

EL VALOR DE LOS ESTUDIOS AEROBIOLÓGICOS EN LA CONSERVACIÓN DE COLECCIONES EN MUSEOS.

Mallo, A. C^{1,2}., Nitiu, D. S.^{1,3}& Saparrat, M. C. N.^{2,4}

¹Cátedra de Palinología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata. ²Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires ³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, ⁴ Cátedra de Microbiología Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata.

email: malloa2001@yahoo.com.ar

ANDREA C. MALLO

Licenciada en Biología, orientación Botánica egresada de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata. En la actualidad se desempeña como Personal de Apoyo a la Investigación Principal de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC – PBA) y es Docente-Investigadora Categoría IV en Programa de Incentivos UNLP. Se especializa en Aerobiología con énfasis en Aeromicología de ambientes interiores vinculados a la conservación del Patrimonio cultural.

Email: malloa2001@yahoo.com.ar.

DANIELA S. NITIU

Estudió en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y obtuvo el título de Licenciada en Biología orientación Botánica y Doctora en Ciencias Naturales. En la actualidad se desempeña como Investigadora de CONICET y Docente Investigadora Categoría III en Programa de Incentivos UNLP. Desarrolla proyectos vinculados a estudios aerobiológicos en ambientes interiores en especial aquellos con interés patrimonial cultural -histórico.

Email danielanitiu@yahoo.com.ar.

MARIO C. N. SAPARRAT

Estudió en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y obtuvo el título de Licenciado en Biología orientación Botánica y Doctor en Ciencias Naturales. En la actualidad se desempeña como Investigador Independiente (CONICET) y Docente Investigador Categoría III en Programa de Incentivos UNLP. Es Profesor Adjunto de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales y de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Se especializa en el estudio de la fisiología de hongos, con énfasis en la degradación de lignocelulosa.

Email: masaparrat@yahoo.com.ar.

Resumen

La Cátedra de Palinología de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP) viene desarrollando novedosos estudios aerobiológicos relacionados con el diagnóstico de calidad microbiológica en Museos y bibliotecas. Las investigaciones sobre biodeterioro y biodegradación y los procesos que los originan, son fundamentales para la preservación del patrimonio histórico y cultural de un país. El biodeterioro es un fenómeno multifactorial que abarca no solo alteraciones por acción biológica, con efecto perjudicial para el objeto (Simmons & MuñozSaba, 2005) sino que implica también impacto estético negativo sobre los bienes. Objetivos: Se dan a conocer nuevas experiencias y metodologías para el estudio de calidad microbiológica del aire, especialmente enfocadas en recientes experiencias en el estudio del contenido de esporas fúngicas en contextos de conservación del Patrimonio en distintos ámbitos del Museo de La Plata. El modelo de estudio utilizado combina una metodología volumétrica tipo Hirst con una técnica adaptada para el cultivo de muestras. Para ello se emplea una bomba aspirante Z-lite IAQ Pump® para la captura de partículas a través de un cassette (muestras no viables) y/o de un dispositivo con un filtro que retiene las partículas para su posterior cultivo (muestras viables). Se presentan las experiencias de diagnóstico realizadas en distintos ámbitos de Conservación del Museo de Ciencias Naturales de La Plata: 1. Herbario de Plantas Vasculares (LP); 2. Depósito Ameghino conteniendo restos momificados del Noroeste Argentino; 3. Sala de Paleontología y vitrina de resto fósil de un fragmento de piel de *Myloodon listai* (Xenarthra Mylodontidae); 4. Sala Egipcia "Fragmentos de historia a orillas del Nilo". Se exhibirán los resultados cuali- cuantitativos de la carga fúngica que ofrece el método para cada sitio y su implicación en el riesgo para las colecciones. Estudios de estas características son nuevos para el país, y los resultados constituyen una fuente de información de valor para el manejo de Colecciones preservadas en museos.

INTRODUCCIÓN

El biodeterioro de los bienes culturales y las colecciones biológicas y etnográficas que se conservan en museos y bibliotecas es un campo enteramente nuevo de la investigación (Shrivastava, 2015). Los procesos de biodeterioro y biodegradación de los diferentes soportes se deben a una multiplicidad de factores tanto ambientales como climáticos y biológicos.

