

Estudio interdisciplinario de diagnóstico ambiental para la conservación preventiva en el Museo de La Plata

Daniela S. Nitíu^{1a}, Andrea C. Mallo^{1b}, Mauro G. García Santa Cruz^{2c}, Analía F. Gómez^{2d}

Resumen

Se presenta la primera experiencia interdisciplinaria de evaluación y diagnóstico de calidad ambiental y de bienes culturales de la Sala Egipcia del Museo Ciencias Naturales de La Plata realizada por la Cátedra de Palinología de la FCNyM (UNLP) y el Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable de la FAU (UNLP). Se tomaron muestras del aire ambiental con una bomba Z-LiteIAQ que captura material biológico, principalmente esporas de hongos. Simultáneamente se realizaron mediciones de temperatura (T) y humedad relativa (HR) en el exterior e interior de dicha Sala, como en el interior de dos vitrinas conteniendo dos ataúdes, utilizando dataloggers HOBO UX100-003. El análisis microbiológico reveló mayor diversidad y concentración de 7 tipos fúngicos en una de las vitrinas donde la variable fuera de rango fue la HR, condición que afecta la biología de estos organismos. Asimismo, la temperatura muestra una variación diaria óptima comportándose de forma similar en todos los puntos estudiados.

Palabras clave: bienes culturales; calidad microbiológica y ambiental; Museo de La Plata; Sala Egipcia.

Interdisciplinary study of environmental diagnosis for preventive conservation in the La Plata Museum

Abstract

The first interdisciplinary experience of assessment and diagnosis of environmental quality and cultural heritage was accomplished by the Department of Palynology FCNyM (UNLP) and the Laboratory of Architecture and Sustainable Habitat FAU (UNLP) in the Egyptian Room of the La Plata Natural Sciences Museum. Ambient air samples were taken with a Z-LiteIAQ pump capturing biological material mainly fungal spores. Simultaneously measurements of temperature (T) and

¹ Cátedra de Palinología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP. ^a Dra. en Ciencias Biológicas, Investigador CONICET, danielanitiu@yahoo.com.ar. ^b Lic. en Ciencias Biológicas, Investigador Principal CIC malloa2001@yahoo.com.ar.

² Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UNLP. ^c Arquitecto, Becario Doctoral CONICET, pecmae@gmail.com. ^d Arquitecta, Investigadora CONICET, mouesion@ymail.com.

relative humidity (RH) outside and inside the room, and within two showcases containing two coffins, were performed using dataloggers HOBO UX100-003. Microbiological analysis revealed greater diversity and concentration of 7 fungal types in one of the showcases where the variable out of range was HR, a condition that affects the biology of these organisms. Also, the temperature showed optimum daily variation behaving similarly at all time points studied.

Keywords: cultural goods; microbiological and environmental quality; La Plata Museum; Egyptian room.

Introducción

Durante la vida útil de los edificios, el envejecimiento natural de los materiales puede tener lugar debido a diferentes procesos físicos, químicos y biológicos. El biodeterioro es un importante factor crítico para la durabilidad y el uso de diferentes materiales. El nivel y duración del estrés hídrico relacionado con la temperatura son los factores más críticos para la durabilidad y la vida útil de los materiales de construcción. Además, el fenómeno de “subtropicalización” del clima provocado por el Cambio Climático ha modificado el régimen de lluvias en la región incidiendo en los factores críticos de temperatura y humedad (Gómez, A. 2009).

La aparición de mohos y daño por proliferación por hongos en los edificios es causada por niveles de humedad que exceden la tolerancia de las estructuras. Además, el desarrollo y colonización por estos organismos es causado por el envejecimiento natural de los materiales y por el daño causado por la humedad (Viitannen, 2010). Diferentes organismos tales como bacterias, hongos e insectos crecen y viven en los materiales constructivos (Tabla 1). Muchos de estos materiales pueden sufrir problemas por el crecimiento de microbios y hongos. Los hongos típicos que se pueden hallar en edificios “enfermos” son *Acremonium*, *Aspergillus* (e.g. *fumigatus*), *Aureobasidium pullulans*, *Alternaria alternata*, *Cladosporium* (e.g. *herbarum*, *sphaerospermum*), *Mucor*, *Penicillium* (e.g. *brevicompactum*) and *Stachybotrus* (e.g. *atra*). Estos tipos fúngicos también se hallan frecuentemente en suelo, materia en descomposición y residuos. Por otra parte, las algas y líquenes se hallan más frecuentemente en superficies y estructuras exteriores siendo algunos de sus representantes más comunes los géneros *Caloplaca* y *Lecanora* (Valentin, 2010).

