

## EL ENEMIGO DE MI ENEMIGO ES MI AMIGO

*The enemy of my enemy is my friend*por JOSÉ ANTONIO GUTIÉRREZ BARRANQUERO<sup>1</sup> Y JUAN CARLOS CODINA ESCOBAR<sup>2</sup><sup>1</sup>PROGRAMA DE DOCTORADO EN MEDICINA MOLECULAR, DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGÍA, UNIVERSIDAD DE MÁLAGA<sup>2</sup>COLABORADOR HONORARIO DEL DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGÍA DE LA UMA. PROFESOR DE EESS EN EL IES SIERRA

BERMEJA, AVENIDA RAMÓN Y CAJAL, 113. 29014, MÁLAGA

JAGUTIERREZ@UMA.ES

*Palabras clave: microbioma, biocontrol, análisis de red*

Enviado: 04/06/2019

*Keywords: microbiome, biocontrol, network analysis*

Aceptado: 11/11/2019

La salud de las plantas se ve influenciada por las características de la propia planta, el medio ambiente, especialmente el suelo, y el microbioma asociado a las mismas. El estudio de las redes de interacción entre los componentes del microbioma puede proporcionar estrategias para el desarrollo de una agricultura sostenible a la par de respetuosas con el medio ambiente.

*Plants health is influenced by the characteristics of the plant, the environment, specially the soil, and the microbiome associated with them. The study of the interaction networks of the different components of the microbiome can provide strategies for the development of a sustainable agriculture as well as being environmental friendly.*

El microbioma fue descrito por primera vez, aplicado a los seres humanos, como «la comunidad de microorganismos comensales, simbióticos o patógenos que literalmente ocupan un espacio en nuestro cuerpo»<sup>[1]</sup>. Este término también ha sido empleado en el contexto de las plantas como «el ambiente entre la planta y todos los microorganismos asociados a él»<sup>[2]</sup>. En comparación con el microbioma de humanos, el de plantas ha sido menos estudiado aunque actualmente este área de investigación se encuentra en auge por sus efectos beneficiosos en agricultura<sup>[3]</sup>. La estructura del microbioma de las plantas viene determinada por varios factores, entre los que se encuentran el genotipo de las plantas y su estado de desarrollo, la presencia o ausencia de enfermedades y las condiciones ambientales. Por tanto, los estudios destinados a conocer las interacciones microbianas en la rizosfera, filosfera y endosfera son fundamentales para el desarrollo de técnicas y metodologías basadas en el uso de los microbiomas, como una alternativa al uso de agroquímicos, para promover una agricultura sostenible y respetuosa con el medio ambiente<sup>[4]</sup>.

La capacidad funcional del microbioma de plantas no es igual a la suma de la de cada uno de sus integrantes considerados de forma individual, sino que es el resultado de los diferentes tipos de interacciones que se producen entre los microorganismos y su hospedador, y que dan como resultado redes muy complejas. Particularmente, las redes microbianas están constituidas

en muchos casos por miles de microorganismos que interactúan entre sí siguiendo vías de mutualismo, de sinergia, comensalismo, amensalismo o parasitismo. Estas interacciones pueden condicionar el fitness de un determinado microorganismo o grupo de microorganismos, influyendo sobre la fertilidad del suelo y la salud de las plantas.

Las plantas son sistemas complejos cuya productividad también depende de interacciones con diversos organismos (bacterias, hongos, oomicetos) asociados a ellas (tanto en su superficie, especialmente rizosfera y filosfera, como en su interior) así como sus relaciones con los diferentes factores abióticos del medio en el que viven. Se trata de redes muy complejas de interacción con efectos observables a nivel del estado sanitario de la planta, tolerancia a situaciones de estrés, dinámica de crecimiento, etc.

En la búsqueda de nuevas estrategias en la lucha contra las enfermedades microbianas de las plantas se intenta conseguir identificar microorganismos antagonistas de los agentes causales de dichas enfermedades. Microorganismos que compitan o sean patógenos de sus congéneres causantes de enfermedades en plantas y que no ocasionen daños ni a la propia planta ni al ambiente pueden resultar armas útiles en dicha lucha; además de ayudar al establecimiento de una agricultura más sostenible, con menor dependencia de fertilizantes, pesticidas y herbicidas y una mayor productividad y un mejor contenido nutricional de los productos obtenidos<sup>[1]</sup>.

Durante mucho tiempo, los métodos empleados para determinar los efectos negativos de microorganismos patógenos sobre las plantas se han basado en la caracterización de la abundancia relativa y la diversidad de los mismos; métodos que han resultado especialmente fructíferos en el descubrimiento de nuevos agentes de biocontrol para suprimir a dichos patógenos<sup>[2]</sup>. La limitación de este tipo de aproximación es que la búsqueda de poblaciones microbianas importantes desde el punto de vista funcional se basa en un determinado grupo de marcadores obviando las posibles relaciones y conexiones que se dan entre dichas poblaciones.

Por ello en los últimos años, el estudio de los microbiomas de plantas emplean cada vez más los denominados análisis de red que evalúan no sólo las interacciones directas sino también las potenciales interacciones indirectas entre los diferentes miembros de la comunidad microbiana. Los análisis de red pueden estar basados en el hospedador o en el patógeno, pero los más interesantes son los centrados en la enfermedad, que suministran información tanto del hospedador como del patógeno. Los grupos de componentes del microbioma que pueden resultar interesantes serían aquéllos que muestran asociaciones que producen respuestas positivas en determinadas características de la planta y aquellos otros que muestran una asociación que repercute de forma negativa en la frecuencia del patógeno o en el nivel de enfermedad.

