



INFLUENCIA DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AIRE EN EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA MADERA DEL GRAN TEATRO DE LA HABANA ALICIA ALONSO

BACTERIOLOGY QUALITY INFLUENCE IN THE AIR ON THE WOOD CONSERVATION OF THE HAVANA GREAT THEATRE ALICIA ALONSO

CLAUDIA M. TORRES*, JUAN MANUEL GARCÍA DELGADO, NATIVIDAD TRIGUERO,
CLAUDIA DE LA C. GALÁN VALENZUELA

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, La Habana, Cuba.

**Autor para correspondencia: claudiam@forestales.co.cu*

RESUMEN

La conservación del patrimonio cultural en edificios históricos es fundamental para preservar su valor artístico y arquitectónico. Este estudio evaluó la influencia de la calidad microbiológica del aire en el deterioro de la madera del Gran Teatro de La Habana Alicia Alonso. Se realizaron 95 muestreos en seis salas mediante sedimentación pasiva e hisopado directo, en placas con Agar Extracto de Malta para el cultivo de microorganismos. Se midieron temperatura, humedad relativa y unidades formadoras de colonias (UFC/m³), identificándose hongos y bacterias mediante técnicas microbiológicas estándar. Los resultados mostraron niveles elevados de contaminación en las salas García Lorca, Carpentier y Centro Gallego (hasta 3879 UFC/m³), asociados a condiciones de humedad (>65%) y temperatura (25-28 °C) favorables para el crecimiento microbiano. Los géneros *Aspergillus*, *Cladosporium* y *Penicillium* fueron los más frecuentes, con capacidad celulolítica y acidogénica, lo que acelera el biodeterioro de la madera. Se concluyó que la calidad microbiológica del aire, junto a factores ambientales, representa un riesgo significativo para la conservación de los elementos maderables, requiriéndose medidas de control para mitigar su impacto.

Palabras clave: biodeterioro, hongos, humedad, desinfección, patrimonio

ABSTRACT

The conservation of cultural heritage in historic buildings is essential to preserve their artistic and architectural value. This study evaluated the influence of microbiological air quality on the deterioration of the wood in the Alicia Alonso Grand Theater of Havana. Ninety-five samples were taken in six rooms using passive sedimentation and direct swabbing, using Malt Extract Agar plates for the cultivation of microorganisms. Temperature, relative humidity, and colony-forming units (CFU/m³) were measured, and fungi and bacteria were identified using standard microbiological techniques. The results showed high levels of contamination in the García Lorca, Carpentier, and Centro Gallego rooms (up to 3,879 CFU/m³), associated with humidity (>65%) and temperature (25-28°C) conditions favorable for microbial growth. The genera *Aspergillus*, *Cladosporium*, and *Penicillium* were the most common, with cellulolytic and acidogenic properties, which accelerate the biodeterioration of the wood. It was concluded that microbiological air quality, along with environmental factors, represents a significant risk to the conservation of wood-based materials, requiring control measures to mitigate their impact.

Keywords: biodeterioration, fungi, humidity, disinfection, heritage

INTRODUCCIÓN

El Gran Teatro de La Habana *Alicia Alonso*, sede del Ballet Nacional de Cuba, es una de las principales instituciones culturales de la capital y un ícono arquitectónico de la ciudad (De las Cuevas et al., 2001). Su sala principal, denominada

Federico García Lorca, tiene capacidad para 1500 personas. Además, el teatro alberga el Festival Internacional de Ballet de La Habana, un evento destacado en el ámbito de la danza que reúne a compañías de renombre como el Royal Ballet de Londres, la Scala de Milán, el New York City Ballet y el Ballet del Teatro Colón de Argentina (Rey Alfonso, 2005).

Recibido: 23/9/2021

Aceptado: 22/10/2021



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



En septiembre de 2015, el Consejo de Estado de la República de Cuba decidió otorgar al teatro el nombre de *Alicia Alonso*, en reconocimiento a sus contribuciones a la cultura cubana y universal (Arencibia, 2004). Este inmueble fue declarado Monumento Nacional en 1978 y está considerado el teatro en activo más antiguo del hemisferio occidental (Weiss, 1996). Su valor patrimonial lo convierte en un objeto de estudio constante para investigadores y conservadores.

