

## Caracterización morfológica de hongos asociados al agroecosistema café (*Coffea arabica* L.), en el estado de Tabasco, México

### Morphological characterization of fungi associated with the coffee agroecosystem (*Coffea arabica* L.), in the state of Tabasco, Mexico

Angel Huaman<sup>1</sup> , Magdiel Torres<sup>2</sup> , German Ramirez<sup>2</sup> , Santos Leiva<sup>1</sup> , Tito Sanchez<sup>3</sup>  y Segundo Oliva<sup>1</sup> 

#### RESUMEN

El objetivo del trabajo fue identificar a nivel morfológico los hongos asociados al agroecosistema café (*Coffea arabica* L.), en el estado de Tabasco, México. En campo se seleccionaron al azar 6 plantas de café y se colectaron muestras de hojas tallos y frutos con síntomas visuales atribuidos a hongos. En laboratorio se realizaron aislamientos en medio PDA a partir del tejido enfermo y se obtuvieron cepas puras. Para la caracterización morfológica a nivel de género se emplearon claves especializadas (forma, color y tamaño). En total se obtuvieron 47 aislamientos, los cuales fueron distribuidos por órganos de la planta: en hojas hubo 22 aislados con afinidad morfológica con *Colletotrichum gloeosporoides*, tres con *Colletotrichum theobromicola*, uno con *Pestalotiopsis* sp, tres con *Paramyrothecium roridum*, uno con *Phomopsis* sp, dos *Hemileia vastatrix* y dos con *Marasmius* sp; en el cuello de la planta se encontró un *Fusarium* sp; en el tallo *Lasiodiplodia* sp y un *Colletotrichum gigasporum*; en frutos se reportó nueve aislados de *Fusarium* sp. Se identificaron 11 especies de hongos, asociados al patosistema *Coffea arabica* L., en sus diversos órganos; de éstos, 10 están reportadas como fitopatógenos este cultivo y uno como patógeno de *Theobroma cacao* L.

**Palabras clave:** Aislamiento fúngico, ascomyceto, caficultura ecológica, *Marasmius* sp., patógeno.

#### ABSTRACT

The objective of this work was to identify at morphological level the fungi associated with the coffee agroecosystem (*Coffea arabica* L.), in the state of Tabasco, Mexico. In the field, 6 coffee plants were randomly selected and samples of leaves, stems and fruits with visual symptoms attributed to fungi were collected. In the laboratory, isolations were made on PDA medium from the diseased tissue and pure strains were obtained. For morphological characterisation at genus level, specialised keys (shape, colour and size) were used. A total of 47 isolates were obtained, which were distributed by plant organ: in leaves there were 22 isolates with morphological affinity with *Colletotrichum gloeosporoides*, three with *Colletotrichum theobromicola*, one with *Pestalotiopsis* sp, three with *Paramyrothecium roridum*, one with *Phomopsis* sp, two with *Hemileia vastatrix* and two with *Marasmius* sp; one *Fusarium* sp was found on the collar of the plant; *Lasiodiplodia* sp and one *Colletotrichum gigasporum* were found on the stem; nine isolates of *Fusarium* sp were reported on the fruit. Eleven species of fungi associated with the pathosystem *Coffea arabica* L., in its various organs; of these, 10 are reported as phytopathogens of this crop and one as a pathogen of *Theobroma cacao* L.

**Keywords:** Fungal isolation, ascomycete, ecological coffee farming, *Marasmius* sp., pathogen.

DOI: <https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v9i3.217>

Recibido: 06/05/2021. Aceptado: 08/07/2021

\* Autor para correspondencia

1. Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, calle Higos Urco N° 342-350-356 - Calle Universitaria N° 304. Perú. Email: [angel.huaman@untrm.edu.pe](mailto:angel.huaman@untrm.edu.pe); [santos.leiva@untrm.edu.pe](mailto:santos.leiva@untrm.edu.pe); [soliva@indes-ces.edu.pe](mailto:soliva@indes-ces.edu.pe)
2. División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, carretera Villahermosa - Cárdenas km 0.5, CP 86039, México. Email: [biomag75@hotmail.com](mailto:biomag75@hotmail.com); [yerman\\_122@hotmail.com](mailto:yerman_122@hotmail.com)
3. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, Av. Abelardo Quiñones Km 2.5 Iquitos-Loreto, Perú. Email: [titosanchezsantillan@gmail.com](mailto:titosanchezsantillan@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

El origen del café en su forma silvestre conocida como Arabica es atribuido al altiplano de Abisinia (actual Etiopia), existe una serie de leyendas respecto a su descubrimiento como bebida. La leyenda más aceptada hace a Kaldi el pastor quien observó que sus cabras mostraban un comportamiento diferente a las demás, estas se veían llenas de energía después de haber comido las hojas y frutos de cierto arbusto, posteriormente comenzó a cultivar estas plantas (Gotteland & De Pablo, 2007). El cultivo de café es una actividad económica importante para los ingresos económicos de caficultores en diferentes países en el mundo, la gran demanda mundial del grano del café, ubica a este como el segundo producto de mayor exportación solo después del petróleo (DaMatta et al., 2007). En México existe 12 entidades federativas con mayor actividad económica cafetalera, que son: Chiapas, Colima, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz (Vichi, 2015), el estado de Tabasco tiene 1006 ha aproximadamente de café, sin embargo, cuenta con amplia área con características idóneas para el cultivo de café (Aceves Navarro et al., 2018).

