Tolosa Sánchez

Revisión contenidos

Carlos Balderas Valdivia

Gabriela Jiménez Casas

Gerardo Rodríguez Tapia

Evaluación contenidos

Rosa Margarita Pacheco Hernández (C.C.H. Plantel Sur)

Guillermina Murguía Sánchez (C.C.H. Plantel sur)

Ana María Vazquez Torres (C.C.H. Plantel Azcapotzalco)

Ma. De Lourdes Roque Hernández (E.N.P. Plantel No. 2)

Ma. Del Carmen Nava Ortiz (E.N.P. Plantel No. 2)

Diseño Gráfico y multimedia

Zulay Crestani Contreras

Neftali Ramírez Castellanos

Nancy Arisbeth Poceros Vargas

Sandra Luz Rosas Reyes

Programación

Dora Judith Martínez Vera

Marisol Villegas Beltrán



Presentación

Introducción

Ficha Temática

Colegio de Ciencias y Humanidades

Escuela Nacional Preparatoria

Humus

Narrativa

Artículo de Divulgación

ArtículoAnálisis del Tema

Actividad de Aprendizaje

Revisión del tema

Glosario

Bibliografía

Bibliografía Recomendada

Material Didáctico

Bibliografía General

Glosario General

Material Didáctico

¿Cómo hacer una Bionarrativa?

Esquema de Bionarrativa

Pescando Ideas

Cuadro QSA

Recursos TIC educativos

Contraportada



Bionarrativas: Antologías Digitales de Biología



© Hernán Piñera

Es un proyecto que propone el uso de los relatos digitales (Digital Storytelling) para presentar a los estudiantes nuevas formas de aprender y a los profesores recursos didácticos que los apoyen motivar a los estudiantes en su aprendizaje.

La Narrativa Digital o Digital Storytelling, supone una muestra del potencial de la narrativa, género literario que enriquecido con la incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación ha generado una creciente proliferación de producciones en el campo del documental interactivo. (Peralta, 2015)

Los relatos digitales iniciados por Joe Lambert, fundador del CDS (Centre for Digital Storytelling, por sus siglas en inglés) se presentan como una oportunidad para transformar el acto didáctico e involucrar a los estudiantes en problemáticas de la vida real, motivándolos a desarrollar un pensamiento reflexivo.

Bionarrativas, son Antologías Digitales de Biología que propone Narrativas Digitales basadas en textos de carácter científico en un formato de divulgación. Estos relatos digitales tendrán un formato digital interactivo en el que se presentan temas relacionados con los programas curriculares de la asignatura de Biología de educación media superior.



Recomendaciones pedagógicas

Bionarrativas es una serie de relatos cortos cuyo objetivo es presentar al estudiante de bachillerato, material de apoyo para el aprendizaje de conceptos relacionados con la asignatura de Biología. Estos materiales cuentan con un área de trabajo en la cual se puede interactuar de forma independiente con cualquier sección de la narrativa, sin embargo se recomienda que para cumplir con los objetivos del presente recurso la secuencia didáctica sea la siguiente:

1. Lectura de la narrativa.
2. Artículo de divulgación.
3. Revisión del Análisis del Tema.
4. Realización de la Actividad de Aprendizaje.
5. Revisión del Tema.
6. La interacción con la narrativa permite al estudiante cerrar las ventanas hasta que revise el contenido completo, ayudándole a reforzar conceptos del tema.

El Glosario cuenta con dos secciones, el Glosario de la Narrativa y el Glosario General. En esta sección el estudiante podrá encontrar algunos de los términos más relevantes de las lecturas que se incorporan a la Antología "Ecología".



Ecología, interacciones de los seres vivos

Ecología es una palabra que se deriva del griego *oikos* (casa o lugar donde se vive) y *logos* (tratado o estudio) y se define como la ciencia que estudia las relaciones existentes entre los organismos y el medio ambiente en el que viven.

Como cualquier otro organismo, el ser humano participa directamente en la estructura, formación y mantenimiento del ambiente provocando cambios en los ecosistemas, por lo que la importancia de estudiar los procesos ecológicos permite evaluar los cambios que se han producido entre los organismos de un ecosistema para prevenir y/o restablecer el equilibrio del entorno donde conviven estos organismos vivos.



¿Sabías que el mundo es finito? Los bosques, los suelos, el aire, el agua las materias primas y toda la naturaleza, incluyendo los seres vivos, pueden desaparecer si no cuidamos el medio ambiente y cómo interactuamos con sus ecosistemas.



Ficha temática

Los cursos de Biología III y IV del Colegio de Ciencias y Humanidades y de Biología IV, V y Temas Selectos de Biología de la Escuela Nacional Preparatoria proponen una formación integral de los estudiantes, en las que se plantea un perfil de egreso del estudiante de bachillerato que le permita "profundizar en los conocimientos de ciencia para comprender mejor la naturaleza" y le apoye a desarrollar un pensamiento científico y reflexivo, de manera que le permita contribuir a la toma de decisiones fundamentadas en problemáticas de la sociedad.

El objetivo de este material es proporcionar a profesores y estudiantes materiales de apoyo para promover el pensamiento crítico y científico, a través de problemáticas del medio ambiente reales que afectan en la actualidad a la sociedad. Este material se propone como un recurso didáctico de apoyo para ser utilizado en las aulas.

**Biología II****Unidad 2. ¿Cómo interactúan los sistemas biológicos con su ambiente y su relación con la conservación de la biodiversidad?****Temática**

1. Estructura y procesos en el ecosistema
 - Componentes bióticos y abióticos.
 - Relaciones intra – interespecíficas.
 - Niveles tróficos y flujo de energía.
2. Biodiversidad y conservación biológica
 - Concepto de biodiversidad.
 - Impacto de la actividad humana en el ambiente.

Biología IV**Unidad 2. ¿Por qué es importante el conocimiento de la biodiversidad de México?**

Tema II. Biodiversidad de México:

- Factores que afectan la biodiversidad
- Uso y conservación de la biodiversidad.
- Importancia de la biodiversidad
- Qué afectan la biodiversidad
- Uso y conservación de la biodiversidad.
- Importancia de la biodiversidad

*** Tomado de los Planes y programas de estudio del Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM. 2017**



Biología IV

Unidad 1: Los seres vivos y el cambio climático

1. Estructura y función de los ecosistemas
2. Tipos de ecosistemas
3. Ciclos biogeoquímicos: carbono
4. Análisis de problemas ambientales a través de la lectura de artículos y noticias, en grupos colaborativos, para su posterior discusión y propuesta de posibles soluciones
5. Estudio de casos acerca de la problemática mencionada para deducir y comprender la importancia de la estructura y función de los ecosistemas
6. Valoración del respeto y la responsabilidad hacia todos los seres vivos y el ambiente 1.18 Reconocimiento de la importancia de la toma de decisiones ambientales a partir del análisis de conceptos básicos de ecología

Unidad 2. Pérdida de la biodiversidad, una problemática en México y el mundo

2.2 México, país Megadiverso. Factores que determinan la diversidad biológica: clima, humedad, temperatura, altitud y latitud, salinidad del agua, cantidad de luz solar, tipo de suelo y relieve

1. Análisis de las causas y consecuencias de la pérdida de biodiversidad en México a través de la lectura y escritura de textos, empleando tecnologías de la información y comunicación
2. Reflexión acerca de la importancia del manejo y conservación de la biodiversidad en México
3. Valoración sobre la responsabilidad ética del hombre ante las demás especies
4. Valoración del papel de la biología en el trabajo multidisciplinario ante la pérdida de la biodiversidad

Biología V (Área I Ciencias Físico - Matemáticas y de las Ingenierías)

Unidad 2. La sustentabilidad como una necesidad del estado actual del ambiente

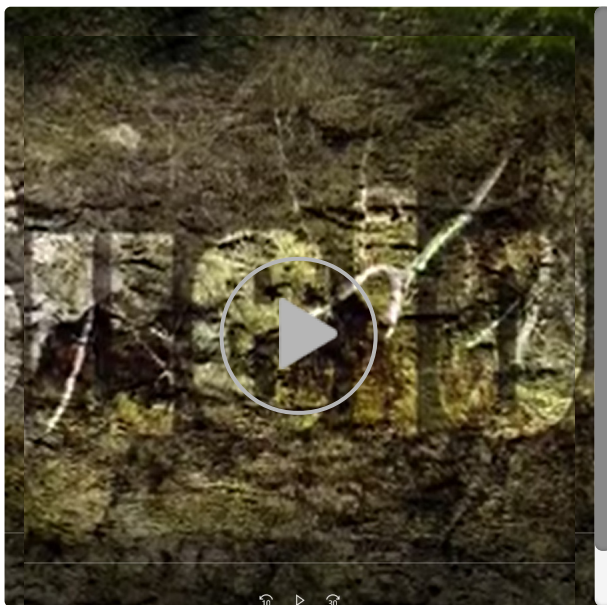
1. Necesidades sociales (alimentación, vivienda, transporte, comunicación) y demanda de los recursos naturales renovables y no renovables en México y el mundo
2. Apreciación e identificación de los seres vivos como parte integral del ambiente, valorando su contribución en el medio

Tomado del Plan de estudios 1996. Aprobado por el H. Consejo Técnico el 13 de abril de 2016.



¿ **A**lguna vez te has preguntado qué tan importante es el suelo para la sobrevivencia de los seres vivos en nuestro planeta?

Para poder entender qué tan importante es el suelo en nuestra vida, es importante tener en cuenta que el suelo es considerado como un ecosistema ya que está formado por **factores bióticos** (microorganismos, lombrices, gusanos, plantas, hongos, etc.) y por **factores abióticos** (agua, aire, minerales, nitrógeno, etc.) que interactúan permitiendo por un lado que el suelo sea un reservorio de nutrientes gracias al trabajo de diversos organismos que los reciclan o transforman en formas más disponibles.



Por otro lado tenemos también [organismos que ayudan a descomponer](#) la materia orgánica ayudando así a otros seres vivos, para que puedan adquirir algunos de los nutrientes que requieren de forma más fácil. Estos organismos generalmente los podemos encontrar en las partes altas de los suelos que se caracteriza por su color negruzco debido a la gran cantidad de carbono que contiene y que recibe el nombre de humus.



El humus es la sustancia compuesta por ciertos productos orgánicos de

naturaleza coloidal, que provienen de la descomposición de los restos orgánicos por organismos y microorganismos descomponedores (hongos y bacterias).

Por ello los suelos sanos, es decir, los que se encuentran en buenas condiciones, generalmente son una reserva de **nutrientes**, que se encuentra a la disposición de las plantas para que puedan realizar la **fotosíntesis** (entre otras funciones). De esta forma, la energía del sol entra al ecosistema para transformarse en energía química y **estar a disposición de otros organismos**.



EL SUELO

hábitat de interacciones maravillosas

Ortega Larrocea, Pilar 2015. El suelo: hábitat de interacciones maravillosas.
CONABIO. Biodiversitas, 122 10-13

Interacción de un pino con una
eclomicorriza (*Amarita
muscaria*) en el suelo
mostrando amplificado un
ápice de la raíz modificada
donde el hongo la recubre
y de donde parte el
micelio externo para
explorar la matri edáfica.

