

Cuerpo reproductivo de Penicillium.

Los hongos mitospóricos como agentes de biodeterioro en tres acervos documentales del INAH

Alejandro Medina-Ávila*

*Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural
Instituto Nacional de Antropología e Historia

Resumen

Los hongos saprobios, principalmente aquellos de características microscópicas, son agentes perjudiciales causantes de grandes pérdidas en diversos sectores, entre ellos el cultural, específicamente afecta a los documentos depositados en archivos y acervos, este tipo de microorganismos les produce la degradación de sus materiales principalmente a la celulosa y la lignina, a través de enzimas hidrolíticas producidas y secretadas de modo extracelular sobre la superficie de los documentos. En México los estudios para conocer las especies de micromicetos causantes de efectos de biodeterioro a los documentos han sido muy pocos y más aun después de saber que hay especies con la habilidad xerófila, esto es, para crecer en condiciones de humedad relativa mínima, en respuesta a una baja actividad del agua. Por ello se realizó el aislamiento mediante inóculo en placas de cultivo de distinta composición como agar papa, Czapek y malta glucosa, para la determinación de las especies de micromicetos de tres acervos documentales en resguardo del INAH. Se resolvió dentro de los acervos la presencia de diecinueve especies de micromicetos, entre ellos *Aspergillus niger* ha sido designado con potencial de crecimiento a una baja actividad del agua, generalmente entre 0.8 y 0.9, aunque condicionado por la temperatura, un problema desconocido para dos de los tres acervos documentales de este estudio.

Palabras clave

Acervos; micromicetos; ambientes cerrados; *Aspergillus*; biodeterioro.

Abstract

*Saprobio fungi mainly those of microscopic characteristics are dangerous agents causing great losses in various sectors, including cultural, specifically those documents deposited in archives and libraries, this kind of microorganisms causes the degradation mainly to their cellulose and lignin, through hydrolytic enzymes produced and secreted extracellularly on the surface of documents. In Mexico, studies to learn about the species of micromycetes that cause biodeterioration in documents have been very few, especially when we know that there are species with xerophilic ability, because they can to grow in minimal conditions of relative humidity, in response to low water activity. Therefore, isolation was carried out by inoculum in culture plates of different compositions such as potato agar, czapek and glucose malt, for the determination of the micromycetes species of three enviromental indoor of documentary deposits stored in archives from INAH. Twenty-nine species were determined of micromycetes indoor of archives, one very important was *Aspergillus niger* due to has been recognized with growth potential for low water activity, usually between 0.8 and 0.9, although conditioned by temperature, an unknown problem for two of the three documentary collections of this study.*

Keywords

Archives; indoor; micromycetes; *Aspergillus*; biodeterioration.



Los documentos gráficos depositados en acervos, bibliotecas, archivos y museos, al igual que múltiples materiales orgánicos son susceptibles a ser contaminados por micromicetos mitospóricos, comúnmente conocidos como moho y causantes de serios problemas por biodeterioro de los materiales de los documentos gráficos y por lo tanto representan un problema común para este tipo de depósitos. El problema se produce cuando se origina la alteración de los materiales de elaboración, como resultado de la degradación de la celulosa, proteínas y lignina a través de enzimas hidrolíticas producidas y secretadas de modo extracelular, tales como la celulasa, la xilanasa, la pectinasa, y algunos ácidos orgánicos, que además de producir coloración desagradable sobre los documentos debido a la excreción de distintos pigmentos, producen daños mecánicos a los documentos, cuando las hifas atraviesan las fibras componentes de dichos materiales durante el crecimiento (Borrego, 2018: 40).

