

1º CONGRESO LATINOAMERICANO Y II CONGRESO NACIONAL DE MUSEOS
UNIVERSITARIOS.

EVALUACIÓN DEL AIRE INTERIOR EN COLECCIONES DEL MUSEO DE LA PLATA: DOS CASOS DE ESTUDIO

**A. C. Mallo^{1,2}; D. S. Nitiu^{1,7}; L. A. Elíades^{3,7}; A. M. Bucszinsky^{3,7}; R. Vazquez⁴ & M.
C. N. Saparrat^{3,5,6,7}**

*¹Cátedra de Palinología Facultad de Ciencias Naturales y Museo; ² CIC. PBA.;
³Instituto de Botánica Carlos Spegazzini; ⁴División Exhibición y Conservación. Museo
de La Plata; ⁵Cátedra de Microbiología Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias y
Forestales UNLP; ⁶ Instituto de Fisiología Vegetal; ⁷CONICET.*

E-mail: malloa2001@yahoo.com.ar

INTRODUCCIÓN

Los estudios de biodeterioro y biodegradación y los procesos que los originan, son fundamentales para la preservación del patrimonio histórico y cultural de un país. El biodeterioro de materiales históricos es un fenómeno multifactorial que abarca alteraciones por acción biológica con efecto perjudicial para el objeto (Simmons & Muñoz Saba, 2005). A ello hay que sumar el impacto estético negativo que produce sobre los bienes afectados. La intensidad del biodeterioro es el resultado de la composición del material, de las condiciones ambientales y de la microbiota involucrada en el proceso (Moreno & García, 2012).

La mayor parte de las colecciones que se preservan y/o exhiben en los museos son de naturaleza orgánica, caracterizándose incluso por su alta higroscopicidad. Ello implica un significativo incremento del contenido de humedad en el material y su soporte, especialmente cuando los objetos están sometidos a una ventilación insuficiente y a una humedad relativa superior al 65%. Bajo estas condiciones y en presencia de diáporas de agentes causantes de biodeterioro como bacterias y hongos, numerosos materiales están expuestos al desarrollo de microorganismos que pueden contribuir a la pérdida irreparable de piezas históricas, incluso en un breve período de tiempo (Ponizovskaya, 2011).

Por lo tanto, es importante tener en cuenta que, sumado al efecto del biodeterioro causado por bacterias y hongos, el manejo de materiales contaminados puede constituir asimismo un serio riesgo para la salud de las personas ya que

muchos de estos organismos son patógenos o toxicogénicos (Klich, 2009; Muro Cacho, *et al.* 2004; Borrego *et al.* 2010; Sequeira *et al.* 2012).

El Museo de La Plata se comenzó a construir en 1884 siendo Francisco Pascasio Moreno, su fundador y primer director. Si bien en sus más de 120 años de historia, el edificio sufrió refacciones y ampliaciones aún mantiene su estructura original (Museo de La Plata website). Por este motivo, en 1997 fue reconocido como Monumento Histórico Nacional y constituye uno de los 17 museos de la Red de Museos de la UNLP.

Las colecciones del Museo de La Plata suman más de 3.000.000 objetos agrupados temáticamente en las quince Divisiones, además, cuenta con 20 salas de exhibición y posee una gran cantidad de depósitos con materiales de diverso origen que se hallan conservados en distintos sectores del edificio (Museo de La Plata website). El Museo recibe la visita de más de 300 mil personas por año atraídos por su amplia oferta educativa y cultural y además posee una planta de 600 personas que trabajan en el mismo. En la actualidad, alberga colecciones biológicas botánicas, entomológicas y de invertebrados, paleontológicas, geológicas, antropológicas, etnográficas y arqueológicas.

Con la finalidad de contribuir a la prevención y control del biodeterioro de las colecciones, se propuso iniciar procedimientos de monitoreo y diagnóstico de la carga de diásporas potencialmente perjudiciales presentes en el aire interior de los recintos de conservación de colecciones, tomando como caso de estudio el Herbario de Plantas Vasculares del Museo de La Plata (Fig. 1) y un depósito que conserva restos humanos momificados del Noroeste argentino (Fig. 2).