Ilustración: © Elem-Chou
Productions



Citar como:

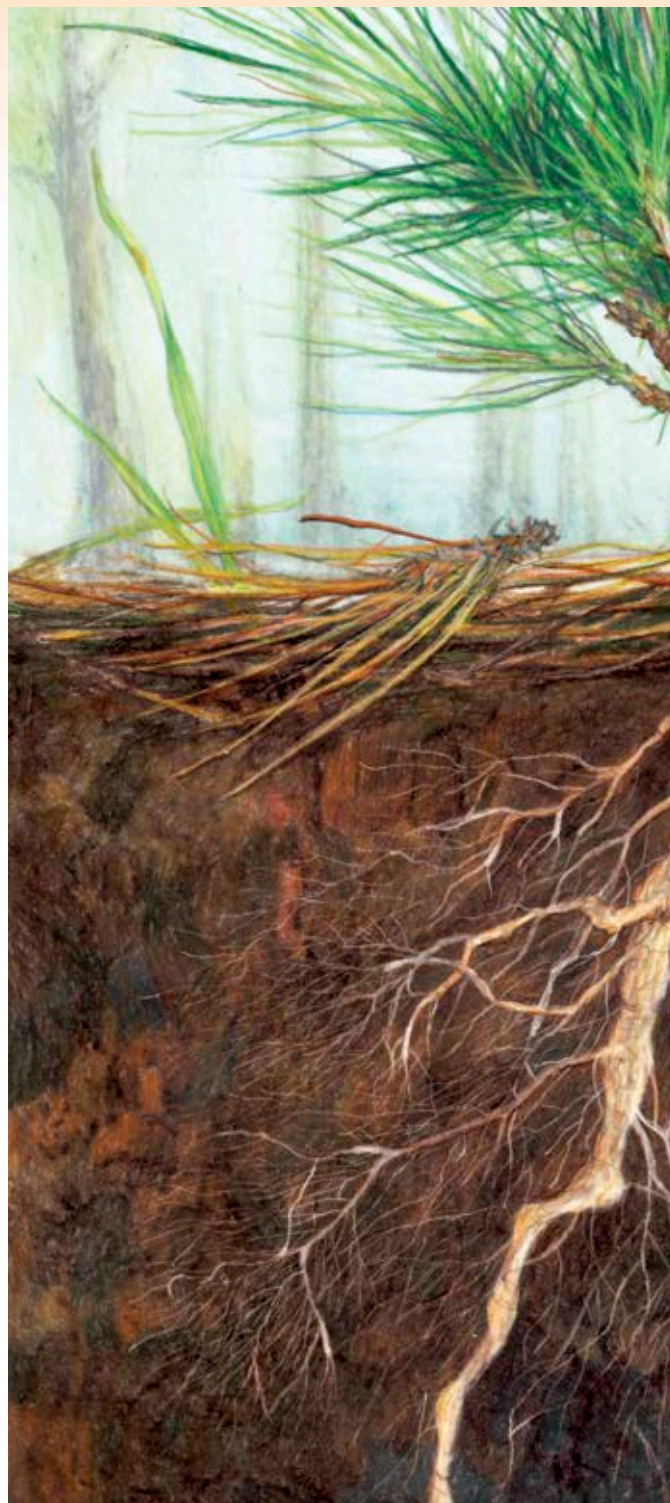
Ortega Larrocea, Pilar. 2015. El suelo: hábitat de interacciones maravillosas. CONABIO. Biodiversitas, 122:10-13.

EL SUELO

hábitat de interacciones maravillosas

PILAR ORTEGA LARROCEA*

¿Alguna vez han escuchado la palabra *micorriza*? No se refiere a los monos riendo. Alude a las interacciones que ocurren en el suelo entre algunos hongos especiales y todas, o casi todas, las plantas que crecen en el mismo. Las micorrizas, del griego *mikes* hongo y *rhiza* raíz, son las interacciones planta-microorganismo que se han dado desde la colonización del medio terrestre de las plantas en el planeta. En efecto, esta simbiosis trata de una *coevolución* ancestral en donde diversos grupos de hongos han participado en ayudar a las plantas a establecerse en el ambiente terrestre mientras, también, los suelos han evolucionado. De ahí que actualmente no se conciba la existencia de un suelo donde no haya micorrizas; de hecho, los bosques sin micorrizas no existirían. Pero ¿por qué tanta importancia a estas relaciones? El suelo, reservorio de nutrimentos para los seres vivos, requiere la presencia de una gran cantidad de microorganismos que ayuden a reciclarlos y hacerlos accesibles a otros seres vivos. Y así ocurre con muchos hongos y bacterias degradadores que facilitan el intercambio de nutrimentos que pasan de organismo a organismo o quedan liberados en la materia orgánica en formas más disponibles. En el caso de las micorrizas, éstas ayudan a las plantas a adquirir tasas más elevadas de compuestos retenidos en el suelo y, de esta forma, el hongo recibe a cambio la energía fijada de la fotosíntesis, cobrando con bonos de carbono por su trabajo.¹ A la vez que las plantas reciben macronutrientes como nitrógeno o fósforo de manera más rápida a través de los hongos, también pueden absorber otros elementos cuya concentración en los suelos es todavía menor. Sin embargo, esta facilidad de absorber elementos del suelo también podría verse revertida cuando existen en el mismo en concentraciones excesivas. Y es aquí donde el hongo tiene un papel *bioprotector* porque evita que las plantas tomen en cantidades que pudieran ser nocivas a algunos elementos. El hongo retiene en sus hifas contaminantes y, de esta manera, no se traslocan o transfieren a las partes aéreas, como pueden ser los frutos, que pudieran afectar a la salud humana por su ingesta en el caso de las plantas comestibles. De ahí la importancia de que las micorrizas puedan ser utilizadas en la restauración ecológica por suelos impactados por contaminación química. Varios ejemplos podemos citar al respecto, como los suelos contaminados por



Interacción de un pino con una ectomicorriza (*Amanita muscaria*) en el suelo mostrando amplificado un ápice de la raíz modificada donde el hongo la recubre y de donde parte el micelio externo para explorar la matriz edáfica.

Ilustración: © Elem-Chou Productions

aguas residuales en el Valle del Mezquital en el estado de Hidalgo. Aquí, existe el distrito de riego más grande y antiguo del mundo en donde el aporte diario de las aguas negras provenientes de la ciudad de México aumenta las concentraciones de nutrientes en los suelos que han sido convertidos a la agricultura y

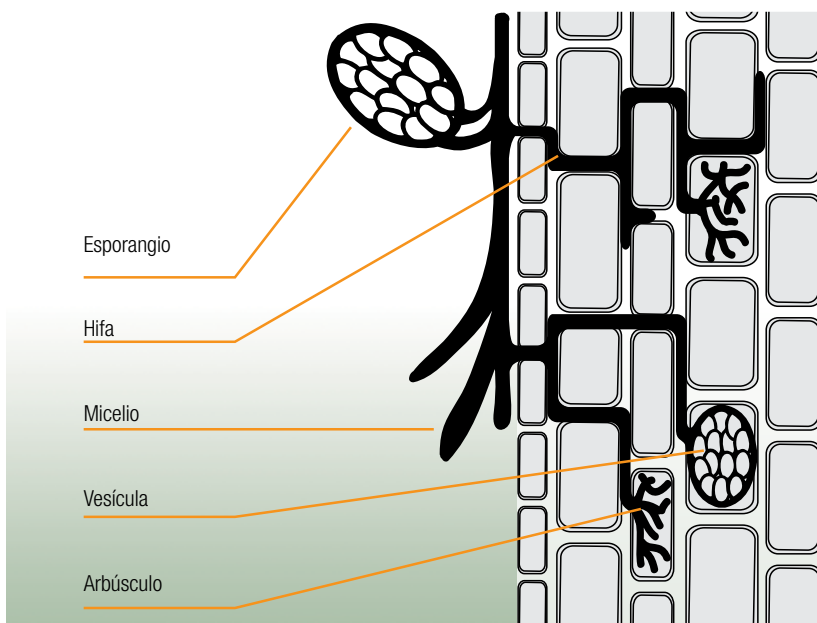
a donde llegan dichas descargas.² Tales nutrientes, como el fósforo que proviene de los detergentes y de los jabones que usamos a diario, y diversos metales pesados de los lodos residuales quedan retenidos en las raíces de las plantas siendo así menos disponibles a los tejidos aéreos de los cultivos.^{3,4}



En otros ecosistemas que han sufrido contaminación ambiental como los jales producto de la explotación minera, las micorrizas también tienen un papel importante. En estos residuos, la cantidad de elementos potencialmente tóxicos, como arsénico, plomo, etc., quedan disponibles al ambiente y pueden tener un efecto en la salud humana por lo que deben ser estabilizados en los jales a través de la aforestación con plantas que puedan soportar condiciones extremas y ayudadas por esta simbiosis.⁵ Ahondando en esto, se demostró, bajo condiciones experimentales, que las micorrizas pueden regular genéticamente la toma de arsénico al absorberlo en su micelio y excretarlo en una forma menos tóxica al sustrato.⁶

Algunos suelos sufren otros tipos de impacto distintos al de la degradación química por contaminantes; la degradación física también puede ser asistida por las micorrizas. Tal es el caso del bosque tropical seco de Chamela, en el estado de Jalisco, donde las micorrizas desempeñan un papel muy importante en mantener la estabilidad de los agregados del suelo.⁷ El efecto de la roza, tumba y quema, la conversión de selva a pastizal y el pisado del ganado deterioran la estructura del suelo haciéndolo susceptible a la erosión. Las micorrizas estabilizan los agregados no sólo a través de su micelio, sino también por medio de la excreción de una proteína resistente que se conserva a largo plazo en el almacén edáfico y que sirve además en el secuestro de carbono. Éste es otro papel en el que los microorganismos del suelo participan de manera crucial que va más allá de sus relaciones directas con las plantas.

Ilustración que muestra una endomicorriza arbuscular en donde se observa el hongo dentro de las capas internas de la raíz de la planta sin modificar su estructura.



En otro tipo de bosques no estacionales, como el bosque de pino encino en el corredor biológico Chichinautzin en los estados de México y Morelos, el cambio de uso de suelo y la extracción del mismo para la venta han producido un impacto considerable en los incendios forestales, en la pérdida de infiltración y de diversidad biológica, y han disminuido la abundancia de hongos micorrízicos que pueden ser usados como un recurso comestible alternativo en el lugar. Las gimnospermas requieren de las micorrizas casi de manera obligada para subsistir, sobre todo en bosques en los que los suelos pueden llegar a tener escasos centímetros de profundidad y soportan el crecimiento de árboles de unos cuantos metros de alto. El estrés hídrico que sufren los árboles en estos biomas se ve en gran parte reducido a través de las micorrizas, así como de la adquisición de nutrientes provenientes de la materia orgánica del escaso suelo. La diversidad de hongos está en función de los contenidos de carbono y nitrógeno de los suelos que, a su vez, han sufrido un proceso evolutivo que está relacionado con la antigüedad de las erupciones volcánicas.^{8, 9, 10, 11}

Otro ejemplo interesante en donde las micorrizas desempeñan un papel fundamental en la salud de los edafosistemas es el ecosistema protegido en la reserva urbana Ecológica del Pedregal de San Ángel, que constituye un refugio de la orquídeoflora del sur del valle de México y se encuentra en las instalaciones de la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma de México. Este ecosistema corresponde a matorral xerofítico en el que existen algunas orquídeas terrestres cuya fragmentación de hábitat las hace vulnerables a la desaparición. Las orquídeas en el inicio de su ciclo de vida son completamente dependientes de las micorrizas (micotrofia obligada) en el momento de la germinación de las semillas. Sin sus micorrizas, las orquídeas no podrían llegar a establecerse como plantas adultas, y encontrar el hongo adecuado en el suelo al momento de germinar es indispensable para su reclutamiento. Algunas orquídeas en esta reserva han sido descritas como especies únicas, por lo que una alternativa para rescatar su germoplasma y a las poblaciones nativas es el aislamiento de los simbiontes micorrízicos para llevar a cabo la propagación masiva *in vitro* de las plantas.¹² Las plantas simbióticas o con micorrizas han demostrado tener una supervivencia significativamente mayor en el tiempo al ser reintroducidas en su hábitat natural.^{13, 14, 15}

De hecho, un fracaso o mortalidad elevada se registran sistemáticamente en el cultivo de plantas que no ha usado las micorrizas en su propagación, y afecta

principalmente a los programas gubernamentales de reforestación de bosques.¹⁶ Esto se debe no sólo a que las micorrizas permiten una mejor nutrición mineral en el momento de establecerlas en los suelos; también se debe a que, al ocupar un nicho ecológico en las raíces de las plantas, evitan que otros microorganismos, que pueden ser patógenos, se establezcan en las mismas. Sin embargo, el hecho más notable es que, cuando se establece la simbiosis, las plantas regulan sus vías metabólicas al encender genes que se ven activados con la simbiosis, lo cual no puede ser sustituido por la aplicación de ningún fertilizante químico en el suelo.¹⁷ No por nada todas las plantas en cualquier ecosistema presentan micorrizas, por lo que el estudio de las plantas sin micorrizas es el estudio de artefactos.

