

El planero como barrera contra agentes biodeteriorantes de mapas y planos

Alian Molina Veloso 01| Sofía F. Borrego Alonso 01|

El polvo ejerce acción abrasiva y desencadena reacciones químicas sobre los materiales, mientras los microorganismos, especialmente los hongos filamentosos (mohos), pueden provocar alteraciones físicas, químicas y mecánicas. Cualquier institución de archivo, especialmente en climas tropicales, debe tomar medidas contra la proliferación de plagas fúngicas; una de las más importantes es el almacenamiento de la documentación en el mobiliario correcto y de la forma adecuada. El objetivo del estudio fue evaluar la eficacia del planero como barrera física protectora entre los contaminantes fúngicos ambientales y la colección. Para ello se determinó la micobiota viable existente en los documentos y el polvo depositado sobre el mobiliario que los conserva. Además se testaron actividades biodeteriorantes en los hongos detectados. Las cepas se aislaron en medios de cultivo adecuados y los análisis se realizaron por triplicado. La concentración de propágulos fúngicos sobre los planeros fue del orden de 10^5 UFC. g^{-1} mientras sobre los documentos estuvo entre 10^2 - 10^5 UFC. cm^{-2} . Predominaron representantes de los géneros *Aspergillus* Nees ex Fr., *Penicillium* Link y *Cladosporium* Link ex Fr. El 45% de las cepas evaluadas mostraron capacidad de degradar la celulosa, excretar ácidos y pigmentos, así como para degradar almidones y proteínas, lo que demuestra su poder biodeteriígeno. El análisis ecológico realizado evidenció que el mobiliario adecuado es una barrera física efectiva para la protección contra el polvo y las plagas microbianas ambientales.

Palabras clave

Bideterioro | Conservación preventiva | Hongos filamentosos | Mapas | Mobiliario contenedor | Patrimonio documental | Planos (Documentos) | Polvo |

The Horizontal Maps Flat Files as a barrier against biodeteriogenic agents of maps and plans

Alian Molina Veloso 01| Sofía F. Borrego Alonso 01|

The dust has abrasive action and triggers chemical reactions on the supports, while the microorganisms, especially filamentous fungi (mold) can cause in the collections physical, chemical and mechanical disturbances. Any archival institution, especially in tropical climates, should take action against the proliferation of fungal pests, one of the most important is the storage of documentation in the right furniture and appropriately. The aim of the study was to evaluate the effectiveness of flat file storage as protective physical barrier between environmental fungal pollutants and the collection. For this, feasible mycobiota was determined in the documents and the dust deposited on the flat file storage. Also biodeteriogenic activities were tested on the detected fungi. The strains were isolated in suitable culture media and analyses were performed in triplicate. The predominance of the genera *Aspergillus* Nees ex Fr., *Penicillium* Link and *Cladosporium* Link ex Fr. was evident. 45% of the strains tested showed ability to degrade cellulose, excreting acids and pigments, as well as to degrade the starch and protein demonstrating its biodeteriogenic power. The ecological analysis showed that the right furniture is an effective physical barrier for protection against dust and environmental microbial pests.

Keywords

Bideterioration | Preventive Conservation | Filamentous Fungi | Maps | Container Furniture | Documentary Heritage | Plans (Documents) | Dust |

URL de la contribución <<http://www.iaph.es/phinvestigacion/index.php/phinvestigacion/article/view/77>>

INTRODUCCIÓN

El estudio del material particulado en el aire (aerosol atmosférico) resulta un tema de gran interés en la actualidad debido a sus efectos sobre el clima, los ecosistemas, la salud y el deterioro de materiales (ABU-SAEED; ABU-SAEED; HASSAM, 2012). De este último fenómeno no está excluido el patrimonio documental, pues sus principales contaminantes provienen del ambiente. Dentro de los componentes mayoritarios del aerosol atmosférico en zonas urbanas se encuentra el polvo, que varía en cantidad y calidad en dependencia de la situación del edificio, de las actividades que ocurran en su interior, de la estación del año y del estado de conservación del inmueble (MAGGI; PERSIANI; GALLO et ál., 2000). El polvo constituye un factor de riesgo elevado para el ensuciamiento y la degradación de los soportes documentales. Al sedimentar sobre ellos, ejerce acción abrasiva y reúne elementos que pueden desencadenar reacciones químicas al estar conformado por numerosas sustancias inorgánicas y orgánicas de origen animal o vegetal tales como: arena, ceniza, restos de comida, fibras textiles, ácaros, hongos, pólenes, algas, insectos, bacterias, restos dérmicos humanos y de animales, etc. (RODRÍGUEZ, 2014). Por otra parte, sirve como fuente de nutrientes para algunos insectos y microorganismos, estos últimos además pueden ser transportados por sus partículas hacia el interior de locales a través de los sistemas de ventilación y los visitantes (NEVALAINEN; MORAWSKA, 2009). En archivos y museos la sedimentación del polvo puede crear un microambiente sobre las superficies que impide el flujo normal del aire sobre ellas y facilita la absorción de gran cantidad de humedad, se favorece entonces la proliferación de plagas que comienzan a biodeteriorar las colecciones (FLORIAN, 2004; PASQUARELLA; SACCANI; SANSEBASTIANO et ál., 2012). A la forma específica de biodeterioro causada por el desarrollo de microorganismos se le denomina microbiodeterioro (BORREGO, 2009; VILLALBA; MALAGÓN, 2011), afecta a materiales que pueden formar parte de los diferentes soportes tales como madera, papel, textiles, cuero, material fotográfico, pinturas, goma empleada para las encuadernaciones, entre otros (VAILLANT; DOMÉNECH; VALENTÍN, 2004). Los soportes utilizados para la elaboración de mapas y planos no están exentos de dicho fenómeno. Parte de la riqueza documental que atesora el Archivo Nacional de la República de Cuba la integran colecciones de mapas, planos y croquis cuyo número asciende a 40.000, siendo los originales más antiguos de los siglos XVII y XVIII. Estas colecciones poseen un valor patrimonial, arquitectónico, científico e histórico inestimable.

Los hongos filamentosos (mohos) tienen significación especial dentro de los agentes causantes del biodeterioro por ser capaces de vivir en una amplia variedad de ambientes (VALENTÍN RODRIGO, 2004; 2010; ROJAS; AIRA; BATISTA et ál., 2012). Por otro lado, su gran ver-

satilidad metabólica les permite degradar una gran variedad de sustratos incluso sin entrar en contacto físico con ellos (MAGALHÃES; MILAGES, 2008; CAPPITELLI; SORLINI, 2010). Las principales alteraciones que los hongos provocan a los soportes documentales son la degradación enzimática de la celulosa, de las proteínas, la excreción de ácidos pigmentos (causantes de acidificación y daño estético) así como la acción mecánica que causa la ruptura del material (MARTÍNEZ, 2003; VALENTÍN RODRIGO, 2010; BORREGO; GARCÍA, 2011).

