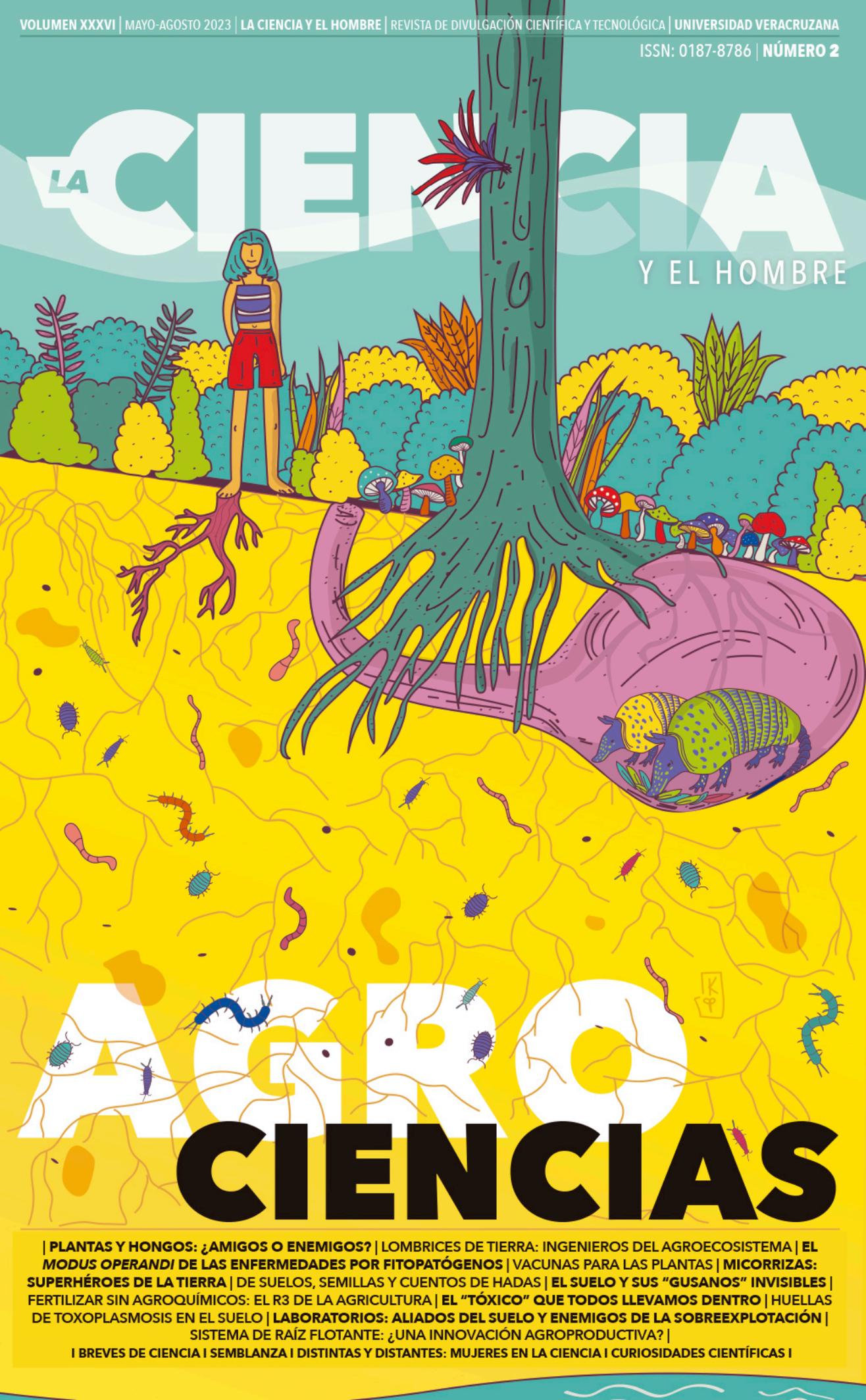


# LA CIENCIA Y EL HOMBRE



# AGROCIENCIAS

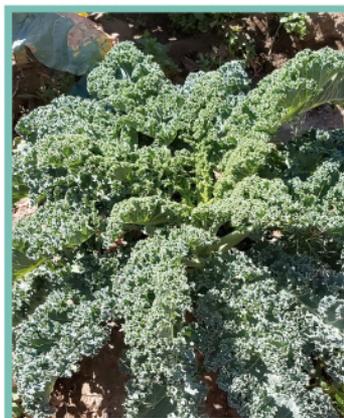
| PLANTAS Y HONGOS: ¿AMIGOS O ENEMIGOS? | LOMBRICES DE TIERRA: INGENIEROS DEL AGROECOSISTEMA | EL MODUS OPERANDI DE LAS ENFERMEDADES POR FITOPATÓGENOS | VACUNAS PARA LAS PLANTAS | MICORRIZAS: SUPERHÉROES DE LA TIERRA | DE SUELOS, SEMILLAS Y CUENTOS DE HADAS | EL SUELO Y SUS "GUSANOS" INVISIBLES | FERTILIZAR SIN AGROQUÍMICOS: EL R3 DE LA AGRICULTURA | EL "TÓXICO" QUE TODOS LLEVAMOS DENTRO | HUELLAS DE TOXOPLASMOSIS EN EL SUELO | LABORATORIOS: ALIADOS DEL SUELO Y ENEMIGOS DE LA SOBREEXPLOTACIÓN | SISTEMA DE RAÍZ FLOTANTE: ¿UNA INNOVACIÓN AGROPRODUCTIVA? |

| BREVES DE CIENCIA | SEMBLANZA | DISTINTAS Y DISTANTES: MUJERES EN LA CIENCIA | CURIOSIDADES CIENTÍFICAS |

# CONTENIDO

## LAS SECCIONES

**BREVES DE CIENCIA 2** | SEMBLANZA:  
GRACIELA CALDERÓN DÍAZ BARRIGA:  
BOTÁNICA DESLUMBRANTE 52 | **DISTINTAS  
Y DISTANTES: MUJERES EN LA CIENCIA  
ELLEN SWALLOW RICHARDS 56** |  
CURIOSIDADES CIENTÍFICAS 62



# 12

El *modus operandi* de  
las enfermedades  
por fitopatógenos

El suelo es un universo invisible y ahí  
habitan bacterias, protozoos, hongos,  
nematodos y otros seres vivos.

# 28

El suelo y sus "gusanos" invisibles  
Los seres humanos hemos explorado mares,  
montañas, bosques e incluso el espacio... pero,  
¿qué tanto sabemos acerca del suelo que  
pisamos?



# 36

El "tóxico" que todos llevamos dentro

Gente tóxica, trabajos tóxicos, emociones tóxicas,  
situaciones tóxicas, todo puede ser tóxico en estos  
días, pero el peor lugar para ser tóxicos está en los  
suelos, de donde obtenemos alimento.

**6** Plantas y hongos: ¿Amigos o enemigos?

**8** Lombrices de tierra: Ingenieros del  
agroecosistema

**16** Vacunas para las plantas

**20** Micorrizas: superhéroes de la tierra

**24** De suelos, semillas y cuentos de hadas

**32** Fertilizar sin agroquímicos: el R3 de la  
agricultura

**40** Huellas de toxoplasmosis en el suelo

**42** Laboratorios: aliados del suelo y enemigos  
de la sobreexplotación

**46** Sistema de raíz flotante: ¿una innovación  
agropecuaria?

**48** Agricultura en la ciudad



ILUSTRACIÓN EN PORTADA: KARO CARVAJAL

# EL SUELO QUE NOS SOPORTA

## EDITORIAL

### DIRECTORA

María del Socorro Aguilar Cucurachi

### EDITORA RESPONSABLE

Aída Pozos Villanueva

### COMITÉ CONSULTIVO

Arturo Gómez Pompa

Carlos Contreras Pérez

Estrella Burgos

José Velasco Toro

Miguel Rubio Godoy

Pablo Pacheco Cabrera

Rafael Bullé Goyri-Minter

### COMITÉ EDITORIAL

Bernardino Cerda Cristerna

Christian Alejandro Delfín Alfonso

Daniel Illescas Zárate

Edith Escalón Portilla

Imelda Martínez Morales

Leticia Cano Asseleih

Luis Isauro García Hernández

Tamara Cibrián Llanderal

Virginia Arieta Baizabal

### DISEÑO Y MAQUETACIÓN

Francisco Cobos Prior

Aída Pozos Villanueva

### SECRETARÍA TÉCNICA

Camila Ramírez Cuéllar

### REDES SOCIALES

facebook: @LaCienciayElHombre

twitter: @CienciaUV

**El suelo es uno de los ecosistemas más complejos de la naturaleza, contiene infinidad de organismos y microorganismos que interactúan y contribuyen a los ciclos globales que hacen posible la vida.**

Se estima que los suelos albergan una cuarta parte de la biodiversidad de nuestro mundo y que hay más microorganismos en una cucharada de suelo sano que habitantes en el planeta...

Eso de por sí ya es importante, pero los suelos además son el fundamento del sistema alimentario porque son la base de la agricultura y el medio en el que crecen casi todas las plantas destinadas a la producción de alimentos; sin embargo, los suelos sufren una creciente presión por la intensificación y la competencia de su uso para la agricultura, la silvicultura, el pastoreo y la urbanización.

Actualmente, somos ya 8 mil millones de personas en este planeta. Como es de imaginarse, la demanda de alimentos es enorme, y se estima que para 2050 aumente un 60 por ciento. Estas presiones, combinadas con usos y prácticas de gestión no sostenibles de la tierra que llevan a la pérdida de nutrientes, la contaminación, o su degradación, así como los fenómenos climáticos extremos, causan serios problemas en los suelos que tenemos que resolver ya.

Es por eso que en este número de LA CIENCIA Y EL HOMBRE presentamos como sección temática coordinada por Edith Escalón, una revisión de las principales características de los suelos, y las alternativas que están buscando jóvenes científicos de la Maestría y Doctorado en Ciencias Agropecuarias de la Universidad Veracruzana para mejorar la conservación del suelo en la producción de alimentos y el manejo sostenible de la tierra.

Esta información va aderezada con artículos misceláneos que abundan sobre la relevancia de ese recurso que nos soporta, pero que ya exige atención de primera mano.

De fondo, está presente la preocupación por revertir la tendencia negativa y garantizar la seguridad alimentaria de todas y todos, además de un futuro sostenible. ▀

# EL ESTADO DEL SUELO A NIVEL MUNDIAL

Los suelos no son sólo arena o tierra, son la base de nuestra vida, ya que nos permiten cultivarlos y producir nuestros alimentos; son la matriz por donde pasa el agua, se filtra y almacena, y son la casa de una gran cantidad de seres, desde virus y bacterias hasta pequeños organismos que permiten que plantas y animales se integren en ecosistemas, además son el sitio donde los humanos podemos vivir.



Desde hace años se ha reconocido la importancia fundamental de los suelos, por lo que el 5 de diciembre se ha determinado Día Mundial del Suelo, y el 2015 fue declarado como el Año Internacional de los Suelos para conmemorar que entonces se preparó el primer informe, titulado *Estado Mundial del Recurso Suelo*, que estuvo a cargo del Grupo Técnico Intergubernamental del Suelo (GTIS) y de la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Este informe fue el resultado del trabajo de cerca de 200 científicos estudiosos del suelo, pertenecientes a 60 países y que pretende dar una perspectiva global sobre el estado del suelo del planeta, así como de identificar su papel en los ecosistemas y determinar las amenazas que hay sobre él.

Este informe concluyó que, 33% de la tierra se encuentra de moderada a altamente degradada, también

alertó sobre la fragilidad e importancia de los suelos, enfatizando que si se siguen perdiendo suelos productivos se dañaría severamente la producción de alimentos y se pondría en peligro la seguridad alimentaria, además se incrementarían los precios de los alimentos y con ello el riesgo de que millones de personas sufran, o sigan sufriendo, hambre y pobreza.

En *Estado Mundial del Recurso Suelo*, se resaltan los 10 principales problemas del suelo: erosión, pérdida del carbono orgánico, desequilibrio de nutrientes, acidificación, contaminación, anegamiento, compactación, sellado del suelo, salinización y detrimento de la biodiversidad del suelo. ▀

# PROBLEMAS DEL SUELO QUE AMENAZAN SU FUNCIONALIDAD

La funcionalidad del suelo está amenazada por múltiples factores, entre los más importantes se encuentran la erosión, que es la remoción de partículas de suelo por agua, por viento o por el cultivo excesivo de la tierra, y aunque es un proceso natural es incrementado por las actividades humanas.



El carbono se almacena en el suelo, pero hay pérdida del carbono orgánico cuando se da la conversión a dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) o metano ( $\text{CH}_4$ ), siendo ambos gases de efecto invernadero. El desequilibrio se da por un exceso o escasez de nutrientes, causado por el cultivo mecanizado y dependiente de fertilizantes.

Los suelos se acidifican al disminuir el pH, esto es causado porque se acumulan iones de hidrógeno y aluminio en el suelo y se pierden cationes básicos, tales como calcio, magnesio, potasio y sodio, eso debido a la lixiviación y a la remoción de la cosecha y rastrojos sobreexplotando la tierra.

La contaminación del suelo es uno de los graves problemas actuales, especialmente por los metales pesados y los contaminantes orgánicos persistentes que causan gran preocupación.

Por su parte, el anegamiento ocurre cuando el suelo permanece excesivamente húmedo por largos periodos de tiempo y entonces se reduce el oxígeno.

Al compactarse los suelos se reduce la porosidad y la posibilidad de recibir aireación adecuada y circulación de agua, las raíces de las plantas ya no pueden penetrar y se pierde su capacidad productiva. Pero, ¿por qué se compactan los suelos?: por la agricultura intensiva, el uso de maquinaria pesada y el sobrepastoreo.

Además, la expansión urbana, así como la construcción de infraestructura de transporte está generando el "sellamiento" del suelo al utilizar materiales artificiales e impermeables, como el asfalto y el concreto. Y la salinización del suelo inducida por los seres humanos es causada por el mal uso de fertilizantes, por prácticas de riego inapropiadas y por el uso de agua rica en sales.

Todo lo anterior causa pérdidas, disminuyendo la diversidad de micro y macroorganismos presentes en el suelo. ▀

# LOS SUELOS CONTAMINADOS EN MÉXICO

La contaminación del suelo genera una reacción en cadena, ya que altera la biodiversidad, reduce la materia orgánica y la capacidad del suelo de actuar como filtro, y en su lugar se contamina el agua superficial y subterránea.



La contaminación de los suelos ha sido uno de los principales problemas generados por la industrialización y la generación de residuos, eso es grave a nivel mundial y ha detonado convenios internacionales para combatir dicha problemática, como el Convenio de Estocolmo, que México firmó y cuyo objetivo es proteger la salud humana y el medio ambiente de los contaminantes orgánicos persistentes (COP).

En México, existe un gran problema de contaminación de suelos desde hace muchos años. Como la información se encontraba dispersa era difícil identificar con

precisión los sitios más contaminados, por ello se ha hecho el esfuerzo de detectar y clasificar esos sitios más contaminados para, en algún momento, hacer un plan para remediarlo.

Sistematizar esa información se ha logrado a través de la implementación del Sistema Informático de Sitios Contaminados (sisco). La información está disponible desde el periodo de 1995-2000 con 166 registros, y con el paso del tiempo han ido aumentando; ya se contaba con 479 registros de sitio contaminados para el 2008 y con 623 para el último año de registro que fue en 2017.

Y... podemos ver que Veracruz es el estado con más registros de sitios contaminados: contabiliza 73, seguido por Querétaro con 58 y Guanajuato con 48.

Si bien se han detectado los sitios más contaminados, se considera un pasivo ambiental aquel sitio que no ha sido remediado oportunamente, y que la remediación implica una obligación. Por ello, actualmente está en marcha el Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados 2021-2024, con el objetivo de fortalecer el inventario actual de sitios contaminados, promover su remediación y fortalecer el marco normativo. ▀

# SANEAR Y RECUPERAR LOS SUELOS

Se calcula que para el año 2050 la población mundial superará los 9 mil millones, por lo que los suelos y su calidad serán básicos para mantener de manera sustentable a tal cantidad de personas. El suelo es un recurso finito y cada año, a nivel mundial, se pierden 24 mil millones de toneladas de suelo fértil. La pérdida y degradación de los suelos no es recuperable en el transcurso de una vida humana, se necesitan cerca de mil años para formar un centímetro de capa arable superficial, por eso es tan importante tomar medidas urgentes.

Los suelos necesitan dejar de ser contaminados y es imperativo restaurar los que ya lo están. También es necesario, en la producción de alimentos, realizar un manejo sustentable de los suelos que lleve a su conservación. El objetivo número 15 de la Agenda 2030 establece la necesidad de detener y revertir la degradación de los suelos: "Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica".

En el informe del *Estado Mundial del Recurso Suelo* (2015) se identifican cuatro prioridades de acción a ser llevadas a cabo por gobiernos, organizaciones y comunidad internacional:

1. Se debe minimizar la degradación de los suelos y restaurar su productividad, especialmente en aquellas regiones donde las personas son más vulnerables.
2. Estabilizar e incrementar los depósitos de materia orgánica, identificando localmente las prácticas de manejo apropiadas para mejorar el

almacenamiento de carbono orgánico en el suelo.

3. La humanidad está cerca de los límites globales para la fijación total de nitrógeno y los límites regionales para el uso de fósforo. Se debe estabilizar o reducir el uso global de fertilizantes con nitrógeno (N) y fósforo (P) e incrementar el uso de fertilizantes en las regiones con deficiencia de nutrientes.
4. Es necesario mejorar nuestro conocimiento sobre el estado actual de los suelos.

Entonces, desde nuestros espacios ¿cómo podemos colaborar hacia una gestión sustentable de los suelos? ▀

FUENTES DE LAS NOTAS BREVES:

*Alianza Mundial por el Suelo*. En: <https://www.fao.org/global-soil-partnership/es/>

FAO y GTIS. (2015). *Estado Mundial del Recurso Suelo*. Resumen Técnico. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura / Grupo Técnico Intergubernamental del Suelo. En: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/151265>

*Noticias ONU*. En: <https://news.un.org/es/story/2019/06/1457861>

*Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados*. En: [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5634656&fecha=05/11/2021#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5634656&fecha=05/11/2021#gsc.tab=0)



dof.gob.mx/nota\_detalle.php?codigo=5634656&fecha=05/11/2021#gsc.tab=0

NOTAS BREVES ESCRITAS POR: BEATRIZ TORRES BERISTÁIN  
CENTRO DE INVESTIGACIONES TROPICALES, UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
CORREO: betorres@uv.mx  
ILUSTRACIONES DE PACO COBOS PRIOR

# PLANTAS Y HONGOS: ¿AMIGOS O ENEMIGOS?

JOSÉ MARTÍN BARREDA CASTILLO Y REBECA ALICIA MENCHACA GARCÍA \*

**Las plantas y los hongos son organismos que están en estrecha relación, son tan cercanos que hasta hace poco se pensaba que eran miembros de un mismo reino. A pesar de su aparente similitud, la diferencia entre ellos radica en que los vegetales son capaces de producir su propio alimento mediante fotosíntesis, contrario a los hongos que necesitan alimentarse de otros seres vivos.**

Aún con requerimientos tan diferentes, ambos han conquistado los ambientes terrestres desde antes de que aparecieran los dinosaurios, y desde entonces han interactuado entre ellos, interacciones en ocasiones benéficas y a veces perjudiciales, sin embargo, esto les ha permitido sobrevivir hasta nuestros días.

## Hongos benéficos

Algunas plantas y hongos logran cooperar entre sí obteniendo beneficios mutuos, ejemplo de esto son las micorrizas: una asociación mutualista entre los hongos y las raíces de las plantas. Cuando se forma una micorriza tanto la planta como el hongo se ven beneficiados; por un lado, el hongo le ayuda a la planta a obtener una mayor cantidad de nutrientes, algunos que incluso la planta no es capaz de tomar por sí misma, ya que el hongo puede hacer una mayor exploración del suelo en comparación con la capacidad que tiene la raíz sola, además, la presencia de un hongo benéfico le aporta a la planta mayor tolerancia a condiciones de estrés hídrico y le permite obtener mayor defensa ante los hongos dañinos; por otro lado, la planta proporciona al hongo azúcares producto de la fotosíntesis, ya que el hongo no puede realizar esa función, y también le proporciona un espacio donde vivir.

Si bien son numerosas las plantas y hongos que son capaces de formar micorrizas (más de 97% de especies vegetales terrestres están micorrizadas), un ejemplo representativo son las asociaciones entre orquídeas y sus hongos benéficos. Para que se produzca la germinación es necesario que la semilla de la orquídea encuentre exactamente al hongo benéfico necesario, así la semilla puede comenzar a obtener el agua y nutrientes para comenzar a crecer. Se ha visto que incluso no se conserva la asociación con un solo hongo a lo largo de una vida, ya que llegan a asociarse con diferen-

tes especies a lo largo de su desarrollo. Así, cuentan con un hongo para germinar, uno para desarrollarse y otros más durante su vida adulta.

Los principales hongos que participan en asociaciones micorrícicas son propios de géneros como: *Rhizopogon*, *Cortinarius*, *Thelephora*, *Pisolithus*, *Pezizella*, *Acaulospora*, *Gigaspora*, *Entrophospora*, *Glomus* y *Scutellospora*, por mencionar algunos; mientras que para el caso de las orquídeas destacan los géneros *Ceratobasidium* y *Tulasnella*.

## Hongos patógenos

Así como existen hongos que son benéficos para el crecimiento y desarrollo de las plantas, también se encuentran aquellos que les causan daño, alimentándose de ellas y causando de forma eventual su muerte. Los hongos patógenos generalmente seleccionan la planta que van a atacar y se van especializando para aprovecharse de ella. La planta busca defenderse de este ataque desarrollando nuevos mecanismos de defensa, lo que con el paso del tiempo permite la aparición de plantas resistentes, ante esto el hongo también se adapta y desarrolla nuevos mecanismos para infectar a la planta, causando hongos más infecciosos, y de esta manera se obligan uno al otro a mejorar.

