

Artículo de divulgación

Manchas foliares asociadas a hongos de la familia *Botryosphaeriaceae* en *Agave karwinskii* Zucc (cuishe) en Zapotitlán Salinas, Puebla, México

Leaf spot associated with fungi of the family Botryosphaeriaceae on *Agave karwinskii* (cuishe) in Zapotitlan Salinas, Puebla, Mexico

Magnolia Ortiz-Lazalde ¹, Jesús Ruíz-Ramírez ¹, Fortunato Ruíz-Martínez ^{1,*}, Francisco Peñuelas-Montoya ¹

¹ Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte; Calle 16 s/n esq. Japaraqui, Juan José Ríos, 81110, Sinaloa, México.

* Autor para correspondencia: fortunato.ruiz@uas.edu.mx

Recibido:

29/06/2026

Aceptado:

16/09/2026

Publicado:

18/06/2026

RESUMEN

El agave cuishe (*Agave karwinskii*) es una especie microendémica distribuida en Oaxaca y Puebla, México, valorada principalmente por la producción de mezcal. A pesar de su importancia cultural y económica para las comunidades locales, la información científica disponible sobre esta especie es escasa y no existían reportes previos sobre patógenos que la afecten. En 2025, en el municipio de Zapotitlán Salinas, Puebla, se detectaron manchas angulares grisáceas en pencas de cuishe silvestre, asociadas a la presencia de hongos. Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de la Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte de la Universidad Autónoma de Sinaloa, donde se realizaron cortes de tejido vegetal y se observaron mediante microscopía óptica. Las estructuras identificadas con claves taxonómicas correspondieron morfológicamente a pseudotecios del phylum Ascomycota, clase Dothideomycetes, orden Botryosphaeriales y familia Botryosphaeriaceae. Esta familia incluye géneros de importancia agrícola como *Botryosphaeria*, *Diplodia*, *Lasiodiplodia* y *Neofusicoccum*, todos asociados a cultivos leñosos. Diversas especies de hongos se han reportado afectando agaves mexicanos, pero la única que se ha documentado y que pertenece a Botryosphaeriaceae es *Lasiodiplodia theobromae*, la cual, posee características similares en su fase sexual con las estructuras analizadas en este estudio y que se reportó en *A. angustifolia*. Aunque los resultados no son concluyentes a nivel de especie porque se requieren análisis moleculares complementarios, este estudio representa el primer reporte de un posible fitopatógeno perteneciente a la familia Botryosphaeriaceae en *A. karwinskii*, aportando información inicial relevante para productores artesanales de mezcal e investigadores interesados en la sanidad de agaves microendémicos.

Palabras clave: hongos; agave silvestre; mezcal.

ABSTRACT

Agave cuishe (*Agave karwinskii*) is a microendemic species distributed in Oaxaca and Puebla, Mexico, valued primarily for mezcal production. Despite its cultural and economic

importance to local communities, available scientific information on this species is scarce and no previous reports on pathogens affecting it existed. In 2025, in the municipality of Zapotitlán Salinas, Puebla, grayish angular leaf spots were detected on wild cuishe leaves, associated with the presence of fungi. The samples were analyzed at the Laboratory of the Faculty of Agriculture of Valle del Fuerte at the Autonomous University of Sinaloa (UAS), where plant tissue sections were prepared and examined by optical microscopy. The structures identified using taxonomic keys corresponded morphologically to pseudothecia of the phylum Ascomycota, class Dothideomycetes, order Botryosphaeriales, and family Botryosphaeriaceae. This family includes genera of agricultural importance such as *Botryosphaeria*, *Diplodia*, *Lasiodiplodia*, and *Neofusicoccum*, all associated with woody crops. Several fungal species have been reported affecting Mexican agaves; however, the only one documented as belonging to Botryosphaeriaceae is *Lasiodiplodia theobromae*, which shares similar sexual-stage characteristics with the structures analyzed in this study and was previously reported on *A. angustifolia*. Although the results are not conclusive at the species level — as complementary molecular analyses are required — this study represents the first report of a possible phytopathogen belonging to the family Botryosphaeriaceae in *A. karwinskii*, providing initial and relevant information for artisanal mezcal producers and researchers interested in the health of microendemic agave species.