Las investigaciones sobre biodeterioro y biodegradación y los procesos que los originan, son fundamentales para la preservación del patrimonio histórico y cultural de un país. El biodeterioro es un fenómeno multifactorial que abarca no solo alteraciones por acción biológica, con efecto perjudicial para el objeto (Simmons & Muñoz Saba, 2005) sino que implica también impacto estético negativo sobre los bienes (Fig. 1). La intensidad del biodeterioro es el resultado de la composición del material, de las condiciones ambientales y de la microbiota involucrada en el proceso (Borrego, 2012). Asimismo, es importante tener en cuenta que, sumado al efecto del biodeterioro causado por bacterias y hongos, el manejo de materiales contaminados puede constituir un serio riesgo para la salud de las personas ya que muchos de estos organismos son patógenos y/o toxicogénicos (Klich, 2009; Muro Cacho, *et al.* 2004; Borrego *et al.* 2010; Sequeira *et al.* 2012).



Fig. 1: Signos de biodeterioro en diferentes materiales: A – libro de una Colección privada; B - cuero de *Myiodon listai* en sala de Paleontología del Museo de La Plata; C – cuerpo momificado del Noroeste Argentino conservado en el Museo de La Plata.

Se dan a conocer nuevas experiencias y metodologías para el estudio de calidad microbiológica del aire, especialmente enfocadas en el estudio del contenido de esporas fúngicas en contextos de conservación del Patrimonio en distintos ámbitos del Museo de La Plata.

En la Cátedra de Palinología de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP) se vienen desarrollando estudios aerobiológicos relacionados con el diagnóstico de calidad microbiológica en Museos y bibliotecas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El modelo de estudio utilizado combina una metodología volumétrica tipo Hirst con una técnica adaptada para el cultivo de muestras. Para ello se emplea una bomba aspirante Z-lite IAQ Pump® para la captura de partículas a través de un cassette (muestras no viables) y/o de un dispositivo con un filtro que retiene las partículas para su posterior cultivo (muestras viables) (Fig. 2).