La realidad es que en la mayoría de los casos es difícil mantener una temperatura estable o un nivel de humedad relativa reducida, incluso con el beneficio del aire acondicionado. Las condiciones climáticas y económicas específicas desempeñan un papel importante, y no deben subestimarse. Por ello la Federación Internacional de Asociaciones de Bibliotecas (IFLA) recomienda, para conservar los documentos, condiciones de 18-20 °C y 50/55% de humedad relativa para libros y publicaciones periódicas, así como de 5 °C y 35% de humedad relativa para fotografías en color (Borrego *et al.*, 2012: 1-2; Paiva de Carvalho *et al.*, 2015: 57). Precisamente el problema de contaminación por hongos dentro de los acervos documentales en Latinoamérica obedece a las precarias condiciones de los inmuebles de resguardo, causantes de infiltraciones de humedad, reducida disipación de la acumulación hídrica, carente circulación de aire e insignificante desplazamiento de la humedad hacia el exterior del lugar, que pudieran producir puntos específicos de microclimas con disponibilidad de agua y, por lo tanto, las condiciones favorables para la proliferación de muchas especies de hongos mitospóricos (Pinzari y Montanari, 2011: 200).

Sin embargo, algunas cepas fúngicas contaminantes de los documentos depositados en acervos y archivos bibliográficos (Pinzari y Montanari, 2011: 205) han sido caracterizadas como especies de crecimiento lento, considerados como agentes de alto riesgo biodeteriorante de fibras de soporte documental, ya que no responden a los niveles de humedad relativa reconocidos para que exista contaminación y, por lo tanto, han conseguido éxito de contaminación y crecimiento a porcentajes por debajo de la humedad relativa referida (arriba del 60%), es decir, que su habilidad contaminante responde no precisamente al contenido de humedad disponible en el ambiente, más bien a la circundante de los materiales expuestos a ser contaminados, ya que dicha humedad puede experimentar condensación debido a la fluctuación de algunos factores ambientales circundantes a los materiales, como los microambientes inestables caracterizados por pequeños cambios en la temperatura o humedad del aire debido a la alternancia noche/día, la mala ventilación y la dinámica de la temperatura de la superficie de los documentos, que pueden producir la condensación del agua a través de la irradiación calórica e iluminación emitida por las lámparas cercanas; a este tipo hongos se les conoce como xerofílicos mitospóricos, debido a su baja actividad del agua, entre ellos reportan a los géneros: *Aspergillus*, *Paecilomyces*, *Chrysosporium*, *Penicillium* y *Cladosporium* (Montanari *et al.*, 2012: 86; Borrego, 2018: 40) en el entendido de que sólo algunas especies circunscritas dentro de esos géneros se han adaptado a tal condición.



En los depósitos de los documentos gráficos a resguardo y cuidado del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) han sido pocos los trabajos efectuados acerca de las cepas de micromicetos mitospóricos contaminantes que pudieran estar habitando sobre la superficie de los documentos y dentro del ambiente de dichos depósitos. Por ello, se llevó a cabo la presente investigación con el propósito de conocer los tipos de hongos mitospóricos precursores de contaminación sobre los acervos documentales en custodia del INAH.

Los objetivos de este trabajo fueron:

Determinar especies de hongos asociados con los signos visuales de biodeterioro debido a las biopelículas observadas y desarrolladas sobre los documentos de dichos acervos.

Reconocer la presencia de aquellos micromicetos referidos como xerófilos, por su baja actividad del agua, dentro de estos mismos acervos.

Método para el estudio de los hongos mitospóricos

Este trabajo resume el estudio desarrollado en varios años concerniente al muestreo y determinación de hongos mitospóricos contaminantes de los materiales de documentos históricos; algunos de los acervos documentales, bajo protección del INAH, donde se hicieron estudios para conocer a los hongos contaminantes fueron: el Acervo y Archivo Generales de la Biblioteca de la Escuela de Antropología del Norte de México con sede en el Estado de Chihuahua, el Códice del general Porfirio Díaz y el Acervo del Fondo Conventual de Acolman bajo resguardo de la Biblioteca del Museo Nacional de Antropología e Historia, y el Archivo Documental de la Coordinación Nacional de Museos y Exposiciones.

En cada uno de estos acervos el muestreo de restos fúngicos, en particular de esporas, fue practicado mediante dos técnicas. Una fue el procedimiento de arrastre, con hisopos preesterilizados, de la superficie de libros contaminados; se transfirieron a los medios de cultivo: agar papa dextrosa elaborado con papa natural hervida, Czapek levadura y Czapek glicerol, este último con la adición de glicerina de alta pureza y malta glucosa, preesterilizados. Además de este tipo de muestreo, también se llevó a cabo el método de sedimentación mediante el depósito, bajo un criterio aleatorio, de polvo con restos de micelio sobre la superficie de un medio de cultivo en placas de Petri. Con ambas técnicas fue posible obtener el crecimiento de las cepas contenidas dentro de los ambientes de cada uno de estos inmuebles.

