

UNA REVISION DE LA LITERATURA
SOBRE LA IMPORTANCIA DE LOS
MICOVIRUS COMO PATOGENOS
POTENCIALES DE LOS HONGOS

Por Teresa Mier*

A REVIEW OF THE LITERATURE ABOUT THE IMPOR-
TANCE OF THE MYCOVIRUSES AS POTENTIAL
PATHOGENIC OF THE FUNGI

SUMMARY

A review of the literature of studies on mycoviruses realized in foreign is made, particularly about viral diseases of fungi. It has been shown that mycoviruses are latent in fungi cells, and that they do not present the typical virulence of others viruses. Nevertheless, viral diseases in fungi have been discovered, such as in *Agaricus bisporus*, *Helminthosporium victoriae*, *Pestalotia* sp., and *Podospora anserina*. Slow growth in *Neurospora crassa* and in some species of *Penicillium* has been associated with the presence of viral particles. The mycoviruses may become important in biological control programs of phytopathogenic fungi, as in the case of *Ophiobolus graminis* or in inducing resistance to viral diseases in certain plants as has been observed in *Thielaviopsis basicola*.

RESUMEN

Se presenta una revisión bibliográfica sobre estudios en micovirus realizados en el extranjero, particularmente sobre las enfermedades virales de los hongos. Se ha observado que los micovirus permanecen generalmente en las células fúngicas en estado latente y que carecen de las propiedades de virulencia inherentes a otros virus. Sin embargo, se han descubierto enfermedades en hongos apa-

* Depto. de Ecología Humana, Facultad de Medicina, U.N.A.M., México, D. F.

rentemente de origen viral, como son las de *Agaricus bisporus*, *Helminthosporium victoriae*, *Pestalotia* sp., y *Podospora anserina*. El fenómeno de lento crecimiento en *Neurospora crassa* y en algunas especies de *Penicillium* se ha asociado a la presencia de partículas virales.

Los micovirus pueden ser de interés en programas de control biológico de hongos fitopatógenos como *Ophiobolus graminis* o también para la inducción de resistencia contra enfermedades virales que atacan ciertos cultivos según ha sido observado con *Thielaviopsis basicola*.

Se presenta una revisión bibliográfica sobre la importancia que tienen los micovirus como patógenos potenciales de los hongos, así como de sus implicaciones en el control biológico, tanto de hongos fitopatógenos como de algunas enfermedades virales de las plantas. Esta revisión ha sido elaborada a partir de trabajos realizados en el extranjero, debido a que en México aún no se ha desarrollado la investigación en micovirus.

Los virus de hongos, denominados también micovirus o partículas similares a virus (PSV), constituyen sistemas multicomponentes de partículas nucleoproteínicas, citoplasmáticas, de simetría poliédrica, que poseen un diámetro de alrededor de 35 nm y contienen ácido ribonucleico de doble cadena (ARN_{dc}), (Hollings y Stone, 1969; Bozarth, 1972; Wood, 1973; Lemke, 1976, 1977). Permanecen por lo general, en las células huésped en estado latente sin que aparentemente causen efectos deletéreos en ellas; su fase lítica está condicionada a una serie de factores endógenos y exógenos (Borré et al., 1971; Nesterova et al., 1973; Lemke, 1976; Detroy et al., 1978).

Sin embargo, a pesar de la aparente inocuidad de estos agentes, han sido descritas algunas enfermedades o alteraciones fenotípicas de hongos originadas por virus. Se ha considerado que la naturaleza de tales anomalías sea viral por los resultados logrados en pruebas de infectividad con partículas libres o por anastomosis entre hifas compatibles (Hollings, 1962; Schisler et al., 1967; Hollings y Stone, 1969).