Cualquier institución de archivo, sobre todo en climas tropicales húmedos, debe tomar ciertas medidas profilácticas contra la proliferación de plagas fúngicas; algunas de las más importantes son el control y seguimiento de la temperatura y la humedad relativa en los depósitos, el mantenimiento de una buena higiene, además del almacenamiento de la documentación en el mobiliario y la forma adecuadas. Así se eliminan las grandes concentraciones de propágulos microbianos y polvo sobre las colecciones, se establecen barreras físicas entre los agentes deteriorantes y los materiales y se previene el establecimiento de condiciones idóneas para la proliferación de plagas. Teniendo como premisa lo anterior, nos propusimos en este estudio evaluar la eficacia del planero como barreta física protectora entre los contaminantes fúngicos ambientales y los documentos que resguarda. Para ello se determinó la micobiota viable existente en la superficie de los mapas y el polvo depositado sobre el mobiliario que los conserva. Además se testaron potencialidades biodeteriorantes en los hongos detectados sobre los documentos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características del depósito donde se realizó el estudio

La Mapoteca del Archivo Nacional de la República de Cuba (ARNAC), ubicada en primer piso del ala sur del edificio, cuenta con un total de 195 metros lineales de mapas, planos y privilegios de invención que se conservan extendidos en planeros horizontales metálicos, de gavetas diseñadas especialmente para documentos de gran formato (imagen 1). Dicho mobiliario cumple con las características técnicas que se recogen en la Resolución No. 41 (2009) para la conservación de fuentes documentales; los planeros se encuentran ubicados en el local como se detalla en la imagen 2. Los documentos están elaborados sobre papel de distintos tipos: lo que se conoce como papel para mapas del siglo XVIII (papel de fibras largas, resistente y grueso), papel vegetal o papel industrial ordinario de diferentes gramajes, papel antiguo o de trapo propio del siglo XVIII, cartón ordinario del siglo XX, etc.; aunque hay algunos mapas que en lugar de papel poseen como soporte tejidos tales como algodón, lino y seda. Durante este estudio,



Imagen 01 | Planeros o planotecas metálicos que resguardan los documentos. Foto: Todas las imágenes que ilustran este artículo son de los autores

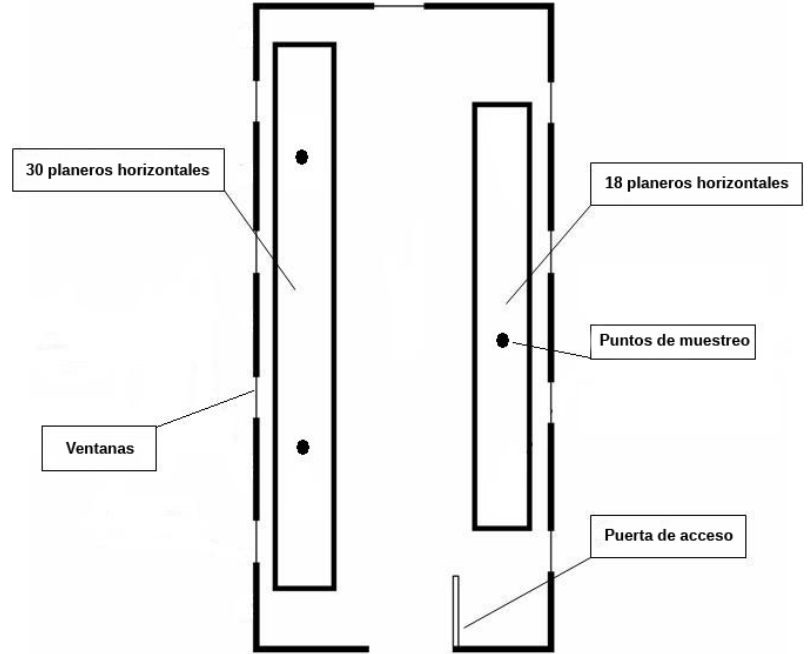


Imagen 02 |

Esquema de distribución de los planeros en el local que ocupa la Mapoteca del Archivo Nacional de Cuba. Se señalan las zonas de muestreo del polvo y los documentos

el local se estuvo ventilando de forma natural, por dificultades con la climatización.

Medición de temperatura (T) y humedad relativa (HR)

Aunque es habitual desde hace varios años la medición de la temperatura y humedad relativa dos veces al día en todos los depósitos del archivo (10:00 a.m. y 3:00 p.m.), durante la colecta de las muestras microbiológicas, se realizaron las mediciones empleando un termohigrómetro digital TH Pen 8709 (China).

Muestreo microbiológico del polvo

La toma de la muestra se realizó una semana después de haber llevado a cabo la última limpieza. Para ello se utilizó una aspiradora eléctrica que permitió coleccionar polvo depositado sobre los planeros en tres puntos seleccionados al azar (imagen 2). De cada punto de muestreo se tomó 0.1 g de polvo, se adicionó a 1 ml de agua destilada estéril, se agitó bien la muestra a intervalos de 15 minutos durante un tiempo total de 45 minutos. Luego se hicieron diluciones seriadas de cada muestra y se sembró a profundidad en placas de 110 mm que contenían Agar Malta (AM) suplementado con NaCl (7.5%) (ROJAS; MARTÍNEZ; GÓMEZ, et ál., 2002). Las placas se incubaron invertidas durante 5 días a 30 °C.

Concluida la incubación, se realizó el conteo de unidades formadoras de colonias y se determinó la concentración microbiana expresada en unidades formadoras de colonias por gramo de polvo aspirado (UFC. g⁻¹); según Molina y Borrego (2014):

$$\text{UFC.g}^{-1} = (\text{n.º de UFC totales obtenidas} \times \text{dilución} \times 1 \text{ g de polvo}) / 0.1 \text{ g de polvo colectado}$$

Muestreo microbiológico de documentos

Se seleccionaron cinco documentos cercanos a los puntos de muestreo del polvo que presentaban signos de infestación fúngica inactiva en su superficie (imagen 3). Se establecieron y midieron las zonas a muestrear. La toma de muestra se realizó mediante la técnica del hisopado en forma aséptica (PINZARI; MONTANARI; MICHAELSEN et ál., 2010). Posteriormente el hisopo se sumergió en un tubo que contenía 1 ml de agua destilada estéril, se agitó bien la muestra a intervalos durante 45 minutos. Luego se hicieron diluciones seriadas y se sembró a profundidad en placas de 110 mm empleando un medio de cultivo de composición similar al anterior. Las placas se incubaron invertidas durante 5 días a 30 °C.

