



MUSEO DE HISTORIA  
NATURAL DE VALPARAÍSO

# ANALES

del Museo de Historia Natural  
de Valparaíso

## RECUESTO ESTACIONAL DE GÉNEROS FÚNGICOS ANEMÓFILOS OBTENIDOS POR DECANTACIÓN Y DE SUPERFICIES BIOLÓGICAS PINCELADAS EN SALAS DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO

SEASONAL COUNT OF ANEMOPHILOUS FUNGAL GENERA OBTAINED BY DECANTING AND OF BIOLOGICAL SURFACES BRUSHED IN ROOMS OF THE NATURAL HISTORY MUSEUM OF VALPARAISO

Anabell Lafuente\* & Eduardo Piontelli\*\*

**RESUMEN:** La presente investigación consistió en la determinación de hongos (solo a nivel de género) presentes en el interior de cuatro Salas del Museo de Historia Natural de Valparaíso, como también en algunas piezas de colección en exhibición, con la finalidad de conocer las cargas fúngicas presentes en el aire y los hongos predominantes en la superficie de estas colecciones, durante un período de 12 meses entre el año 2016-2017. Para las técnicas de muestreo en Salas se utilizó la decantación en placas de Petri con agar papa zanahoria y en las piezas de colección la de arrastre mediante pincel estéril sobre el cultivo en placas de Petri con el mismo agar. La abundancia relativa de géneros fúngicos en salas demostró que el género *Cladosporium* predomina en todas ellas y en todas las estaciones del año, representando un 58%, seguido de *Penicillium* (subgénero *penicillium*) con un 11% de representatividad y un 10% de hongos hialinos que no lograron fructificar. En cuanto a las piezas de colección, en mamíferos el ejemplar que presentó mayor carga fúngica fue el zorro chilla (*Lycalopex griseus*) con 128 UFC, y en aves, el Petrel gigante subantártico (*Macronectes halli*), con 484 UFC, en ambos casos, el género con mayor representación fue el *Cladosporium* seguido del *Penicillium* (Subgénero *Penicillium*).

**PALABRAS CLAVE:** Museo Historia Natural, hongos anemófilos, colecciones de museo.

**ABSTRACT:** The present investigation consisted in the determination of fungus (only at genera level) present in the interior of four Rooms of the Natural History Museum of Valparaiso, as well as in some pieces of collection in exhibition, with the purpose of knowing the fungus loads present in the air and the predominant fungus in surface of these collections, during a period of 12 months between 2016-2017. For the sampling techniques in Rooms the decantation in Petri plates with potato-carrot agar was used and in the pieces of the collection the technique of dragging with a sterile brush on the culture in Petri plates with the same agar was used. The related abundance of fungal genera in rooms showed that the genus *Cladosporium* predominates in all of them and in all seasons of the year, representing 58%, followed by *Penicillium* (subgenus *penicillium*) with 11% representativeness and 10% of hyaline fungus that failed to fructify. As for collection pieces, in mammals the specimen with the highest fungal load was the chilla fox (*Lycalopex griseus*) with 128 CFU, and in birds, the subantarctic giant Petrel (*Macronectes halli*), with 484 CFU, in both cases, the genus with the highest representation was the *Cladosporium* followed by the *Penicillium* (Subgenus *Penicillium*).

**KEYWORDS:** Natural History Museum, anemophilous fungus, collection pieces.

\* Museo de Historia Natural de Valparaíso, Anabell.lafuente@museosdibam.cl

\*\* Universidad de Valparaíso, Escuela de Medicina. Cátedra de Micología. Valparaíso, Chile. eduardopiontelli@hotmail.com  
Recibido: 27 de septiembre 2018 - Aceptado: 22 de octubre 2018

## INTRODUCCIÓN

El continuo conocimiento y control de las condiciones ambientales en archivo, bibliotecas y museos constituye hoy en día uno de los elementos más importantes a tener en cuenta en la conservación preventiva del Patrimonio Documental para una Nación. La prevalencia de condiciones ambientales inadecuadas junto a la presencia de elevadas concentraciones microbianas en el aire de los depósitos donde se conserva ese patrimonio, viene despertando cada vez la atención de investigadores y especialistas del área de la conservación de bienes patrimoniales, debido al riesgo que esto implica tanto para la integridad del patrimonio que conservan como para la salud del personal que laboran en estas instituciones o que recibe servicios sistemáticos en ellas (Borrego *et al.*, 2010a; Sterflinger, 2010; Sterflinger & Pinzari, 2011). Específicamente, la contaminación fúngica es uno de los principales objetivos del estudio, ya que las esporas fúngicas constituyen el grupo más numeroso de todo el material biológico que es transportado por el aire además del elevado potencial biodeteriorante y patógeno que posee este grupo microbiano (Florian, 2004; Mesquita *et al.*, 2009; Cappitelli & Sorlini, 2010; Sterflinger & Pinzari, 2011; Michaelsen *et al.*, 2012).

