

La Moringa y sus hongos endófitos: Una alternativa para el biocontrol de plagas y enfermedades agrícolas

Por: Francy Marcela Pérez Hernández

Los hongos endófitos extraídos de plantas como *Moringa oleifera* desempeñan un papel vital en las interacciones planta-patógeno y se ha demostrado que estos organismos producen sustancias que afectan a insectos y microbios. No dejes de leer este artículo para aprender más de la Moringa, sus endófitos y su potencial en la agricultura sostenible.

¿Qué es la Moringa y cuál es su importancia?

La *Moringa* es un árbol de rápido crecimiento que comprende 13 especies, siendo una de las más estudiadas la *Moringa oleifera* (Figura 1). Es originario del sur del Himalaya, el noreste de la India, introducido y cultivado prácticamente en todas las regiones tropicales, subtropicales y semiáridas del mundo. Esta planta ha tenido utilidad por sus múltiples beneficios, por ello

recientemente se ha demostrado que posee numerosos atributos medicinales, en particular por sus efectos y propiedades antimicrobianos y antifúngicos. Los metabolitos secundarios son de gran importancia y responsables de dichas propiedades. La mayoría de ellos son extraídos con solventes orgánicos de partes de la planta así como de callos (tejido vegetal no diferenciado) de estas plantas.



Figura 1. Aspecto de *Moringa oleifera*.



Reconocidos mundialmente por miles de años por sus múltiples beneficios, prácticamente todas las partes de Moringa han sido utilizadas por el ser humano. Las hojas, flores, frutos, vainas y raíces son apreciados por su valor

nutricional (como suplemento alimenticio) y purificación de agua. También se han usado con éxito en programas de reforestación y fertilización de suelos y en la industria farmacéutica. Además, poseen propiedades

antioxidantes, contra úlceras, hipertensión, antiinflamatorias, entre otros.

Por sus efectos y propiedades antimicrobianas y antifúngicas ha sido de gran interés tanto para [el ámbito medicinal como el agronómico](#). Los metabolitos secundarios son de gran importancia y responsables de la actividad antimicrobiana y antifúngica. La mayoría de estas sustancias son obtenidas a partir de extractos etanólicos, metanólicos, acetónicos de partes de la planta, así como de callos (tejido vegetal no diferenciado).

Muchas investigaciones han descrito el efecto fungicida del extracto de raíces, hojas y vainas de *M. oleifera* contra hongos fitopatógenos, como *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Alternaria solani*, *Alternaria alternata*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* y *Macrophomina phaseolina*. En este caso, se redujeron significativamente el crecimiento radial, la germinación de esporas y la producción de micelio seco de todos los patógenos probados. El efecto de la reducción de los patógenos se observó al aumentar la concentración de los extractos de 20% al 50%, siendo los extractos de hoja y raíces de *M. oleifera* los más efectivos como un potente biofungicida.

¿Qué es un organismo endófito?

Los endófitos son microorganismos que viven en el interior de los tejidos de plantas vivas sin ocasionar ningún síntoma o efecto negativo. Pueden presentar actividad antimicrobiana, activar resistencia sistémica de la planta y producir metabolitos volátiles que atraen insectos benéficos capaces de disminuir las poblaciones de insectos plaga. Algunas cepas de hongos endófitos encontradas en *M. oleifera*, presentan propiedades de inhibición *in vitro* contra algunos fitopatógenos.

La palabra endófito significa literalmente "dentro de la planta", pero específicamente se refiere a microorganismos, sean bacterias u hongos que no producen daño aparente en la planta hospedadora. Estos conforman una importante base de investigación farmacológica, debido a la producción de metabolitos secundarios, ayudando a la disminución de infecciones causadas por patógenos.

Como ejemplo de esta relación simbiótica está la orquídea *Stanhopea anfracta*, cuyas manchas circulares como lunares están asociados a la presencia de hongos endófitos (Figura 2). Los hongos endófitos de orquídeas tropicales han sido relativamente poco estudiados y podrían llegar a tener una serie de aplicaciones muy interesantes en la conservación y la propagación de orquídeas.



Figura 2. Lunares causados por hongos endófitos en la orquídea *S. anfracta*. Tomada de Montoya, S (2019)

Beneficios de los hongos endófitos

Los hongos endófitos le confieren a la planta beneficios que la mayoría de las veces pueden ser mutuos. Así, los hongos utilizan los nutrientes que sintetiza la planta y esta se beneficia de los metabolitos secundarios que ellos producen.

