



N° 1, V. 9, enero-junio 2023/ Revista Científica Multidisciplinaria/
ISSN: 2542-3037 <https://revistapt.edublogs.org/>



**INTERACCIÓN PATOLÓGICA ENTRE *EUPHYSOTHRIPSP*
Y EL HIPERPARÁSITO *LECANICILLIUM LECANII* COMO
CONTROLADOR PROMISORIO DE *HEMILEIA
VASTATRIX***
**Pathological interaction between *Euphysothrips sp.* and
the hyperparasite *Lecanicillium lecanii* as a promising
controller of *Hemileia vastatrix***

Msc. Alexander Neil Araque Márquez, Docente Universidad Politécnica Territorial José Félix Ribas UPTJFR, Investigador Academia de Ciencias Agrícolas de Venezuela ACAV (alexanderneilaraque@gmail.com) (ORCID 0000-0002-1290-0474)

RESUMEN

El presente artículo tiene como objetivo presentar los hallazgos en cuanto a la presencia de un hongo Fitopatógeno, donde desde la metodología de la observación directa, se recolectó a través del claves de identificación y caracterización según las tipologías morfológicas y taxonómicas en Micología, logrando con la utilización de una cámara para Fotografías Microscópicas de alta definición y de 30 X de aumento y la recolección directa de las hojas a fin de ser identificada la *Hemileia vastatrix* (Roya del Café), donde se tomaron 15'muestras de las plantas que presentaba hojas enfermas contaminadas, para su respectiva revisión en laboratorio. Luego se procedió a evidenciar la presencia de un afidio utilizando el manual de prácticas de entomología. En dicho manual de identificación se ubicó taxonómicamente es un *Thysanoptero* del género *Euphysothrips*sp; este actúa como un vector del Hongo hiperparásito *Lecanicillium lecanii* R. Zare y W. Gams. El cual, afecta las Urediniosporas del hongo *H. Vastatrix* (Roya del cafeto). Dentro de las pruebas realizadas en el laboratorio de germoplasma de la Academia de Ciencias Agrícolas de Venezuela, se resalta en los hall azgos que el camuflaje de protección, los micelios del hiperparásito, el afido al desplazarse, por las láminas foliares contaminadas con la roya, va esparciendo las esporas del *L. lecanii* que lleva en sus espaldas, causando la decoloración y afectación de los cuerpos fructíferos y las Urediniosporas del *H. vastatrix* presentes en las hojas de las plantas de café.

PALABRAS CLAVE

Euphysothrips sp; *Lecanicillium lecanii*; *Hemileia vastatrix*; *Coffea arabiga*, interacción patológica, controlador promisorio.

Recibido: 2022-12-09 /Revisado: 2023-01-14/ Aceptado: 2023-02-18/ Publicado: 2023-06-20
/ Páginas 398 - 412



PATHOLOGICAL INTERACTION BETWEEN EUPHYSOTHRIPS SP. AND THE HYPERPARASITE LECANICILLIUM LECANII AS A PROMISING CONTROLLER OF HEMILEIA VASTATRIX

ABSTRACT

The objective of this article is to present the findings regarding the presence of a Phytopathogenic fungus, where from the direct observation methodology, it was collected through the identification and characterization keys according to the morphological and taxonomic typologies in Mycology, achieving with the use of a camera for high-definition Microscopic Photographs and 30 X magnification and direct collection of leaves in order to identify *Hemileia vastatrix* (Coffee Rust), where 15 samples were taken from plants that had diseased leaves contaminated, for their respective review in the laboratory. Then, the presence of an aphid was evidenced using the entomology practice manual. In said manual of identique that taxonomically it is a Thysanoptera of the genus *Euphysothrips* sp; it acts as a vector of the hyperparasitic fungus *Lecanicillium lecanii* R. Zare and W. Gams. Which affects the Urediniospores of the fungus *H. Vastatrix*(coffee rust). Within the tests carried out in the germplasm laboratory of the Academy of Agricultural Sciences of Venezuela, it is highlighted in the findings that the protective camouflage, the mycelia of the hyperparasite, the aphid when moving, the leaf blades contaminated with La Roya, spreads the spores of *L. lecanii* that it carries on its back, causing discoloration and affectation of the fruiting bodies and the Urediniospores of *H. vastatrix* present in the leaves of coffee plants.