Diversas investigaciones han analizado el teatro, entre las que destaca el trabajo de Arencibia (2004), quien retoma estudios de la Oficina del Historiador. Estos enfatizan que, para intervenir adecuadamente un edificio patrimonial, es esencial identificar las afectaciones y sus causas. Entre 2013 y 2015, el teatro fue sometido a una reparación capital, pero su reapertura oficial ocurrió el 1º de enero de 2016, como parte de las celebraciones por el 57º aniversario del Triunfo de la Revolución (Rey Alfonso, 2005).

La restauración abarcó la totalidad del inmueble, incluyendo fachadas, vestíbulos, palcos, cubierta y tabloncillo. También se incorporaron mejoras como nuevo mobiliario, sistemas de climatización, acústica y mecánica escénica, además de salones de ensayo, un estudio de grabación y más de 20 camerinos. Sin embargo, a finales de 2016, apenas meses después de su reinauguración, se detectaron problemas de deterioro en elementos maderables de varias salas, posiblemente debido a la acción de insectos y microorganismos xilófagos.

El biodeterioro en estos materiales surge principalmente por la actividad de microorganismos heterótrofos, los cuales degradan enzimáticamente sustancias orgánicas (Crespo & Viñas, 1984; Valentín, 2010). Entre los agentes contaminantes más relevantes se encuentran dos grupos: las bacterias, con requerimientos nutritivos específicos, y los hongos, que pueden desarrollarse en una amplia variedad de sustratos, desde compuestos simples hasta complejos (Caneva et al., 2000; Arroyo, 1995).

Factores como altas temperaturas, humedad relativa, iluminación inadecuada y contaminantes atmosféricos (cloruros, azufre y polvo) afectan negativamente la conservación de los objetos en museos. Estos elementos suelen interactuar, potenciando el daño y favoreciendo el crecimiento de microorganismos en diversos soportes (Cassares, 2007). La combinación de estas condiciones acelera el deterioro y complica las estrategias de preservación.

En Cuba, muchos museos ocupan edificaciones históricas que no fueron diseñadas originalmente para este fin. El clima tropical, caracterizado por altos niveles de humedad relativa (HR), propicia que los organismos vivos se conviertan en uno de los principales agentes de deterioro del patrimonio cultural. Entre ellos, los microorganismos no solo dañan los bienes culturales, sino que también pueden afectar la salud del

personal que trabaja con estas colecciones (S. F. Borrego & Rodríguez, 2013).

Debido a lo anterior, este estudio se centró en evaluar el impacto de la calidad microbiológica del aire en la conservación de los objetos maderables presentes en seis salas principales del Gran Teatro de La Habana *Alicia Alonso*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron 95 muestreos en total en las seis salas identificadas como las de mayor área y relevancia sociocultural del teatro entre septiembre y octubre de 2018. Los muestreos se llevaron a cabo alrededor de las 11:00 a.m., horario informado como el de mayor concentración microbiana en el ambiente aéreo (S. F. Borrego & Rodríguez, 2013). Las placas se colocaron a una altura de 1.5 m con respecto al piso.

A continuación, se detalla el área de las salas analizadas:

- Sala García Lorca: 300 m²
- Sala Carpentier: 160 m²
- Centro Gallego: 100 m²
- Sala Lecuona: 72 m²
- Sala Lezama Lima: 45 m²
- Sala Orígenes: 28 m²

Metodología de recolección

Los muestreos se realizaron por triplicado en cada punto seleccionado, mediante el método de sedimentación descrito por Omeliansky y modificado por Bogomolova & Kirtsideli (2009). Se utilizaron placas Petri de 90 mm de diámetro con Agar Extracto de Malta (AEM) suplementado con NaCl (7.5 %), las cuales se expusieron durante 10 minutos. Además, se efectuaron muestreos directos por hisopado sobre superficies de madera en muebles, pisos y puertas.