Agradecimientos

Proyectos PAPIIT-IT101812 y PAPIIME-PEI108915, DGAPA-UNAM.

Bibliografía

- ¹ Smith S.E., D.J. Read. 2010. *Mycorrhizal Symbiosis*. Ámsterdam, Elsevier Science.
- ² Ortega Larrocea M.P., C. Siebe. 2009. "Historia de la utilización de las aguas residuales en el Valle del Mezquital, Hidalgo, y su efecto en la simbiosis micorrízica arbuscular", en J. Álvarez Sánchez (ed.), *Ecología de micorrizas arbusculares y restauración de ecosistemas*. México, Facultad de Ciencias-Universidad Nacional Autónoma de México.
- ³ Ortega-Larrocea M.P., C. Siebe, G. Bécard, I. Méndez y R. Webster. 2001. "Impact of a century of wastewater irrigation on the abundance of arbuscular mycorrhizal spores in the soil of the Mezquital Valley of México", *Applied Soil Ecology* 16(2): 149-157.
- ⁴ Ortega-Larrocea M. P., C. Siebe, A. Estrada y R. Webster. 2007. "Mycorrhizal inoculum potential of arbuscular mycorrhizal fungi in soils irrigated with wastewater for various lengths of time, as affected by heavy metals and available P", *Applied Soil Ecology* 37: 129-138.
- ⁵ Ortega-Larrocea, M.P., B. Xoconostle Cázares, I. E. Maldonado Mendoza, R. Carrillo González, J. Hernández Hernández, M. Díaz Garduño, M. López Meyer, L. Gómez Flores y M.C.A. González Chávez. 2010. "Plant and fungal biodiversity from metal mine wastes under remediation at Zimapán, Hidalgo, México", *Environmental Pollution* 158(5): 1922-1931.
- ⁶ González Chávez, M.C.A., M.P. Ortega Larrocea, R. Carrillo González, M. López Meyer, B. Xoconostle Cázares, S.K. Gomez, M.J. Harrison, A.M. Figueroa López, I.E. Maldonado Mendoza. 2011. "Arsenate induces the expression of fungal genes involved in as transport in arbuscular mycorrhiza", *Fungal Biology* 115(12): 1197-1209.
- ⁷ Cotler, H. y M.P. Ortega Larrocea. 2006. "Effect of land use on soil erosion in a Mexican tropical dry forest", *Catena* 65: 107-117.
- ⁸ Reverchon, F., M.P. Ortega Larrocea y J. Pérez Moreno. 2010. "Saprophytic fungal communities change in diversity and species composition across a volcanic soil chronosequence at Sierra del Chichinautzin, Mexico", *Annals of Microbiology* 60(2): 217-226.
- ⁹ Reverchon, F., M. P. Ortega Larrocea, J. Pérez Moreno, V.M. Peña Ramírez y C. Siebe. 2010. "Changes in community structure of ectomycorrhizal fungi associated to *Pinus montezumae* across a volcanic chronosequence at the sierra del Chichinautzin, Mexico", *Canadian Journal Forest Research* 40(6): 1165-1174.
- ¹⁰ Reverchon, F., M.P. Ortega Larrocea y J. Pérez Moreno. 2012. "Soil factors influencing ectomycorrhizal sporome distribution in neotropical forests dominated by *Pinus montezumae*, Mexico", *Mycoscience* 53(3): 203-210.
- ¹¹ Reverchon, F., M. del Pilar Ortega Larrocea, G. Bonilla Rosso y J. Pérez-Moreno. 2012. "Structure and species composition of ectomycorrhizal fungal communities colonizing seedlings and adult trees of *Pinus montezumae* in Mexican neotropical forests", *FEMS Microbiology Ecology* 80(2): 479-487.
- ¹² Ortega Larrocea, M.P. 2008. "Propagación simbiótica de orquídeas terrestres con fines de restauración edafocológica", en J. Álvarez Sánchez y A. Monroy Ata (comps.), *Técnicas de estudio de las asociaciones micorrízicas y sus implicaciones en la restauración*. México, Facultad de Ciencias-Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 85-96.
- ¹³ Ortega Larrocea, M.P. t M. Rangel Villafranco. 2007. "Fungus-assisted reintroduction and long-term survival of two Mexican terrestrial orchids in the natural habitat", *Lankesteriana* 7(1-2): 317-321.
- ¹⁴ Rangel Villafranco M. y M.P. Ortega Larrocea. 2007. "Efforts to conserve endangered terrestrial orchids in situ and ex situ at two natural reserves within Central Mexico", *Lankesteriana* 7(1-2): 326-333.
- ¹⁵ Ortega-Larrocea M.P., A. Martínez y V.M. Chávez. 2009. "Conservación y propagación de orquídeas", en A. Lot y Z. Cano Santana (eds.), *Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal*. México, Coordinación de la Investigación Científica/Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel-Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 483-495.
- ¹⁶ Ortega Larrocea, M.P. y D. González. 2008. "Los hongos asociados a las orquídeas terrestres en la restauración", en G. Heredia A. (ed.), *Tópicos sobre diversidad, ecología y usos de los hongos microscópicos en Iberoamérica*. Xalapa Instituto de Ecología, , pp. 219-227.
- ¹⁷ González D. y M.P. Ortega Larrocea. 2008. "Aplicación de métodos filogenéticos en la clasificación, identificación y conservación de los hongos anamorfos", en G. Heredia A. (ed.), *Tópicos sobre diversidad, ecología y usos de los hongos microscópicos en Iberoamérica*. Xalapa, Instituto de Ecología, pp. 129-146.

* Departamento de Edafología, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México; mpol@geologia.unam.mx



El tema nos permite observar y analizar la alteración de ciclos de la materia, la importancia del suelo, simbiosis y coevolución.

El análisis del concepto de ecosistema como el sistema donde se llevan a cabo relaciones simbióticas, ciclos biogeoquímicos, sustentabilidad, ecosistemas fotosíntesis, servicios ecosistémicos nos ofrece la oportunidad de aplicar los conocimientos indicados en el temario del curso a situaciones reales en nuestro país.



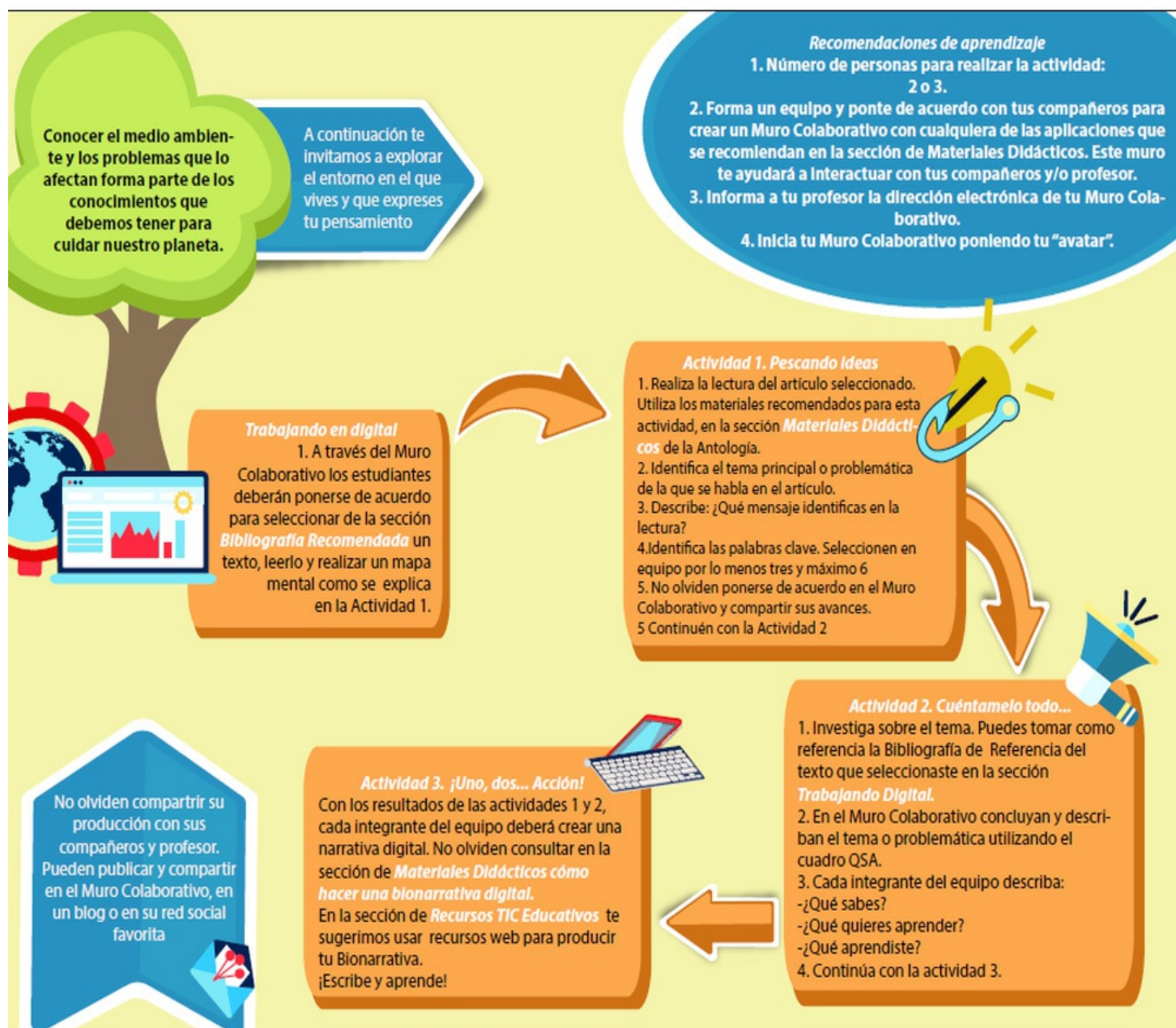
En esta sección se presenta una propuesta de experiencia educativa que ayudará al estudiante a explorar los conocimientos logrados durante la revisión de la narrativa **Humus**.