KEYWORDS

Euphysothrips sp.; *Lecanicillium lecanii*; *Hemileia vastatrix*; Coffee arabiga, pathological interaction, promising controller.



INTRODUCCIÓN

El artículo se orienta a dar a conocer la presencia de un hongo *Hemileia vastatrix* en el sector de Quebrada Negra, municipio Cruz Paredes del Estado Barinas. Este por ser un Fitopatógeno de importancia, por cuando afecta la producción del café, con significativas pérdidas económicas a sus productores. Arauz (2019), indica que “el café es susceptible al ataque de enfermedades que pueden causar importantes pérdidas económicas, como el caso de la roya que es causada por un hongo (*Hemileia vastatrix* Berk y Br.), siendo el café su único hospedero conocido, todo ello argumenta la necesidad de ser estudiado y más cuando resulta imposibles de reproducir en laboratorios. (Alexopoulos C, 1985).

Asimismo, la relación a su manejo y alternativas de control de la roya como enfermedad más perjudicial e inclemente del café, es debido a que provoca la caída prematura de las hojas, propiciando la reducción de la capacidad fotosintética, así como el debilitamiento de árboles enfermos y en infecciones severas puede ocasionar muerte regresiva en árboles. A ello se presentará los primeros hallazgos de las imágenes tomadas y una descripción de la observación directa, con la finalidad de dar seguimiento al estudio. De allí, que es importante dar a conocer desde un reporte científico para establecer el nivel de controlador biológico del hiperparásito *L. lecanii* como hongo promisorio para el control de la plaga de la Roya en los cultivos de Café.

A continuación, se presenta de manera documental sobre los términos de la roya, la *Lecanicillium lecanii* R., el Thysanopteros (Triplidae), los materiales y métodos, finalizando con las reflexiones finales del reporte científico del hallazgo realizado en campo determinando la presencia de un *Thysanoptero* que vive en simbiosis con el hiperparásito *L. lecanii*, el cual utiliza los cuerpos fructíferos del *L. lecanii* como camuflaje de protección, esparciendo las esporas sobre las hojas infectadas de Roya en el café, afectando de manera directa las Uredinosporas del *Hemileia vastatrix*, lo



que permitirá establecer si existe un potencial control de la *H. vastatrix*, para fortalecer la lucha contra la Roya en los cafetos en Venezuela.

DESARROLLO

La roya

Esta enfermedad es causada por el hongo fitófago *Hemileia vastatrix*. La planta perteneciente a la familia Rubiaceae *Coffea arabica*, es el único hospedero conocido para el hongo perteneciente a la familia *Pucciniaceae*. Se clasifica como un parásito obligado a no tener más hospederos, no puede sobrevivir a la meteorización y falta de humedad, y en condiciones con temperaturas superiores a los 30 °C, no se puede desarrollar en el suelo o en la hojarasca; hasta la fecha no ha sido posible su cultivo en laboratorio (Molina, 1978).

En este sentido, la humedad ambiental es el detonante para la aparición de la infección, la lluvia es catalogada como uno de los vectores más importantes para la dispersión, de allí que la dispersión por el aire es casi nula. La dispersión suele suceder por las salpicaduras de la lluvia sobre hojas infectadas o al lixiviadas o trasladadas por algún insecto, ave, mamífero y hasta reptiles. Las condiciones favorables para la propagación de la enfermedad están entre los 21°C a los 25° C, las Urediniosporas pueden germinar en un lapso de 72 horas, penetrando por los estomas y por los diciasos presentes en la hoja. Los primeros síntomas de la enfermedad aparecen en los primeros 15 días después de la inoculación de la Urediniosporas, las manchas necróticas en las hojas comienzan aparecer a los 20-22 días después de la germinación de la espora.

