

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE HONGOS FITOPATÓGENOS ASOCIADOS A CUATRO CULTIVARES DE ARROZ (*Oryza sativa*) DE PANAMÁ

MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF PHYTOPATHOGENIC FUNGI ASSOCIATED WITH FOUR RICE CULTIVARS (*Oryza sativa*) FROM PANAMA

*Palma Araúz, Angélica Alejandra. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Fitotecnia, Panamá. angelica.palma-a@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0003-2095-6168>

Ureta, José Carlos. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Protección Vegetal, Panamá. jose.ureta@up.ac.pa <https://orcid.org/0009-0006-9034-0122>

Rodríguez Justavino, Delfida. Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá, Subcentro de Alanje, Chiriquí, Panamá. delfidar@yahoo.es <https://orcid.org/0009-0003-3760-8589>

*Autor de Correspondencia: angelica.palma-a@up.ac.pa
DOI <https://doi.org/10.48204/j.ia.v6n1.a4516>

Recibido: 08/04/2023

Aceptado: 10/08/2023

RESUMEN. El objetivo de esta investigación fue identificar a nivel taxonómico especies de hongos fitopatógenos asociados a cuatro cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) en tres zonas arroceras de Panamá: Barú, Alanje y Guánico Abajo. Se evaluaron tres cultivares codificados ubicados en la provincia de Chiriquí: 1) rendimiento 1, parcela 12, localidad Berbá, Barú; 2) rendimiento 1, parcela 20, localidad Berbá, Barú; 3) rendimiento 1, parcela 2, localidad Canta Gallo; y una variedad ubicada en la provincia de Los Santos: 4) cultivar Estrella 71, localidad Guánico Abajo, Agrícola DELI. Se colectaron alrededor de 40 muestras a lo largo de las épocas seca y lluviosa de los años 2016, 2018 y 2019, durante la fase vegetativa y fase de maduración y llenado del grano. Se realizaron aislamientos en cámaras húmedas e incubación en medios de cultivo PDA, CLA y Agar Agua, para obtener cultivos puros y posteriormente caracterizar estructuras macroscópicas y microscópicas. La identificación de especies de hongos se llevó a cabo utilizando las claves taxonómicas propuestas por Ou (1985), Sivanesan (1992) y Seifert (1996). En la provincia de Chiriquí se identificó la mayor cantidad de especies, incluyendo *Curvularia cf. lunata*, *Curvularia cf. geniculata*, *Bipolaris cf. oryzae*, *Nigrospora cf. oryzae* y *Fusarium sp* en la región de Berbá Barú, y en la región de Canta Gallo, Alanje, las especies *Nigrospora cf. oryzae* y *Bipolaris sorokiniana*. Finalmente, en la provincia de Los Santos, en la localidad de Guánico Abajo, se pudo identificar la especie *Curvularia cf. verruculosa*. De los hongos fitopatógenos previamente mencionados, los géneros *Curvularia* y *Fusarium* fueron aislados de muestras de granos, mientras que el género *Nigrospora* y *Bipolaris* se aisló tanto de tejido foliar como de grano.

PALABRAS CLAVE: *Oryza sativa* L., hongos fitopatógenos, aislamiento, incubación, cultivos puros, estructuras microscópicas, taxonomía.

ABSTRACT. The objective of this research was to identify at a taxonomic level species of phytopathogenic fungi Associates with four rice cultivars (*Oryza sativa* L.) in three rice-growing areas of Panama: Baru, Alanje and Guanico Abajo. Three codified cultivars located in the province of Chiriqui were evaluated: 1) yield 1, plot 12, locality Berba, Baru; 2) yield 1, plot 20, locality Berba, Baru; 3) yield 1, plot 2, Canta Gallo locality; and one variety located in the province of Los Santos: 4) cultivar Estrella 71, Guánico Abajo locality, Agrícola DELI. Around 40 samples were collected throughout the dry and rainy seasons of 2016, 2018, and 2019, during the vegetative and grain ripening and filling phases. Isolations were performed in humid chambers and incubation in PDA, CLA and Water Agar culture media, to obtain pure cultures and subsequently characterize macroscopic and microscopic structures. The identification of fungal species was carried out using the taxonomic keys proposed by Ou (1985), Sivanesan (1992) and (Seifert, 1996). In the province of Chiriqui, the greatest number of species were identified, including *Curvularia cf. lunata*, *Curvularia cf. geniculata*, *Bipolaris cf. oryzae*, *Nigrospora cf. oryzae* and *Fusarium sp* in the region of Berba Baru, and in the region of Canta Gallo, Alanje, the species *Nigrospora cf. oryzae* and *Bipolaris sorokiniana*.



Finally, in the province of Los Santos, in the locality of Guanico Abajo, the species *Curvularia cf. verruculosa* was identified. Of the previously mentioned phytopathogenic fungi, the genera *Curvularia* and *Fusarium* were isolated from grain samples, while the genera *Nigrospora* and *Bipolaris* were isolated from both leaf and grain tissue.

KEYWORDS: *Oryza sativa* L, phytopathogenic fungi, isolation, incubation, pure cultures, microscopic structures, taxonomy.