Una vez finalizada la recolección, las muestras directas y las tres réplicas de cada punto se incubaron a 28 °C durante un período de 7 a 10 días.

Cálculo de unidades formadoras de colonias

Finalizado el período de incubación, se contaron las colonias fúngicas y bacterianas emergentes en cada placa. Posteriormente, se calcularon las unidades formadoras de colonias por metro cúbico de aire (UFC/m³) mediante la ecuación propuesta por (Omeliansky Bogomolova & Kirtsideli, 2009).

$$UFC/m^3 = 5_a \times 10^4 \times (b \cdot t)^{-1}$$

donde:

a: número de colonias.

b: área de la placa en cm².

t: tiempo de exposición de las placas en minutos.

Identificación de microorganismos

Se observaron las características culturales y morfológicas (microscópicas y macroscópicas) de los microorganismos aislados. La identificación se realizó con ayuda de manuales de taxonomía (AWIB, 2006; Barnett & Hunter, 1987; Pitt, 2007).

Distribución relativa de las colonias

Para determinar la frecuencia de aparición y la densidad relativa de los géneros aislados, se emplearon las ecuaciones de frecuencia y densidad relativa (Esquivel et al., 2003; Smith, 2001).

Frecuencia de aparición =

$$\frac{\text{No. muestras en que aparece un taxa} \times 100}{\text{No. total de muestras}}$$

Densidad relativa =

$$\frac{\text{No. de UFC del género o especies} \times 100}{\text{No. de UFC de todos los géneros o especies}}$$

Actividad celulolítica y producción de pigmentos en hongos

La actividad celulolítica de las cepas fúngicas se evaluó cualitativamente en el Laboratorio de Diagnóstico del grupo empresarial RESTAURA. Se utilizó un medio de cultivo con la siguiente composición salina por litro: 2 g de nitrato de sodio, 1 g de fosfato de dipotasio, 0.5 g de sulfato de magnesio, 0.5 g de cloruro de potasio, 0.01 g de sulfato ferroso, 0.5 g de extracto de levadura y 20 g de agar, ajustado a pH 5.5.

Como fuentes de carbono, se emplearon una tira de papel de filtro (4.8 cm × 1 cm), celulosa cristalina (1 %), celobiosa (1 %) y glucosa (1 %) como control. Los cultivos se incubaron a 28 °C durante 21 días. La producción de pigmentos se evaluó sobre la tira de papel de filtro (Smith, 2001).

Producción de ácidos por hongos

Se sembró una azada de esporas de cada cepa fúngica en un caldo de cultivo de composición salina similar al anterior, pero con glucosa al 1 % y pH ajustado a 7. Se adicionó rojo fenol (0.001 %) como indicador de pH. Los cultivos se incubaron a temperatura ambiente durante 3 días. Un resultado positivo se evidenció por el cambio de coloración (de rojo a amarillo) y por la disminución del pH medida con potenciómetro (Rautela & Cowling, 1966, citado por Borrego & Rodríguez (2013).

Actividad amilolítica

Cada cepa fúngica se inoculó en placas Petri con medio salino similar a los anteriores, con 5 g/L de almidón soluble como fuente de carbono. Tras 7 días de incubación a 28 ± 2 °C, se añadieron 5 mL de reactivo de Lugol a cada placa. Una zona no coloreada alrededor de la colonia indicó hidrólisis positiva (S. Borrego et al., 2008).

Medición de temperatura y humedad relativa

Durante el muestreo microbiológico ambiental, se midieron la temperatura (T) y la humedad relativa (HR) en las salas de estudio. Se empleó un psicrómetro de molinete, cuyas lecturas en los bulbos seco y húmedo permitieron calcular estos parámetros mediante tablas psicrométricas.

Además, se colocó un termohigrógrafo con sistema de relojería manual para registrar continuamente las variaciones de HR y T. La plantilla de registro se cambió y el equipo se calibró en los días de muestreo.