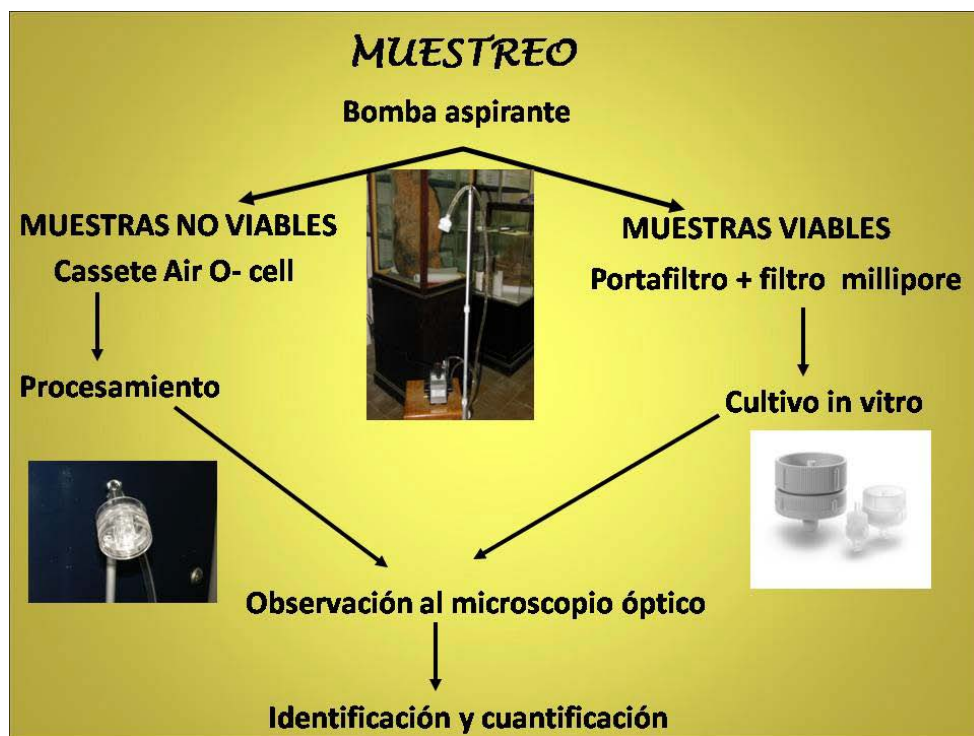


Fig 2: Diagrama de flujo de la secuencia de muestreo no viable y viable

El cassette se procesa según Baxter (2006) y las muestras son observadas directamente al microscopio óptico. Para el análisis de las muestras viables, se reemplaza el cassette por un portafiltro Millipore con filtros GE Osmonics de 0.45 μm . Dicho portafiltros se conecta a la bomba y los filtros son sometidos a la toma de aire. Una vez obtenida la muestra, los filtros son lavados y alícuotas de la suspensión obtenida se siembran e incuban sobre medio de cultivo para el recuento y determinación de las colonias fúngicas (Fig.

3). Asimismo, en cada campaña de estudio, se instalan dispositivos para la toma datos de temperatura y humedad en cada recinto utilizando HOBO U14 LCD Data logger.

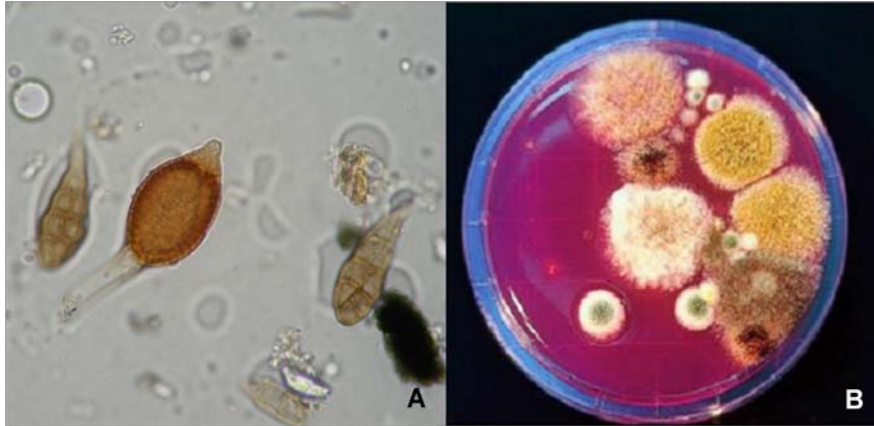


Fig. 3: A- fotomicrografía de una muestra no viable; B- fotografía de colonias fúngicas una muestra de cultivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan las experiencias de diagnóstico realizadas en distintos ámbitos de Conservación del Museo de Ciencias Naturales de La Plata: 1. Herbario de Plantas Vasculares (LP); 2. Depósito Ameghino conteniendo restos momificados del Noroeste Argentino; 3. Sala de Paleontología y vitrina de *Mylodon listai* (Xenarthra Mylodontidae); 4. Sala Egipcia “Fragmentos de historia a orillas del Nilo” (Fig. 4).



Fig. 4: Sitios muestreados en el Museo de La Plata: A – Herbario de Plantas Vasculares; B- Sala Ameghino; C- Sala de Paleontología y Vitrina *Myiodon listai*; Sala Egipcia, Sarcófago Tadimentet.

En la Tabla 1 se presentan los resultados del muestreo no viable en los cuatro sitios arriba citados.

Tipos fúngicos	Sala Egipcia	Herbario	Sala Ameghino	Sala Paleo y Myiodon
<i>Alternaria</i>	0,006	0,054	0,204	0,002
<i>Agaricus</i>	0,032			0,086
<i>Agrocybe</i>	0,009			0,028
<i>Arthrimum</i>		0,014	0,019	0,021
<i>Aspergillus-Penicillium.</i>		0,230	0,019	0,021
<i>Ascospores</i>		0,041		
<i>Botrytis</i>				0,005
<i>Boletus</i>				0,011
<i>Caloplaca</i>				0,023
<i>Cercospora</i>	0,006			0,009
<i>Chaetomium</i>	0,003	0,014	0,019	0,175
<i>Cladosporium</i>	0,619	0,405	0,556	0,316
<i>Coprinus</i>	0,052		0,111	0,030
<i>Curvularia</i>				0,002
<i>Desclera/Bipolaris</i>	0,006	0,041		0,002
<i>Diatripaceae</i>				0,002
<i>Didymella/Didymosphaeria</i>	0,099			0,123
<i>Epicoccum</i>		0,014	0,019	
<i>Fusarium</i>	0,003			
<i>Ganoderma</i>	0,003			0,007
<i>Helminthosporium</i>	0,003			
<i>Leptosphaeria</i>	0,081	0,054	0,037	0,069
<i>Myxomycota</i>	0,003	0,081		0,048
<i>Paraphaeosphaeria</i>				0,011
<i>Pleospora</i>	0,006			
<i>Polytrincium</i>				0,004
Polen	0,014			
<i>Puccinia</i>	0,006			
<i>Sordaria</i>	0,012			
<i>Sporidesmiun</i>				0,004
<i>Sporomiella</i>	0,006			
<i>Stachybotrys</i>	0,009			
<i>Torula</i>	0,012		0,019	
<i>Trichothecium</i>				0,004
<i>Ustilaginaceae</i>	0,015			
Total de esporas /m³	6870,560	4408,880	3219,480	9807,399