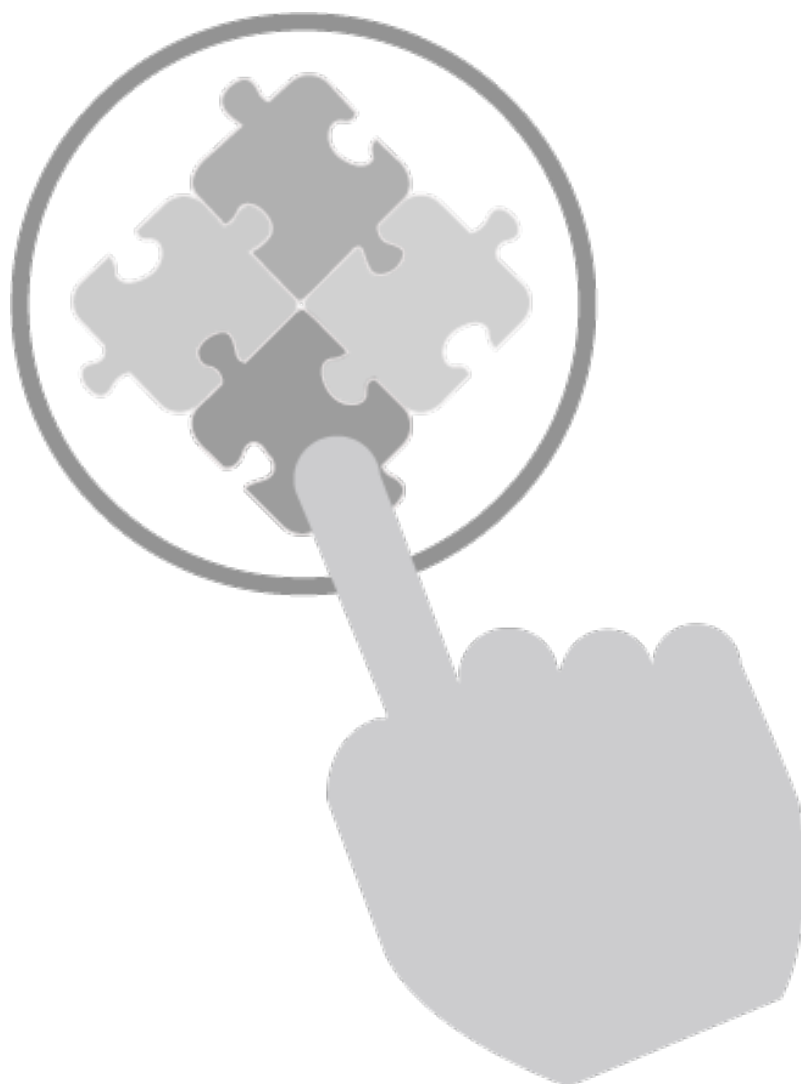
Esta actividad se presenta como un ejercicio de trabajo en el aula que el profesor puede considerar para que los estudiantes construyan su conocimiento usando las tecnologías TIC (teléfonos smartphone, tabletas, etc.) desarrollando su creatividad.

Los objetivos de esta práctica son:

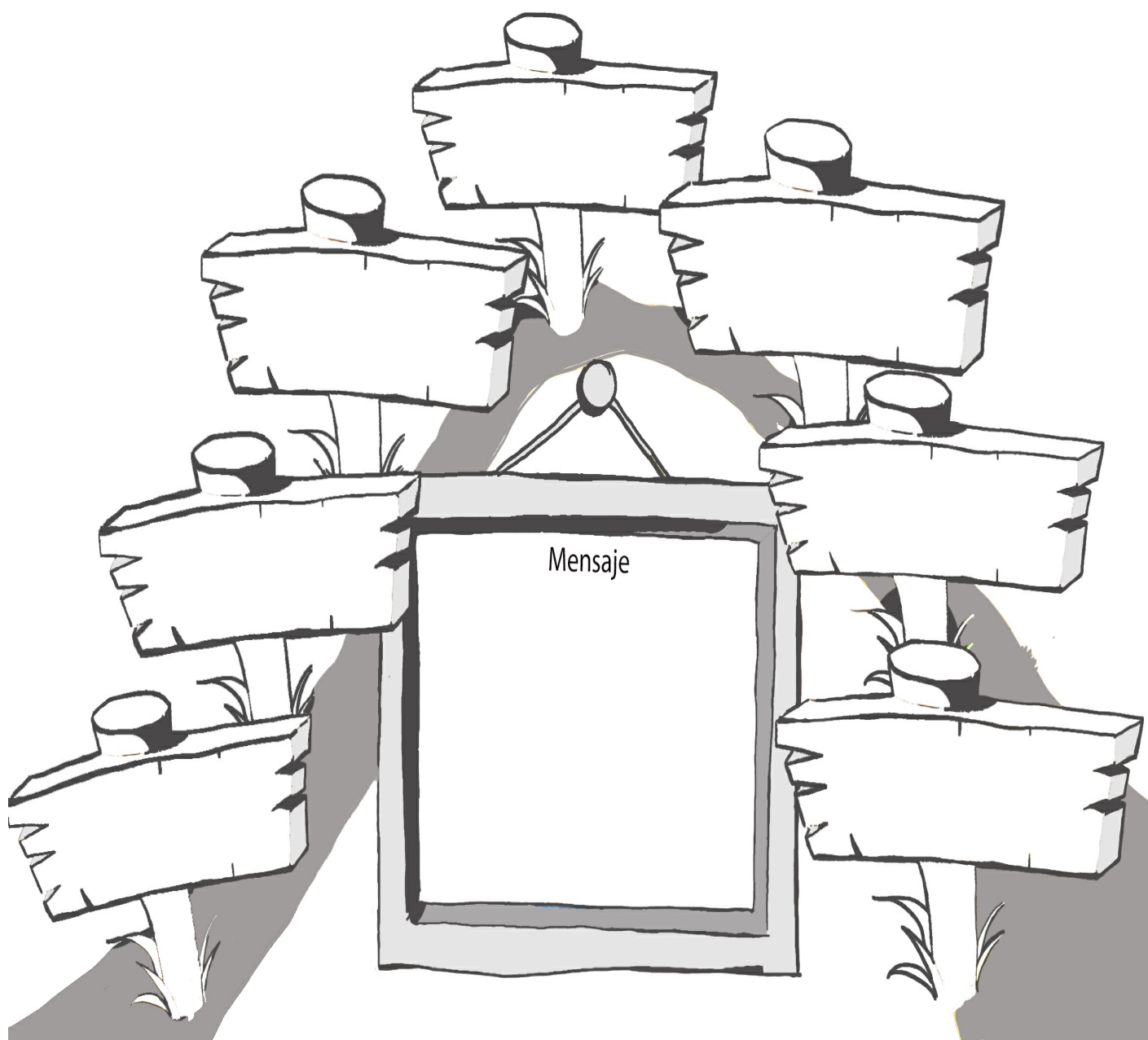
1. Fomentar el trabajo colaborativo. (Aunque el estudiante puede realizar la actividad de manera individual si así lo desea el profesor).
2. Fomentar el aprendizaje autoregulado.
3. Fortalecer el pensamiento reflexivo y científico de los estudiantes a través de la creación de narrativas digitales.
4. Usar las TIC para apoyar la enseñanza y el aprendizaje de temas de Biología.

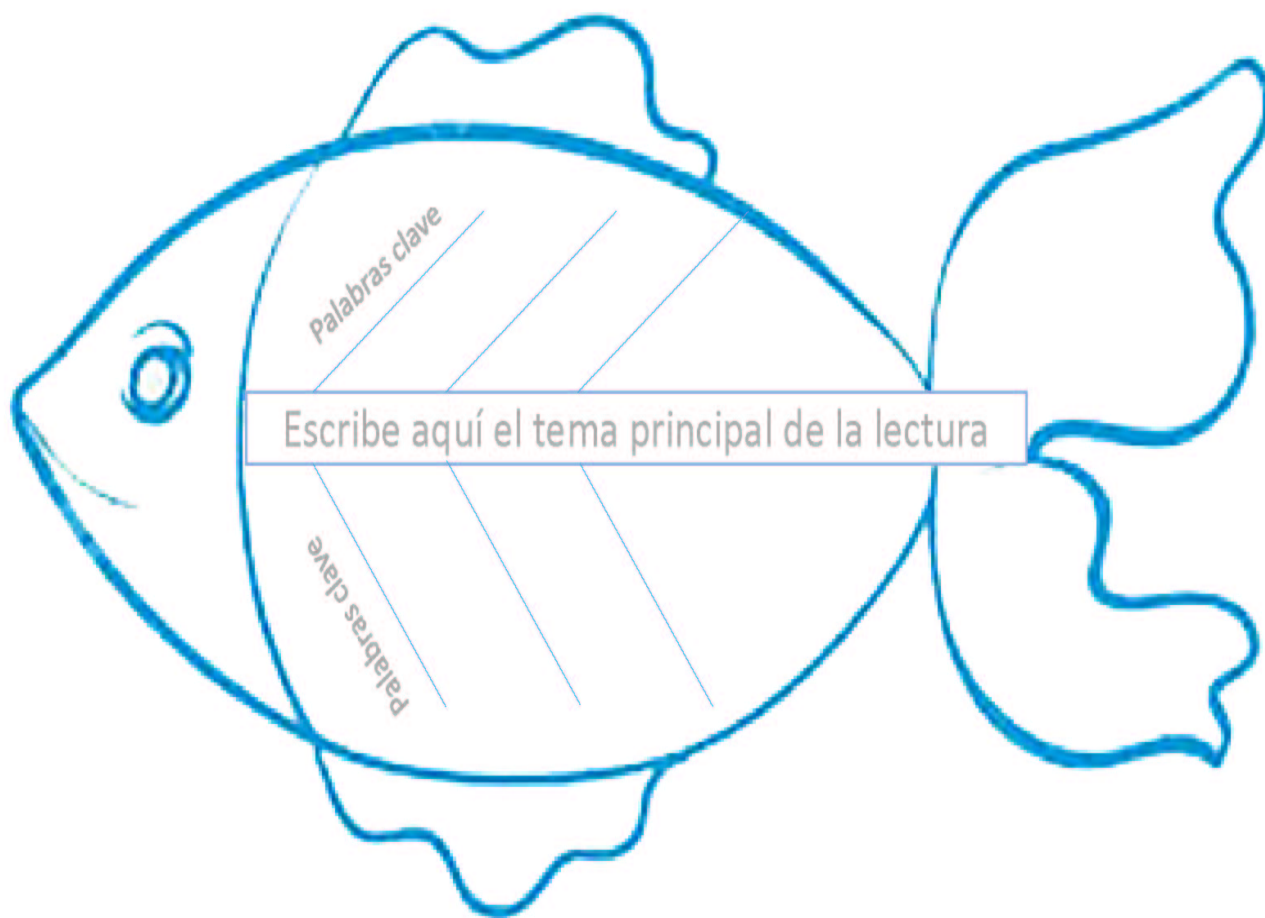
Realiza la siguiente Actividad de Aprendizaje utilizando los materiales didácticos y los Recursos TIC que aquí se proponen o algunos otros que conozcas y te sean útiles para crear tu narrativa.













Actividad 2

Cuéntamelo todo... 

Cuadro SQA – KWL* (qué **sabes**- qué **quieres saber**, qué **aprendiste**)

sabe	quiere saber	aprendió

Toma como referencia la tabla y escribe qué sabes, qué quieres saber y qué aprendiste de la lectura.
Sigue las instrucciones que aparecen en la tabla.

* Ogle Donna M. (1986) K W L: A Teaching model that develops active reading of expository text, [en] The Reading Teacher



Revisión del tema

En esta sección podrás realizar una revisión de algunos conceptos que hemos visto en esta narrativa. Al final del "test" obtendrás la puntuación obtenida y la explicación a cada respuesta. ¡Éxito!

1. El humus es la sustancia compuesta por

- ☐ Naturaleza coloidal
- ☐ Descomposición de los restos orgánicos (hongos, bacterias) y carbono
- ☐ Roca madre y limo

2. Son ejemplos de factores bióticos

- ☐ Microorganismos, rocas, árboles
- ☐ Energía solar, plantas, lombrices
- ☐ Hongos, microorganismos, animales

3. Ejemplos de organismos que ayudan a descomponer la materia orgánica

- ☐ Bacterias, Moho, Levaduras
- ☐ Arcilla, Limo, Grava
- ☐ Azufre, Zinc, Boro

4. El suelo es importante para el cambio climático debido a que es el segundo depósito o sumidero de

- ☐ Coloides
- ☐ Carbono
- ☐ Factores bióticos

5. La importancia de las micorrizas se debe a

- ☐ Pueden ser utilizadas en la restauración ecológica por suelos impactados por contaminación química
- ☐ Retienen CO₂
- ☐ Contienen energía solar, plantas y lombrices

6. Es el conjunto de elementos físicos y químicos del ambiente que no tienen vida pero interaccionan con los organismos vivos

- ☐ Factores bióticos
- ☐ Factores abióticos
- ☐ Factores de riesgo

7. Las micorrizas son

- ☐ Interacciones planta-microorganismo que se han dado desde la colonización del medio terrestre de las plantas en el planeta
- ☐ Micronutrientes
- ☐ Nutrimientos, como el fósforo que proviene de los detergentes y de los jabones que usamos a diario

8. Algunos suelos sufren otros tipos de impacto distintos al de la degradación química por contaminantes como por ejemplo

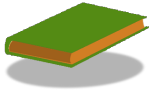
- ☐ Excreción de proteínas
- ☐ La degradación física
- ☐ Simbiosis

9. Partículas componentes del suelo

- ☐ Microorganismos, lombrices, gusanos, plantas, hongos
- ☐ Agua, aire, minerales, nitrógeno y otros
- ☐ Arcilla, limo, arena fina, arena gruesa

10. Son sustancias químicas disueltas en la humedad del suelo necesarias para el crecimiento y desarrollo normal de las plantas.