Análisis estadístico

Se utilizó el programa Statsoft Statistic versión 2.0, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para el análisis de los datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Niveles de contaminación microbiana ambiental

Los resultados del análisis del comportamiento de los contaminantes fúngicos aislados del ambiente entre septiembre y octubre de 2018 indican que la media de los niveles máximos registrados en el local fue de 2092 ufc/m³. Al comparar estos valores con la escala de Omeliansky (Bogomolova & Kirtsideli, 2009) y con referencias más recientes que establecen como contaminado un ambiente con más de 1000 ufc/m³ (Cassares, 2007), se deduce que las salas Carpentier, García Lorca y el Centro Gallego presentan un ambiente altamente contaminado. Estas salas, con condiciones ambientales desfavorables para la conservación de la madera -humedad superior al 65 % y temperaturas elevadas- favorecen el desarrollo de la microbiota ambiental, lo que representa un riesgo potencial de biodeterioro.

Por otro lado, las salas Orígenes y Lecuona se clasificaron como contaminadas, mientras que el centro de documentación Sala Lezama Lima se consideró no contaminado (Tabla 1). Esta variación en los niveles de contaminación refleja diferencias en las condiciones microclimáticas o en las fuentes de contaminación presentes en cada espacio.

Los valores microbianos superiores a 100 ufc/m³ de aire son relevantes para el biodeterioro de los materiales y la conservación del Patrimonio Cultural. El Ministerio de Cultura de Italia, en su Resolución 2000 de 1998, establece un límite de 150 ufc/m³ para hongos, lo que refuerza la necesidad de un control climático adecuado en estos entornos. Mantener una humedad relativa (HR) por debajo del 65 % es crucial, ya que niveles más altos promueven la germinación de esporas fúngicas en superficies.

En Cuba, se han reportado niveles similares de contaminación microbiana en interiores de viviendas, bibliotecas, archivos y museos, tanto con biocoletores (Levetin, 2002; Rojas & Martínez, 2000; Pons & Rojas, 2003;

Tabla 1. Resultados obtenidos del muestreo microbiológico ambiental en las seis salas estudiadas en el GTH Alicia Alonso.

Sala	Área (m ²)	Cantidad de puntos muestreados	T (°C)	HR (%)	Unidades Formadoras de colonia por m ³ de aire (ufc/m ³ aire)	Densidad Relativa/ Frecuencia de aparición (%)	Categoría de contaminación
García Lorca	300	32	28.6	77	3879	48.4	Altamente Contaminado
Carpentier	160	20	28.6	83	3636	25.0	Altamente Contaminado
Centro Gallego	100	15	25.6	82	2163	19.4	Altamente Contaminado
Lecuona	72	12	25.3	78	1406	14.3	Contaminado
Orígenes	28	8	27.6	81	1029	12.5	Contaminado
Centro de Docum.	45	8	27.5	83	439	12.5	No Contaminado

S. Borrego, 2005) como con el método de sedimentación. Estos hallazgos coinciden con los resultados obtenidos en este estudio, lo que sugiere un patrón común en ambientes interiores del país.

Las salas evaluadas mostraron un comportamiento estable en humedad relativa (HR) y temperatura (T), pero con valores elevados (Figura 1). La temperatura osciló entre 25 y 28 °C, mientras que la HR varió entre 74 % y 83 %. Estas condiciones climáticas favorecen la germinación de esporas fúngicas depositadas en superficies de madera, lo que puede desencadenar brotes de contaminación.

Además, los parámetros climáticos registrados facilitan el biodeterioro directo debido a valores elevados de HR y a las variaciones bruscas. El estrés generado por estas fluctuaciones afecta particularmente a materiales orgánicos higroscópicos, como la madera, acelerando su degradación.

