



# Descubriendo la interacción suelo- microorganismo-insecto- planta: los secretos de la planta en floración

Diego Iván Escobar-Hernández<sup>1</sup>  
Hermes Pérez-Hernández<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. C.P. 25350. México.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Edzná, Campeche. C.P. 24520. México.

\*Autor de correspondencia. H. Pérez-Hernández, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Edzná, Campeche. C.P. 24520. México.  
Tel.: +52 844 4195202. E-mail: hermesph@hotmail.com



En todo el planeta, existen plantas con flores que presentan una gran diversidad de colores, formas y fragancias. Para florecer, las plantas no solo dependen de factores como la luz, la temperatura y la humedad, sino también de los microorganismos del suelo, que descomponen materia orgánica y liberan compuestos esenciales para su desarrollo. Una vez que las flores se abren, entran en escena los insectos polinizadores, encargados de transferir el polen entre flores y permitir así la formación de frutos. Este artículo aborda la relación cooperativa entre plantas, microorganismos del suelo e insectos, destacando cómo cada uno aporta al ciclo de vida vegetal y al equilibrio de los ecosistemas.

## Introducción

Desde tiempos antiguos, los seres humanos, hemos percibido y experimentado la admiración por los colores, las formas y fragancias de las flores: *¡una maravilla y auténticas joyas de la naturaleza!*



Las plantas despiertan nuestro asombro, ya sea que crezcan en jardines urbanos o en ecosistemas silvestres como bosques, selvas, praderas y pantanos. Su belleza ha trascendido generaciones y culturas, manteniendo viva la tradición de obsequiarlas como símbolo de afecto. Ya sea para celebrar cumpleaños, aniversarios, bodas, o en cualquier momento como un gesto de simpatía, gratitud o felicitación, aunque, lo más triste, es entregar un ramo de flores en un funeral. *¡Qué pena, pero hasta las flores en una situación como esta puede calmar el desconsuelo!*

En otro contexto, no podemos ignorar que las flores también son apreciadas en las actividades culinarias o medicinales, *¿Sabías que en la cultura china los pétalos de crisantemos son consumidos en ensaladas o té?, ¿o que en México se utilizan para el tratamiento de heridas y prevenir posibles infecciones?* Lo interesante, es que las flores de estas plantas poseen unas sustancias conocidas como metabolitos secundarios, compuestos químicos que tienen la capacidad de curar y aliviar enfermedades. Incluso, muchas plantas con flores también son utilizadas para controlar plagas y enfermedades; el cempaxúchitl es un caso particular.