Determinación de la densidad relativa (DR) de los hongos detectados

Este análisis se realizó de acuerdo a Smith (1980) donde:

$$\text{DR}(\%) = (\text{n.º de colonias de un género o especie} / \text{n.º total de colonias de los géneros o especies}) \times 100$$

Identificación de las cepas aisladas

Se realizó el aislamiento y depuración de las diferentes colonias de hongos que crecieron en las placas utilizadas. Para la identificación taxonómica convencional se tuvieron en cuenta las características culturales y morfológicas. Dichas características se determinaron a partir de colonias de cada aislado obtenidas por inoculación en el medio AM. La identificación hasta nivel de género se realizó de acuerdo con los criterios de Barnett y Hunter (2003).

Para la identificación de las especies ubicadas en los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Eurotium* se siguieron los procedimientos sugeridos por Klich y Pitt (1994) y Pitt (2000). Las especies ubicadas en los géneros *Cladosporium* y *Chaetomium* se identificaron según los criterios de Castañeda, Fabr , Parra et ál. (1996) y Domsch, Gams y Anders (1980), respectivamente. En todos los casos se realizaron al menos 20 observaciones distribuidas en varios campos de visión, en preparaciones tanto de la parte joven como de la zona madura de la colonia.

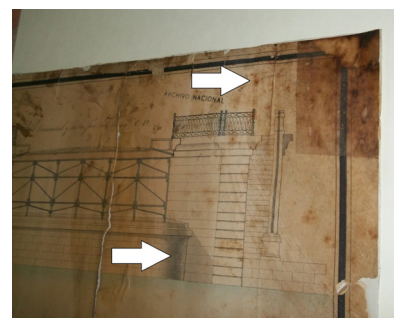


Imagen 03 | Plano donde se han indicado los signos (pigmentos oscuros) de infestación fúngica inactiva

Determinación de atributos biodeteriorantes

a. Determinación cualitativa de la actividad proteolítica

La actividad proteolítica cualitativa fue determinada a través de la hidrólisis de la gelatina en tubos de cultivo implementando una modificación al método de Abrusci, Martín-González, Del Amo et ál. (2005), que fue referido por Borrego, Guiamet, Gómez de Saravia et ál., (2010). Los tubos inoculados fueron incubados durante 7 días a 30 °C. Posteriormente fueron incubados a 4 °C durante 1 hora. Se evidenció la reacción de hidrólisis por la liquefacción del medio al agitar los tubos.

b. Determinación cualitativa de la actividad celulolítica y la producción de pigmentos

Con el objetivo de determinar el poder degradativo de la celulosa y la producción de pigmentos por parte de las cepas fúngicas, se cultivaron en tubos con cuña agarizada según Borrego, Guiamet, Gómez de Saravia et ál. (2010). Como fuente de carbono se empleó en un caso una tira de papel de filtro (Whatman n.º 1, Inglaterra), donde además se observó la producción de pigmentos y en otro celulosa cristalina (1%). Como control se empleó glucosa (1%). Los cultivos se incubaron a 30 °C durante 21 días.

c. Determinación cualitativa de la actividad amilolítica

La actividad amilolítica cualitativa fue determinada a través de la hidrólisis del almidón en placas (BORREGO; GUIAMET; GÓMEZ DE SARAVIA et ál., 2010). Después de incubar durante 7 días a 30 °C se vertieron sobre cada placa de cultivo 5 ml de solución del reactivo Lugol. La presencia de una zona incolora alrededor de las colonias fue tomada como indicador de hidrólisis positiva.

d. Determinación cuantitativa de la producción de ácidos orgánicos

Se realizaron suspensiones de esporas de las cepas de hongos aisladas y se sembraron en un caldo de cultivo de acuerdo con Borrego, Guiamet, Gómez de Saravia et ál. (2010). Los cultivos se incubaron a 30 °C durante 3 días y posteriormente se midió el pH del medio de cultivo con la ayuda de un potenciómetro (PACITRONIC MV 870, USA).

En todos los casos los experimentos se realizaron por triplicado con controles positivos y negativos.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Grado de contaminación fúngica en el polvo

En el polvo aspirado en la superficie de los planeros se detectó una concentración fúngica del orden de 10^5 UFC.g⁻¹ en los tres puntos.

No existe un estudio precedente realizado en el ARNAC de detección de hongos en este medio. Sin embargo, se refieren concentraciones de orden similar (10^5) por otros autores en estudios realizados a partir del polvo casero (HORNER; WORTHAN; MOREY, 2004; HICKS; LU; DE GUZMAN et ál., 2005; LIGNELL, 2008) y en instituciones patrimoniales cubanas (RODRÍGUEZ, 2014). El polvo constituye un reservorio de la contaminación microbiana y en especial de hongos provenientes del aire. Nevalainen y Morawska (2009) lo reafirman en su Documento Guía (OMS), donde además reúnen los datos de géneros y especies fúngicas detectadas en una gran cantidad de estudios microbiológicos realizados en este microambiente por varios autores de gran parte del planeta, llegando a documentarse como típicos del polvo más de 20 géneros y 200 especies. Independientemente de contribuir al ensuciamiento de los materiales y ejercer acción abrasiva sobre su superficie causando daño físico, la naturaleza heterogénea del polvo brinda a los microorganismos toda una serie de compuestos que pueden ser aprovechados como nutrientes o factores para su desarrollo. Cuando la HR aumenta, la película de polvo sobre los objetos absorbe agua del aire, se crea así un ecosistema muy favorable para que los hongos puedan desarrollarse y llegar a colonizar los soportes. Además, es un reservorio de toxinas, alérgenos, esporas, microorganismos y otros elementos que pueden ser perjudiciales para la salud del personal. De esta forma el polvo constituye un peligro potencial para los documentos (PORTNOY; BARNES; KENNEDY, 2004; MOLINA, 2012; RODRÍGUEZ, 2014) y, por ello, debe incluirse dentro del plan de conservación preventiva de cualquier institución su eliminación periódica.