Lecanicillium lecanii R.

Los hongos del orden *Hypocreales*, es un entomopatógenos que actúa por contacto, afecta principalmente insectos con aparato bucal chupador y



raspador. De tal manera, que la *Lecanicillium lecanii* (Zimm.), según Zarey Gams (2001), es un agente de control biológico ampliamente utilizado por ser un enemigo natural de importantes plagas y patógenos en los cultivos.

Por consiguiente, el hongo tiene una distribución cosmopolita, el cual no es un parásito obligado, es también saprófito. Es un controlador biológico para hexápodos de amplio espectro, las esporas luego de adherirse al exoesqueleto de los insectos, en el momento que la conidia ha hecho contacto con el insecto forma un tubo germinativo que le permite penetrar por los tegumentos. El Hongo se alimenta de hemolinfas y se reproduce originando toxinas que causan la muerte en insectos (Roldan, 2016).

Ahora bien, este es un hongo capaz de parasitar al *H vastatrix* donde los autores Eskes, Mendes, Robbsy Gams (1987), sugieren que las royas y los hongos son de manera natural sustratos comunes para el *L. lecanii*. Demostrando que el hongo parasita a la roya de café, mostrando propiedades hiperparásíticas y antibióticas en laboratorio. Autores como Perfecto, et al(2010) describieron el potencial epizoótico y encontraron que Hormigas de la especie *Azteca instabilis* que se encarga de proteger a las cochinillas del café *Coccus viridis* cambio de néctares producidos por glándulas especializadas, que sirven de alimento para las hormigas a cambio de protección y transporte, en la mayoría de los casos al ser cargada cerca del suelo se contamina con *L. lecanii* lo que ocasiona la muerte de la cochinilla y de las hormigas que entraron en contacto con el hongo.

Recientemente estudios en diversos países, como en la India donde se encontraron insectos de especies *Euphysothrips subramanii* y *Scirtothrips bispinosus* que se alimentaban de las Urediniospora de la roya y que acarreaban un número significativo de esporas adheridas a su cuerpo. En Kenia se encontró que las larvas de dos especies de Dípteros (*Cecidomyiidae*) *Lestodiplosis spp.* Y *Mycodiplosis spp.* Se comían las esporas. Y bajo condiciones de laboratorio, se encontró que tales insectos llevaban un promedio de 37 esporas. Estas observaciones indicarían que



también los insectos pueden ser vectores propagadores de la enfermedad. (CropLife, 2021).

Hasta el momento existe un sin número de controles promisorios, pero qué hasta ahora no se tienen resultados convincentes de la efectividad de los controles de la enfermedad. El impacto económico de *H. vastatrix* en el cultivo del café no sólo se debe a la reducción de la cantidad y la calidad de la producción, sino también a la necesidad de implementar costosas medidas de control en los cultivares susceptibles (Barquero, 2012). Esta enfermedad afecta a las plantas por medio de las caídas de las hojas infestadas por el hongo, por lo que reduce en un 50% el rendimiento y la calidad (Fajardo, 2019). La roya, *H. vastatrix*, está considerada en el ámbito mundial entre las siete enfermedades más peligrosas que atacan a las plantas tropicales, es sin duda la enfermedad más dañina del café (Subero, 2005).

En este sentido, la creciente problemática ocasionada por la roya en diversos países de Latinoamérica ha originado acciones a corto plazo, las estrategias de control de plagas utilizado se basan esencialmente en el uso de elementos químicos perjudiciales para el ambiente, el uso de variedades y cultivares resistentes a la enfermedad (Zambolim et al, 1997). El control químico se cree que es el más efectivo, pero debido a los daños ambientales que este origina. Los controladores biológicos son una alternativa más viable y sin el riesgo de los efectos colaterales de los metales pesados, y elementos químicos altamente tóxicos, disueltos en el ambiente producto de su aplicación, se debe promover el uso de microorganismos controladores provenientes del entorno donde se desarrolla la enfermedad.