Del crecimiento resultante en cada caja en cultivo se extrajeron muestras de micelio con los órganos reproductivos desarrollados, a partir de sus hifas fueron caracterizados y comparados bajo un microscopio óptico Olympus BX 53, adaptado con una cámara MP digital Evolution equipado con el programa IMAGE-PRO INSIGHT 9, para el análisis de imágenes, la determinación de cada especie observada fue de acuerdo con el procedimiento de claves taxonómicas propuestas por distintos especialistas en la materia como son: Visagie, *et al.*, 2014: 357-363; Pitt, 1979: 235-258; Carrillo, 2003: 98-118; Loustau, 1950: 33-112.

Resultados

Hongos mitosporicos determinados sobre algunos acervos documentales

Los problemas de contaminación por micromicetos mitosporicos dentro de los tres acervos estudiados difiere significativamente, para dos de ellos, el acervo y archivo generales de la Biblioteca de la Escuela de Antropología del Norte de México y el acervo del fondo conventual de Acolman, se deben al descuido y olvido de las condiciones de los inmuebles, evidentes por desperfectos en los pisos, muros y techos con daños estructurales y en edificios no apropiados para el resguardo de documentos históricos (Figura 1B). En el acervo de documental de la Coordinación Nacional de Museos y Exposiciones la causa se pudo deber por realizar su traslado sin el procedimiento normativo para el cambio del inmueble o para el depósito de los documentos sin un procedimiento apropiado para la conservación de sus documentos. Ambos tipos de muestreo aplicados a estos acervos facilitaron el crecimiento reproductivo para la determinación de diecinueve cepas contaminantes después de dos semanas de crecimiento, en la Tabla 1 se enlistan las especies identificadas en cada caso.

ESPECIE O CEPAS	CONTENEDOR	LUGAR
<i>Penicillium phoeniceum</i> <i>Penicillium rugulosum</i> <i>Aspergillus niger</i>	Acervo general	Biblioteca de la Escuela de Antropología del norte de México
<i>Penicillium chrysogenum</i> <i>Penicillium phoeniceum</i> <i>Penicillium rugulosum</i> <i>Aspergillus niger</i>	Archivo general	
<i>Penicillium expansum</i>	Códice del general Porfirio Díaz	Biblioteca del Museo Nacional de Antropología e Historia
<i>Memnoniella</i> sp. <i>Penicillium variabile</i> <i>Aspergillus fumigatus</i> <i>Penicillium corylophilum</i> <i>Penicillium paxilli</i> <i>Penicillium olsonii</i> <i>Rhizopus oryzae</i>	Acervo del Fondo conventual de Acolman en resguardo del INAH	
<i>Aspergillus niger</i> <i>Cladosporium herbarium</i> <i>Geotrichum</i> sp. <i>Glioccephalis hyalina</i> <i>Penicillium sclerotiorum</i> . <i>Penicillium canescens</i> <i>Penicillium italicum</i> <i>Lichtheimia sphaerocystis</i>	Archivo documental	Coordinación Nacional de Museos y Exposiciones del INAH

Tabla 1. Lista de especies de hongos mitosporicos determinados en cuatro acervos documentales en resguardo del INAH.

Once especies corresponden al género *Penicillium* y las restantes se diversifican en otros géneros: dos son representantes de *Aspergillus* y uno para los géneros *Cladosporium*, *Geotrichum*, *Glioccephalis*, *Lichtheimia*, *Memnoniella* y *Rhizopus* (Figura 1). *Aspergillus niger* fue determinado en dos de los acervos, en tanto que *Penicillium phoeniceum* y *Penicillium rugulosum* se encontraron dos veces y sólo fue para el acervo y archivo generales de la Biblioteca de la Escuela de Antropología del Norte de México. De las diecinueve especies determinadas, únicamente *Aspergillus niger* representa un potencial problema en condiciones de humedad controlada, esto se debe a que se ha registrado como una de las cepas con habilidad xerófila, es decir, que crece en condiciones de baja actividad del agua, con valores entre 0.8 y 0.9 (Palacios-Cabrera, 2005: 27).