Para que un hongo sea capaz de causar enfermedad a una planta se deben considerar tres factores: 1) el hongo debe ser compatible con la planta, debido a que la mayoría de ellos están especializados para atacar a un grupo de plantas en particular; 2) la planta debe encontrarse debilitada o vulnerable, de manera que el hongo pueda atacarla, y 3) se deben considerar las condiciones que genera el ambiente, ya que la temperatura, humedad, viento, cantidad de luz y de suelo suelen beneficiar a uno de los organismos y perjudicar al otro.

Se pueden agrupar a los hongos dañinos en dos grandes grupos: aquellos que necesitan que la



Triángulo de la enfermedad, donde se indica la relación entre la planta, el hongo patógeno y las condiciones ambientales (modificado de Agrios, 2010).

planta permanezca con vida para llevar a cabo su ciclo de vida, y aquellos que causan pudrición y muerte para así poder alimentarse. A los primeros se les llama biotróficos, y están representados por las llamadas "royas". Al segundo grupo se le llama necrotrofos, y está conformado por la gran mayoría de los hongos patógenos. Se puede identificar que una planta está siendo atacada por hongos fácilmente, ya que éstas muestran manchas en las hojas, se marchitan sin motivo aparente, se pudren, les salen llagas, se secan, pierden turgencia, presentan crecimiento anormal y en algunos casos incluso se puede observar al hongo creciendo sobre la planta.

De manera general el proceso de infección ocurre en varias etapas: inicia con la liberación de las esporas, posteriormente la espora empieza a germinar y trata de ingresar dentro de la planta, sobre todo a través de lesiones presentes en las raíces. Una vez que el hongo crece y prospera se habla de un proceso de infección, en el cual el hongo se alimenta de la planta, llena de micelio los conductos vegetales, debilita a la planta y le genera enfermedad.

A nivel mundial, dentro de los principales hongos patógenos que causan importantes pérdidas de los cultivos se encuentran los géneros *Blumeria*, *Colletotrichum*, *Rhizoctonia*, *Gibberella*, *Verticillium*, *Alternaria* y *Botrytis*, entre otros. Sin embargo, uno de los hongos más destructivos es el género *Fusarium*, dentro del cual se encuentra la especie *F. oxysporum*, quien de manera desafortunada se ha

especializado en prácticamente la gran mayoría de los cultivos de importancia para el hombre, además de que se encuentra en todo el mundo, ya que incluso en la Antártida se han encontrado esporas.

Entonces, las plantas y los hongos han sido amigos y enemigos a lo largo de su historia. Si bien algunos hongos pueden ayudar al crecimiento y desarrollo de las plantas, otros pueden afectarlas o incluso causarles la muerte. Ante esto, debemos favorecer al crecimiento de los hongos micorrízicos mediante el correcto suministro de materia orgánica en el suelo; asimismo, debemos evitar provocar condiciones que terminen favoreciendo a los hongos dañinos, por lo cual se recomienda retirar inmediatamente toda planta que presente síntomas de enfermedad para no contagiar a otras, no saturar con demasiada agua el suelo y no pisar donde están creciendo las raíces, para evitar lesiones. ▀

#### PARA EL LECTOR INTERESADO:

- Agrios, G. N. (2010). *Fitopatología*. México: Limusa.
- Camargo, S., Montaña, N., De la Rosa, C. y Montaña, S. (2012). Micorrizas: una gran unión debajo del suelo. *Revista digital universitaria*, 7(13): 3-19.
- Deacon, J. (2005). *Fungal Biology*. Reino Unido: Universidad de Edimburgo.

\* ORQUIDARIO DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES TROPICALES (CITRO), UNIVERSIDAD VERACRUZANA, XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO.  
CORREOS: martinbarreda10@gmail.com; rmenchaca@uv.mx

# LOMBRICES DE TIERRA: INGENIEROS DEL AGROECOSISTEMA

ÁNGEL I. ORTIZ CEBALLOS, DIANA ORTIZ GAMINO Y ROGELIO LARA GONZÁLEZ \*

Las lombrices de tierra son gigantes terrestres conocidas como “ingenieros del ecosistema” (igual que las hormigas y termitas), porque mejoran las propiedades físicas del suelo y contribuyen a poner a disposición los recursos alimenticios para otros organismos del suelo.





La actividad de las lombrices de tierra modifica la diversidad, abundancia y distribución de las raíces de las plantas, hongos, bacterias, nematodos y colémbolos, entre otros organismos más pequeños que viven en el suelo.

La presencia de lombrices de tierra indica la calidad y salud del suelo; es decir, su presencia en el suelo nos muestra que la tierra es fértil para la agricultura. También se pueden utilizar para identificar y cuantificar los impactos de sustancia tóxicas que el hombre vierte en el suelo, ya que en su cuerpo acumulan dichas sustancias de forma similar a como lo hacen los peces.

Las lombrices de tierra, y todos los animales que viven en el suelo se han clasificación en tres grupos con base en la longitud y el ancho de su cuerpo: microfauna (con menos de 0.1 mm), mesofauna (0.1 a 2 mm) y macrofauna (mayor a 2 mm), en esta última categoría entran las lombrices de tierra, porque son los animales de mayor tamaño que viven en el suelo. Se trata de gusanos segmentados con un tamaño que oscila entre 2 y 2900 mm. Las especies más grandes son *Amyntas mekongianus* originaria de Asia y *Megascolides australis* de Australia, con más de 500 segmentos.

El cuerpo de todas las lombrices de tierra se divide en dos partes: una parte anterior con segmentos donde se encuentra la boca, ganglios cefálicos, órganos reproductores, intestino anterior, glándulas y corazones calcíferos, y la parte posterior con segmentos similares que contienen el intestino y el ano repleto de cerdas, setas o sedas, que son crecimientos muy delgados y alargados de la cutícula, semejante a pelos, y que se utilizan para moverse y reproducirse.

Las lombrices de tierra se alimentan de los residuos orgánicos que llegan a la superficie del suelo, como hojas, pasto, restos de comida, estiércol, etc., de las azúcares que producen las raíces de las plantas y de microorganismos del suelo, así como de hongos, bacterias, nematodos, colémbolos y otros.

## Diversidad de lombrices de tierra

Se estima que en el mundo existen cerca de 30 000 especies de lombrices de tierra; sin embargo, a la fecha sólo se conocen 7 000 especies y cada año se descubren 65 especies nuevas. En México, hasta ahora, se han registrado 102 especies, de las cuales 51 son nativas; es decir, sólo se encuentran en

nuestro país y no en otras partes del mundo. Las otras 51 son introducidas, son las conocidas también como exóticas, peregrinas o invasoras, que han ingresado en plantas de maceta.

Desafortunadamente se conoce más sobre la biología y ecología de las especies introducidas que de las especies nativas, esto se debe a diversas razones: 1) que las especies exóticas se encuentran sobre todo en pastizales o en suelos con actividades agrícolas; 2) la abundancia (número de organismos por metro cuadrado) suele ser mayor en suelos pobres en materia orgánica; 3) por características inherentes a la misma especie; 4) porque los especialistas que se encargan del estudio de las lombrices de tierra en nuestro país son muy pocos.

## Hábitat y clasificación ecológica

Hay lombrices de tierra en casi todos los suelos del mundo, por ejemplo, en los suelos de los ecosistemas naturales (selvas, bosques, matorrales, etc.) y agroecosistemas (maizales, cañales, pastizales y huertas, entre otros campos de cultivo). Con base en el lugar donde habitan y su comportamiento se agrupan en tres grupos ecológicos y/o funcionales:

**1. Epígeas:** se encuentran en la superficie de la tierra, en las raíces de los pastos y abajo de las piedras y macetas. Se alimentan de residuos orgánicos (material vegetal y animal muerto) y estiércol. Tienen un tamaño pequeño (1 a 5 cm de largo) y son pigmentadas de color verde, azul, rojo brillante o marrón. Tienen una alta mortalidad, pero en periodo corto (45 días) alcanzan la madurez sexual y tienen mucha descendencia (100 capullos al año). Un ejemplo de este grupo es la lombriz de tierra epígea, "roja californiana" (*Eisenia fetida* y/o *Eisenia andrei*), la más usada en lombricompostaje.

**2. Endógeas:** viven y consumen la tierra (geófagas) que está en los primeros 30 cm de profundidad. Construyen galerías verticales, horizontales y conductos; además, construyen nidos para depositar sus huevos y capullos, y protegerse cuando no hay suficiente agua o alimento. Suelen tener colores pálidos (gris, rosa, verde o azul) y su tamaño oscila de 1 a 20 cm de largo. En México más de 90% de las especies son endógeas.

**3. Anécticas:** viven entre 1 a 6 m de profundidad y se alimentan de los residuos orgánicos que se encuentran en la superficie del suelo. Construyen galerías verticales permanentes. Tienen una larga vida (más de nueve meses) pero con una baja fer-

tilidad (12 capullos por año) y mortalidad. Su tamaño es grande (10 a 110 cm de largo) con una pigmentación de color oscuro (rojo, gris y marrón). Estas lombrices de tierra se encuentran en las regiones de clima templado y frío.

## Las comunidades del suelo

Las comunidades de lombrices de tierra pueden estar compuestas de 1 a 15 especies diferentes compartiendo el mismo hábitat o separados en grupos funcionales (epígeas, endógeas y anécicas) para aprovechar los recursos alimenticios que se encuentran dentro en la superficie del suelo. Las especies nativas pueden convivir con las especies introducidas u ocupar espacios diferentes; por ejemplo, en las regiones tropicales la lombriz de tierra introducida *Pontoscolex corethrurus* (originaria de América del Sur) es dominante en muchos campos de cultivo que no son aptos para las especies nativas; en otros ambientes son dominantes las especies nativas como *Balanteodrilus pearsei*.

Las lombrices de tierra necesitan de las bacterias y de los hongos en una interacción que se llama simbiosis; una interacción ecológica obligada donde todos se benefician y obtienen alimento, agua, energía y transporte, entre otras cosas. Pero las lombrices de tierra conviven con bacterias, hongos, nematodos, colémbolos, hormigas y termitas; es decir, utilizan los hábitats de las lombrices de tierra y se benefician de los recursos que producen (excretas, mucus y orina) como fuente de alimento, y las construcciones (túneles) para vivir, mientras que las lombrices de tierra utilizan esta fauna como fuente de alimento y protección para enfrentar el estrés ambiental.

## ¿Son organismos benéficos para el suelo?

Las lombrices de tierra son muy conocidas como carnada para pesca y como compostadoras; sin embargo, realizan muchas otras actividades dentro del suelo. Veamos:

- Con su boca construyen túneles y/o galerías horizontales y verticales en el terreno, y cambian los atributos del suelo; por ejemplo, el aire y el agua pueden entrar a mayor profundidad y permite el crecimiento de la microfauna, mesofauna y megafauna que vive dentro del suelo.
- Producen excretas que se depositan en la superficie y dentro del suelo con alto conte-

nido de nutrientes y eso forma agregados estables, por lo que la tierra no se erosiona.

- Liberan mucus y orina en todo su cuerpo, mismo que se deposita en las paredes de las galerías y/o túneles.
- Fragmentan los residuos orgánicos (hojarasca, raíces, pétalos) facilitando su descomposición.
- Con la presencia de las lombrices de tierra en el suelo se liberan nutrimentos esenciales para otros animales que viven en el suelo, así como para el crecimiento de las plantas.
- Cuando hay lombrices de tierra en el suelo, también hay hongos y bacterias benéficas que ayudan en la defensa química, sobre todo cuando la planta es atacada por insectos.
- Remueven sustancias tóxicas, como los hidrocarburos (petróleo crudo y diesel) y metales pesados (plomo, cadmio y aluminio).
- Finalmente, las lombrices de tierra son una fuente de alimento para las aves silvestres (cuervo, gaviota, petirrojo y más de 42 especies) y de corral (gallinas y guajolotes), peces, reptiles e incluso de otros animales que viven dentro del suelo.

## ¿Cómo les puedes ayudar?

Podemos proteger a estos importantes organismos de manera muy simple, al platicar con nuestros amigos y familiares para hacer visible la importancia que tienen las lombrices de tierra, ya que antes se creía que estos organismos eran malos para las plantas y el suelo, pero ahora ya sabemos que no es así. También, al entender que no debemos aplicar productos químicos, usar maquinaria, quemar los residuos orgánicos (vegetales y animales) y eliminar la cubierta vegetal, porque si esto ocurre destruimos todo lo que se encuentra sobre y dentro del suelo, y entonces perdemos la fertilidad y, en consecuencia, el suelo deja de producir alimentos para el hombre.

Recuerda que, el suelo tiene vida.

—  
\* INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA Y ECOLOGÍA APLICADA (INBIOTECA), UNIVERSIDAD VERACRUZANA. XALAPA, VERACRUZ; INSTITUTO NACIONAL DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS. QUERÉTARO, MÉXICO. CORREO PARA CORRESPONDENCIA: angortiz@uv.mx

—  
IMAGEN DE WWW.PIXABAY.COM

# EL MODUS OPERANDI DE LAS ENFERMEDADES POR FITOPATÓGENOS

LEGNARA PADRÓN RODRÍGUEZ Y HUGO DEGOLLADO HOYOS \*



En estas páginas, plantas de brócoli sanas en parcelas hortícolas de Puebla y Tlaxcala

**La ciencia nos ha enseñado que existe un universo invisible y que miles de organismos microscópicos están en los ecosistemas, para bien o para mal, viviendo entre nosotros. El suelo es uno ellos y ahí habitan bacterias, protozoos, hongos, nematodos y otros seres vivos.**

Algunos favorecen el crecimiento y desarrollo de las plantas, y hay otros que causan daños irreversibles, las enferman e incluso las matan. Estos últimos son denominados fitopatógenos y, para estudiarlos, identificarlos y controlarlos existe una ciencia llamada Fitopatología (del griego *phyton*: planta; *pathos*: enfermedad; *logos*: estudio). El problema de las plagas no es poca cosa, cada año se afecta o destruye de 30 a 40% de la producción mundial durante el cultivo o después de la cosecha.

Uno de los retos de la ciencia agrícola es aprender a controlar al enemigo en casa, ya que muchas plagas se hospedan dentro de las plantas y desde ahí las dañan. En México hay dos ejemplos que nos ayudan a entender la importancia de la fitopatología en esta misión. Uno es el caso del brócoli, las coles, la coliflor y otras plantas crucíferas afectadas por un protozoo (*Plasmodiophora brassicæ*), y otro el del plátano, que es susceptible a un hongo (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*); ambos son fitopatógenos que estudiamos en la Universidad Veracruzana.

## Malos inquilinos

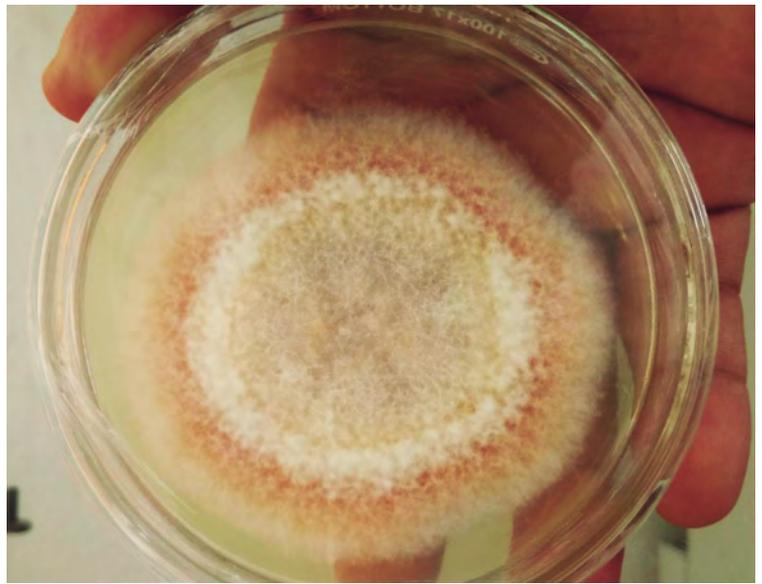
El *Plasmodiophora brassicæ* es un protozoo formado por un cuerpo ovalado y dos colas, fue identificado desde 1878 por el biólogo ruso Mikhail Stepanovich Woronin. Este protozoo microscópico es muy mal inquilino, se hospeda en las plantas provocándoles la llamada "hernia de las crucíferas", una enfermedad que ya se conocía en Europa, Asia y Norteamérica, donde ha producido pérdidas de hasta 50% de los cultivos. A pesar de que México es uno de los principales productores y exportadores de estos vegetales, a nivel mundial, hasta 2021 no se tenían reportes de esta enfermedad convertida en plaga, pero gracias a la investigación que se realiza en el Doctorado en Ciencias Agrícolas de la Universidad Veracruzana se detectó ese año en los estados de Puebla y Tlaxcala.

La familia de las crucíferas abarca muchas plantas que tú y yo consumimos cotidianamente, como el brócoli, las coles morada y blanca, los rábanos, la arúgula ¡y muchas otras más!

ILUSTRACIÓN: FRANCISCO COBOS PRIOR, FOTOGRAFÍAS

PROPORCIONADAS POR LOS AUTORES

Cepa de *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense*, agente causal de la enfermedad llamada Mal de Panamáepa, obtenida en el municipio de Atzalan, Veracruz.



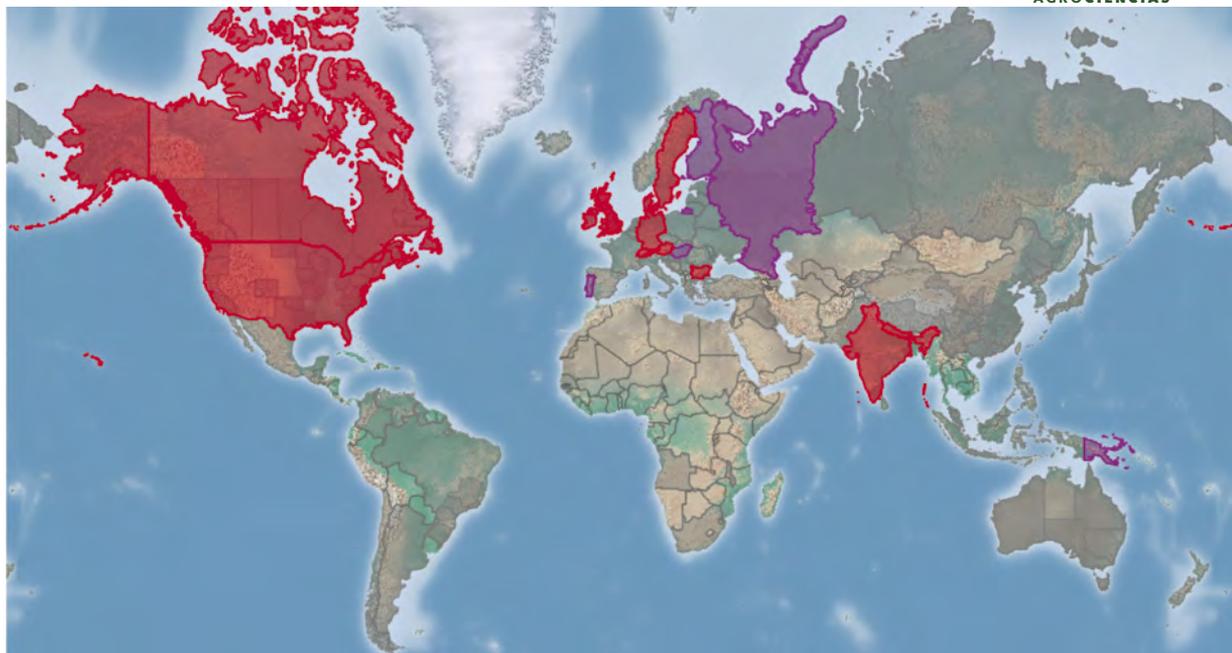
Plantas infectadas con la hernia de las crucíferas y sus consecuencias.

Como este protozoo es silencioso, escurridizo y muy perseverante, para acabar con él la fitopatología ha estudiado durante décadas su *modus operandi*. Gracias a la investigación sabemos, por ejemplo, que el protozoo tiene la capacidad de "dormir" hasta 17 años en la tierra, pero que despierta una vez que entra en contacto con sustancias químicas específicas de las crucíferas, digamos que es su perfume característico el que las atrae, de ahí se hospeda en ellas e inicia su ciclo.

La misión del protozoo es llegar a la raíz, y en ese plan tiene aliados. Si el agua es suficiente pero no se encharca en la tierra le ayuda a moverse más rápido. Si la tierra es ácida se fortalece. Las bajas temperaturas son también sus amigas, así como la tierra mal nutrida, degradada, sin otras bacterias u hongos buenos que lo combatan. Todos estos aliados lo ayudan a que cumpla su plan: si tiene éxito, antes de un mes en su nueva casa (a los 25 días) comienza a formar abultamientos en las raíces, desde las más finas hasta las más gruesas, como consecuencia éstas se deforman y atrofian, impidiendo que el agua y los nutrientes que toman de la tierra lleguen al tallo y las hojas. Al no poder alimentarse se quedan pequeñas, sus hojas se ponen amarillas y caen, incluso hasta pueden morir.

Vivir en el suelo durante muchos años y esperar el momento adecuado para enfermar a la planta es también el *modus operandi* del *Fusarium oxysporum*, un hongo causante de la enfermedad llamada mal de Panamá. Éste pertenece a uno de los géneros de hongos más importantes y estudiados en el mundo, ya que habita en muchos tipos de ecosistemas, y aunque la mayoría de sus especies tienen funciones benéficas en el suelo y en los cultivos, otros como el de la especie *oxysporum* causan enfermedades en más de 100 cultivos diferentes, entre ellos uno de los cuatro más importantes a nivel mundial: el plátano.

En México, el plátano es la fruta tropical más cultivada, sobre todo en los estados de Chiapas, Tabasco y Veracruz, quienes aportan en conjunto más de 60% de la producción nacional. También es la más consumida por su sabor, abundancia y precio, y es parte de la canasta básica de alimentación; de hecho, un mexicano consume en promedio 15 kilogramos al año, pero su cultivo está amenazado porque cerca del 85% de las plantaciones son susceptibles a esta enfermedad.