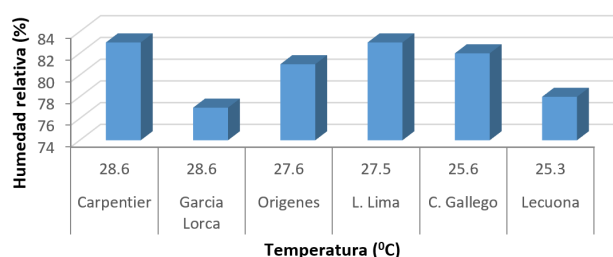
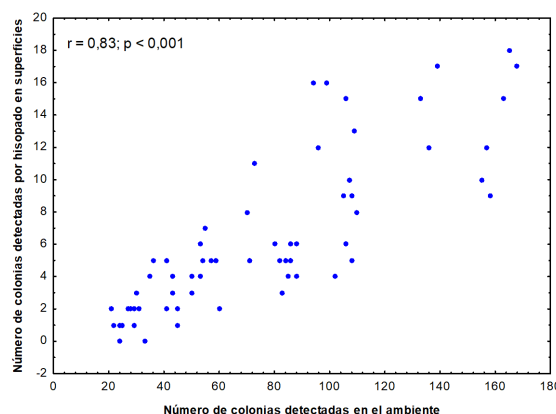
Resultado del análisis estadístico

El análisis estadístico de los géneros fúngicos aislados -tanto del muestreo ambiental como del hisopado directo en madera deteriorada- revela una relación lineal entre ambos parámetros (Figuras 2 y 3). La abundancia de microorganismos en el ambiente interior se correlaciona directamente con la cantidad detectada en las piezas de madera mediante hisopado. Este hallazgo refuerza la importancia de controlar la contaminación microbiana ambiental para prevenir el biodeterioro de los materiales.

Caracterización microbiana

Los géneros *Cladosporium* y *Aspergillus* fueron los más predominantes, seguidos por *Penicillium*. Estos resultados coinciden con estudios previos realizados en Cuba, donde estos hongos se identificaron como los principales contaminantes en ambientes interiores de museos, archivos y bibliotecas, así como en muestreos directos de bienes culturales (S. Borrego et al., 2007).

Durante el período de muestreo, se detectó una amplia diversidad de géneros fúngicos, que incluyeron *Aspergillus sp.*, *Cladosporium sp.*, *Fusarium sp.*, *Alternaria sp.*, *Neurospora sp.*, *Penicillium sp.* y *Syncephalastrum sp.* Estos géneros, informados en estudios anteriores (S. Borrego et al., 2007), son representativos de la micobiota

**Figura 1.** Valores medios observados de Humedad Relativa (HR) versus Temperatura (°C) en las seis salas estudiadas.**Figura 2.** Número de colonias detectadas por el método de hisopado directo estéril versus el número de colonias detectadas por el muestreo ambiental por sedimentación

en ambientes interiores. Las diferencias en los géneros identificados dependen principalmente de las condiciones ambientales durante el muestreo (Tabla 2).

La presencia de hongos con una densidad relativa (DR) superior al 20 % y una frecuencia relativa (FR) mayor al 70 % confirma su establecimiento en los sustratos materiales del ambiente. En climas tropicales como el de Cuba, los materiales orgánicos son especialmente vulnerables a la actividad de estos hongos, que requieren una actividad de agua superior a 0.65 (equivalente a una HR del 65 %). Estas condiciones los convierten en agentes de deterioro peligrosos para la conservación (Tabla 3).

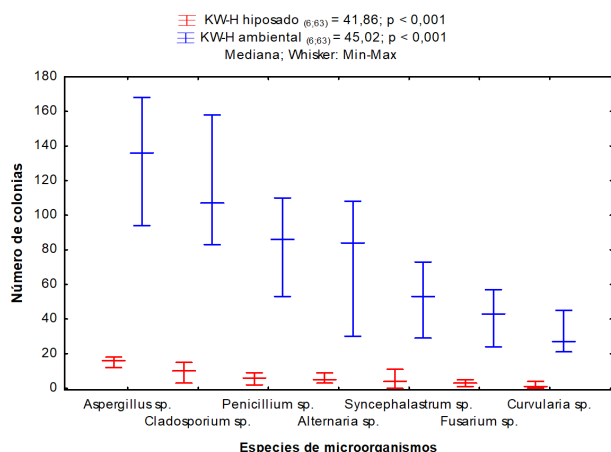


Figura 3. Gráfico que muestra el número de colonias versus los géneros fúngicos obtenidos de ambos muestreos (ambiental, hisopado)

Tabla 2. Géneros fúngicos aislados del muestreo microbiológico ambiental realizado en las salas muestreadas.

