

TECN^oCAFÉ
Parque Tecnológico de Innovación

BOLETÍN

CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

CONTENIDO

01 | MEDIDAS DE CONTROL DE LAS ENFERMEDADES FITOPATOGÉNICAS DEL CAFÉ

02 | CONTROL BIOLÓGICO DE HONGOS DEL CAFÉ

03 | LA BIODIVERSIDAD BIOLÓGICA COMO FUENTE IMPORTANTE DE ANTIMICÓTICOS



INTRODUCCIÓN



Las actuales condiciones ambientales en las que se vienen presentando alteraciones en la frecuencia e intensidad de lluvias, vientos, temperaturas y otros fenómenos causados por el hombre; han llevado a que, en la agricultura, se tomen medidas, cada vez más alternativas en las cuales, una de las principales decisiones, ha sido la reducción impactante del uso de productos agroquímicos en las labores de control de plagas y enfermedades en los cultivos agrícolas. La caficultura no ha sido ajena a este fenómeno que ha generado problemas serios en la estabilidad ecológica y biológica en muchas zonas del planeta y es ahora que nos estamos preparando para afrontar dicha problemática.

Desde **TECNiCAFÉ**, venimos trabajando arduamente en consolidar alternativas viables desde el punto de vista técnico, ambiental, social y sobre todo económico, para aportar a partir de procesos de investigación, validación e innovación, prácticas para una agricultura más equilibrada con el ambiente y el entorno en la que la observación de comportamientos y la investigación y desarrollo de nuevos productos naturales, permitan darles herramientas a nuestros productores, posibilidad de soluciones tecnológicas ante las dificultades que se presentan en el sistema productivo, sin el riesgo de continuar con las afectaciones al medio, que cada vez, está más amenazado.

Partiendo de la premisa anterior, el presente boletín tecnológico que publica **TECNiCAFÉ**, trae una alternativa que involucra los bioprocesos, como una propuesta viable en el manejo integrado de las plagas y enfermedades del Café, a través del uso de la diversidad biológica como fuente invaluable de compuestos antimicóticos, una opción que se presenta como alternativa de manejo ya que refuerza lo manifestado por autores que aseguran que en los ecosistemas de cafetales, la diversidad microbiana ayuda a mantener el equilibrio del ecosistema, promoviendo la resiliencia frente a cambios ambientales y reduciendo la incidencia de patógenos (Gilbert, Jansson, & Knight, 2014).



MEDIDAS DE CONTROL DE LAS ENFERMEDADES FITOPATOGÉNICAS DEL CAFÉ

Lorena Mendoza Tobar, Post-PhD Tecnicafé

Para Colombia el café es una parte importante de la economía y la cultura, posicionándolo como el tercer país productor de café del mundo y el mayor productor de café de la más alta calidad, por lo tanto, el Café es el producto de principal exportación agrícola, que genera más de un millón de empleos y contribuye al crecimiento económico del país (Cano-Sáenz et al., 2013; Organización de las naciones unidas para la alimentación y la Agricultura, 2021).

A pesar de su importancia, la industria del café en Colombia enfrenta una serie de problemas, en la cual se incluyen la presencia de diversas plagas y enfermedades que comprometen la producción de los cultivos. Dentro de las principales enfermedades se destacan las producidas por hongos como la Roya (*Hemileia vastatrix*); La llaga macana, (*Ceratocystis fimbriata*); La llaga radical (*Rosellinia* spp), Mancha de Hierro (*Cercospora coffeicola*),

El mal rosado del cafeto (*Corticium salmonicolor*), Mal de talluelo (*Rhizoctonia solani*), La antracnosis del cafeto (*Colletotrichum* spp) y La muerte descendente del cafeto (*Phoma* sp). (Casto & Rivillas, 2010), lo cual impacta de manera importante las familias que dependen de esta actividad agrícola como sustento (Arcila-pulgarin, 2007; Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 2017)

Considerando lo anterior, la industria del café en Colombia sigue enfrentando desafíos significativos para mantener su posición como líder mundial en la producción de café de alta calidad. Para abordar estos desafíos, se han enfocado los esfuerzos en integrar diversas áreas del conocimiento con el fin de comprender a nivel biológico la variabilidad genética, fisiología, reproducción, ciclo de vida, interacción con el ambiente, sintomatología, interacción





con el hospedero y epidemiología de las plantas de café.