Causado específicamente por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, el mal de Panamá llevó a la industria bananera a punto del colapso mundial en los años cincuenta y sesenta. El hongo se mete en las plantas, en donde crece y se reproduce causando la pudrición de raíz y tallo, amarillamiento de las hojas y, finalmente, la muerte de la planta.

## Enemigos bajo control

La fitopatología busca conocer a los patógenos y busca estrategias para combatirlos. Entre más investigación se haga más se desarrollan alternativas. En el caso de las crucíferas se utilizan estrategias de manejo, que van desde la preparación de la tierra para la siembra hasta la cosecha de las crucíferas. Medidas como ponerle cal a la tierra, usar preparados a base de bacterias (*Bacillus subtilis*) y hongos (*Trichoderma harzianum* y *T. koningiopsis*) que enfrentan al protozoo pueden ayudar. También rotar estos cultivos con plantas de cebolla y papa o utilizar plantas que hayan sido modificadas en laboratorio para ser resistentes pueden ser opciones para lidiar con la hernia de las crucíferas.

En cambio, para el Mal de Panamá no se conoce un método eficaz de control, por eso hacer investigación sobre ese patógeno es más importante que nunca para buscar cortar los problemas de raíz. Al final, la salud del suelo es una de las estrategias más importantes para producir cultivos saludables, y ayudar a lograrlo es el trabajo de quienes nos dedicamos a la investigación en ciencias agropecuarias. ▀

### PARA EL LECTOR INTERESADO:

Padrón-Rodríguez, L., Cerdán Cabrera, C. R., Sánchez Coello, N. G., Luna-Rodríguez, M. y Pérez-López, E. (2022). *Plasmodiophora brassicae* in Mexico, from anecdote to fact. *Plant Disease*. 106(7): 1832-1836.

Dita, M., Barquero, M., Heck, D., Mizubuti, E. S. y Staver, C. P. (2018).

*Fusarium* wilt of banana: current knowledge on epidemiology and research needs toward sustainable disease management. *Frontiers in plant science*, 9, 1468.

—  
Distribución mundial de la hernia de las crucíferas:

- Extensión
- Localizado
- No registrado

—  
\* DOCTORADO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS,  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS,  
UNIVERSIDAD VERACRUZANA.  
CORREOS: legnara25@gmail.com;  
hugodegollado@gmail.com



—  
Abultamiento en las raíces causada por la hernia de las crucíferas.

# VACUNAS PARA

ANDRÉS DEL MORAL HERNÁNDEZ Y JOSÉ ARMANDO LOZADA GARCÍA\*

Quando hablamos de salud y de enfermedad, las plantas y los humanos tenemos mucho en común. Ambos desarrollamos mecanismos de defensa ante algunas enfermedades. Así pasa con la varicela, por ejemplo, basta con que nos dé una vez para no volver a enfermarse, eso es a lo que llaman desarrollar inmunidad.

**Las enfermedades de plantas a causa de hongos pueden causar grandes pérdidas en la producción de alimentos.**

En las plantas pasa algo similar, al estar bajo estrés, sea por los insectos que se las comen o pequeños organismos como hongos, bacterias y virus que las atacan a nivel microscópico, algunas especies generan sustancias que les ayudan a protegerse, volviéndose tóxicas o más resistentes.

La inmunidad a las enfermedades se incrementó en humanos a partir de la aplicación de vacunas. Éstas contienen pequeñas porciones de material genético de los microorganismos nocivos. Con las vacunas, nuestro cuerpo recibe, reconoce y controla la enfermedad, generando los llamados anticuerpos que nos hacen inmunes.

La era de las vacunas, al menos en el mundo occidental, inició hace dos siglos con la vacuna de la viruela, luego vinieron las del cólera, la rabia, el tétanos, la difteria y una larga lista que cierra en nuestros días con la de covid-19. Pero a diferencia de las vacunas humanas, las de las plantas apenas se están empezando a desarrollar.

Gracias al avance de la ciencia agrícola y la biotecnología se han podido identificar plantas que pueden generar compuestos más o menos efectivos contra virus y otros organismos dañinos, eso las convierte en candidatas perfectas para ayudar a aquellas especies que no corren con la misma suerte, y que son atacadas por los también llamados fitopatógenos, quienes les impiden obtener energía del

# A LAS PLANTAS



sol, dar frutos, absorber agua, crecer... y en el peor de los casos sobrevivir.

## El remedio que empeoró la enfermedad

Se calcula que en el mundo existen 280 mil especies de plantas que dan al ser humano oxígeno, alimento, medicina, madera, combustible y fibras, además de proveer servicios ambientales muy importantes. Las especies vegetales son también el soporte de la nutrición humana, porque de ellas, directa o indirectamente, provienen más del 90% de nuestros alimentos; por desgracia la salud vegetal en nuestro planeta está empeorando.

En 2020 la Organización de las Naciones Unidas (ONU) estimó que cerca de 40% de los cultivos de alimentos en el planeta se pierden cada año a causa de plagas y enfermedades de las plantas que impiden que crezcan, que den frutos, que capten energía del sol, que obtengan nutrientes y agua del suelo; un problema grave si pensamos en la demanda de alimentos de una población que crece rápidamente.

Las plagas y enfermedades han existido desde que se desarrolló la agricultura, causando pérdidas de las cosechas y problemas a los agricultores, y con el cambio climático global se agravó la situación.

La mayoría de los agroquímicos son dañinos para el consumidor, el agricultor y el ambiente.

FOTOGRAFÍA: PIPER ADUNCUM. FOTO DE JOÃO MEDEIROS, CC BY 2.0, [HTTPS://COMMONS.WIKIMEDIA.ORG/W/INDEX.PHP?CURID=9510519](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=9510519)



*Piper aduncum*  
MÁS QUE UNA PLANTA



**PERTENECE UN GRUPO DE PLANTAS CON REPRESENTANTES MUY IMPORTANTES PARA NOSOTROS, AL GÉNERO PIPER, COMO EL ACUYO (*Piper auritum*), Y LA PIMIENTA (*Piper nigrum*), ENTRE OTRAS.**



**ES CAPAZ DE CONTROLAR AL HONGO FITOPATÓGENO DE LA VAINILLA (*F. oxysporum* f. sp. *vanillae*)**



**POSEE COMPUESTOS ACTIVOS QUE AYUDAN A DETENER LAS PLAGAS**



**CRECE HASTA LOS 3,000 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR**

Actualmente, la diferencia de temperatura, humedad y gases en la atmósfera está alterando el clima y los ecosistemas, y con ello la capacidad y el ritmo en que crecen las plantas, incluso la interacción entre ellas con los hongos y los insectos, asimismo, entre las plagas y sus enemigos naturales y huéspedes, de tal manera que los ecosistemas se desequilibran.

A eso hay que agregar la pérdida y la contaminación del suelo por el uso desmedido de agroquímicos, como los herbicidas, fertilizantes, pesticidas, insecticidas, fungicidas y otros más, que durante décadas se han usado para controlar plagas y enfermedades vegetales. El uso desmedido de estos químicos ecotóxicos ha resultado peor que los problemas que se trataban de eliminar, han contaminado el suelo, el agua y la biodiversidad, alterando la salud de los ecosistemas, incluyendo la de los humanos. Por eso, las vacunas para las plantas se están convirtiendo en una alternativa biológica urgente en nuestra época.

## Hongos vemos, letalidad no sabemos

Es probable que conozcamos al menos un tipo de hongo. Los que comemos en la pizza o pasta Alfredo (*Agaricus bisporus*) o asados (*Pleurotus ostreatus*), algunos venenosos como los *Amanita muscaria* o alucinógenos, como los que, dicen, consumían los Beatles para darse inspiración. Hongos hay miles... ¡hasta los que crecen en los pies!, pero en el mundo agrícola hay algunos más peligrosos que otros, hasta aquellos que son capaces de aniquilar cultivos enteros.

Un ejemplo es el *Fusarium oxysporum*, con una forma muy distinta a los que nos presentan en la televisión o en los videojuegos. Veamos. Cuando esta especie infecta a la planta se ve como una suave e inofensiva capa de algodón, pero su apariencia no tiene nada que ver con su letalidad. Tiene mecanismos que "burlan" las defensas de las plantas para entrar y colonizarlas, así, logran afectar los tejidos y conductos vegetales, que le permiten obtener y transportar desde las raíces, sales, minerales y agua; al tapar los vasos conductores este hongo puede llegar a causarles la muerte a poblaciones enteras.

Es tan letal que, además de causar enfermedades en casi un centenar de especies de plantas, fue propuesto en Estados Unidos como "herramienta de control biológico" para destruir cultivos de coca en Colombia, cuando en realidad se trata de una plaga. Afortunadamente, el plan fue rechazado por los colombianos y hoy su uso está prohibido en varios países y es ilegal según la Convención sobre las Armas Biológicas.

## El poder de las plantas

Como vamos entendiendo, las plantas son más poderosas de lo que creemos. Uno podría pensar que solo sirven para brindarnos oxígeno, placer a la vista o como alimento, sin embargo, muchas tienen cualidades para protegerse de plagas, hongos, bacterias o insectos.

Un claro ejemplo de plantas con este tipo de actividad biológica son las del género *Piper*, perteneciente a la familia Piperaceae, com-

puesta por más de 1,500 especies reportadas, entre las que se encuentra el acuyo (*Piper auritum*) utilizado en diversos platillos dentro de la gastronomía mexicana; algunas de estas plantas son capaces de controlar a insectos, como las moscas de la fruta, escarabajos barrenadores, algunos nematodos y algunos hongos del género *Fusarium*.

Actualmente, en el Laboratorio de Biotecnología y Productos Naturales de la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana, estamos investigando las potencialidades de plantas del género *Piper* para el control biológico de organismos dañinos, eso mediante la extracción y análisis de los compuestos bioactivos de la planta. Así, se buscan estrategias para en un futuro lograr que cultivos de interés comercial, como son las papas, el chile, el tomate o la vainilla, puedan protegerse sin agroquímicos tóxicos y dañinos para la salud.

## Romper los círculos viciosos

Los seres vivos siempre buscamos la manera de sobrevivir. La agricultura apoyó en esa búsqueda, pero trajo consigo plagas, patógenos y enfermedades, y aunque son cada vez más dañinos para los cultivos, quienes se dedican a la producción en el campo se ven orillados a utilizar cada vez más agroquímicos para proteger sus siembras y garantizar la sobrevivencia de sus familias. Los patógenos también se adaptan y sobreviven a los pesticidas, y generan resistencia que obliga a usar dosis más altas, más fuertes o más frecuentes. Un círculo vicioso que a nadie le conviene. La cuestión: ¿seguiremos comiendo frutas, verduras y alimentos cada vez más contaminados?, ¿eso nos ayudará como especie a sobrevivir? Sin duda la ciencia y sus alternativas biológicas serán una opción para romper esas espirales nocivas a nuestra salud y la de nuestro planeta, pero el tiempo apremia. ▽

**Existen plantas capaces de controlar a microbios altamente peligrosos para el sector agrícola.**



### PARA EL LECTOR INTERESADO:

Carmona-Hernández, O., Fernández, M. del S., Palmeros-Sánchez, B. y Lozada-García, J. A. (2014). Actividad insecticida de extractos etanólicos foliares de nueve piperáceas (*Piper* spp.) en *Drosophila melanogaster*. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. Vol. 30: 67-73.

Del Moral-Hernández, A., Fernández, M. S., Barrientos Salcedo, C., Carmona-Hernández, O., De la Cruz Elizondo, Y., Luna Rodríguez, M. y Lozada-García, J. A. (2021). Inhibición del crecimiento micelial de extractos etanólicos de *Piper* L. sobre *Fusarium oxysporum*. *Acta Agrícola y Pecuaria* (en publicación).

\* FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS;  
FACULTAD DE BIOLOGÍA, UNIVERSIDAD  
VERACRUZANA.  
CORREOS: andresbio\_uv@hotmail.com;  
jalozadamx@yahoo.com.mx

—  
PÁGINA ANTERIOR: PIMIENTA NEGRA, DE DIEGO DELSO, CC BY-SA 4.0, [HTTPS://COMMONS.WIKIMEDIA.ORG/W/INDEX.PHP?CURID=91149219](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=91149219)

SOBRE ESTAS LÍNEAS: FOTO 17147524, (C) RENATA XAVIER, ALGUNOS DERECHOS RESERVADOS (CC BY-NC), SUBIDO POR RENATA XAVIER. [HTTPS://WWW.NATURALISTA.MX/PHOTOS/17147524?SIZE=ORIGINAL](https://www.naturalista.mx/photos/17147524?size=original) (RECORTADA)

# MICORRIZAS: SUPERHÉROES DE LA TIERRA

SALMA ELISSE JARA FUENTES Y WENDY SANGABRIEL CONDE \*

**No todos los hongos son malos para la agricultura.**

**Los universos de los comics, los videojuegos y el cine nos han enseñado que en el mundo de la ciencia ficción hay cientos de poderes extraordinarios en los villanos, héroes o antihéroes.**

Muchos de esos poderes fueron inspirados en las habilidades o capacidades que la ciencia ha encontrado en animales, como la adherencia de Spiderman, el mimetismo de Vixen, la ecolocación de Daredevil o la capacidad de curarse y regenerarse de Wolverine. Otros se basan en el conocimiento científico sobre la naturaleza, la evolución o el control de la materia, la energía, la gravedad, el sonido, el fuego, el agua, incluso las feromonas o las toxinas... Cada superpoder es una habilidad excepcional que ningún humano tiene en la vida real, y en ese mundo extraordinario está Klara Plast, una superheroína adolescente que tiene la capacidad de hacer crecer a las plantas.

Este superpoder existe en la naturaleza, pero no en los humanos. A finales del siglo XIX el profesor alemán Albert Bernhard Frank descubrió que ciertos hongos bajo el suelo colonizan las puntas de las raíces de las plantas formando una estructura característica que denominó micorriza (del griego *mýkes*: hongo; *rhiza*: raíz). Planteó la hipótesis de que se trataba de una asociación simbiótica donde la nutrición de la planta y del hongo depende de uno y otro. Desde entonces esta hipótesis ha sido probada una y otra vez en cultivos de todo tipo, donde las micorizas han demostrado ese superpoder. Y aunque no tienen capa ni identidades secretas, estos verdaderos superhéroes de la tierra sí que podrían salvar al mundo.

## La amenaza oculta

Igual que nosotros, los suelos necesitan un suministro equilibrado, variado en nutrientes y en cantidades adecuadas para estar sanos. Los sistemas agrícolas pierden nutrientes con cada cosecha, y si los suelos no se manejan de manera sostenible la fertilidad se pierde progresivamente y los suelos producirán plantas deficientes en nutrientes.

La pérdida de nutrientes es un importante proceso de degradación del suelo que amenaza la nutrición. Es reconocido como uno de los problemas más críticos a nivel mundial para la seguridad alimentaria



**Existen hongos benéficos para el crecimiento de la planta: los hongos micorrízicos arbusculares (HMA).**

## De los 18 nutrientes esenciales para las plantas, 15 se encuentran en los suelos.



**Los HMA ayudan a las plantas a captar más nutrientes, mejorar su resistencia y evitar enfermedades causadas por otros hongos, virus o bacterias.**

y la sostenibilidad en todo el mundo. Durante los últimos 70 años, el nivel de vitaminas y nutrientes en los alimentos ha disminuido drásticamente. La FAO estima que 2 mil millones de personas en todo el mundo sufren de falta de micronutrientes, problema conocido como hambre oculta, porque es difícil de detectar.

La degradación del suelo induce a que algunos nutrientes se agoten y los suelos pierdan su capacidad de sustentar cultivos, mientras que otros tienen una concentración de nutrientes tan alta que representan un ambiente tóxico para las plantas y los animales, contaminan el medio ambiente y causan el cambio climático. Es decir, ni tanto ni tan poquito.

Es tan seria esta amenaza que en 2022 la campaña del Día Mundial del Suelo, que se celebra el 5 de diciembre, estuvo dedicada a crear conciencia sobre la importancia de mantener ecosistemas saludables y el bienestar humano, abordando los retos en el manejo del suelo y enfatizando en los 18 nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas y la salud humana, como el oxígeno, carbono e hidrógeno; los que abastecen los suelos: fósforo, nitrógeno, potasio, magnesio, calcio y azufre (o macronutrientes), así como sodio, hierro, cobre, molibdeno, zinc, boro, cloro, silicio y manganeso (los micronutrientes).

## La ciencia de descubrir superpoderes

Pues bien, regresando a nuestra historia, hay dos tipos de micorrizas: las *ectomicorrizas*, que se integran por la existencia de hongos superiores, como son las setas, y las *micorrizas arbusculares*, llamadas por los especialistas hongos micorrízicos arbusculares o HMA, que son microorganismos muy pequeños, hongos que no se perciben a simple vista y que viven en unión con la mayoría de las plantas; desde hace décadas muchos científicos en la Universidad Veracruzana se dedican a estudiarlos desde la Facultad de Ciencias Agrícolas.

La investigación les ha permitido descubrir que, la simbiosis con estos hongos otorga a las plantas cuatro ventajas: captar más fósforo, nitrógeno y agua, principales nutrientes vegetales; mejorar su resistencia al estrés por condiciones ambientales extremas; construir barreras contra las enfermedades de la raíz causadas por otros hongos, virus o bacterias; y proteger el medio ambiente al evitar el uso de fertilizantes químicos. Por ello han sido utilizados como alternativa para la agricultura.

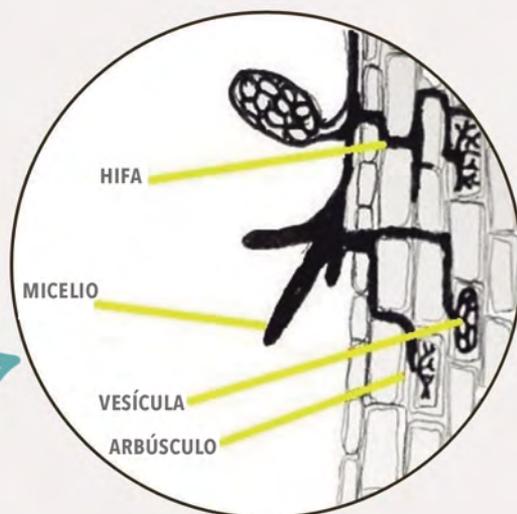
Veamos, el nitrógeno es usado en el proceso de formación de la clorofila; el fósforo es la clave para ayudar a formar nuevas raíces, en el proceso de floración y en la aparición de frutos, así como para la maduración; y el potasio ayuda a que las plantas desarrollen tallos fuertes, rápido crecimiento y que sean más resistentes ante enfermedades o un clima adverso.

En el maíz, que es una de las muchas especies en que han probado sus poderes, los HMA han demostrado su capacidad para contener los efectos negativos en el crecimiento de diferentes tipos de malezas, para ganar más carbono en la planta durante su crecimiento y para mejorar la absorción de fosfatos, micronutrientes y minerales como el Hierro (Fe), el Manganeso (Mn) y el Magnesio (Mg). Con ello,

\* MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS;  
CUERPO ACADÉMICO EN CONSOLIDACIÓN  
UV-CA-220 BIOTECNOLOGÍA, BIODIVERSIDAD Y  
MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES.  
UNIVERSIDAD VERACRUZANA.  
CORREOS: salma.jafu@gmail.com;  
wsangabriel@hotmail.com



## HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES



los HMA ayudan indirectamente en el control de los principales patógenos que invaden las raíces, es decir, son la defensa de la planta contra el estrés.

Actualmente, en la Maestría en Ciencias Agropecuarias de la Universidad Veracruzana estamos realizando una investigación del efecto de los HMA en el desarrollo de maíz criollo negro. Se sabe que los HMA pueden proporcionar importantes beneficios al cultivo de maíz, favoreciendo su crecimiento, incrementando la producción de biomasa y protegiendo a la planta contra la sequía, ataque de patógenos o escasez de nutrientes en suelo. Sin embargo, la información sobre los efectos de la inoculación con ambos microorganismos y su posible efecto en la actividad microbiana rizosférica del maíz es escasa, y hasta el momento no se ha reportado información relacionada con la respuesta de maíces criollos con pigmentación negra. Con esta investigación esperamos aportar más conocimiento sobre sus ventajas y quizás ayudar a que sus "superpoderes" nos apoyen para combatir las amenazas que los suelos enfrentan en todo el mundo. ▀

PARA EL LECTOR INTERESADO:

Roth, R. y Paszkowski, U. (2017). Nutrición de carbono vegetal de hongos micorrízicos arbusculares. *Actual Opinión Biol. Vegetal* 39: 50-56.

—  
Imagen de la rizósfera del maíz, que incluye hongos micorrízicos arbusculares (HMA) formando simbiosis con la raíz.

—  
PÁGINA 21, MAZORCA DE MAÍZ NEGRO

PÁGINA 22, SEMILLAS DE MAÍZ NEGRO

FOTOGRAFÍAS DE LOS AUTORES

# DE SUELOS, SEMILLAS Y CUENTOS DE HADAS

ESAÚ GUZMÁN FLORES \*

“Hace muchos años, cuando el mundo era joven y todas las cosas parecían buenas, vivía en el campo un niño llamado Jack...”, así empieza uno de los cuentos más conocidos de la literatura inglesa para niños que todos conocimos en libros, en caricaturas, en la televisión o el cine y, más recientemente, por internet.

**Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, las semillas son la base para el sustento humano.**

Es la historia de un niño que sembró frijoles mágicos que crecieron en una sola noche hasta llegar al castillo de un gigante en el cielo, gracias a esas semillas, y después de muchas aventuras pudo tener alimentos en su mesa.

El cuento *Jack y los frijoles mágicos* es muy conocido, pero lo verdaderamente importante es encontrar ahí la relevancia del suelo y las semillas para la llamada “seguridad alimentaria”, como se le conoce a la capacidad de tener los alimentos disponibles y accesibles para nuestra alimentación, y de esto quiero contarles.

## La magia está en la vida real

Detengámonos un poco en el cuento. Las semillas de frijol, por muy mágicas que fueran, necesitaron de un medio que diera soporte a sus raíces, afanzara su tallo y, sobre todo, que nutriera la planta para que pudiera crecer y desarrollarse hasta alcanzar el cielo. Ese medio por increíble que parezca es el suelo, base de nuestra vida. En él se encuentran los dieciocho nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas y la salud humana.