Los hongos endófitos pueden contribuir a la protección de la planta hospedadora contra factores bióticos (patógenos y herbívoros) y abióticos (estrés salino, térmico, entre otros). Esta protección puede darse a través de varios mecanismos:

- 1) Directos a través de enzimas y metabolitos secundarios con actividad antipatógeno, los cuales son producidos directamente por el hongo.
- 2) Indirectos como el incremento de la expresión de mecanismos de defensa químicos o fisiológicos intrínsecos a su planta hospedera.
- 3) Ecológicos que llevan a cabo por ocupación del nicho ecológico, parasitismo y depredación.

¿Cómo llegan los hongos endófitos al interior de una planta?

Dentro de los grupos de hongos endófitos existen distintos mecanismos de transmisión y estilos de vida simbiótica.

Los estilos de vida son el resultado de las especies fúngicas y vegetales involucradas. El resultado de la interacción entre estas puede variar desde antagonismo hasta mutualismo.

En cuanto a los tipos de transmisión existen dos tipos vertical y horizontal (Figura 3). De manera vertical es cuando estos colonizan las semillas, es decir, es la transmisión del hongo a la siguiente generación a través de la semilla del hospedador. Por otra parte, está la transmisión horizontal que se da cuando su inóculo se dispersa y llega a otra planta a través de esporas sexuales y asexuales.

Los endófitos pueden transmitirse por ambas vías; sin embargo, la conservación de su capacidad de producir esporas durante más tiempo afecta su transmisión.



Figura 3: a. Mecanismo de transmisión vertical; b. transmisión de los endófitos por transmisión horizontal, mediante la producción de esporas. Tomado de Luberiaga R (2012).

La vía de transmisión horizontal es el mecanismo predominante entre los hongos endofíticos. Cabe destacar que la colonización y penetración no es tarea fácil para estos hongos, ya que las plantas hospedadoras cuentan con el proceso de quimiotaxis que implica la producción de sustancias químicas específicas para protegerse de los invasores, incluidos los

endófitos. A pesar de esta defensa, los hongos endofíticos consiguen entrar en el tejido a través de los estomas a lo largo de las células epidérmicas anticlinales. Por otro lado, los endófitos suelen producir las enzimas necesarias para la colonización de los tejidos vegetales. Los hongos endofíticos interrumpen los mecanismos de defensa de las plantas

mediante la producción de enzimas, como celulasas, xilanasas y proteasas, para descomponer estos metabolitos secundarios antes o durante la penetración. En este momento son muy estudiadas las formas de transmisión de microorganismos endófitos.

Hongos endófitos en *Moringa*

En este mismo orden de ideas, [algunos estudios](#) han aislado hongos endófitos pertenecientes a las clases Ascomicetes y Basidiomicetes de

plantas vasculares, musgos, entre otros. También se han aislado de *Moringa oleifera*, siendo los principales géneros aislados *Fusarium*, *Curvularia*, *Trichoderma*, *Cladosporium*, *Acremonium*, entre otros (Figura 4). Algunas cepas de hongos endófitos encontrados en *M. oleifera*, presentan buenas propiedades de inhibición *in vitro* contra fitopatógenos como *Pestalotia palmarum*.