Figura 1. A: Arreglo de documentos en estantería metálica. B: Problemas de filtración de humedad en las instalaciones. C, D y E: Biopelículas de contaminación de micromicetos sobre las regiones frontales y lomo de los documentos. F: Procedimiento de toma de muestras por sedimentación. G, H e I: Micromicetos determinados en los documentos del AAGBEANM. G: Órgano reproductivo *Penicillium rugulosum*. H: Órgano reproductivo de *Aspergillus niger*. I: Órgano reproductivo de *Penicillium chrysogenum*. J y K: Daños adicionales por fauna nociva producidos por el crecimiento de micromicetos en algunos documentos del Fondo Conventual de Acolman. L: Crecimiento de moho dentro de cajas de cultivo por el procedimiento de toma de muestras por sedimentación del Fondo Conventual de Acolman. Imágenes: ©Alejandro Medina-Ávila.

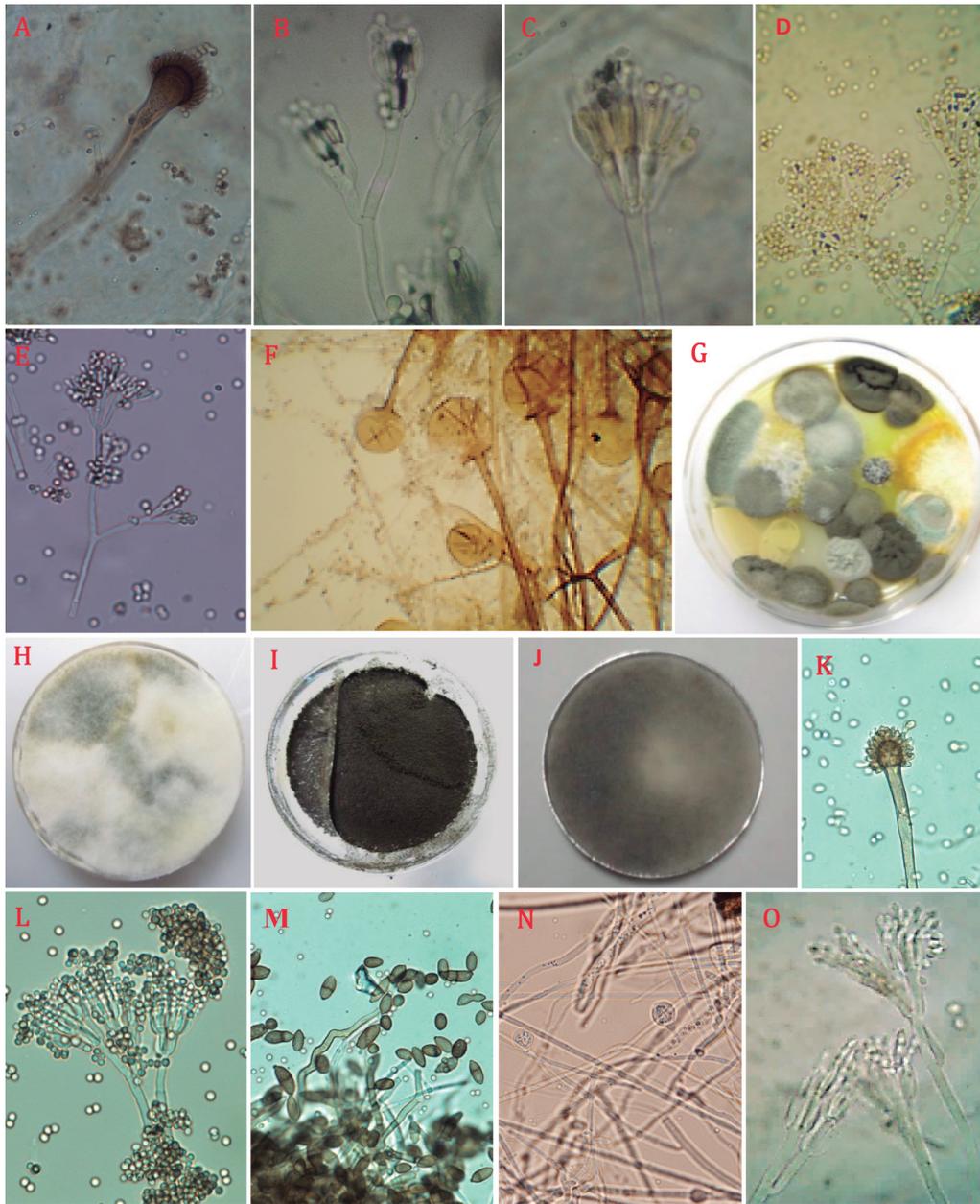


Figura 2. A-G: Imágenes de los cuerpos reproductores del Acervo del Fondo Conventual de Acolman. A: *Aspergillus fumigatus*. B: *Memnoniella* sp. C: *Penicillium variabile*. D: *Penicillium paxilli*. E: *Penicillium olsonii*. F: *Rhizopus oryzaei*. G: Crecimiento de moho dentro de cajas de cultivo por el procedimiento de toma de muestras por sedimentación del Archivo Documental de la Coordinación Nacional de Museos y Exposiciones del INAH. H-J: Crecimiento de moho dentro de cajas de cultivo por el procedimiento de toma de muestras mediante arrastre de hisopos sobre los documentos. H: Crecimiento de *Lichtheimia sphaerocystis*. I: Crecimiento de *Aspergillus niger*. J: Desarrollo de *Gliocladium hyanlina*. K: Cuerpo reproductivo de *Lichtheimia sphaerocystis*. L: Cuerpo reproductivo de *Penicillium italicum*. M: Cuerpo reproductivo de *Cladosporium herbarium*. N: Cuerpo reproductivo de *Lichtheimia sphaerocystis*. O: Cuerpo reproductivo de *Penicillium canscens*. Imágenes: ©Alejandro Medina-Ávila.



Discusión