¿Se imaginan la cantidad que necesitaron los frijoles para llegar al cielo? Esa es la labor que el suelo hace todos los días, ya que 95% de nuestros alimentos provienen de ahí. Como dicen las campañas de la FAO: “suelos sanos producen alimentos sanos”, y sí, toda la seguridad alimentaria y la nutrición humana dependen de contar con suelos sanos. Pero, como “nunca falta un frijolito en el arroz”, hay que decir que los suelos de hoy tienen muchos problemas –erosión, contaminación, degradación–, y además son un recurso no renovable, no pueden producirse o regenerarse a un ritmo tal que no se agoten.

Lo alarmante es saber que actualmente solo unos cuantos centímetros de suelo producen alimento para 8 mil millones de personas. Gracias a esta escasa capa de suelo toda la gente del planeta sobrevive. Buscar soluciones a los problemas del suelo es una tarea que está en marcha, y algunas acciones por muy pequeñas que parezcan contribuyen a salvar nuestros suelos. Una de estas soluciones es el estudio de semillas de especies locales adaptadas a los suelos de la



región, que no tienen impacto invasivo y con potencial para contribuir a la seguridad alimentaria de las comunidades.

La historia de *Jack y los frijoles mágicos* no ocurriría como la conocemos si las semillas de frijol estuvieran lejos de tener las condiciones óptimas para germinar. En el cuento las semillas son mágicas, pero la verdadera magia está en la vida real. Sigamos.



**Las semillas "duermen" años esperando germinar cuando las condiciones sean favorables: eso es llamado latencia.**

En Israel, científicos lograron germinar semillas de palma que tenían 2 mil años de antigüedad



El Banco Mundial de Semillas de Svalbard o Cámara Global de Semillas, es un enorme almacén subterráneo de semillas de miles de plantas de cultivo de todo el mundo. Está situado en la isla de Spitsbergen, en el archipiélago noruego de Svalbard, cerca de su capital, Longyearbyen.

ILUSTRACIONES DE EDUARDO DURÁN

FOTO DEL BANCO MUNDIAL DE SEMILLAS EN SVALBARD, NORUEGA

GA: DE BJOERTVEDT - TRABAJO PROPIO, CC BY-SA 3.0, [HTTPS://](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=21884717)

[COMMONS.WIKIMEDIA.ORG/W/INDEX.PHP?CURID=21884717](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=21884717)

## Tan pequeñas como un grano de mostaza

El mundo de las semillas es sorprendente. Existen semillas casi microscópicas, como las de algunas orquídeas, y algunas tan grandes como el coco de mar, que llega a pesar casi 20 kilogramos. Otras son tan resistentes que pueden soportar un incendio y germinar después de pasado el peligro. Su importancia en la agricultura y la ecología es evidente, son el medio más utilizado para lograr los cultivos de muchas especies. Lo mágico de las semillas en la vida real está en su enorme diversidad.

En el cuento, los frijoles mágicos de Jack crecen hasta el cielo, donde habita un gigante; en la vida real, el verdadero gigante entre todos los vegetales es la secuoya (*Sequoia sempervivens*), un árbol que solo crece en la sierra nevada de California, en Estados Unidos, y llega a medir más de 100 metros de altura, ¡quiere tocar el cielo! Pero lo más sorprendente es que se origina de semillas tan pequeñas como un grano de mostaza, apenas de unos milímetros de diámetro.

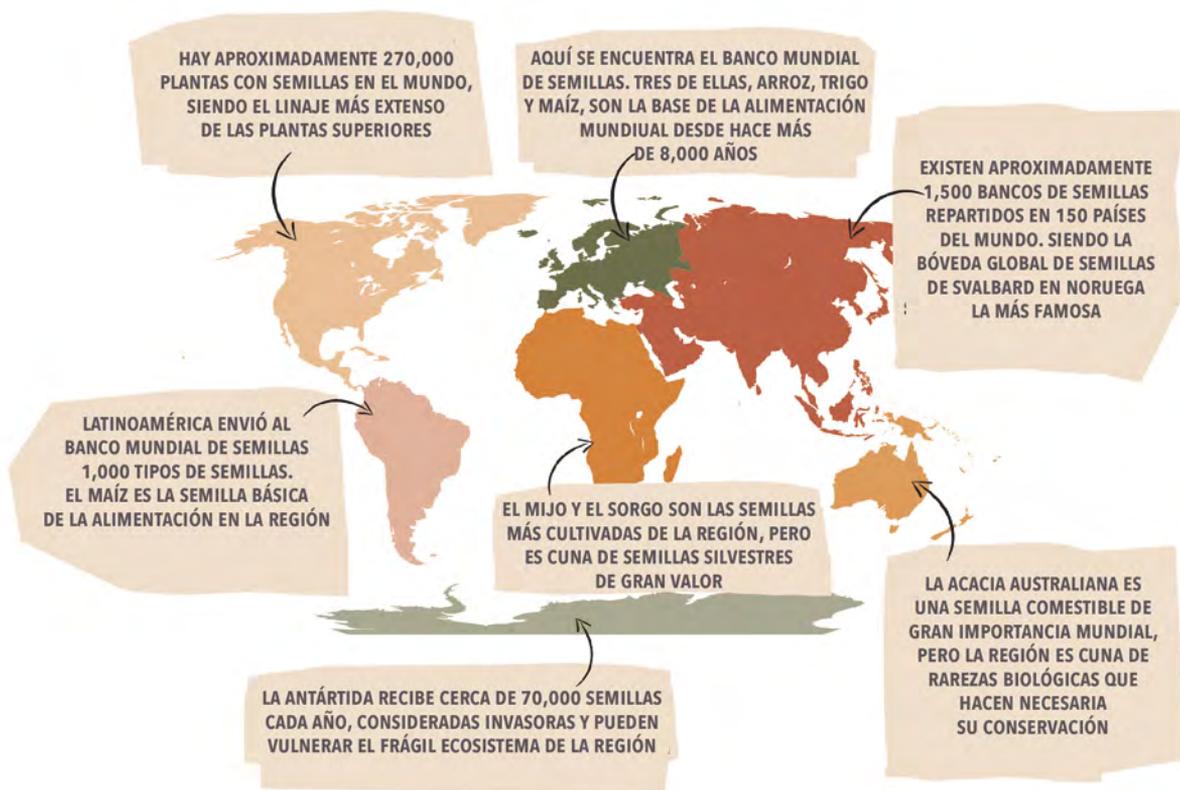
Esos árboles son los seres vivos más altos del planeta y los más longevos: el árbol más antiguo de secuoya tiene alrededor de ¡3 mil 200 años!, es un viejo que, como los cerros, todavía reverdece. Y hablando de viejos, regresamos a nuestro cuento y recordamos que un anciano es quien regala las semillas mágicas a Jack, quizá como metáfora de la edad que las semillas alcanzan. Es curioso, pero en lagos secos de China se han encontrado semillas de loto que han logrado germinar después de 1 300 años, y en Israel científicos lograron germinar semillas de palma de más de 2 000 años de antigüedad. ¿Imaginas todo lo que han pasado hasta llegar a nuestros días?

## Semillas al arca de Noé

Como si estuvieran dormidas y despertaran al tocar el suelo, las semillas de Jack germinan de la noche a la mañana y crecen rápidamente hasta crear una planta gigante. La realidad es aún más sorprendente. Las semillas tienen la capacidad de "dormir" cuando no están en condiciones ideales de luz, calor y humedad, periodo de reposo llamado científicamente latencia; algunas pueden dormir por años y aun así germinar. Esta capacidad es la base para lograr su preservación.

En Noruega, un país del norte de Europa, existe un proyecto de conservación de semillas llamado Banco Mundial de Svalbard, mejor conocido como "El arca de Noé de las semillas" o "La bóveda del fin del mundo". Ahí se están guardando desde 2008 los diferentes tipos de semillas del mundo, como previendo un posible desastre global. Llevando metodologías rigurosas en el control de calidad de semillas, estudiando su peso, pureza y humedad, se han guardado más de un millón de semillas de todo el mundo y más de 5 000 especies y 89 bancos de genes.

A todas ellas se les realizan análisis de viabilidad. La viabilidad de las semillas es el periodo en el cual tienen la capacidad para germinar después de estar guardadas. Estos análisis se realizan usando



rayos X para observar el estado del embrión, tal como se hace con los animales mamíferos para ver sus crías. Existen otros métodos que utilizan sustancias químicas para colorear las partes vivas de las semillas y así saber si aún son viables de germinar. Entonces, ahí, en el lugar más seguro del mundo, está nuestro futuro.

## La semilla de la investigación

Pero no es necesario ir a Noruega para estudiar las semillas y ayudar a su conocimiento y conservación, en la Maestría en Ciencias Agropecuarias de la Universidad Veracruzana estamos realizando análisis de semillas para estudiar en el laboratorio su calidad y viabilidad. Para eso elegimos al tamarillo o tomatillo de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) y colectamos semillas en los bosques húmedos del municipio de Jilotepec, Veracruz. Con estas investigaciones buscamos alternativas locales para ayudar, desde aquí, a construir la seguridad alimentaria de las comunidades que lo cultivan y la de todos los que lo consumimos. Esperamos que la semilla de esta investigación germine en ciencia útil para preservar mejor el tesoro biológico que heredamos. ▽

PARA EL LECTOR INTERESADO:

FAO. (2014). *Bancos de semillas comunitarios. Escuelas de campo y de vida para jóvenes agricultores*. Roma, Italia.

Pellegrini, P. y Balatti, G. (2013). *Arcas de Noé en el siglo XXI. Los bancos de semillas, entre la preservación y la apropiación de recursos naturales*. VII Jornadas Santiago Wallace de Investigación en Antropología Social. Sección de Antropología Social. Instituto de Ciencias Antropológicas. Facultad de Filosofía y Letras, Buenos Aires.

\* MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS,  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, UV,  
XALAPA.  
CORREOS: gufe28@gmail.com



Tamarillo o tomatillo de árbol (*Solanum betaceum*).

PP. 25-26: ILUSTRACIONES DEL AUTOR; ARRIBA: DE CT JOHANS-  
SON - TRABAJO PROPIO, CC BY-SA 3.0, [HTTPS://COMMONS.  
WIKIMEDIA.ORG/W/INDEX.PHP?CURID=18568949](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=18568949)

# EL SUELO Y SUS "GUSANOS" INVISIBLES

YESICA OLARTE REYES Y MARÍA DE JESÚS MARTÍNEZ HERNÁNDEZ \*

## El suelo es la piel de nuestra tierra

Es tan sólo la parte más superficial de toda la corteza terrestre



Los seres humanos hemos explorado mares, montañas, bosques e incluso el espacio... pero, ¿qué tanto sabemos acerca del suelo que pisamos?

Contrario a lo que algunos creen, el suelo no abarca los 6 mil kilómetros que hay entre la superficie de la Tierra y su núcleo, sino que tiene apenas unos metros de profundidad. El suelo es solo la capa más delgada y superficial de la corteza terrestre; podemos decir que el suelo es como la piel de nuestro planeta.

Una de sus características principales es que esta capa está "biológicamente activa" o, como decimos coloquialmente, llena de vida. Está compuesta por una mezcla de minerales, agua y aire, contiene materia orgánica y millones de organismos vivos, conocidos como fauna edáfica o fauna del suelo, lo que conforma un medio ambiente muy complejo y variable en el que habita más de un cuarto de la biodiversidad del planeta. La Organización Mundial para la Alimentación (FAO) estima que hay más microorganismos en una sola cucharada de suelo sano que seres humanos en nuestro planeta. Quizá sea exagerado decirlo así, pero de que hay muchísimos es verdad.

## Un mundo bajo nuestros pies

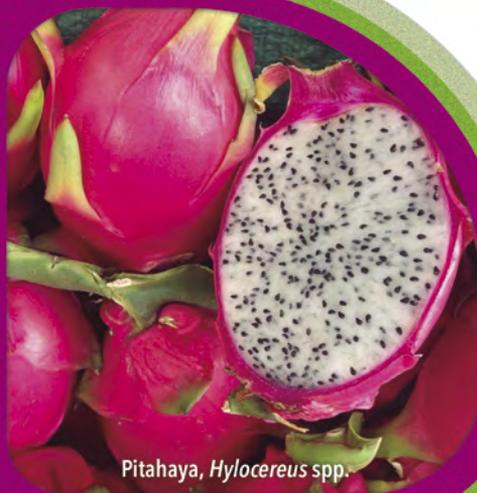
El conjunto de organismos vivos en el suelo comprende, entre otros; insectos, lombrices, bacterias, hongos y nematodos. Los insectos y lombrices son los "gigantes" entre los habitantes del suelo, mientras que las bacterias, hongos y nematodos pertenecen a lo que denominamos microorganismos o microbios del suelo (aquellos que solo podemos ver con un microscopio).

Existen microorganismos de muchas formas y tamaños. Los hongos y bacterias son muy conocidos en nuestra vida cotidiana, ¿y los nematodos? Bueno, estos son pequeños invertebrados dependientes del agua, los cuales se consideran uno de los grupos de animales más abundantes y diversos en el planeta, con más de 25 mil especies registradas, aunque se estima que podrían ser más de 100 mil.

Debido a su gran capacidad de adaptación, los nematodos están presentes en cualquier lugar, desde el fondo del mar hasta la cima de las montañas. Muchos de ellos viven libremente en el suelo, alimentándose de las raíces y tallos subterráneos, de esta manera tienen la capacidad de colonizar y alimentarse de diferentes tejidos de plantas.



Nematodo,  
*Heterodera glycines*



Pitahaya, *Hylocereus* spp.

## Mordidas que pueden ser mortales

El daño causado por los nematodos mientras se alimentan es muy leve. La mayoría son causados por la secreción de saliva (que contiene sustancias llamadas enzimas), introducida en los tejidos de las plantas durante el proceso de alimentación. El nemátodo perfora la pared celular, introduce saliva, extrae su alimento y se moviliza en pocos segundos. El proceso de alimentación causa una reacción en las plantas afectadas, resultando en la muerte o debilitamiento de los extremos de las raíces y ramas, causa lesiones y rompimiento de tejidos, abultamientos, arrugamiento y deformación en tallos y hojas.

La humedad del suelo debido a la lluvia o al agua de riego es uno de los factores que influyen en el aumento de poblaciones de nematodos. En general, los nematodos causan pérdidas anuales en cultivos de importancia económica, como las leguminosas, granos, plátano, yuca, coco, caña de azúcar, papa, hortalizas y varios frutales; daños costosos, equivalentes a 157 millones de dólares al año.

Antes, los nematodos habitaban felizmente en suelos ricos, con mucha agua y mucha comida, pero los métodos agroquímicos para controlarlos han hecho que se tengan que adaptar a suelos pobres e inicie la conquista por "comer" nuevas plantas, por ejemplo, plantas que habitan en el desierto, como las cactáceas.

México alberga muchos tipos de cactáceas, 669 especies de las mil 400 que existen a nivel mundial, un ejemplo de ellas es la llamada pitahaya, un cactus suculento que produce una fruta de color brillante llamada comúnmente "fruto del dragón". Actualmente, la pitahaya es un fruto exótico muy conocido, atractivo por su forma, sabor y color, además por sus novedosas propiedades nutricionales que captan la atención del sector alimentario y comercial.



Perfil del suelo.

**¡Se necesitan  
cientos de  
millones de  
años para  
formar un  
centímetro de  
suelo!**



Floración en pitahaya. Plantación en Molcaxac, Puebla.

## Reina de la noche

Conozcamos la planta de la pitahaya. Es originaria de México, se trata de un cactus suculento, trepador, con frutos de sabor agradable, el cual crece bajo el calor de las zonas tropicales de los estados de Guerrero, Puebla, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán. El cactus produce una hermosa flor rosa o amarilla llamada *Flor de luna* o *Reina de la noche*, porque sólo vive unas cuantas horas al año; la planta florece del atardecer a medianoche, es polinizada por polillas o murciélagos para finalmente marchitarse con la fuerte luz del sol.

Esta fruta ha sido utilizada de varias formas, por ejemplo, las culturas prehispánicas celebraban la cosecha preparando con el jugo de la pulpa de tunas y pitahayas fermentadas al sol una bebida llamada *colonche*, que también fue utilizada con fines curativos para tratar la tuberculosis y problemas pulmonares. Más tarde, cuando los pueblos fueron dominados por los españoles, la pitahaya se producía con el fin de obtener un colorante rojo.

En la actualidad, su fruto se consume fresco o preparado como bebida, en puré, postres, mermeladas, jaleas, jarabes y frituras, ya que es rica en vitamina C, calcio, potasio y fósforo. También se utiliza en repostería como colorante artificial y en menor medida se usa como forraje para el ganado.

Se trata de una planta de interés comercial de la que se producen anualmente más de 4 mil toneladas en nuestro país, según datos de la Secretaría de Agricultura en México. Por ello, en la Maestría de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Veracruzana estamos investigando cuáles son los nematodos que están afectando a la pitahaya (*Hylocereus* spp.) en la región de Molcaxac, Puebla; nuestro objetivo es identificarlos y avanzar en el conocimiento científico para buscar alternativas que ayuden al control sin afectar o empobrecer los suelos de su cultivo.

\* MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS.

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS,

UNIVERSIDAD VERACRUZANA

CORREOS: yesicaolre@hotmail.com;

jesmartinez@uv.mx;

mhernandezmj@gmail.com

**De las mil 400 especies de cactáceas que existen en el mundo, México tiene 669, entre ellas la suculenta pitahaya.**



## Cuidar el suelo que tenemos

Además de ser un sistema muy valioso, el suelo es un recurso no renovable a escala humana, por los extensos periodos que necesita para su conformación. Los científicos que se dedican a su estudio calculan que para formar un centímetro de suelo se requieren cientos de miles de años. Por eso, las alternativas para el control de nematodos deben considerar la importancia que tiene la biodiversidad que lo habita.

Si el suelo es el producto final de la influencia del tiempo, del clima, de la topografía, de la presencia de rocas y minerales, y de los organismos vivos, la ciencia puede ayudarnos a cuidar ese equilibrio que ha logrado la naturaleza durante miles de años. Ya que no podemos producir suelo, al menos tratemos de cuidar el que ya tenemos. ▀

### PARA EL LECTOR INTERESADO:

Benintende, S. y Sánchez, C. (2000). *Microorganismos del suelo*. Universidad Nacional de Entre Ríos. Concepción del Uruguay, Argentina

Soria, M. A. (2016). ¿Por qué son importantes los microorganismos del suelo para la agricultura? *Química viva*, 15(2), 3-10.

PÁGINAS 28 Y 29: FORMACIÓN DEL SUELO, FRANCISCO COBOS  
PRIOR, CON INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR LOS AUTORES;  
PITAHAYA: DE SMASTERS - TRABAJO PROPIO, CC BY-SA 3.0,  
[HTTPS://COMMONS.WIKIMEDIA.ORG/W/INDEX.PHP?CURID=11849341](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11849341)  
NEMATODO: DE AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE - [HTTP://  
EMU.ARSUSDA.GOV/TYPESOF/PAGES/SOYBEANORIGINAL SOURCE](http://emu.arsusda.gov/typesof/pages/soybeanoriginalsource)  
(15016 KB); DESCRIPTION PAGE, DOMINIO PÚBLICO, [HTTPS://  
COMMONS.WIKIMEDIA.ORG/W/INDEX.PHP?CURID=646062](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=646062)  
PERFIL DEL SUELO: DIBUJO DE FRANCISCO COBOS BASADO EN  
INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR LOS AUTORES.  
PÁGINA 30: FLORACIÓN DE PITAHAYAS, FOTOGRAFÍA DE LOS  
AUTORES; SOBRE ESTAS LÍNEAS: FRUTA DRAGÓN, TOMADA DE  
[WWW.PIXABAY.COM](http://www.pixabay.com)

# FERTILIZAR SIN AGROQUÍMICOS: EL R3 DE LA AGRICULTURA

VÍCTOR VELAZQUEZ MENDOZA \*



Todos sabemos que reciclar y reutilizar son formas de reducir la contaminación en los suelos, en el agua, en el aire y en los mares... Aprendimos a hacerlo con cartón, papel, plástico, con los desechos orgánicos y muchos otros materiales que considerábamos "basura"; pero los restos del consumo que generamos en casa no son los únicos que pueden aprovecharse.

En la agricultura también hay un uso intensivo de recursos escasos y valiosos que pueden entrar al ciclo infinito de recuperación o reuso y evitar el desperdicio. El agua y los nutrientes del suelo son dos de ellos.

Para la agricultura, el agua es como la sangre en nuestras venas, sin ella simplemente no hay alimentos. El problema es que el agua disponible para actividades y consumo humano es cada vez más escasa y miles de hectáreas de cultivo consumen grandes, enormes cantidades del líquido. La Comisión Nacional del Agua en México estima que al uso agrícola se destina en promedio 70% de toda el agua que se consume en nuestro país.

Junto con el agua están los nutrientes del suelo, que se convierten después en los nutrientes de nuestros alimentos. Una de sus mayores amenazas son los monocultivos, y es que cultivar año tras año solo uno o dos cultivos en grandes extensiones de suelo provoca el desgaste y agotamiento de sus nutrientes, dejándolo débil para soportar el crecimiento saludable de las plantas y lo hace cada vez más dependiente de los fertilizantes químicos, además, lo deja vulnerable ante plagas, malas hierbas y enfermedades, que entonces se tienen que combatir con plaguicidas.

Hablamos de una espiral destructiva que amenaza a largo plazo la propia agricultura. Por fortuna la ciencia agropecuaria existe y, en muchos países como México, está buscando alternativas para cultivar sin desgastar el suelo o afectarlo lo menos posible.



## El más grande regalo del Viejo al Nuevo Mundo: la caña

A finales de 1493, cuando Colón llegó por segunda vez a América, entre una gran variedad de animales y vegetales introdujo lo que ha sido denominado como “el más grande regalo del Viejo al Nuevo Mundo”: la caña de azúcar. Desde entonces se convirtió en un cultivo de alto valor comercial. Actualmente, 15 estados en México son productores, entre ellos se enlista Veracruz, el estado con mayor volumen de producción y con el mayor número de ingenios azucareros: cuenta con 18 de los 54 que hay en todo el país.