Keywords: fungi; wild agave; mezcal.

INTRODUCCIÓN

En México, el cultivo de agave representa un valor histórico, cultural y económico, a través de la diversidad de productos que ofrece. México alberga más de 150 especies de agave, que han sido moldeadas por el entorno y por siglos de cuidado humano (Vázquez-Pérez et al., 2020). Algunas especies son ampliamente conocidas, como el *Agave tequilana* y *A. angustifolia* y otras que permanecen profundamente ligadas a regiones o comunidades específicas (Vázquez-Pérez et al., 2020; Agave Spirits Institute, 2026). Entre los agaves menos renombrados, existe una especie microendémica, conocida como “Agave cuishe” (*Agave karwinskii*), la cual, pertenece a la familia botánica Asparagaceae, y que se caracteriza por ser el único agave mezcalero que forma un tronco verdadero, largo y relativamente delgado, que suele ser más grande que el tamaño de la piña (NETA, 2020). Además, posee una roseta madura elevada (NCBI, 2020; Mexican Spirit Bible, 2026; Vázquez-Pérez et al., 2020) (Figura 1).



Figura 1. Agave cuishe (*A. karwinskii*) en Zapotitlán Salinas, Puebla. (Fotografía: Autoría propia, material inédito).

El agave cuishe, solo se distribuye en los estados de Oaxaca y Puebla, en donde se aprovecha para distintos fines, tales como la producción de combustible, uso ornamental, medicinal y principalmente para la obtención de mezcal (Vázquez-Pérez, 2015; Torres-García et al., 2019).

Para la producción de este tipo de destilado, se pueden utilizar los etnotaxones (variaciones morfológicas según la diversidad cultural): Barril, Cachitúm, Cirial, Espina negra, Marteño, Tobasiche, Tripón, San Martín, Bicuishe o Madrecuishe (Vázquez-Pérez et al., 2020; Aragón-Parada, 2024). Siendo estos dos últimos los más valorados y utilizados por la calidad del mezcal. Aunque el uso de cuishe se restringe a las comunidades de los estados en donde se produce, el impacto de su comercialización es significativo a nivel mundial. Actualmente, a nivel nacional, la información disponible sobre el cuishe es escasa y los reportes sobre patógenos que afectan su producción es nula, por consiguiente, es importante documentar y socializar los resultados obtenidos en la presente investigación.

SÍNTOMAS FOLIARES EN CUISHE

En el año 2025, en el municipio de Zapotitlán Salinas, Puebla ($18^{\circ}19'54.681''$ N $97^{\circ}27'20.294''$ O), se observaron manchas angulares de tonos grisáceos asociadas a la presencia de hongos en las pencas de cuishe silvestre (Figura 2). A partir de lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue realizar un estudio para determinar si los síntomas se relacionaban con la presencia de posibles microorganismos fitopatógenos y la identificación morfológica de los mismos.



Figura 2. Manchas foliares en *A. karswinskii* (Fotografía: Autoría propia, material inédito).

COLECTA DE MUESTRAS

Algunas pencas de la roseta del cuishe con presencia de manchas se colectaron de forma dirigida en campo y fueron colocadas individualmente en bolsas de papel (Figura 3). Se registraron los datos de localidad y ubicación geográfica; las muestras se trasladaron al Laboratorio de la Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Posteriormente, en condiciones de laboratorio se realizaron cortes finos transversales del tejido sobre la capa superficial de la hoja dañada, utilizando una navaja de la marca comercial Gillette®. Los cortes se colocaron sobre una gota de glicerina en portaobjetos y se visualizaron con un microscopio óptico con diferentes objetivos, encontrando estructuras relacionadas con hongos (Senanayake et al., 2020).



Figura 3. Manchas foliares en pencas de *A. karswinskii* (Fotografía: Autoría propia, material inédito).

ESTRUCTURAS OBSERVADAS

Las estructuras observadas bajo microscopía correspondieron a pseudotecios (Crous et al., 2019), los cuales eran de color oscuro y se encontraban inmersos en el tejido vegetal (Figura 4). El ascostroma ($200 - 410 \times 450 - 600 \mu\text{m}$) ($n=30$) presentó una pared gruesa de color marrón, multilocus, ostiolo y pseudoparáfisis. Además, contenía ascas bitunicadas, de formas cilíndricas a clavadas ($70 - 100 \times 22 - 29 \mu\text{m}$) ($n=30$) y ocho ascosporas biseriadas, hialinas, no septadas.