Los ambientes cerrados, entre los que se señala a los archivos, bibliotecas y otros acervos de tipo documental son referidos como algunos de los lugares ideales para el crecimiento de los hongos de tipo mitospórico, los restos de micelio y esporas se introducen por distintos medios y depositan en aquellos sitios menos perturbados. Dichas esporas, tienen una forma reproductiva de producción descomunal del número de estructuras con el propósito de garantizar su permanencia, como especies dentro de espacios cerrados como los archivos, aguardan bajo la máxima quietud hasta tener las condiciones que les permita germinar; cuando esto es posible, crecen dentro de los depósitos de archivos debido a que los factores condicionantes han sido desencadenados. En ese momento inicia el laborioso trabajo para el personal que está a cargo de su conservación, hecho que podría evitarse si se hubieran implementado acciones de prevención, muchas veces imposibilitadas por la falta de recursos. Incluso porque, y de acuerdo con la ubicación geográfica y las condiciones climáticas, los archivos, bibliotecas y acervos documentales, a diferencia de otros lugares de ambiente cerrados como hospitales, representan los sitios cerrados en los que se ha registrado el mayor número de micromicetos, tanto cualitativa como cuantitativamente (Borrego *et al.*, 2012: 206)

En este estudio, *Penicillium* fue la cepa más común, con el mayor número de especies determinadas para los tres acervos incluidos en este estudio y *Aspergillus*, aunque con menor número, fue el siguiente en número de especies, ambas son de las especies que más han sido reportadas como agentes biodeteriorantes comunes dentro los acervos y depósitos de documentos (Díaz Rojas *et al.*, 2010: 285). Como ha sido señalado, los soportes documentales a resguardo dentro de estos tres depósitos al quedar expuestos a condiciones desfavorables, como la humedad relativa igual o superior al 60%, son causantes del desencadenamiento para el crecimiento de hongos mitospóricos como agentes biológicos de biodeterioro, hecho que permitirá que los soportes documentales experimenten efectos químicos y físicos de descomposición de sus materiales, y afecten su estabilidad como resultado y producto del metabolismo de la excreción de ácidos por estos hongos, a causa de la degradación enzimática de la celulosa y pigmentación sobre dicho soporte, que se percibe como un inconveniente estético (figura 1: C, D, E, J y K).

