

Oomicetos: amenaza sin control para la agricultura y para todos

NORMIG ZOGHBI-RODRÍGUEZ Y S.M. TERESA HERNÁNDEZ-SOTOMAYOR

Unidad de Bioquímica y Biología Molecular de Plantas, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Col. Chuburná de Hidalgo, 97205, Mérida, Yucatán, México.

ths@cicy.mx

Los oomicetos son microorganismos poco conocidos; menos aún que los virus, bacterias y los hongos; son frecuentemente confundidos con estos últimos, que pueden infectar a plantas, animales y humanos; perjudicando la producción agrícola, los sistemas naturales y la salud animal y humana. La desventaja de conocerlos poco y confundirlos es la dificultad para controlarlos, ya que se han aplicado fungicidas sintéticos que sí contrarrestan a los hongos, pero no a los oomicetos. Los estudios realizados en plantas son pioneros en la búsqueda de moléculas o genes que puedan contrarrestar a estos patógenos, convertidos en una amenaza creciente por el cambio climático y la modernidad.

Palabras clave: Hongos, patógeno, producción agrícola, *Pythium ultimum*, reino Estraminipila.

Los oomicetos, son un grupo de más de ciento cincuenta organismos eucariotas filamentosos que incluyen algunos de los patógenos más devastadores para plantas y potenciales causantes de severas patologías en otros seres vivos (Fawke *et al.* 2015). Estos patógenos son microorganismos menos conocidos que los virus, las bacterias y los hongos y son frecuentemente confundidos con estos últimos debido a su aspecto algodonoso, su hábito similar de crecimiento filamentosos y por su nutrición por absorción.

Los oomicetos se diferencian de los hongos por la composición de la pared celular, conformada por celulosa y no por quitina, entre otras diferencias (Grijalba y Ridao 2017). La distinción más marcada se ha obtenido de los estudios de secuencias de ADN, que revelaron las relaciones filogenéticas entre oomicetos y hongos, clasificándolos en dos reinos distintos (Estraminipila y Fungi, respectivamente) y relacionando estrechamente a los oomicetos

con las algas (Lévesque *et al.* 2010, Fawke *et al.* 2015) (Figura 1A).

El *phylum* Oomycota posee dos clases (Saprolegniomycetes y Peronosporomycetes) cuyos miembros son parásitos que atacan a plantas, peces, crustáceos, hongos, larvas de mosquito, nemátodos, rotíferos, así como al ganado, cabras, gatos, perros, caballos y a los humanos (Beakes *et al.* 2014, Silva y Rocha 2017, Chechi *et al.* 2018) (Figura 1B). Las afecciones que causan en el mundo vegetal incluyen el tizón de plántulas, la pudrición de raíces (damping-off), los mildius y tizones, todas estas enfermedades que impactan de manera negativa la producción agrícola y ornamental.

Lamentablemente, el salto a la fama de estos peligrosos microorganismos inició con el ataque feroz de un oomiceto, *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, en los cultivos de papa en Irlanda producto esencial de dicho país y que causó la Hambruna Irlandesa en 1845 (Pérez y