Tabla 1. Tipos esporales registrados con el sistema no viable en los cuatro sitios de muestreo. Los datos numéricos están calculados en frecuencia relativa respecto del total de esporas/m³. Las cifras en rojo y negrita indican el taxa con mayor frecuencia relativa en los distintos sitios.

Según el método no viable, se identificaron 35 tipos de esporas fúngicas. *Chaetomium*, *Leptosphaeria* y *Cladosporium* son comunes a todos los sitios siendo este último, el que registra mayor frecuencia relativa en todos los sitios. Este dato es coincidente en relevamientos de otras áreas geográficas donde *Cladosporium* es considerado por muchos especialistas como uno de los géneros fúngicos prevaleciente en el mundo (Levetin, 2002a,b), puesto que puede aislarse, tanto del aire interior y exterior, como de diferentes soportes (Borrego, 2012). La mayor concentración total de esporas se registró en el ensayo realizado en la Sala de Paleontología y *Myiodon*. Este fenómeno podría explicarse entre otras razones, dado que es una de las áreas de mayor circulación del Museo siendo reconocido que estas partículas pueden ser arrastradas hacia el aire interior ya sea por los sistemas de ventilación como por el movimiento de los visitantes (Nevalainen and Morawaska, 2009 sumado a las potenciales fuentes internas. Con relación a los resultados obtenidos en el muestreo viable, cabe señalar que debido a inconvenientes técnicos no fue posible relevar resultados en la Sala de Paleontología del Museo; no obstante, se presentan los resultados de los 3 sitios restantes en la Tabla 2.

Taxa fúngicos	Sala Egiptia	Herbario	Sala Ameghino
<i>Acremonium</i> sp.	0,002	0,012	
<i>Alternaria</i> sp.	0,004	0,074	
<i>Aspergillus</i> sp.	0,016		
<i>Aspergillus niger</i>	0,078		0,133
<i>Aspergillus terreus</i>	0,009		
<i>Beauveria bassiana</i>	0,214		0,048
<i>Cladosporium</i> sp.	0,02		
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	0,042	0,099	
<i>Cladosporium herbarum</i>		0,012	
<i>Epicoccum nigrum</i>			0,009
<i>Fusarium oxysporum</i>	0,161	0,025	0,011
<i>Fusarium solani</i>	0,004		
<i>Miceliasterilia</i>	0,051		
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	0,011		

Tabla 2 cont.

Taxa fúngicos	Sala Egipcia	Herbario	Sala Ameghino
<i>Penicillium</i> sp.	0,161	0,086	
<i>Penicillium frequentans</i> .	0,025	0,012	0,499
<i>Penicillium rubrum</i>	0,006	0,012	0,150
<i>Phoma</i> sp.	0,028	0,062	
<i>Rhodotorula</i> sp.	0,118	0,691	0,044
<i>Talaromyces</i> sp.	0,052		0,105
total CFU	985308,7	40500,000	541

Tabla 2. Taxa fúngicos obtenidos por el sistema viable en los cuatro sitios de muestreo. Los datos numéricos están calculados en frecuencia relativa respecto del total de CFU. Las cifras en rojo y negrita indican el taxa con mayor frecuencia relativa en los distintos sitios.