- ☐ Microorganismos
- ☐ Nutrientes
- ☐ Fotosíntesis



Glosario

A**agricultura**

Del lat. *Agricultūra*. *Cultivo o labranza de la tierra*.

Conjunto de técnica y conocimientos relativos al cultivo de la tierra.

ancestral

Del fr. *ancestral*. *Perteneciente o relativo a los antepasados*.

Remoto o muy lejano en el pasado.

ápice

Del lat. *apex*, *-icis*. *Extremo superior o punta de algo*.

Parte pequeñísima, punto muy reducido, nonada.

artefacto

Del lat. *arte factum* 'hecho con arte'.

En un estudio o en un experimento, factor que perturba la correcta interpretación del resultado.

B**bioma**

Del ingl. *biome*, de *bio-* 'bio-' y *-ome* '-oma'.

Cada una de las grandes comunidades ecológicas en las que domina un tipo de vegetación; p, ej., la selva tropical, la tundra o el desierto.

Voz bioma. Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, publicada en octubre de 2014.

bosque tropical

Los bosques tropicales, también conocidos como selva húmeda o selva alta perennifolia, de acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), son uno de los ecosistemas con mayor riqueza de especies.

C**coevolución.**

La Coevolución o evolución concertada entre especies es un concepto de la biología por el que se designa al fenómeno de adaptación evolutiva mutua producida entre dos o varias especies (coevolucióninterespecífica) de seres vivos como resultado de su influencia recíproca por relaciones como la simbiosis, el parasitismo

E

ecosistema

Conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con sus ambiente abiótico; mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes. Las especies del ecosistema, incluyendo bacterias, hongos, plantas y animales dependen unas de otras. Las relaciones entre las especies y su medio, resultan en el flujo de materia y energía del ecosistema.

edáfico(a)

Relativo al suelo, especialmente en lo que respecta a la vida de las plantas.

"en la agricultura los recursos son tan variados como las condiciones bioclimáticas y edáficas; el estrato edáfico está formado por el suelo y todos los organismos que en él se encuentran"

energía

El término **energía** (del griego ἐνέργεια *enérgeia*, «actividad», «operación»; de ἐνεργός *energós*, «fuerza de acción» o «fuerza de trabajo») tiene diversas acepciones y definiciones, relacionadas con la idea de una capacidad para obrar, surgir, transformar o poner en movimiento.

erosión

Es la pérdida del mismo, principalmente por factores como las corrientes de agua y de aire, en particular en terrenos secos y sin vegetación, además el hielo y otros factores. La erosión del suelo reduce su fertilidad porque provoca la pérdida de minerales y materia orgánica.

esporangio

La palabra **esporangio** procede del griego σπόρος, semilla, y ἀγγεῖον, vaso.

El esporangio es la estructura de las plantas, hongos o algas que produce y contiene las esporas. Se encuentran esporangios en las angiospermas, gimnospermas, helechos y sus parientes, en las briófitas, algas y hongos.

estrés hídrico

Se habla de **estrés hídrico** cuando la demanda de agua es más alta que la cantidad disponible durante un periodo determinado o cuando su uso se ve restringido por su baja calidad.

F

fertilizante

Un **fertilizante** o **abono** es cualquier tipo de sustancia orgánica o inorgánica que contiene nutrientes en formas asimilables por las plantas, para mantener o incrementar el contenido de estos elementos en el [suelo](#), mejorar la calidad del sustrato a nivel nutricional, estimular el crecimiento vegetativo de las plantas, etc.

fotosíntesis

La fotosíntesis es un proceso en el cual las plantas, algas y algunas bacterias transforman la energía luminosa en energía química, es decir utilizan la energía luminosa para formar compuestos orgánicos y oxígeno a partir de bióxido de carbono y agua. Los productos que se obtienen de la fotosíntesis son indispensables para mantener la vida de las plantas y de manera indirecta para la subsistencia de los organismos heterótrofos.

G

gen

Un gen es una unidad de información en un locus de ácido desoxirribonucleico (ADN) que codifica un producto funcional, proteínas por ejemplo. Es la unidad molecular de la herencia genética, pues almacena la información genética y permite transmitirla a la descendencia.

germoplasma

El germoplasma es el conjunto de genes que se transmite por la reproducción a la descendencia por medio de gametos o células reproductoras

gimnospermas

El nombre proviene del griego *γυμνός*, 'desnudo', y *σπέρμα*, 'semilla'; es decir, 'semilla desnuda'. Este término se aplica debido a que las semillas de estas plantas no se forman en un ovario cerrado (esto es, un pistilo con uno o más carpelos que evolucionan a un fruto, como ocurre en las angiospermas.), sino que están desnudas. Su flor (definida como una rama de crecimiento limitado productora de hojas fértiles o "esporofilos") tiene semilla expuesta. Los Gymnospermae no tienen fruto.

H

hifas

Filamento formado por la unión de células en los hongos. Cada uno de los elementos filamentosos que constituyen su aparato vegetativo, el micelio.

J

jales

Los jales mineros son los apilamientos de rocas molidas que quedan después de que los minerales de interés como el plomo, zinc, cobre, plata y otros han sido extraídos de las rocas que los contienen. <http://binational.pharmacy.arizona.edu/content/jales-mineros>

M

macronutrientes

La cantidad de nutrientes que contiene el suelo va a determinar el potencial que tiene este para alimentar los cultivos que se desarrollarán sobre él. Los macronutrientes son elementos necesarios en cantidades relativamente abundantes para asegurar el crecimiento y supervivencia de las plantas (Seoáñez Calvo *et al.*, 1999).

matorral xerófilo

El matorral xerófilo o semidesierto es un ecosistema conformado por matorrales en zonas de escasas precipitaciones, por lo que predomina la vegetación xerófila.

El WWF lo considera un bioma denominado desiertos y matorrales xerófilos y lo agrupa conjuntamente con los ecosistemas de desierto.

La vegetación es frecuentemente de tipo espinoso como las cactáceas y bromelias, presentándose también arbustos achaparrados, árboles caducifolios y pastizal semidesértico.

micelio

Se conoce como micelio al conjunto de hifas que forman la parte vegetativa de un hongo. Los cuerpos vegetativos de la mayoría de los hongos están constituidos por filamentos pluricelulares denominados hifas. Las hifas crecen tan solo apicalmente en el ápice

microorganismos

La ciencia que estudia a los microorganismos es la Microbiología. «Micro» del griego (diminuto, pequeño) y «bio» del griego (vida) *seres vivos diminutos*. Son organismos dotados de individualidad que presentan, a diferencia de las plantas y los animales, una organización biológica elemental. En su mayoría son unicelulares, aunque en algunos casos se trate de organismos cenóticos compuestos por células multinucleadas, o incluso multicelulares.

Dentro de los microorganismos se encuentran organismos unicelulares Procariotas, como las Bacterias, y eucariotas, como los Protozoos, una parte de las Algas y los Hongos, e incluso los organismos de tamaño ultramicroscópico, como los Virus.

N

nicho ecológico

En ecología, un nicho es un término que describe la posición relacional de una especie o población en un ecosistema. Cuando hablamos de nicho ecológico, nos referimos a la «ocupación» o a la función que desempeña cierto individuo dentro de una comunidad.

P

P atógeno

Un patógeno, también llamado agente biológico patógeno, es todo agente que puede producir enfermedad o daño en la biología de un huésped, sea éste humano, animal o vegetal. En biología, huésped significa el que aloja.

S

simbiosis

El término simbiosis (del griego: σύν, syn, 'juntos'; y βίωσις, biosis, 'vivir') se aplica a la interacción biológica, a la relación estrecha y persistente entre organismos de diferentes especies. Los organismos involucrados en la **simbiosis** son denominados simbiosiontes.



Bibliografía General

1. Armelagos, G. 2003. "La cultura y contacto: el choque de dos cocinas mundiales", en J. Long (coord.), *Conquista y comida. Consecuencias del encuentro de dos mundos*. México, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 105-129.
2. Bak-Geller, C. S. 2013. "Narrativas deleitosas de la nación. Los primeros libros de cocina en México (1830- 1890)", *Desacatos* 43:31-44.
3. Barrett, S., y J. Shore. 2008. "New Insights on Heterostyly: Comparative Biology, Ecology and Genetics", en V. Frankling-Tong (Ed.), *Self-incompatibility in Flowering Plants: Evolution, Diversity and Mechanisms*. Berlín, Springer-Verlag, pp. 3-32.
4. Caballero, J., A. Casas, L. Cortés y , C. Mapes. 1998. "Patrones en el conocimiento, uso y manejo de plantas en pueblos indígenas de México", *Estudios Atacameños* 16:181-195.
5. Challenger, A., y J. Soberón. 2008. "Los ecosistemas terrestres", en *Capital natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. México, CONABIO, pp. 87-108
6. Cotler, H. y M.P. Ortega Larrocea. 2006. "Effect of land use on soil erosion in a Mexican tropical dry forest", *Catena* 65: 107-117. 8 Reverchon, F., M.P. Ortega Larrocea y J. Pérez Moreno. 2010. "Saprophytic fungal communities change in diversity and species composition across a volcanic soil chronosequence at Sierra del Chichinautzin, Mexico", *Annals of Microbiology* 60(2): 217-226.
7. Glover, D. y S. Barrett. 1983. "Trimorphic Incompatibility in Mexican Populations of *Pontederia sagittata* Presl. (Pontederiaceae)", en *New Phytologist* 95: 439-455.
8. González Chávez, M.C.A., M.P. Ortega Larrocea, R. Carrillo González, M. López Meyer, B. Xoconostle Cázares, S.K. Gomez, M.J. Harrison, A.M. Figueroa López, I.E. Maldonado Mendoza. 2011. "Arsenate induces the expression of fungal genes involved in as transport in arbuscular mycorrhiza", *Fungal Biology* 115(12): 1197-1209.
9. González D. y M.P. Ortega Larrocea. 2008. "Aplicación de métodos filogenéticos en la clasificación, identificación y conservación de los hongos anamorfos", en G. Heredia A. (ed.), *Tópicos sobre diversidad, ecología y usos de los hongos microscópicos en Iberoamérica*. Xalapa, Instituto de Ecología, pp. 129-146. http://www.biodiversidad.gob.mx/usos/dk/qs_dk.php.
10. Kennedy, D. 2012. *Cocina esencial de México*. México, Océano.
11. Lara-Lara, J.R., et al. 2008. "Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales", en *Capital natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. México, CONABIO, pp. 109-134.
12. Moreno-Casasola, P. y D. Infante-Mata. 2010. *Veracruz. Tierra de ciénagas y pantanos*. Xalapa, Gobierno del Estado de Veracruz.
13. Moreno-Casasola, P., E. Cejudo-Espinosa, A. Capistrán-Barradas, D. Infante-Mata, H. López-Rosas, G. Castillo-Campos, J. PalePale y A. Campos-Cascared. 2010. "Composición florística, diversidad y ecología de humedales herbáceos emergentes en la planicie costera central de Veracruz, México", en *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 87: 29:50.
14. Novelo, R. A. 1978. "La vegetación de la Estación Biológica El Morro de La Mancha, Veracruz", en *Biotica* 3(1): 9-23. Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. México, Limusa.
15. Ortega Larrocea M.P., C. Siebe. 2009. "Historia de la utilización de las aguas residuales en el Valle del Mezquital, Hidalgo, y su efecto en la simbiosis micorrízica arbuscular", en J.Álvarez Sánchez (ed.), *Ecología de micorrizas arbusculares y restauración de ecosistemas*. México, Facultad de Ciencias-Universidad Nacional Autónoma de México.
16. Ortega Larrocea, M.P. 2008. "Propagación simbiótica de orquídeas terrestres con fines de restauración edafocológica", en J. Álvarez Sánchez y A. Monroy Ata (comps.), *Técnicas de estudio*