Como puede apreciarse, el control de los parámetros ambientales de temperatura, HR y radiación simultáneamente con estrategias combinadas de monitoreo aerobiológico proporciona nuevas herramientas para la evaluación del tiempo de vida de los diferentes materiales y la estructura del edificio. Consideramos que para poder establecer una estrategia de control ambiental debemos evaluar los diversos factores que pueden afectar la conservación y cuidado de las colecciones, con el propósito de desarrollar las soluciones apropiadas.

Tabla 1. Organismos causantes de biodeterioro y condiciones ambientales en las cuales desarrollan.

Tipo de organismo	Daños y problemas que originan	Rangos de HR/contenido de agua (MC)	Rangos de temperatura (°C)
Bacterias	Biocorrosión de diferentes materiales, olor, problemas de salud.	Material húmedo RH > 97 %	-5 a +60
Mohos y hongos	Desarrollo en superficie de distintos materiales, olor y problemas de salud	RH ambiente > 75 %, depende de la duración, temperatura y las especies fúngicas	0 a +50

Hongos de pudrición	Diferentes tipos de deterioro en madera (pudrición blanda, la podredumbre parda o pudrición blanca), también muchos otros materiales pueden ser deteriorados con pérdida de resistencia.	RH > 95 %, MC > 25 - 120 %, depende de la duración, temperatura y materiales	0 a +45
Algas y Líquenes	Desarrollo en superficie de distintos materiales expuestos al deterioro en el exterior.	Material húmedo, requieren también de nitrógeno y bajo nivel de pH	0 a +45
Insectos	Diferente tipo de daños en materiales orgánicos, fallas superficiales y pérdida de resistencia.	RH > 65 % depende de la duración, temperatura, las especies y el ambiente.	5 a +50

Fuente: Viitanen, H.; Vinha, J.; Salminen K.; Ojanen, T.; Peuhkuri, R.; Paajanen, L.; Lähdesmäki, K. (2010).

Esta investigación tiene como antecedentes los Proyectos desarrollados en forma independiente por investigadores de la Cátedra de Palinología de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo UNLP (1, 2, 3) y por investigadores del Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo UNLP (4 y 5) que se detallan a continuación:

1. “Desarrollo de estudios aerobiológicos en ambientes exteriores e interiores en un área urbana”. PIP 112-201101-00087. Cátedra de Palinología FCNyM, UNLP.
2. “Estudio microbiológico de los sitios que albergan las momias del Museo de Ciencias Naturales de La Plata. Biodeterioro y Conservación”. PICT 2013-0418. Cátedra de Palinología FCNyM, UNLP.
3. “Estudio micológico de las Colecciones Antropológicas del Museo de Ciencias Naturales de La Plata. Biodeterioro y Conservación”. N11/781. Cátedra de Palinología. FCNyM, UNLP.
4. Proyecto de Investigación y Desarrollo “Evaluación de las necesidades de control del entorno para la conservación de los museos de la Red de Museos de la UNLP. Adecuación del procedimiento del Getty Conservation Institute (GCI)”. UNLP 11/U079. Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable FAU UNLP.
5. “Desarrollo de Protocolo para evaluación y certificación de sustentabilidad en edificios para la cultura.” Beca Doctoral financiada por CONICET, Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable FAU UNLP.

Objetivo

El objetivo de esta investigación es realizar la primera Evaluación Interdisciplinaria para la Conservación y el Monitoreo Ambiental Edificio de la Sala Egipcia ubicada en el Museo de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de La Plata, Argentina, considerando los factores biológicos y físico- ambientales simultáneamente mediante metodologías específicas.

Metodología

Sitio de Muestreo

En el año 2013 el Museo de la Plata (Figura 1y 2) inauguró la sala “Fragmentos de historia a orillas del Nilo”, luego de un intenso trabajo de restauración y puesta en valor de la Colección Egipcia. Dicha colección está compuesta por más de 300 piezas que incluyen bloques de arenisca pertenecientes a dinteles, frisos, jambas de puertas con inscripciones de jeroglíficos, cerámicas y dos ataúdes con sus respectivas momias. La sala posee una superficie de 300 m² y se encuentra en la planta alta del Museo (Figura 3A, 4, 5, 6, 7, 8, 9).