Sala Orígenes	Sala Carpentier	Sala Lecuona	Sala García Lorca	Sala Lezama Lima	Centro Gallego
<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Alternaria</i> sp.	<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Cladosporium</i> sp.	<i>Aspergillus niger</i>
<i>Cladosporium</i> sp.	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Cladosporium</i> sp.	<i>Alternaria</i> sp.		
<i>Penicillium</i> sp.					
<i>Neurospora crassa</i>	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Nigrospora</i> sp.	<i>Nigrospora</i> sp.	<i>Alternaria</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.
<i>Alternaria</i> sp.	<i>Nigrospora</i> sp.	<i>Syncephalastrum</i> sp.	<i>Syncephalastrum</i> sp.	<i>Aspergillus</i> spp.	
	<i>Syncephalastrum</i> sp.				
<i>Nigrospora</i> sp.	<i>Cladosporium</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Cladosporium</i> sp.	<i>Aspergillus niger</i>	
<i>Syncephalastrum</i> sp.		<i>Alternaria</i> sp.	<i>Neurospora crassa</i>		
		<i>Neurospora crassa</i>			

Tabla 3. Densidad Relativa y Frecuencia de aparición de los géneros fúngicos más comunes hallados en el muestreo a las seis salas de estudio en el GTH Alicia Alonso.

Géneros Fúngicos	Frecuencia de Aparición (%)	Densidad Relativa (%)
<i>Aspergillus</i> sp.	78	40
<i>Cladosporium</i> sp.	63	35
<i>Penicillium</i> sp.	56	30
<i>Fusarium</i> sp.	45	27
<i>Curvularia</i> sp.	38	24
<i>Neurospora</i> sp.	38	24
<i>Syncephalastrum</i> sp.	32	22

El potencial de deterioro fúngico en las salas se evaluó mediante la producción de ácidos y la actividad celulolítica de los géneros más representativos: *Cladosporium*, *Aspergillus* y *Penicillium*. En la mayoría de los muestreos, *Aspergillus niger* fue la especie más abundante, lo que concuerda con estudios previos que la identifican como un contaminante frecuente en interiores y en documentos deteriorados (S. Borrego et al., 2007).

CONCLUSIONES

1. La calidad micológica del aire interior en las salas Carpentier, García Lorca y el Centro Gallego se considera altamente contaminada según las ufc/m³ encontradas por lo que deben acometerse acciones de desinfección para evitar tanto el biodeterioro de la madera que en ellas se encuentran, así como, afectaciones a la salud humana por la inhalación de esporas fúngicas.

2. Los géneros fúngicos aislados tanto en el muestreo del aire como el muestreo por hisopado directo, coinciden con la información de otros autores donde se demuestran que son agentes biodeteriogenos de objetos maderables.
3. La calidad microbiológica del aire interior de las salas muestreadas en el Gran Teatro de La Habana Alicia Alonso, así como la temperatura y humedad relativa, constituyen una fuente de infección directa a la madera presente en su interior a través del biodeterioro e influye negativamente en su estado de conservación.

BIBLIOGRAFÍA

Arencibia, S. R. (2004). *Estudio del deterioro presente en la fachada del Gran Teatro de La Habana*. [Tesis en Opción al Título Académico de Máster en "Conservación y Explotación de Edificaciones"]. Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría. Facultad de Arquitectura.