Hongos detectados en el polvo

En las muestras se detectaron un total de 10 colonias diferentes correspondientes a 6 géneros de hongos donde los más representados fueron *Aspergillus* Nees ex Fr. (35%), *Penicillium* Link (28%) y *Cladosporium* Link ex Fr. (20%) (imagen 4). Estos resultados coinciden de forma parcial con los obtenidos por otros autores (CHAO, MILTON, SCHWARTZ, et ál., 2002; LIGNELL, 2008; RODRÍGUEZ, 2014), siendo estos tres géneros siempre los predominantes, pero variando sus densidades relativas en diferentes estudios. La notable diversidad fúngica detectada en una pequeña cantidad de polvo dentro de la que sobresalen hongos de marcada importancia para el biodeterioro documental evidencia el peligro latente en el local para las colecciones si los propágulos llegaran a ponerse en contacto con los materiales y se dieran las condiciones de T y HR adecuadas, propias del clima en Cuba. Los tres géneros restantes identificados mostraron una DR por debajo del 10%; acá es importante resaltar la presencia de un representante de *Chaetomium* Kunze spp. que ha sido descrito por Rojas (2010) como un excelente colonizador de papel y

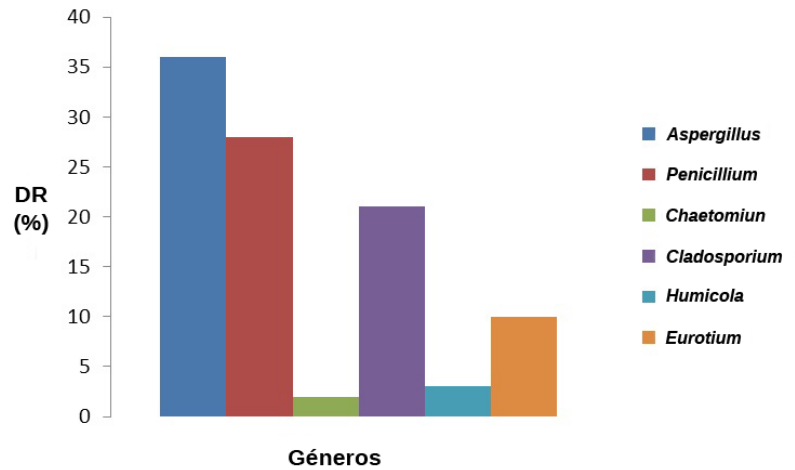


Imagen 04 |

Densidad Relativa (DR) de los géneros fúngicos aislados del polvo aspirado sobre los planeros.

productor de celulasas. Se detectó también *Humicola* Traaen spp. en menor concentración, este último típico del humus del suelo que no se encuentra con frecuencia en interiores pero que de establecerse sobre el soporte traería graves consecuencias por ser altamente celulolítico (DOMSCH; GAMS; ANDERS, 1980). Su presencia demuestra, además, la influencia que ejerce el ambiente exterior sobre los contaminantes presentes en el interior del depósito.

Del género *Aspergillus* se identificaron el 100% de los aislados que resultaron ser cepas de dos especies, *A. niger* Batista, Maia y Alecrim y *A. flavus* Link con DR del 37 y 63%, respectivamente. Estas especies han sido consideradas como las más predominantes en ambientes de archivos y bibliotecas a partir de los estudios realizados en Cuba incluyendo depósitos del ARNAC (KLICH, 2006; BORREGO; PONS; PERDOMO, 2008; ROJAS, 2010; BORREGO; PERDOMO, 2012; RODRÍGUEZ, 2014).

De los aislados del género *Cladosporium* se identificaron las especies *C. cladosporioides* (Fres.) de Vries. (64%) y *C. caryigenum* Ellis y Lang (36%). Dicho hallazgo pudiera deberse a que algunas cepas se consideran ligeramente xerófilas pues se caracterizan por su capacidad de soportar determinados niveles de sequedad o xerofilia (PAYAM; RAMANATHAN, 2004), condición que encuentran en el polvo; aunque de manera general los representantes del género requieren de humedad para crecer (NIELSEN, 2003; GÓRNY, 2004). *C. cladosporioides* es un potente productor de celulasas y pigmentos de color oscuro por lo que generalmente suele causar daños al soporte de naturaleza química y estética. Por otra parte, se asocia con infecciones cutáneas, oculares y nasales (VAILLANT, 1996; HALEEM; MOHAN, 2012). Los dos aislados del género *Eurotium* Link resultaron ser *Eurotium cheva-*

lieri L. Mangin, especie que ha sido detectada en el polvo de ambientes interiores fuera de Cuba (MEKLIN; HAUGLAND; REPONEN et ál., 2004; VESPER; MCKINSTRY; ASHLEY et ál., 2007; LIGNELL, 2008) y más específicamente en Cuba (ROJAS, 2010; RODRÍGUEZ, 2014). Su presencia pudiera deberse a sus características xerófilas (KLICH; PITT, 1994) que, al igual que en el caso de algunos *Cladosporium* que antes referíamos, encuentran en este medio niveles de sequedad idóneos para su desarrollo (condición que les favorece sobre otros competidores en el ecosistema). Es éste un buen ejemplo de la necesidad de controlar la entrada a los depósitos del polvo y/o eliminarlo de la superficie de las piezas, pues de llegar a infestar los materiales, microorganismos como éste pueden convertirse en verdaderas plagas a pesar de que existan bajos niveles de HR.

Grado de contaminación fúngica en los documentos estudiados

Se detectaron diferentes concentraciones de propágulos fúngicos en los cinco documentos estudiados que oscilaron entre 10^2 y 10^3 ufc. cm^{-2} para una media de 622 ufc. cm^{-2} (tabla 1). La alta T y HR para la conservación documental detectada en este local (29.5 °C y 67.5%, respectivamente) han favorecido el mantenimiento de hongos viables sobre los soportes, lo cual puede resultar devastador si aumentaran aún más estos parámetros. Se conoce que a una HR del 65% (o superior) y a una temperatura mayor de 20 °C, el contenido de humedad del papel puede aumentar de un 8-10% y por tanto favorecer el desarrollo fúngico (PINZARI; PASQUARIELLO; DE MICO, 2006). Por otra parte, como ya hemos mencionado, se sabe que los propágulos de hongos sobre cualquier tipo de sustrato almacenado constituye un peligro potencial para la correcta conservación de materiales (PORTNOY; BARNES; KENNEDY, 2004; RODRÍGUEZ, 2014). Una forma de bajar la carga microbiana e impedir un futuro brote fúngico que biodeterioraría los mapas sería la de realizar una limpieza profunda de los materiales por aspiración o empleando brochas de cerdas suaves siempre en un lugar apropiado y utilizando los medios de protección (BERGALIO; PENÉ, 2009; MOLINA, 2012), eliminando de esta forma la mayor cantidad de polvo posible. Debe además de restablecerse la climatización, lo que garantizará el mantenimiento de las condiciones de temperatura y humedad relativa adecuadas para la conservación de estos soportes documentales que se refieren en la Resolución n.º 41 (2009) del

n.º	Título	Soporte	ufc. cm^{-2}
1	Reparto La Prosperidad, San Francisco de Paula	papel sobre textil	418
2	Parque residencial Alturas del Vedado	papel sobre textil	500
3	Plano de silos para maíz	papel	226
4	Parcelación de la finca de San José	papel	200
5	Plano del ferrocarril de Júcaro	papel	1766

Tabla 01 |
Concentración fúngica en los documentos

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). La diferencia de hasta tres órdenes que se detectó entre las concentraciones de propágulos en el polvo y sobre los documentos (polvo 10^5 , documentos 10^2) está en correspondencia con el resguardo que ofrecen los planeros horizontales de metal a la documentación.