La caña de azúcar produce carbohidratos, celulosa que se utiliza como base para la producción de papel y otros materiales, siendo el más importante el jugo de sacarosa, extraído para formar azúcar y otras materias primas que producen una amplia gama de derivados, entre los que se encuentran combustibles como el etanol. Se ubica como uno de los 10 cultivos más consumidos y producidos por las familias mexicanas.

Sin embargo, entre todos los cultivos, la caña de azúcar es uno de los que más demandan agua. Su consumo va desde los 40 a los 120 metros cúbicos por hectárea al día. Si pensamos que en México se cultivan 800 mil hectáreas, según datos de la Secretaría de Agricultura, podemos darnos cuenta que se requieren casi 100 millones de metros cúbicos de agua al día para mantener productivos los cultivos de una planta que, dicho sea de paso, es 75 por ciento agua, y el resto sacarosa y fibra. Eso, sin contar que la cantidad de agua que las plantas transpiran para mantener su temperatura y humedad es mucho mayor de la que retienen y usan para su crecimiento.

Además, la caña de azúcar se cultiva en zonas muy calurosas y áridas, donde la temporada de secas es prolongada y el agua de lluvia muy escasa. El riego ahí se vuelve imprescindible, aunque por desgracia, en países productores como Brasil, Colombia y México, se hace casi siempre con sistemas tradicionales que son poco eficientes para aprovechar el líquido vital.

# 15

ESTADOS DE MÉXICO  
PRODUCEN CAÑA DE AZÚCAR

# 54

INGENIOS AZUCAREROS  
EN TOTAL

# 18

INGENIOS EN EL ESTADO  
DE VERACRUZ

Del cultivo de la caña de azúcar se obtienen residuos nutritivos para el suelo que reemplazan el uso de fertilizantes químicos.



## Reducir, reutilizar, reciclar: el R3

Además de agua, la caña requiere muchos nutrientes... ¿cómo lograr entonces que un monocultivo como la caña sea más productivo, y hacerlo sin afectar el suelo y sin desperdiciar los escasos y valiosos recursos que desde ahí circulan? Bueno, eso se hace con sistemas agrícolas eficientes que aprovechen la ciencia y la tecnología.

El caso de la caña es útil para explicar “el R3 de la agricultura”, o cómo puede la ciencia ayudarnos a *reducir* el consumo de agua y agroquímicos, *reutilizar* nutrientes y *reciclar* los desechos orgánicos. En su cultivo, la industria azucarera y del etanol producen residuos como la melaza, cachaza, vinaza, que pueden ser reutilizados debido a su composición; de todos esos el de mayor importancia en las destilerías de etanol es la vinaza.

La vinaza, es un residuo líquido de color café que se genera a partir de la caña de azúcar durante la producción del etanol, es menos viscosa que la miel, tiene disueltos fragmentos muy pequeños de la caña (lo que la ciencia llama sólidos suspendidos), olor dulce, mucho contenido de materia orgánica, nutrientes y minerales que sirven para el desarrollo de las plantas. Por cada litro de etanol se producen 12 litros de vinaza, aproximadamente.

Es utilizable, de forma potencial, como fertilizante agrícola debido a su composición y a que proviene de un producto natural sometido a un proceso en el que no intervienen productos nocivos para el suelo. La opción de usar la vinaza como fertilizante es una alternativa de doble beneficio: puede reutilizar los nutrientes y agua del cultivo, y a su vez evitar que se convierta en un contaminante ambiental.

Es razonable pensar que el destino final de la vinaza sea el suelo, ya que la naturaleza es capaz de descomponer estos materiales mediante procesos microbianos y reciclaje de elementos minerales, además, se reemplaza el uso de fertilizantes químicos que pueden ser más dañinos para el suelo.



—  
**R3: reducir** agroquímicos, **reutilizar** nutrientes y **reciclar** desechos orgánicos es la fórmula que la ciencia agrícola está siguiendo para promover la sustentabilidad.



La vinaza puede reintegrar al suelo los nutrientes que la caña de azúcar necesita para crecer.

## “A ciencia cierta”

El uso de estos residuos orgánicos tiene más ventajas que aplicar fertilizantes inorgánicos, ya que estos proporcionan un suministro equilibrado de nutrientes que apoyan la salud de las plantas, mejoran la actividad biológica del suelo, movilizan nutrientes de fuentes orgánicas y químicas, descomponen sustancias tóxicas, aumentan la penetración de hongos benéficos (llamados hongos micorrízicos) y apoyan el crecimiento de las raíces de las plantas a través de una mejor estructura del suelo.

Esta nueva alternativa ha tenido gran impacto en la zona de Úrsulo Galván, Veracruz, ya que la industria –sin conocer o tener estudios locales– aplica este residuo en cultivos de caña de azúcar desde hace algunos años, pero es importante saber, “a ciencia cierta”, en qué medida afecta o beneficia al suelo en sus propiedades físicas y químicas, y conocer sobre los microorganismos que habitan en él, principales encargados del reciclaje y descomposición de este residuo.

Es por eso que, en la Maestría en Ciencias Agropecuarias de la UV estamos realizando una investigación enfocada en determinar los efectos de aplicar vinaza sobre las propiedades del suelo. El trabajo se hace en colaboración con el Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, municipio en donde el agotamiento de los nutrientes del suelo, así como la alta demanda y escasez de agua está estresando a los cultivos. Con esto buscamos dar respuesta a las necesidades locales de conocimiento científico en beneficio de las y los productores e industrias que hacen posible nuestra alimentación. ▀

### PARA EL LECTOR INTERESADO:

Video informativo. *Fertirriego con vinazas*. (2017). Publicado por la Alcoholera de Zapopan Jalisco en Youtube.com.

Nota informativa. *Vinazas: alternativas de uso*. (2016). Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar.

\* FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS,  
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS,  
UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
CORREO: victormdza16@gmail.com

—  
**La vinaza puede reintegrar al suelo los nutrientes que la caña de azúcar necesita para crecer.**

—  
PÁGINA 33: FERTILIZANDO UN CAÑAVERAL CON VINAZA. RECU-  
PERADO DE: [HTTPS://NEWS.AGROFY.COM.AR/NOTICIA/175909/](https://news.agrofy.com.ar/noticia/175909/vinaza-alternativa-mejorar-suelos-productivos)  
VINAZA-ALTERNATIVA-MEJORAR-SUELOS-PRODUCTIVOS  
PAGINAS 34 Y 35: CULTIVO DE CAÑA (SECRETARÍA DE AGRICUL-  
TURA Y DESARROLLO RURAL); ILUSTRACIÓN P. 34: FRANCISCO  
COBOS PRIOR

# EL "TÓXICO" QUE TODOS LLEVAMOS DENTRO

MARÍA LUISA VELÁZQUEZ VÁZQUEZ Y EDITH ESCALÓN PORTILLA \*

Según el *Diccionario Oxford*, "tóxico" fue el adjetivo más usado en el mundo en 2018 y desde entonces es parte de nuestro vocabulario. Gente tóxica, trabajos tóxicos, emociones tóxicas, situaciones tóxicas, todo puede ser tóxico en estos días.

**El peor de los lugares imaginables para utilizar sustancias tóxicas es el campo, donde se producen 95% de nuestros alimentos.**

La palabra sirve para etiquetar aquello que es nocivo y negativo en nuestras vidas, pero más allá de su sentido metafórico, el verdadero tóxico que todos llevamos dentro es más peligroso que cualquier relación enfermiza y mucho más difícil de dejar.

La Real Academia Española define tóxico como aquello que contiene veneno o produce envenenamiento; en un sentido literal, la palabra clasifica sustancias que introducidas a un ser vivo pueden causar daños a la salud o la muerte. Esa toxicidad sí que es preocupante, porque aunque podríamos pensar que el ser humano evita su uso, por obvias razones, en realidad es todo lo contrario, y el peor de los escenarios imaginables para utilizar sustancias tóxicas es el campo donde se producen 95% de nuestros alimentos.

Los agroquímicos han sido usados desde hace décadas para combatir las plagas y malas hierbas en la agricultura. Al aumentar la población y la demanda de alimentos, el rendimiento y la productividad del campo se convirtieron en exigencias y su uso se hizo masivo, pero la toxicidad de los nacientes pesticidas no fue reconocida por las industrias que los venden, por los gobiernos que los promueven, ni incluso por muchos agricultores que ven más su efectividad que los riesgos que representa a mediano plazo su utilización.

## Hierba mala nunca muere

Entre los agroquímicos están los que fertilizan el suelo, los que controlan plagas y también los llamados herbicidas. Estos últimos han jugado un papel importante en la agricultura desde la década de los setentas con el inicio de la revolución verde, cuando las empresas empezaron a producir y vender productos químicos muy efectivos para acabar con las "malas hierbas" o malezas en la agricultura intensiva. Por años, los herbicidas fueron la promesa del futuro en este sector agrícola, ya que permitían acabar con su interferencia en los cultivos de una forma relativamente rápida, fácil y barata.

Las malezas son plantas muy exitosas para sobrevivir, porque crecen y se extienden de manera silvestre (sin ser plantadas), y compiten con los cultivos de interés comercial por los nutrientes del suelo, el espacio, la luz del sol y el agua, afectando la productividad del



cultivo principal. Pero a pesar de su mala fama, las “indeseables” malezas no dejan de ser plantas que, como todo ser vivo, tienen funciones en el ecosistema. El problema es que “estorban” en la agroindustria al rendimiento máximo que un cultivo es capaz de generar.

Hoy en día muchas malezas se han vuelto “agresivas”, precisamente por el uso de agroquímicos, porque han generado resistencia a los herbicidas y provocado que éstos sean menos eficaces para controlarlas; entre más herbicidas más resistencia generan y más químicos o químicos más agresivos requieren para su control, y así el ciclo por décadas. Sin embargo, existen muchos otros métodos para controlarlas: rotación de cultivos, abonos verdes o sistemas de labranza; pero estos no se consideran rentables por la agroindustria porque requieren mucho más tiempo e inversión.

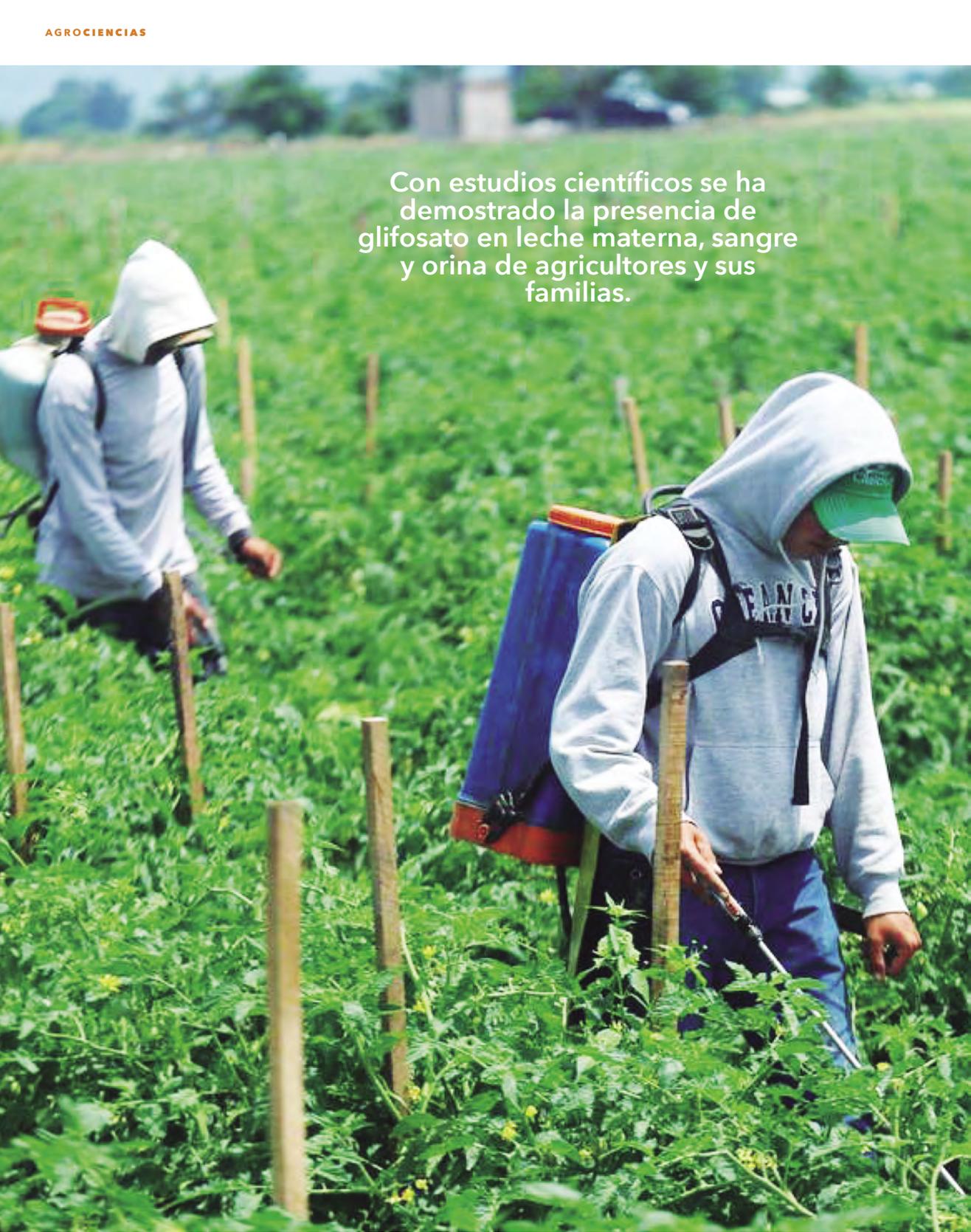
## El veneno: la advertencia

El ingrediente principal de los herbicidas a nivel mundial es el glifosato, una sal de acción rápida usada en muchos de los cultivos de interés comercial. Esta sustancia es de acción “no selectiva”, lo que significa que mata a la mayoría de las plantas con las que entra en contacto.

Actualmente, es el agroquímico ecotóxico más usado en todo el mundo. Cuando salió al mercado, en 1974, estaba clasificado con nivel bajo de toxicidad para los humanos, siempre y cuando no se ingieran altas dosis, sin embargo, sus efectos nocivos y las afectaciones que genera en la salud y el medio ambiente han salido a la luz pública con el paso del tiempo.

Cuando algún producto es venenoso o puede ser letal es obligatorio que su contenedor tenga una advertencia, por ejemplo, la bien conocida calavera que nos dice: “No tomar, no ingerir o no tocar”, pero la advertencia oficial en el caso del glifosato llegó cuarenta años después de que empezó a venderse y usarse en el campo. Apenas en 2015, y gracias a la presión científica y social, fue reconocido tímidamente por la Organización Mundial de Salud (OMS) que se trata

**La toxicidad del glifosato fue reconocida por la OMS 40 años después de ser vendido y utilizado en herbicidas en todo el mundo.**

A photograph showing two agricultural workers in a field. They are wearing white protective suits with hoods and carrying large blue and red backpack sprayers. They are walking through rows of green plants, likely tomatoes, which are supported by wooden stakes. The background shows a vast green field under a clear sky.

Con estudios científicos se ha demostrado la presencia de glifosato en leche materna, sangre y orina de agricultores y sus familias.

de una sustancia "potencialmente tóxica" y "probable carcinógena", como le llaman a las sustancias que causan cáncer.

La OMS revisó cerca de mil estudios científicos que presentaban evidencias de sus efectos nocivos, no solo para las malezas sino para la salud humana: alteraciones y mutaciones genéticas, endocrinas y metabólicas, enfermedades neurodegenerativas, retardo en el crecimiento y diferentes tipos de cáncer -leucemia, melanoma, mieloma múltiple, linfoma no Hodgkin y otros-, aun en dosis mínimas. Es una realidad que la industria de los agroquímicos trató de ocultar.

## Glifosato hasta en la sopa

Al ser el herbicida más utilizado en el mundo, la exposición humana al glifosato es casi inevitable, tanto en el campo como en la ciudad. No solo los agricultores y sus familias, o las comunidades cerca de los campos, están expuestos, sino que todos los que consumimos alimentos o productos con residuos del herbicida sin duda nos encontramos expuestos.

Con estudios científicos se ha demostrado la presencia de glifosato en leche materna, en la sangre y orina de agricultores y sus familias, eso a nivel mundial y en México; particularmente en niños, adolescentes y adultos de comunidades de Campeche, Yucatán y Jalisco. También se ha detectado en maíz, tortillas, harinas, totopos, cereales para el desayuno y botanas. En otros países se ha detectado glifosato en el agua potable, vinos y cervezas, incluso en productos de higiene personal (gasas, vendas, compresas, hisopos, etc.) elaborados con algodón que provienen de cultivos que usan glifosato como herbicida.

Y es que solo un bajo porcentaje del herbicida es degradado por las plantas, la mayoría queda en el ambiente y en los productos del campo por mucho tiempo, se escurre a cuerpos de agua, se infiltra al subsuelo, viaja con la lluvia e incluso está presente en el agua para beber. El glifosato es además uno de los contaminantes que más daña a microorganismos benéficos del suelo, cuya presencia y diversidad es indispensable para tener suelos sanos que produzcan alimentos sanos.

Asimismo, daña a invertebrados que son muy importantes, como insectos, nematodos y lombrices, entre otros. Si en el mundo de los agroquímicos ecotóxicos el glifosato es de los más conocidos, necesitamos más estudios científicos locales para demostrar sus efectos nocivos en nuestros suelos y cultivos, por eso, en la Maestría en Ciencias Agropecuarias de la Universidad Veracruzana se está realizando un estudio comparativo en cafetales que tienen manejo con y sin glifosato.

El plan es evaluar la calidad de la materia orgánica y la toxicidad de ambos suelos mediante una prueba estandarizada por la ciencia agrícola, usando como modelo bioindicador la lombriz de tierra *Eisenia fetida*. Con este aporte, un granito de arena se sumará a los miles de estudios que prueban, con la ciencia en la mano, los efectos del "tóxico" que de una manera u otra, todos llevamos dentro. ▀

### PARA EL LECTOR INTERESADO:

Rossi, E. (comp.) (2020). Antología toxicológica del glifosato+1000. Evidencias científicas publicadas sobre los impactos del glifosato en la salud, ambiente y biodiversidad. *Naturaleza de Derechos*.

En: [www.naturalezadederechos.org/antologia5.pdf](http://www.naturalezadederechos.org/antologia5.pdf)

Conacyt. (2020). *Expediente científico sobre el glifosato*. Dossier. Gobierno de México.

Materiales para campaña 2015 del Día Mundial del Suelo. "Suelos y biodiversidad". Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). En: <https://www.fao.org/3/av127s/av127s.pdf>

\* POSGRADO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS.

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS;

COORDINADORA DE COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA, ÁREA ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS. UNIVERSIDAD VERACRUZANA.

CORREOS: [asulm2717@gmail.com](mailto:asulm2717@gmail.com),

[asiul15396@gmail.com](mailto:asiul15396@gmail.com); [eescalon@uv.mx](mailto:eescalon@uv.mx)

Según recomendación de los *Materiales para campaña 2015 del Día Mundial del Suelo. "Suelos y biodiversidad"* de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO):

- Desbrozar tierras forestales o patizales para la actividad agrícola reduce drásticamente el número y especies de organismos del suelo.
- El uso excesivo o indebido de productos químicos ha provocado la degradación del suelo y los recursos hídricos.
- Los sistemas agrícolas y las prácticas agroecológicas, como la agroecología, la agrosilvicultura, la agricultura de conservación, la agricultura ecológica y la labranza cero pueden aumentar de manera sostenible la productividad agrícola sin degradar el suelo y los recursos hídricos.

PÁGINA 37: CONACYT. (2020). *EXPEDIENTE CIENTÍFICO SOBRE EL GLIFOSATO*. DOSSIER. GOBIERNO DE MÉXICO. RECUPERADO DE: [HTTPS://CONACYT.MX/WP-CONTENT/UPLOADS/DOCUMENTOS/GLIFOSATO/DOSSIER\\_FORMATO\\_GLIFOSATO.PDF](https://conacyt.mx/wp-content/uploads/documentos/GLIFOSATO/DOSSIER_FORMATO_GLIFOSATO.PDF)

TRES JORNALEROS ROCÍAN PESTICIDAS EN UN CAMPO DE CULTIVO EN TANHUATO, MICHOACÁN.

PÁGINA 38 (EDITADO Y RECORTADO): JUAN JOSÉ ESTRADA

SERAFÍN (CUARTOSCURO). RECUPERADO DE: [HTTPS://ELPAIS.COM/MEXICO/2021-01-12/MEXICO-PROHIBE-EL-GLIFOSATO-PA-](https://elpais.com/mexico/2021-01-12/mexico-prohibe-el-glifosato-pa-)

[RA-FRENAR-SUS-EFECTOS-NOCIVOS-EN-LA-SALUD.HTML](https://elpais.com/mexico/2021-01-12/mexico-prohibe-el-glifosato-pa-ra-frenar-sus-efectos-nocivos-en-la-salud.html)

# HUELLAS DE TOXOPLASMOSIS EN EL SUELO

LUCY ANAHÍ MUÑOZ-MUÑOZ \*

La toxoplasmosis es una enfermedad que, como todas las llamadas zoonosis, se transmite de los animales a los humanos. Es conocida porque, aunque a menudo es asintomática, en las personas que son infectadas puede causar enfermedades graves e incluso la muerte.

**En Veracruz cada semana se presentan entre 5 y 10 casos de toxoplasmosis.**

—  
La leche cruda es un medio de transporte de microorganismos infecciosos.

Las mujeres embarazadas, por ejemplo, pueden transmitir la enfermedad al feto provocándole daños irreversibles en el sistema nervioso o incluso sufrir abortos espontáneos. Además, las personas que tienen un sistema inmunitario débil pueden desarrollar infecciones agudas muy peligrosas si no se tratan a tiempo.