Por ello, una estrategia muy útil en la búsqueda de una mayor comprensión de las posibles interacciones dentro del microbioma es la construcción de redes de coexistencia. Estas redes se construyen basándose en el cálculo de las correlaciones de abundancia de diferentes grupos microbianos. Se trata de buscar microorganismos o grupos microbianos que coexistan de manera frecuente en estas redes, ya que podrían jugar un papel potencial dentro del microbioma al interactuar con muchos grupos microbianos diferentes. Dichos microorganismos se pueden convertir en especies clave al poder mostrar un amplio efecto regulatorio sobre el ambiente y sobre otros miembros del microbioma<sup>[5]</sup>.

Dentro de las redes microbianas resulta interesante determinar la presencia de especies microbianas con muchas relaciones de interconexión, que reciben la denominación de centros o núcleos microbianos. Algunos estudios indican que estos centros microbianos son especies importantes para el estado de salud de la planta, actuando como mediadores entre éstas y el resto del microbioma. En este sentido, las especies que forman los centros microbianos pueden ser mediadores que recluten a microorganismos beneficiosos para la planta o impidan la invasión de posibles microorganismos patógenos, en la búsqueda de una mejora de su propia fitness, pero al mismo tiempo beneficiando al sistema en

su conjunto. Lamentablemente, también puede darse el caso de que los centros microbianos sean patógenos que inicien la colonización de él y de otros microorganismos, influyendo de forma negativa en la planta<sup>[6]</sup>.

La estructura que se observa en las redes de microbioma, con sus centros microbianos de importancia, es el punto de partida para el desarrollo de técnicas de manejo de suelos y cosechas; ya que la presencia de ciertos centros microbianos o la pérdida de los mismos o de otros, puede resultar clave en el mantenimiento de la fertilidad del suelo y del estado de salud de la planta. Se trata de intentar usar y manipular el microbioma de las plantas para incrementar la productividad de las mismas de una manera sostenible. El genotipo de las plantas parece tener un efecto importante sobre la composición del microbioma, por lo que la selección de determinados tipos de plantas con los genotipos adecuados puede ser una forma de obtener buenos resultados de productividad, al seleccionarse un microbioma adecuado para la planta.

En el caso de la introducción de un patógeno en el sistema, se pueden contemplar tres situaciones. Una primera en la cual existe una elevada productividad de la planta, reflejo de un estado de salud de la misma adecuada; una segunda en la cual existe un patógeno que causa enfermedad de la planta y consecuentemente una disminución de la productividad; y una tercera en la que se observe una disminución de la productividad de la planta, resultado de un estado de enfermedad ocasionado no por un único patógeno, sino por una alteración del microbioma en su conjunto. En este tipo de escenario, la abundancia del patógeno y del resto de grupos asociados al mismo es mayor, siendo baja la abundancia de los taxones beneficiosos para la planta. En este caso, la estrategia a seguir más que buscar solamente agentes de biocontrol efectivos contra el patógeno sería la búsqueda de especies microbianas que actúen negativamente sobre los «amigos» del patógeno y de otras que favorezcan a los «enemigos» del mismo<sup>[7]</sup>.

A las relaciones e interacciones entre los diferentes grupos microbianos que integran el microbioma habría que sumar los factores fisicoquímicos del medio ambiente, especialmente el suelo y las características de la especie vegetal en cuestión. Quedan pues, muchos aspectos por estudiar en esta trama compleja en la que participan plantas, ambiente y microbioma. En cualquier caso, en la búsqueda de estrategias para el desarrollo de una agricultura sostenible que al mismo tiempo sean respetuosas con el medio ambiente, el estudio del microbioma resulta fundamental. Y como reza en el título de este trabajo, no siempre hay que basarse en los amigos en la lucha contra un enemigo. A veces, los enemigos del enemigo se convierten en amigos.

---

## Referencias

- [1] Lederberg J y McCray AT. Ome Sweet Omics, a genealogical treasury of words. *The Scientist*. 15:8, 2001.
- [2] Melcher U, Verma R y Schneider WL. Metagenomic search strategies for interaction among plants and multiple microbes. *Front. Plant. Sci*. 5:268, 2014.
- [3] Hunter P. Plant microbiome and sustainable agriculture. *EMBO reports* 17(12): 1696-1699, 2016.
- [4] Rossman M, Sarango-Flores SW, y otros. Plant microbiome: composition and functions in plant compartments. *En The Brazilian Microbiome*. V. Pyro, L. Roesch (eds). pp 7-20, 2017.
- [5] van der Heijden, MGA y Hartmann, M. Networking in the plant microbiome. *PLOS Biol*. 14: e1002378, 2016.
- [6] Agler TA, Ruhe J, y otros. Microbial hub taxa link host and abiotic factors to plant microbiome variation. *PLoS Biol* 14(1):e1002352, 2016.
- [7] Poudel R, Jumpponen A y otros. Microbiome networks: a systems framework for identifying candidate microbial assemblages for disease management. *Phytopathol*. 106(10): 1083-1096, 2016.
- 
-