(amerospora), elipsoides a fusiformes ($25 \times 10 \mu\text{m}$) las cuales son características típicas del phylum Ascomycota (Figura 5).



Figura 4. Ascostroma de tipo pseudotecio (Fotografía: Autoría propia, material inédito).

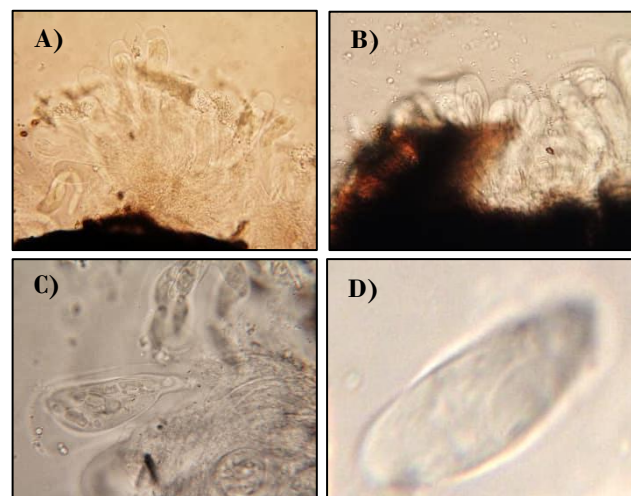


Figura 5. Estructuras al interior del pseudotecio; A-B) ascas; C) ascas bitunicadas biseriadas; D) amerospora (Fotografía: Autoría propia, material inédito).

IDENTIFICACIÓN MORFOLÓGICA: PHYLUM ASCOMYCOTA

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con la descripción morfológica del phylum Ascomycota realizada por Crous et al., (2019), ya que afirman que los hongos que producen estructuras sexuales de tipo ascocarpo, se distinguen principalmente por la formación

de ascas que generalmente contienen ocho ascosporas. Aunque existen diversos tipos de ascocarpos (apotecio, chasmotecio o cleistotecio, peritecio y pseudotecio), el pseudotecio se diferencia de los demás por poseer ascas clavadas de dos “capas”, es decir, son bitunicadas (Gould, 2009). Por otro lado, las ascosporas formadas en Ascomycota, presentan formas globosas a fusiformes o cilíndricas, que pueden ser hialinas café o negras, y que se liberan a través de un poro apical que es poco visible, tal y como se visualizaron en esta investigación (Crous et al., 2019).

IDENTIFICACIÓN MORFOLÓGICA: SUBPHYLUM PEZIZOMYCOTINA, CLASE DOTHIDEOMYCETES

De acuerdo con Crous et al. (2019), las estructuras inmersas en las pencas, coinciden con las características del subphylum Pezizomycotina (Cuadro 1), pero los autores enfatizan en que la formación de pseudotecios con ascas bitunicadas es un distintivo de la clase taxonómica Dothideomycetes, la cual pertenece a este subphylum.

Cuadro 1. Características distintivas (básicas) de los subphylums del phylum Ascomycota.

Subphylum	Características
Pezizomycotina	Formación de cuerpos fructíferos, multicelular
Saccharomycotina	Sin formación de cuerpos fructíferos, unicelular
Taphrinomycotina	Sin formación de cuerpos fructíferos, uni o pluricelular

Wijayawardene et al., (2024).

IDENTIFICACIÓN MORFOLÓGICA: ORDEN BOTRYOSPHAERIALES, FAMILIA BOTRYOSPHAERIACEAE

Es importante destacar que el ascostroma multilocular con presencia de ostiolo y con pared gruesa y café, es típico del orden Botryosphaerales (Hyde et al., 2013). Para agrupar a nivel de familia se considera

frecuentemente el número de septos de las ascosporas, en este estudio se observaron amerosporas (esporas sin septos) por lo que, considerando esto y la descripción previa de los ascostromas recuperados, las estructuras de las manchas angulares del agave cuishe, son características típicas de la familia Botryosphaeriaceae (Crous et al., 2019).