De esta manera, los diferentes micoparásitos han sido reportados sobre Fitopatógenos, entre ellos, *Trichoderma sp.* y *Penicillium vermiculatum* sobre *Rhizoctonia solanii* (Rolz et al, 2013), Causante de la enfermedad del damping off, pudridor de las raíces; *Calcarisporium parasiticum*, así como *Physolepora spp.*, y *Trichoderma spp.* Sobre *Armillaria mellea* este



Hongo que se desarrolla sobre la corteza de los árboles (Boosalis, 1964), y otros hongos como *Sclerotinia spp* causante de la pudrición blanca en los tallos debido a que se alimenta de la lignina, dejando solo la celulosa (Hoyos et al., 2008), *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora nicotianae*, *P. capsici* y *Pythiumaphan idermatum*, sobre *Penicillium sp.* y *Fusarium sp.* Hongo que afecta el sistema radicular de la planta Sandoval y López, 2001).

Asimismo, dentro del grupo de las royas, las principales relaciones micoparasíticas reportadas son: *Cladosporium tenuissimum* sobre *Uromyces pendiculatus* La Roya del Frijol (Assante et al., 2004); *Cladosporium muredinicola* sobre *Puccinia puta*, La Roya de la Batata (Barros et al., 1999); *Simplicillium lanosoniveum* afectando a *Phakopsora pachyrizi* La Roya de la Soja (Gauthuier et al., 2014) y *Verticillium lecanii* en *Puccinia recondita* La Roya del Trigo (Spencer y Atkey, 1981).

Por el alto impacto fitopatológico que representa la Roya del Cafeto *H. Vastatrix*, se han realizado diferentes estudios de laboratorio que buscan determinar las especies micoparasíticas que están asociadas al hiperparásitismo de la roya del cafeto (Carrión, 1988; Carrión y Rico, 2002; Mound et al., 2006; Rolz, et al 2013 y Haddad et al., 2014); la mayoría de los resultados solo registran la condición de hiperparásitismo y no su potencial como agente biológico para el control de la enfermedad.

Evidentemente, diversas investigaciones sobre el *L. lecanii* han demostrado que funciona como controlador biológico de *Mildius* y *Uredinales* (Alavo, 2015). Mahfund et al. (2006) establece que dos (2) especies de este género ocasionan daños en la Urediniosporas decolorándolas, formando micelios sobre ella y necrosando el tejido dependiendo del tiempo de aplicación, sugiriendo que el porcentaje de hiperparásitismo varía entre las especies empleadas, otros autores señalan el hiperparásitismo de *Calcarisporium sp.* Sobre la roya del café la cual es afectada de manera natural. (Carrión y Rico, 2002).

De allí, que los tratamientos más efectivos se basan en el uso de fungicidas a base de cobre, aunque existe evidencia científica de que su



uso prolongado puede aumentar la severidad del ataque del minador de la hoja del café *Perileucoptera coffellay* de la araña roja *Oligonychus silicis* (Forrer, 1979). En cuanto a los agentes de control biológico, existe un gran interés por los micoparásitos tales como el *Lecanicillium lecanii*, el cual es un hiperparásito de la roya del café. Este hongo es de amplia distribución cosmopolita de amplia distribución de áreas tropicales y subtropicales, generalmente se encuentra en la naturaleza parasitando insectos, hongos Basidiomicetos, se ha reportado como saprofito en el suelo (Evnas y Samson, 1999), incluyendo el registro de microscopía electrónica de interacción del hiperparásitismo y patógeno (Eskeset. al, 1987)

Thysanopteros (Triplidae)

Los Thysanopteros son de amplia distribución cosmopolita, distribuidos por todo el mundo están en mayor número de especies en los trópicos, Por su parte estos hexápodos son conocidos como Trips, son insectos diminutos, catalogados como plagas en la mayoría de los cultivos, las especies tienen un tamaño que oscila entre 0,3 y 1,4 mm de longitud. Tienen el cuerpo largo y cilíndrico, de coloración variable entre el negro y el amarillo pálido, hasta transparentes. Pertenecen al orden de los *Thysanopteros* se caracterizan por atacar diferentes cultivos, ocasionando graves pérdidas económicas en la mayoría de los rubros de producción agrícola. Se alimentan de hojarascas, arboles, ramas en contacto o cerca del suelo, las condiciones de humedad favorecen los crecimientos de hongos saprofitos que le sirven de alimento (Ananthakrishnan 1984).