- de las asociaciones micorrízicas y sus implicaciones en la restauración. México, Facultad de Ciencias-Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 85-96. 13 Ortega Larrocea, M.P. t M. Rangel Villafranco. 2007. "Fungus- assisted reintroduction and long-term survival of two Mexican terrestrial orchids in the natural habitat", *Lankesteriana* 7(1-2): 317-321.
17. Ortega-Larrocea M. P., C. Siebe, A. Estrada y R. Webster. 2007. "Mycorrhizal inoculum potential of arbuscular mycorrhizal fungi in soils irrigated with wastewater for various lengths of time, as affected by heavy metals and available P.", *Applied Soil Ecology* 37: 129-138.
 18. Ortega-Larrocea M.P., C. Siebe, G. Bécard, I. Méndez y R. Webster. 2001. "Impact of a century of wastewater irrigation on the abundance of arbuscular mycorrhizal spores in the soil of the Mezquital Valley of México", *Applied Soil Ecology* 16(2): 149-157.
 19. Ortega-Larrocea, M.P., B. Xoconostle Cázares, I. E. Maldonado Mendoza, R. Carrillo González, J. Hernández Hernández, M. Díaz Garduño, M. López Meyer, L. Gómez Flores y M.C.A. González Chávez. 2010. "Plant and fungal biodiversity from metal mine wastes under remediation at Zimapan, Hidalgo, México", *Environmental Pollution* 158(5): 1922-1931.
 20. Peralta de Legarreta, A. 2009. "Identidad en construcción", *Gastronómica de México* 27: 12.
 21. Rangel Villafranco M. y M.P. Ortega Larrocea. 2007. "Efforts to conserve endangered terrestrial orchids in situ and ex situ at two natural reserves within Central Mexico", *Lankesteriana* 7(1-2): 326-333. 15 Ortega-Larrocea M.P., A. Martínez y V.M. Chávez. 2009. "Conservación y propagación de orquídeas", en A. Lot y Z. Cano Santana (eds.), *Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal*. México, Coordinación de la Investigación Científica/Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel-Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 483-495. 16 Ortega Larrocea, M.P. y D. González. 2008. "Los hongos asociados a las orquídeas terrestres en la restauración", en G. Heredia A. (ed.), *Tópicos sobre diversidad, ecología y usos de los hongos microscópicos en Iberoamérica*. Xalapa Instituto de Ecología, , pp. 219-227.
 22. Reverchon, F., M. del Pilar Ortega Larrocea, G. Bonilla Rosso y J. Pérez-Moreno. 2012. "Structure and species composition of ectomycorrhizal fungal communities colonizing seedlings and adult trees of *Pinus montezumae* in Mexican neotropical forests", *FEMS Microbiology Ecology* 80(2): 479-487.
 23. Reverchon, F., M. P. Ortega Larrocea, J. Pérez Moreno, V.M. Peña Ramírez y C. Siebe. 2010. "Changes in community structure of ectomycorrhizal fungi associated to *Pinus montezumae* across a volcanic chronosequence at the sierra del Chichinautzin, Mexico", *Canadian Journal Forest Research* 40(6): 1165-1174.
 24. Reverchon, F., M.P. Ortega Larrocea y J. Pérez Moreno. 2012. "Soil factors influencing ectomycorrhizal sporome distribution in neotropical forests dominated by *Pinus montezumae*, Mexico", *Mycoscience* 53(3): 203-210.
 25. Silva Rivera, E., A. Aguilar Meléndez y A. Peralta de Legarreta. [En prensa.] "Diversidad biocultural, alimentación e identidad gastronómica en México. Una propuesta para mantener la soberanía", en: E. Silva Rivera, V. Martínez, E. Rodríguez Luna y M. Lascrain (eds.), *De la recolección a los agroecosistemas: soberanía alimentaria y conservación de la biodiversidad*. Xalapa, Universidad Veracruzana.
 26. Smith S.E., D.J. Read. 2010. *Mycorrhizal Symbiosis*. Ámsterdam, Elsevier Science

Webgrafia

1. Centro de Investigación y desarrollo de Recursos Científicos BioScripts. Diccionario de Bología. En <https://www.biodic.net/>
2. Conabio En <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/ecosismex.html>
3. Diccionario de la Real Académica Español. En <http://dle.rae.es/?id=ENBISI2>
4. Ecured en https://www.ecured.cu/Erosi%C3%B3n_del_suelo

5. Infoagro.com En

http://www.infoagro.com/documentos/macro____micronutrientes_y_metales_pesados_presentes_suelo.as

6. Portal Académico

En <https://portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia1/unidad2/fotosintesis/aspectosGenerales>

7. Wikipedia En www.wikipedia.com



Bibliografía Recomendada

1. Maass, M. M. y Martínez Yrizar, A. 1990. Los ecosistemas: origen e importancia del concepto. Revista *Ciencias*. No. Especial 4: 10-21

<http://www.ejournal.unam.mx/cns/espno04/CNSE0403.pdf>

2. Valera Bermejo, A., R. Ramírez Álvarez, E. Quintero 2016. Especies prioritarias para la conservación de la biodiversidad: el caso de México. CONABIO. Biodiversitas, 128:1-5

<http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/12766.pdf>

3. Quintana Morales, P.C., L.T. Hernández Salazar, y J.E. Morales Mávil. 2014. El uso del espacio en la vida animal.

CONABIO. Biodiversitas, 114:8-12

<http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/7320.pdf>



Glosario General

A

agricultura

Del lat. *Agricultūra*.

Cultivo o labranza de la tierra.

Conjunto de técnica y conocimientos relativos al cultivo de la tierra.

ancestral

Del fr. *ancestral*.

Perteneciente o relativo a los antepasados.

Remoto o muy lejano en el pasado.

angiospermas

Del lat. Cient. *Angiospermae*.

1. adj. Bot. Dicho de una planta: Del grupo de las fanerógamas cuyos carpelos forman una cavidad cerrada u ovario, dentro de la cual están los óvulos. U. t. c. s. f., en pl. como taxón.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

antrópica

Del gr. ἀνθρωπικός *anthrōpikós* 'humano', der. de ἄνθρωπος *ánthrōpos* 'hombre, ser humano'.

1. adj. Producido o modificado por la actividad humana.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

apical

1. adj. Perteneciente o relativo a un ápice o punta, o localizado en ellos.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

ápice

Del lat. *apex*, -*icis*.

Extremo superior o punta de algo.

Parte pequeñísima, punto muy reducido, nonada.

artefacto

Del lat. *arte factum* 'hecho con arte'.

En un estudio o en un experimento, factor que perturba la correcta interpretación del resultado.

B

basal

1. adj. Situado en la base de una formación orgánica o de una construcción.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

biodiversidad

De bio- y diversidad

1. f. Variedad de especies animales y vegetales en su medio ambiente.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

bioma

Del ingl. *biome*, de bio- 'bio-' y -ome '-oma'.

Cada una de las grandes comunidades ecológicas en las que domina un tipo de vegetación; p, ej., la selva tropical, la tundra o el desierto.

Voz bioma. *Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, publicada en octubre de*

2014.

bosques de galería

Los bosques de galería son franjas de vegetación más o menos estrechas, que se disponen a lo largo de los cursos de agua.

http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/2015/Los_bosques_de_galeria.pdf. Consulta: 2018-10-11.

bosque tropical

Los bosques tropicales, también conocidos como selva húmeda o selva alta perennifolia, de acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), son uno de los ecosistemas con mayor riqueza de especies.

C

carisma

Del lat. Tardío *charisma*, y este del gr. χάρισμα *chárisma*, der. de χαρίζεσθαι *charízesthai* 'agradar', 'hacer favores'.

1. m. Especial capacidad de algunas personas para atraer o fascinar.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

carismático

1. adj. Perteneciente o relativo al carisma

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

carpelo

Del fr. *carpelle*, y este del gr. καρπός *karpós* 'fruto' y el suf. Dim. *-elle* '-illa'.

1. m. Bot. Hoja transformada para formar un pistilo o parte de un pistilo.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

carrizal

1. m. Sitio poblado de carrizos.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

chinampa

Del náhuatl *chinamitl* 'seto', 'cerca de cañas'.

1. f. Terreno de corta extensión en las lagunas vecinas a la ciudad de México, donde se cultivan flores y verduras. Antiguamente estos huertos eran flotantes.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

coevolución

La Coevolución o evolución concertada entre especies es un concepto de la biología por el que se designa al fenómeno de adaptación evolutiva mutua producida entre dos o varias especies (coevolución interespecífica) de seres vivos como resultado de su influencia recíproca por relaciones como la simbiosis, el parasitismo.

cosmovisión

De *cosmo-* y *visión*, por calco del al. *Weltanschauung*.

1. f. Visión o concepción global del universo.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

culinario

1. adj. Perteneciente o relativo a la cocina.

2. f. Arte de guisar.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

E

ecosistema

Conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con sus ambiente abiótico; mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes. Las especies del ecosistema, incluyendo bacterias, hongos, plantas y animales dependen unas de otras. Las relaciones entre las especies y su medio, resultan en el flujo de materia y energía del ecosistema.

edáfico(a)

Relativo al suelo, especialmente en lo que respecta a la vida de las plantas.

"en la agricultura los recursos son tan variados como las condiciones bioclimáticas y edáficas; el estrato edáfico está formado por el suelo y todos los organismos que en él se encuentran"

energía

El término **energía** (del griego ἐνέργεια *enérgeia*, «actividad», «operación»; de ἐνεργός *energós*, «fuerza de acción» o «fuerza de trabajo») tiene diversas acepciones y definiciones, relacionadas con la idea de una capacidad para obrar, surgir, transformar o poner en movimiento.

erosión

Es la pérdida del mismo, principalmente por factores como las corrientes de agua y de aire, en particular en terrenos secos y sin vegetación, además el hielo y otros factores. La erosión del suelo reduce su fertilidad porque provoca la pérdida de minerales y materia orgánica.

esporangio

La palabra **esporangio** procede del griego σπόρος, semilla, y ἀγγεῖον, vaso.

El esporangio es la estructura de las plantas, hongos o algas que produce y contiene las esporas. Se encuentran esporangios en las angiospermas, gimnospermas, helechos y sus parientes, en las briófitas, algas y hongos.

estambre

Del lat. *stamen*, -inis.

1. m. Bot. Órgano masculino en la flor de las fanerógamas, que es una hoja transformada. Consta de la antera y , generalmente, de un filamento que la sostiene. Era u. t. c. f.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

estrés hídrico

Se habla de **estrés hídrico** cuando la demanda de agua es más alta que la cantidad disponible durante un periodo determinado o cuando su uso se ve restringido por su baja calidad.

estigma

Del lat. *Stigma* 'marca hecha en la piel con un hierro candente', 'nota infamante', y este del gr. στίγμα *stíγμα*.