Como bien se admite que los principales indicadores representados por la humedad relativa con valores igual o superiores al 60% (Micheluz *et al.*, 2015: 1-2), en algunos sitios ya ha sido reconocido por ser un poco mayor al 70% (Nieves y García, 1999: 85-86) y temperatura, referida con valor superior de 25°C (Micheluz *et al.*, 2015: 1). Ambos factores en combinación inciden para desencadenar la germinación y crecimiento de hongos sobre la superficie de los soportes de papel, un tópico conocido desde hace tres décadas. También, pocos estudios aluden a un factor atípico desarrollado por algunos micromicetos, atribuido a la adaptabilidad que éstos tienen para germinar y crecer, en una fracción de la humedad contenida total y dispuesta de manera libre alrededor un producto u objeto, y disponible para la germinación y crecimiento de microorganismos, expresado en valores de 0 a 1, hecho conocido como baja actividad del agua. El fenómeno de disponibilidad reside en aquella humedad depositada por condensación en dichos productos u objetos, acontecimiento también experimentado por los soportes de papel, a causa de factores como las fluctuaciones de temperatura; un ejemplo común se produce cuando la irradiación de luz y calor de una lámpara incide sobre la superficie inmediata del objeto, entonces en el entorno inmediato queda contenida humedad condensada, como respuesta a este fenómeno (Montanari *et al.*, 2012: 86).



Se ha resuelto que para algunos hongos la actividad del agua reside en un valor promedio de 0.75, por ello también se les alude como xerófilos, a pesar de observar y palpar a los materiales en estado seco, la germinación y crecimiento de micromicetos se produce sin que hubiera motivo alguno (Valentín, 2010: 2; Micheluz *et al.*, 2015: 1-2; Chen *et al.*, 2016: 119), tres de los principales géneros que circunscriben especies con este potencial xerófilo residen en *Penicillium*, *Aspergillus* y *Cladosporium*. En este estudio se determinaron especies de estos tres géneros once de *Penicillium*, dos de *Aspergillus* y una *Cladosporium* (ver tabla 1, figura 1: G, H, I y figura 2: 2 A, B, C, D, E, F, H, I, J, K, L M N y O) pero la mayoría de ellas no corresponde con aquellas registradas con potencial xerófilo, excepto por la cepa de *Aspergillus niger*, para la cual ha sido demostrado tener una baja actividad del agua, aunque no se ajusta los valores promedio de 0.75, se le han registrado valores alrededor de 0.89 y 0.99. Sin embargo, se menciona que dicho potencial de baja actividad del agua está influenciado por la temperatura, debido a que observaron el crecimiento más prolífero de *Aspergillus niger* a 35 °C, pero admiten que las temperaturas óptimas para desarrollarse están entre 25 °C y 41°C (Palacios-Cabrera *et al.*, 2005: 27), cabe señalar que 25 °C representa una temperatura común para nuestro país, incluso para muchas ciudades de clima templado, como la Ciudad de México.

Esta información pudiera ser importante para la conservación de dos de estos casos: el Acervo y Archivo Generales de la Biblioteca de la Escuela de Antropología del Norte de México y el Archivo de Museos y Exposiciones, porque la presencia de *Aspergillus niger* entre los materiales de algunos de sus documentos pudiera ser un problema presente de biodeterioro no percibido, ya que podrían estar experimentando efectos adversos a pesar de tener condiciones de humedad por debajo del rango permitido, en especial en condiciones que parecieran ser no significativas.

*



Referencias

Borrego, Sofía, Lavin, Paola, Gómez de Saravia, Sandra, Perdomo, Ivette, y Guíamet, Patricia (2012) "Determination of indoor air quality in archives and biodeterioration of the documentary heritage microbiology", *ISRN Microbiol* (2012): 1-10, disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/237200846_Determination_of_Indoor_Air_Quality_in_Archives_and_Biodeterioration_of_the_Documentary_Heritage> [consultado el 24 febrero de 2018].