Figura 1. Fachada principal del Museo de Ciencias Naturales

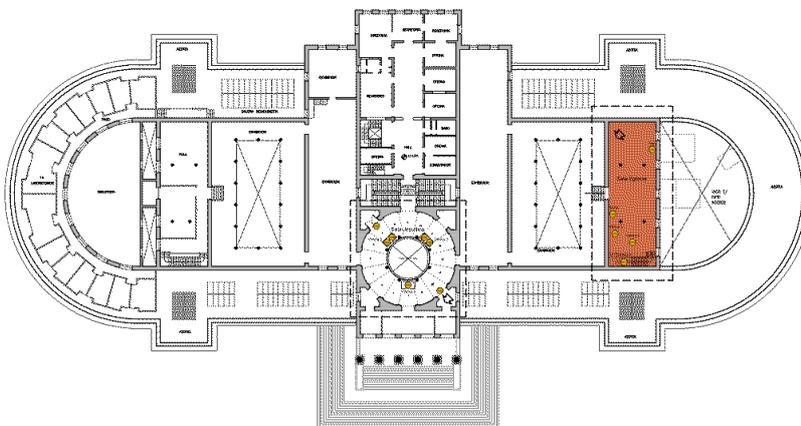


Figura 2. Calle de acceso

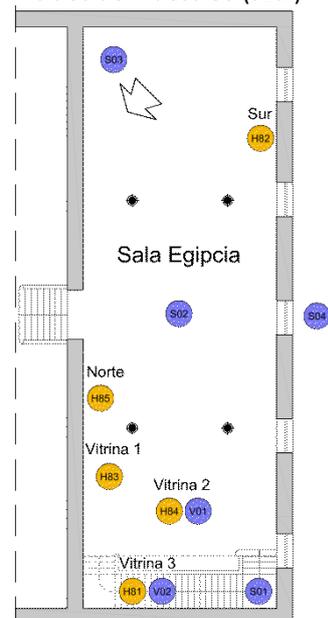


Fuente: Fotos tomadas por J. García Santa Cruz

Figura 3A. Plano del Museo de Ciencias Naturales, Planta Alta. Ubicación de la Sala Egipcia en el edificio.



3B. Ubicación de los dataloggers (amarillo) y sitios de muestreo (azul)



Fuente: Esquema de los autores sobre planos realizados por la Dirección General de Construcciones y Mantenimiento, UNLP

Figura 4. Vista general de la Sala Egipcia



Fuente: Foto tomada por J. García Santa Cruz

Figura 5. Vista general de las vitrinas



Fuente: Foto tomada por R. Vázquez

Figura 6. Vista sector Suroeste



Fuente: Foto tomada por M. García Santa Cruz

Figura 7. Vitrina 1, Enterratorio



Fuente: Foto tomada por J. García Santa Cruz

Figura 8. Vitrina 2, Tadimentet



Fuente: Foto tomada por J. García Santa Cruz

Figura 9. Vitrina 3, Herwodj



Fuente: Foto tomada por J. García Santa Cruz

Muestreo microbiológico ambiental

El estudio aerobiológico se llevó a cabo en la semana del 14 de julio de 2015 mediante un sistema volumétrico de toma de muestras que se basa en el principio de impacto inercial de las partículas aspiradas por una bomba de succión calibrada en 15 l/m que se halla conectada a un cassette Air - O - Cell. Con este sistema, las partículas de aire son aceleradas a través de una abertura de entrada y aspiradas a través de un pequeño orificio dirigido directamente a un cubreobjetos de vidrio. Éste se

halla cubierto por un medio adherente y ópticamente claro capaz de coleccionar y mantener las partículas aspiradas. A medida que el aire ingresa por el orificio, las partículas impactan en el medio de montaje, mientras que el aire se desplaza alrededor del portaobjeto hacia el exterior del cassette. El dispositivo es capaz de coleccionar muestras proporcionando un espectro más amplio de contaminantes y alérgenos potenciales que otros métodos convencionales de muestreo.

Finalizado el muestreo, ya en el laboratorio, se retiró el cubreobjetos conteniendo la muestra del cassette, se montó en un portaobjeto, se tiñó con lacto-phenol cotton blue, y se selló con esmalte.

Se observó la muestra y se identificaron las esporas con un microscopio Nikon Eclipse 200 a una magnificación de 400 X a lo largo de 7 transectas verticales. En algunos casos se utilizó una magnificación de 1000 X para lograr una identificación más exacta. Los recuentos de esporas fúngicas fueron convertidos a esporas/ l de aire/ min (Baxter, 2006). Para la identificación se utilizaron Atlas de referencia del Reino Fungi (Käärik, 1983; Barnet & Hunter, 1987; Grant Smith, 1990; Lacey & West, 2006) y bases de datos especializadas. Los rangos adecuados para la evaluación de la calidad microbiológica del aire se tomaron de acuerdo a Baxter (2006).

Se muestrearon 3 sitios en el interior de la sala por el sistema diagonal, el interior de dos vitrinas conteniendo dos ataúdes y el exterior de la sala en zona de la salida de emergencia, en todos los casos se tomaron muestras por triplicado con una exposición de 5 minutos.

Evaluación de los parámetros ambientales

Para la evaluación del edificio se utilizó la metodología desarrollada por el Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable de la FAU UNLP en el Proyecto “Evaluación de las necesidades de control del entorno para la conservación de los museos de la Red de Museos de la UNLP. Adecuación del procedimiento del Getty Conservation Institute (GCI)”. En este proyecto se adaptó a nuestra región la metodología publicada por el GCI en el documento *Modelo propuesto para evaluar las necesidades de control del entorno museístico* (Avrami et al., 1999). (Figura 3B) Esta evaluación busca describir la sensibilidad de las colecciones, el comportamiento del edificio y los riesgos que representan el medio ambiente y el hombre (Gómez et al., 2010).