Esta enfermedad es provocada por un protozoo llamado *Toxoplasma gondii*, parásito que se reproduce en el intestino de los gatos domésticos, pero que tiene un ciclo importante de vida en el suelo y que puede viajar de ahí hasta nuestros alimentos. Por varias semanas, un solo gato infectado puede diseminar con sus heces millones de ooquistes (una especie de huevecillos con potencial infectante) en el medio ambiente y en el suelo, donde pueden permanecer como latente amenaza durante más de un año.

## Suelos contaminantes: alimentos contaminados

El riesgo de infección directa por contacto con el gato no es importante, pero los seres humanos pueden adquirir la toxoplasmosis al entrar en contacto con tierra contaminada donde los ooquistes maduran, sea al ingerir carne cruda o poco cocinada de animales que previamente estuvieron en contacto con ella o al comer otros alimentos mal lavados o mal desinfectados. También pueden contagiarse por medio del agua o incluso por transfusiones sanguíneas o trasplante de órganos de pacientes asintomáticos, pero que ya tienen el parásito.

Gracias a la investigación científica sabemos que el consumo de leche sin pasteurizar, el suero de la leche, el consumo de carne mal cocinada, la poca higiene en la manipulación de alimentos y malas prácticas agrícolas son factores de riesgo para la infección. En zonas rurales, prácticas generalizadas de consumir leche no pasteurizada, de cabras o algunos de sus subproductos, puede convertirse en una fuente cada vez más importante de infección.

\* FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS.

UNIVERSIDAD VERACRUZANA.

CORREO: lucyanahimuoizmuoz@gmail.com

Esta parasitosis se encuentra en casi un tercio de la población mundial, tanto en países subdesarrollados como en aquellos más desarrollados, por lo que se considera un problema de salud pública. Basta saber que en una sola semana de 2022 (del 28 de noviembre al 4 de diciembre), en el boletín epidemiológico de la Secretaría de Salud en el estado de Veracruz se reportaron 11 casos de infección por *Toxoplasma gondii*.

Y así, día a día los casos se siguen presentando, porque muchas personas no conocen las fuentes de infección y no cumplen con las medidas preventivas ante esta problemática de salud pública.

En el estado de Veracruz existen pocos estudios sobre el tema, por eso es tan importante la investigación que estamos haciendo en la Maestría en Ciencias Agropecuarias de la Universidad Veracruzana, en colaboración con el Instituto de Investigaciones Médico-Biológicas, a fin de identificar la presencia de *Toxoplasma gondii* en leche de cabra en los municipios de Tlacolulan, Yecuatla, Chiconquiaco y Coatepec.

## ¿Gatitos inofensivos?

Aunque nos parezcan inofensivos, los gatos que se encuentren infectados pueden contaminar la casa, el patio y agua donde defecan; los ooquistes pueden ser transportados por moscas, cucarachas, lombrices, gusanos, así como por la lluvia y otras condiciones climáticas. Las personas pueden de forma accidental ingerir los ooquistes al limpiar la caja de arena del gato, por la manipulación de tierra de macetas o de cualquier otro tipo de sustrato que contenga heces de gato infectado. Es también posible que sean llevados en los zapatos contaminados con ooquistes que se encuentran en la calle.

Al ser el gato el hospedero definitivo del *Toxoplasma gondii*, es muy importante el control de las poblaciones de estos animales y la aplicación de medidas de higiene, desde evitar alimentar al animal con carne cruda hasta impedir tener contacto directo con las heces. Además, es indispensable desinfectar las verduras antes del consumo, pasteurizar la leche, evitar la leche cruda para la elaboración de quesos, cocinar bien los alimentos de origen animal, así como el lavado correcto de manos para evitar ser infectados.

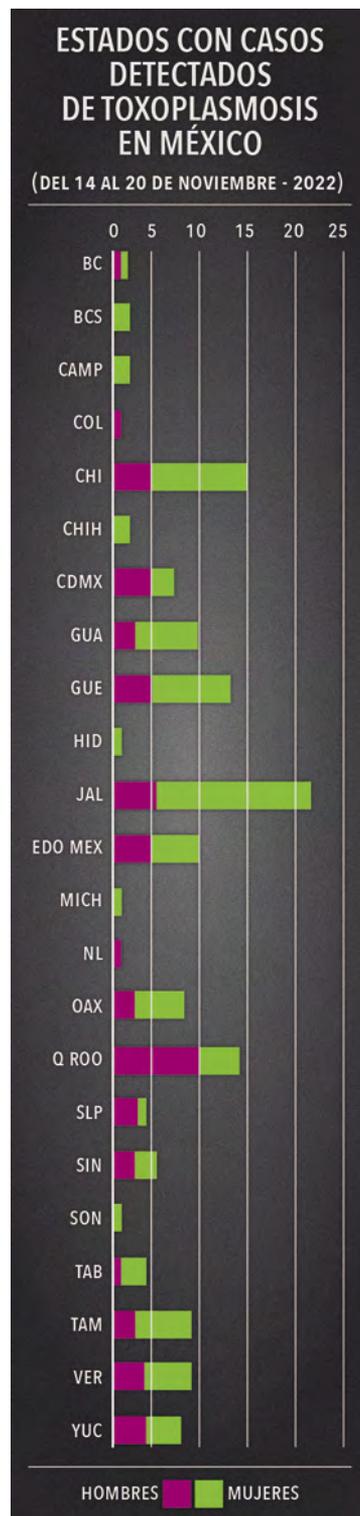
Como ya imaginamos, el suelo es un albergue de millones de microorganismos, algunos benéficos y otros patógenos que pueden dañar nuestra salud y la salud de nuestro suelo, de ahí que la investigación científica sea uno de los mejores caminos para encontrar soluciones a los problemas. ▀

PARA EL LECTOR INTERESADO:

Álvaro, G. J. (2019). *Microorganismos, los grandes desconocidos de nuestro suelo*. Reporte técnico, Laboratorio Fertibox.

Dubey, J. P. (2010). *Toxoplasmosis of animals and humans*. Maryland: CRC Press. 319 pp.

FAO. s/f. Materia orgánica y actividad biológica. *Conservación de los recursos naturales para la agricultura sostenible*. 28 pp.



DATOS TOMADOS DE: SECRETARÍA DE SALUD. GOBIERNO DE MÉXICO. BOLETÍN EPIDEMIOLÓGICO, SISTEMA NACIONAL DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA, SISTEMA ÚNICO DE INFORMACIÓN 2022, SEMANA 46, P. 39. DISPONIBLE EN: [HTTPS://WWW.GOB.MX/SALUD/DOCUMENTOS/BOLETIN-EPIDEMIOLÓGICO-SISTEMA-NACIONAL-DE-VIGILANCIA-EPIDEMIOLÓGICA-SISTEMA-ÚNICO-DE-INFORMACION-2022](https://www.gob.mx/salud/documentos/boletin-epidemiologico-sistema-nacional-de-vigilancia-epidemiologica-sistema-unico-de-informacion-2022)

# LABORATORIOS: ALIADOS DEL SUELO Y ENEMIGOS DE LA SOBREEXPLOTACIÓN

ALEJANDRO RAMÍREZ CORTÉS \*



La sobreexplotación es uno de los factores directos que más impactan y amenazan la biodiversidad en nuestro planeta. En México, cientos de especies (animales y vegetales) se encuentran en alguna categoría de riesgo, según el listado nacional de flora y fauna que integra el gobierno.

La llamada Norma Oficial Mexicana (NOM-059) considera probablemente extintas, en peligro de extinción, amenazadas o bajo protección especial a 2,678 especies, de ellas, las plantas son el grupo más afectado con casi 1000 en alguna clasificación.

Junto con la contaminación, el cambio climático, la pérdida de ecosistemas y la presencia de especies invasoras, así como la sobreexplotación de especies vegetales contribuye a la disminución de las poblaciones y amenaza la sostenibilidad de nuestros cultivos y del suelo. Cuando se extraen plantas mucho más rápido de lo que ellas logran reproducirse la población disminuye, y ésta ha sido la triste historia de muchas especies de interés comercial en nuestro país, entre ellas se cuenta la planta madre del tequila y el mezcal, el llamado comúnmente agave o maguey.

Las plantas pueden ser más o menos vulnerables a la sobreexplotación, pero si solo crecen en áreas específicas (distribución restringida), si hay pocos individuos (abundancia baja), si pocas plantas sobreviven hasta lograr reproducirse (tasa alta de mortalidad), o si no se reproducen fácilmente (tasa reproductiva baja) su vulnerabilidad aumenta.

## A ensayo y error

Frente a esos problemas la ciencia agrícola tiene de aliado a un "ecosistema" donde abundan las batas blancas, los microscopios, las cajas de Petri y sobre todo los científicos en formación. El laboratorio es hoy en día un espacio donde se estudian las plantas, se prueban alternativas, se desarrollan conocimientos y se perfeccionan una serie de herramientas y procesos sometidos a ensayo y error.

Entre las alternativas se encuentra el cultivo de tejidos vegetales, una de las biotecnologías con mayor aplicación práctica en la agri-



cultura. Ésta permite estudiar los problemas básicos y aplicados de la biología, conservación y reproducción de plantas, y así contribuye a hacer ciencia a partir de los problemas del campo y a generar conocimiento para su solución. En el caso del maguey, una especie de alto valor cultural, comercial y biológico, el cultivo de tejidos vegetales podría ser la opción que requieren los productores para acelerar su propagación y así contener la sobreexplotación.

## Mexicanos y poderosos

El maguey es nativo del continente americano y uno de los cultivos más antiguos de nuestro país. De las 200 especies que existen en el mundo hay 150 que sólo se encuentran en México. Además de ser plantas con un gran valor cultural, gastronómico y económico, son un símbolo asociado a nuestra mexicanidad, como el tequila y el mezcal que se extrae del fermento de sus piñas y que le han dado a nuestro país reconocimiento internacional. Ambos productos tienen ya denominación de origen, aunque hoy existen magueyes y bebidas similares a las nuestras en todo el mundo.

Los agaves se pueden encontrar principalmente en zonas semiáridas y desérticas de México, pueden crecer en diferentes tipos de suelo, incluso rocosos, donde no es posible realizar trabajos de labranza para su aprovechamiento efectivo. Pueden ayudar a combatir problemas ambientales porque son eficientes para regenerar suelo, captar, infiltrar y mantener el agua de lluvia, conformar cercas vivas, formar bordos y, en general, para conservar la humedad y la biodiversidad en zonas donde otros cultivos no pueden, además de que generan gran cantidad de oxígeno y absorben dióxido de carbono, uno de los gases que ocasiona el calentamiento global.

## Mil usos del maguey pulquero

Los magueyes son muy diversos entre sí. Algunos pueden ser tan pequeños que apenas logran sobresalir a unos centímetros el suelo, y otros llegan a medir hasta tres metros de altura, como es el caso del maguey pulquero (*Agave salmiana*) del valle central de México, que crece en los estados de Tlaxcala, Hidalgo y México.

**¿Sabías que los conquistadores españoles nombraron "árbol de las maravillas" al agave debido a todos los beneficios que se podían obtener de esta planta?**



## El maguey pulquero, cuando está en floración puede alcanzar hasta los 9 metros de altura.

Los magueyes pueden ser tan pequeños como unos centímetros o tan grandes como de tres metros de altura y cuando está en floración es mucho más alto.

De esta especie proviene el tradicional y emblemático pulque y sus derivados. De sus hojas verdes se pueden obtener fibras o preparar platillos típicos como la “barbacoa de hoyo” y el mixiote. El quiote (tallo floral) y las flores son comestibles, además, este maguey es parasitado por mariposas cuyas larvas se conocen como “gusano blanco de maguey” o gusano rojo o “chinicuil”. El quiote también es utilizado para la construcción, incluso se ha investigado la posibilidad de obtener biocombustibles de la planta.

Bebidas, alimentos, fibras, materiales para la construcción y artesanías son solo algunos de sus usos más comunes. Debido a todos los beneficios y productos que ofrece, su cultivo o aprovechamiento es el soporte de miles de familias mexicanas en muchas regiones e industrias, como la tequilera, la mezcalera y la de fibras naturales. Cada etapa de la planta, verde o seca, tierna o madura, puede ser aprovechada de muchas maneras, por algo le han llamado “el árbol de las maravillas”, y por lo mismo sufre sobreexplotación.

## Los problemas de su propagación

El maguey pulquero es una planta que tarda entre 8 y 12 años en florecer. La floración marca la llegada a la edad adulta, pero también el momento ideal para la extracción de aguamiel, principal uso que le dan los agricultores en esa región. Muchos de ellos no conocen sus semillas, porque es muy poco común que la planta llegue a completar su floración.

El largo tiempo de espera para su aprovechamiento (mediante la producción de aguamiel y pulque) es una de las razones principales por la que muchos que se dedican o dedicaron en algún tiempo a su cultivo lo abandonan y, lamentablemente, otros sacan provecho de la extracción clandestina y explotación irracional. Entonces, si el maguey está en riesgo su preservación requiere mucha mayor atención.

Además de longeva, esta especie se considera una planta “precoz”, ya que a muy temprana edad genera brotes o hijuelos, es decir, magueyes pequeños que salen desde la raíz y que la mayoría de los productores siembran para reproducir o propagar de manera convencional. Obviamente eso lleva tiempo y trae consigo diferentes problemas, como la menor resistencia a alteraciones ambientales o plagas que aquellas que son propagadas a partir de semillas.

## Para todo mal... ciencia experimental

Es aquí donde el trabajo científico se hace aliado del suelo, la agricultura y la biodiversidad. Con cultivo de tejidos vegetales hablamos de una serie de técnicas para cultivar en el laboratorio células de plantas bajo condiciones controladas, para darles un manejo *in vitro* y conservarlas hasta transferirlas al suelo. Actualmente, es una alternativa para rescatar al maguey de la sobreexplotación, porque permite propagar plantas de forma masiva partiendo de semillas y reintroducirlas después a su ambiente natural.

Lo que proponemos, desde la Maestría en Ciencias Agropecuarias de la Universidad Veracruzana, es estudiar en el laboratorio su germinación y propagación para obtener una gran cantidad de plantas de una manera más rápida. Si una semilla en el suelo tarda en germinar de 40 a 45 días, *in vitro* lo hace de cuatro a siete días, con esto aceleramos su proceso de reproducción y mejoramos el conocimiento para su propagación, conocimiento que es urgente para frenar la sobreexplotación. ▀

\* FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS.

UNIVERSIDAD VERACRUZANA.

CORREO: bio\_ralex17@hotmail.com

PARA EL LECTOR INTERESADO:

García-Mendoza, A. J. (2007). Los agaves de México. *Ciencias*, 87:14-23.

Narváez-Suarez, A., Cruz-León, A. y Sangermán-Jarquín, M. D. (2020).

Servicios ambientales: sistema agroforestal tradicional con plantas de maguey pulquero en la Altiplanicie, Hidalgo. *Revista Mexicana Ciencias Agrícolas*, 11: 1957-1969.

**El maguey pulquero (*Agave salmiana*) crece en el valle central de México: Tlaxcala, Hidalgo y México.**



# SISTEMA DE RAÍZ FLOTANTE: ¿UNA INNOVACIÓN AGROPRODUCTIVA?

PERLA ESMERALDA CERVANTES HERNÁNDEZ, EDUARDO ALDAHIR TIBURCIO HUERTA  
Y LILIANA LARA CAPISTRÁN \*

Hoy en día, uno de los métodos que se ha posicionado en los primeros lugares dentro de las técnicas de optimización en la agricultura es la hidroponía, pero ¿esa fue la finalidad de su creación? En ese sentido, México ha destacado desde la época precolombina por sus múltiples inventivas que son base de sistemas arquitectónicos, medicinales y agrícolas en boga.

La hidroponía se caracteriza por tratarse de una técnica de producción basada en la actividad del agua sin la necesidad de utilizar el recurso suelo. Un ejemplo-modelo es el sistema de raíz flotante, el cual data de la época en que los mexicas desarrollaron estructuras que, como fruto de su creatividad e ingeniosidad les permitían el establecimiento de huertos flotantes en los lagos de Xochimilco: las chinampas.

Sin duda, dicho método de cultivo prehispánico permitió ampliar el espacio vital para el abasto alimentario en lagos y lagunas del Valle de México, en zonas donde el agua era el principal recurso natural; y hoy en día se le ha perfeccionado para la producción de hortalizas (en su mayoría especies de hoja, tales como lechuga, acelga, espinaca, etc.), el denominado sistema de raíz flotante, debido a que las raíces de las plantas se encuentran sumergidas en una solución que les brinda los nutrimentos necesarios para su crecimiento y desarrollo, mientras que la parte aérea es sostenida con ayuda de un material flotante de soporte.

Estos sistemas de agricultura eran construidos en terrenos flotantes en los cuales la optimización de uso del agua no era el principal objetivo de la producción de biomasa comestible. Por otro lado, en la actualidad existe una alta demanda mundial de alimentos, de agua y de espacio como recursos. Lo anterior ha impulsado a la búsqueda de opciones factibles considerando las circunstancias ambientales prevalecientes en la actualidad, ello

implica transitar de una técnica rústica y tradicional, como las chinampas, hacia un sistema tecnificado que está en constante mejora y que se considera como una de las alternativas más viables de producción de alimentos.

En la actualidad, estos sistemas agroproductivos y hortelanos se han extendido en todo el mundo y han progresado de tal forma que su transición ha consistido básicamente en incrementar el rendimiento y productividad en espacios reducidos, sin necesidad de insumos sintéticos; acortar el ciclo de los cultivos y cosechar biomasa con mejor sanidad, calidad e inocuidad de manera sostenible, los cuales acrecientan los beneficios tanto económicos como ecológicos y sociales.

Uno de los más graves y negativos impactos ambientales es la utilización del unicel como principal soporte hidropónico. Este material posee diversas cualidades que lo hacen útil en diferentes sectores ya que no contiene sustrato nutritivo, lo que evita la formación de microorganismos; no se pudre, enmohece ni se descompone; es un elemento ligero y con alta resistencia a impactos y al ser empleado en múltiples productos de uso común es uno de los principales contaminantes de ríos, lagos y océanos. Por ello se han realizado diversos estudios encaminados a encontrar un reemplazo adecuado, como los materiales biodegradables para uso en cultivos en medios hidropónicos.

Por tal motivo, se han implementado y probado diversas propuestas para el uso de materiales que





tengan un menor impacto ambiental, haciendo énfasis en el tiempo de degradación. Así que una de las propuestas más alentadoras dentro del establecimiento de sistemas de raíz flotante conlleva al uso de una lámina de poliestireno o coroplast, donde se ha evaluado la influencia del material como soporte, reemplazando el uso de unicel sin que las plantas tengan que sufrir alteraciones, lo cual contribuye a la mejora de este sistema hidropónico de producción, volviéndolo una disyuntiva factible, tanto en la producción agrícola como en la disminución del impacto ambiental.

Por el momento se puede afirmar que las modificaciones y perfeccionamiento de técnicas y metodologías destinadas a incrementar la obtención de alimentos saludables e inoocuos siguen en marcha, con la firme intención de proteger el ambiente y de salvaguardar la economía y el bienestar de los productores. ▀

#### PARA EL LECTOR INTERESADO:

González C., E. y Torres V., C. I. (2014). La sustentabilidad agrícola de las chinampas en el Valle de México: caso Xochimilco. *Revista Mexicana de Agrobusiness*, 34, 699-709.

Méndez C., S. A., Romero M., F. J., Ortiz S., R., Verde M., A., Monterrubio R., T., Méndez C., M.G., Reygadas P., D. y Meléndez H. A. (2016). *Chinampas de México, sitios patrimonio cultural: biodiversidad y cultura*. Tomo 1. Universidad Autónoma Metropolitana, México. 648 pp.

Pizarro B., V., Jana A., C., Ibacache A., G., Contreras S., C., Leris G., L. y Alfaro E., V. (2020). *Módulos hidropónicos sistema de raíz flotante (SRF): producción de lechugas y berros bajo invernadero*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Informativo núm. 85).

\* FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
CORREO: lilara@uv.mx

# AGRICULTURA EN LA CIUDAD

DANIELA AÍDA RIVERA AGUIRRE Y MIGUEL ÁNGEL ORTIZ ACOSTA \*

Existe un movimiento que desde hace ya varios años está tomando fuerza en muchos lugares del mundo: la agricultura urbana. Los altos precios, daños al ambiente y a la salud, la búsqueda de una producción más sana y justa, entre otros factores, han provocado el interés de muchas personas en producir alimentos en distintas partes de las ciudades con fines de venta y autoconsumo.

La agricultura en la ciudad es una actividad que promueve el desarrollo local, enfatiza la importancia de conocer a nuestros productores y da pequeños pasos para crear espacios más sostenibles. En este texto hablamos sobre los orígenes de este tipo de agricultura, su situación actual y los beneficios que ha representado.

## ¿Cuándo surge la producción agrícola urbana?

A pesar de lo que pudiera pensarse, la agricultura urbana es una actividad con muchos años de existencia y practicada en distintos lugares del mundo. Los primeros registros se tienen en ciudades tan antiguas como Egipto y Mesopotamia, así como dentro del Continente Americano en la cultura maya, cuya muestra son las terrazas de cultivo construidas dentro de las ciudades y las populares chinampas que alimentaban a la población de Tenochtitlan.

Asimismo, a muchos kilómetros más, en la ciudad de París, surgieron los huertos urbanos también llamados *marais*, donde se producían hortalizas todo el año aprovechando el estiércol de los caballos que a su vez se utilizaban como medio de transporte.

Pese a esa historia, hay que mencionar que existieron momentos de oscuridad con el surgimiento de la industrialización, y entonces la agricultura urbana fue prácticamente inexistente durante un gran lapso de tiempo, distanciando a las personas del conocimiento sobre la producción de sus alimentos. Afortunadamente, durante las últimas décadas del siglo XX se renovó el interés por practicar este tipo de agricultura, aunque en muy buena parte derivado de problemas económicos y sociales, incluyendo a la guerra y la posguerra.

## Situación en América Latina

La seguridad alimentaria es una de las principales razones por las cuales se realiza este tipo de agricultura en América Latina, la pobreza en muchas ciudades ha sido uno de los aspectos con mayor influencia para el desarrollo de esta actividad, a diferencia de otros países donde el objetivo está enfocado en mejorar la calidad de sus alimentos.