Hongos detectados en los mapas

De la superficie de los mapas muestreados se aislaron 11 colonias de hongos filamentosos diferentes, que resultaron ser en su totalidad representantes de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*. El género *Aspergillus*, 73% de las colonias detectadas, predominó sobre *Penicillium* (27%). Disímiles estudios señalan a estos hongos como los prevalentes sobre los materiales (ROJAS, 2010; MICHAELSEN; PIÑAR; PINZARI, 2010; BORREGO; GUIAMET; GÓMEZ DE SARA VIA et ál., 2010; BORREGO; GARCÍA, 2011; GUIAMET; BORREGO; LAVÍN et ál., 2011; MOLINA, 2012). En estudios anteriores realizados por García (1997) en este mismo local y periodo del año, donde fueron muestreados 10 mapas elegidos al azar, representantes de *Aspergillus* y *Penicillium* mostraron los mayores valores de DR. Sin embargo, se detectaron en aquel momento, además de los ya mencionados, *Cladosporium* y otros no identificados. Consideramos que la diferencia satisfactoria respecto a los resultados obtenidos en este estudio se debe, en gran parte, al mejoramiento de las condiciones de conservación de los mapas y planos en la Mapoteca; pues, entre otras mejoras, el local se climatizó según los requerimientos técnicos (Resolución n.º 41/2009, CITMA) y como mencionamos anteriormente los documentos permanecen en planeros que se encuentran planos, limpios y protegidos del polvo, se ha hecho hincapié en la eficiencia de la limpieza como método profiláctico y se ha restringido el paso de personal al interior del local.

Si analizamos la diversidad ecológica que se manifestó entre ambos microambientes (tabla 2), salta a la vista que en el polvo se detectaron cuatro géneros más que el caso de los soportes. En los mapas muestreados solo se detectaron representantes de *Aspergillus* ssp. y *Penicillium* ssp. que además fueron factor común con el polvo. ¿Por qué? Representantes de estos géneros comúnmente se encuentran en ambientes interiores y exteriores de regiones con climas cálidos y templados representados con una gran diversidad (ROJAS, 2010). Son considerados colonizadores primarios de los materiales ya que muchas especies pueden crecer a bajos valores de actividad de agua (a_w) ($a_w < 0.8$) y cuentan con una maquinaria metabólica altamente versátil (NIELSEN, 2003). Probablemente la infestación de los soportes provenga de tiempos anteriores cuando las condiciones de conservación de los mapas eran menos idóneas e incluso desde su misma fabricación, pues dicho proceso (como es lógico) no se realiza

Géneros	Detectado en polvo	Detectado en documentos
<i>Aspergillus</i>	X	X
<i>Chaetomium</i>	X	-
<i>Cladosporium</i>	X	-
<i>Eurotium</i>	X	-
<i>Humicola</i>	X	-
<i>Penicillium</i>	X	X
Total de géneros	5	2

x (detectado); - (no detectado)

de forma aséptica. Estos resultados evidencian de forma palpable la barrera física que impone el mobiliario adecuado para cada tipo de documento entre los contaminantes atmosféricos y el soporte, lo cual cuando se combina con envoltorios de calidad, buenas prácticas de manipulación y conservación garantizan a las colecciones larga vida.

Capacidad biodeteriorante de las cepas fúngicas aisladas de los mapas

Consideramos oportuno determinar la capacidad biodeteriorante de las cepas aisladas de las superficies de los mapas a través de pruebas fisiológicas *in vitro*. Los resultados mostraron de forma general gran actividad hidrolítica de la celulosa (componente principal del papel) y el almidón (componente del papel, gomas y otros materiales de encuadernación), además de acidificar el medio y producir diversos pigmentos. Los hongos, a diferencia de las bacterias, están considerados los organismos de mayor importancia como agentes biodeteriorantes de la materia orgánica, pues además de producir enzimas extracelulares, las hifas ejercen presión mecánica sobre los materiales produciéndoles debilitamiento (MAGALHÃES; MILAGRES, 2008; CAPPITELLI; SORLINI, 2010).

Al caracterizar fisiológicamente los aislados (tabla 3), se obtuvo que el 100% de las cepas creció en mayor o menor medida a expensas del papel de filtro como única fuente de carbono (celulosa amorfa de más fácil asimilación) mientras un 91% de ellas utilizó la celulosa cristalina (de más difícil asimilación). Así mismo, el 40% de estos hongos excretó diferentes pigmentos sobre el papel, abarcando colores desde el amarillo hasta el pardo intenso pasando por tonos rojizos. Todas las cepas produjeron ácidos orgánicos lo que provocó una disminución significativa del pH del medio de cultivo. La degradación del almidón e hidrólisis de la gelatina se evidenció en todas las cepas. Si se analizan los resultados de este estudio para cada aislado, se puso de manifiesto no sólo que las especies de *Aspergillus* fueron las que predominaron en el ambiente, sino también resultaron ser las de mayor

Tabla 02 |

Géneros fúngicos detectados en el polvo y/o sobre la superficie de los documentos. Se evidencia una menor diversidad sobre estos últimos

Cepa	Degradación de la celulosa		Producción de ácidos orgánicos (pH)	Excreción de pigmentos	Degradación de almidón	Liquefacción de la gelatina
	Crecimiento en papel de filtro	Crecimiento en celulosa cristalina				
<i>Aspergillus alliaceus</i>	+/-	-	5.70	-	+	+
<i>Aspergillus caespitosus</i> 1	+++	+++	6.05	-	+	+
<i>Aspergillus caespitosus</i> 2	+/-	+	5.99	-	+	+
<i>Aspergillus flavus</i> 1	+++	+/-	4.35	+ (amarillo)	+	+
<i>Aspergillus flavus</i> 2	++	++	5.23	-	+	+
<i>Aspergillus niger</i>	++	+	3.85	+ (pardo)	+	+
<i>Aspergillus ornatus</i>	+++	+++	6.40	+ (rojizo)	+	+
<i>Aspergillus oryzae</i>	+	+/-	6.27	-	+	+
<i>Penicillium citrinum</i>	++	++	4.62	+ (amarillo)	+	+
<i>Penicillium fellutanum</i>	+/-	+/-	4.75	+ (amarillo)	+	+
<i>Penicillium waksmanii</i>	+	+	4.42	-	+	+

+++ (crecimiento abundante); ++ (crecimiento moderado); + (crecimiento pobre, también es indicativo de la presencia de pigmento, degradación de almidón y degradación de gelatina); +/- (crecimiento o producción de pigmento muy pobre); - (NO crecimiento, NO producción de pigmento, NO degradación de almidón y NO degradación de gelatina)