Para el Monitoreo Ambiental Edificio se utilizan los lineamientos propuestos en las Normas UNI10586:1997 Documentazione: Condizioni climatiche per ambienti di conservazione di documenti grafici e caratteristiche degli alloggiamenti, y UNI10829:1999 Beni di interesse storico e artistico: Condizioni ambientali di conservazione Misurazione ed analisi. El relevamiento de la temperatura y la humedad relativa interior, y las mediciones de temperatura y humedad relativa exterior, se realizaron con microadquisidores de datos (dataloggers). El Monitoreo se compone de cuatro campañas de medición, correspondientes a cada estación del año, por medio de las cuales se obtienen registros de la temperatura y humedad relativa con una frecuencia de 10 minutos. (García Santa Cruz & Gómez, 2014).

Considerando las características de los objetos que alberga la Sala Egipcia se determinan los valores de referencia recomendados para su conservación, correspondientes a las categorías “momias”, “madera pintada”, “cerámica”, “piedras” (Norma UNI10829:1999) (Tabla 2).

Tabla 2. Valores de referencia recomendados

Bienes de interés histórico o artístico	$\Theta 0$	$\Delta\theta_{max}$	HR0	ΔHR_{max}	E _{max}	UV _{max}
MATERIALES / OBJETOS DE NATURALEZA ORGÁNICA						
Animales, órganos anatómicos disecados, momias	21 a 23	1.5	20 a 35	-	50	75
Colecciones etnográficas, máscaras, cuero, indumentaria de cuero	19 a 24	1.5	45 a 60	6	50	75
Esculturas de madera policroma, madera pintada, pintura sobre madera, iconos	19 a 24	1.5	50 a 60	4	50	75
MATERIALES DE NATURALEZA INORGÁNICA						
Porcelana, cerámica, gres, terracota, tejas, tejas de extracción	NR	-	NR	10	NR	-
Piedras, rocas, minerales, meteoritos (porosos) estables	19 a 24	-	40 a 60	6	NR	-

Fuente: Norma UNI10829:1999

Resultados y Discusión

El análisis microbiológico de los 6 sitios estudiados arrojó un total de 14 tipos esporales. En la Tabla 3 se identifican los tipos hallados y su presencia por sitio.

Tabla 3. Tipos morfológicos identificados en cada sitio de muestreo. S1 a S3: sitios de muestreo en el interior de la Sala; S4: exterior; V1: vitrina Sarcófago Tadimentet y V2: vitrina Sarcófago Herwodj

Tipos morfológicos	S1	S2	S3	S4	V1	V2
<i>Agaricus</i>			X			
<i>Agrocybe</i>					X	X
<i>Arthrinium</i>		X				
<i>Bipolaris</i>						X
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Cladosporium herbarum</i>		X		X		X
<i>Didimospora</i>						X
<i>Ganoderma</i>	X	X	X			
<i>Leptosphaeria</i>	X	X		X		
<i>Myxomycota</i>		X				
<i>Sordaria</i>				X	X	X
<i>Stachybotrys</i>	X	X		X		
<i>Tipo Puccinia</i>				X		
<i>Torula</i>	X					

Fuente: Tabla realizada por los autores

Al evaluar las muestras tomadas en la sala se halló la mayor concentración promedio en el Sitio 1 con 127 esporas/m³ y el Sitio 2 presentó 121 esporas/m³. El Sitio 3 fue el de menor concentración media. En el Sitio 4 (exterior) se registró similitud en la composición fúngica respecto del interior. En las vitrinas se halló una concentración media de 63 esporas/m³ en V1 y 98 esporas/m³ en V2 siendo esta última la más diversa (Figura 10). Asimismo las vitrinas comparten 4 tipos esporales con el ambiente de la sala. Las concentraciones medias en la sala y las vitrinas no superan los estándares requeridos para un ambiente saludable (Baxter, 2006). Las similitudes en la composición de la microbiota de las vitrinas y la sala pone de manifiesto la dinámica de circulación de las partículas.