Por ejemplo, en la década de los cincuentas, las cosechas de *Agaricus bisporus* de varios países, se vieron afectadas por una enfermedad conocida como "Enfermedad X" o "Enfermedad de Francia" cuya característica era ocasionar crecimiento esparcido del micelio, necrosis, reblandecimiento y maduración temprana de los tallos, lo cual producía la supresión del desarrollo normal del esporóforo, provocando por lo tanto significativas pérdidas económicas (Gandy, 1960). Esta epidemia fue atribuida inicialmente a diversos factores tales como genes letales, elementos ambientales, bacterias o posiblemente a un virus. Fue Hollings (1962) quien presentó las primeras evidencias de la etiología viral de la enfermedad de *A. bisporus*; éstas consistieron en pruebas serológicas y de transmisibilidad, purificación del virus en gradientes de sacarosa y observación al microscopio electrónico de las partículas virales. Recientemente, Barton y Hollings (1979) han caracterizado los virus del hongo y demostrado que lo componen dos partículas de 25 y 35 nm de diámetro con ARN_{dc}.

Asimismo, el lento crecimiento de ciertas cepas de *Helminthosporium victoriae* también puede deberse a la presencia de micovirus, pues se ha observado que los macerados de estos cultivos transmiten el fenotipo lento a cultivos sanos o con crecimiento normal. Otras evidencias sobre la naturaleza viral de esta enfermedad fúngica, son la curación por calor de los cultivos anormales y la separación del agente infectante a través de centrifugaciones diferenciales, a partir de las cuales se obtienen extractos infectivos sin células fúngicas viables según Hollings y Stone (1969). Por otra parte, Bozarth (1972) y Sanderlin y Ghabrial (1978) continuando las investigaciones de *H. victoriae*, descubrieron PSV en los hongos enfermos. Los resultados de sus trabajos sugieren nuevamente que puede existir una relación entre la presencia de micovirus y la enfermedad de este Deuteromycete.

Otras enfermedades transmisibles presentes en los hongos, de origen supuestamente viral y que exhiben un patrón de herencia citoplasmática, son las que causan crecimiento lento en *Pestalotia* sp. (Chevaugon y Lefort, 1960) y vejez prematura en *Podospora anserina* (Marcou, 1961).

Tuveson y Peterson (1972) trataron de relacionar el fenómeno de lento crecimiento transmitido por herencia materna en *Neurospora crassa*, con la existencia de partículas virales. Para este fin analizaron extractos celulares de varias cepas de *N. crassa* de crecimiento lento y normal en gradientes de densidad de sacarosa, encontrando que solamente las cepas de fenotipo alterado mostraban bandas con PSV.

Banks *et al.* (1968) atribuyeron el crecimiento lento de *Penicillium stoloniferum* a las partículas virales de este hongo. No obstante, para poder afirmar que realmente existe esta relación es necesario transmitir por heterocariosis el fenotipo lento, desde una cepa virogénica a otra no infectada y demostrar la presencia de los virus en la cepa que al momento del cruzamiento estaba libre de las partículas virales.

Hecht y Bateman (1964) mostraron que plantas hipersensibles a los virus del mosaico y de la necrosis del tabaco, adquirirían resistencia hacia estos agentes infecciosos si sus hojas eran inoculadas con *Thielaviopsis basicola*. Años más tarde, Bozarth y Goenaga (1977), encontraron partículas virales en seis diferentes cepas de *T. basicola* y esto les hizo suponer que la resistencia de las plantas de tabaco podía ser inducida por los virus del hongo.

Ophiobolus graminis es patógeno de las raíces del trigo, pero si posee micovirus en sus células no manifiesta su patogenicidad hacia el trigo, mientras que cuando está libre de los virus, infecta las raíces de las plantas. Esta circunstancia citada por Bozarth (1972) contrasta con los resultados de un trabajo preliminar de Bozarth *et al.* (1972), donde se sugiere que la virulencia de *Helminthosporium maydis*, patógeno del maíz, es consecuencia de micovirus del hongo. Recientemente Bozarth (1977) describió las partículas virales de *H. maydis*, señalando que tienen un diámetro de 48 nm y ARN_{de} de alto peso molecular.

Si se confirmara plenamente que ciertos micovirus son capaces de inducir resistencia en las plantas hacia enfermedades virales, a las cuales son suscepti-

bles o que afectan la virulencia de hongos fitopatógenos, se podría considerar la posibilidad de emplearlos en programas de control biológico.