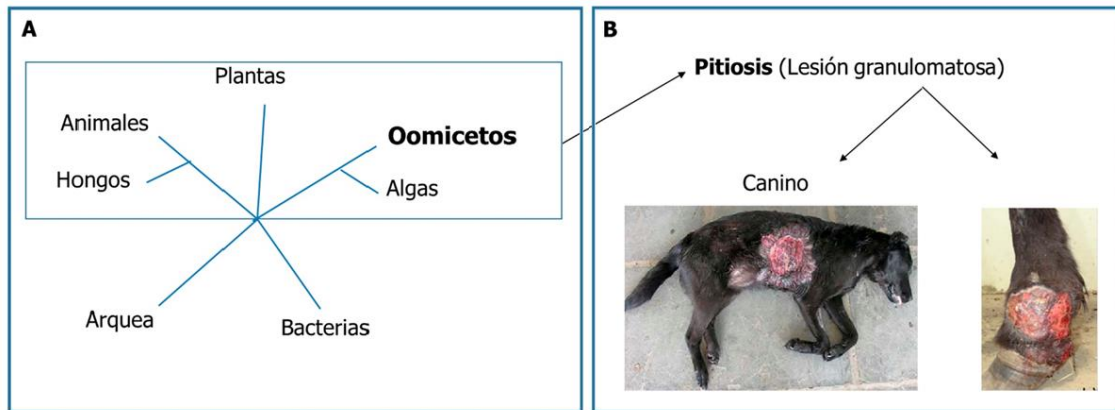


Figura 1. Relación de los oomicetos en el reino de la vida y efectos de la pitiosis causada por oomicetos. **A.** Los oomicetos en la taxonomía general de los organismos vivos. **B.** Lesiones granulomatosas características de la pitiosis en canino y en miembro posterior de equino (**A.** Esquema elaborado por la autora. **B.** Tomadas de: <https://www.semanticscholar.org/paper/Cutaneous-and-gastrointestinal-pythiosis-in-a-dog> y Cardona *et al.* 2014).

Forbes 2008). La terrible miseria que causó, marcó un hecho histórico que nos exige seguir luchando para evitar una tragedia similar a lo ocurrida, considerando las actuales e inminentes consecuencias del cambio climático mismas que pueden favorecer la expansión y el fortalecimiento de muchos patógenos (Ghini *et al.* 2011).

Continuamente estamos a la merced de los patógenos y la ciencia sigue trabajando para resolver diversos problemas sanitarios, pero ¿Por qué es importante estudiar a los oomicetos y su interacción con plantas? La importancia de estos estudios radicaría en que los oomicetos disminuyen la producción de vegetales y debemos considerar la sustentabilidad alimentaria de la población y la ganancia económica generada de esta actividad. Así mismo, apreciados lectores, al estudiar estas interacciones es crucial considerarlas como una guerra donde debemos conocer mejor al enemigo que nos ha vencido y que sigue en lucha, pero ¿de qué forma atacan los oomicetos? y ¿cuál es la mejor estrategia de defensa que puede tener el hospedero (sea planta, humano o animal)?

Los datos generados referentes a la estructura, aspectos vitales o mecanismos moleculares de ataque de los oomicetos, son valiosas herramientas para luchar

contra ellos. Se han llevado a cabo hasta la fecha diversas investigaciones sobre oomicetos obteniendo valiosos resultados que nos permiten conocer mejor a estos patógenos (Lévesque *et al.* 2010, Kamoun *et al.* 2015). Sin embargo, todavía se desconocen gran parte de los mecanismos subyacentes que controlan la interacción entre el atacante y el hospedero.

En el Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY), algunos grupos de investigación se han dedicado al estudio de las interacciones de plantas con oomicetos. Específicamente en el grupo de la Dra. Teresa Hernández Sotomayor, se estudian aspectos bioquímicos y moleculares de la afectación que *Pythium ultimum* Trow, un buen nombre considerando que su presencia es un último vital para diversas plantas, causa en los cultivos del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) Esta investigación permitirá dilucidar algunas proteínas, carbohidratos y genes que están involucrados en la respuesta que desarrolla la planta de chile para defenderse de este mortal atacante, de aspecto algodonoso, que pudre la raíz, causa necrosis del tallo y debilita la planta hasta degradar todo el tejido (Figura 2 A-D).