Tabla 03 |
 Pruebas fisiológicas cualitativas realizadas a los aislados de los documentos

poder degradativo de los componentes del papel y los textiles, aunque de forma global todas las cepas detectadas en los soportes poseen un potencial enzimático muy amplio. A este resultado debe agregarse que estos hongos se señalan como productores de otras enzimas como catalasas, lipasas, quitinasas y pectinasas, lo cual les permite degradar o modificar materiales que forman parte de los documentos o sus envoltorios e incluso el mobiliario (MYCOTA, 2013). Rojas (2010) ha resaltado la elevada actividad de endoglucanasas de *A. flavus* y *A. niger* respecto a diferentes tipos de papel. Varias especies obtenidas en este estudio demostraron gran actividad celulolítica, entre ellas las referidas anteriormente. Asimismo, se han detectado otras con similar poder degradativo tales como *A. oryzae* (Ahlb.) Cohn y *A. caespitosus* Raper & Thom. De forma general todos los aislados produjeron ácidos orgánicos. En este ensayo las cepas de *A. flavus* y *A. niger* mostraron los valores de pH más bajos de todos los aislados (pH<4.5). En la literatura se han citado como productores de ácido oleico, linoléico, palmítico, esteárico y cítrico (DAI; MAO; MAGNUNSON et ál., 2004); *A. niger*, por su parte, también produce ácido oxálico (SANTHIYA;

TING, 2005). La acidificación por parte de estos colonizadores primarios del papel y los textiles que conforman los mapas y planos es un factor de peso en el envejecimiento de dichos soportes y por otra parte puede contribuir a crear las condiciones idóneas para el desarrollo de otros hongos filamentosos y levaduras pues en su inmensa mayoría son microorganismos acidófilos (BORREGO, 2009). Valentín Rodrigo (2010) aisló de materiales orgánicos e inorgánicos diferentes especies de *Aspergillus*; dicha autora refirió que especies de este género pueden secretar enzimas amilasas, celulasas y glucosa oxidasa pero además ácido cítrico, láctico, fumárico y málico, que provoca manchas de diferentes colores, degradación y acidificación de una gran variedad de materiales. Todo lo antes expuesto permite considerar a este género fúngico de gran importancia para el biodeterioro de soportes documentales.

En la producción de pigmentos destacaron las cepas de ambos géneros (*Aspergillus* y *Penicillium*) por mostrar una gama de pigmentos difusibles, que se observaron sobre la tira de papel de filtro utilizada para probar la actividad celulolítica y directamente sobre los mapas donde en algún momento hubo crecimiento activo. De los dos aislados de *A. flavus* evaluados en este trabajo, una cepa produjo pigmentos en tanto la otra no. Esto demuestra la diversidad metabólica que puede existir entre diferentes cepas de una misma especie aún cuando se han aislado de un mismo ecosistema y enfatiza la necesidad de realizar los aislamientos aparejados a un análisis fisiológico que sea representativo de la cantidad de colonias de un mismo tipo morfológico. Según lo planteado por Rehnstrom y Free (1997) y Rosas y Casadevall (1997), *A. niger* produce melanina y otros tipos de pigmentos, esto coincide con los resultados obtenidos para la cepa evaluada en este trabajo que produjo pigmentos de color pardo. Del género *Penicillium* resultó significativa la producción de pigmento de color amarillo por parte del aislado de *P. citrinum* Thom. El manchado del soporte con manchas de diferentes colores, tonalidades y texturas, producto de la excreción de pigmentos y el crecimiento micelial, causa alteraciones cromáticas provocando un daño principalmente estético aunque su impacto va más allá. Los pigmentos pueden servir a otros microorganismos (colonizadores secundarios) como nutrientes y fuente de protección propiciando la formación de biopelículas altamente resistentes a los tratamientos de desinfección (BERGAGLIO; PENÉ, 2009).

La actividad amilolítica se evidenció en todas las cepas aisladas; el almidón es un polímero que se asimila de forma relativamente fácil por la mayoría de los microorganismos. Aunque el ensayo realizado fue cualitativo, los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* se encuentran citados en la literatura científica como buenos degradadores del almidón (ROJAS; CRUZ; MIKÁN et ál., 2008). De igual forma, la activi-

dad proteolítica se manifestó en el 100% de los hongos analizados. Destaca en la literatura especializada el género *Aspergillus*. Rojas, Cruz, Mikán et ál. (2008) y Rojas (2010) citaron dicho género con una alta actividad proteolítica aunque menor que la amilolítica. Los hongos que muestran actividad amilolítica y/o proteolítica resultan de suma importancia para el biodeterioro, sobre todo del material documental, pues muchos pegamentos y aditivos utilizados en las encuadernaciones tienen almidón y proteínas entre sus componentes principales (VALENTÍN RODRIGO, 2004; MOLINA, 2012).

CONCLUSIONES

- > El análisis ecológico realizado evidenció que el mobiliario adecuado es una barrera física efectiva para la protección contra el polvo y las plagas microbianas ambientales, lo cual enfatiza la necesidad de su empleo para la preservación de las colecciones.
- > La concentración de propágulos fúngicos viables en el polvo sedimentado en la Mapoteca del Archivo Nacional de Cuba fue de 10^5 ufc. g^{-1} y se detectaron representantes de seis géneros de hongos lo cual evidencia que el polvo constituye un gran reservorio de la micobiota en ambientes interiores.
- > La concentración de propágulos fúngicos viables detectada en la superficie de cinco documentos presentó un valor medio de 622 ufc. cm^{-2} y se detectaron representantes de dos géneros de hongos lo que constituye un peligro potencial para el biodeterioro.
- > Los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* y las especies *A. flavus*, *A. niger*, *Cladosporium cladosporioides* y *P. citrinum* presentaron las mayores actividades enzimáticas cualitativas para degradar celulosa, almidón y gelatina, excretar pigmentos y ácidos, lo que indica que presentan amplias potencialidades biodeteriorantes.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero brindado por el Programa de Ayuda para los Archivos de Iberoamérica ADAI (Proyecto 134/2010).