Los caficultores están bajo una constante amenaza de problemas fitopatológicos, muchas de estas están como potenciales a convertirse en problemas claves a futuro, tales como; el ojo de gallo *Mycena citricolor*, mal de hilachas *Pellicularia koleroga*, antracnosis *Colletotrichum gloeosporoides*, la pudrición negra de la raíz *Rosellinia bunodes*, nematodos, también se tiene a patógenos e insectos causando grandes pérdidas económicas como la roya (*Hemileia vastatrix*) y barrenador de fruto (*Hypothenemus hampei*) que afectan el rendimiento y la calidad del café (Rutherford & Phiri, 2006). Por otro lado, se están reportando nuevas especies patogénicas asociados al cultivo de café, como muerte del café (*Lasiodiplodia pseudothebromae*), en Brasil (Freitas-Lopes et al., 2020), mancha foliar del café (*Paramyrothecium roridum*), actualmente considerado como amenaza para los viveros en México (Pelayo-Sánchez et al., 2017), en el sur de China se reportó dos especies de pestalotiopsis (*Pestalotiopsis coffeae-arabicae* y *Pestalotiopsis rhodomyrtus*), los síntomas de esta especie se muestran como manchas cloróticas de color marron-rojizo en las hojas (Song et al., 2013), así mismo (Gong et al., 2020), en China, realizó el primer reporte del tizón de la hoja del café *Phomopsis heveicola* (anamorfo de *Diaporthe tulliensis*).

En México existen áreas de producción cafetalera en crecimiento, pero hay escasa evidencia científica de identificación y caracterización de enfermedades fitopatogenas asociados al cultivo de café, que es información clave para el manejo integrado de plagas y enfermedades de este cultivo.

Bajo este contexto nuestra investigación hongos asociados al patosistema café (*Coffea arabica* L.), busca generar investigación básica para futuras investigaciones, para lo cual, se realizó muestreos de 3 municipios cafetaleros del estado de Tabasco, se realizaron los aislamientos a nivel monospóricos en el laboratorio de Entomopatógenos de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco - UJAT, se realizó la caracterización macroscópica y microscópica de 47 cepas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del área de estudio

Los sitios de muestreo se ubicaron en tres municipios que concentran la producción de café en el área: Teapa, Huimanguillo y Tacotalpa. En cada municipio se establecieron 2 sitios de muestreo (Tabla 1). El muestro se realizó en los meses de enero y febrero de 2020. En cada parcela se recolectaron hojas, frutos y tallos con síntomas de enfermedades fitopatógenas y se trasladaron para su aislamiento, al laboratorio de sanidad vegetal de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Tabla 1. Sitios de muestreo y aislamientos de hongos obtenidos a tejidos vegetales sintomático en plantaciones de café de Tabasco, México.

Municipio	Localidad	Georreferenciación		Altitud (m.s.n.m.)	Aislamientos obtenidos
Teapa	Nicolas Bravo 1	N17°30'55.6"	W092°57'17.6"	423	cpt1, cpt2, cpt3, cpt4, cpt5, cpt6, cpt7, cpt8, cpt9, cpt10
	Nicolas Bravo2	N17°29'46.1"	W092°57'26.9"	473	cpt11, cpt12, cpt13, cpt13, cpt15
Huimanguillo	Jmujica	N17°20'21.6"	W093°36'03.6"	407	cpt16, cpt17, cpt18, cpt19, cpt20, cpt21, cpt22, cpt23, cpt24, cpt25, cpt27, cpt26
	Malpasito	N17°20'21.6"	W094°36'03.6"	145	cpt28, cpt29, cpt30
Tacotalpa	Palo quemado	N17°25'07.0"	W092°50'09.7"	956	cpt31, cpt32, cpt33, cpt34, cpt35, cpt36, cpt37, cpt38, cpt39, cpt40
	Cerro Blanco 4ta	N17°25'59.8"	W092°48'52.6"	456	cpt41, cpt42, cpt43, cpt44, cpt45, cpt46, cpt47

CPT: Cepa Patosistema Tabasco; clave de laboratorio asignada a los aislamientos

---

## Aislamiento de hongos

Con un bisturí previamente desinfectado, se cortaron pequeños fragmentos de tejido vegetal afectado por el patógeno y se enjuagaron con agua destilada estéril. Posteriormente los fragmentos de muestra se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 2% por dos minutos. Las muestras se enjuagaron dos veces con agua destilada estéril, con el propósito de quitar el sobrante de hipoclorito de sodio. Consecuentemente, bajo condiciones asépticas, se distribuyeron 5 fragmentos del tejido enfermo en cajas Petri conteniendo medio de cultivo papa dextrosa agar (PDA). Se incubaron de cinco a siete días, tiempo necesario para el desarrollo del micelio. Posteriormente se transfirió una fracción del medio de cultivo con el micelio a una caja Petri nueva con media de cultivo PDA. Finalmente, de cada aislamiento poliespórico se obtuvieron los aislamientos monospóricos (Estrada et al., 1997).