Es importante destacar que los datos

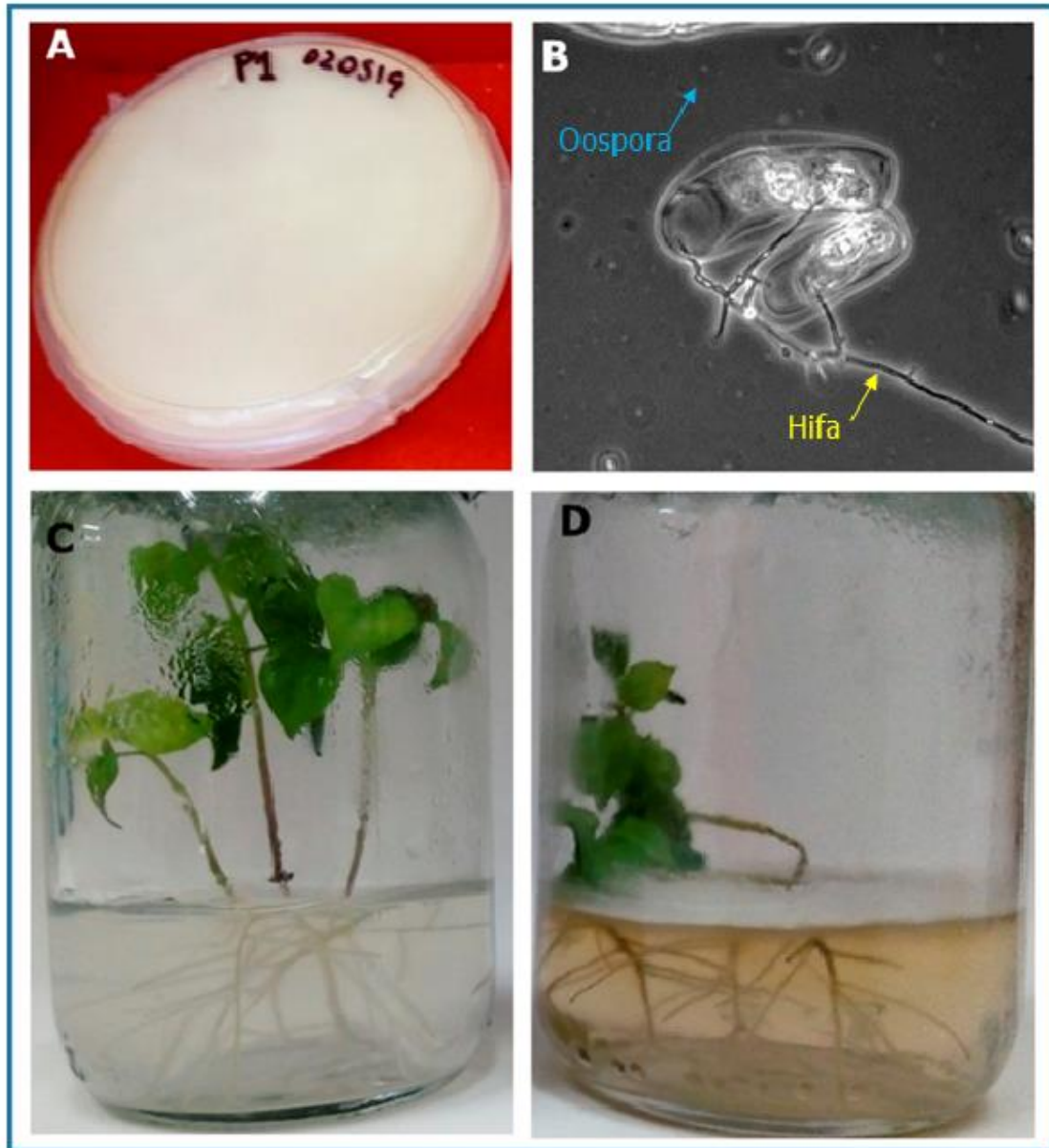


Figura 2. Aspecto de *Pythium ultimum* y su interacción con *Capsicum chinense* Jacq. **A.** *P. ultimum* en medio papa dextrosa agar en placa. **B.** Imagen microscópica en contraste de fase (20X) de la interacción de células en suspensión de *C. chinense* con suspensión de micelio de *P. ultimum*. **C.** Plántula de *C. chinense* sana **D.** Plántula de *C. chinense* infectada con *P. ultimum* durante 5 días, señalando la hifa y una oospora del patógeno. (Fotografías: Normig Zoghbi-Rodríguez).

generados de los estudios del género *Pythium* versus células vegetales, son también empleados como referencias en las investigaciones de micología veterinaria y humana para avanzar hacia el control de la pitiosis, severa enfermedad que se caracteriza por lesiones granulomatosas en la piel, tracto gastrointestinal o en diversos órganos que puede afectar a caba-

llos, cabras, perros, gatos y a humanos (Silva y Rocha 2017, Chechi *et al.* 2018) (Figura 1B).

Diversos grupos seguimos avanzando en el estudio de los oomicetos y otros microorganismos, con la meta de contribuir a mejorar las condiciones de vida de los seres que habitamos este amado planeta.