1. m. Bot. Cuerpo glanduloso, colocado en la parte superior del pistilo y que recibe el polen en el acto de la fecundación de las plantas.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

extrapolar

exótico

Del lat. *Exoticus*, y este del gr. ἐξωτικός *exōtikós*, der. de ἔξω *éxō* 'afuera'.

1. adj. Extranjero o procedente de un país o lugar lejanos y percibidos como muy distintos del propio.

2. adl. Extraño, chocante, extravagante.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

F

fanerógama

Del gr. φανερός *phanerós* 'manifiesto' y -gamo.

1. adj. Bot. Dicho de una planta: Que tiene el conjunto de los órganos de la reproducción visible en forma de flor, en la que se efectúa la fecundación, como consecuencia de la cual se desarrollan las semillas, que contienen los embriones de las nuevas plantas. U. t. c. s. f., en pl. como taxón.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

fertilizante

Un **fertilizante** o **abono** es cualquier tipo de sustancia orgánica o inorgánica que contiene nutrientes en formas asimilables por las plantas, para mantener o incrementar el contenido de estos elementos en el [suelo](#), mejorar la calidad del sustrato a nivel nutricional, estimular el crecimiento vegetativo de las plantas, etc.

fisiología

Del lat. physiologiā, y este del gr. φυσιολογία physiología.

1. f. Ciencia que tiene por objeto el estudio de las funciones de los seres orgánicos.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

fisiológico

Del lat. Tardío physiologicus, y este del gr. φυσιολογικός physiologikós.

1. adj. Perteneciente o relativo a la fisiología.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

fotosíntesis

La fotosíntesis es un proceso en el cual las plantas, algas y algunas bacterias transforman la energía luminosa en energía química, es decir utilizan la energía luminosa para formar compuestos orgánicos y oxígeno a partir de bióxido de carbono y agua. Los productos que se obtienen de la fotosíntesis son indispensables para mantener la vida de las plantas y de manera indirecta para la subsistencia de los organismos heterótrofos.

G

gastronomía

Del gr. γαστρονομία gastronomía.

1. f. Arte de preparar una buena comida.

2. f. Afición al buen comer.

3. f. Conjunto de los platos y usos culinarios propios de un determinado lugar.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

gen

Un gen es una unidad de información en un locus de ácido desoxirribonucleico (ADN) que codifica un producto funcional, proteínas por ejemplo. Es la unidad molecular de la herencia genética, pues almacena la información genética y permite transmitirla a la descendencia.

germoplasma

El germoplasma es el conjunto de genes que se transmite por la reproducción a la descendencia por medio de gametos o células reproductoras

gimnospermas

El nombre proviene del griego γυμνός, 'desnudo', y σπέρμα, 'semilla'; es decir, 'semilla desnuda'. Este término se aplica debido a que las semillas de estas plantas no se forman en un ovario cerrado (esto es, un pistilo con uno o más carpelos que evolucionan a un fruto, como ocurre en las angiospermas.), sino que están desnudas. Su flor (definida como una rama de crecimiento limitado productora de hojas fértiles o "esporofilos") tiene semilla expuesta. Los Gymnospermae no tienen fruto.

gradiente

1. m. Fís. Razón entre la variación del valor de una magnitud en dos puntos próximos y la distancia que los separa.

H

heterotristilia

La heterostilia es una forma única de polimorfismo morfológico en las flores de ciertas especies que, como mecanismo, impide la autofecundación de cada flor.

<https://es.unionpedia.org/Heterostilia>. Consulta: 2018-10-11.

hifas

Filamento formado por la unión de células en los hongos. Cada uno de los elementos filamentosos que constituyen su aparato vegetativo, el micelio.

I

inaplazable

1. adj. Que no se puede aplazar (retrasar).

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

inflorescencia

Der. del lat. *inflorescens*, *-entis*, *part. pres. act. de inflorescere* 'cubrirse de flores'.

1. f. Bot. Forma en que aparecen colocadas las flores en las plantas.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

J

jales

Los jales mineros son los apilamientos de rocas molidas que quedan después de que los minerales de interés como el plomo, zinc, cobre, plata y otros han sido extraídos de las rocas que los contienen.

<http://binational.pharmacy.arizona.edu/content/jales-mineros>

L

litoral

Del lat. *litorālis*.

1. adj. Perteneciente o relativo a la orilla o costa del mar.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

M

macronutrientes

La cantidad de nutrientes que contiene el suelo va a determinar el potencial que tiene este para alimentar los cultivos que se desarrollarán sobre él. Los macronutrientes son elementos necesarios en cantidades relativamente abundantes para asegurar el crecimiento y supervivencia de las plantas (Seoáñez Calvo *et al.*, 1999).

mangle

Voz caribe o arahuaca.

1. m. Arbusto de la familia de las rizoforáceas, de tres o cuatro metros de altura, cuyas ramas, largas y extendidas, dan unos vástagos que descienden hasta tocar el suelo y arraigar en él, con hojas pecioladas, opuestas, enteras, elípticas, obtusas y gruesas, flores axilares de cuatro pétalos amarillentos, fruto seco de corteza coriácea, pequeño y casi redondo, y muchas raíces aéreas en parte. Es propio de los países tropicales, y las hojas, frutos y cortezas se emplean en las tenerías.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

marisma

Del lat. *maritima* [ora] '[orillas] del mar'.

1. f. Terreno bajo y pantanoso que inundan las aguas del mar.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

matorral xerófilo

El matorral xerófilo o semidesierto es un ecosistema conformado por matorrales en zonas de escasas precipitaciones, por lo que predomina la vegetación xerófila. El WWF lo considera un bioma denominado desiertos y matorrales xerófilos y lo agrupa conjuntamente con los ecosistemas de desierto.

La vegetación es frecuentemente de tipo espinoso como las cactáceas y bromelias, presentándose también arbustos achaparrados, árboles caducifolios y pastizal semidesértico.

melitofilia

La melitofilia es un sistema o síndrome de polinización por medio del cual ciertas especies de plantas atraen a insectos himenópteros, en particular abejas y avispas, para que éstos realicen la polinización.

<https://es.unionpedia.org/Melitofilia>. Consulta: 2018-10-11.

micelio

Se conoce como micelio al conjunto de hifas que forman la parte vegetativa de un hongo. Los cuerpos vegetativos de la mayoría de los hongos están constituidos por filamentos pluricelulares denominados hifas. Las hifas crecen tan solo apicalmente en el ápice

microorganismos

La ciencia que estudia a los microorganismos es la Microbiología. «Micro» del griego (diminuto, pequeño) y «bio» del griego (vida) *seres vivos diminutos*. Son organismos dotados de individualidad que presentan, a diferencia de las plantas y los animales, una organización biológica elemental. En su mayoría son unicelulares, aunque en algunos casos se trate de organismos cenóticos compuestos por células multinucleadas, o incluso multicelulares.

Dentro de los microorganismos se encuentran organismos unicelulares Procariotas, como las Bacterias, y eucariotas, como los Protozoos, una parte de las Algas y los Hongos, e incluso los organismos de tamaño ultramicroscópico, como los Virus.

miríada

Del lat. *μυριάς, -άδος myriás, -ádos*.

1. f. Cantidad muy grande e indefinida.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

monoica

En botánica, se denomina monoicas a las especies en las cuales ambos sexos se presentan en una misma planta.

<https://es.unionpedia.org/Monoica>. Consulta: 2018-10-11.

morfología

De *morfo-* y *-logía*.

1. f. Biol. Parte de la biología que trata de la forma de los seres orgánicos y de las modificaciones o transformaciones que experimenta.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

morfológico

1. adj. Perteneciente o relativo a la morfología.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

N

nicho ecológico

En ecología, un nicho es un término que describe la posición relacional de una especie o población en un ecosistema. Cuando hablamos de nicho ecológico, nos referimos a la «ocupación» o a la función que desempeña cierto individuo dentro de una comunidad.

nucleoeléctrica

1 Adj. Dícese de la planta destinada a transformar energía nuclear en energía eléctrica.

2 Dícese de la energía eléctrica que resulta de esa transformación.

<http://electricidad.usal.es/Principal/Circuitos/Diccionario/Diccionario.php?b=id:448>. Consulta: 2018-10-11.

P

patógeno

Un patógeno, también llamado agente biológico patógeno, es todo agente que puede producir enfermedad o daño en la biología de un huésped, sea éste humano, animal o vegetal. En biología, huésped significa el que aloja.

patogénesis

De *pato-* y *-génesis*.

1. f. Med. Origen y desarrollo de las enfermedades.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

polinización

1. f. Bot. Proceso mediante el cual el grano de polen llega al estigma de una flor.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

popales

Los popales son un tipo de humedal herbáceo emergente, es decir formado por plantas enraizadas en el suelo que emergen del agua de inundación.

http://www1.inecol.edu.mx/costasustentable/esp/pdfs/Publicaciones/CienagasYPantanos/VI_PantanosDe
Consulta: 2018-10-11.

S

salobre

1. adj. Que contiene sal, o que sabe o huele a sal.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

salvaguardar

1. tr. Defender, amparar, proteger algo o a alguien.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

sazón

Del lat. *satio*, *-ōnis* 'acción de sembrar', 'sementera'.

1. f. Punto o madurez d ellas cosas, o estado de perfección en su línea.

3. f. Gusto y sabor que se percibe en los alimentos.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

semillas criollas

La palabra criolla quiere decir "autóctono o propio". Entonces cuando decimos semillas criollas hacemos referencia a las semillas adaptadas a nuestro entorno por un proceso de selección natural o manual de parte de los productores.

<https://viaorganica.org/glosario/semillas-criollas/>. Consulta: 2018-10-11.

Simbiosis

El término simbiosis (del griego: σύν, *syn*, 'juntos'; y βίωσις, *biosis*, 'vivir') se aplica a la interacción biológica, a la relación estrecha y persistente entre organismos de diferentes especies. Los

organismos involucrados en la **simbiosis** son denominados simbioses.

síndrome

Del gr. συνδρομή *syndromḗ* 'concurso'.

1. m. Med. Conjunto de síntomas característicos de una enfermedad o un estado determinado.
2. m. Conjunto de signos o fenómenos reveladores de una situación generalmente negativa.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

T

taxón

Tb. taxon, p. us.

Palabra creada sobre *taxonomía*.

1. m. Biol. Cada una de las subdivisiones de la clasificación biológica, desde la especie, que se toma como unidad, hasta el filo o tipo de organización.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

tetela de maíz

Antojito similar a una memela triangular, rellena de frijol, de unos 10 cm por lado, para lo cual se prepara una tortilla de masa de maíz, se ponen al centro los frijoles y se doblan hacia adentro tres partes para formar el triángulo y se cuece en comal.

<https://laroussecocina.mx/palabra/tetela/>. Consulta: 2018-10-11.

tular

1. m. Hond. Terreno poblado de tul.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

turba

Del fr. *tourbe*, y este del franco **turba*; cf. a. al. Ant. *zurba*, ingl. *turf*, nórd. *torf*.

1. f. Carbón fósil formado de residuos vegetales, de color pardo oscuro, aspecto terroso y poco peso.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

turbera

1. f. Lugar donde yace la turba.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

U

unificador








1. adj. Que unifica.

Diccionario de la lengua española, vigesimotercera edición, 2014.

.