Figura 10. Promedios de concentración en cada sitio de muestreo

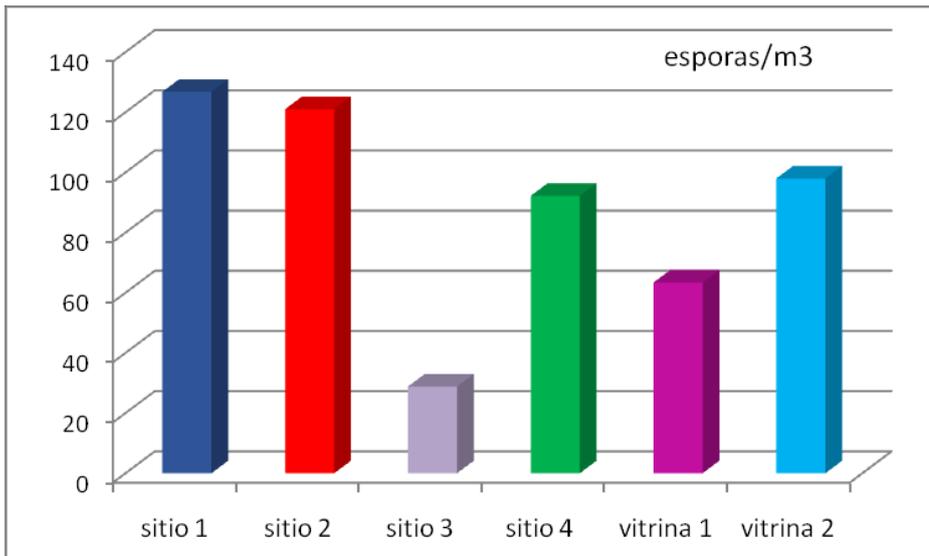
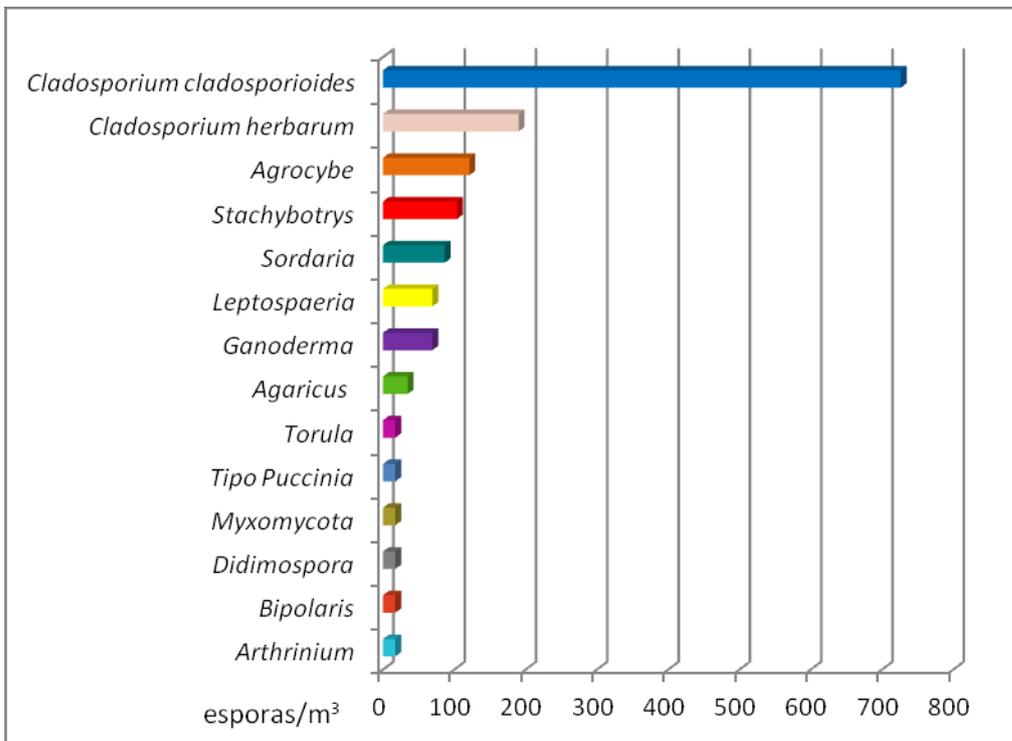


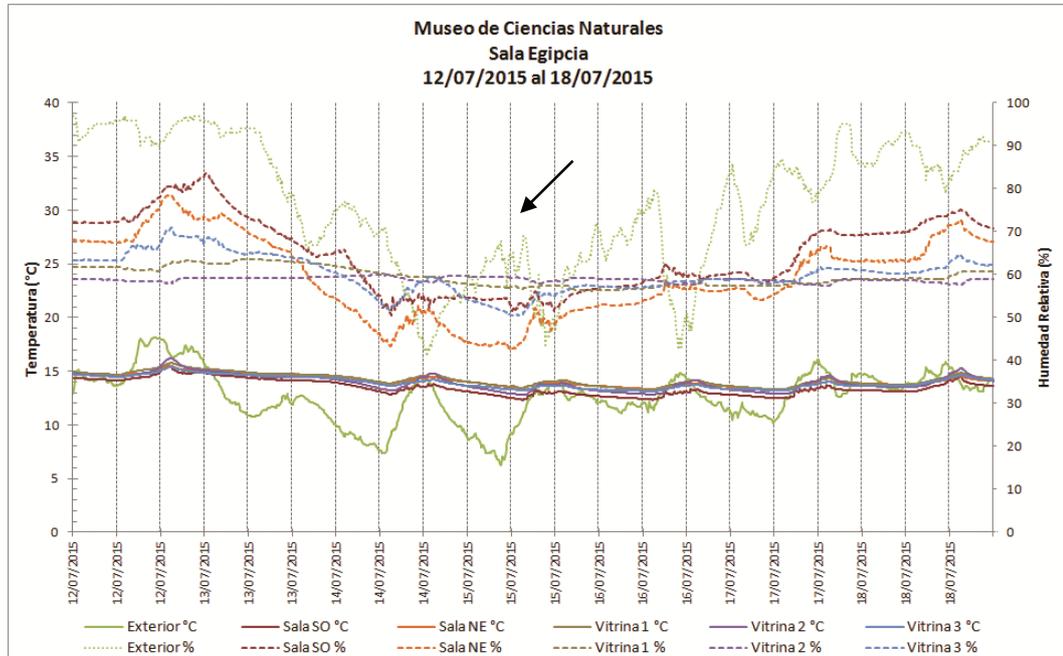
Figura 11. Concentración total de esporas de los tipos fúngicos identificados en todos los sitios de muestreo