Aproximadamente 20% de los alimentos que se consumen a nivel mundial son producidos dentro de las ciudades y sus alrededores, y en muchos países de Latinoamérica esta producción ocurre en zonas aledañas a las casas, con especies sembradas sobre todo para autoconsumo.

El ejemplo más reconocido a nivel mundial es el de Cuba, en donde tras el bloqueo económico impuesto por Estados Unidos sus ciudadanos se vieron obligados a producir sus propios alimentos dentro de la ciudad, esta producción fue de gran ayuda para la subsistencia de sus habitantes y representó una mejora en su calidad de vida.

Asimismo, existen muchos otros casos sobresalientes, como en Rosario, Argentina, o el impulso otorgado por la FAO a la agricultura urbana tras la pérdida de miles de empleos; con ese apoyo se logró el desarrollo de más de 100 mil huertos urbanos; es importante mencionar también a la ciudad de Cuenca, en Ecuador, y su programa de agricultura urbana.

Particularmente, México es uno de los países donde el aumento de población en las ciudades ha sido muy acelerado y en poco tiempo. Aquí, los porcentajes de pobreza e inseguridad alimentaria son altos y la agricultura urbana es una muy buena opción para evitar la falta de alimentos. Existen varios ejemplos de agricultura urbana en distintos



La Universidad Veracruzana posee una Red de Huertos Universitarios en distintos campus de la universidad, además de varias otras alternativas impulsadas por facultades e institutos de la misma.

PÁGINA ACTUAL Y PÁGINA 51, FOTOGRAFÍAS DE COSUSTENTA-UV. RECUPERADA DE: [HTTPS://](https://)

[WWW.FACEBOOK.COM/SUSTENTABILIDADUV/PHOTOS/PCB.2279394448823789/22793935388](https://WWW.FACEBOOK.COM/SUSTENTABILIDADUV/PHOTOS/PCB.2279394448823789/22793935388)

23880



Las instituciones de educación superior, como la Universidad Veracruzana, están impulsando la cultura de los huertos orgánicos, como este huerto urbano en Sevilla, España, creado por la universidad de esa ciudad.

RECUPERADA DE [HTTPS://WWW.FLICKR.COM/PHOTOS/UNIVERSIDADDESEVILLA/26045575907/IN/](https://www.flickr.com/photos/universidadde Sevilla/26045575907/in/)

PHOTOSTREAM/

estados de la República mexicana que están siendo muy exitosos. Los huertos urbanos Roma Verde, Romita y Tlatelolco en Ciudad de México; la Red de Agricultura Urbana y Periurbana en Xalapa, Veracruz; los huertos Orgánica y Hortín Fortín, en el mismo estado; el huerto Cactilia en Puebla; huertos Legaspy y Guamúchil en Baja California, por mencionar algunos.

## Beneficios para todos

Con el crecimiento acelerado de las ciudades es sumamente importante llevar a cabo actividades que promuevan la sustentabilidad dentro de ellas, y la agricultura urbana es una muy buena opción. Con estos espacios de producción pueden minimizarse ciertos daños provocados por la descontrolada urbanización, crear espacios que sean más armónicos y mejorar la calidad de vida de los habitantes en los aspectos ambiental, económico y social.

Los beneficios que nos proporcionan los huertos urbanos son muchos. En la producción de alimentos se crean cadenas muy grandes para lograr que todo lo que consumimos llegue hasta los sitios de venta. Nuestra comida viaja miles de kilómetros emitiendo enormes cantidades de gases de efecto invernadero, que son en buena parte responsables del actual calentamiento global; se dice que los alimentos recorren más de 1,500 kilómetros antes de llegar a nuestro plato, entonces, hay que considerar que cuando los alimentos son producidos localmente se reduce la emisión de estos gases dañinos al ambiente, así como también se cierran los eslabones de estas cadenas, además, se promueve una mayor cercanía con los productores, generando vínculos de confianza.

Con la producción de alimentos en zonas urbanas se generan nuevas fuentes de empleo o autoempleo e ingresos extra para las familias. Aunque la mayor parte de la producción tiene fines de autoconsumo, cada vez es mayor la parte destinada a la venta. Así, los mercados orgánicos han tenido un papel muy importante para que los agricultores urbanos puedan promover sus productos dentro de la ciudad y para que los consumidores tengan opciones de alimentos más sanos, variados y locales.

La biodiversidad es otro elemento que se ve beneficiado con la agricultura urbana. Cuando se utilizan espacios para producir alimentos se promueve la conservación de especies animales, vegetales y microorganismos. Y producir alimentos sin el uso de químicos reduce las pérdidas por

plagas en los huertos, ya que se conservan insectos benéficos, tanto aquellos que las combaten como de polinizadores.

## Pero... ¿qué sigue?

Aún existen muchos retos que superar dentro de la agricultura urbana: adaptar los limitados espacios de las ciudades para la producción, promover la venta de productos locales, impulsar su práctica en un mayor número de ciudades, ofrecer mayor capacitación a productores, entre muchas acciones más. No obstante, la agricultura ocupa ya un lugar importante dentro de un gran número de áreas urbanas que siguen creciendo, y el papel de los habitantes es fundamental para que se cumplan estas metas y lograr una mejor calidad de vida en la ciudad. ▀



### PARA EL LECTOR INTERESADO:

- Alemán, T. (2019). Agricultura urbana: respuesta local a un desafío global. *Revista de Agræcología LEISA*, 35: 5-8.
- Altieri, M. y Nicholls, C. (2019). Agræcología urbana: diseño de granjas urbanas biodiversas, productivas y resilientes. *Boletín Científico CELIA*, 2.
- Degenhart, B. (2016). La agricultura urbana: un fenómeno global. *Nueva Sociedad*, 262: 0251-3552.

—  
\* ESPECIALIZACIÓN EN MÉTODOS ESTADÍSTICOS, FACULTAD DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA; MAESTRÍA EN CIENCIAS EN ECOLOGÍA Y BIOTECNOLOGÍA, INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA Y ECOLOGÍA APLICADA, UNIVERSIDAD VERACRUZANA, XALAPA, VERACRUZ.  
CORREOS: zs20000539@estudiantes.uv.mx y danytarg2323@gmail.com; zs20000539@estudiantes.uv.mx y ortiz.maa29@gmail.com

# GRACIELA CALDERÓN DÍAZ BARRIGA: BOTÁNICA DESLUMBRANTE

IVONNE NAYELI GÓMEZ ESCAMILLA

**Graciela Calderón (14/6/1931-2/1/2022), también llamada cariñosamente Mæstra Chela, por estudiantes y colegas, nació en Salvatierra, Guanajuato. Realizó sus estudios de Biología en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) en la Ciudad de México, obteniendo su título con la tesis *Vegetación del Valle de San Luis Potosí*, misma que fue galardonada con el premio de Investigación Científica Francisco Estrada, otorgado por el estado de San Luis Potosí.**

En 1953 inició sus actividades como investigadora en el Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A. C., y más tarde, de 1955 a 1957, estuvo adscrita al Instituto de Investigación de Zonas Desérticas (IIZD) de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, y a partir de 1963 regresó a su *alma mater*, la ENCB del IPN. Uno de sus proyectos más emblemáticos, en los que su participación fue fundamental y muy destacada, fue la *Flora Fanerogámica del Valle de México*, obra que cœdita con el doctor Jerzy Rzedowski y que implicó el trabajo de 67 participantes, muchos de ellos estudiantes de la misma ENCB, así como la recolección y procesamiento de alrededor de 50 mil ejemplares botánicos en un periodo de 25 años. Este enorme esfuerzo dio como resultado la revisión taxonómica de más de 2 mil especies botánicas, la descripción de 37 especies nuevas para la ciencia y el hallazgo de 16 nuevos registros de plantas para México, además de ser la primera flora moderna concluida en nuestro país.

En 1985, la Mæstra Chela, como era bien conocida, inició una nueva etapa profesional en Pátzcuaro, Michoacán, como investigadora del Centro Regional del Bajío, dependencia del Instituto de Ecología, A. C., en donde promovió, en colaboración con Jerzy Rzedowski, el proyecto *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*, para el cual elaboró 66 de los tratamientos taxonómicos a nivel familia, además de ser cœditora de la obra y de participar muy activamente en el comité editorial de la revista *Acta Botanica Mexicana*, otro de los importantes y muy reconocidos logros de dicho proyecto. Como apasionada botánica y exploradora de tierras mexicanas también contribuyó con el proyecto de *Flora de Veracruz* en la revisión taxonómica de la familia Burseraceæ, así como en la descripción de 14 nuevas especies para dicha familia.

El trabajo de la Mæstra Chela siempre estuvo ligado a las colecciones botánicas y, conociendo su importancia

como instrumento fundamental para el trabajo taxonómico apoyó de manera sistemática el desarrollo de diversos herbarios institucionales mexicanos, como el del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas (IIZD) de San Luis Potosí, el de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), el del Centro Regional del Bajío, el de la Escuela de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, el de la Universidad Autónoma de Querétaro y el del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR), unidad Durango del IPN. Su importante labor en el campo de la florística ha sido reconocida, nombrando en su honor los siguientes herbarios mexicanos: CIIDIR, ENCB, IEB y HUMO.

Entre las muy merecidas distinciones que recibió la Mæstra Chela están el nombramiento de socia emérita y miembro honorario de la Sociedad Mexicana de Cactología; socia honoraria de la Sociedad Botánica de México, de la cual fue socia vitalicia desde 1970; investigadora emérita, tanto del Instituto de Ecología, A. C. como del Sistema Nacional de Investigadores; medalla al mérito botánico de la Sociedad Botánica de México; Premio Estatal de Ciencias Alfredo Dugés, otorgado por el gobierno del estado de Guanajuato; medalla José Cuatrecasas por excelencia en Botánica Tropical de la Smithsonian Institution (otorgada a ella y al Dr. Rzedowski) y el nombramiento de Doctora *Honoris Causa* por la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM).

Algunos epónimos que honran su abundante y generosa participación en el desarrollo de la botánica mexicana son los de los géneros *Graciela* Rzed. (Asteraceæ) y *Gracielanthus* R. González & Szlach. (Orchidaceæ), así como los de muchas especies.

Entre su vasta obra académica se cuentan 6 libros, 4 capítulos de libro, más de 40 artículos científicos, más de 70 fascículos de floras regionales, la descripción de dos nuevos géneros y 68 especies nuevas para la ciencia.







Participó en el comité editorial de revistas como: *Acta Botánica Mexicana*, *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, *Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara* y *Polibotánica*.

En cada uno de los ejemplares botánicos recolectados, junto con el Dr. Rzedowski, están plasmados el cariñoso empeño y el enorme trabajo de la Mæstra junto con las grandes aventuras que ambos emprendieron en aquel México de los años cincuenta, y que continuaría hasta inicios del siglo XXI. A los dos se les reconoce actualmente como una de las parejas más queridas y admiradas de todos los tiempos por la comunidad botánica mexicana.

La Mæstra Chela es, sin duda, uno de los pilares de la botánica mexicana, su legado va más allá de su valiosa producción académica, y es posible observarlo en cada uno de los jóvenes que formó.

Inteligente, ordenada, meticulosa, cariñosa, amable, paciente, entusiasta, con gran iniciativa y sentido del humor, son algunas de las palabras que la describen. ▀

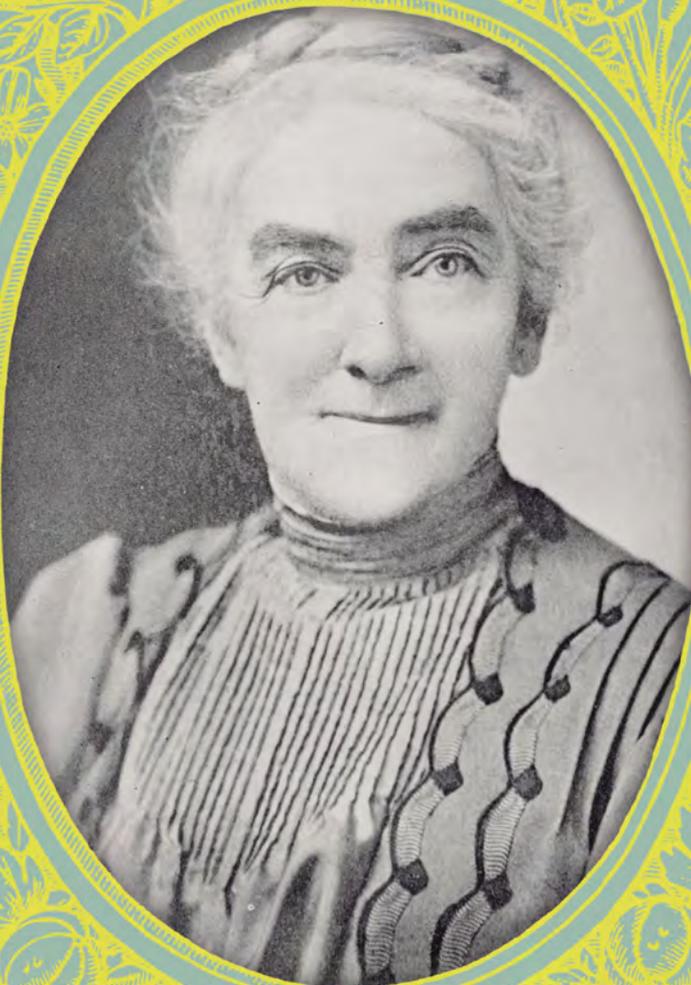
PÁGINA 53, FOTO RECUPERADA DE: [HTTPS://MUNDONUESTRO.MX/CONTENT/2022-01-12/GRACIELA-CALDERON-DIA-BARRIGA-](https://MUNDONUESTRO.MX/CONTENT/2022-01-12/GRACIELA-CALDERON-DIA-BARRIGA-UNA-HISTORIA-DE-VIDA-DE-LA-BOTANICA-MEXICANA)

UNA-HISTORIA-DE-VIDA-DE-LA-BOTANICA-MEXICANA EDITADA Y

COMPUESTA POR FRANCISCO COBOS PRIOR

# ELLEN SWALLOW RICHARDS: MULTIFACÉTICA PIONERA DE LAS CIENCIAS AMBIENTALES

MARIA ANGÉLICA SALMERÓN



*Ellen H. Swallow*

Los medios nos avasallan con asuntos relativos al cuidado del régimen alimenticio y del medio ambiente, lo que de tanto escucharlo terminamos por pensar que no es más que una moda o, peor aún, una perversa propaganda que pretende manipular nuestras costumbres y modos de vida. Pero aunque algo tenga de ello, también es cierto que dichas cuestiones nos atañen directamente y que, en el fondo, detrás de todo está la ciencia. Si ponemos atención a lo que nos dicen los científicos, descubriremos la importancia que adquieren las ciencias ambientales en nuestra sociedad contemporánea. No es baladí el hecho de que las diferentes disciplinas que conforman dichas ciencias hagan hincapié en la necesidad de hacernos conscientes de las relaciones que mantiene el ser humano consigo mismo y con la naturaleza, pues hacer caso omiso puede ser catastrófico, según los estudios que se efectúan a diario.

disciplinas que hoy las configuran. Para el caso, basta con desdoblar uno solo de estos pliegues para mostrar que el camino que ha conducido a lo que hoy conocemos bajo esa denominación ha sido recorrido por una mujer.

En tal sentido, narrar un poco de la historia de Ellen Swallow nos llevará a explorar el modo en que dicho territorio se fue delineando y marcando por su huella, una marca indeleble que ni la marginación ni el silencio lograron borrar, aunque por desgracia se nos olvide o ignoremos su nombre y el trabajo científico desarrollado por esta sorprendente mujer.

Para eso estamos aquí, para recordar que en la fundación de las ciencias ambientales Ellen Swallow se ubica en un lugar cuya relevancia y prestigio hace que podamos considerarla como su pionera indiscutible. Y es que la vida y la obra de esta científica estadounidense del siglo XIX nos obliga a mirar

## DISTINTAS Y DISTANTES: **MUJERES EN LA CIENCIA**

En efecto, escuchamos noticias acerca de los riesgos que corre nuestro planeta ante lo que se está considerando como una de las crisis ecológica más severas y devastadoras, razón por la cual no es de extrañar que las denominadas ciencias ambientales estén alcanzando una creciente notoriedad no solo en los ámbitos académicos, sino también en nuestro entorno cotidiano. Hoy por hoy todos estamos más o menos al tanto de los estudios que a este efecto se realizan y de los resultados que se alcanzan.

Aunque el panorama que se nos presenta no es muy optimista, es cierto que la difusión de dichos tópicos ha logrado que nos enteremos de lo que están haciendo y pensando los científicos consagrados a ciertas disciplinas. Podemos decir que, como resultado, la divulgación de la ciencia ha encontrado en las ciencias ambientales un nicho prometedor en cuanto que ha logrado conectarse con todo tipo de público; no podía ser de otro modo, ya que tales asuntos nos implican y afectan.

Y detrás de tales efectos existe una historia que comenzó a gestarse mucho tiempo antes que todo aquello que ahora conocemos como ciencias ambientales hubiera sido definido, historia que se despliega en una serie de pequeños relatos a través de los cuales es factible reconstruir las diversas

con nuevos ojos el complejo panorama de la configuración de la nueva ciencia, y que un registro de su contribución a estas disciplinas no se resuelve con una nota a pie de página, porque es un hito fundante y fundamental.

Varios capítulos se requerirían para dar cuenta de su trayectoria, pues no es una mera anécdota el que en las actuales investigaciones se le considere como la fundadora de la "economía doméstica", de la "higiene ambiental" o "la madre de la ingeniería ambiental"; denominaciones que, aún con esos epítetos hoy marginales, la convierten en una pionera de las ciencias ambientales y precursora de la ecología moderna. Y no se piense que dichos méritos son producto de la exagerada exaltación de una figura femenina en estos ámbitos, pues, tal como tendremos ocasión de mostrar, cada uno de ellos viene avalado por su trabajo científico. No exageramos cuando decimos que todas esas calificaciones terminan por quedarse cortas cuando nos acercamos a Ellen y descubrimos que su vida, dedicada a la ciencia y a su enseñanza, está condimentada por una serie de acontecimientos que la muestran como una piedra angular e impulsora de instituciones científicas y de enseñanzas, en las que su preocupación fue la de dar acceso a las mujeres a los ámbitos científicos. Activista, a su modo, Ellen

Swallow prefigura a la defensora del derecho a la educación formal de las mujeres, y a su ingreso al estudio de las ciencias naturales. En fin, “una impresionante trayectoria para una campesina de la costa este”, como afirman Muñoz y Garritz, a la que agregan la de fundadora de “la primera organización de mujeres universitarias” y la de inventora de “un lenguaje taquigráfico, muy parecido al que los adolescentes usan hoy para escribir SMS”.

Para darnos una mejor idea de lo anterior, comencemos por situarla en su tiempo y espacio: Ellen Hanrietta nace el 3 de diciembre de 1842 en Dunsstable, Massachusetts, siendo la única hija de Peter Swallow y Fanny Taylor, un matrimonio de campesinos, dato fundamental que dibuja el marco adecuado para introducirnos en la impresionante carrera de esta pueblerina. Por lo que sabemos, no asistió a la escuela porque sus padres prefirieron educarla en casa, y seguramente por ello su formación estuvo guiada por la misma actividad de sus familiares, quienes se desempeñaban como profesores de primaria, granjeros y comerciantes. Así, durante los primeros 17 años de su vida Ellen se movió bajo las normas del régimen familiar, entre el campo y la pequeña tienda del pueblo. Fue hasta 1859 cuando la joven ingresó en la Westford Academy para estudiar la secundaria, donde recibió cursos de matemáticas e idiomas, así como de francés y latín. A los 25 años, después de reunir los 300 dólares que costaba la inscripción, pudo ingresar en el Vassar College, situado en el pueblo neoyorquino de Poughkeepsie. Se cuenta que para pagar su educación la chica debió ocuparse de distintas labores: limpiando casas, enseñando en escuelas o llevando a cabo tutorías. Como fuera, logró inscribirse en esa prestigiosa institución, una de las pocas que admitía mujeres, y fue justo allí donde obtuvo su primera educación científica.

Estudió, entre otras disciplinas, química y astronomía, con maestros cuyo renombre dejarían huella en ella a lo largo de toda su carrera científica. En efecto, bajo la dirección de Charles Ferrer estudió química, y fue él quien ya desde entonces instruía a sus alumnas en la importancia y alcances que dicha ciencia tenía en la vida cotidiana; en astronomía fue alumna de María Mitchell, a quien se considera la primera astrónoma estadounidense, quien

incluía la observación y el razonamiento en su actividad, y era también una defensora de las mujeres para el estudio de las ciencias.

Ninguna de estas lecciones olvidaría Ellen, y quién sabe cuáles otras de las que no tenemos registro. Ellen se graduó en 1870, y este colegio, que hasta 1969 admitía solo mujeres, mantiene aún viva la memoria de su paso, ya que en el muro de una de sus salas cuelga una placa con su nombre y fecha de graduación que reza: “Pionera en el estudio de la vida familiar, fundadora de la economía doméstica”.

El mismo año de su graduación, Ellen decide ingresar al Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) para continuar sus estudios formales, sorprendiendo a propios y extraños cuando fue admitida, porque hasta ese momento la institución no contaba con alumnas, lo que la convirtió en la primera mujer en ser aceptada.

Así, incorporada a una institución académica de reputación, es la única mujer que estudia química rodeada de hombres, y consta que no se le permitió obtener el doctorado por el hecho de ser mujer. Rosa Lerma narra ese acontecimiento:

Tres años después finaliza sus estudios sin poder llegar a doctorarse ya que la planilla de profesores no aceptaba que el primer doctorado en química fuese para una mujer. Pero Ellen sacó fuerzas de esa mala vivencia para intentar cambiar la estructura dentro del MIT y evitar que otra mujer tuviese que pasar por la misma experiencia.

Acumulando paradojas, no obstante que los varones intentaran detener su ímpetu, Swallow avanzará en sus perspectivas académicas. Como miembro de la institución se le permitía emprender investigaciones, de modo que entre rostros ceñudos continuaba trabajando, y ahí encontró al hombre que sería su marido y cómplice de aventuras académicas, algo inaudito porque ya con 27 años se le pensaba una solterona.