## Identificación morfológica

Las especies de hongos se identificaron teniendo como base a estructuras reproductivas (conidióforos, fiálides, conidios y clamidosporas), de las cuales se colectaron datos sobre descripciones morfológicas (forma, color y tamaño), descrita por autores mencionados; para *Colletotrichum* (Cristóbal-Martínez et al., 2017; James et al., 2014, 2014; Nguyen et al., 2010; Prihastuti et al., 2009; Rojo-Báez et al., 2017; Singh & Doyle, 2017; Weir et al., 2012), para *Fusarium* (Nalim et al., 2011; Nguyen et al., 2010; Robles Yereña et al., 2016; Summerell et al., 2011; Weir et al., 2012); para *Lasiodiplodia* (Freitas-Lopes et al., 2020; Liang et al., 2019); para *Marasmius* (Amoako-Attah et al., 2016); para *Paramyrothecium* (Da Silveira et al., 2007; Pelayo-Sánchez et al., 2017); para *Pestalotiopsis* (Song et al., 2013); para *Phomopsis* (Gong et al., 2020; Mahadevakumar et al., 2017); para *Hemileia* (Carvalho et al., 2011). Para esto, los aislamientos se desarrollaron en caja petri conteniendo medio PDA durante 7 días y facilite describir dichas características macroscópicas. Así mismo, se realizó microcultivos para obtener estructuras microscópicas de cada aislamiento. Todos los microcultivos se incubaron a 25°C en cámara húmeda durante 3 días. Transcurrido este tiempo, se observaron las características microscópicas (conidioros, conidios, apesorium y clamidisporas), examinados bajo el microscopio de campo claro, éstas a su vez se fotodocumentaron mediante digitalización de imágenes y posterior morfometría con el software Image Tool® 3.00 y ZEN.

**RESULTADOS**

Se obtuvieron 47 aislamientos a partir de muestras de tejidos con síntomas de hongos asociados a *C. arabica* en Tabasco, México (Tabla 2).

Tabla 2. Descripción morfológica hongos aislados de plantas de café (*C. arabica*) de Tabasco, México.

Especies	Descripción de colonia	Conidios, esporas	Aislados
<i>Colletotrichum gloesporoides</i>	Color blanco-cremoso tornándose grisáceo posterior a los 7 días; El reverso de coloración oscura a partir del centro tornándose clara hacia la orilla de la caja petri.	Conidios L: 11.70 – 15.91 $\mu\text{m}$ A: 3.89 – 5.26 $\mu\text{m}$	CPT2, CPT6, CPT9, CPT10, CPT11, CPT12, CPT13, CPT15, CPT17, CPT25, CPT31, CPT28, CPT19, CPT23, CPT25, CPT28, CPT31, CPT33, CPT35, CPT37, CPT40, CPT41
<i>Colletotrichum theobromicola</i>	Abundante micelio aéreo de coloración grisácea que luego de los siete días se fue tornando más oscuro; Al reverso se mostró un color negro intenso en el centro, tornándose gris hacia los extremos.	Conidios L: 12.95 – 18.32 $\mu\text{m}$ A: 4.06 – 5.22 $\mu\text{m}$	CPT7, CPT16, CPT21
<i>Colletotrichum gigasporum</i>	Abundante micelio aéreo algodonoso de color gris, márgenes de color blanquecino, pero se tornan gris y aparecen abundantes acervulus en la periferia de la colonia con el avance de los días; El reverso de la placa de observó de color grisáceo con puntos de color negro que forman los acervulus.	Conidios L: 20.00 – 32.29 $\mu\text{m}$ A: 8.07 – 11.9 $\mu\text{m}$	CPT 8
<i>Fusarium solani</i>	Coloración blanco-cremoso-amarillento de aspecto afelpado con micelio aéreo fino formando anillos concéntricos; El reverso se muestra un color amarillo-oscuro.	Macroconidios L: 30.65 – 54.53 A: 4.02 – 5.52 $\mu\text{m}$ Microconidios L: 7.08 – 14.12 $\mu\text{m}$ A: 2.12 – 5.24 $\mu\text{m}$	CPT3, CPT4, CPT5, CPT14, CPT18, CPT24, CPT29, CPT30, CPT39
<i>Fusarium sp</i>	Aspecto algodonoso y de color blanquecino al inicio, rojizo con el avance de los días; El reverso se muestra un color rojizo oscuro en el centro con color blanquecino a los extremos.	Microconios L: 5.10 – 11.90 $\mu\text{m}$ A: 1.50 – 2.70 $\mu\text{m}$	CPT26