De acuerdo al desarrollo alcanzado por las investigaciones, no puede aún afirmarse de una manera concluyente que los micovirus puedan incrementar o disminuir una enfermedad fúngica. Para ello es necesario continuar estudiando la relación que puede establecerse entre la presencia o ausencia de los micovirus y el comportamiento fisiológico de los hongos.

LITERATURA CITADA

- Banks, G. T., K. W. Buck, E. B. Chain, F. Himmelweit, J. E. Marks, J. M. Tyler, M. Hollings, F. T. Last, y O. M. Stone, 1968. Viruses in Fungi and Interferon Stimulation. *Nature* 218: 542-545.
- Barton, R. J. y M. Hollings, 1979. Purification and some properties of two viruses infecting the cultivated mushroom *Agaricus bisporus*. *Jour. Gen. Vir.* 42:231-240.
- Borré, E., L. E. Morganti, V. Ortali y A. Tonolo, 1971. Production of lytic plaques of viral origin in *Penicillium*. *Nature* 229:568-569.
- Bozarth, R. F., 1972. Myoviruses: A New Dimension in Microbiology. *Environment Health Perspectives* 2:23-39.
- , 1977. Biophysical and biochemical characterization of virus-like particles containing a high molecular weight ds-RNA from *Helminthosporium maydis*. *Virology* 80:149-157.
- Bozarth, R. F. y A. Goenaga, 1977. Complex of virus-like particles containing double-stranded RNA from *Thielaviopsis basicola*. *Jour. Gen. Vir.* 24:846-849.
- Bozarth, R. F., H. A. Wood y R. R. Nelson, 1972. Virus-like particles in virulent strains of *Helminthosporium maydis*. *Phytopathology* 62:748-752.
- Chevaugnon, J. y C. Lefort, 1960. Sur l'apparition régulière d'un "mutant" infectant chez un champignon du genre *Pestalozzia*. *C. R. Acad. Sci.* 250:2247-2251.
- Detroy, R. W., D. M. DeMarini y P. E. Still, 1978. Mycoviruses of *Penicillium stoloniferum*: influence of carbon-nitrogen nutrition upon replication. *Can. Jour. Microb.* 24:947-953.
- Gandy, D. G., 1960. A transmissible disease of cultivated mushrooms ("Watery Stipe"). *Ann. Appl. Biol.* 48:427-430.
- Hecht, E. I. y D. F. Bateman, 1961. Nonspecific acquired resistance to pathogens resulting from localized infections by *Thielaviopsis basicola* or virus in tobacco leaves. *Phytopathology* 51:523-530.
- Hollings, M., 1962. Viruses associated with a die-back disease of cultivated mushroom. *Nature* 196:962-965.
- Hollings, M. y O. M. Stone, 1969. Viruses in Fungi. *Sci. Prog., Oxf.* 57:371-391.
- Lemke, P. A., 1976. Viruses of Eucaryotic Microorganisms. *Ann. Rev. Microbiol.* 30:105-145.
- , 1977. Double-Stranded RNA viruses among filamentous fungi. VII Viruses and Plasmids in Fungi and Protozoa. In *Microbiology*. Ed. Schlessinger David, Am. Soc. Microbiology. Washington, D. C.
- Marcou, D., 1961. Notion de longévité et nature cytoplasmique du déterminant de la sénescence chez quelques champignons. *Ann. Sci. Nat. Bot. Biol. Ver.* 12, Ser. 2:653-658.
- Nesterova, G. F., Y. Kyarner y Y. D. Soon, 1973. Virus-like particles in *Candida tropicalis*. *Microbiologiya* 43:162-165.
- Sanderlin, R. S. y S. A. Chabrial, 1978. Physicochemical properties of two distinct types of virus-like particles from *Helminthosporium victoriae*. *Virology* 87:142-151.
- Schister, L. C., J. W. Sinden y E. M. Sigel, 1967. Etiology, symptomatology and epidemiology of a virus disease of cultivated mushrooms. *Phytopathology* 57:519-526.
- Tuveson, R. W. y J. F. Peterson, 1972. Virus-like particles in certain slow-growing strains of *Neurospora crassa*. *Virology* 47:527-531.
- Wood, H. A., 1973. Doubled stranded RNA viruses. *Jour. Gen. Vir.* 20:61-85.