INTRODUCCIÓN

Samal y Parida (2021), indican que el cultivo del arroz es atacado por alrededor de 50 enfermedades, siendo los hongos fitopatógenos el grupo de mayor incidencia y relevancia, esto debido a su capacidad de adaptarse a diferentes agroecosistemas y afectar los cultivos en zonas templadas, tropicales y bajo cualquier sistema de cultivo, bien sea seco, seco favorecido o irrigado (Prado, 2016). Debido a las condiciones ambientales de nuestro país, principalmente el régimen de lluvias existe una gran incidencia de enfermedades fúngicas, causadas principalmente por los siguientes especímenes: *Fusarium* (Link), *Nigrospora oryzae* (Berk. & Broome) Petch, *Curvularia lunata* (Wakker) Boedijn, *Curvularia geniculata* (Tracy & Earle) Boedijn, *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker. Desde el punto de vista económico, estos hongos fitopatógenos representan una gran preocupación en el entorno productivo, ya que son responsables de producir: pérdidas de miles de hectáreas en producción, mermas en los rendimientos y disminución en la calidad del producto final (Peng et al., 2021).

Cuando a enfermedades fúngicas se hace referencia, un adecuado diagnóstico y la exclusión de síntomas similares de menor importancia, son factores decisivos en la toma de decisiones en cuanto al manejo del cultivo, definición y aplicación de prácticas de regulación eficaces, del mismo modo que la sostenibilidad económica, social y ambiental de las mismas (Rivas et al., 2008). Un adecuado diagnóstico se basa principalmente en la observación de síntomas y el estudio de los organismos asociados en comparación con registros existentes. En el caso de los hongos, donde la complejidad de los sistemas reproductivos permite apreciar una alta diversidad de estructuras tanto asexuales como sexuales, esta información debe ser complementada con la obtención de cultivos puros del patógeno por técnicas microbiológicas de aislamiento, además del empleo de la microscopía y estudios taxonómicos (Gaitán, 2003).

En la república de Panamá existen registros de estudios donde se emplea el aislamiento e identificación de hongos utilizando claves taxonómicas, caracterizaciones y comparaciones con especímenes de diferentes herbarios. En el análisis de: “Dos nuevas especies de *Appendiculella* (Meliolaceae) de Panamá (Rodríguez y Piepeming, 2007)”, se llevó a cabo mediciones de ascosporas y estructuras celulares, además de la preparación de placas semipermanentes para su posterior análisis. Por otra parte, en la investigación de “Nuevas especies y nuevos registros de Meliolaceae de Panamá (Rodríguez et al., 2015)”, se colectaron plantas con hongos (Meliolales), de donde se extrajeron hifas y peritecios visualizadas en placas semipermanentes.

La taxonomía desempeña un papel importante en el estudio de microorganismos, ya que deriva en una herramienta esencial para la identificación no sólo del género sino también de la especie del organismo agresor, apoyada principalmente en la recolección de datos cualitativos,



caracterizaciones y el empleo de claves taxonómicas. Por consiguiente, el objetivo principal de esta investigación fue aislar e identificar a nivel taxonómico hongos fitopatógenos asociados a cultivares de arroz de Panamá, y de este modo, confirmar la existencia de interacción entre los principales hongos fitopatógenos de interés y el cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Para llevar a cabo esta investigación, se seleccionaron tres zonas arroceras del país donde se realizaron las colectas (Tabla 1). Dos de estas regiones se encuentran ubicadas en la provincia de Chiriquí: 1) la localidad de Berbá, Barú y 2) Canta Gallo, Alanje. La tercera zona corresponde a la localidad de Guánico Abajo, Agrícola DELI, situada en la provincia de Los Santos.

Las muestras fueron colectadas en parcelas comerciales de productores a lo largo de las épocas seca y lluviosa de los años 2016, 2018 y 2019, durante la fase vegetativa y fase de maduración y llenado del grano. Durante la fase vegetativa, se colectaba únicamente tejido foliar. Por otro lado, durante la fase de maduración y llenado de grano, la muestra se tomaba a la altura del primer nudo del tallo principal, seleccionando hoja bandera y panícula.

Para el desarrollo de este estudio, se seleccionaron cuatro cultivares de las regiones previamente mencionadas. De cada cultivar, se eligieron y procesaron 10 muestras al azar, dando como resultado un total de 40 muestras analizadas. Posteriormente, las muestras colectadas fueron procesadas en el Laboratorio de Biología Molecular del Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Subcentro de Alanje, provincia de Chiriquí.

Tabla 1

Descripción de las muestras analizadas en el laboratorio, procedentes de diferentes áreas productoras de Panamá.

N°	Cultivar	Fecha de colecta	Localidad	Provincia	Altitud
1	Codificado: Rendimiento 1 Parcela 12	03/02/19	Berbá, Barú	Chiriquí	26 m. s. n. m.
2	Codificado: Rendimiento 1 Parcela 20	03/02/19	Berbá, Barú	Chiriquí	26 m. s. n. m.
3	Estrella 71	12/10/18	Guánico Abajo, Agrícola DELI	Los Santos	25 m. s. n. m.
4	Codificado: Rendimiento 1 Parcela 2	06/05/16	Canta Gallo	Chiriquí	21 m. s. n. m.



Metodología del muestreo

El área de muestreo se seleccionó de forma aleatoria en las cuatro localidades previamente descritas, tomando como criterio de selección tejido foliar y panículas que exhibían manchas irregulares de coloraciones marrones a negras y crecimiento micelial, síntomas presuntivos de enfermedades fúngicas. Todo el material colectado en bolsas plásticas fue llevado al laboratorio y preservado a 4°C hasta el momento de su análisis.

Proceso de aislamiento fungoso

Las hojas y granos enfermos se colocaron en cámaras húmedas con papel filtro estéril, humedecido con agua destilada estéril, e incubados a 28 ° C por un periodo de 7-10 días. También, se realizaron siembras directas de tejido foliar y granos en medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA) con antibióticos, como la estreptomycin. El crecimiento fungoso obtenido de las cámaras húmedas y siembras directas fueron colocados en medio de cultivo PDA (Tuite, 1969).

Purificación de muestras

Se cortó pequeñas secciones del borde de las colonias en crecimiento, utilizando agujas de disección y bisturí flameados. Estas pequeñas porciones de micelio o bien agar y micelio se depositaron en platos Petri con medio de cultivo estéril para obtener cultivos puros del hongo de interés (Tuite, 1969).

Aislamiento monospórico

Para establecer un cultivo confiable, fue necesario llevar a cabo aislamientos monospóricos que garantizaran la autenticidad y pureza de estos y de los datos obtenidos (French y Hebert, 1980). Este proceso consistió en realizar un frotado en zigzag con un asa esterilizada en medio de cultivo agar agua, transcurridas 24 horas se seleccionó una espora que se encontrara aislada y se sembró en medio de cultivo PDA con antibiótico.

Cultivo del hongo fitopatógeno

Tomando como base la metodología descrita por French y Hebert (1980) se procedió a cultivar el hongo fitopatógeno de interés en medio de cultivo, bajo condiciones controladas de esterilidad y asepsia. Tan pronto se observó crecimiento de micelio, se realizó un raspado del medio de cultivo, luego se llevó a cabo la siembra de las esporas o micelio colectadas en el raspado en un nuevo plato Petri con medio de cultivo PDA con antibiótico o CLA (agar, agua, hojas de clavel) y se procedió a cerrar herméticamente el plato Petri con parafilm.

Posteriormente, los platos Petri fueron incubados a una temperatura de 28 °C, por un periodo de 5 – 7 días aproximadamente, de acuerdo con el desarrollo que presentara el micelio del hongo de estudio.

Descripción e identificación de hongos fitopatógenos

Luego de observar y verificar que el crecimiento de micelio correspondiera a hongos fitopatógenos de interés en el cultivo del arroz, se prepararon placas semipermanentes utilizando alcohol polivinílico. El proceso de descripción consistió en observaciones y registro de características macroscópicas como: forma de la colonia, coloración característica en el medio de cultivo, presencia de halos de crecimiento y apariencia; y microscópicas como color, forma y septación de conidios y conidióforos, de acuerdo con lo propuesto por Agrios (2005). Por otra parte, se realizaron mediciones de largo y ancho de estructuras microscópicas empleando una rejilla de medición previamente calibrada e incorporada al microscopio de luz.

Culminada la etapa de descripción, se procedió a la identificación donde se implementó un método comparativo a través de fotografías de estructuras microscópicas y macroscópicas y el uso de las claves taxonómicas (Ou, 1985; Sivanesan, 1992; Seifert, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

Se procesaron un total de 40 muestras, correspondientes a granos y hojas con síntomas de hongos asociados a los cuatro cultivares de *O. sativa* en Panamá, de las cuales se realizaron diez aislamientos de hongos fitopatógenos pertenecientes a los géneros *Curvularia*, *Nigrospora*, *Fusarium* y *Bipolaris* (Tabla 2). De los hongos fitopatógenos identificados; seis fueron aislados de granos, los géneros *Curvularia* y *Fusarium*. Y el género *Nigrospora* y *Bipolaris* se aisló tanto en hoja como en grano.

Tabla 2

Descripción morfológica de hongos fitopatógenos aislados de cultivares de arroz (O. sativa) de Panamá.

Especies	Descripción de colonia	Conidios, esporas	Conidióforos
<i>Curvularia lunata</i> cf.	Micelio esponjoso color café oscuro a negro con bordes de color marrón claro a naranja.	Conidios color café oscuro, 18 – 25 x 10 – 13 μm , paredes lisas, 3 septos, 4 células.	Erectos, color café oscuro, septados, 2 – 4 μm de ancho.
<i>Curvularia verruculosa</i> cf.	Micelio esponjoso color café oscuro a negro en el lado dorsal del plato, el lado ventral color negro donde se observa ligeramente la formación de anillos concéntricos.	Conidios de color café claro a hialinos, 20 – 26 x 9 – 11 μm , ligeramente curvados, con ornamentaciones en la pared en estadios	Erectos, flexuoso en el ápice, de color café oscuro, septados, 3 – 5 μm de ancho.

Especies	Descripción de colonia	Conidios, esporas	Conidióforos
		jóvenes y maduros, 3 septos, 4 células.	
<i>Curvularia geniculata</i>	cf. Micelio de apariencia lanosa, color café oscuro a negro formando círculos concéntricos.	Conidios de color café oscuro, 28 – 33 x 11 – 14 µm, geniculados, de paredes lisas, 4 septos, 5 células.	Erectos, de color café oscuro, curvados, septados, 4 – 7 µm de ancho.
<i>Nigrospora oryzae</i>	cf. Micelio incoloro, de apariencia esponjosa, con regiones negras y grises en la superficie del lado dorsal del plato; el lado ventral del plato color crema con dos anillos de 3,3 cm y 11,7 cm de radio al punto central respectivamente.	Esporas de color negro, unicelulares, de forma globosa a subglobosa, 9 – 12 x 13 – 15 µm.	Cortos y simples, hialinos, 6 – 8 µm de ancho.
<i>Fusarium sp.</i>	Aislamiento 1: Micelio color naranja pálido, esponjoso, con círculos concéntricos de color rosado en el lado dorsal del plato; en el lado ventral micelio color naranja intenso en el centro y naranja-amarillo en los bordes de los círculos concéntricos. Aislamiento 2: Micelio ligeramente algodonoso, color marrón-grisáceo, en los bordes de color rojo vino-rosado en el lado dorsal del plato; micelio color café oscuro en el centro, con bordes presentando una tonalidad de rojo vino a rosado en el lado ventral del plato.	Macroconidios de color hialinos, ligeramente curvados, 5 septos, 6 células, 40 – 54 x 3 – 4 µm. Célula basal en forma de pies, 3 – 5 µm de largo, célula apical delgada, en forma de gancho. Clamidosporas de color amarillo-verdoso, de paredes lisas, de globosa-subglobosa, terminales e intercalares, solitarias, en pares y catenuladas (5 – 6), 9 – 13 x 8 – 13 µm.	–
	Micelio de apariencia poco esponjosa, color café oscuro a negro	Conidios de color café oscuro, 67 – 94 x 16 – 20 µm, con extremos más	Erectos, geniculado en el ápice, de color café oscuro,

Especies	Descripción de colonia	Conidios, esporas	Conidióforos
<i>Bipolaris sorokiniana</i> cf.	formando círculos concéntricos, en el lado ventral del plato con dos anillos de 2,7 cm y 2,0 cm de radio del punto central respectivamente.	claros, 8 pseudoseptas, 7 células.	septados 4 – 6 μm de ancho.
<i>Bipolaris oryzae</i> cf.	Micelio de apariencia esponjosa, color grisáceo oscuro a negro mostrando en los bordes una coloración verde-azulosa en el lado dorsal del plato; en el lado ventral del plato se observa micelio de color café oscuro a negro con bordes ligeramente oliváceos.	Conidios de color café claro, curvados, 76 – 102 x 14 – 17 μm, de paredes lisas, mostrando germinación bipolar, 6 – 11 pseudoseptas, 7 – 12 células	Erectos, de color café oscuro, generalmente genticulados en la región apical, septados 5 – 7 μm de ancho.

De los diez aislamientos obtenidos, uno corresponde a la especie *Curvularia* cf. *lunata* (Figura 1), 1 a la especie *Curvularia* cf. *geniculata* (Figura 1), 1 a la especie *Curvularia* cf. *verruculosa* (Figura 1), 2 a la especie *Nigrospora* cf. *oryzae* (Figura 2), 1 a la especie *Bipolaris* cf. *sorokiniana* (Figura 3), 2 a la especie *Bipolaris* cf. *oryzae* (Figura 3) y 2 a la especie *Fusarium* sp (Figura 4).

La distribución geográfica de los hongos fitopatógenos identificados fue la siguiente, ocho en la provincia de Chiriquí, sobre cultivares codificados y uno en la provincia de Los Santos, sobre el cultivar Estrella 71 (Tabla 3).

Tabla 3

Distribución de los hongos fitopatógenos identificados atendiendo a la localidad y provincia donde fueron colectadas las muestras.

Especie	Cultivar	Localidad	Provincia
<i>Curvularia</i> cf. <i>lunata</i> <i>Bipolaris</i> cf. <i>oryzae</i> <i>Fusarium</i> sp.	Codificado: R1 P12	Berbá, Barú	Chiriquí
<i>Curvularia</i> cf. <i>geniculata</i> <i>Nigrospora</i> cf. <i>oryzae</i> <i>Bipolaris</i> cf. <i>oryzae</i>	Codificado: R1 P20	Berbá, Barú	Chiriquí
<i>Nigrospora</i> cf. <i>oryzae</i> <i>Bipolaris</i> cf. <i>sorokiniana</i>	Codificado: R1 P2	Canta Gallo, Alanje	Chiriquí
<i>Curvularia</i> cf. <i>verruculosa</i>	Estrella 71	Guanico Abajo	Los Santos





Figura 1

Especies del género *Curvularia* asociados a arroz en medio de cultivo PDA. **A.** Colonia de *Curvularia* cf. *lunata*. **B.** Conidios. **C.** Conidióforo subtendiendo conidios en la parte apical. **D – E.** Conidios con germinación polar. **F.** Colonia de *Curvularia* cf. *verruculosa*. **G-I.** Conidios. **J.** Conidióforo subtendiendo los conidios. **K.** Colonia de *Curvularia* cf. *geniculata*. **L.** Conidios. **M.** Conidióforo flexuoso y curvado en la parte apical. **N.** Conidióforo erecto subtendiendo los conidios en la parte apical.

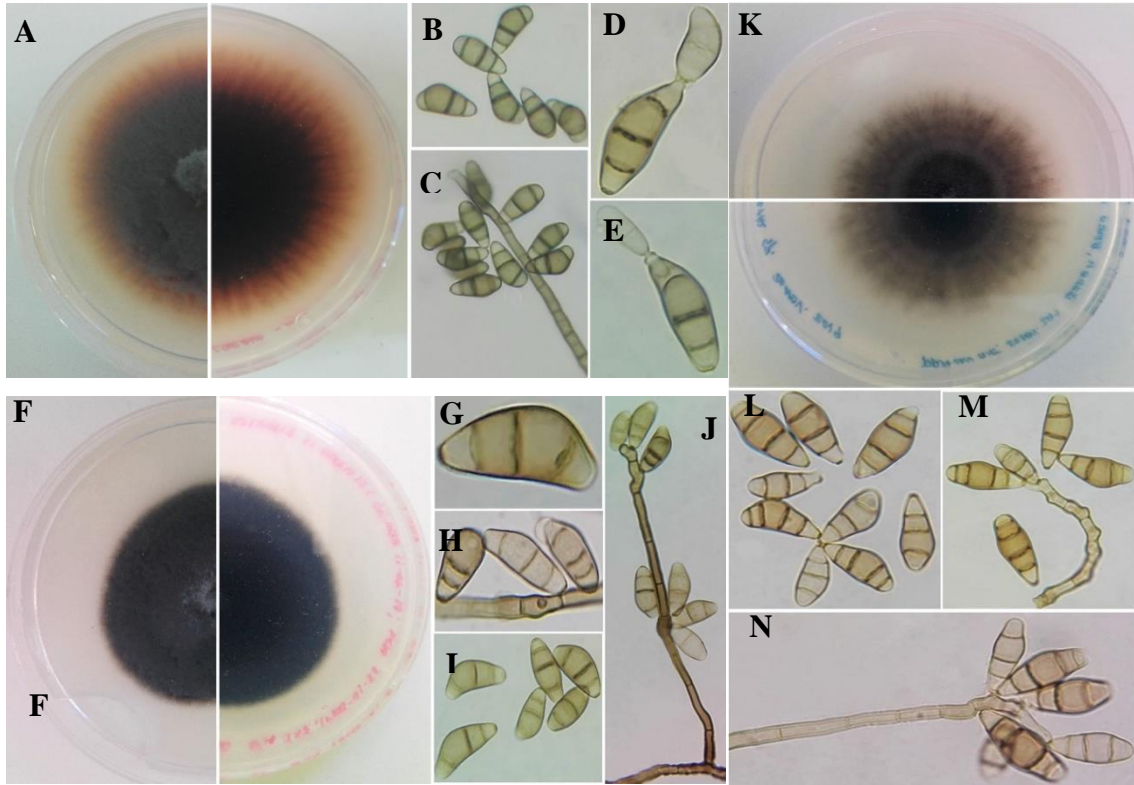


Figura 2

Nigrospora cf. *oryzae*. **A – B.** Vista dorsal y ventral del medio de cultivo. **C – D.** Células conidiógenas subtendiendo a las esporas. **E.** Conidióforo y vesícula.

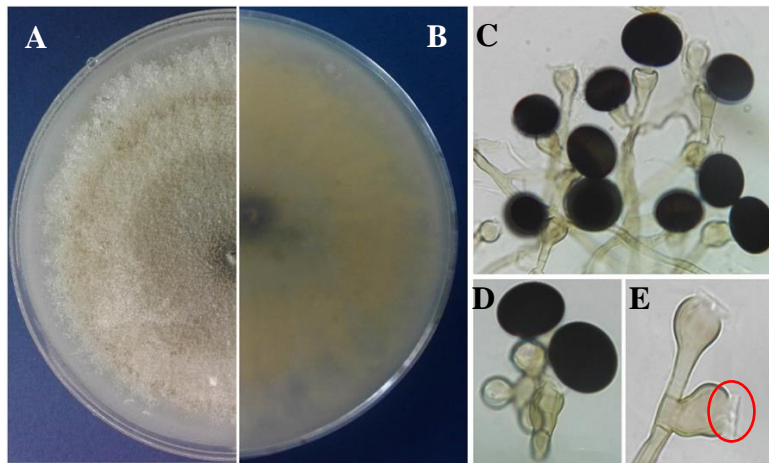


Figura 3

Fusarium sp. **A – B.** Vista dorsal y ventral del medio de cultivo a los 6 días de crecimiento. **C – D.** Vista dorsal y ventral del medio de cultivo a los 30 días de crecimiento. **E-F.** Conidios. **G – I.** Clamidosporas en posición intercalar, catenuladas, terminales, solitarias y en pares.

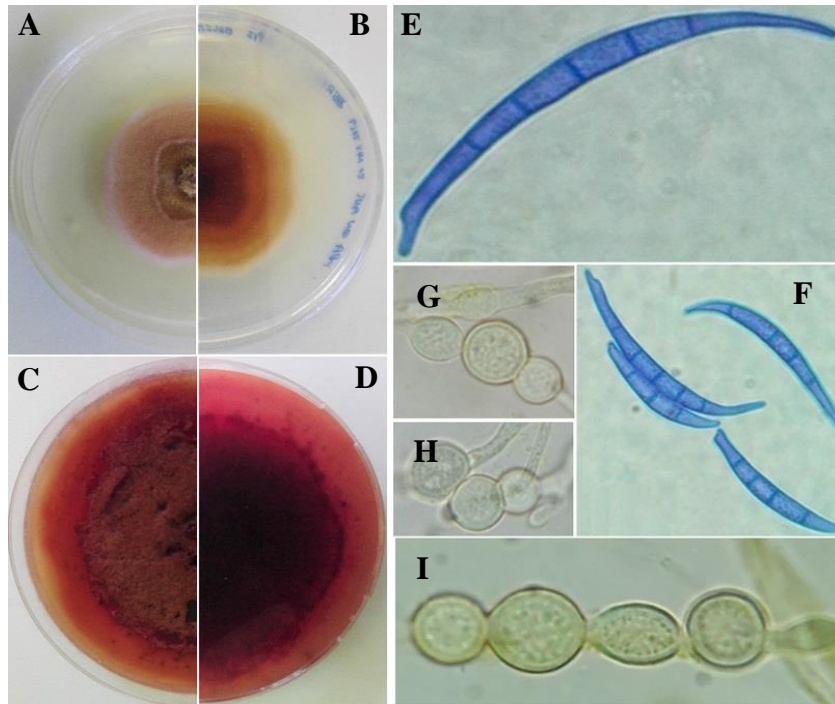
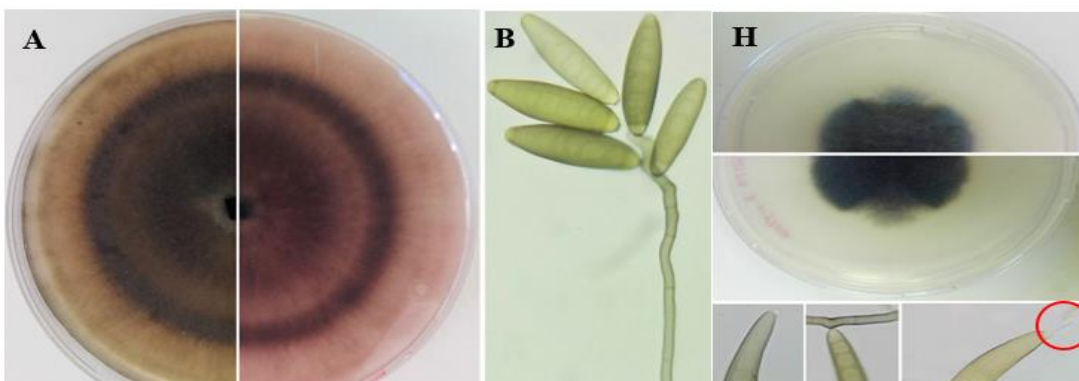


Figura 4

Especies del género *Bipolaris*. **A.** Colonia de *Bipolaris* cf. *sorokiniana*. **B – C.** Conidióforo flexuoso en la parte apical subtendiendo los conidios. **D – E.** Conidios **F – G.** Conidio atípico bifurcado. **H.** Colonia de *Bipolaris* cf. *oryzae*. **I – J.** Conidios. **K.** Conidio mostrando germinación bipolar. **F.** Conidióforo, mostrando punto de inserción del conidio.



DISCUSIÓN

La presente investigación proporciona información sobre la ocurrencia y distribución de cuatro géneros y seis especies de hongos fitopatógenos asociados al cultivo del arroz. Los datos proporcionados son de gran importancia en programas de mejoramiento genético y en la planificación para el manejo de enfermedades, creando un precedente para futuras investigaciones sobre las especies analizadas ya sea a nivel taxonómico y/o molecular sobre diferentes variedades de arroz en diversas zonas arroceras del país.

Dentro de las especies identificadas se encuentran *C. cf. lunata*, *C. cf. geniculata*, *B. cf. oryzae* y *B. cf. sorokiniana*, según Pincioli et al. (2013) estos hongos son fitopatógenos de importancia económica en la agricultura, con ocurrencia principalmente en regiones tropicales; corresponden a los géneros *Bipolaris* y *Curvularia*, este último cuya taxonomía ha cambiado muchas veces para ubicar su etapa asexual y sexual. La confusión en la nomenclatura de *Curvularia* surgió debido a que, *Bipolaris*, un género relacionado, tiene como su etapa teleomórfica a *Cochliobolus*. Wijayawardene et al. (2014) indica que se decidió conservar el nombre anamórfico *Curvularia* sobre *Cochliobolus* al ser ampliamente utilizado por investigadores.

Por otra parte, con respecto al género *Bipolaris* se dio prioridad a su nomenclatura sobre *Cochliobolus* debido a su importancia económica como causante de enfermedades en plantas (Rossman et al., 2013; Manamgoda et al., 2014). Es importante mencionar, dentro de este género, el caso de la especie en estudio *B. oryzae* cuyo basónimo, es decir, el nombre científico bajo el cual fue originalmente catalogado es *Helminthosporium oryzae*, y sus sinónimos obligados son *Drechslera oryzae* y *Luttrellia oryzae* (Shoemaker, 1959; Manamgoda et al., 2012).

Estos hongos fitopatógenos han sido reportados como organismos destructivos en cultivos de elevado valor económico principalmente en la familia Poaceae, incluyendo el arroz, maíz y sorgo (Manamgoda et al., 2014). En el cultivo del arroz estos géneros han sido informados provocando daños en granos. Rashid (2001) menciona alrededor de 12 especies de *Curvularia* detectadas en semillas de arroz, la sintomatología es descrita particularmente como manchados y decoloraciones (Ou, 1985; Estrada y Sandoval, 2004; Ahmadpour et al., 2017), siendo estos indicadores tempranos

de rendimientos y calidad deficientes. A pesar de que las especies de *Curvularia* y *Bipolaris* se describen como patógenos de granos también pueden ocasionar lesiones en el tejido foliar.

Sivanesan (1987) describe manchas foliares provocadas por *C. lunata* y *C. geniculata*, además el mismo autor hace referencia a la presencia de *C. verruculosa* en muestras foliares de arroz, sin embargo, no menciona con exactitud si es patogénica para las plantas. A su vez, *B. oryzae* y *B. sorokiniana* se han reportado originando manchas marrones en la lámina de las hojas (Ahmadpour et al., 2017; Aslam et al., 2022), siendo el primero causante de la enfermedad epidémica de la mancha marrón del arroz en la India (Scheffer, 1997). Cabe destacar que *B. oryzae* es un patógeno de distribución mundial con ocurrencia en todos los países productores de arroz en Asia, América y África (Ou, 1985).

Fusarium sp. fue una de las especies descritas en los aislamientos. Es un patógeno habitual en la agricultura y de distribución universal, fue reportado por primera vez en Japón en el año 1898 por Hori (Ou, 1985). Pincioli et al. (2013) señala su presencia en el cultivo del arroz causando pérdidas en campo, y en etapas posteriores a la cosecha generando micotoxinas que impiden su procesamiento y consumo. Existen registros de su ocurrencia en un gran número de cultivos de importancia en el país, entre ellos, el plátano y el banano como el agente causal de una de las enfermedades de mayor impacto y alcance, el “mal de Panamá” afectando el sistema vascular de la planta (Alarcón y Jiménez, 2012), sintomatología similar en el cultivo del tomate industrial (Guerra et al., 2016), en el maíz ocasiona pudriciones en el tallo y la mazorca (Gordón, 2012). En la piña, es considerada la mayor amenaza en su producción, puesto que ocasiona pudriciones y exudaciones gomosas en la fruta y la planta en general (Buitrago, 2018). También se hace referencia a afecciones en leguminosas forrajeras como el *Arachis pintoi* (Montenegro y Pinzón, 1997) y en cucurbitáceas, específicamente en la sandía, exhibiendo como sintomatología un amarillamiento y marchitez parcial o total de la planta o bien como parte del complejo de hongos que causa el mal del talluelo (Osorio et al., 2012).

Otra de las especies identificadas fue *N. oryzae*, género *Nigrospora*, de hábito principalmente saprófito (Ou, 1985). Su ocurrencia se da cuando las plantas de arroz son débiles como resultado de deficiencias nutricionales, condiciones climáticas desfavorables o por el ataque de enfermedades e insectos, este hongo se presenta afectando glumas, tallos, hojas y otras partes de la planta (Ou, 1985). Cuatro especies han sido reportadas afectando el arroz, siendo *N. oryzae* y *N. sphaerica* las más comunes. Estas especies poseen una gran similitud morfológica, no obstante, es posible diferenciarlas principalmente por la forma y tamaño de sus conidias (Ou, 1985).

CONCLUSIÓN

- ❖ Se logró identificar los hongos fitopatógenos: *Curvularia cf. lunata*, *Curvularia cf. geniculata*, *Curvularia cf. verruculosa*, *Nigrospora cf. oryzae*, *Fusarium sp.*, *Bipolaris cf. oryzae*, *Bipolaris cf. sorokiniana*.
- ❖ La provincia de Chiriquí presentó la mayor cantidad de especies de hongos fitopatógenos, incluyendo *Curvularia cf. lunata*, *Curvularia cf. geniculata*, *Bipolaris cf. oryzae*, *Nigrospora cf. oryzae* y *Fusarium sp* en la región de Barú, y en la región de Alanje, las especies

Nigrospora cf. oryzae y *Bipolaris sorokiniana*. Mientras que en la provincia de Los Santos únicamente se identificó la especie *Curvularia cf. verruculosa*.

- ❖ Se encontró una mayor incidencia de hongos fitopatógenos en grano que en tejido foliar. Los géneros *Curvularia* y *Fusarium* fueron aislados de muestras de granos, mientras que el género *Nigrospora* y *Bipolaris* se aisló tanto de tejido foliar como de grano.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue posible gracias al apoyo del proyecto 501.B.01.08 del Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). También queremos agradecer a la Facultad de Ciencias Agropecuarias sede Chiriquí, Universidad de Panamá por las facilidades brindadas.

REFERENCIAS

Agrios, G. N. (2005). *Plant Pathology* (5th ed.). Academic Press, New York.

Ahmadpour, A., Castell-Miller, C., Javan-Nikkhah, M., Naghavi, M. R., Dekkaei, F. P., Leng, Y., Puri, K. D. & Zhong, S. (2017). Population structure, genetic diversity, and sexual state of the rice Brown spot pathogen *Bipolaris oryzae* from three Asian countries [Estructura de la población, diversidad genética y estado sexual del patógeno de la mancha parda del arroz *Bipolaris oryzae* de tres países asiáticos]. *Plant Pathology*, 67(1), 181-192. <https://doi.org/10.1111/ppa.12714>

Alarcón, J. y Jiménez, Y. (2012). Manejo fitosanitario del cultivo del plátano (*Musa spp.*). IICA. Bogotá D.C., Colombia. p. 20.

Aslam, H. M., Khan, N. A., Hussain, S. I., Ali, Y., Raheel, M., Shahzad, R., Jamil, S., Yasin, O., Ali, S. & Amrao, L. (2022). First Report of Brown Leaf Spot of Rice (*Oryza sativa*) caused by *Bipolaris sorokiniana* in Pakistan [Primer informe de la mancha marrón de la hoja del arroz (*Oryza sativa*) causada por *Bipolaris sorokiniana* en Pakistán]. *Plant disease*, 106(6). <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-21-1097-PDN>

Buitrago, M. (2018). Identificación morfológica y molecular de *Fusarium*, aislados del cultivo de la piña de la Provincia de Panamá Oeste (Tesis de Maestría). Universidad de Panamá. Panamá. <http://up-rid.up.ac.pa/1442/1/marcos%20buitrago.pdf>

Estrada, G. y Sandoval, I. (2004). Patogenicidad de especies de *Curvularia* en arroz. *Fitosanidad*, 8(4), 23-36. <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209117865004.pdf>

French E. R. y Hebert T. T., 1980. *Métodos de Investigación Fitopatológica*. IICA. San José, Costa Rica.



- Gaitán, A. (2003). Las enfermedades de las plantas y su diagnóstico. Enfermedades del café en Colombia. Colombia. Editorial Especial Impresores. p. 21-33.
- Gordón, R. (2012). Manejo Integral del Cultivo de Maíz. IDIAP. Panamá. p. 8.
- Guerra, J. A., Villarreal, J. E., Herrera, J. A., Aguilera, V. y Osorio, O. (2016). Manual técnico de Manejo Integrado del Cultivo de Tomate Industrial. IDIAP. Panamá. p. 37.
- Manamgoda, D. S., Cai, L., McKenzie, E. H. C., Crous, P. W., Madrid, H., Chukeatirote, E., Shivas, R. G., Tan, Y. P. & Hyde, K. D. (2012). A phylogenetic and taxonomic re-evaluation of the *Bipolaris* - *Cochliobolus* - *Curvularia* Complex [Una reevaluación filogenética y taxonómica del complejo *Bipolaris* – *Cochliobolus* - *Curvularia*]. *Fungal Diversity*, 56, 131-144. <https://doi.org/10.1007/s13225-012-0189-2>
- Manamgoda, D.S., Rossman, A. Y., Castlebury, L. A., Crous, P. W., Madrid, H., Chukeatirote, E. & Hyde, K. D. (2014). The genus *Bipolaris* [El género *Bipolaris*]. *Studies in Mycology*, 79, 221-288. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.10.002>
- Montenegro, R. y Pinzón, B. (1997). Maní Forrajero (*Arachis pintoi* Krapovickas y Gregory). Una Alternativa para el sostenimiento de la ganadería en Panamá. IDIAP. Panamá. p. 10.
- Osorio, N., González, R., Guerra, J. y Aguilera, V. (2012). Manejo Integral del Cultivo de Sandía. IDIAP. Panamá. p. 22.
- Ou, S. (1985). Rice Diseases [Enfermedades del Arroz]. Wisconsin, Estados Unidos. Editorial Commonwealth Mycological Institute. 316 – 320 pp.
- Peng, Y., Li, S. J., Yan, J., Tang, Y., Cheng, J. P., Gao, A. J., Yao, X., Ruan, J. J. & Xu, B.L. (2021). Research Progress on Phytopathogenic Fungi and Their Role as Biocontrol Agents. *Frontiers in Microbiology*, 12: 670135. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.670135>
- Pincirolì, M., Gribaldo, A., Vidal, A., Bezus, R. & Sisterna, M. (2013). Mycobiota evolution during storage of paddy, brown and milled rice in different genotypes [Evolución de la microbiota durante el almacenamiento de arroz paddy, integral y molido en diferentes genotipos]. *Summa Phytopathologica*, 39(3). <https://doi.org/10.1590/S0100-54052013000300002>
- Prado, G. (2016). Caracterización genética y patotípica del hongo *Magnaporthe oryzae* en cultivos de arroz en Colombia (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia.
- Rashid, M. (2001). Detection of *Curvularia* species on Boro Rice seeds of Dinajpur [Detección de especies de *Curvularia* en semillas de Arroz Boro de Dinajpur]. *Journal of Biological Sciences*, 1, 591-592. <https://dx.doi.org/10.3923/jbs.2001.591.592>

- Rivas, E., De Armas, Y., Hernández, L., Ramírez, M., Drake, L. y Medina, R. (2008). El diagnóstico y su papel en la fitoprotección. *Temas de Ciencia y Tecnología*. 12 (35), 47-54.
- Rodríguez, D. & Piepembring, M. (2007). Two new species of *Appendiculella* (Meliolaceae) from Panamá [Dos nuevas especies de *Appendiculella* (Meliolaceae) de Panamá]. *The Mycological Society of America*, 99(4), 544-552. <http://dx.doi.org/10.3852/mycologia.99.4.544>
- Rodríguez, D., Kirschner, R. & Piepembring, M. (2015). New species and new records of Meliolaceae from Panama [Nuevas especies y nuevos registros de Meliolaceae de Panamá]. *Fungal Diversity*, 70(1), 73-84. <http://dx.doi.org/10.1007/s13225-014-0292-7>
- Rossmann, A. Y., Manamgoda, D. S. & Hyde, K. D. (2013). Proposal to conserve the name *Bipolaris* against *Cochliobolus* (Ascomycota: Pleosporales: Pleosporaceae) [Propuesta de conservación del nombre *Bipolaris* frente a *Cochliobolus* (Ascomycota: Pleosporales: Pleosporaceae)]. *Taxon*, 62, 1331-1332.
- Samal, S. & Parida, S. (2021). Major Fungal Diseases of Rice: A Case Study [Principales Enfermedades Fúngicas del Arroz: Un Caso de Estudio]. *Asian Journal of Biological and Life Sciences*, 10(2), 469-475. <https://www.ajbls.com/sites/default/files/AsianJBiolLifeSci-10-2-469.pdf>
- Seifert, K. (1996). *Fusarium interactive key*. Ottawa, Canada. Editorial Agriculture and Agri-Food Canada, Research Branch, Eastern Cereal & Oilseed Research Centre.
- Shoemaker, R. A. (1959). Nomenclature of *Drechslera* and *Bipolaris*, grass parasites segregated from 'Helminosporium' [Nomenclatura de *Drechslera* y *Bipolaris*, parásitos de gramíneas segregados de 'Helminosporium']. *Canadian Journal of Botany*. 37(5), 879-887. <https://doi.org/10.1139/b59-073>
- Sivanesan, A. (1987). Graminicolous species of *Bipolaris*, *Curvularia*, *Drechslera*, *Exserohilum* and their teleomorphs [Especies gramíneas de *Bipolaris*, *Curvularia*, *Drechslera*, *Exserohilum* y sus teleomorfos]. *Mycological Papers*, 158, 1-261.
- Sivanesan, A. (1992). New *Bipolaris*, *Curvularia* and *Exserohilum* species [Nuevas especies de *Bipolaris*, *Curvularia* y *Exserohilum*]. *Mycological Research*, 96, 485-489.
- Scheffer, R. P. (1997). *The nature of disease in plants* [La naturaleza de la enfermedad en las plantas]. Cambridge University Press, New York.
- Tuite, J. (1969). *Plant Pathological Methods. Fungi and Bacteria*. Burgess Publishing Company, Minneapolis.

Wijayawardene, N. N., Crous, P. W., Kirk, P. M. *et al.* (2014). Naming and outline of dothideomycetes – 2014 including proposals for the protection or suppression of generic names [Nombre y esquema de dothideomycetes – 2014, incluidas propuestas para la protección o supresión de nombres genéricos]. *Fungal Divers*, 69, 1-55. <https://doi.org/10.1007%2Fs13225-014-0309-2>