<i>Pestalotiopsis sp</i>	El micelio aéreo de color blanquecino, borde ondulado, con el avance de los días aparecieron cuerpos fructíferos de color negro en el micelio; El reverso de la caja presento una coloración blanca a amarillo pálido	Conidios L: 19.83 – 23.92 $\mu\text{m}$ A: 5.69 – 8.11 $\mu\text{m}$ Apéndices apicalesL: 11.20 – 22.70 $\mu\text{m}$ Apéndice basal L: 4.40 – 7.60 $\mu\text{m}$	CPT1
<i>Lasiodiplodia pseudotheobromae</i>	Abundante micelio aéreo de color blanco al inicio, tornándose grisáceo con el avance de los días; El reverso de la colonia mostro una coloración gris	Conidios L: 21.52 – 31.22 $\mu\text{m}$ A: 11.75 – 18.66 $\mu\text{m}$	CPT22, CPT34
<i>Paramyrothecium roridum</i>	Micelio aéreo de color blanco y formando anillos concéntricos que contenían abundantes esporodoquios de color verde-oliváceo; El reverso de la colonia se observa de color amarillo pálido, se muestran los anillos concéntricos	Conidios L: 5.23 – 6.75 $\mu\text{m}$ A: 1.37 – 1.99 $\mu\text{m}$	CPT36, CPT38 y CPT42
<i>Phomopsis sp</i>	Color blanquecino con aspecto algodonoso y margen ondulado, presentan cuerpos fructíferos de color marrón dispersos o en grupos en el micelio; El reverso de la caja Petri fue de color blanquecino en los primeros días tornándose color gris pálido luego	Beta-conidios L: 5.80 – 8.80 $\mu\text{m}$ A: 1.60 – 3.10 $\mu\text{m}$ Alfa-conidios A: 18.80 – 43.20 $\mu\text{m}$ L: 0.90 – 1.50 $\mu\text{m}$	CPT32
<i>Marasmius sp</i>	Crecimiento con abundante micelio en forma de hilo, de color blanco algodonoso	No forma conidios en PDA	CPT 44, CPT 47
<i>Hemileia vastatrix</i>	Parasito obligado	Uredosporas L: 28 – 34.3 $\mu\text{m}$ A: 18 – 28 $\mu\text{m}$	CPT46, CPT47

L: Largo; A: Ancho

De los aislamientos obtenidos, 22 presentaron afinidad morfológica con *Colletotrichum gloesporoides*, tres con *Colletotrichum theobromicola*, uno con *Colletotrichum gigasporum*, nueve con *Fusarium solani*, uno con *Fusarium sp*, uno con *Pestalotiopsis sp*, dos con *Lasiodiplodia pseudotheobromae*, tres con *Paramyrothecium roridum*, uno con *Phomopsis sp*, dos con *Marasmius sp*. y dos con *Hemileia vastatrix*; dichas muestras comparadas correspondió a las capturas fotográficas de los conidióforos, conidios y apresorios de los hongos (Figura 1, 2, 3 y 4).

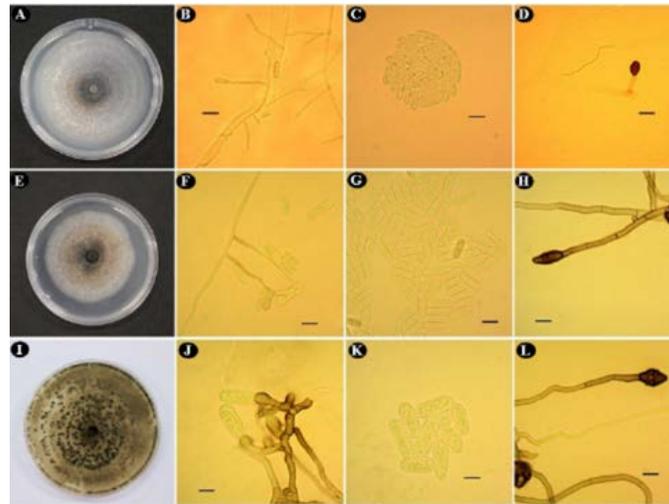


Figura 1. Hongos asociados al agroecosistema de *Coffea arabica*, en medio PDA, a 25° C. A. Colonia de *C.gloesporoides*; B, C y D. Conidióforo, conidios y apresorios de *C.gloesporoides* respectivamente. E. Colonia de *C.theobromicola*; F, G y H. Conidióforo, conidios y apresorios de *C.theobromicola*; I. Colonia de *C.gigasporum*; J, K y L. Conidióforo, conidios y apresorios de *C.gloesporoides* respectivamente. Barra 10 um