En efecto, el gran número de individuos que atacan a cada planta ocasiona el debilitamiento de estas y permite la entrada de nuevos agentes patógenos, debido a las lesiones originadas por su aparato bucal, el cual se caracteriza por ser picador chupador, raspador, lo que origina múltiples perforaciones para succionar la savia y otras sustancias elaboradas en la planta. Dichas perforaciones generan galerías que permiten la entrada de



nuevos patógenos, lo que viene a empeorar la situación fitosanitaria de la planta (Retana y Axel 2007).

Asimismo, los *Thysanópteros* son de amplia distribución en el Neotrópico, existiendo considerablemente más de 2000 especies en esta región (Mound, 1998). Estas especies se alimentan de una variedad de sustratos, siendo hasta el 50% micófagos de esporas o hifas, un gran número se alimenta principalmente de flores, otras especies se alimenta solo de hojas, incluso de musgos y helechos, con algunas especies depredadoras entomófagas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Metodológicamente se realizó una observación directa, donde Bavaresco (2004) la considera “la técnica de mayor importancia, por cuanto es la que conecta al investigador con la realidad, es decir, al sujeto con el objeto o problema”. De allí, que usando una Lupa Estereoscópica Marca Leica perteneciente a la Academia de Ciencias Agrícolas de Venezuela (ACAV), de igual modo se utilizó una cámara para Fotografías Microscópicas de alta definición y de 30 X de aumento. La zona visitada objeto de estudio se encuentra en la zona del Municipio Cruz Paredes en la Quebrada Negra, perteneciente al Estado Barinas - Venezuela. La población se tomó 15 hojas de la plantación para su estudio, la zona es boscosa y los productores tienen ganado doble propósito, cabras y mucha vegetación, además, la zona se encuentra cerca de tres embalses, ecosistemas hídrico excelente para todo tipo de siembra.

En tanto, este primer acercamiento a través de un reporte científico da apertura a realizar un estudio futuro detallado de la enfermedad y sus posibles controladores, así como problemas del cambio climático que llevan a un faltante de lluvias para la floración. También, los productores al tomar de alternativa la siembra de café y su adaptación a la zona permitirán que se prevé tanto el control del hongo, como evaluar en un futuro la variabilidad



climática por ser una zona con ciclos de sequía y de lluvias, como los producidos por el cambio climático, así como si incide los recursos hídrico en los cambios en la temperatura o en el régimen de lluvias y su efecto sobre la enfermedad.

REFLEXIONES FINALES

Los Hongos hiperparásitos y los afidos estudiados presentan altas probabilidades de ser un organismo importante para ser estudiados como controladores biológicos promisorios para la erradicación de la roya en los cultivos de café. El uso de fungicidas con base en el cobre, aumentan la resistencia de los patógenos y la proliferación de nuevas plagas. Se debe seguir investigando la interacción simbiótica entre el afido *Thysanoptero* y el Hongo *L. lecanii*, la cual es una relación prometedora para el desarrollo de controladores biológicos, ya sea con la utilización del hongo como hiperparásito o con la aplicación de sus metabolitos secundarios para el control de la plaga de *H. vastatrix*.

Ahora bien, de las imágenes tomadas a continuación se detalla según las tipologías morfológicas y taxonómicas en Micología, logrando con la utilización de una cámara para Fotografías Microscópicas de alta definición y de 30 X de aumento y la recolección directa de las hojas a fin de ser identificada la *Hemileia vastatrix* (Roya del Café). Donde, a continuación, en la Figura 1 se detalla el insecto que se encuentra cubierto con los micelios de *L. Lecanii*, es posible que lo use como camuflaje.