Fuente: Gráficos realizados por los autores

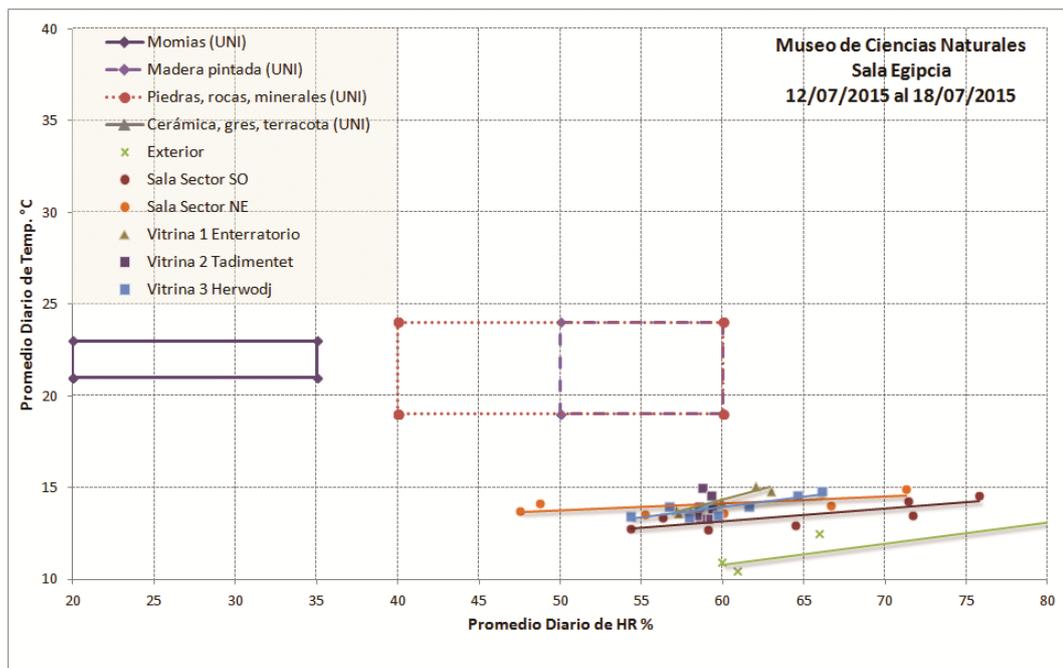
Con relación a las concentraciones totales, el tipo *Cladosporium cladosporioides* es el más representativo con alrededor del 50 % de la concentración total (Figura 11). Cabe destacar que se trata de un bioaerosol de distribución cosmopolita y característico de ambientes interiores y exteriores.

Figura 12. Histograma de temperatura y humedad relativa en el período del 12/7 al 18/7/2015. La flecha señala el día en que fue realizado el muestreo aerobiológico