Actualmente, la familia Botryosphaeriaceae, presenta 23 géneros, pero solo cuatro se han reportado de importancia agrícola: *Botryosphaeria*, *Diplodia*, *Lasiodiplodia* y *Neofusicoccum* (Slippers et al., 2017; Mondragón-Flores et al., 2021). Todos afectando cultivos leñosos, sin embargo, estos cuatro géneros, presentan morfología muy similar en su fase sexual, por lo que la identificación con instrumentación básica de laboratorio no es suficiente. Debido a que inducir la fase sexual in vitro es un método poco exitoso para determinar el género, es indispensable aislar el hongo para obtener la fase asexual, ya que mediante la formación de conidios y colonias de crecimiento es posible definir características distintivas con mayor precisión. Aun así, estos resultados permiten generar información que introduzca a la investigación sobre fitopatógenos en cultivos microendémicos importantes para comunidades mexicanas.

Hasta el momento, en México se han reportado enfermedades causadas o asociadas por diversas especies de hongos, en Agaves como: *A. tequilana* (Ávila-Miranda et al., 2010; Ramírez-Ramírez et al., 2017), *A. potatorum* (Bailón-Ortiz, 2024; Cruz-Luna, 2025), *A. salmiana*, *A. lechuguilla* (Aparicio-Burgos, et al., 2025) y *A. angustifolia* (Duque-Bautista et al., 2017) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Enfermedades causadas por hongos reportadas en agaves de México

Agave	Especie de hongo	Fuente
<i>A. tequilana</i>	<i>Fusarium</i> sp.	Ramírez-
	<i>Fusarium oxysporum</i>	Ramírez et al., 2017
<i>A. potatorum</i>	<i>Fusarium</i> sp.	Ávila-Miranda et al., 2010
	<i>Alternaria</i> sp.	Bailón-Ortiz, 2024
	<i>Neocosmospora</i> sp.	

<i>A. salmiana</i>	<i>Bipolaris zeae</i>	Cruz-Luna, 2025
	<i>Fusarium lactis</i>	Aparicio-Burgos, et al., 2025
	<i>Curvularia lunata</i>	
	<i>Aspergillus oryzae</i>	
<i>A. lechuguilla</i>	<i>Curvularia lunata</i>	Aparicio-Burgos, et al., 2025
	<i>C. verruculosa</i>	
	<i>Alternaria alternata</i>	
	<i>Penicillium diversum</i>	
<i>A. angustifolia</i>	<i>Cladosporium</i> sp.	Duque-Bautista et al., 2017
	<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	Reyes-García et al., 2023

Dentro de los hongos reportados, solo *Lasiodiplodia theobromae*, que afecta el *Agave angustifolia*, pertenece a la familia taxonómica Botryosphaeriaceae (NCBI, 2020). No obstante, es importante destacar que esta especie de hongo se describió en base a la fase asexual (formación de conidios) en esta especie de agave (Reyes-García et al., 2023), en la presente investigación se observó la fase sexual (formación de ascas) en *A. karwinskii*.

Aunque los resultados expuestos en este trabajo no son concluyentes para determinar que las estructuras obtenidas pertenecen a la especie *Lasiodiplodia theobromae* o incluso a otra, sí permiten informar a los productores artesanales de cuishe sobre los síntomas y la morfología de una familia de hongos de importancia agrícola que afecta la calidad y el rendimiento de diversos cultivos, tal y como se visualizó en el cultivo en mención.

En conclusión, sí bien aún es necesario complementar con otras técnicas que permitan una caracterización morfológica más precisa y llevar a cabo una identificación molecular, este estudio genera datos iniciales e introductorios sobre patógenos en una especie de agave poco conocida, pero importante para las comunidades que han sabido aprovechar los recursos que se pueden obtener. Además, contribuye y proporciona conocimiento a la población sobre este agave que se utiliza para la producción de mezcal, ya que hasta la fecha *A. karswinskii* ha sido poco estudiado y la información disponible es escasa. Finalmente, de acuerdo con los resultados obtenidos en laboratorio, encontramos



que el hongo que afecta el agave cuishe pertenece a la familia Botryosphaeriaceae, lo que permite establecer un sistema de prevención y control sobre este tipo de patógenos, fortaleciendo las decisiones de los productores con respecto a su manejo, manteniendo la calidad y rendimiento de la producción.