Fig. 1: Depósito de las Colecciones Botánicas, Herbario del Museo de Ciencias Naturales de La Plata



Fig. 2: Depósito de restos momificados (subsuelo Museo de Ciencias Naturales).

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitios de estudio

1- El Herbario de Plantas Vasculares alberga 500 000 ejemplares siendo Compuestas y Materiales Tipo, las colecciones más importantes del país y de América Latina. Posee una superficie de 350 m² con varios espacios de trabajo, incluyendo áreas de investigación y administración y un área exclusiva para la conservación de las colecciones bajo condiciones controladas de temperatura y humedad (Iharlegui, *com. pers.*).

Para el muestreo, se analizaron 6 áreas representativas: I- acceso principal al área de conservación, II- pasillo central, III- acceso auxiliar, IV- sala de visita V- recepción, VI-pasillo exterior.

2- El depósito de restos humanos momificados “Aula Ameghino” contiene piezas de distinto origen del Noroeste argentino que se hallaban originalmente en sala de exhibición y fueron recientemente trasladadas a su ubicación actual.

Se tomaron muestras de aire ambiental en el Aula Ameghino y de la atmósfera interior de las vitrinas de los siguientes ejemplares:

I- Aire interior del aula “Ameghino”.

II-Serranía de Las Pirguas, Dto.Guachipas Salta. Cadáver de gemelos naturalmente momificados con ajuar funerario. Inv. 50181.

III -Pampa Grande, Salta: Cadáver momificado naturalmente. S/ Inv.

IV - Pampa Grande, Salta: Cadáver momificado naturalmente. S/ Inv

Técnica de muestreo

El modelo de estudio utilizado combina una metodología volumétrica tipo Hirst con una técnica adaptada para el cultivo de muestras (Fig. 4). Para ello se empleó 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 filtro (muestras viables).

El cassette fue procesado según Baxter (2006) y las muestras observadas al MO.

Para el análisis de las muestras viables, se reemplazó el cassette por un portafiltro Millipore con filtros GE Osmonics de 0.45 µm. El portafiltros fue conectado a la bomba y los filtros sometidos a la toma de aire. Una vez obtenida la muestra, los filtros fueron lavados y alícuotas de la suspensión obtenida fueron sembradas sobre medio de cultivo para el recuento y determinación de diásporas fúngicas asociadas.

Otros parámetros analizados

En el momento de la toma de muestras, se registró la temperatura y humedad en cada recinto utilizando HOBBO U14 LCD Data logger.