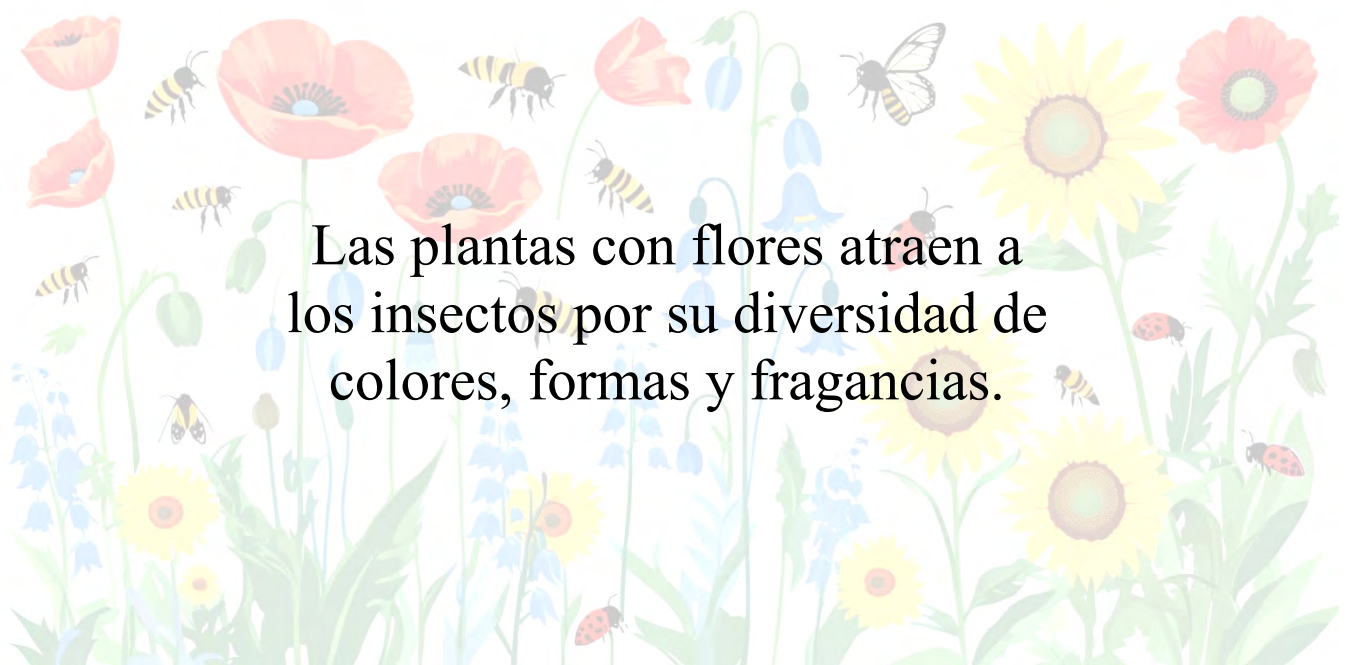


Para que las plantas puedan expresar los diversos colores y aromas de las flores, así como aprovechar sus sustancias para fines alimenticios y curativos, es necesario que los factores ambientales como temperatura, humedad y radiación solar estén en el rango óptimo para las plantas. Algunas especies, por ejemplo, están adaptadas a climas fríos y secos, sobreviviendo a temperaturas entre 5 y 10 °C, mientras que otras prosperan en regiones cálidas y húmedas, con temperaturas cercanas a los 25 °C y lluvias frecuentes. No obstante, estos factores no actúan de manera aislada; la fertilidad del suelo y la presencia de microorganismos edáficos también desempeñan un papel esencial en el pleno despliegue de las cualidades florales. Lo que te queremos decir, es que los microorganismos del suelo por insignificantes que parezcan desintegran la materia orgánica y producen compuestos orgánicos y hace que los minerales del suelo estén disponibles para las plantas, para su crecimiento, pero sobre todo para desplegar un par o decenas de flores.



En otro contexto, la riqueza de colores en las flores no pasa desapercibida para los organismos. A diferencia de nosotros los humanos, las abejas y las mariposas y otros insectos, tienen una visión mucho más especializada cuando se trata de detectar colores. Son capaces de percibir longitudes de onda que nosotros no vemos, como la luz ultravioleta, lo que les permite identificar patrones y tonos en las flores que resultan invisibles para nosotros. Esta capacidad les ayuda a localizar con mayor precisión las flores que ofrecen néctar y polen, estableciendo una interacción con las plantas que da lugar a procesos clave como la polinización y, eventualmente, cumpliendo una relación vital en la producción de frutos.

En este documento, por un lado, te contaremos como los microorganismos del suelo contribuyen en el crecimiento e intervienen en el desarrollo de la floración. Por otro lado, sabrás que cuando las plantas se encuentran en floración existe una diversidad de relaciones con los insectos polinizadores. En ambas situaciones existe una interacción mutualista en la que ambas especies se benefician. Sin duda alguna, si continúas leyendo, descubrirás que entre la relación organismo-insecto-plantas existe un secreto fascinante, *¡quédate en la lectura, conocerás este secreto!*



Las plantas con flores atraen a los insectos por su diversidad de colores, formas y fragancias.