En base a lo anterior se recomienda continuar con investigaciones, considerando monitoreos permanentes en campo que sirvan para la detección oportuna de enfermedades en microespecies, tales como el agave.

Agradecimientos

El autor expresa su agradecimiento a la Secretaría de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECHITI) por el financiamiento otorgado para la realización de esta investigación, a la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), en especial a la Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte (FAVF), por brindar las facilidades académicas e infraestructura necesarias para el desarrollo de esta investigación. De igual manera, se agradece de manera especial a los artesanos del municipio de Zapotitlan Salinas, Puebla por su invaluable colaboración técnica y de conocimiento.

Literatura citada

- Agave Spirits Institute (2026) *Biodiversity, terroir: the future of mezcal*. Disponible en: <https://agavespiritsinstitute.com/blogs/agave-blog/biodiversity-terroir-the-future-of-mezcal> (Acceso: 15 junio 2026).
- Aparicio-Burgos, J.E., Romero-Cortes, T., Armendáriz-Ontiveros, M.M. y Cuervo-Parra, J.A. (2025) 'Leaf spot disease caused by several pathogenic species of the Pleosporaceae family on *Agave salmiana* and *Agave lechuguilla* plants in Mexico, and their biocontrol using the indigenous *Trichoderma asperellum* strain JEAB02', *Agronomy*, 15(10), p. 2406. <https://doi.org/10.3390/agronomy15102406>
- Aragón-Parada, J. (2024) *Domesticación incipiente del cuishe (Agave karwinskii Zucc.) en Oaxaca*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14322.21443>
- Ávila-Miranda, M.E., López-Zazueta, J.G., Arias-Castro, C., Rodríguez-Mendiola, M.A., Guzmán-de Peña, D.A., Vera-Núñez, J.A. y Peña-Cabriales, J.J. (2010) 'Marchitez vascular causada por *Fusarium oxysporum* en agave (*Agave tequilana* Weber var. azul)', *Revista de la Asociación Profesional para el Desarrollo del Cactus*, 12, pp. 166–180. <https://doi.org/10.56890/jpacd.v12i.106>
- Bailón-Ortiz, A.Z. y Amábilis-Sánchez, M.J. (2024) 'Identificación de agentes causales de la pudrición seca de *Agave potatorum* Zucc en vivero', *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 11(1), pp. 11–20. <https://doi.org/10.60158/rma.v11i1.417>
- Crous, P.W., Verkley, G.J.M., Groenewald, J.Z. y Houbaken, J. (2019) *Fungal Biodiversity. Westerdijk Laboratory Manual Series*, pp. 43–100.
- Cruz-Luna, A.R., Vásquez-López, A., Soto-Castro, D., Leyva-Madrigal, K.Y., Mora-Romero, G.A. y Granados-Echegoyen, C.A. (2025) 'First report of *Neocosmospora* sp. causing stem rot on *Agave potatorum* in Mexico', *Plant Disease*, 109(2), p. 497. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-24-1393-PDN>
- Duque-Bautista, H., Zurita-Vásquez, G.G., Pacheco-Hernández, Y. y Villa-Ruano, N. (2017) 'Etiología de la mancha necrótica del *Agave angustifolia*: una aproximación in vitro hacia su control biológico', *Revista Mexicana de Fitopatología*, 35(2). <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1701-2>
- Gould, A.B. (2009) 'Fungi: plant pathogenic', en *Encyclopedia of Microbiology*, pp. 457–477. <https://doi.org/10.1016/B978-012373944-5.00347-3>
- Hyde, K.D., Jones, E.B.G., Liu, J.K. et al. (2013) 'Families of Dothideomycetes', *Fungal Diversity*, 63, pp. 1–313. <https://doi.org/10.1007/s13225-013-0263-4>
- Mexican Spirit Bible (2026) *Agave karwinskii*. Disponible en: <https://mexicanspiritsbible.com/en/species/agave-karwinskii> (Acceso: 15 junio 2026).
- Mondragón-Flores, A., Rodríguez-Alvarado, G., Gómez-Dorantes, N., Guerra-Santos, J.J. y Fernández-Pavía, S.P. (2021) 'Botryosphaeriaceae: una familia de hongos, compleja, diversa y cosmopolita', *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(4), pp. 643–654. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i4.2620>
- National Center for Biotechnology Information (NCBI) (2020) *Taxonomy*. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> (Acceso: 10 junio 2026).
- NETA (2020) *Bicuixe (Agave karwinskii)*. Disponible en: <https://netaspirits.com/magueyes/2020/10/16/bicuixe-agave-karwinskii> (Acceso: 18 junio 2026).