Regresar a Narrativa

Aplicación	Características
 iMovie	Aplicación para producción y edición de video disponible solo para iOS. Esta aplicación permite importar clips de video de y desde otros dispositivos con iOS. La aplicación proporciona una manera fácil de editar y organizar los clips de video, editar, incorporar texto, aplicar efectos, recortar y añadir archivos de audio. El reproductor de video propio de esta aplicación es QuickTime, que en su versión 7 es compatible con el estándar MPEG-4 (método para la compresión digital de audio y video). Los proyectos finalizados con iMovie, pueden exportarse a iDVD para la integración en DVD y grabarse en DVD-ROM.
Magisto	Producción y edición de video. Disponible para Android e IOS. Su facilidad y flexibilidad lo ha hecho una aplicación usada ampliamente. Con esta aplicación se pueden seleccionar fotos o videos de la galería del usuario, elegir un tema para producir el video y agregar música. Incluye la opción de títulos y efectos.
Viddy 	Disponible para Android y iOS, es un software de producción de videos. Con facilidad se puede grabar un video, agregar efectos de cámara lenta, títulos y efectos. Se puede compartir directamente a Facebook, Twitter, Tumblr o Youtube.
Photo editor Aviary 	Disponible para Android. Editor de imágenes a las cuales se le puede aplicar directamente efectos. Cuenta con una interfaz intuitiva, por lo que es muy sencillo de utilizar. Permite añadir elementos extras a la imagen como gifs decorativos, corregir el color de la fotografía, retocar, etc.
 Piktochart	Aplicación en línea que permite crear infografías de forma gratuita. En su diseño proporciona plantillas en las que es posible editar y dar formato a texto, se puede agregar multimedia, imágenes y videos. Esta es una aplicación gratuita y funcional en iOS y Android.
 Padlet	Recurso en línea que permite crear un espacio (muro) en el que se pueden publicar textos, imágenes y videos. Funciona como un pizarrón interactivo en el que se puede trabajar individual y/o en equipo para realizar una actividad.
 Powtoon	Recurso en línea para crear historias animadas. Cuenta con una biblioteca de imágenes que pueden ser utilizadas, se puede incorporar texto y audio. El resultado puede ser visto en línea o enviarse vía correo electrónico una presentación. Aunque la versión de paga permite descargar la historia creada en línea.
 FaceQ	Crear un avatar. Disponible para iOS y Android. Es un editor de personajes que pone a disposición del usuario varios tipos de bocas, ojos, narices, cabello, etc., lo cual permite hacer diversas combinaciones.

[Regresar a Narrativa](#)

Factores Bióticos

Factores Abióticos y

Factores Abióticos

Los factores abióticos son los distintos componentes que determinan el espacio físico en el cual habitan los seres vivos; entre los más importantes podemos encontrar: EL AGUA, LA TEMPERATURA, LA LUZ, EL PH, EL SUELO, LA HUMEDAD, EL OXÍGENO Y LOS NUTRIENTES.

Específicamente, son los



Factores Bióticos

Los factores bióticos son los organismos vivos que influyen la forma de un ecosistema. Pueden referirse a la FLORA Y FAUNA DE UN LUGAR Y SUS INTERACCIONES. Los individuos deben tener comportamiento y características fisiológicas específicas que permitan su supervivencia y su reproducción en un ambiente definido.



[Regresar a Narrativa](#)

Organismos descomponedores

Los organismos descomponedores ayudan a la materia orgánica ayudando así a otros seres vivos, para que puedan adquirir algunos de los nutrientes que requieren de forma más fácil. Estos organismos generalmente los podemos encontrar en las partes altas de los suelos que se caracterizan por su color negro debido a la gran cantidad de carbono que contiene y que recibe el nombre de humus.



[Regresar a Narrativa](#)

Naturaleza Coloidal

El nombre de coloide proviene de la raíz griega kolas que significa «que puede pegarse». Este nombre se refiere a una de las principales propiedades de los coloides: su tendencia espontánea para agregar o formar coágulos. De ahí viene también la palabra "cola", el fluido pastoso que sirve para pegar. Los coloides también afectan al punto de ebullición del agua y son contaminantes.

Las diminutas partículas de arcilla, grava, arena y limo que componen el suelo reciben el nombre de coloides. Las plantas obtienen sus nutrientes de los minerales disueltos en el agua del suelo. Estos nutrientes, que poseen iones de carga positiva o “cationes”, son atraídos por la superficie de los coloides, cargada negativamente. La cantidad y el tamaño de los coloides del suelo determinan su capacidad para atraer y retener los nutrientes necesarios para las plantas.

(Hodges, S.C., 2010, Soil Fertility Basics. North Carolina State University)

[Regresar a Narrativa](#)

Nutrientes

NUTRIENTES:

Son sustancias químicas disueltas en la humedad del suelo necesarias para el crecimiento y desarrollo normal de las plantas.

Nutriente

Función

Nitrógeno (N)	Estimula el crecimiento rápido; favorece la síntesis de clorofila, de aminoácidos y proteínas.
Fósforo (P)	Estimula el crecimiento de la raíz; favorece la formación de la semilla; participa en la fotosíntesis y respiración.
Potasio (K)	Estimula el crecimiento de la raíz; favorece la formación de la semilla; participa en la fotosíntesis y respiración.
Calcio (Ca)	Acentúa el vigor; aporta resistencia a las enfermedades, fuerza al tallo y calidad a la semilla.
Magnesio (Mg)	Constituyente de las paredes celulares; colabora en la división celular.
Azufre (S)	Componente de la clorofila, de las enzimas y de las vitaminas; colabora en la incorporación de nutrientes.
Boro (B)	Esencial para la formación de aminoácidos y vitaminas; aporta el color verde a las hojas.
Cobre (Cu)	Importante en la floración, formación de frutos y división celular.
Cloro (Cl)	No está bien definido; colabora con el crecimiento de las raíces y de los brotes.
Hierro (Fe)	Catalizador en la formación de clorofila; componente de las enzimas.
Manganeso (Mn)	Participa en la síntesis de clorofila.
Molibdeno (Mo)	Colabora con la fijación de nitrógeno y con la síntesis de proteínas.
Zinc (Zn)	Esencial para la formación de auxina y almidón.

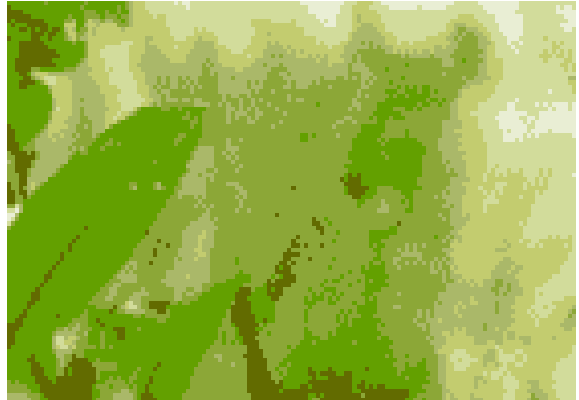
[Regresar a Narrativa](#)

Fotosíntesis

"A partir de las moléculas del Dióxido de Carbono (CO₂) y el agua, la fotosíntesis, convierte la energía de la luz solar en energía química almacenada en los enlaces de la glucosa (C₆H₁₂O₆) y libera oxígeno. La reacción química total más sencilla para la fotosíntesis es:



La fotosíntesis se efectúa en las plantas y las algas eucarióticas y en ciertos tipos de procariotas, o bacterias, todos los cuales son autótrofos (literalmente "que se alimentan por sí mismos"). En las plantas, la fotosíntesis se efectúa dentro de los cloroplastos; casi todos ellos se encuentran en las células de las hojas." (Escalona, 2003:116)



Audesirk, G., Byers, B.E. , 2003, Biología: la vida en la Tierra (Escalona G., H., Escalona G., R., trd.)
México: Pearson Education

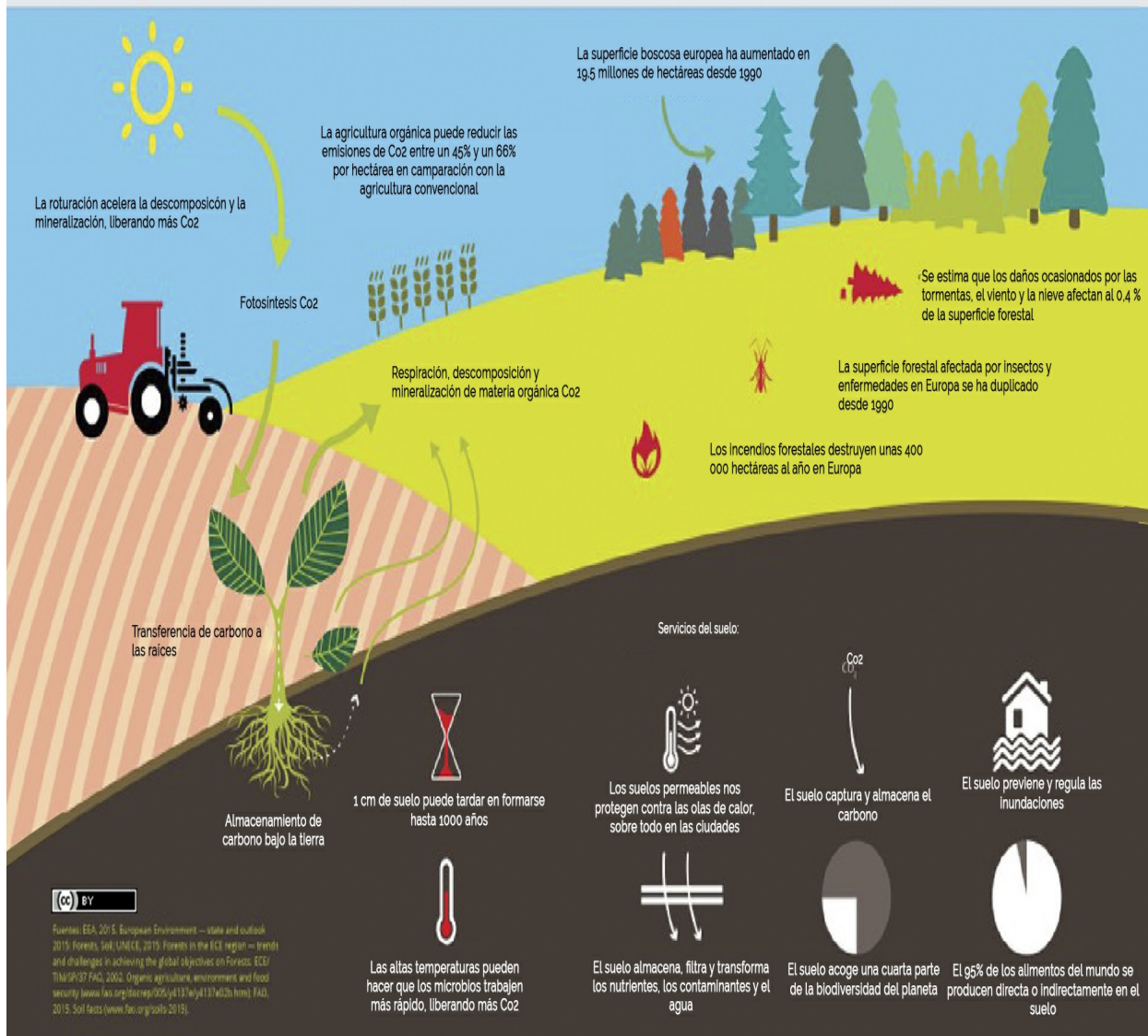

[Regresar a Narrativa](#)

Suelos y cambio climático

El suelo y el cambio climático

El suelo es un elemento importante - y a menudo descuidado- del sistema climático. es el segundo depósito o "sumidero" del carbono, después de los océanos. La recuperación de ecosistemas esenciales en la tierra y el uso sostenible del suelo en zonas rurales y urbanas

Actualmente, la reserva de carbono de los bosques europeos va en aumento, debido a los cambios en la gestión de los bosques y a los cambios del medio ambiente. La mitad de ese carbono está almacenado en suelos forestales. sin embargo, cuando los bosques se degradan o se talan, el carbono que almacenan se libera y se emite a la atmósfera. En este caso, los bosques pueden convertirse en contribuidores netos de carbono atmosférico.





DIRECTORIO

Dr. Enrique Graue Wiechers
Rector

Dr. Leopoldo Lomelí Vargas
Secretario General

Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez
Secretario Administrativo

Dr. William Henry Lee Alardín
Coordinador de la Investigación Científica

Dr. Rodolfo Zanella Specia
Director del
Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología