



HONGOS Y ALGAS ASOCIADAS A MANCHAS FOLIARES EN ESPECIES FORESTALES EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN, PARAGUAY

Fungi and algae associated with leaf spots in forest species on the Campus of the National University of Asunción, Paraguay

Maura Díaz Lezcano^{1*}, Esteban Moreira Rivas², Rubén Pérez de la Gracia³, Matías Acosta Machado⁴

¹ Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Ingeniería Forestal, Área de Silvicultura y Ordenamiento Forestal.

² Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Ingeniería Agronómica, Área de Protección Vegetal.

³ Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Ingeniería Forestal.

⁴ Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Ingeniería Agronómica.

* E-mail: maura.diaz@agr.una.py

Recibido: 12/07/2023; Aceptado: 27/11/2023; Publicado: 31/08/2024

ABSTRACT

Phytopathogenic fungi are the main limitations in the development and productivity of forest species. The objective of this research was to identify the phytopathogenic microorganisms associated with leaf spots of forest species located on the premises of the Faculty of Agrarian Sciences of the National University of Asunción, Paraguay. Individuals of each species that present leaves with initial symptoms were randomly selected, collecting two leaves for each symptom and placing them in airtight bags. For the isolation and identification of fungi, the samples obtained were processed in the following ways: direct and indirect assembly (sowing in Potato Dextrose Agar culture medium). The phytopathogenic fungi were identified thanks to their morphological characters such as: colony texture and coloration, somatic structures and spores. Some phytopathogenic species have been identified: Powdery mildew in *Handroanthus hepthaphyllus*, Algal spot - *Cephaleuros virescens* Kunze in *Eugenia uniflora*, Rust in *Handroanthus impetiginosus* - *Prospodium bicolor*, Tar spot - *Apiosphaeria guaranitica* in *Handroanthus albus*, *Coleosporium plumeriae* rust in *Plumeria rubra* and *Phyllachora balansae* and in *Cedrela fissilis*. It is concluded that with the identification of phytopathogenic microorganisms associated with native forest species there is the opportunity to detect sources of infection and thereby establish sanitary actions for a future management program.

Keywords: algae spot | fungi | powdery mildew | rust | tar spot

RESUMEN

Los hongos fitopatógenos son las principales limitantes en el desarrollo y productividad de las especies forestales. El objetivo de esta investigación fue identificar los microorganismos fitopatógenos asociados a las manchas foliares de las especies forestales localizadas en el predio de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional

de Asunción, Paraguay. Se seleccionaron individuos aleatoriamente de cada especie que presentaban hojas con síntomas iniciales, recolectando para cada síntoma dos hojas y depositándolos en bolsas herméticas. Para el aislamiento e identificación de hongos, las muestras obtenidas se procesaron de las siguientes formas: montaje directo e indirecto (Plaquemiento en medio de cultivo Papa Dextrosa Agar). Los hongos fitopatógenos fueron identificados de acuerdo con sus caracteres morfológicos como: textura de colonia, coloración, estructuras somáticas y tipos de esporas. Se han identificado algunas especies fitopatógenas: *Oidio en Handroanthus hepthaphyllus*, Mancha de alga - *Cephaleuros virescens* Kunze en *Eugenia uniflora*, Roya en *Handroanthus impetiginosus* – *Prospodium bicolor*, Mancha alquitranosa– *Apiosphaeria guaranitica* en *Handroanthus albus*, roya de *Coleosporium plumeriae* en *Plumeria rubra* y *Phyllachora balansae* en *Cedrela fissilis*. Se concluye que con la identificación de los microorganismos fitopatógenos asociados a especies forestales nativas se cuenta con la oportunidad de detectar focos de infección y con ello establecer acciones sanitarias para un futuro programa de manejo.

Palabras clave: hongos | mancha del alga | mancha alquitranosa | oidio, roya

Forma de citar el artículo (Formato APA):

Díaz, M., Moreira, E., Pérez, R. & Acosta, M. (2024). Hongos y algas asociadas a manchas foliares en especies forestales en el Campus de la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay. *Anales Científicos*. 85(1), 40-49
<http://dx.doi.org/10.21704/ac.v85i1.925>

Autor de correspondencia (*): Maura Díaz Lezcano. Email: maura.diaz@agr.una.py

© Los autores. Publicado por la Universidad Nacional Agraria La Molina.

This is an open access article under the CC BY

1. INTRODUCCIÓN

Los hongos fitopatógenos son las principales agentes que limitan el desarrollo y productividad de las especies forestales, ya que poseen alta variabilidad genética y resistencia a fungicidas (Lo Presti *et al.*, 2015 y Jactel *et al.*, 2009). En este contexto, el estudio de las enfermedades ocasionadas por estos hongos requiere distintos tipos de enfoques ya que es necesario establecer la relación entre los síntomas presentes en las plantas y los agentes causales de los mismos (Pildain y Errasti, 2011).

Se destaca estudios de diagnóstico de los agentes causales de pudriciones y royas y medidas de control directo, recomendaciones orientadas a la prevención de brotes epidémicos (Sánchez y Reséndiz Martínez, 2021).

Los hongos responsables de las “leaf spots” (manchas foliares), son Ascomycetes que frecuentemente se presentan bajo su forma imperfecta (anamorfos) (Agrios, 1995), siendo los de mayor ocurrencia los pertenecientes a los géneros como *Colletotrichum*, *Alternaria*, *Fusarium* y *Curvularia* (Bocourt *et al.*, 2011).

Las investigaciones relacionadas a hongos fitopatógenos en especies forestales en Paraguay son escasas, por lo que

el estudio de las enfermedades presentes en este tipo de especies son importantes identificarlas. El objetivo de esta investigación fue identificar los microorganismos fitopatógenos asociados a las manchas foliares de las especies forestales nativas localizadas en el predio de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización de la investigación

Estructuras foliares de diferentes especies forestales nativas fueron analizados en el predio de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de Asunción – Casa Matriz, localizada en el departamento Central, en la ciudad de San Lorenzo, Paraguay. Se seleccionaron 10 plantas de cada especie de forma aleatoria con síntomas y signos iniciales con presencia de patógenos, donde fueron recolectando dos hojas (repeticiones) y depositándolos en bolsas herméticas con el fin de evitar contaminación cruzada y transportarlos hasta el Laboratorio de Biología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción.

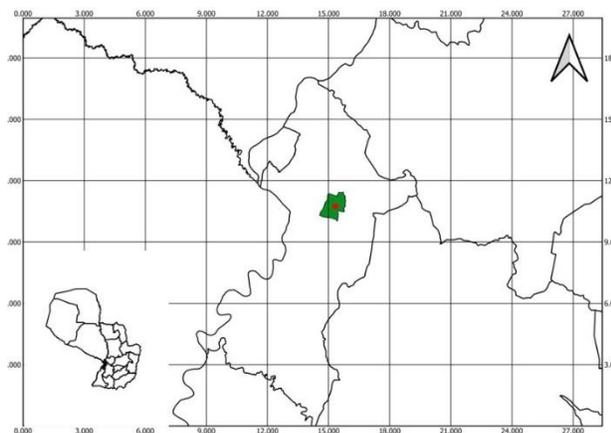


Figura 1. Localización del lugar de muestreo al azar de especies forestales como unidad de estudio en la Facultad de Ciencias Agrarias, UNA.

Aislamiento e identificación de los patógenos:

Para el aislamiento e identificación de hongos, las muestras obtenidas se procesaron de la siguiente manera, montaje directo (tanto para facultativos y obligados), para ello las muestras fueron montadas con una gota de Azul

de Metilo e identificada morfológicamente. Para el aislamiento indirecto se siguieron los lineamientos propuestos por (Agrios, 2005) en donde se tomó una pequeña fracción de hoja que contenga síntomas de manchas tomando trozos pequeños del peciolo y pedúnculo de las hojas, que fueron desinfectadas con alcohol al 70% con triple enjuague de agua destilada estéril. El material desinfectado se sembró en medio de cultivo PDA (Papa Dextrosa Agar) y la revisión de estos se realizó a los siete días de siembra.

Para la identificación morfológica de los patógenos se realizó mediante la forma de la textura y coloración del micelio, hifas, estructuras somáticas, estructuras sexuales y mediante la clave propuesta por (Castaño-Zapata, 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se han identificado algunas especies fitopatógenas, que a continuación se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Identificación de agentes causales asociado a especies forestales nativas en la Facultad de Ciencias Agrarias, UNA.

| Agente causal: | Tipo de aislamiento | Síntoma o signo | Tipo de caracterización |
|---------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Uncinula peruviana</i> | Directo | Manchas de coloración blanquecina, con presencia de estructuras somáticas (micelio y conidióforo) | Morfológica, forma del conidióforo septado, coloración hialina, forma del apresorio. |
| <i>Cephaleuros virescens</i> | Directo | Manchas de coloración naranja a blanca, con esporangióforo presente (Alga) | Morfológica, textura, forma del esporangióforo, sin septos. |
| <i>Prospodium bicolor</i> | Directo | Mancha con forma de herrumbre, hojas enrolladas, (hongo verdadero) | Forma de las uredosporas equinuladas, teliosporas oscuras con pedúnculo presente) |
| <i>Apiosphaeria guaranítica</i> | Indirecto | Manchas superficiales, de coloración amarilla a naranja. | Presencia de asocarpio: Peritecio inmerso en el tejido, con 8 ascoporas hialinas. |
| <i>Phyllachora balansae</i> | Directo | Manchas oscuras alquitranosas, hojas de aspectos verrugosos | Formas de los asocarpos protegidos por una capa estromal (clípeo) donde se observan 8 ascoporas |

Oidio (*Uncinula peruviana*) en Lapacho Negro. (*Handroanthus heptaphyllus*).

Los oidios son masas polvorientas que posee conidios en la superficie del órgano afectado como se observa en la

Figura 1. Esta enfermedad es encontrada en *Handroanthus heptaphyllus* (lapacho negro) cuando en el ambiente hay una relativa humedad alta. Este microorganismo es un hongo biotrófico y no puede ser

aislado en medio de cultivo. Bajo microscopía, presenta conidios hialinos, sin septos, con base subtruncada, se encuentran en forma solitaria o en cadena. En esta fase presenta una forma de cuerpo fructífero denominado cleistotecio. El micelio que presenta es de color blanquecino, distribuido sobre la superficie de la hoja, en alta incidencia, y puede afectar totalmente a las hojas, estas características coinciden con las reportadas por Acosta et al. (2008). Se han registrado antecedentes sobre la presencia de *Uncinula* sp. en *Handroanthus hepthaphyllus*. En Argentina, Cabrera y Alvarez (2008) mencionan a *Oidium tabebuiae* sobre *H. hepthaphyllus* en el arbolado urbano de Corrientes; en Brasil se ha hallado a *Uncinula* sp. sobre plantas de *Tabebuia chrysotricha* en vivero (Wielewski, 2002) y Mamedes (2013) estudió la incidencia de oídio (*Oidium* sp.) en plántulas de *Handroanthus impetiginosus* obtenidas *in vitro*.

Respecto la etiología Garcia Auer (2001a, 2001b) señala que se presenta inicialmente como manchas foliares esparcidas sobre el haz y el envés de la hoja y que, en condiciones adecuadas de temperatura y alta humedad, avanza cubriendo totalmente al foliolo hasta formar una mancha plateada.



Figura 2. Identificación macro y microscópica de conidios y conidióforos. (a) Observación microscópica (40x) de los conidios y conidióforos con las hifas somáticas representativas del género, (b) Representación macrográfica de la mancha foliar severa ocasionada por el patógeno en el Lapacho negro.

Se ha reportado *Oidium* sp. en hospederos forestales de Latinoamérica: *Euphorbia cotinifolia*, *Syzygium paniculatum*, *Tabebuia rosea* y *Tabebuia ochracea*, pertenecientes a las familias botánicas Euphorbiaceae, Myrtaceae y Bignoniaceae, respectivamente (Arguedas 2017; Estay, 2020). Estos reportes coinciden con los hallazgos de la presente investigación considerando que el Oidio ha sido identificado son especies pertenecientes a la familia Bignoniaceae.

Mancha de alga (*Cephaleuros virescens*) en Ñangapiry, (*Eugenia uniflora*),

La Mancha de alga (*Cephaleuros virescens*) en *Handroanthus hepthaphyllus* (Lapacho negro) y *Eugenia uniflora* (Ñangapiry) se presenta en condiciones de humedad, esta alga presenta esporangióforo de crecimiento determinado y son parásitos obligados de crecimiento subcuticular o intercelular causando daños en plantas (Broks et al., 2015). Sin embargo, Chapman, Waters y Lopez-Bautista 2000) mencionan que esta alga puede presentarse en varias plantas como hospederos parásitos. Por otro lado, los principales hospederos son *Bixa orellana*, *Persea americana* y *Anacardium occidentale* como mencionan (Malagi et al., 2011).



Figura 3. Identificación macro y microscópica de *Cephaleuros virescens*. (a) Observación macroscópica de la planta parasitada por *Cephaleuros virescens* (b) (c) observaciones microscópicas de las estructuras asexuales del patógeno (esporangióforo)

Vasconcelos (2016) sostiene que las especies frutales son objetivos frecuentes de enfermedades, especialmente las causadas por hongos y bacterias, mientras que las algas verdes parásitas están poco estudiadas. La mancha foliar algal, causada por el patógeno *Cephaleuros sp.*, se presenta especialmente en las hojas sombreadas de la planta, cuando ésta es sometida a altas temperaturas y humedad, provocando daños indirectos debido a la reducción del área fotosintética de la hoja.

Roya – *Prospodium bicolor* en Lapacho Rosado (*Handroanthus impetiginosus*)

Esta roya es identificada en *Handroanthus impetiginosus*, quienes causan lesiones en hojas y peciolo, en la cual se pueden observar detalladamente en la Figura 3. Estas lesiones normalmente causan pústulas que sobresalen del tejido del hospedero, esta enfermedad se presenta a temperaturas relacionadas entre 15 a 20 °C. Normalmente en infecciones severas pueden ocasionar hasta enrollamiento de las hojas y defoliación consecuentemente.

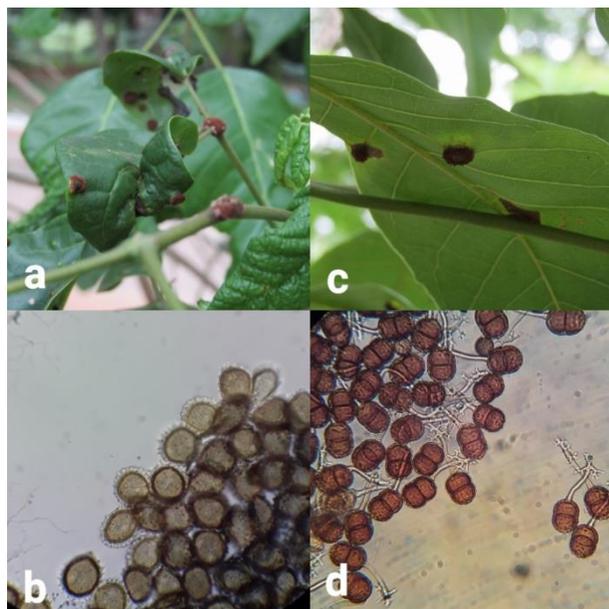


Figura 4. (a,c) Lesiones y pústulas ocasionadas de forma visible en los peciolo y hojas por el patógeno. (b,d) *Uredosporas equinuladas* y *teliosporas pediceladas* con apéndices observadas con (40x)

Las teliosporas son binucleadas, presentan el color marrón con el pedicelo con ramificaciones. Este patógeno corresponde al *Phylum Basidiomycota (Pucciniales, Uropyxidaceae)*. Los subarbustos de lapachos son las que

presentan mayor incidencia en relación a este patógeno. Las observaciones de las uredosporas y teliosporas fueron montadas con agua sin ser aisladas en un medio de cultivo, ya que las royas son consideradas organismos biotróficos.

De acuerdo con (Castaño- Zapata, 2015) mencionan que las uredosporas presentan coloración amarilla con equinulencia en las paredes externas, siendo similar a las reportadas en esta investigación. Los daños causados que se presentan en plántulas son la emergencia de las pústulas en las hojas, tallos, peciolo y brotes apicales Macías-Sámano (2004), cuando en esta investigación se confirma la presencia de la pústula en el haz y envés de la hoja con deformaciones peciolares, coincidiendo plenamente con lo mencionado por el autor.

Este género presenta una gran distribución a nivel de Sudamérica principalmente en países como: Brasil, Argentina, Costa Rica, Nicaragua, Guatemala, Puerto Rico, Venezuela y Paraguay (Cibrián 2013).

Por otro lado, con relación al ciclo de la roya, Dias et al. (2021) indican que el desarrollo de *Prospodium sp.* está relacionada directamente con la fenología del lapacho, ya que esa investigación fue realizada en los meses de octubre y fueron observadas los síntomas en la especie forestal en cuestión, sin embargo, en los meses de febrero hasta diciembre no fueron observados síntomas que inducen a la formación de agallas y tumores. Esta roya es de ciclo incompleto, en pocas palabras no cumplen con los 5 estadios de desarrollo esporal, y con esta investigación se ha observado que en los meses de setiembre a octubre presentaron teliosporas y en los meses de noviembre a diciembre uredosporas afectando a los tejidos foliares y pedúnculos.

Estos resultados sirven para la planificación de un manejo anticipado en la aplicación de los productos fitosanitarios para disminuir la población o el inóculo inicial de la roya del lapacho. El diagnóstico temprano de enfermedades y las medidas preventivas hacen que los hongos fitopatógenos no se sigan desarrollando. Alternativas como la desinfestación de los materiales para la poda, la eliminación de las partes afectadas y la aplicación de fungicidas han sido lo más utilizado, pero este último no es recomendable por el impacto ambiental que genera (Ospina-Penagos et al., 2010).

Céspedes et al. (2014) refieren que algunas especies del género *Prospodium* provocan manchas foliares en ejemplares de la familia Bignoniaceae, como es el caso de *P. appendiculatum* (Winter) Arthur, J., el cual es hospedante de *Tecoma stans* (L.) Juss. y, *P. cadenae* Salazar & Buritic-el que parasita a *Tabebuia rosea* (Bertol.) Estas afirmaciones coinciden con la presente investigación en cuanto a la asociación parásito hospedero.

Rodríguez y Arguedas (2021) sostienen que varios hongos que producen las denominadas “royas”, pertenecientes al orden Uredinales, pueden causar serias afecciones al follaje, como *Melampsorium alni* en *Alnus acuminata*, *Coleosporium plumeriae* en *Plumeria rubra* (Fig. 8.A), *Prospodium appendiculatum* en *Tecoma stand*, de las familias Betulaceae, Apocynaceae y Bignoniaceae, respectivamente, y *Puccinia psidii* en especies de mirtáceas. Estas afirmaciones coinciden con lo reportado en esta investigación ya que la roya fue identificada infectado a una especie de la Familia Bignoniaceae.

Mancha alquitranosa – *Apiosphaeria guaranitica* en Lapacho amarillo (*Handroanthus albus*)

Las especies de la familia Bignoniaceae presentan comúnmente manchas en varios hospedantes, principalmente las del género *Tabebuia spp.* y *Handroanthus spp.* (Guterres et al., 2018) como se observa en la figura 5. En efecto, *Apiosphaeria sp.* ha sido encontrado en hojas de *Tabebuia ochracea* (Guterres et al., 2018; Estay, 2020).

Este hongo, se desarrolla sobre la superficie foliar causando manchas en forma de crecimiento estromático de coloración café clara a negra, y se produce un halo amarillo alrededor de las lesiones del estroma pudiendo el hongo cubrir completamente la lámina foliar y a nivel microscópico, este patógeno corresponde a la familia Phyllachoraceae, presenta peritecios con ascos bitunicados, ascosporas hialinas como lo mencionan Menezes & Oliveira (1993).

El control de esta enfermedad presenta gran dificultad debido a que las manchas en especies de estrato alto requieren que el producto se adhiera a la lámina foliar ya que esto requiere de equipos especializados.

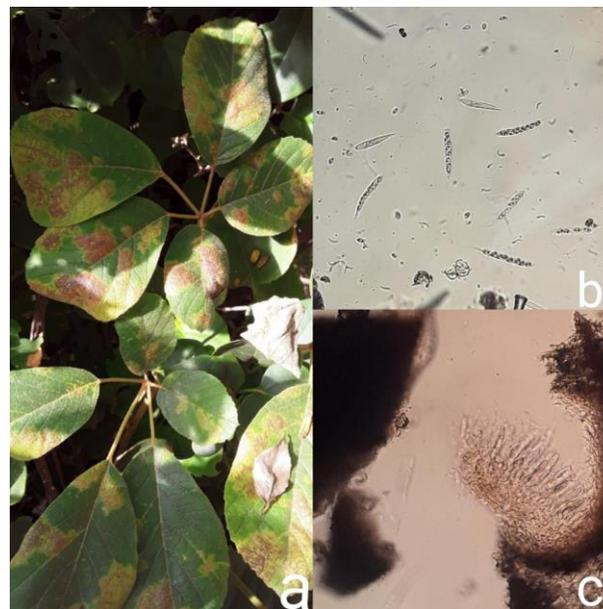


Figura 5. (a) Síntomas con lesiones en lámina foliar de lapacho. (b) Ascosporas bitunicadas dispersas (c) Corte transversal del cuerpo fructífero con abundantes ascos.

Roya *Coleosporium plumeriae* en Jazmín Magno, (*Plumeria rubra*)

Las royas constituyen el grupo de parásitos obligados de plantas más grande e importante con alrededor de siete mil especies conocidas (Webster y Weber, 2007). Según Salazar y Buriticá (2012), esta enfermedad se observa comúnmente y con mayor frecuencia en especies ornamentales reduciendo la calidad y el valor comercial, lo que implica una pérdida económica importante.

La presencia de *Coleosporium plumeriae* en la especie comúnmente llamada Jazmín Magno (*Plumeria rubra*) ha sido profundamente estudiada por de la Parte y Rodríguez (2014), lo que garantiza la identificación del patógeno y en donde se evidencia una infección en el 76,6 % de plantas inventariadas para el caso.

Las especies de *Plumeria* (Apocynaceae), originarias de América Central, son árboles ornamentales ampliamente cultivados en las diferentes áreas tropicales del mundo. De ellas los híbridos de *P. rubra* L. y *P. obtusa* son los más comunes (Holcomb y Aime, 2010). Específicamente, *Plumeria rubra* es un árbol comúnmente cultivado en todo el país como ornamental. Mundialmente se le precia por sus hermosas flores, su fragancia y por su facilidad de cultivo y rápido crecimiento, para el que requiere

relativamente poca agua y mucho sol (Nelson, 2009; Wang et al., 2011). Las especies de *Plumeria* se cultivan como árboles ornamentales en parques y jardines debido a sus hermosas, coloridas y fragantes flores. Recientemente, una roya causada por *C. plumeriae* se ha vuelto muy común en *Plumeria spp.* (Kakishima et al, 2017).

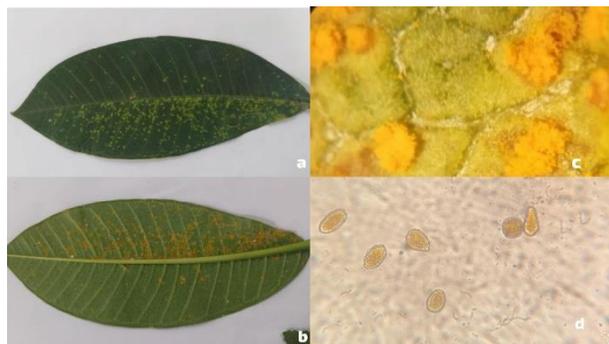


Figura 6. (a) Observación de los puntos cloróticos en el haz de las hojas de *P. rubra*, (b) Pústulas amarilla a naranja en la parte del envés de las hojas del hospedero (uredosoros), (c) Observación macroscópica de las pústulas de *C. plumeriae*, (d) Observación microscópica de las uredosporas de *C. plumeriae*.

Así como en otros estudios (Holcomb y Aime, 2010; Wang et al. 2011), este patógeno obligado solo fue encontrado en estado uredinal (en forma de uredosporas), no así en estado telial o teliosporas. Lo que coincide con lo descrito por Nelson (2009), quien afirmó que en varias partes del mundo, el *Coleosporium plumeriae* solo es encontrado en estado uredinal en las especies hospederas (Figura 6).

Los individuos inventariados presentaron signos como pústulas amarillas a naranjas de forma ovoide distribuidas en el envés de las hojas del hospedero, que se reflejaban en el haz como pequeños puntos cloróticos. El tamaño de estos variaba en valores de 22-35 x 18-24 μm , descripción que coincide con los estudios de Hennen et al. (2005).

La presencia de pústulas en forma muy avanzada, según lo observado, causa, primeramente, una clorosis en las hojas, y posterior necrosis y caída de la misma, causando una defoliación importante en el hospedero.

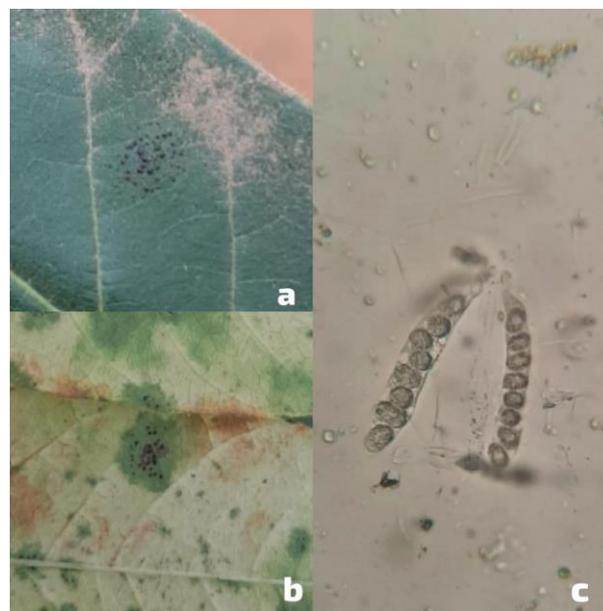


Figura 7. (a) Observación de los síntomas provocados por *Phyllachora balansae* en *C. fissilis* visible en las hojas en forma de manchas alquitranosas, (b) Observación microscópica de *P. balansae* las ascosporas protegidas por una capa estromal.

Mancha de alquitrán – (*Phyllachora balansae*) en Cedro (*Cedrela fissilis*)

El hongo, los ascocarpos se sumergen en el sustrato, quedando protegidos por una capa estromal (clípeo), que está en forma visible en la superficie de la hoja y que confiere al tejido afectado un aspecto verrugoso, los ascos son cilíndricos y contienen ocho ascosporas unicelulares y hialinas Menezes & Oliveira (1993).

Este patógeno asociado con la especie forestal *Cedrela fissilis* en estudios donde Zacaroni et al. (2013) confirma el patógeno en la planta, donde genera defoliación y muerte de plantas pequeñas, donde se observan en las hojas el cuerpo fructífero negro en áreas circulares en los folíolos y peciolo. Según Goncalves et al. (2015) comentan la causa de *Phyllachora balansae* la muerte de plántulas en donde describen las apariciones de puntos negros en las hojas y tallos que en bajo microscopio se observan los ascosporas, las lesiones son cubiertas por estromas punteado, negro aislado y también homogéneo en tejidos verdes de hojas nuevas, el hongo observado tiene peritecio oscuro en erupción en la epidermis, que contiene células hialinas anchas en la superficie interna

de la pared, ascas unitarias elipsoidales que contienen ocho ascosporas.

CONCLUSIÓN

Se concluye que con la identificación de los microorganismos fitopatógenos asociados a especies forestales nativas del predio de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay: Oidio en *Handroanthus hepthaphyllus*, Mancha de alga - *Cephaleuros virescens* Kunze en *Eugenia uniflora*, Roya en *Handroanthus impetiginosus* – *Prospodium bicolor*, Mancha alquitranosa– *Apiosphaeria guaranítica* en *Handroanthus albus*, roya de *Coleosporium plumeriae* en *Plumeria rubra* y *Phyllachora balansae* en *Cedrela fissilis*. Con estos hallazgos se cuenta con la oportunidad de detectar focos de infección y con ello establecer acciones sanitarias para un futuro programa de manejo.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción y al Dr. Daniel Rivaldi de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Asunción.

CONTRIBUCION DE LOS AUTORES

(1) MDL, EMR, RPG, MAM. La concepción y diseño del estudio, o adquisición de datos, o análisis e interpretación de datos.

(2) MDL, EMR, RPG, MAM Adquisición de fondos y administración de proyecto.

(3) MDL, EMR, RPG, MAM. Redactar el artículo o revisarlo críticamente para contenido intelectual importante.

(4) MDL, EMR, RPG, MAM. Aprobación definitiva de la versión a presentar.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

6. REFERENCIAS

- Agrios, G. (2005). Fitopatología Recuperado de <https://infoagronomo.net/fitopatologia-gn-agrios-pdf/>.

- Acosta, N. (2018). Identificación de enfermedades en las especies forestales producidas en la Unidad de Vivero Forestal de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales – UNLP. [Tesis de Ingeniero Forestal, Universidad Nacional de La Plata, Argentina]. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/67961>
- Arguedas, M. (2017). Plagas y enfermedades forestales en Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú* 4 (11-12), 1-69. <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/494>
- Bocourt, Y. P., Izaguirre, G. G., García, M. G., Flores, D. V., Ramos, E. R., Atencio, J. R. P. & Parrado, J. E. A. (2011). Hongos patógenos en plantas ornamentales de importancia para Cuba. *Fitosanidad*, 15(4), 205-214. <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209123682002.pdf>
- Broks, F., Rindi, F., Suto, Y., Ohtani HTANI, S. y Green, M., (2015). The Trentepohliales (Ulvophyceae, Chlorophyta): An Unusual Algal Order and its Novel Plant Pathogen—Cephaleuros. *Plant Disease*, vol. 99, no. 6, pp. 740-753. Disponible en 10.1094/PDIS-01-15-0029-FE.
- Castaño-Zapata, J. (2015). Principios Básicos de Hongos Fitopatógenos. Editorial Universidad de Caldas.
- Céspedes, P. B., Yepes, M. S., Pardo-Cardona, V. M. (2014). Pucciniales (Fungi), Royas de Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 67(1), 1-93. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179960331001>
- Cibrián, T. D. (2013). Manual para la identificación y manejo de plagas en plantaciones forestales comerciales [Archivo PDF]. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rscfa/v20n3/v20n3a4.pdf>
- Chapman, R.L., Waters, D. a. y López Bautista, J.M. (2000). Sexual Reproduction and Genetic Variation in the Subaerial Alga *Cephaleuros Virescens* (ulvophyceae, Chlorophyta). 36,12-12. Disponible en 10.1046/j.1529-8817.1999.00001-35.x.
- Dias, A; Fernandes, F; Graichen, F. (2021). Descrição do ciclo de vida de *Prospodium bicolor* e *P. tocomicola* sobre ipês no estado de Mato Grosso do Sul. 10.5327/rcaa.v18i1.4565

- Estay, AS. (2020). Manejo de plagas y enfermedades forestales em América Latina: perspectivas modernas em bosques naturales y plantaciones exóticas. Naturaleza Springer.
- Goncalves, RC; Macedo, PEF de; Almeida, JAB (2015) *Phyllachora balansae* sp. nov. em *Cedrella fissilis* vell. no Acre, Brasil. (en línea) (En accepted: 2016-01-20t11:11:11z). Consultado 1 nov. 2023. Disponible en <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1034596>.
- Guterres, D. C., Galvão-Elias, S., de Souza, B. C. P., Pinho, D. B., dos Santos, M. do D. M., Miller, R. N. G., & Dianese, J. C. (2018). Taxonomy, phylogeny, and divergence time estimation for *Apiosphaeria guaranitica*, a Neotropical parasite on bignoniaceous hosts. *Mycologia*, 110(3), 526-545. <https://doi.org/10.1080/00275514.2018.1465774>
- Holcomb, GE y Aime, MC (2010). Primer informe de *Plumeria* spp. Roya causada por *Coleosporium plumeriae* en Luisiana y Malasia y *Catheranthus roseus*, un nuevo huésped de esta roya. *Enfermedad de las plantas*, 94 (2), 272-272. <https://doi.org/10.1094/PDIS-94-2-0272C>
- Jactel, H., Nicoll, BC, Branco, M., González-Olabarria, JR, Grodzki, W., Långström, B, & Vodde, F. (2009). Las influencias del manejo de las masas forestales sobre los riesgos de daño bióticos y abióticos. *Anales de Ciencias Forestales*, 66 (7), 701-701. <https://annforsci.biomedcentral.com/articles/10.1051/forest/2009054>
- Kakishima, M., Ji, J. X., Zhao, P., Wang, Q., Li, Y., & McKenzie, E. H. C. (2017). Geographic expansion of a rust fungus on *Plumeria* in Pacific and Asian countries. *New Zealand Journal of Botany*, 55(2), 178-186.
- Lo Presti, L., Lanver, D., Schweizer, G., Tanaka, S., Liang, L., Tollot, M., Zuccaro, A., Reissman, S. y Kahmann, R. (2015). Fungal effectors and plant susceptibility. *Annual Review of Plant Biology*. 66, 513-545
- Macías-Sámamo, J. E. (2004). La salud del bosque en el sureste de México: implicaciones en su desarrollo. *La Frontera Sur. Reflexiones Sobre el Soconusco, Chiapas y Sus Problemas Ambientales, Poblacionales y Productivos*. p. 43-53.
- Malagi, G., Santos, I. dos, Mazaro, S. M., & Guginski, C. A. (2011). Detecção de Mancha-de-Alga (*Cephaleuros virescens* Kunze) em citros no Estado do Paraná. *Current Agricultural Science and Technology*, 17(1), Art. 1. <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/CAST/article/view/2042>
- Martínez de la Parte, E., & Rodríguez, D. G. (2014). Incidencia de *Coleosporium plumeriae*, *Uredo manilensis* y *Puccinia puta* en ornamentales de La Habana. *Fitosanidad*, 18(2), 69-74.
- Menezes, M.; Oliveira, S.M. (1993). de Fungos fitopatogênicos. Pernambuco: Imprensa Universitária da UFRPE,. 277p.
- Nelson, S. (2009). *Plumeria rust*, Plant Disease PD-61, College of Tropical Agriculture and Human Resources (CTAHR), Hawaii, EE.UU. <http://www.ctahr.hawaii.edu/freepubs>
- Ospina-Penagos, C. M., Hernández-Restrepo, R. J., Sánchez, F. A., Rincón, E. A., Ramírez, C. A., Godoy, J. A., y Medina, J. A. (2010). Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina colombiana: El Nogal Cafetero (*Cordia alliodora*). Chinchiná, Colombia. CENICAFÉ.
- Pildain, M. B., Errasti, A. (2011). Hongos patógenos de pinos en la Patagonia y su asociación con plagas entomológicas [Archivo PDF]. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/84737/CONICET_Digital_Nro.163b2e4f-1a5d-4849-ad9c-ca3f6aa5343b_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Yepes, MS. (2012). Nuevos Registros de Royas (Pucciniales) en Plantas de Interés Agronómico y Ornamental en Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín* 65 (2): 6691 6696
- Rodriguez, M., & Marcela Arguedas Gamboa. (2021). Protección fitosanitaria del arbolado urbano en San José, Costa Rica. *Repertorio Científico*, 24(1), 15–31. <https://doi.org/10.22458/rc.v24i1.3096>
- Sánchez Martínez, G., & Reséndiz Martínez, F. (2021). Aportaciones del INIFAP en materia de plagas y enfermedades forestales. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 12(SPE1), 64-90.
- Vasconcelos, C.V., Pereira, F.T., Galvão, C., & Carvalho, D.D. (2016). Occurrence of algal leaf spot

- (*Cephaleuros virescens* Kunze) on avocado in Goiás State, Brazil. *Summa Phytopathologica*, 42, 108-108.
- Webster, J.; R. Weber. (2007). Introduction to Fungi. Recuperado de <http://deskuervis.nic.in/pdf/WEBSTER30521807395.pdf>.
 - Zacaroni, AB; Pozza, EA; Mansur, T de OF; Sussel, AAB. (2013). Occurrence of *Phyllachora balansae* in *Toona ciliata* in Southern Minas Gerais State, Brazil. *Summa Phytopathologica* 39:219-220. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-54052013000300018>.