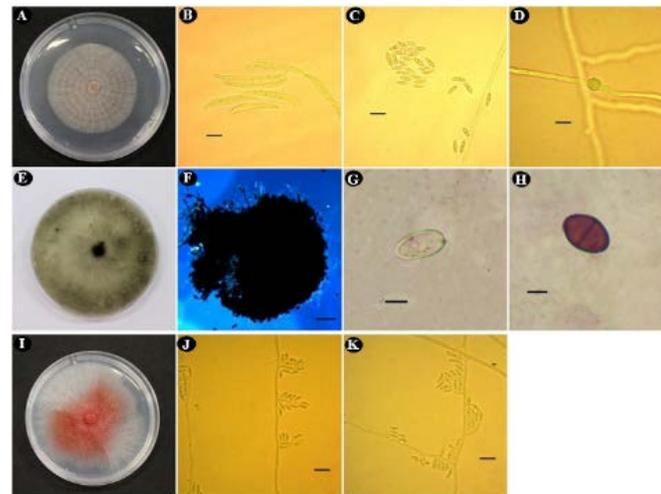


Figura 2. Hongos de los géneros *Fusarium* y *Lasiodiplodia*, asociados al agroecosistema *Coffea arabica*, en medio de cultivo PDA. A. Colonia de *F.solani*; B, C y D. Macronidios, micronidios y clamidospora de *F.solani* respectivamente; E. Colonia de *L.pseudotheobromae*; F, G y H. Picnidio, Conidio inmaduro y conidio maduro de *L.pseudotheobromae* respectivamente; I. Colonia de *Fusarium* sp; J y K. Conidióforos y micronidios de *L.pseudotheobromae* respectivamente. Barra 10 um.

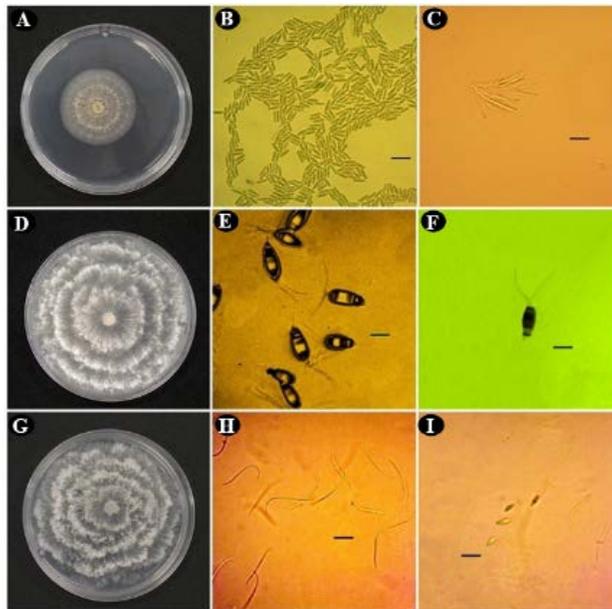


Figura 3 A. Colonia de *P.roridum*, B y C. Conidios y conidióforos de *P.roridum* respectivamente D. Colonia de *Pestalotiopsis* sp; E y F. Conidios con un apéndice basal y dos apéndices apicales G. Colonia de *Phomopsis* sp; H y I. Beta-conidios y alfa-conidios de *Phomopsis* sp respectivamente. Barra 10 um.

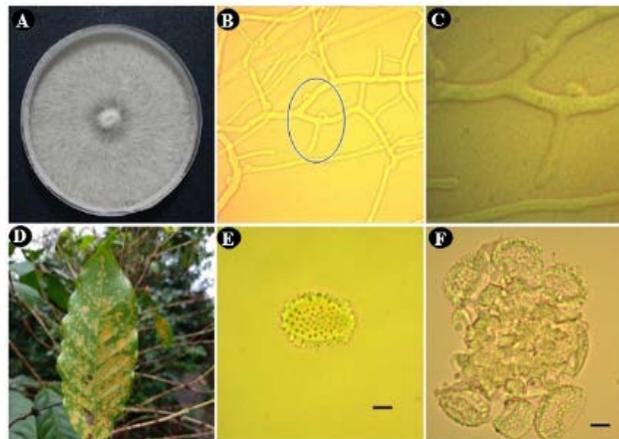


Figura 4. A. Colonia de *Marasmius* sp; B y C. Conexiones tipo asa o clamp conecion de las hifas; D. Hoja de café mostrando síntomas de *H.vastratrix*; E y F. Uredospora y uredio de *H.vastratrix* respectivamente

## DISCUSIÓN

Se evaluó la diversidad de hongos asociados al cultivo de *C. arabica* en Tabasco, México. Si bien, existe escasa información o reportes de la diversidad de hongos asociados al patosistema café en este lugar. Como parte del estudio, para la identificación de estos patógenos, requiere fundamentalmente describir sus rasgos morfológicos (forma de cuerpos fructíferos, micelio, conidiación, crecimiento en medio de cultivo, entre otros) (Saucedo-García et al., 2014). En efecto, en esta investigación se partió por el estudio de las características morfológicas de los patosistemas; de los cuales se identificaron 11 especies. A pesar de los esfuerzos y la corroboración con otros trabajos de la existencia de estos patógenos, el estudio crea precedentes para futuros estudios ya sea nivel morfológico y molecular.