La composición de los microorganismos en ambientes cerrados puede variar tanto en calidad como en cantidad de acuerdo a factores como la microbiota predominante en el aire exterior, tipo de edificación y localización geográfica, número de personas presentes y actividades que se realizan, condiciones microclimáticas (humedad relativa y temperatura), puntos locales de vegetación, sistemas de ventilación y limpieza. (Jones y Harrison 2003, Maggi *et al.* 2000, Nevalainen y Morawska 2009, O’Gorman y Fuller 2008, Pyrri y Kapsanaki-Gotsi 2007, Shelton *et al.* 2002).

Varios autores han evaluado el “Síndrome del edificio enfermo” [Sick building syndrome (SBS)]” estimando la calidad microbiológica de diferentes ambientes internos como archivos, bibliotecas, catedrales, edificios, laboratorios, museos y hospitales (Aira *et al.* 2006, Bogomolova y Kirtsideli 2009, Borrego *et al.* 2008, 2010a, b, Bueno *et al.* 2003, Chao *et al.*

2001, Gómez *et al.* 2005, Haleem Khan *et al.* 2009, Pitzurra *et al.* 1999, Rojas *et al.* 2008, Toloza-Moreno y Lizarazo-Forero 2011), y han encontrado que los microorganismos pueden crecer sobre diversos materiales tanto orgánicos como inorgánicos causando su biodeterioro, además de que pueden representar un riesgo para la salud, originando alergias, infecciones e intoxicaciones (Labarrere *et al.* 2003).

Es por esto que se hace imprescindible conocer la composición y la calidad microbiana de ambientes internos como el mecanismo más elemental de prevención de enfermedades (Labarrere *et al.* 2003) y para conocer el riesgo al que están expuestos los materiales y documentos (Borrego *et al.* 2008, MiniCultura Colombia 2009).

El objetivo de este estudio fue detectar los tipos hongos anemófilos a nivel genérico presentes por decantación y en superficies biológicas en el interior del Museo de Historia Natural de Valparaíso durante un ciclo anual.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio fue realizado en el Museo de Historia Natural de Valparaíso, específicamente en cuatro de las salas de la exhibición permanente, las cuales fueron escogidas bajo el criterio de ser las salas que contienen mayor cantidad de piezas de materialidad categorizadas como sensibles a cambios ambientales, (Procedimiento para un adecuado monitoreo de condiciones ambientales en Museos DIBAM, versión 20140620, CNCR) conformadas principalmente por aves y mamíferos. Se realizaron muestreos bimensuales, en un periodo de doce meses, desde abril 2016, hasta marzo 2017, a fin de conocer el comportamiento estacional de los microorganismos presentes.

Para ello se trabajó con el medio de cultivo agar papa-zanahoria añadiendo el antibiótico cloranfenicol (200mg x L) al medio, a fin de evitar el crecimiento bacteriano. El muestreo se realiza con seis placas de Petri por sala, de las cuales se dividen, tres para realizar muestreos del ambiente de la sala y tres para muestreos directos sobre piezas de colección biológica.

El método de colecta que se utilizó para las muestras del ambiente de las salas fue un muestreo por gravedad, con un tiempo de exposición de las placas abiertas durante 15 minutos, en cada punto determinado, ubicándolas sobre una base a 1,5 metros de altura.

Para el caso de la colecta directa sobre las piezas de colección, esta se realizó con el método de arrastre con un pincel fino esterilizado, realizando pequeños movimientos a favor del pelo o las plumas de las piezas a fin de arrastrar las esporas que estuvieran depositadas en su superficie hasta las placas de Petri con agar. Las placas de Petri fueron incubadas

a 22-24°C durante 7 días, posteriormente se realizó el recuento e identificación de los géneros fúngicos.

Para el análisis de los datos obtenidos, se elaboraron matrices por cada Sala de estudio, con los datos anuales y separados por estacionalidad, separadamente para cada pieza de colección biológica muestreada, dividida en mamíferos y aves. De estas se analizan los datos directos, para el caso de las Salas en estudio se aplicó la fórmula de Smith (1980), y así determinar la densidad relativa (DR) de los géneros de hongos encontrados, donde:

FORMULA 1

$$DR = \frac{\text{Número de colonias del género o especie}}{\text{Número total de colonias de todos los géneros o especies}} \times 100$$

Para la determinación de los géneros fúngicos se utilizaron las claves del “Manual de Microhongos filamentosos comunes I, Eduardo Piontelli Laforet 2013”.