## Desarrollo

### Un vínculo invisible pero vital: las plantas, los microorganismos del suelo y los polinizadores.

Al igual que nosotros los humanos y los animales, las plantas requieren de una adecuada nutrición para crecer sanas y completar su ciclo de vida. Su desarrollo – desde una pequeña plántula hasta una flor en plena madurez – depende del suministro de nutrientes esenciales como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), zinc (Zn), hierro (Fe), azufre (S), ion cloro (Cl<sup>-</sup>), cobre (Cu) y molibdeno (Mo). La mayoría de estos nutrientes provienen del suelo, pero ese "simple sustrato" que pisamos es en realidad un mundo vivo, oculto bajo nuestros pies. Muchos quizás hemos pensado que el suelo para las plantas es solo una fuente de nutrientes, pero en realidad es mucho más que eso. El suelo es un ecosistema repleto de vida; podemos encontrar microalgas, bacterias, hongos, actinomicetos, cianobacterias, y otras muchas formas diminutas pero fundamentales para el equilibrio ecológico.

Estos organismos no solo mejoran la fertilidad del suelo: también colaboran con las plantas de formas sorprendentes. Muchas bacterias y hongos se asocian con las raíces, intercambiando agua y nutrientes por compuestos orgánicos ricos en carbono que producen las plantas mediante la fotosíntesis. Esta cooperación silenciosa influye directamente en la salud vegetal, en el tamaño de sus frutos y hasta en la intensidad de los colores de sus flores. *¿Alguna vez te habías imaginado que las bacterias y hongos son aliados de las plantas y que contribuyen a la fertilidad del suelo?, más aún, ¿que el incremento del tamaño de la planta, de los frutos y los colores de las flores también dependen de los aportes de minerales y compuestos orgánicos que realizan los organismos del suelo?*



Los insectos polinizadores ofrecen el servicio de polinización; transportan el polen de una flor a otra.



Por otro lado, este tipo de vínculo no solo se da entre plantas y microorganismos, sino también entre plantas y polinizadores. Muchos insectos (Hymenoptera: Apidae; Lepidoptera: Nymphalidae, Papilionidae, Coleoptera: Scarabaeidae, Chrysomelidae, Diptera: Syrphidae) ven a las plantas como sus hospederos o alimento, en algunos casos comen las hojas, succionan la savia de las hojas, tallos y/o frutos, en este caso, el único beneficiado son los insectos, mientras que las plantas pueden debilitarse o morir. Sin embargo, cuando se trata de beneficio para ambos, la relación es mutualista, uno de los vínculos más armónicos en la naturaleza.

Las flores ofrecen néctar y polen como recompensa, y a cambio, los insectos – como las abejas (*Apis mellifera* L; abeja de miel) y mariposas (*Danaus plexippus* L; mariposa monarca) – transportan el polen de una flor a otra, haciendo posible la reproducción vegetal. Así que la próxima vez que veas una flor o una abeja en tu jardín, imagina que estás presenciando una alianza antigua y fundamental.



La naturaleza está tejida por una red de interacciones entre especies. Hasta el momento, has leído y entendido de la relación mutualista. Relación mutua – “de ambos” – a la vez, ecológicamente hablando es simbiótica, referido esto a la unión o vínculo estrecho en el que las diferentes especies obtienen provecho. Sin embargo, existen otras relaciones que pueden adoptar distintas formas, según cómo se beneficien -o no- las especies involucradas. Por ejemplo, cuando diferentes especies compiten por los mismos nutrientes, se conoce como interacción competitiva. Si solo una especie obtiene el beneficio mientras la otra se ve afectada, se trata de una relación de explotación. En cambio, si no hay prejuicio ni ventaja para ninguna especie, la relación es neutral.