BIBLIOGRAFÍA

- ABBOTT, S. P.** (2002)
Molds and other fungi in indoor environments. Summary of biology, known health effects and references [en línea], <<http://www.thermapure.com/pdf/IndoorMolds1.pdf>> [Consulta: 07/09/2004]
- ABRUSCI, C.; MARTÍN-GONZÁLEZ, A.; DEL AMO, A. et ál.** (2005)
 Isolation and identificación of bacteria and fungi from cinematographic films. *Internacional Biodeterioration and Biodegradation*, 56(1), 2005, pp. 58-68
- ABU-SAEED, M. B.; ABU-SAEED, K.; HASSAM, K. M.** (2012)
 Isolation of Fungal Flora in Carpet and Floor Dust. Sample as an Indicator of Indoor Air Quality (IAQ): A case of study of A Nigerian Institution. *International Journal of Scientific and Research Publications* [en línea], v. 2 (8), 2012, pp. 1-7 <<http://www.ijsrp.org/research-paper-0812.php?rp=P0720>> [Consulta: 07/05/2015]
- BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B.** (2003)
Illustrated genera of Imperfect fungi. 4th ed. Minneapolis: Burgess. Publishing Company, 2003
- BERGAGLIO, C.; PENÉ, M.** (ed.) (2009)
Conservación Preventiva en Archivos y Bibliotecas. 1ª ed. La Plata: Instituto Cultural de la Provincia de Buenos Aires, 2009
- BORREGO, S.; PERDOMO, I.** (2012)
 Aerobiological investigations inside repositories of the National Archive of the Republic of Cuba. *Aerobiología*, 28, 2012, pp. 303-316
- BORREGO, S.** (2009)
 Factores externos que influyen en el deterioro del patrimonio documental. En BERGAGLIO, C.; PENÉ, M. (ed.) (2009) *Conservación preventiva en archivos y bibliotecas*. 1ª. Ed. La Plata: Instituto Cultural de la Provincia de Buenos Aires, 2009, pp. 67-124
- BORREGO, S.; GARCÍA, M.** (2011)
 Comportamiento de la concentración microbiana aérea en la Fototeca del Archivo Nacional de Cuba. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, n.º 42, 2011, pp. 61-67
- BORREGO, S.; GUIAMET, P.; GÓMEZ DE SARAVIA, S. et ál.** (2010)
 The quality of air at archives and the biodeterioration of photographs. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 64, 2010, pp. 139-145
- BORREGO, S.; PONS, V.; PERDOMO, I.** (2008)
 La contaminación microbiana del aire en dos depósitos del Archivo Nacional de la República de Cuba. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, vol. 39, n.º 1, 2008, pp. 63-69
- BUHARI, A. M.; KAMALDEEN, A.; UMMU, H.** (2012)
 Isolation of Fungal Flora in Carpet and Floor Dust Samples As an Indicator of Indoor Air Quality (IAQ): A Case Study of a Nigerian Institution. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 2(8), 2012, pp. 1-7 [en línea] <<http://www.ijsrp.org/research-paper-0812/ijsrp-p0804.pdf>> [Consulta: 12/05/2015]
- CAPPITELLI, F.; SORLINI, C.** (2010)
Papers and Manuscripts. Cultural Heritage Microbiology: Fundamental Studies in Conservation Science. Washington: ASM Press, 2010
- CASTAÑEDA, R. F.; FABRÉ, D. E.; PARRA, M. P. P. et ál.** (1996)
 Some airborne conidial fungi from Cuba. *Mycotaxon*, vol. 60, 2010, pp. 283- 290
- CHAO, H. J.; MILTON, D. K.; SCHWARTZ, J. et ál.** (2002)
 Dustborne fungi in large office buildings. *Mycopathología*, 154, 2002, pp. 93-106
- DAI, Z.; MAO, X.; MAGNUSON, J. et ál.** (2004)
 Identification of genes associated with morphology in *Aspergillus niger* by using suppression subtractive hybridization. *Applied and Environmental Microbiology*, 70, 2004, pp. 2474-2485
- DOMSCH, K. H.; GAMS, W.; ANDERS, T. H. (ed.)** (1980)
Compendium of Soil Fungi. London: Academic Press, 1980
- FLORIAN, M. L. E.** (2004)
Fungal facts. Solving fungal problems in heritage collections. London: Archetype Publications Ltd., 2004
- GARCÍA, T.** (1997)
Consideraciones sobre la microbiota de la Mapoteca del Archivo Nacional. Trabajo de diploma. Facultad de Biología. Universidad de la Habana. Trabajo inédito
- GÓRNY, R. L.** (2004)
 Filamentous microorganisms and their fragments in indoor air: A review. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 11, 2004, pp. 185-197
- GUIAMET, P.; BORREGO, S.; LAVIN, P. et ál.** (2011)
 Biofouling and biodeterioration in materials stored at the Historical Archive of the Museum of La Plata, Argentine and at the National Archive of the Republic of Cuba.

Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 85 (2), 2011, pp. 229-234

HALEEM, A. A.; MOHAN, S. (2012)

Fungal pollution of indoor environments and its management. *Saudi J. Biol. Sci.*, 19, 2012, pp. 405-426

HICKS, J. B.; LU, E. T.; DE GUZMAN, R. et ál. (2005)

Fungal types and concentrations from settled dust in normal residences. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 2, 2005, pp. 481-492

HORNER, W. E.; WORTHAN, A. G.; MOREY, P. R. (2004)

Air-and dustborne mycoflora in houses free of water damage and fungal growth. *Applied and Environmental Microbiology*, 70(11), 2004, pp. 6394-6400

KLICH, M. A.; PITT, J. I. (1994)

A Laboratory guide to the common Aspergillus species and their teleomorphs. North Ryde, NSW: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Division of Food Processing, 1994

KLICH, M. (2006)

Identification of clinically relevant aspergilli. *Medical Mycology*, 44, 2006, pp. 5127-5131

LIGNELL, U. (2008)

Characterization of microorganisms in indoor environments [en línea]. Kuopio, Finland: Publications of the National Public Health Institute, 2008 <http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-951-740-771-7/urn_isbn_978-951-740-771-7.pdf> [Consulta: 08/05/2015]

MAGALHÃES, P. O.; MILAGRES, A. M. F. (2008)

Importância das celulases produzidas por basidiomicetos causadores de podridão branca na biodegradação de lignocelulosicos. *Microbiologia in foco*, 2(4), 2008, pp. 4-12

MAGGI, O.; PERSIANI, A. M.; GALLO, F. et ál. (2000)

Airborne fungal spores in dust present in archives: proposal for a detection method, new for archival materials. *Aerobiologia*, 16, 2000, pp. 429-434

MARTÍNEZ, P. (2003)

Determinación de la acidez producida por hongos contaminantes en bienes culturales. *Boletín Patrimonio y Desarrollo*, n.º 9, 2003, pp. 3-4

MEKLIN, T.; HAUGLAND, R. A.; REPONEN, T. et ál. (2004)

Quantitative PCR analysis of house dust can reveal abnormal mold conditions. *Journal of Environmental Monitoring*, 6, 2004, pp. 615-620

MICHAELSEN, A.; PIÑAR, G.; PINZARI, F. (2010)

Molecular and Microscopical Investigation of the Microflora Inhabiting a Deteriorated Italian Manuscript Dated from the Thirteenth Century. *Microb Ecol.* [en línea], 60 (1), 2010, pp. 69-80 <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2917558/>> [Consulta: 11/05/2015]