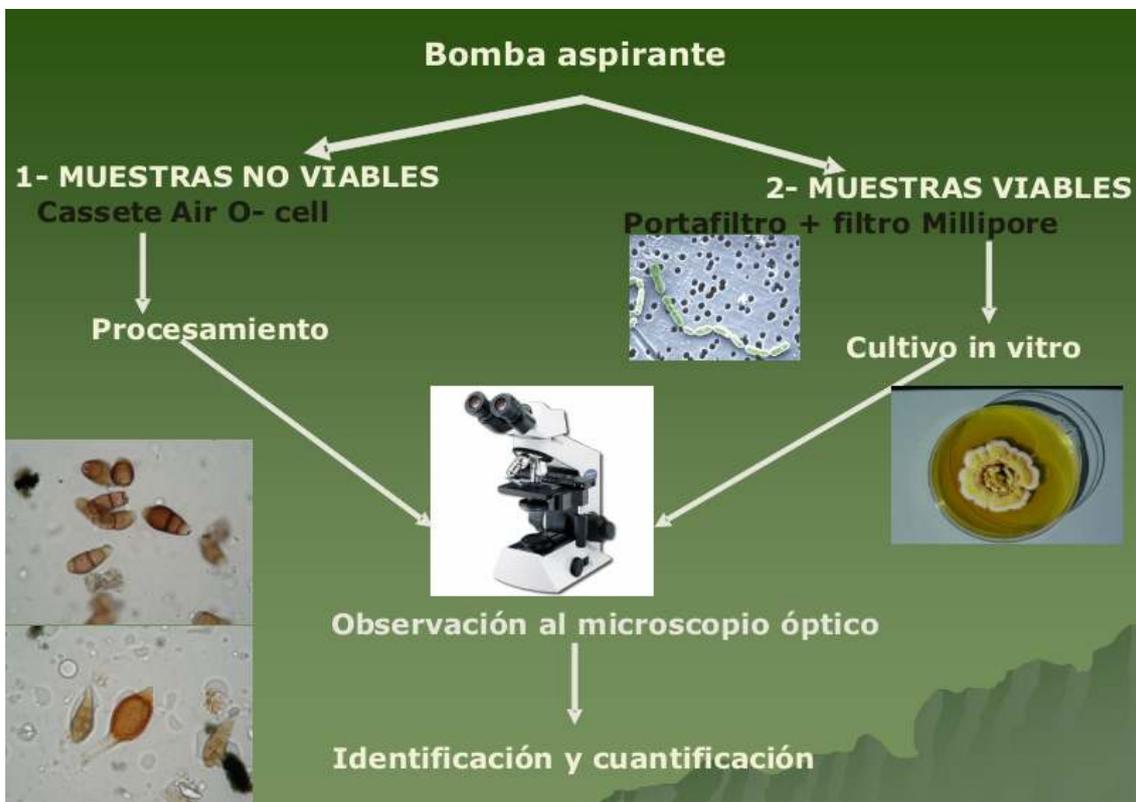


Fig. 4: Diagrama de flujo de la secuencia de muestreo de aire interior



Fig.5: Dispositivo de muestreo, bomba aspirante conectada a sistema de cassetes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Utilizando ambos sistemas de captura se identificaron 17 morfotaxa pertenecientes principalmente a representantes de anamorfos de Ascomycota y Basidiomycota (Fig.6) los cuales son ampliamente reconocidos por su potencial alergénico (Burge et al, 1989; Cosentino & Palmas, 1996; Palmas et al, 1997). Asimismo se identificaron morfotipos correspondientes a Myxomycota (Tabla 1)

Morfotipo de diásporas	HERBARIO						DEPOSITO MOMIAS			
	SI	SII	SIII	SIV	SV	SVI	SI	SII	SIII	SIV
<i>Acremonium</i>	x									
<i>Alternaria</i>		x	x			x	x		x	
<i>Arthrinium</i>						x				
<i>Ascospora</i>				x	x					
<i>Aspergillus-Penicillium</i>	x		x	x		x	x	x	x	x
<i>Beauveria</i>								x		
<i>Cladosporium</i>	x		x	x	x	x				
<i>Coprinus</i>							x	x		
<i>Chaetomium</i>						x				
<i>Dreschlera- Bipolaris</i>					x					
<i>Epicoccum</i>						x		x		
Tipo <i>Leptosphaeria</i>			x		x	x				
Myxomycota				x		x				
<i>Paecilomyces</i>							x			
<i>Rhodotorula</i>			x			x		x		
<i>Talaromyces</i>								x		x
<i>Torula</i>									x	

Tabla 1: morfotipos de diásporas fúngicas registrados en cada sitio de muestreo.

Los morfotipos *Aspergillus/Penicillium*, *Alternaria*, *Rhodotorula* y *Epicoccum* caracterizaron ambos sitios de estudio, siendo *Aspergillus/Penicillium* el que registró mayor representación (Tabla 1) como también ha sido referido por López Martínez *et al.* (2007) en su estudio de control de biodeterioro en el Museo del Carmen, México.