Me gustaría que continúes en la lectura y piensa por un momento qué papel jugarías tú si fueras una planta o uno de estos pequeños aliados de la naturaleza (Figura 1). Este ejercicio de imaginación no solo nos acerca a comprender mejor el mundo natural que nos rodea, sino que también nos permite entender que nuestra alimentación es parte de las interconexiones entre especies de plantas y animalitos. Entonces, *¡Te invito a que te quedes leyendo y de esta manera sabrás la importancia de ambos organismos en nuestra alimentación e indirectamente en nuestras vidas!*

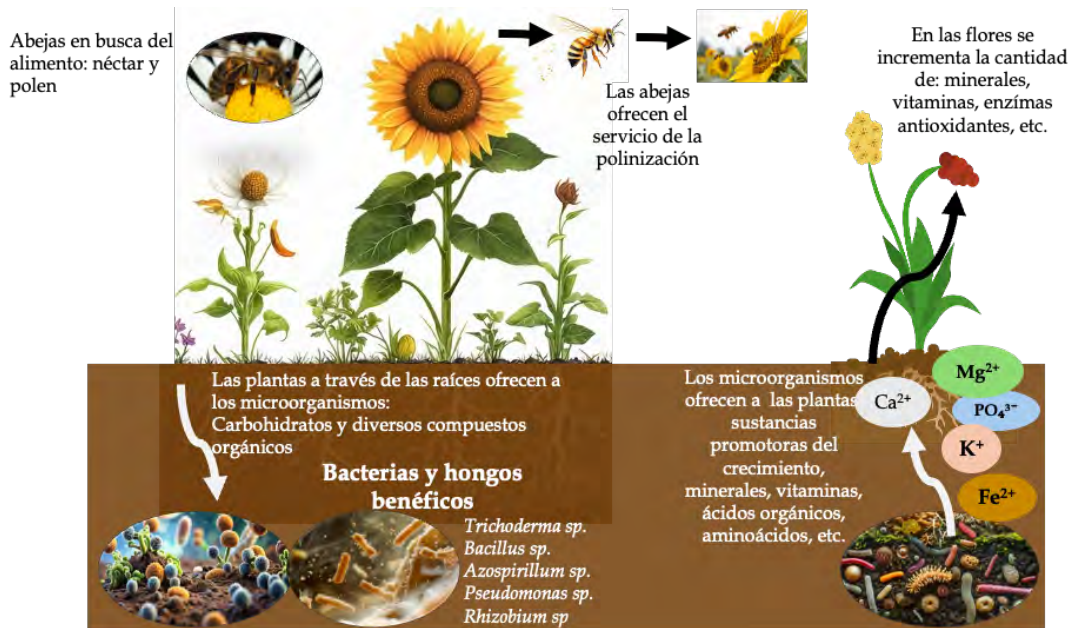


Figura 1. Interacción microorganismos del suelo con plantas e insectos polinizadores (elaboración propia).

## Una mirada a la relación de los microorganismos y plantas

La rizósfera es el espacio que rodea las de las plantas, donde interactúan el suelo, los microorganismos, el agua, y diversos compuestos orgánicos del suelo. Se ha estimado que, en un rango de aproximadamente 5 mm desde la superficie de la raíz hacia el exterior, ocurre una intensa zona de interacción entre las plantas y la microbiota del suelo. Dentro de este entorno, los microorganismos con relaciones mutualistas favorecen el desarrollo vegetal mediante la mejora en la disponibilidad de nutrientes, síntesis de fitohormonas y la atenuación de factores de estrés tanto biótico como abiótico. Por otro lado, para comprender cómo estos organismos benefician directamente a las plantas, es importante señalar que las raíces liberan compuestos conocidos como exudados, los cuales actúan como fuente de carbono y energía para los microorganismos del suelo, incluyendo bacterias y hongos micorrícicos. Estos exudados, ricos en sustancias orgánicas como: azúcares (glucosa y fructosa), aminoácidos (glicina y glutamina) y ácidos orgánicos (cítrico, láctico y málico), así como vitaminas, promueven la proliferación de poblaciones microbianas benéficas funcionales en el entorno radical *¿Te das cuenta? ¡Aquí está el beneficio para ambos, ¡tú me das, yo te doy!, ¡tú me ayudas, yo te ayudo!*