A nivel socioeconómico, se investiga el impacto de estas enfermedades en los caficultores, lo que permite desarrollar e implementar medidas de control efectivas como lo son las prácticas culturales dentro de las que se incluye la renovación de plantaciones y el uso de cultivos mixtos; el desarrollo de variedades genéticamente resistentes a enfermedades, y el empleo de métodos de control biológico y químico mediante pesticidas (Arcila-pulgarin, 2007; Casto & Rivillas, 2010; Chalfoun & Carvalho, 1999; Lizardo-Chavez et al., 2022), además, en articulación con la tecnología, se han desarrollado estrategias avanzadas de diagnóstico y monitoreo mediante la creación de bases de datos de imágenes que ha facilitado la evaluación del rendimiento de algoritmos de aprendizaje automático utilizados en la segmentación y clasificación de imágenes relacionadas con enfermedades de plantas (Jepkoech et al., 2021; Parraga-Alava et al., 2019)

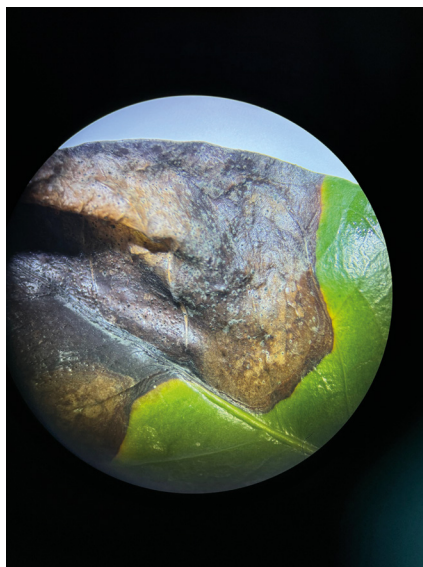
No obstante, algunas de estas medidas pueden presentar algunas desventajas como el desarrollo de resistencia de los agentes fitopatógenos, el alto impacto ambiental debido a la contaminación que causan los pesticidas sobre el suelo y los acuíferos, y los altos costos que implican la innovación tecnológica en los procesos de producción (de Queiroz et al., 2018; Farfán-Valencia, 2010; Farfán-Valencia & Hincapié-Gómez, 2011). Adicionalmente, en los últimos años se viene impulsando la producción de café orgánico, reportándose para Colombia un crecimiento del cultivo

del café orgánico en 2,4%, incluso, en algunas regiones de Colombia como Cauca y Nariño, el crecimiento del cultivo del café orgánico en los últimos cinco años es del 5,6% (Federación colombiana de cafeteros – Cauca, 2021), creando la necesidad de ampliar la investigación y desarrollo en la búsqueda de productos protectores de origen natural contra microorganismos de importancia fitosanitaria, tanto para la producción convencional como para la producción orgánica de café, de tal manera que mitiguen los impactos ambientales y a la salud que se pueden generar debido al uso continuo de los pesticidas químicos convencionales. (Farfán-Valencia & Hincapié-Gómez, 2011)



CONTROL BIOLÓGICO DE HONGOS DEL CAFÉ

Lorena Mendoza Tobar, Post-PhD Tecnicafé



El café es uno de los cultivos más importantes en Colombia y a nivel mundial, sin embargo, su producción, a través de los años, se ha visto amenazada por diversas enfermedades, especialmente las causadas por hongos fitopatogénicos, que comprometen la producción y de manera subsecuente la economía del caficultor. Entre los hongos que afectan al café, los de mayor importancia socioeconómica son *Hemileia vastatrix* (roya del café), *Colletotrichum* spp. (antracnosis), *Fusarium* spp. (marchitez por *Fusarium*) y *Phoma* spp. (muerte descendiente del cafeto). Estos patógenos pueden causar pérdidas significativas en el rendimiento y calidad del café, afectando la economía de los productores.

Con el fin de contrarrestar esta problemática, son varias las alternativas que han surgido a través del tiempo, dentro de las que se incluyen el uso de métodos de control biológico, los cuales han emergido como una opción sostenible y amigable con el ambiente, lo que conlleva a una reducción del uso de fungicidas químicos y promoviendo un equilibrio ecológico, y, adicionalmente, se articula con la posibilidad de producir una agricultura orgánica. (Nega, 2014; Sánchez-García et al., 2017)..