MOLINA, A. (2012)

Estudio de la calidad microbiológica del ambiente interior de la Mapoteca del Archivo Nacional de la República de Cuba y del biodeterioro de mapas. Trabajo de diploma, Facultad de Biología, Universidad de la Habana. Trabajo inédito

MOLINA, A.; BORREGO, S. (2014)

Análisis de la micobiota existente en el ambiente interior de la Mapoteca del Archivo Nacional de la República de Cuba. *Boletín Micológico*, 29(1), 2014, pp. 2-17

MYCOTA (2013)

Fungal Contaminants of Cultural Heritage. Access by species [en línea] <<http://mycota-crcc.mnhn.fr/site/genre.php?lang=eng>> [Consulta: 05/11/2013]

NEVALAINEN, A.; MORAWSKA, L. (ed.) (2009)

Biological Agents in Indoor Environments. Assessment of Health Risks [en línea]. Work conducted by a WHO Expert Group between 2000-2003 <<http://www.aspergillus.org.uk/content/biological-agents-indoor-environments-assessment-health-risks-work-conducted-who-expert>> [Consulta: 13/5/2015]

NIELSEN, K. F. (2003)

Mycotoxin production by indoor molds. *Fungal Genetics and Biology*, 39, 2003, pp. 103 - 117

PASQUARELLA, C.; SACCANI, E.; SANSEBASTIANO, G. E. et ál. (2012)

Proposal for a biological environmental monitoring approach to be used in libraries and archives. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 19, 2012, pp. 209-212

PAYAM, F.; RAMANATHAN, K. (2004)

Fungus of the month: *Cladosporium* species. *The Environmental Report EMLab* [en línea], Gallup, D. (Chairman), vol. 2, n.º 4, 2004. <<https://www.emlab.com/sampling/env-report-04-2004.html>> [Consulta: 11/05/2015]

PINZARI, F.; PASQUARIELLO, G.; DE MICO, A. (2006)

Biodeterioration of paper. A SEM study of fangal apoilage reproduced Under controlled conditions. *Macromol. Symp*, 238, 2006, pp. 57-66

- PINZARI, F.; MONTANARI, M.; MICHAELSEN, A. et ál.** (2010)
 Analytical protocols for the assessment of biological damage in historical documents. *COALITION*, n.º 19, 2010, pp. 6-13
- PITT, J. I.** (2000)
A laboratory guide to common Penicillium species. Third Ed. North Ryde, New South Wales: Food Science Australia, 2000
- PORTNOY, J. M.; BARNES, C. S.; KENNEDY, K.** (2004)
 Sampling for indoor fungi. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 113(2), 2004, pp. 189-198
- REHNSTROM, A. L.; FREE, S. J.** (1997)
 The isolation and characterization of melanin deficient mutants of *Molinia fruticicola*. *Physiology and Molecular Pathology*, 49, 1997, pp. 321-330
- RESOLUCIÓN NO. 41** (2009)
 Lineamientos para la conservación de las fuentes documentales. Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). *Gaceta oficial de Cuba* [en línea], 9 de mayo 2009 <www.arnac.cu/wp-content/uploads/2010/06/Resolución-41.pdf> [Consulta: 13/05/2015]
- RODRÍGUEZ, J. C.** (2014)
Caracterización de la microbiota del ambiente del depósito documental del Museo Nacional de la Música en época de lluvia. Tesis presentada en opción al grado científico de master en Ciencias Biológicas. Universidad de la Habana. Facultad de Biología. Tesis inédita
- ROJAS, T. I.; AIRA, M. J.; BATISTA, A. et ál.** (2012)
 Fungal biodeterioration in historic buildings of Havana (Cuba). *Grana*, n.º 51, 2012, pp. 44-51
- ROJAS, J. A.; CRUZ, C.; MIKÁN, J. F. et ál.** (2008)
 Isoenzyme characterization of proteases and amylases and partial purification of proteases from filamentous fungi causing biodeterioration of industrial paper. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 63(2), 2009, pp. 169-175
- ROJAS, T. I.** (2010)
Diversidad fúngica en ambientes exteriores de áreas urbanas de ciudad de La Habana y sus potencialidades en el biodeterioro. Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en Ciencias Biológicas. Universidad de la Habana. Facultad de Biología. Tesis inédita
- ROJAS, T. I.; MARTÍNEZ, E.; GÓMEZ, Y. et ál.** (2002)
 Airborne spores of *Aspergillus* species in cultural institutions at Havana University. *Grana*, 41, 2002, pp. 190-193
- ROSAS, A. L.; CASADEVALL, A.** (1997)
 Melanization effects susceptibility of *Cryptococcus neoformans* to heat and cold. *FEMS. Microbiology Letters*, 153, 1997, pp. 265-272
- SANTHIYA, D.; TING, Y. P.** (2005)
 Bioremediation of spent refinery processing catalyst using *Aspergillus niger* with high-yield oxalic acid. *Journal of Biotechnology*, 116(2), 2005, pp. 171-184
- SMITH, G.** (1980)
Ecology and Field Biology. 2nd Edition. New York: Harper & Row, 1980
- VAILLANT, M.** (1996)
 A work aimed to protect the health of the documental heritage conservators. En *International Conference on Conservation and Restoration of Archive and Library Materials*. Pre-prints. Erice. 22- 29 April. Roma: Istituto centrale per la patologia del libro, 1996, pp. 137-142
- VAILLANT, M.; DOMÉNECH, M. T.; VALENTÍN, N.** (2004)
Una mirada hacia la conservación preventiva del patrimonio cultural. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2004
- VALENTÍN RODRIGO, N.** (2004)
 Diseño y propuestas para el control y erradicación del biodeterioro. Microorganismos e insectos. En *Jornadas Monográficas Prevención del biodeterioro en archivos y bibliotecas (14-15 junio de 2004)* [en línea], Instituto del Patrimonio Histórico Español, 2004, pp. 84-89 <<http://www.mcu.es/patrimonio/docs/MC/IPHE/M0901-02-4-2-PDF2.pdf>> [Consulta: 07/05/2015]
- VALENTÍN RODRIGO, N.** (2010)
 Microorganisms in museum collections. *COALITION*, n.º 19, 2010, pp. 2-5
- VESPER, S.; MCKINSTRY, C.; ASHLEY, P. et ál.** (2007)
 Quantitative PCR analysis of molds in the dust from homes of asthmatic children in North Carolina. *Journal of Environmental Monitoring*, 9, 2007, pp. 826-830
- VILLALBA, L. S.; MALAGÓN, A.** (2011)
 Biodeterioro de la fuente de Lavapatás, parque arqueológico de San Agustín-Huila. Colombia. *Revista Ge-conservación*, n.º 2, 2011, pp. 65-80