Por comentarte una situación particular. Hace unos años, los investigadores demostraron que los microorganismos del suelo modificaron el crecimiento y floración de la planta *Arabidopsis thaliana* L. Sin duda es una situación sorprendente, ya que las plantas al proporcionarles alimentos a los microorganismos través de los exudados radicales, las poblaciones de los diminutos organismos se incrementaron, se mantuvieron activos en la rizosfera y alargaron la biodisponibilidad de nitrógeno al producir nitratos (alimento que promueve el crecimiento de las plantas), esto retrasó el tiempo de floración al transformar el compuesto llamado triptófano en la fitohormona ácido indol acético (IAA), disminuyendo los genes que activan la floración dando lugar a una mayor altura de las plantas. Así, los microorganismos contribuyeron en la no activación de la floración, también puede ocurrir algo sorprendente. Los científicos demostraron que, en diferentes especies de plantas, hubo un incremento de la disponibilidad de fósforo y potasio, así como de la hormona ácido giberélico (AG), lo que ocasionó adelantos en la floración y sobre todo flores con colores intensos. *¿Ya te das cuenta de la importancia de los microorganismos y como mediante la liberación o desintegración de compuestos o minerales pueden afectar de distintas formas a las plantas?* En realidad, a los diminutos microorganismos benéficos se les conocen como bioestimulantes del crecimiento de las plantas.

Al mismo tiempo, como te conté anteriormente, también existen microorganismos dañinos; sin embargo, al aumentar las poblaciones de los benéficos, hasta cierto punto en algunas ocasiones son las bacterias benéficas quienes disminuyen las poblaciones de sus contrapartes dañinos, esto ocurre debido a que liberan sustancias de defensa, influyendo así en el control de enfermedades y al final las plantas se desarrollan óptimamente. *¡Es impresionante, también se consideran microorganismos guardianes de las plantas!*

### **Relación de los polinizadores con las plantas**

A medida que las plantas se desarrollan, las características visuales y olfativas de sus flores — como la diversidad de colores y, sobre todo, de los compuestos volátiles que emiten como: terpenoides, alcoholes, aldehídos y cetonas, actúan como mensajes químicos que viajan por el aire. Estas fragancias florales son códigos de atracción para diversos insectos que buscan néctar y polen como fuente de alimento. Sin embargo, esta relación va más allá del simple acto de alimentarse. Mientras los insectos obtienen sus recompensas, las plantas, gracias al proceso de polinización, logran fecundarse y producir más frutos.



Como ya has leído, las flores que ofrecen el néctar a los polinizadores; en sí, es el premio que las plantas entregan a los insectos por el servicio de transportar los granos de polen de una flor a otra y ocurra el proceso de polinización y finalmente la fertilización, que es la formación de un fruto. Para entender por completo este proceso, te cuento lo siguiente: algunas avispas al llegar en busca de néctar o polen, intencionalmente, los granos de polen se adhieren en las patas, abdomen o cabeza, logrando que el insecto al estar visitando cientos de flores, logren depositar el grano de polen en diferentes flores de la misma especie.

Parece increíble, pero este intercambio silencioso entre fragancia y vuelo es una de las claves de la biodiversidad y de la producción de muchos de los alimentos que consumimos.

Entonces, aunque no lo creas, en esta interacción, las plantas y los insectos obtienen sus beneficios y, *¿ahora podrías creer que, como resultado de este beneficio, las plantas pueden producir una mayor cantidad de frutos?*

En general, la floración de las plantas es el resultado de millones de años de evolución. Cada especie floral nos sorprende con una variedad asombrosa de formas, matices y colores, que van desde los más intensos hasta los más delicados. Detrás de este despliegue visual y aromático, se encuentra el metabolismo primario: un conjunto de procesos químicos que permiten el desarrollo de la flor, la producción de aminoácidos y una gama de fragancias. Estos compuestos no solo hacen que las flores sean atractivas, sino que también las convierten en una fuente vital de alimento para los polinizadores, facilitando así la reproducción de las plantas (Figura 2).