Fuente: Gráfico realizado por los autores

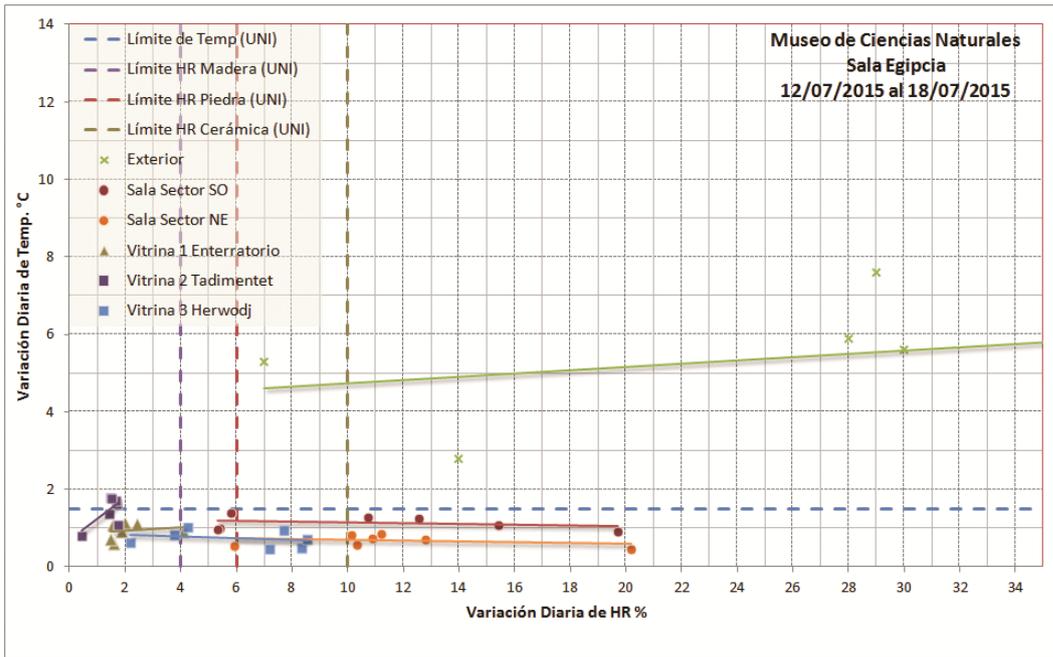
Figura 13. Promedios diarios de temperatura y humedad relativa



Fuente: Gráfico realizado por los autores

El comportamiento de los parámetros de temperatura y humedad relativa en los sitios estudiados puede analizarse a partir del Histograma que se presenta en la Figura 12. La temperatura se comporta de forma similar en todos los casos y la mayor dispersión se da en los valores de humedad relativa. Los promedios diarios de temperatura son menores a los valores óptimos, situación lógica por ser mediciones de invierno. Los promedios diarios de humedad relativa en Sala cumplen en el 46% con los valores recomendados, aunque en las vitrinas 2 y 3 están en el doble de humedad relativa recomendada (Figura 13). La variación diaria de temperatura es óptima para todos los dataloggers. La variación diaria de humedad relativa es óptima solo para las vitrinas 1 y 2 (Figura 14).

Figura 14. Variación diaria de la temperatura y humedad relativa



Fuente: Gráfico realizado por los autores. Valores límite tomados de la Norma UNI10829:1999

Tabla 4. Datos de la Campaña de Invierno de temperatura y humedad relativa

CAMPAÑA	TEMPERATURA °C						HUMEDAD RELATIVA %					AMBAS	
	PROM	MAX	MIN	Δ T	DES	Cumple Condición	PROM	MAX	MIN	Δ HR	DES	Cumple Condición	Cumple T Y HR
INVIERNO													
Sala Sector SO	13,49	15,44	12,34	3,10	0,73	0%	64,72	83,70	50,47	33,23	8,58	40%	0%
Sala Sector NE	14,12	15,49	13,31	2,18	0,54	0%	59,34	78,54	42,47	36,07	9,40	53%	0%
Vitrina 1 Enterratorio	14,22	15,80	13,26	2,54	0,59	0%	59,50	63,57	56,28	7,29	2,23	0%	0%
Vitrina 2 Tadimentet	13,96	16,25	12,80	3,45	0,73	0%	58,87	59,92	57,31	2,61	0,55	0%	0%
Vitrina 3 Herwodj	13,96	15,42	13,09	2,33	0,57	0%	60,08	70,92	50,40	20,52	4,35	0%	0%

Fuente: Tabla realizada por los autores.

A partir del análisis de los datos registrados se puede afirmar que la variable fuera de rango es la humedad relativa (Figura 13). Aunque la variación diaria es amortiguada por las vitrinas 1 y 2, las mediciones realizadas en la vitrina 3 evidencian una variación diaria de la HR de hasta 8% siendo el doble de la recomendada para los materiales que contiene (Figura 14). La Tabla 4 sintetiza los valores medios, máximos, mínimos y variación de la temperatura y la humedad relativa del período medido. Incluye además una variable cualitativa al determinar el porcentaje de los registros tomados que cumplen con las condiciones de temperatura y humedad relativa recomendadas (Tabla 2). Las

temperaturas registradas por los cinco dataloggers son menores a las recomendadas, sin embargo se trata de una campaña de invierno por lo que estos valores resultan aceptables. En el caso de la humedad relativa los valores registrados solo cumplen entre un 40% y 53% con los recomendados para la conservación de las areniscas, mientras que ninguno de los valores registrados en el interior de las vitrinas se encuentra entre los recomendados según los materiales que contienen.