A continuación, se muestra la manera en que distribuyeron los puntos de muestreo en cada sala de estudio.

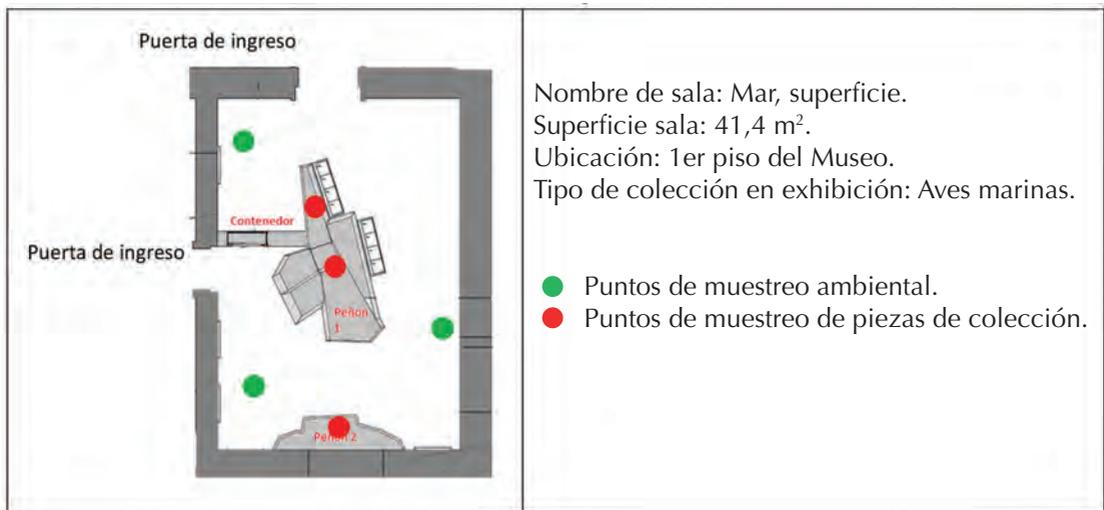


Figura N°1: Distribución de puntos de muestreo ambiental y de piezas de colección en sala Mar, superficie.

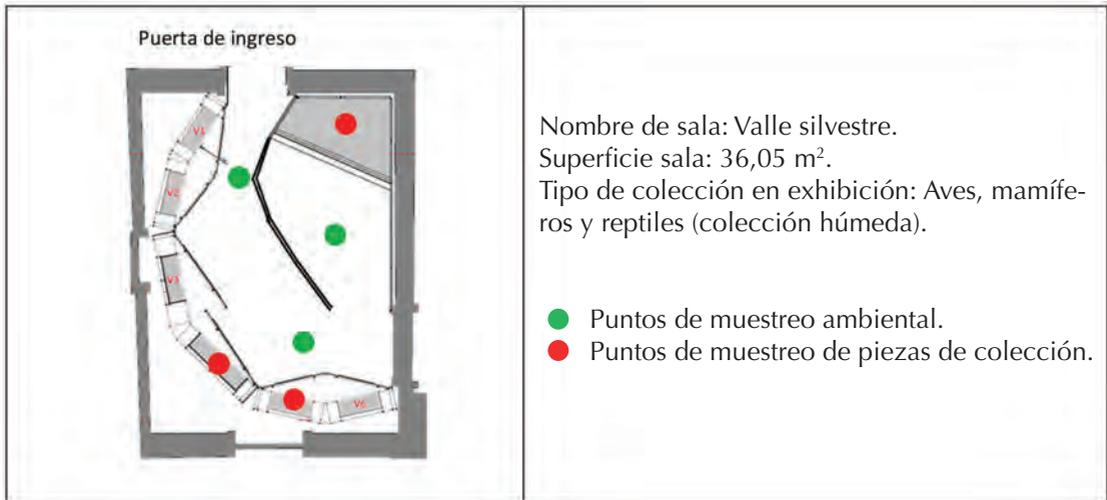


Figura N°2: Distribución de puntos de muestreo ambiental y de piezas de colección en sala Valle Silvestre.