Iniciando con identificación de *Colletotrichum*, en la presente investigación, Cristóbal-Martínez et al. (2017), ya reportaron la existencia de 46 especies de *Colletotrichum* en plantaciones de café, que fueron distribuidas en *C. theobromicola*, *C. gloesporoides* y *C. gigasporum*. Por su parte, Prihastuti et al. (2009), realizaron caracterización de especies de *Colletotrichum* en el norte de Tailandia, encontrando *Colletotrichum gloesporoides* que estuvieron específicamente en frutos de café; similar reportaron Nguyen et al. (2010), especies de *Colletotrichum gloesporoides* presentes frutos y hojas de café; guardando relación a lo encontrado en la presente investigación, tal parece que esta especie afecta más en órganos específicos.

A partir de frutos, se identificaron especies de *Fusarium solani*, no obstante, aún no se han reportado la presencia de este patógeno en este órgano de planta. En otros estudios, Torres et al. (2019), reportaron especies *Fusarium solani*, asociados con *Hipotenemus hampei*, lo cual, hace indicar que es pisble el ataque del patógeno a este organo de la planta, por una relación analófgica de ataques con dicha plaga. Esto es corroborado por Nalim et al. (2011), en la que datan que *Fusarium solani*, posee una amplia gama de hospederos causandolas severeos daños. *Fusarium* sp, también fueron encontrados en la investigación a partir de síntomas de pudricion del cuello de la plantula, por lo que, López-Lima et al. (2020), afirma que *Fusarium osysporum*, es un complejo de hongos más importantes que causa la marchitez de plantas específicamente en café.

Otra especie encontrada fue *Lasiodiplodia pseudotheobromae* mencionada como primer registro en el patosistema café en Tabasco; para el café, esta especie ya fue reportada y por primera vez en Brasil (Freitas-Lopes et al. (2020); también en Tailandia y en café (Trakunyingcharoen et al., 2015).

En hojas se encontraron *Pestalotiopsis* sp, caracterizando a cada género las células conidiógenas (conidios simples septados de pared lisa con apéndices apicales y una basal), según los reportes hechas por Song et al. (2013), para cultivos de café en el sur de China.

Otra especie patógena importante identificada fue *Paramyrothecium roridum*; dicha ya ha sido reportada a partir de hojas en café a nivel de vivero en Oaxaca, México (Pelayo-Sánchez et al., 2017). También, fue reportada a nivel de vivero en Río de Janeiro, Brasil, asociada como sinónima a *Myrothecium roridum* (Lombard & Crous, 2016). No obstante, en la presente investigación se encontraron en plantaciones de café en campo (promedio 2 años de edad).

Un reporte importante se tuvo con el género *Phomopsis*, que normalmente fueron reportados en leguminosas (Brumer et al., 2018), no obstante, también atacan al cafeto; siendo, reportado por primera vez en China, a partir de hojas, que causaban de 20% a 30% en promedio de incidencia (Gong et al., 2020).

*Marasmius* sp fue otra especie encontrada en hojas (mal de hilachas); para café, aún se desconoce reportes de este género. No obstante, ya fue reportada la especie *Marasmius scandens*, en *Theobroma cacao*, con el cual se comparó el hongo aislado en la investigación y que generaron síntomas similares (Amoako-Attah et al., 2016).

Finalmente, se ha encontrado en mayor cantidad especies de *Hemileia vastatrix*, en todas las zonas muestreadas, con baja incidencia de daño. No cabe duda que, *H. vastatrix* es patógeno con mayor ataque en plantas de café y además que posee una amplia variabilidad genética (Malau, 2019; Quispe-Apaza et al., 2017; Talhinhos et al., 2017).