- Arroyo, I. (1995). *Análisis y control de microorganismos causantes de biodeterioro*. Curso Internacional del ICRBC. Madrid. 23p.
- AWIB. (2006). *The Aspergillus Website. Image Bank*. <http://www.aspergillus.man.ac.uk/index.html>
- Barnett, H. L., & Hunter, B. B. (1987). *Illustrated genera of imperfect fungi*. (3rd ed.). Burgess Publishing Co. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19721103191>
- Bogomolova, E., & Kirtsideli, I. (2009). Airborne fungi in four stations of the St. Petersburg Underground railway system. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 63(2), 156-160.
- Borrego, S. (2005). *El edificio de archivo: Su influencia en la contaminación microbiana ambiental, el biodeterioro y la salud del personal. IV Coloquio Iberoamericano del Papiro a la Realidad Virtual*. 21.
- Borrego, S. F., & Rodríguez, J. C. (2013). Caracterización micológica del ambiente aéreo del depósito de los fondos bibliográficos del Museo Nacional de la Música. *Boletín del Archivo Nacional*, 21(1), 48-60.
- Borrego, S., Guimet, P., Pons, V., Gómez de Saravia, S., & Perdomo, I. (2007). *Estudio de la microbiota aislada de documentos especiales y del aire de los depósitos donde estos se almacenan. Taller sobre la conservación del patrimonio documental y la prevención contra catástrofes en países de clima tropical*. Taller sobre la conservación del patrimonio documental y la prevención contra catástrofes en países de clima tropical, La Habana, Cuba.
- 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*, 39(1), 63-69.
- Caneva, G., Nugari, M. P., & Salvadori, O. (2000). Biodeterioro de los materiales de naturaleza orgánica. En *La biología en la restauración* (pp. 69-114). Editorial Nerea. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=7CVQILkQLUC&oi=fnd&pg=PA7&dq=Biodeterioro+d e+los+materiales+de+naturaleza+org%C3%A1nica.+Ed.+Nerea+S.A.+La+Biolog%C3%ADa+en+la+Restauraci%C3%B3n&ots=fWobQYJ3a3&sig=TndBG8PsnvVj_sSENpt8RyoOYA
- Cassares, N. C. (2007). *Calidad del aire interior*. Taller de Preparación para desastres. Recuperación de los daños biológicos en colecciones afectadas por desastres.
- Crespo, C., & Viñas, V. (1984). *La preservación y restauración de documentos y libros en papel: Un estudio del RAMP con directrices*. UNESCO. <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/1071>
- De las Cuevas, J. T., Santos, G. S., & Valdés, A. P. (2001). *500 años de construcciones en Cuba*. Chavin Servicios Graficos y Editoriales.
- Esquivel, P., Mangiaterra, M., Giusiano, G., & Sosa, M. A. (2003). Microhongos anemófilos en ambientes abiertos de dos ciudades del nordeste argentino. *Boletín Micológico*, 18, 21-28.
- Levetin, E. (2002). Bioaerosols in Agricultural and Outdoor Settings. En G. Bitton (Ed.), *Encyclopedia of Environmental Microbiology* (1.ª ed.). John Wiley and Sons. <https://doi.org/10.1002/0471263397.env184>
- Pitt, J. I. (2007). *A laboratory guide to common Penicillium species*. (3rd ed.). Food Science. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19861313153>
- Pons, V., & Rojas, T. I. (2003). *Microbiota contaminante en el Museo Antropológico Montané* [Trabajo de Diploma]. Facultad de Biología, Universidad de la Habana.
- Rautela, G. S., & Cowling, E. B. (1966). Simple Cultural Test for Relative Cellulolytic Activity of Fungi. *Applied Microbiology*, 14(6), 892-898. <https://doi.org/10.1128/am.14.6.892-898.1966>
- Rey Alfonso, F. (2005). *Gran Teatro de La Habana: Biografía de un coliseo*. Gran Teatro de La Habana.
- Rojas, T. I., & Martínez, E. (2000). *Monitoreo microbiano del aire: Criterios metodológicos*. 1.
- Smith, R. L. (2001). *Ecology and field biology* (2nd ed.). Harper & Row. <https://cir.nii.ac.jp/crid/1130000797628241024>
- Valentín, E. J. (2010). Contaminación microbiana en museos, archivos y bibliotecas. *Revista de Archivos, Bibliotecas y Monumentos*, LXXVII, 747-767.
- Weiss, J. E. (1996). *La arquitectura colonial cubana* (Vol. 1). Instituto Cubano del Libro.