Figura 1. Thysanoptero cubierto por *Lecanicillium lecanii* desplazándose sobre la superficie de la lámina foliar

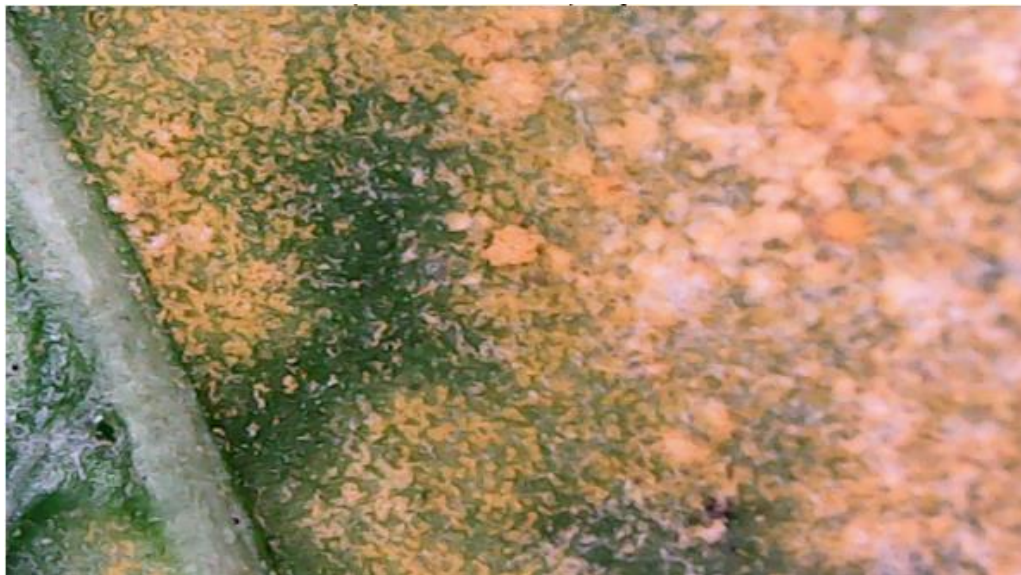


Figura. 2. Inicio de la infección de *Lecanicillium lecanii* Sobre *Hemileia vastatrix*

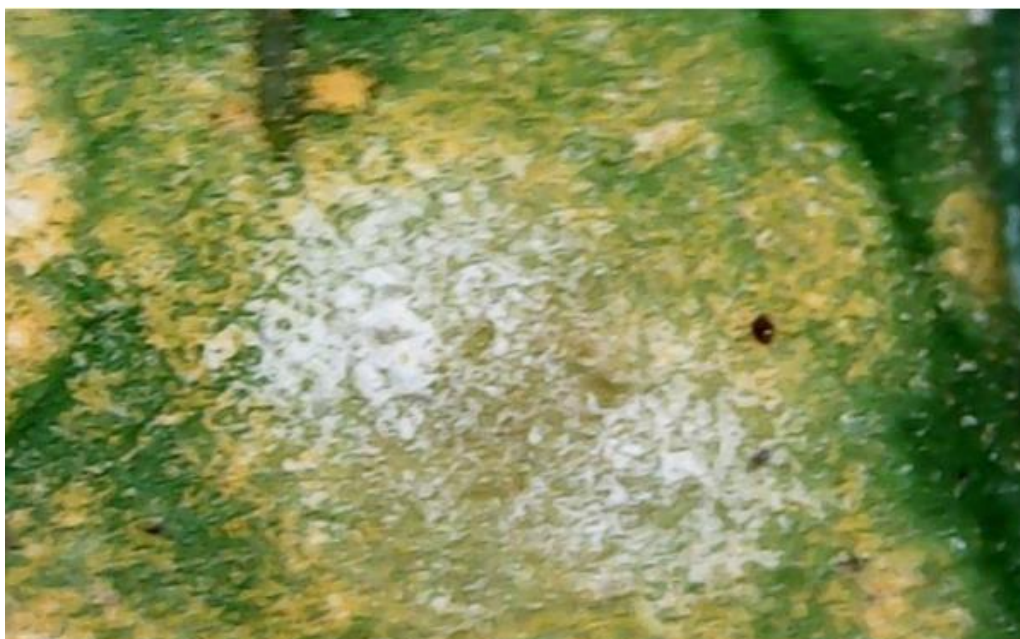


Figura.3. Los cuerpos fructíferos del *H. vastatrix* se decoloran y mueren y son colonizados por el hiperparásito *L. lecanii*