## CONCLUSIONES

Se identificaron 11 especies de hongos, asociados al patosistema *C. arabica* L., en sus diversos órganos; de éstos, 10 están reportadas como fitopatógenos este cultivo y uno como patógeno de *T. cacao* L., mediante el aislamiento y morfología cualitativa (forma y color) y cuantitativa (tamaño). En hojas se identificaron (*C.gloesporides*, *C.theobromicola*, *Pestalotiopsis* sp, *Paramyrothecium roridum*, *Phomopsis* sp y *Hemileia vastatrix*), en el cuello de plátulas con pudriciones (*Fusarium* sp), en frutos (*Lasioidiplodia pseudotheobromae* y *C. gigasporum*) y en tallos (*Fusarium solani*). Adicionalmente se identificó *Marasmius* sp. en hojas, sin embargo, no se encuentra registrado como patógeno de *C. arabica*.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aceves Navarro, L. A., Rivera Hernández, B., López Castañeda, A., Palma López, D. J., González Mancillas, R., & Juárez López, J. F. (2018). Áreas potenciales y vulnerabilidad del cultivo de café tipo robusta (*Coffea canephora* P.) al cambio climático en el estado de Tabasco, México. *Nova scientia*, 10(20), 369-396. <https://doi.org/10.21640/ns.v10i20.1379>
- Amoako-Attah, I., Akrofi, A. Y., Hakeem, R. B., Asamoah, M., & Kumi-Asare, E. (2016). White thread blight disease caused by *Marasmiellus scandens* (Masse) Dennis Reid on cocoa and its control in Ghana. *African Journal of Agricultural Research*, 11(50), 5064-5070. <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11681>
- Brumer, B. B., Lopes-Caitar, V. S., Chicowski, A. S., Beloti, J. D., Castanho, F. M., da Silva, D. C. G., de Carvalho, S., Lopes, I. O., Soares, R. M., & Seixas, C. D. (2018). Morphological and molecular characterization of *Diaporthe* (Phomopsis anamorph) complex and pathogenicity of *Diaporthe aspalathi* isolates causing stem canker in soybean. *European Journal of Plant Pathology*, 151(4), 1009-1025.
- Carvalho, C. R., Fernandes, R. C., Carvalho, G. M. A., Barreto, R. W., & Evans, H. C. (2011). Cryptosexuality and the genetic diversity paradox in coffee rust, *Hemileia vastatrix*. *Plos one*, 6(11), e26387. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0026387>
- Cristóbal-Martínez, A. L., de Jesús Yáñez-Morales, M., Solano-Vidal, R., Segura-León, O., & Hernández-Anguiano, A. M. (2017). Diversity of *Colletotrichum* species in coffee (*Coffea arabica*) plantations in Mexico. *European Journal of Plant Pathology*, 147(3), 605-614. <https://doi.org/10.1007/s10658-016-1029-0>
- Da Silveira, S. F., Mussi-Dias, V., de Ponte, E. C., & Dias, P. P. (2007). *Myrothecium* leaf spot on coffee plants in nursery. *Fitopatologia Brasileira*, 32(5). <https://doi.org/10.1590/S0100-41582007000500013>
- DaMatta, F. M., Ronchi, C. P., Maestri, M., & Barros, R. S. (2007). Ecophysiology of coffee growth and production. *Brazilian journal of plant physiology*, 19, 485-510. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202007000400014>
- Estrada, M. N., Velez, P. E., & Lopez, J. C. (1997). Estandarizacion de una metodologia para obtener cultivos monoesporicos del hongo *Beauveria bassiana*. *Centro Nacional de Investigación y Documentación Agropecuaria, (CENIDA)*, 48(4), 217-224.

- Freitas-Lopes, R. do L., Machado, A. R., & Lopes, U. P. (2020). Coffee Dieback Caused by *Lasiodiplodia pseudotheobromae* in Brazil. *Plant Disease*, 104(3), 980.
- Gong, J. L., Lu, Y., Wu, W. H., He, C. P., Liang, Y. Q., Huang, X., Zheng, J. L., Xi, J. G., Tang, S. B., & Yi, K. X. (2020). First report of *Phomopsis heveicola* (anamorph of *Diaporthe tulliensis*) causing leaf blight of Coffee (*Coffea arabica*) in China. *Plant Disease*, 104(2), 570. <https://doi.org/10.1094/PDIS-09-19-1833-PDN>
- Gotteland, M., & De Pablo, S. (2007). Algunas verdades sobre el café. *Revista chilena de nutrición*, 34(2), 105-115. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182007000200002>
- James, R. S., Ray, J., Tan, Y. P., & Shivas, R. G. (2014). *Colletotrichum siamense*, *C. theobromicola* and *C. queenslandicum* from several plant species and the identification of *C. asianum* in the Northern Territory, Australia. *Australasian Plant Disease Notes*, 9(1), 1-6.
- Liang, L., Li, H., Zhou, L., & Chen, F. (2019). *Lasiodiplodia pseudotheobromae* causes stem canker of Chinese hackberry in China. *Journal of Forestry Research*, 31(6), 2571-2580. <https://doi.org/10.1007/s11676-019-01049-x>
- López-Lima, D., Carrión, G., Sánchez-Nava, P., Desgarenes, D., & Villain, L. (2020). Fungal diversity and *Fusarium oxysporum* pathogenicity associated with coffee corky-root disease in Mexico. *Revista De La Facultad De Ciencias Agrarias UNCuyo*, 52(1), 276-292.
- Mahadevakumar, S., Amruthavalli, C., Sridhar, K. R., & Janardhana, G. R. (2017). Prevalence, incidence and molecular characterization of *Phomopsis vexans* (*Diaporthe vexans*) causing leaf blight and fruit rot disease of brinjal in Karnataka (India). *Plant Pathol Quar*, 7(1), 29-46. <https://doi.org/10.5943/ppq/7/1/5>
- Malau, S. (2019). Resistance variability of arabica coffee genotypes (*Coffea arabica* L.) to leaf rust disease (*Hemileia vastatrix*). *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 6(2), 69-78. <https://doi.org/dx.doi.org/10.21082/jtidp.v6n2.2019.p69-78>
- Nalim, F. A., Samuels, G. J., Wijesundera, R. L., & Geiser, D. M. (2011). New species from the *Fusarium solani* species complex derived from perithecia and soil in the Old World tropics. *Mycologia*, 103(6), 1302-1330. <https://doi.org/10.3852/10-307>
- Nguyen, P. T. H., Pettersson, O. V., Olsson, P., & Liljeroth, E. (2010). Identification of *Colletotrichum* species associated with anthracnose disease of coffee in Vietnam. *European Journal of Plant Pathology*, 127(1), 73-87. <https://doi.org/10.1007/s10658-009-9573-5>