Con el sistema viable, se determinaron 19 taxa fúngicos a nivel genérico y específico y fragmentos de micelio estéril. Los hongos con mayor incidencia relativa en cada sitio de muestreo, fueron *Beauveria bassiana* en la Sala Egipcia, *Rhodotorula* sp. en el Herbario y *Penicillium frequentans* en la Sala Ameghino, siendo este último común a los 3 sitios estudiados.

Cuando se analiza la información proporcionada por ambos métodos de estudio, podemos visualizar las ventajas y desventajas de cada sistema y concluir que ambos resultan complementarios. El sistema no viable proporciona información acerca de una mayor riqueza de tipos fúngicos que no siempre se visualizan en el sistema de cultivo ya que ciertos hongos tienen particularidades en sus requerimientos nutricionales. Por otra parte, el sistema viable nos permite identificar taxonómicamente esporas presentes en el aire que son difíciles de identificar por observación directa y evaluar su viabilidad. Otro aspecto a tener en cuenta con referencia a estos estudios se relaciona con la importancia en la detección de esporas ambientales y su relación con alergias y enfermedades respiratorias. Se puede decir que los géneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium* y *Alternaria* son considerados como una causa de alergia a los hongos (Peat et al, 1993). En este sentido, las concentraciones de partículas son cruciales en el desarrollo de afecciones respiratorias.

CONCLUSIONES

Por este motivo, los estudios de calidad del aire en sitios de conservación del patrimonio y los fenómenos asociados pueden contribuir tanto desde el punto de vista del diagnóstico como de la prevención y cuidado de las colecciones como de los profesionales y público general que se hallan en contacto con los mismos.

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio fue financiado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) PIP 112-201101-00087; Agencia Foncyt PICT 2013-0418, Agencia Foncyt PICT 2015-1620 y Proyecto de Incentivos a la Investigación (N11/781) de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM), Argentina.

BIBLIOGRAFIA

- Baxter, A. 2006. Air O Cell Interpretation guide. Disponible en: <http://https://www.ehs.umass.edu/air-o-cell-method-interpretation-guide>.
- Borrego, S., P. Guiamet, S. Gómez de Saravia, P. Battistoni, M. García, P. Lavin e I. Perdomo. 2010. The quality of air at archives and the biodeterioration of photographs. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 64:139-145.
- Borrego, S. 2012. Cladosporium: género fúngico que deteriora soportes documentales y afecta a la salud del hombre. *Boletín del Archivo Nacional*, 18-19-20: 104-118
- Klich, M. 2009. Health effects of Aspergillus in food and air. *Toxicology and Industrial Health* 25(9-10) 657–667.
- Levetin, E. 2002a. Aerobiology of agricultural pathogens. In: *Manual of Environmental Microbiology*, 2th edition (Hurst, C. J., Crawford, R. L., McInerney, M. J., Knudsen, G.R., y Stetzenbach, L.D., eds), ASM Press, Washington, DC. pp. 884-897.
- Levetin, E. 2002b. Bioaerosols in agricultural and outdoor settings. In: *Encyclopaedia of Environmental Microbiology* (Bitton, G., ed.), John Wiley and Sons, New York, pp. 404-416.

- MuroCacho, C. A., Stedford T, Banasik M, Suchecki T. T, Persad A. S. 2004. Mycotoxins: Mecanismos of toxicity and methods of detection for identifying exposed individuals. *Journal of Land Use Science* 2004;19(2):537-545.
- Nevalainen, A. y L. Morawska. eds. (2009): Biological agents in indoor environments. Assessment of health risks.
http://www.euro.who.int/air/activities/20070510_2
- Peat, J. K., E. Tovey, C. M. Mellis, S. R. Leeder y A. J. Woolcock, 1993. Importance of house dust mite and *Alternaria* allergens in childhood asthma-an epidemiologic-study in two climatic regions of Australia. *Clinical and Exper. Allergy*, **23**, 812–820.
- Sequeira, S., E. J. Cabrita, M. F. Macedo. 2012. *Antifungal on paper conservation: An overview*. *International Biodeterioration and Biodegradation*. 74: 67 - 85.
- Simmons J. E, Muñoz - Saba Y. Eds. 2005. Cuidado, manejo y conservación de las colecciones biológicas, Serie Manuales de campo. Conservación Internacional. Universidad Nacional de Colombia.