Conclusiones

Las concentraciones promedio de las esporas fúngicas de cada uno de los sitios analizados no superan los estándares recomendados para edificios no contaminados. Asimismo, las bajas concentraciones y riqueza pueden deberse a la estacionalidad, motivo por el cual es importante realizar mediciones en otras épocas del año para corroborar la adecuación de los parámetros físicos y biológicos.

El análisis microbiológico reveló, además, mayor diversidad y concentración de tipos esporales en una de las vitrinas donde la variable fuera de rango fue la humedad relativa, condición que afecta la biología de estos organismos. Sin embargo las concentraciones no indican riesgo para los ataúdes exhibidos.

Esta experiencia interdisciplinaria aporta elementos de diagnóstico desde distintas disciplinas que contribuyen a una evaluación integral en espacios de guarda de interés cultural y patrimonial.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero concedido por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET) PIP 112-201101-00087, Agencia Foncyt PICT 2013-0418 y a el Proyecto de Incentivos a la Investigación FCNyM, UNLP N11/781. Asimismo agradecen a la Unidad de Conservación y Exhibición del Museo de La Plata (UCE) por su incondicional colaboración en la toma de muestras.

Fuentes

Plano del Museo de Ciencias Naturales: Dirección General de Construcciones y Mantenimiento, UNLP.

Mediciones exteriores: Departamento de Sismología e Información Meteorológica, FCAG UNLP.

Mediciones interiores: Cátedra de Palinología, FCNyM UNLP y Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable, FAU UNLP.

Fotografías: Sr. Rolando H. Vázquez, Unidad de Conservación y Exhibición del Museo de Ciencias Naturales de La Plata. Lic. Jimena García Santa Cruz y Arq. Mauro García Santa Cruz, Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable, FAU UNLP.

Bibliografía

Aghemo, C.; Filippi, E. (1996). *Condizioni ambientali per la conservazione dei beni di interesse storico e artistico. Ricerca bibliográfica comparata*. Torino: Comitato Giorgio Rota.

- Avrami, E.; Dardes, K.; De la torre, M.; Harris, S.; Henry, M.; Jessup, W. contributors. (1999). Evaluación para la Conservación: Modelo Propuesto para evaluar las Necesidades de Control del Entorno Museístico. Los Angeles: Getty Conservation Institute. <http://www.getty.edu/conservation/>
- Barnet, H. L.; Hunter, B.B. (1987). Illustrated Genera of Imperfect Fungi. MacMillan Publ. Co. New York.
- Baxter, A. (2006). Air O Cell Interpretation guide. Disponible en: <http://https://www.ehs.umass.edu/air-o-air-o-cell-method-interpretation-guide>. [Acceso: Enero 2011]
- García Santa Cruz, M; Gómez, A. (2014) Antecedentes y objetivos del Programa de Evaluación para la Conservación y Monitoreo Ambiental Edificio. Actas del Encuentro Museos en Edificios Patrimoniales. Buenos Aires: CICOP Argentina, ICOM Argentina, Museo Banco Provincia.
- Gómez, A. (2009). Una aproximación al diseño ambientalmente consciente en espacios de guarda. Estudio de casos. Seminario de Investigación en Museología de los países de habla portuguesa y española. Porto: Universidade do Porto, Faculdade de Letras, Biblioteca Digital. ISBN: 978-972-8932-61-9.
- Gómez, A.; García Santa Cruz, M.; Diulio, M. P. (2010). Desarrollo de Herramientas para la Evaluación del Entorno Ambiental en Museos y edificios afines. VI Jornadas Técnicas sobre Conservación, Exhibición y Extensión Educativa en Museos. Trelew, Argentina.
- Grant Smith, E. (1990). Sampling and identifying allergenic pollens and molds. Blewstone Press, San Antonio, Texas.
- Käärik, A.; Kelller, J., Kiffer, E., Perreau J.; Reisinger, O. En Nilsson, S. (1983). Atlas of airborne fungal spores in Europe. Springer-Verlag, Berlin.
- Lacey, M. E.; West, J.S. (2006). The Air Spore. Springer, Dordrecht, Netherlands.
- Norma UNI10586:1997. Documentazione: Condizioni climatiche per ambienti di conservazione di documenti grafici e caratteristiche degli alloggiamenti. Milano: Ente Nazionale di Unificazione.
- Norma UNI10829:1999. Beni di interesse storico e artistico: Condizioni ambientali di conservazione. Misurazione ed analisi. Milano: Ente Nazionale di Unificazione.
- Valentin, N. (2012). Análisis y control del biodeterioro. A las plagas le gustan las momias. En Momias. Manual de buenas prácticas para su preservación. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.(Eds).
- Viitanen, H.; Vinha, J.; Salminen K.; Ojanen, T.; Peuhkuri, R.; Paajanen, L.; Lähdesmäki, K. (2010). Moisture and bio-deterioration risk of building materials and structures. Journal of Building Physics. 33 (3) 201-224.