El control biológico se ha definido por diversos autores como la acción para mantener a una población de organismos plaga en baja densidad disminuyendo su impacto, con la ayuda de parásitos, depredadores, patógenos, microorganismos, o productos resultantes de las actividades metabólicas de los mismos, como agentes de control, que se encuentran de manera natural (Guédez et al., 2008; Baron et al., 2019; Vidal-Martínez et al., 2021).

La mayoría de los agentes biológicos se caracterizan por cumplir ciertos requerimientos que les permiten ser efectivos, como por ejemplo ser muy específicos y atacar a un grupo limitado de especies plaga que pudieran estar relacionadas. Un ejemplo de esto son algunos agentes efectivos en el manejo de la Roya del café donde se incluyen:

Antagónico	Efecto	Mecanismo de control
Bacillus subtilis Cohn	Reduce la infección en más de un 77 % en invernadero, al limitar el desarrollo de urediniosporas en la hoja, y disminuir el número de células madre de haustorios, aplicado ocho días previos a la inoculación de H. vastatrix;	Estás bacterias no solo producen metabolitos secundarios y enzimas (lipoxigenasas, β -glucanasas y quitinasas) que inhiben la germinación de la Roya, también inducen resistencia sistémica en la planta (Haddad et al., 2013; Rivillas-Osorio et al., 2011).
Pseudomonas putida	Efecto protector para aplicar de la inoculación del patógeno	
Acremonium byssoides Calcarisporium arbuscula C. ovalisporum Sporothrix guttuliformis	Reducción de la infección	Colonizan e inhiben el desarrollo de túbulos germinativos en las uredosporas. (Haddad F., et al 2013)
Talaromyces wortmannii Lecanicillium lecanii Verticillium hemileiae V. lecanii	Micoparacitos de H. Vastratrix	Jackson et al., 2012 ; Díaz-Vicente et al., 2014

Sin embargo, son pocas las excepciones en las cuales un agente controlador de origen biológico el cual actúa sobre una amplia gama de agentes patógenos como es el caso de Trichoderma spp el cual han demostrado su actividad antimicótica sobre Hemileia vastatrix (Mamani-Huayhua., et al 2021), Fusarium xilaroides (Mulatu., et al 2022), Rhizoctonia solani (Sukamto., et al 1999), Colletotrichum kahawae (Msenya., et al 2021), Cercospora coffeicola (Bhandari.,et al 2022), entre otros

El uso de control biológico ofrece numerosos beneficios, como la sostenibilidad ambiental, ya que los agentes biológicos no dejan residuos tóxicos en el ambiente, reduciendo el impacto ambiental en comparación con los fungicidas químicos. También mejora la seguridad del café para los consumidores finales al reducir el uso de productos químicos. Además, disminuye el riesgo de que los patógenos desarrollen resistencia, un problema común con los fungicidas tradicionales, y mejora la salud del suelo al promover una mayor biodiversidad y actividad microbiológica beneficiosa.

Sin embargo, existen desafíos y consideraciones a tener en cuenta, como las condiciones de aplicación, ya que la efectividad de los agentes biológicos puede verse influenciada por factores ambientales como la temperatura, humedad y pH del suelo. Es crucial integrar el control biológico con otras prácticas agronómicas en programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) para maximizar su efectividad. Aunque los costos y la disponibilidad de agentes biológicos pueden variar, representando un desafío para algunos productores, la adopción de estos métodos ofrece una solución viable y sostenible para los problemas fitosanitarios en el cultivo de café, aún hay la necesidad de ampliar las investigaciones en este campo para optimizar las estrategias de aplicación y ampliar su adopción a nivel global.

LAS BIODIVERSIDAD BIOLOGICA COMO FUENTE IMPORTANTE DE ANTIMICOTICOS

Lorena Mendoza Tobar, Post-PhD TECNICAFÉ

Daniel Gómez Agredo, estudiante Pre-grado Biología Universidad del Cauca

La biodiversidad biológica es una fuente invaluable de compuestos antimicóticos, que son esenciales en la lucha contra las infecciones fúngicas en humanos, animales y plantas. Los organismos que habitan en diversos ecosistemas, desde suelos forestales hasta ambientes marinos, poseen una riqueza de metabolitos secundarios con propiedades antifúngicas, ofreciendo una gran variedad de opciones para el desarrollo de nuevos antimicóticos.