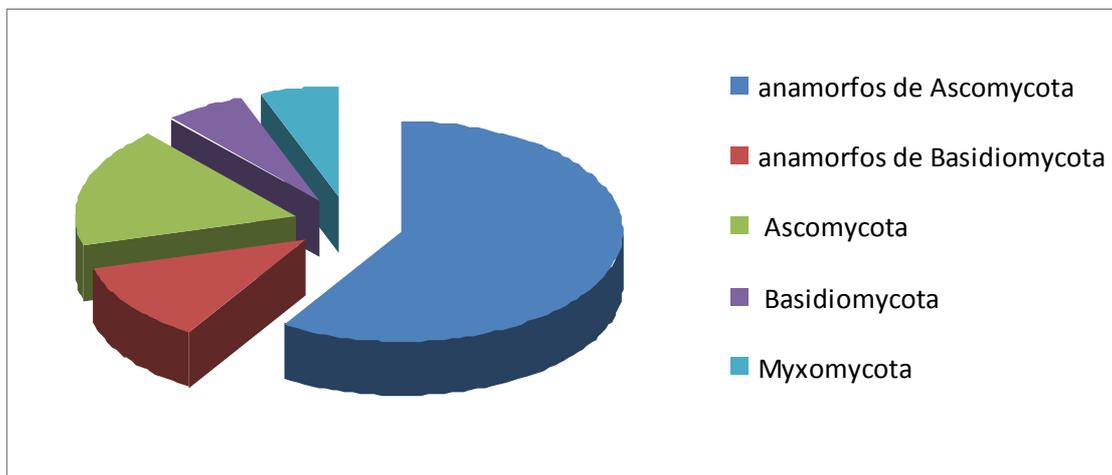


Fig. 6: contribución porcentual de taxa fúngicos y afines en el total de las muestras analizadas

Con relación a lo encontrado en el aire interior del Herbario, 12 taxa se identificaron siendo mayor la riqueza de diásporas en el pasillo exterior (muestra VI) con 9 tipos esporales.

No obstante, en los accesos al recinto de conservación de plantas vasculares (sectores I y II) se registró un adecuado control ambiental posiblemente garantizado por el equipo de aire acondicionado y por el cuidadoso accionar del personal del Herbario tal como lo revelado por el menor número de taxa presentes (3 y 1 respectivamente) en dichas áreas. Adicionalmente, en sectores adyacentes al recinto de colecciones se identificaron esporas de *Cladosporium*; *Penicillium* sp y *Rhodotorula* sp., aunque a niveles no perjudiciales para la salud humana y la preservación de estas colecciones biológicas.

Por otro lado, en las muestras ambientales del depósito del Aula Ameghino se detectaron diásporas de *Alternaria*, *Aspergillus*, *Coprinus*, *Penicillium* y *Talaromyces*. La vitrina perteneciente a los infantes gemelos (muestra II) reveló el mayor número de tipos fúngicos (6).

Analizando la eficiencia de las dos metodologías de muestreos se encontró un espectro diferencial de diásporas según el tipo de sitio estudiado. El sistema viable permitió la detección de propágulos fúngicos en todos los sitios. Se determinaron a nivel específico los siguientes hongos *Aspergillus niger*, *Epicoccum nigrum* y

Paecylomyces lilacinus, *Penicillium frequentans*, *P. rubrum* y *P. thomii*, principalmente en la Sala Ameghino.

El sistema no viable permite la detección de esporas fúngicas y de particulado inerte pero presenta limitaciones en cuanto precisión en la determinación de los taxa ya que la misma se basa solo en características morfológicas de las esporas permitiendo la asignación como máximo a nivel genérico. Sin embargo, este sistema aporta información acerca de la presencia de esporas no viables o en estado de dormancia y sobre las características de adsorción y retención del sistema; así como del particulado inerte en el aire el cual tiene mucha relevancia a nivel alergénico (Borrego *et al.* ^{a, b} 2010).

A pesar de que se identificaron varios taxa fúngicos o tipos morfológicos con ambos métodos es de destacar que en ninguna muestra se hallaron representantes de *Stachybotrys*, *Fusarium*, *Trichoderma* y *Aspergillus versicolor*, los cuales son utilizados como agentes indicadores de severos problemas de humedad ambiental y altamente propensos al desarrollo y progreso de biodeterioro en colecciones biológicas. Sin embargo, la presencia de *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium* y *Penicillium* deben ser consideradas por su importancia como factor de riesgo para la salud del personal a cargo de las colecciones (López Martínez *et al.* 2007).

CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados obtenidos en este estudio de dos casos modelo sugieren que ambas metodologías aplicadas (viable y no viable) resultan complementarias para el adecuado diagnóstico del contenido aeromicológico en ambientes interiores. La falta de información sobre la calidad del aire en museos de referencia y sus bienes patrimoniales condicionan la necesidad de este tipo de estudios de monitoreo.

Nuestros hallazgos son relevantes dado que son los primeros resultados sistemáticos referidos a la calidad del aire interior en el Museo de La Plata con referencia a las esporas fúngicas y su posible incidencia en la salud.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. Pedro Balatti por su colaboración en aspectos metodológicos. También expresan su reconocimiento a las autoridades del Herbario y de la División Exhibición y Conservación del Museo de La Plata. Este estudio fue financiado mediante los subsidios (CONICET), PIP 112-200801-01422, PIP 112-200801-01085, PIP 112-201101-00391, PIP 112-201101-00087; Foncyt, PICT 501 el Proyecto de Incentivos a la Investigación (N581) FCNyM, UNLP.

BIBLIOGRAFÍA

- Baxter, D. 2006. Air O Cell Interpretation guide. Last update on January 2011. Environmental Analysis Association. [http://www.ehs.umass.edu/sites/ehs/files/IAQ Interpretation Document](http://www.ehs.umass.edu/sites/ehs/files/IAQ%20Interpretation%20Document).
- Borrego, S^a.; P. Guiamet; S. Gómez de Saravia; P. Batistini; M. García; P. Lavin & I. Perdomo. 2010. The quality air at archives and the biodeterioration of photographs. *International Biodeterioration and Biodegradation* 64: 139 - 145.
- Borrego S.^b; I. Perdomo; P. Guiamet & S. Gómez de Saravia. 2010. Estudio de la concentración microbiana en el aire de depósitos del Archivo Nacional de Cuba. *AUGMDOMUS*, 1:118-137.
- Burge, H.A.; M. E. Hoyer; W. R. Solomon; E. G. Simmons & J. Gallup, 1989. Quality control factors for *Alternaria* allergens. *Mycotaxon* 34 (1): 55 - 63.
- Cosentino, S. & F. Palmas. 1996. Occurrence of fungal spores in the respiratory tract and homes of patients with positive skin test to fungi. *Aerobiologia* 12 (3): 155 - 160.
- Klich, M.A. 2009. Health effects of *Aspergillus* in food and air, *Toxicol. Ind. Health*. 25 (9-10) 657 - 667.
- López Martínez, R.; F. Hernández Hernández; B. E. Millan Chiu; P. Manzano Gayosso & L. J. Mendez Tovar. 2007. Efectividad del imazalil en el control del deterioro por hongos de momias del museo de El Carmen, Ciudad de México. *Rev. Iberoam. Micol.* 24: 283 - 288.
- Moreno, D. A. & A. M. García. 2012. Unidad 2. Concepto de Biodeterioro. *Red Temática sobre "Biodeterioro del Patrimonio Histórico y Cultural"* 1- 11.
- Muro Cacho, 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* 19 (2) 537 - 545.
- Museo de La Plata website:
http://www.museo.fcnym.unlp.edu.ar/plantas_vasculares_colecciones
- Palmas, F.; V. Meloni & M. E. Fada, 1997. Fungi allergic pathologies: correlation between allergological test and presence of fungi in the upper respiratory tract, *Aerobiologia* 13 (1): 17 - 22.
- Ponizovskaya, V.A.; A.B. Antropova; V.L. Mokeeva; E.N. Bilanenko & L.N. Chekunova. 2011. Effect of water activity and relative air humidity on the growth of *Penicillium chrysogenum* Thom, *Aspergillus repens* (Corda) Sacc. and *Trichoderma viride* Pers. isolated from living spaces, *Microbiol*, 3: 378 - 385.

Sequeira, S.; E.J. Cabrita & M.S. Macedo. 2012. Antifungals on paper conservation: An overview. *Int. Biodeter. Biodegr.* 74: 67 - 86.

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.