- Pelayo-Sánchez, G., Yáñez-Morales, M. J., & Solano-Vidal, R. (2017). First report of leaf spot on *Coffea arabica* caused by *Paramyothecium roridum* in Mexico. *Plant Disease*, 101(6), 1044-1044. <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-16-1588-PDN>
- Prihastuti, H., Cai, L., Chen, H., McKenzie, E. H. C., & Hyde, K. D. (2009). Characterization of *Colletotrichum* species associated with coffee berries in northern Thailand. *Fungal Diversity*, 39(1), 89-109.
- Quispe-Apaza, C. S., Mansilla-Samaniego, R. C., López-Bonilla, C. F., Espejo-Joya, R., Villanueva-Caceda, J., & Monzón, C. (2017). Genetic diversity of *Hemileia vastatrix* of two coffee producing areas in Peru. *Revista mexicana de fitopatología*, 35(3), 418-436. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1612-7>
- Robles Yerena, L., Leyva Mir, S. G., Cruz Gómez, A., Camacho Tapia, M., Nieto Ángel, D., & Tovar Pedraza, J. M. (2016). *Fusarium oxysporum* Schltdl. Y *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. Causantes de la marchitez de plántulas de *Pinus* spp. En vivero. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 7(36), 25-36. <https://doi.org/dx.doi.org/10.21082/jtidp.v6n2.2019.p69-78>
- Rojo-Báez, I., Álvarez-Rodríguez, B., García-Estrada, R. S., León-Félix, J., Sañudo-Barajas, A., & Allende-Molar, R. (2017). Situación actual de *Colletotrichums* spp. en México: Taxonomía, caracterización, patogénesis y control. *Revista mexicana de fitopatología*, 35(3), 549-570. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1703-9>
- Rutherford, M. A., & Phiri, N. (2006). *Pests and diseases of coffee in Eastern Africa: A technical and advisory manual*. Wallingford, UK: CAB International.
- Saucedo-García, A., Anaya, A. L., Espinosa-García, F. J., & González, M. C. (2014). Diversity and communities of foliar endophytic fungi from different agroecosystems of *Coffea arabica* L. in two regions of Veracruz, Mexico. *PloS one*, 9(6), e98454.
- Singh, R., & Doyle, V. P. (2017). Boxwood dieback caused by *Colletotrichum theobromicola*: A diagnostic guide. *Plant Health Progress*, 18(3), 174-180. <https://doi.org/10.1094/PHP-04-17-0024-DG>
- Song, Y., Geng, K., HYDE, K. D., ZHAO, W.-S., Wei, J.-G., Kang, J.-C., & Wang, Y. (2013). Two new species of *Pestalotiopsis* from Southern China. *Phytotaxa*, 126(1), 22-32.
- Summerell, B. A., Leslie, J. F., Liew, E. C., Laurence, M. H., Bullock, S., Petrovic, T., Bentley, A. R., Howard, C. G., Peterson, S. A., & Walsh, J. L. (2011). *Fusarium* species associated with plants in Australia. *Fungal Diversity*, 46(1), 1-27.

- 
- Talhinhas, P., Batista, D., Diniz, I., Vieira, A., Silva, D. N., Loureiro, A., Tavares, S., Pereira, A. P., Azinheira, H. G., & Guerra-Guimarães, L. (2017). The coffee leaf rust pathogen *Hemileia vastatrix*: One and a half centuries around the tropics. *Molecular plant pathology*, 18(8), 1039-1051.
- (Tode) L. Lombard & Crous. (2016). Mycobank. <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/name/Paramyrothecium%20roridum>
- Torres, E. G., Cárdenas, J. L., Nieto, D. D. C., & Soto, F. C. (2019). Experimento con biol de subproductos de azúcar para mayor rendimiento ecológico en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Studium Veritatis*, 17(23), 285-304.
- Trakunyingcharoen, T., Lombard, L., Groenewald, J. Z., Cheewangkoon, R., To-Anun, C., & Crous, P. W. (2015). Caulicolous Botryosphaeriales from Thailand. *Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 34, 87. <https://doi.org/10.3767/003158515X685841>
- Vichi, F. F. (2015). La producción de café en México: Ventana de oportunidad para el sector agrícola de Chiapas. *Espacio I+ D: Innovación más Desarrollo*, 4(7). <https://doi.org/10.31644/IMASD.7.2015.a07>
- Weir, B. S., Johnston, P. R., & Damm, U. (2012). The *Colletotrichum gloeosporioides* species complex. *Studies in mycology*, 73, 115-180.