REFERENCIAS

- Alavo B. (2015). The insect pathogenic fungus *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas and its use for pests control: A review. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences* 3:337-345. (4).337.345
- Alexopoulos C.J. y Mims W. (1.985). *Introducción a la Micología*. Omega. Ananthakrishnan, TN (1984). *Bioecología de los trips*. Indira, Oak Park, Michigan, EEUU.
- Arauz Vásquez, K. L. (2019) *Contribuciones de los sistemas agroforestales a la sostenibilidad del servicio ecosistémico hídrico en un paisaje fragmentado (parte media y alta) de la cuenca del Río Jesús María, Costa Rica*.
- Assante G, Maffi D, Sarachi M, Farina G, Morica S y Ragazzi A. (2004). *Histological studies on the mycoparasitism of Cladosporium tenuissimum*

- on urediniospores of *Uromyces appendiculatus*. *Mycology* 108:170-182.
<https://doi.org/10.1017/S0953756203008852>
- Barquero, M. M. (2012). La Roya del Cafeto requiere atención y manejo. Instituto del café de Costa Rica (ICAFFE). San José, Costa Rica.
- Barros ST, Oliveira TN, Bastos T G y Maia CL. (1999). Hyperparasitism of *Cladosporium uredinicola* over *Puccinia puta* on the host *Ipomoea fistulosa*. *Mycologist*13(1):23-24. Disponible en línea:
[https://doi.org/10.1016/S0269-915X\(99\)80071-8](https://doi.org/10.1016/S0269-915X(99)80071-8)
- Bavaresco. (2004). Metodología de la Investigación: Desarrollo de la Inteligencia. 5ª (ed.) Thomson
- Boosalis MG. (1964). Hyperparasitism. *Annual Review of Phytopathology* 2:363-376. Disponible en línea:
<https://doi.org/10.1146/annurev.py.02.090164.002051>
- Carrión G y Rico-Gray V. (2002). Mycoparasites on the coffee rust in Mexico. *Fungal Diversity* 11:49-60. Disponible en línea:
http://www.fungaldiversity.org/fdp/sfdp/FD_11_49-60.pdf
- Carrión G. (1988). Estudios sobre el control biológico de la roya del cafeto mediante *Verticilliumlecanii* en México. *Micología Neotropical* 1:79-86.
- CropLife (2021) Informe anual Latin America es una organización gremial internacional Disponible en línea:
<https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/roya-del-cafeto>
- Eskes, A., Mendes, M., Robbs, C., y Gams, W. (1987). Estudios sobre o hiperparasitismo de *Hemileiavastatrix*/por/*Verticillium*/spp.. In CONGRESSO Paulista de Fitopatología, 10. Piracicaba (Brasil), 9-12 Fevereiro, 1987. Resumos....
- Evnas H., y Samson R. (1999). El género *Lecanicillium* para el control de invertebrados, Sociedad de Patología de los Invertebrados, Holanda.
- Fajardo, Tatiana. (2019) Descripción del Control Biológico de La Roya (*Hemileiavastatrix*) en el cultivo de café (*Coffea arabica*) Universidad Agraria Del Ecuador Facultad De Ciencias Agrarias Carrera Tecnología En Banano y Frutas Tropicales, Republica del Ecuador 2019.