Ellen y Robert Hallowell Richards contrajeron matrimonio en 1875, convirtiéndose en una pareja destinada a transformar el ámbito científico. Él, profesor de Ingeniería de Minas y director del Laboratorio de Metalurgia, se convirtió en su más sólido



—  
“Si mantienes tus plumas bien aceitadas, el agua de las críticas resbalará como del lomo de un pato.”

**“If you keep your feathers well oiled the water of criticism will run off as back.”**

—  
PÁGINA 56: GEORGE GRANTHAM BAIN COLLECTION/LIBRARY OF CONGRESS, WASHINGTON, D.C.

(DIGITAL FILE NO. LC-B2- 3895-10). RECUPERADO DE: [HTTPS://WWW.BRITANNICA.COM/BIOGRAPHY/](https://www.britannica.com/biography/ellen-swallow-richards/images-videos#images)

ELLEN-SWALLOW-RICHARDS/IMAGES-VIDEOS#IMAGES. EDITADO EN PHOTOSHOP POR PACO COBOS

PRIOR

ESTA PÁGINA: ELLEN SWALLOW, ALREDEDOR DE 1858. MIT MUSEUM. RECUPERADO DE: [HTTPS://](https://www.sciencehistory.org/historical-profile/ellen-h-swallow-richards)

WWW.SCIENCEHISTORY.ORG/HISTORICAL-PROFILE/ELLEN-H-SWALLOW-RICHARDS. EDITADO EN

PHOTOSHOP

PÁGINA 61: FOTÓGRAFO DESCONOCIDO. RECUPERADO DE: [HTTPS://WHAT-WHEN-HOW.COM/SCIEN-](https://what-when-how.com/scientists/richards-ellen-swallow-1842-1911-american-chemist-home-economist-scientist/)

TISTS/RICHARDS-ELLEN-SWALLOW-1842-1911-AMERICAN-CHEMIST-HOME-ECONOMIST-SCIENTIST/

EDITADO EN PHOTOSHOP POR PACO COBOS PRIOR

**“La mente  
no es una  
mente  
educable”**

ELLEN H. SWALLOW

apoyo. Esta dupla emprendió itinerarios científicos, de entre los que destacan el análisis químico de minerales, trabajo que le condujo a ser la primera mujer elegida como miembro del Instituto Americano de Minería e Ingenierías Metalúrgicas.

Pero esto no era sino el inicio de una carrera vertiginosa. La tenacidad de Ellen para obtener un espacio para las mujeres sería recompensada por la aportación de la sociedad bostoniana, lo que hizo posible financiar un laboratorio en donde mujeres podían investigar o recibir clases de distintas disciplinas científicas, privilegio invaluable en una época en que los estudios femeninos no eran algo ordinario ni aceptado.

En noviembre de 1876, Ellen establece el Laboratorio de Mujeres en el MIT, el primero en todo el mundo y forma parte de la administración como directora asistente. Apunta Marcé Piquerías:

Aunque se encargó la dirección a John M. Ordway, Ellen fue la responsable de montar aquel laboratorio y de buscar subvenciones para su mantenimiento [...] el Laboratorio de las Mujeres estuvo en funcionamiento hasta 1883, año en el que el MIT construyó más laboratorios en un nuevo edificio, en los que se admitieron hombres y mujeres. Más de 500 mujeres pasaron por el Laboratorio...

Ellen nunca estuvo sola en sus aventuras, su marido estuvo apoyándola en sus iniciativas, por lo que es preciso reconocer que la lucha en favor de las mujeres fue también un mérito de Robert, y que la defensa feminista que reconoció en Ellen a una incansable activista fue una causa que emprendieron como pareja, y que se mantuvo a lo largo de un cuarto de siglo con el objetivo de apoyar a las mujeres para que pudieran consagrarse a los estudios en el campo de las ciencias naturales. 25 años, dedicados a la ciencia y a la lucha por la inclusión de las mujeres en ella.

Producto de otra dupla será un nuevo logro de Ellen. En 1884 colaboró con William Nichols en el laboratorio de química sanitaria en el que introdujeron la biología en la enseñanza del MIT; no hay muchos datos, pero se menciona que es ella la que introduce y establece los cursos de esta ciencia y el modo de enseñarla. También se afirma que su trabajo contribuyó a la fundación del Instituto Oceanográfico de Woods Hole, en donde se dedica a la enseñanza de la biología y al análisis del aire, la tierra y el agua, estudiando la contaminación y

el diseño de sistemas seguros para su aprovisionamiento.

Mención aparte merecen sus estudios sobre el agua, un valioso aporte a su comunidad que se expande universalmente al lograr el primer estándar de calidad del agua y la construcción de la primera planta para el tratamiento de aguas.

Bastaría tal recuento de logros para reconocer la importancia de la obra de Ellen Swallow en las ciencias ambientales, pero estaba destinada a otros entornos científicos. Estamos ante una pionera multifacética, cuyas obras dan cuenta de sus aportaciones. Como afirma Rosa Lerma:

... es una pionera en la protección del medio ambiente, una de las fundadoras de la higiene ambiental. Pero no centró sus estudios en el medio ambiente, sino que también se preocupó por la nutrición de las clases trabajadoras, para lo cual impulsó el desarrollo de la denominada *educación de la economía doméstica* ...

A partir de 1890 se centra en la nutrición, y su trabajo se dedica a mejorar la alimentación de las clases trabajadoras. Ellen se orienta a la creación de restaurantes económicos que proporcionen alimentos nutritivos, y ofrece además instrucción y asesoría para la preparación de dietas en escuelas y hospitales. Es la llamada *economía doméstica*, que consiste en establecer una cultura de salud e higiene.

Como corolario, en 1910 se le encarga la supervisión de la enseñanza de economía doméstica en los centros públicos, obra que fue posible por su tenacidad e inmenso y continuado trabajo. Como apuntan Muñoz y Garritz:

... gracias a sus trabajos [...] obtuvo un conocimiento exhaustivo de las condiciones de vida de las familias norteamericanas de clase media y baja, así como de sus déficits en alimentación e higiene. Por ello inventó la *economía doméstica* y se preocupó de enseñarla especialmente a las madres de familia.

Se dice que con sus estudios Ellen Swallow ya había acuñado y definido la ecología mucho antes de que comenzara a ser un término coloquial, y fue justo su interés por el medio ambiente lo que condujo finalmente a que el término *ecología* quedara establecido en las ciencias ambientales. Ciertamente, Ellen fue una verdadera precursora.

En abono de lo anterior, se podría elaborar un catálogo de las obras de esta mujer, ya que se dice



# Ellen Swallow Richards 1842-1911



publicó más de 22 tratados. Sin duda la travesía científica de Ellen Swallow nos lega una obra cuya relevancia no concluyó con su muerte en 1911.

Su vida orientada a la ciencia continuaría rindiendo frutos por mucho tiempo más. Baste señalar que en 1916 se fundó la Sociedad Ecológica de América; que en 1917 la revista *Ecology*, y en 1920 Moore proponía que la ecología humana debería ocupar un espacio en la ecología, lo que sucedió con los trabajos realizados posteriormente, como los de Burgess (1925) y Park (1925), de la Escuela de Chicago, o de otros más actuales, como los de Hannan y Freeman (1984) y Hawley (1986).

Para terminar solo es posible reiterar que Ellen Swallow ha marcado y sigue marcando un hito fundamental en la historia de las ciencias ambientales. ▀

#### PARA EL LECTOR INTERESADO:

Levi-Montalcini, R. y Tripodi, G. (2011). *Las pioneras. Las mujeres que cambiaron la sociedad y la ciencia desde la antigüedad hasta nuestros días*. Barcelona: Crítica.

Lerma, R. (2020). Ellen Swallow Richards, madre de la ingeniería ambiental. *Técnica Industrial*, 326.

Piqueras, Mercé. (2007). Ellen Swallow Richards, pionera de las ciencias ambientales. *Voces que despiertan conciencias*. Texto Castellano.

Tomé, César. (2013) Ellen Richards: la economía doméstica como cultura científica. *Cuaderno de cultura científica*. En: <http://culturacientifica.com/2013/08/06/ellen-richards-la-economia-domestica-como-cultura-cientifica/>

# EL SUELO QUE PISAMOS A DIARIO

HERIBERTO G. CONTRERAS GARIBAY

"El único lugar del que no se puede caer nada es del suelo". "La tierra y el suelo son de quien la trabaja". "¡Suelo, suelo, suelo!". "Huye de escenarios, púlpitos, plataformas y pedestales. Nunca pierdas contacto con el suelo, porque sólo así tendrás una idea aproximada de tu estatura". "Las vanas pretensiones caen al suelo como las flores. Lo falso no dura mucho".

Frases todas que hacen referencia al suelo; algunas son consejos de vida, otras más célebres e incluso algunas que siempre tienen invitación a las fiestas. La Real Academia de la Lengua Española lo define en dos sentidos: como la superficie de la corteza terrestre, pero también como superficie sobre la que se pisa, generalmente recubierta de algún material para hacerla lisa y resistente.

## TODO DEPENDE DE A QUIÉN LE PREGUNTEMOS

Desde el punto de vista de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO (por sus siglas en inglés):

... la palabra suelo tiene varios significados. Su significado tradicional le define como el medio natural para el crecimiento de las plantas. También se ha definido como un cuerpo natural que consiste en capas de suelo (horizontes del suelo) compuestas de materiales minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua. El suelo es el producto final de la influencia del tiempo, combinado con el clima, topografía, organismos (flora, fauna y ser humano) y de materiales parentales (rocas y minerales originarios). Como resultado el suelo difiere de su material parental en su textura, estructura, consistencia, color y propiedades químicas, biológicas y físicas.

Si le preguntamos a un geólogo del Instituto de Cartografía y Geología de Cataluña, nos dirá que "el suelo es la capa superior de la corteza terrestre compuesta por una mezcla de partículas minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivos".

Para un edafólogo (científico con formación en geología que estudia, evalúa y compara los suelos desde los puntos de vista físico, químico y biológico), agrónomos y especialistas en estudios forestales, definen el suelo como "el conjunto de unidades naturales que ocupan las partes de la superficie terrestre que soportan las plantas". Y nos amplían:

... el suelo está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua. Es una capa delgada que se ha formado muy lentamente, a través de los siglos, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento. Las plantas y animales que crecen y mueren dentro y sobre el suelo son descompuestos por los microorganismos, transformados en materia orgánica y mezclados con el suelo.

## EL SUELO CON EL PASO DE LOS AÑOS

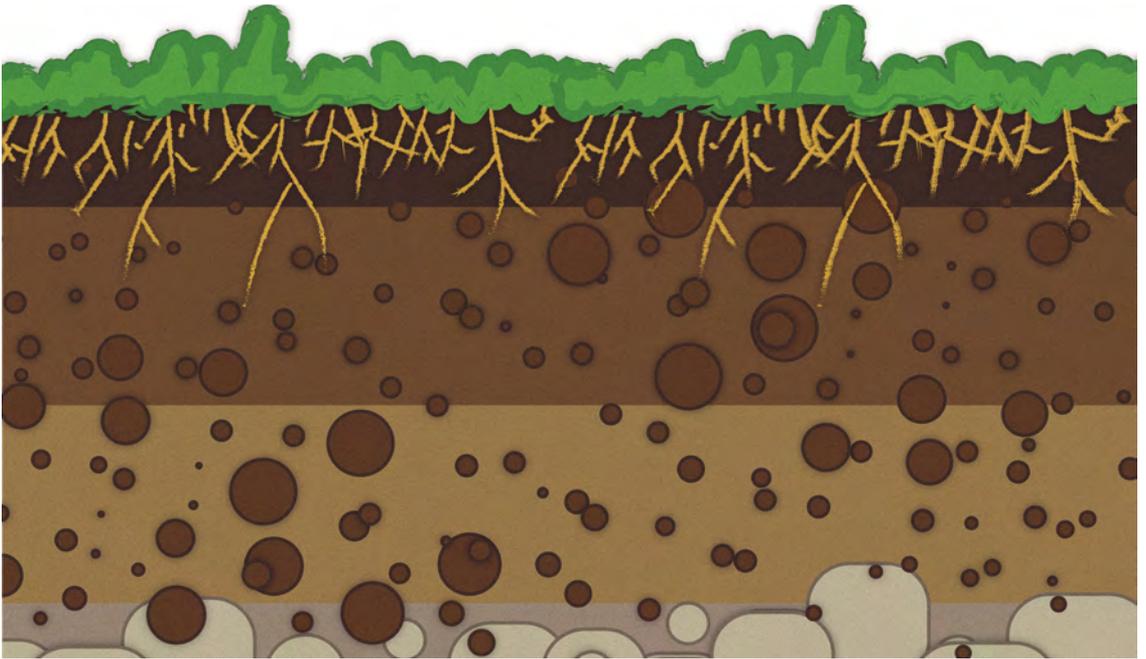
Diversas investigaciones muestran que la civilización China, hace 10 mil años, se constituyó como la primera civilización agrícola. Existen grabados que muestran cómo sembraban en filas, en lugar de difundir o esparcir semillas al azar en un campo. Esa práctica puede considerarse ya una técnica ordenada que permitió a los agricultores regar con mayor eficacia y generar un mayor rendimiento de los cultivos.

Por su parte, los egipcios dedicaron buena parte de sus estudios e investigaciones al suelo, ya que al estar ubicados en el delta del río Nilo, la agricultura fue la base de su crecimiento, desarrollo y prosperidad. Ubicado al noreste del continente africano, Egipto se encontró aislado por elementos geográficos: al oeste su colindancia con el desierto de Libia; hacia el este, el desierto de Arabia; al norte alcanza el mar Mediterráneo y hacia el sur colinda con el macizo de Etiopía y el desierto de Nubia.

Los egipcios fueron excelentes agricultores y expandieron su imperio por varios siglos gracias a los estudios constantes que practicaron sobre su tierra y el ciclo del agua; se dice que incluso sabían o diferenciaban los tipos de suelo con los que contaban para sembrar diferentes cultivos; en la actualidad el cultivo del algodón es uno de los principales generadores de divisas para el país.

También los romanos se enfocaron en estudiar los suelos. Fueron Catón, Varrón, Paladio y Columela quienes estudiaron durante años cómo fertilizar los suelos para hacerlos más ricos en nutrientes y lograr producir más y mejores plantas. Esos antiguos pueblos escribieron tratados completos que documentan cómo la agricultura y el cuidado del suelo fueron la base y sustento de los imperios; los romanos son considerados los primeros en documentar el uso del estiércol como elemento enriquecedor del suelo y aporte de nutrientes.

Si viajamos en el tiempo llegamos a 1700, ya de nuestra era. En 1711 nace en Rusia Mijaíl Lomonósov, quien en 1755 fundó la primera universidad rusa, que hoy lleva su nombre. Fue un científico estudioso de la geografía, entre otras ciencias, señalaba que el suelo debía de entenderse como un cuerpo en evolución más que como un cuerpo estático; no obstante, no lo diferenciaba de un estrato geológico.



Es hasta el tercer decenio de 1800, en 1837, que en el libro *Bodekunde*, el alemán Karl Sprengel habla del suelo y se refiere a éste como un ente independiente y natural, por lo que múltiples estudiosos de aquella época lo consideran como el padre de la Edafología.

A partir de ahí el estudio de los suelos no se ha detenido y es tema de discusión en las agendas internacionales, en múltiples niveles. Un estudio realizado en China, cita:

Desde 1949, China ha llevado a cabo dos encuestas nacionales sobre el suelo y dos estudios sobre su contaminación. El primer estudio se llevó a cabo de 1959 a 1961 y trató de calcular cuánta tierra cultivable tenía China, identificar dónde estaba y crear un sistema de clasificación de suelos.

El segundo fue de mayor alcance y más detallado. Pero la magnitud del trabajo y los problemas de transporte y condiciones de trabajo hicieron que se tardara dos décadas en completarlo, entre 1975 y 1994. Los tres primeros años se dedicaron a la planificación técnica y los ensayos, la encuesta propiamente dicha se llevó a cabo de 1979 a 1984 y los resultados se procesaron entre 1985 y 1994.

Por primera vez, China disponía de una imagen clara de sus tipos de suelo, cantidades, distribución y condiciones. Se creó un sistema de clasificación de suelos y se elaboraron materiales e imágenes de referencia. Se identificó la proporción de tierras de bajo y medio rendimiento, así como los obstáculos para hacer más productivas esas tierras de cultivo.

En las décadas siguientes, los datos contribuyeron a apoyar el desarrollo agrícola, la creación de tierras de cultivo, la mejora de las tierras de mala calidad, la aplicación de fertilizantes y la planificación agrícola.

Sin duda, en ese breve recuento se muestra que el suelo es fundamental para garantizar la vida en la Tierra. Su estudio es necesario, ya que 75% de la alimentación de los seres humanos depende de actividades emanadas precisamente del suelo: la agricultura, el pastoreo y crianza de múltiples especies animales y el cuidado de especies vegetales, así como de las fuentes productoras de agua.

Así las cosas, el suelo es sin duda tan importante como la especie humana misma. Puede ser inicio y fin al mismo tiempo y, por si no lo habíamos pensado, hay que cuidarlo, ya que todos algún día terminaremos... en el suelo. ▽



#### PARA EL LECTOR INTERESADO:

Taiwan News <https://taiwantoday.tw>

FAO [www.fao.org](http://www.fao.org)

Instituto de Cartografía y Geología de Cataluña. En: <https://www.icgc.cat/es/>

Science Direct. En: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/edaphology>

Cambridge University Department of Achæology. En: <https://www.arch.cam.ac.uk/about-us/egyptology>

# LINEAMIENTOS PARA LOS AUTORES

El público meta se enfoca en estudiantes de nivel educativo medio y medio superior en adelante. La revista busca llegar a preparatorianos, estudiantes universitarios, catedráticos de enseñanza superior y aquellas personas que, habiendo concluido su educación media, no hayan continuado sus estudios; asimismo, a través de las redes sociales busca incidir sobre todo en el público juvenil. Los textos deben ser redactados en un lenguaje claro, sencillo y ameno, con referencias cotidianas que hagan manifiesta la pertinencia social y ambiental, de su contenido.

Los temas a tratar comprenden toda la ciencia, incluyendo las humanas que a veces se piensan ajenas. El contenido de la revista lo conformarán artículos postulados, así como, por invitación, mismos que serán distribuidos en las secciones: breves de ciencia, sección temática central, misceláneos, crónicas, anécdotas, creación.

Si bien los contenidos de los textos son responsabilidad de quienes los escriben, la mesa de redacción se reserva el derecho de intervenir la forma y trabajar la redacción para adaptar los textos a los objetivos planteados por este medio de comunicación: la popularización de la ciencia.

## BREVES DE CIENCIA

A través de notas breves que no superen los 1500 caracteres se darán a conocer noticias científicas sobre temas que más atraen al público meta, por ejemplo: ciencia y tecnología, sexualidad, astronomía, salud y medio ambiente.

Las notas deberán ser redactadas en un lenguaje periodístico que conteste las preguntas: qué, quién, cuándo, dónde, cómo y por qué.

## SECCIÓN TEMÁTICA Y MISCELÁNEOS

Cada número presentará un tema central que será abordado en ocho a diez

artículos, por ello se recomienda a los grupos o instituciones remitirlos en conjunto. Asimismo, contará con una sección miscelánea que se ocupará de cuestiones variadas, que pueden ser asociadas al tema central. La extensión máxima para las contribuciones de ambas secciones será de 6,500 caracteres cada artículo, medidos en letra Times New Roman, 12 puntos, espaciado sencillo.

El autor o autora debe proponer un título que no exceda las ocho palabras y es deseable el uso de subtítulos entre párrafos breves.

Las colaboraciones serán acompañadas de una misiva donde se especifique que su contenido es original.

La revista podrá publicar los artículos en formato impreso y/o electrónico, para lo cual se requiere el respectivo consentimiento de quienes los escriben.

Por tratarse de temas de divulgación y no reportes de investigación, un documento no puede ir firmado por más de tres autores y es deseable cada autor no participe en más de tres artículos en el mismo número. De los autores son indispensables los siguientes datos: nombre y apellido, resumen curricular breve; dirección electrónica y entidad de adscripción.

Es opcional la inclusión de fotografías, grabados, infografías, con un límite de tres por cada texto, las cuales se enviarán separadas de éste, en formato JPG con 300 dpi de resolución, con pie de foto no superior a las 15 palabras, que incluyan el crédito del autor.

El material será examinado por la editora responsable de la revista, quien en mesa de redacción determinará su publicación de acuerdo con los lineamientos generales de la revista y, posteriormente, los contenidos serán dictaminados por personas expertas en las diversas áreas del conocimiento. En caso de ser necesario se pedirán al autor modificaciones.

No se admiten escritos que hagan promoción institucional (anuncios,

eventos, premios, convocatorias, etcétera).

No se aceptan artículos divididos en varias entregas.

## CRÓNICAS, ANÉCDOTAS, CUENTOS Y RESEÑAS

En la sección Creación, se publicarán historias, poemas, pensamientos, reflexiones, cuentos, crónicas y reseñas sobre el quehacer científico, cuya extensión máxima será de dos cuartillas (3 600 caracteres).

Las crónicas, anécdotas y cuentos deben ser redactados con estilo literario y pinceladas de color.

Las reseñas pueden ser de un libro, revista, muestra fotográfica u obra de teatro; se recomienda adjuntar imágenes de forros.

## SEMBLANZAS

Serán publicadas semblanzas (resultantes de una entrevista o rastro documental) de académicos, científicos y estudiantes, donde se dé a conocer su quehacer, logros y cómo se relacionaron con el mundo de la ciencia; tendrán una extensión no mayor a 3 600 caracteres.

No se admiten entrevistas que sólo contengan preguntas más las respuestas del personaje en cuestión. Se recomienda adjuntar fotografías del entrevistado.

Los trabajos postulados a publicación se reciben en el correo:  
***ciencia\_hombre@uv.mx***

En portada y en tercera de forros, obra y fotografía de Karo Carvajal, fotógrafa e ilustradora para XBalam.  
Contacto: karocarvajal@gmail.com





DCCOVS



Universidad Veracruzana  
Dirección General de Difusión Cultural  
Dirección de Comunicación de la Ciencia