Borrego, Sofía, Guíamet, Patricia, Vivar, Isabel, y Battiston, Patricia (2018) "Fungi involved in biodeterioration of documents in paper and effect on substrate", *Acta Microscopica*, 27 (1): 37-44, disponible en: <https://www.researchgate.net/profile/Sofia_Borrego2/publication/329324460_Fungi_involved_in_biodeterioration_of_documents_in_paper_and_effect_on_substrate/links/5c01634c45851523d1561482/Fungi-involved-in-biodeterioration-of-documents-in-paper-and-effect-on-substrate.pdf> [consultado el 14 de abril de 2020].

Carrillo, Leonor (2003) *Los hongos de los alimentos y forrajes*, Salta, Editorial Universidad Nacional de Salta.

Chen A.J., Sun, B.D., Houbaken, J., Frisvad, J.C., Yilmaz, N., Zhou, Y.G., y Samson, R.A. (2016) "New Talaromyces species from indoor environments in China", *Studies in Mycology*, 84: 119-144, disponible en: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166061616300173>> [consultado el 21 de mayo 2017].

Díaz Rojas, Martín, Gutiérrez Espinosa, Jorge, Gutiérrez Espinosa, Alejandra, González Chávez, Ma. del Carmen, Vidal Gaona, Guadalupe, Zaragoza Palencia, Rosa Ma., y Calderón Ezquerro, Carmen (2010) "Caracterización aerobiológica de ambientes intramuro en presencia de cubiertas vegetales", *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 26 (4): 279-289, disponible en: <<http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v26n4/v26n4a3.pdf>> [consultado el 16 de agosto de 2019].

Loustau Gómez de Membrillera José (1950) "Clave determinativa de las especies del género *Aspergillus*", *Anales de Biología de la Universidad de Murcia*, 3: 31-114. disponible en: <<https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/6483/1/N%20%20Clave%20determinativa%20de%20las%20especies%20del%20genero%20Aspergillus.pdf>> [consultado el 30 de septiembre de 2014].

Micheluz, Anna, Manente, Sabrina, Tigrini, Valeria, Prigione, Valeria, Ravagnan, Giampietro, y Varese, Giovanna Cristina (2015) "The extreme environment of a library: Xerophilic fungi inhabiting indoor niches", *International Biodeterioration & Biodegradation*, 99: 1-7. disponible en: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964830514003813>> [consultado el 27 de marzo de 2018].

Montanari, Matteo, Melloni, Valeria, Pinzari, Flavia, e Innocenti, Gloria (2012) "Fungal biodeterioration of historical library materials stored in Compactus movable shelves", *International Biodeterioration & Biodegradation*, 75: 83-88, disponible en: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964830512002193>> [consultado el 13 de septiembre de 2018].

Nieves Valentín, Rodrigo, y García Ortega, Rafael (1999) "El biodeterioro en el museo", *Arbor*, 164 (645): 85-107, disponible en: <<http://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/view/1598>> [consultado el 10 marzo de 2016].

Palacios-Cabrera, Héctor, Hiromi Taniwaki, Marta, Minoru Hashimoto, Jorge, y Castle de Menezes, Hilary (2005) "Growth of *Aspergillus ochraceus*, *A. carbonarius* and *A. niger* on culture media at different water activities and temperatures", *Brazilian Journal of Microbiology*, 36 (1): 24-28, disponible en: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-83822005000100005> [consultado el 11 de abril de 2020].

Pinzari, Flavia, y Montanari, Mariasanta (2011) "Mould growth on library materials stored in compactus-type shelving units", en Abdul-Wahab Al-Sulaiman (ed.), *Sick Building Syndrome: Public Buildings and Workplaces*, Berlín Heidelberg, Springer-Verlag, pp. 193-206.

Pitt, J.I. (1979) *The Genus Penicillium and its Teleomorphic States Eupenicillium and Talaromyces*, California, Academic Press.

Visagie, C.M., Houbaken, J., Frisvad, J.C., Hong, S.B., Klaassen, C.H., Perrone, G., Seifert K.A., Varga, J., Yaguchi, T., y Samson, R.A. (2014) "Identification and nomenclature of the genus *Penicillium*", *Studies in Mycology*, 78: 343-371, disponible en: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25505353>> [consultado el 21 de julio de 2015].