Referencias

- Beakes G., Honda D. y Thines M. 2014.** Systematics of the Straminipila: Labyrinthulomycota, Hyphochytridiomycota, and Oomycota. *In: McLaughlin D.J. and Spatafora J.W. (eds.) Systematics and Evolution, the Mycota, VIII Part A. 2 ed., pp. 39-97. Springer-Verlag, Berlín, Heidelberg.*
- Cardona J., Vargas-Viloria M., Perdomo S. 2014.** Frecuencia de pythiosis cutánea en caballos de producción en explotaciones ganaderas de Córdoba, Colombia. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia* 61 (1): 31-43.
- Chechi J., Franckin T., Nunes L., Bér-gamo F., de Lima A., Rabelo M., dos Santos L. y Gimenes S. 2018.** Inferring putative virulence factors for *Pythium insidiosum* by proteomic approach. *Medical Mycology* 57(1): 92-100.
<https://doi.org/10.1093/mmy/myx166>
- Fawke S., Doumane M. y Schornack S. 2015.** Oomycete interactions with plants: Infection strategies and resistance principles. *Microbiology and molecular biology reviews* 79(3): 263-280.
<https://mmlbr.asm.org/content/79/3/263>
- Ghini R., Bettiol W. y Hamada E. 2011.** Diseases in tropical and plantation crops as affected by climatic changes: current knowledge and perspectives. *Plant Pathology* 60: 122-132.
- Grijalba P. y Ridao A. 2017.** Control químico de *Pythium* spp. en plántulas de soja. Universidad de Buenos Aires, Argentina. *RIA* 43 (1): 67-71.
- Kamoun S., Furzer O., Jones J.D., Judelson H.S., Ali G.S., Dalio R.J., Roy S.G., Schena L., Zambounis A., Panabières F., Cahill D., Ruocco M., Figueiredo A., Chen X.R., Hulvey J., Stam R., Lamour K., Gijzen M., Tyler B.M., Grünwald N.J., Mukhtar M.S., Tomé D.F., Tör M., Van Den Ackerveken G., McDowell J., Daayf F., Fry W.E., Lindqvist-Kreuzer H., Meijer H.J., Petre B., Ristaino J., Yoshida K., Birch P.R. y Govers F. 2015.** The Top 10 oomycete pathogens in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*. 16(4): 413-434.
- Lévesque C.A., Brouwer H., Cano L., Hamilton J.P., Holt C., Huitema E., Raffaele S., Robideau G.P., Thines M., Win J., Zerillo M.M., Beakes G.W., Boore J.L., Busam D., Dumas B., Ferriera S., Fuerstenberg S.I., Gachon C.M., Gaulin E., Govers F., Grenville-Briggs L., Horner N., Hostetler J., Jiang R.H., Johnson J., Krajaejun T., Lin H., Meijer H.J., Moore B., Morris P., Phuntmart V., Puiu D., Shetty J., Stajich J.E., Tripathy S., Wawra S., van West P., Whitty B.R., Coutinho P.M., Henri-sat B., Martin F., Thomas P.D., Tyler B.M., De Vries R.P., Kamoun S., Yandell M., Tisserat N. y Buell C.R. 2010.** Genome sequence of the necrotrophic plant pathogen *Pythium ultimum* reveals original pathogenicity mechanisms and effector repertoire. *Genome Biology* 11(7): R73.
- Pérez W. y Forbes G. 2008.** Manual técnico: El tizón tardío de la papa. Centro Internacional de la Papa (CIP), Perú. <<https://cipotato.org/>> (consultado: 10 Septiembre 2019).
- Silva J. y Rocha J. 2017.** Oomycetes (Oomycota) from Maranhão State, Brazil. *Hoehnea* 44(3): 394-406.
<http://dx.doi.org/10.1590/2236-8906-05/2017>

Desde el Herbario CICY, 11: 185–189 (19-septiembre-2019), es una publicación semanal editada por el Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., con oficinas en Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97200, Mérida, Yucatán, México. Tel. 52 (999) 942-8330 Ext. 232, www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/, webmas@cicy.mx. Editor responsable: Ivón Mercedes Ramírez Morillo. Reserva de Derechos al Título Exclusivo No. 04-2016-041413195700-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISSN: 2395-8790. Responsable de la publicación: José Fernely Aguilar Cruz, Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97200, Mérida, Yucatán, México. Fecha de última modificación: 19 de septiembre de 2019. Las opiniones expuestas por los autores no necesariamente expresan la postura del editor de la publicación. De la misma manera, la responsabilidad sobre la veracidad y la precisión de los contenidos, le corresponde totalmente a los autores de los ensayos.