**Figura 2.** Formas y colores de las flores que atraen a los insectos polinizadores.



Hasta este punto de la lectura, ya habrás notado que la forma y el aroma de las flores cumplen una función ecológica clara. Sin embargo, este despliegue visual y químico de parte de las flores nos sería posible sin una nutrición adecuada. La formación de flores y en abundancia requiere minerales que las plantas absorben del suelo, con ayuda de microorganismos que mejoran la disponibilidad de estos nutrientes. Así que, vale la pena recordar que debajo del suelo también ocurren historias invisibles pero fundamentales para que el color, el aroma y la vida florezcan.

Quizás nunca te imaginaste que los microorganismos del suelo podrían contribuir en el crecimiento de la planta, en la floración y al final, que en la formación de frutos existen otros organismos implicados, los insectos. Como humanos, debemos entender la importancia de los animalitos para las plantas. Al final, tú y yo y todas las personas del mundo somos los beneficiados, consumimos las frutas, las hojas y en muchos casos las flores de las plantas. Con esta lectura ya sabes los secretos que guardan las plantas con flores.

## Conclusión

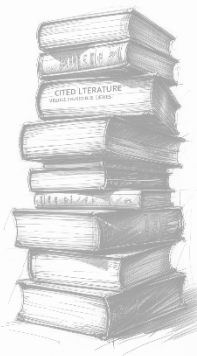
Tanto debajo del suelo, entre las raíces de las plantas y los microorganismos, como en la superficie del suelo; entre las plantas en floración y los insectos, ocurren una interacción asombrosa y benéfica para ambas especies, llamada mutualismo. La naturaleza es tan impresionante que cada organismo cumple una función en particular. La interacción entre microorganismos, insectos y las plantas es un secreto fascinante que quizás nunca te habías imaginado que existiera. Lo más interesante es que al final, nosotros los humanos somos beneficiados de esta interacción, ya que indirectamente nos alimentamos de las frutas producidas o simplemente al utilizar las flores de las plantas para fines alimenticios o medicinales.

## Literatura recomendada

Bhattacharyya, P. N., & Jha, D. K. (2012). Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR): Emergence in Agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28:1327-1350.

Guzmán Duchén, D., & Montero Torres, J. (2021). Interacción de bacterias y plantas en la fijación del nitrógeno. *Revista de investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 8(2), 87-101.

Van Der Kooij, C. J., Vallejo-Marín, M., & Leonhardt, S. D. (2021). Mutualisms and (a) symmetry in plant-pollinator interactions. *Current Biology*, 31(2), R91-R99.





### Semblanza de autores

**M.C. Diego Iván Escobar Hernández**, es estudiante del Doctorado en Agricultura Protegida, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Su línea de investigación se enfoca en la estimulación del crecimiento y desarrollo de especies hortícolas y florícolas mediante la aplicación de iluminación LED, con el objetivo de optimizar su productividad y calidad en ambientes controlados.

**Dr. Hermes Pérez Hernández**, es Investigador titular C en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Es miembro del SNII I. Su línea de investigación se centra en los sistemas agroecológicos y fertilidad de suelos, evalúa la aplicación balanceada de fertilizantes inorgánicos y nanomateriales en cultivos comestibles desde la perspectiva agroecológica y evalúa las implicaciones de los fertilizantes convencionales y nanomateriales en la cadena trófica.



Envía tus contribuciones científicas a la revista **Terra Latinoamericana**, órgano de difusión de la SOCIEDAD MEXICANA DE LA CIENCIA DEL SUELO, A. C.

**Terra Latinoamericana** es de publicación continua y publica artículos científicos originales de interés para la comunidad de la ciencia del suelo y agua.

**TERRA**  
Latinoamericana



ISSN Electrónico 2395 - 8030

<https://www.terralatinoamericana.org.mx/index.php/terra>