- Ramírez-Ramírez, M.D.J., Mancilla-Margalli, N.A., Meza-Álvarez, L., Turincio-Tadeo, R., Guzmán-De Peña, D. y Ávila-Miranda, M.E. (2017) 'Epidemiology of *Fusarium agave* wilt in *Agave tequilana* Weber var. azul', *Plant Protection Science*, 53(3), pp. 144–152. <https://doi.org/10.17221/142/2016-PPS>
- Reyes-García, G., Ortega-Acosta, S.Á., Palemón-Alberto, F., Ortega-Acosta, C., Domínguez-Monge, S., Terrones-Salgado, J., Castañeda-Vildozola, A., Toledo-Hernández, E., Cruz-Lagunas, B. y Flores-Simón, O.U. (2023) 'First report of *Lasiodiplodia theobromae* causing leaf rot on *Agave angustifolia* in Mexico', *Plant Disease*, 107(2), p. 574. <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-22-1270-PDN>
- Senanayake, I.C., Rathnayaka, A.R., Marasinghe, D.S., Calabon, M.S., Gentekaki, E., Lee, H.B., Hurdeal, V.G., Pem, D., Dissanayake, L.S., Wijesinghe, S.N., Bundhun, D., Nguyen, T.T., Goonasekara, I.D., Abeywickrama, P.D., Bhunjun, C.S., Jayawardena, R.S., Wanasinghe, D.N., Jeewon, R., Bhat, D.J. y Xiang, M.M. (2020) 'Morphological approaches in studying fungi: collection, examination, isolation, sporulation and preservation', *Mycosphere*, 11(1), pp. 2678–2754. <https://doi.org/10.5943/mycosphere/11/1/20>
- Slippers, B., Crous, P.W., Jami, F., Groenewald, J.Z. y Wingfield, M.J. (2017) 'Diversity in the Botryosphaeriales: looking back, looking forward', *Fungal Biology*, 121(4), pp. 307–321. <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2017.02.002>
- Torres-García, I., Rendón-Sandoval, F.J., Blancas, J., Casas, A. y Moreno-Calles, A.I. (2019) 'The genus *Agave* in agroforestry systems of Mexico', *Botanical Sciences*, 97, pp. 263–290. <https://doi.org/10.17129/botsci.2202>
- Vázquez-Pérez, N. (2015) *Variación morfológica y genética de Agave karwinskii (Agavaceae) en los estados de Oaxaca y Puebla*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: <https://ru.dgb.unam.mx/items/f79beead-77fa-4fb2-b7cf-ab64d75dc961> (Acceso: 20 mayo 2026).
- Vázquez-Pérez, N., Blancas, J., Torres-García, I., García-Mendoza, A., Casas, A., Moreno-Calles, A.I., Maldonado-Almanza, B. y Rendón-Aguilar, B. (2020) 'Conocimientos y manejo tradicional de *Agave karwinskii* en el sur de México', *Botanical Sciences*, 98(2), pp. 328–347. <https://doi.org/10.17129/botsci.2421>
- Wijayawardene, N.N., Hyde, K.D., Mikhailov, K.V. et al. (2024) 'Classes and phyla of the kingdom Fungi', *Fungal Diversity*, 128(1), pp. 1–165. <https://doi.org/10.1007/s13225-024-00540-z>

Aviso legal/Nota del editor: Las declaraciones, opiniones y datos contenidos en todas las publicaciones son exclusivamente de los autores y colaboradores, y no de Agraria ni de sus editores. Agraria y sus editores no se responsabilizan de ningún daño a personas o bienes que resulte de las ideas, métodos, instrucciones o productos mencionados en el contenido.