El descubrimiento de nuevos antimicóticos a partir de la biodiversidad biológica no solo tiene implicaciones médicas, sino también agrícolas. En la agricultura, las enfermedades fúngicas son una causa importante de pérdidas en cultivos. Los antimicóticos derivados de plantas y microorganismos pueden ser utilizados para desarrollar tratamientos más seguros y sostenibles en comparación con los fungicidas sintéticos tradicionales. Esto es especialmente importante en el contexto de la creciente resistencia de los patógenos a los fungicidas convencionales y la necesidad de prácticas agrícolas más ecológicas.

La exploración de la biodiversidad para la búsqueda de nuevos antimicóticos es un campo de investigación en expansión. Las técnicas modernas de biotecnología y bioprospección permiten identificar y caracterizar nuevos compuestos con mayor eficiencia y menos limitaciones en la aplicabilidad de los productos, en comparación con los que hoy en día se conocen.



Investigaciones han permitido ampliar la búsqueda de moléculas de importancia biológica y se han reportado resultados promisorios de origen animal, dentro de los que podemos citar a continuación:

Origen	Molécula	Patógeno	Efecto	Cita
Bothrops jararaca	Pep5Bj (péptido)	Fusarium oxysporum, Colletotrichum lindemuthianum, Colletotrichum lindemuthianum, Saccharomyces cerevisiae	Indican que el veneno de B. jararacá tiene efectos antifúngicos,	Gomez., et al 2005
Bothrops asper, porthidium nasutum	Veneno total	Xanthomonas axonopodis Xanthomonas perforans.	La concentración mínima de inhibición fue de 31,2 µg mL ⁻¹ para B. asper y 500 µg mL ⁻¹ para P. nasutum	Núñez-Rangel., et al 2023
Rhaebo guttatus, Rhinella marina	Secreción de macroglandula parotoidea	Fusarium udum , Fusarium solani , Colletotrichum truncatum , Aspergillus flavus , Rhizoctonia solani , Macrophomina phaseolina y Calonectria pseudomectrosideri	Disminuyó el crecimiento micelial de C. truncatum a la concentración de 0,5 mg mL ⁻¹ , e inhibió el crecimiento micelial de A. flavus con un 0,1 y 0,5 mg mL ⁻¹ . R. marina tuvo efecto con R. solani a concentraciones de 0,2 y 0,3 mg mL ⁻¹ . Evitaron esporulación	Raasch-Fernandes., et al 2021
Hyla japónica, Pelophylax porosus, Buergeria burgeri	Paenibacillus sp., Raoultella sp. y Citrobacter sp Son aislamientos bacterianos de colonias presentes en la piel de ranas	Colletotrichum orbiculare	contra hongos fitopatógenos, el tratamiento con aspersión (10 ⁹ ufc/ml) redujo efectivamente el número de lesiones de antracnosis	Susilawati.,et al 2021

El Parque Tecnológico de Innovación del Café (TECNiCAFÉ) en Colombia se dedica a la producción e innovación tecnológica en el sector cafetero, y de manera consecuente con las actividades misionales de la institución, actualmente lleva cabo una investigación de innovación en busca de péptidos antimicóticos como controladores biológicos de fitopatógenos del café a partir de secreción cutánea de anfibios. Este estudio se realiza con base a los resultados preliminares de investigaciones llevadas a cabo con la secreción cutánea del anfibio *Dendropsophus columbianus* el cual demostró inhibir el crecimiento del hongo *Hemileia vastatrix*, responsable de la roya del café, sin afectar al hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Cuasapud-Areaga, 2016).

Basándose en estos hallazgos, actualmente se busca identificar el péptidos antimicrobianos de la familia de las dendrosophinas (Triana-Vidal et al., 2018) con este efecto y de manera adicional probar su efectividad contra otros hongos fitopatógenos del café, de esta manera, se busca una alternativa que contribuya a la problemática actual de la resistencia adquirida a los antibióticos y antimicóticos de uso convencional por estos agentes fitopatógenos, a la contaminación química de los frutos, fuentes hídricas, suelo y del aire, eliminando los pasivos ambientales generados por la caficultura e impulsando el desarrollo de nuevos conocimientos y nuevas tecnologías en pro de los caficultores de la región, mientras que, de manera simultánea, se contribuye a la conservación de la biodiversidad.