- Forrer H. (1979). Ensayo de campo para la utilización del hongo hiperparásito *Lecanicilliumlecanii* y su aplicación como control natural de la Roya del Café; Seminario de estudios en Paipa Colombia.
- Gauthuier WN, Maruthachalam K, Subbarao VK, Brown M, Xiao Y, Robertson L y Schneider WR. (2014). Mycoparasitism of *Phakosporapachyrizi*, the soybean rust pathogen, by *Simplicilliumlanosoniveum*. *Biological Control* 76:87-94. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2004.05.008>
- Haddad, F, Saraiva R, Mizubuti E, Romeiro R yMaffia L. (2014). Isolation and selection of *Hemileiavastatrix* antagonists. *European Journal of Plant Pathology* 139:763-772. Disponible en línea: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10658-014-0430-9>
- Hoyos L, Duque G y Orduz S. (2008). Antagonismo in vitro de *Trichodermaspp.* sobre aislamientos de *Sclerotiniaspp.*, y *Rhizoctonia spp.* *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 2: 76-86. Disponible en línea: <https://doi.org/10.17584/rcch.2008v2i1.11>
- Mahfund MC, Mior AZ, Meon S y Kadir J. (2006). In Vitro and in Vivo Tests for Parasitism of *Verticillium psalliotae*Treschow on *Hemileiavastatrix* Berk and Br. *MalaysianJournalofMicrobiology*. 2:46-50.
- Mound, L. A. (1998). Insect taxonomy in species-rich countries: the way forward *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 27, 1-8.
- Perfecto, I., Vandermeer, J., y Philpott, S. M. (2010). Complejidad ecológica y el control de plagas en un cafetal orgánico: develando un servicio ecosistémico autónomo. *Agroecología*, 5, 41-51.
- Molina P. (1978). Ficha Técnica del Café, Instituto de investigaciones para el Café, República de Colombia.
- Retana-Salazar, Axel P, ySoto-Rodríguez, Gerardo A. (2007). Revisión taxonómica del grupo *Haplothrips-Karnyothrips* (Thysanoptera: Phlaeothripidae). *Revista de Biología Tropical*, 55 (2), 627-635. Disponible en línea:



http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442007000200023&lng=en&tlng=es.

Roldan, Erik. (2016). Evaluación del efecto hiperparásito de tres concentraciones de *Lecanicilliumlecanii* sobre la roya del café (*Hemileiavastatrix*).

Rolz AC, De León LR y Paniagua O. (2013). Evidencia de un antagonismo in vitro de especies de Trichoderma contra Hemileiavastatrix (roya del café). Centro de Ingeniería Bioquímica, Instituto de Investigaciones. Universidad del Valle de Guatemala. Revista 25 de la Universidad del Valle de Guatemala. Disponible en línea: http://uvg.edu.gt/publicaciones/revista/volumenes/numero25/8_evidencia%20de%20un.pdf

Sandoval S y López OM.(2001). Hiperparasitismo de Trichodermaharzianum, T. viridae y T. pseudokoningii sobre diferentes hongos fitopatógenos. Revista de Fitosanidad, 5:41-44. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Playa, Ciudad La Habana, Cuba. Disponible en línea: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=209118258010>

Spencer DM y Atkey PT. (1981). Parasitic effects of Verticillium lecanii on two Rust fungi. Transactions of the British Mycological Society. 77:535-542. [https://doi.org/10.1016/S0007-1536\(81\)80101-5](https://doi.org/10.1016/S0007-1536(81)80101-5)

Subero, L. (2005). Infocafes (Información del café). La roya del cafeto. Disponible en línea: <http://www.infocafes.com/descargas/biblioteca/136.pdf>

Zambolim L, Vale FXR, Pereira A., y Chávez G. (1997). Café (*Coffea arabica* L.), Controle de Doenças. In: Vale FXR, Zambolim L. (eds.). Controle de Doenças de Plantas: Grandes Culturas, vol. 1. Suprema Gráfica e Editora, Visconde do Rio Branco, Brasil. 83-40 pp

Zare, R., y Gams, W. (2001). The genera *Lecanicillium* and *Simplicillium* gen. nov. Nova Hedwigia, 73, 1-50.