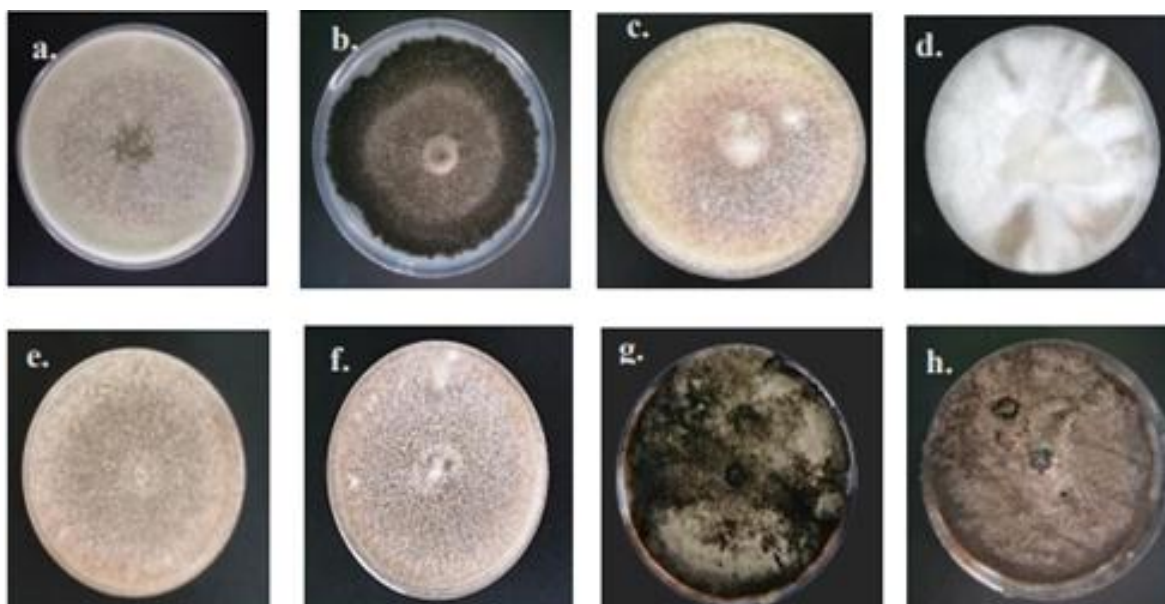


Figura 4. Cepas de hongos endófitos de *M. oleifera*. (a) *Trichoderma* sp. (b) *Curvularia* sp. (c, d, e y f) *Fusarium* sp. (g y h). *Curvularia* sp. Tomado de Montoya S (2019).

Los mejores resultados de antagonismo lo ha tenido *Trichoderma*, por su inhibición del crecimiento sobre patógenos. Por su parte, *Fusarium* y *Curvularia* mostraron una actividad de antibiosis. También se han aislado hongos endófitos de *Moringa americana* y *M. oleifera* con capacidad de inhibir el crecimiento de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

Uno de los mecanismos de protección de los endófitos a las plantas hospedadoras es la generación de resistencia a patógenos. Así, se ha demostrado que la resistencia en la cebada (*Hordeum vulgare*) al ataque de fitopatógenos fue debido a la colonización de las raíces por el endófito *Piriformospora indica*. En las plantas

inoculadas con el endófito e infectadas con los patógenos *Fusarium culmorum* y *Cochliobolus sativus*, mostraron menor pérdida de biomasa y severidad de la enfermedad causada por estos fitopatógenos. Los efectos positivos observados están relacionados con la inducción de niveles más altos de antioxidantes como el ascorbato, presentes en las raíces y mediado por la acción del endófito. Es importante resaltar que dicho antioxidante puede proteger a la planta hospedadora de la [muerte celular](#).

Los endófitos son agentes de control biológico naturales con posibles usos y beneficios en el control de las enfermedades de las plantas y

desempeñan un papel vital en las interacciones planta-patógeno. Varios estudios sobre la relación planta-endófito han demostrado que los endófitos producen toxinas que disuaden a los insectos. Dentro de los mecanismos que usan los endófitos para disminuir el daño ocasionado por insectos, destacan el parasitismo, antagonismo y resistencia sistémica. Otro ejemplo es el hongo [*Beauveria*](#)

[*bassiana*](#) (Figura 5) especie con varios reportes como endófito antagonista de enfermedades de plantas producidas por hongos como *Pythium*, *Rhizoctonia* y *Fusarium*. La protección de este frente al ataque de patógenos se produce por mecanismos directos como competencia y antibiósisis e indirectos como la inducción de resistencia por la producción de metabolitos secundarios, enzimas o compuestos volátiles.



Figura 5: La chinche de las plantas occidentales (*Lygus hesperus*) muerta por el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Foto de Surendra Dara)

En conclusión los hongos endófitos están presentes en varias especies de plantas sin causarles daños aparentes y producen una serie de metabolitos secundarios que pueden ayudar a la defensa y resistencia de la planta. Muchos de estos metabolitos tienen propiedades antifúngicas, antibacterianas e insecticidas que inhiben el crecimiento de otros microorganismos, incluidos fitopatógenos. Así pues, los endófitos no sólo desempeñan un importante papel ecológico sino que también aumentan la posibilidad de

encontrar nuevos compuestos bioactivos. Dado que los fungicidas y plaguicidas además de ser costosos, la mayoría causan una grave contaminación ambiental y afectan la salud, las estrategias de control deben ir dirigidas a sustituir el uso de fungicidas y plaguicidas químicos por productos naturales. Una de las alternativas serían los extractos de plantas junto con el uso de microorganismos endófitos que en combinación pueden reducir las pérdidas de rendimiento causadas por plagas y enfermedades en el cultivo.

¿Cree que los endófitos de plantas y los extractos vegetales pueden contribuir al desarrollo sostenible? Te leemos en los comentarios.



Francy Pérez. Es graduando de la Licenciatura en Biología de la Universidad de Carabobo. Dos años como asistente de laboratorio de Biodiversidad vegetal. Ha realizado investigación en el efecto antimicrobiano de extractos de callo no embriogénicos de *Moringa oleifera* sobre bacterias de interés clínico y alimenticio. Ahora escribe artículos de divulgación.