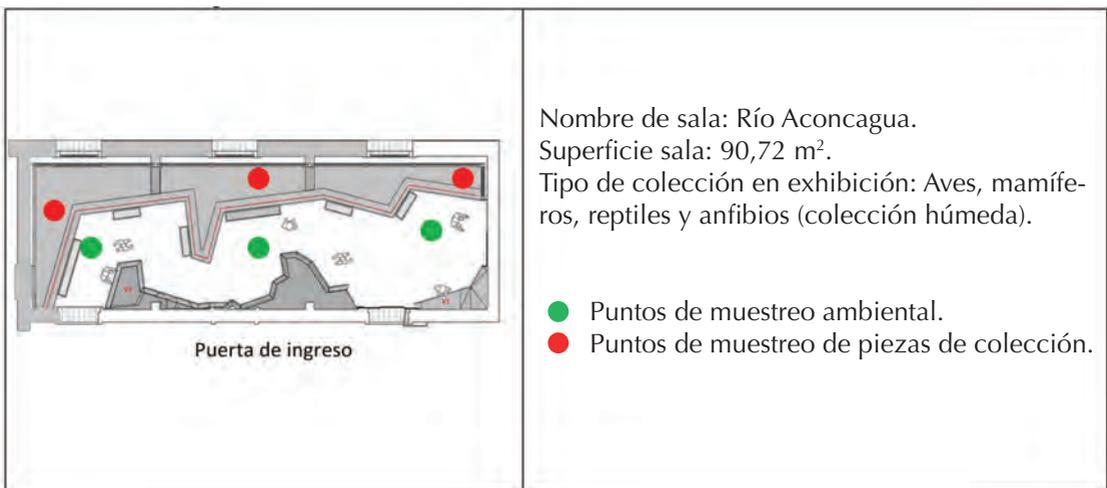


Figura N°3: Distribución de puntos de muestreo ambiental y de piezas de colección en sala Río Aconcagua.

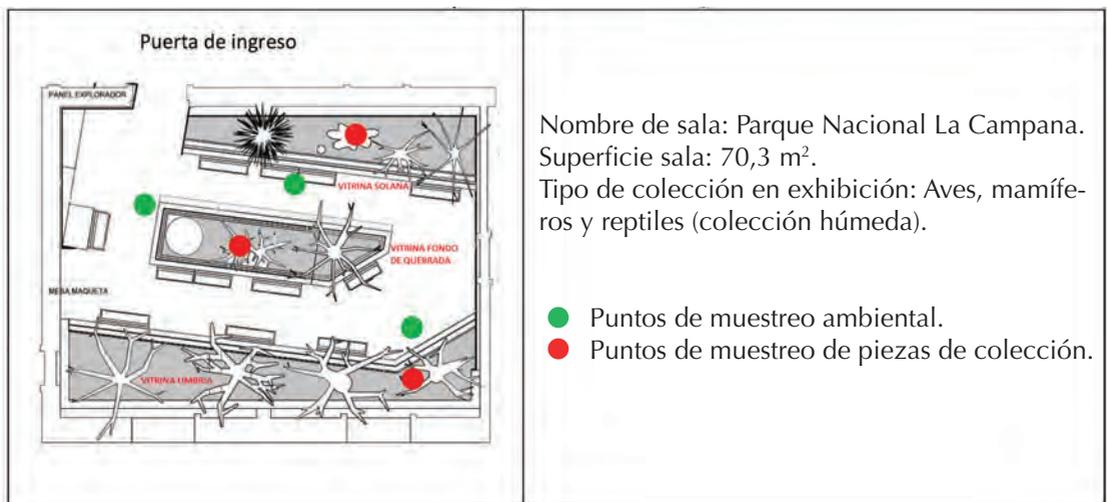


Figura N°4: Distribución de puntos de muestreo ambiental y de piezas de colección en sala Parque Nacional La Campana.

**RESULTADOS**

El resultado de las variables ambientales, como temperatura (°C) y Humedad relativa

(%) en las salas de estudio, se expresan en la Tabla N°1, estas fueron tomadas durante dos semanas, y de estos valores se obtuvo el promedio de cada estación.

**Tabla 1.** Valores promedio de temperatura y humedad relativa, obtenidos de las Salas de estudio, en el Museo de Historia Natural de Valparaíso, Chile

Salas de estudio/ variables ambientales.	Estaciones del año							
	Otoño		Invierno		Primavera		verano	
	T °C	H%	T °C	H%	T °C	H%	T °C	H%
Sala Valle Silvestre.	21,8	55	16,6	59	21	56	24,9	48
Sala Mar, superficie.	21	55	16,5	57	19,7	56	23,3	53
Sala Río Aconcagua.	21,9	56	16,2	70	19	56	24,7	56
Sala Parque Nacional La Campana.	19,2	63	16,7	68	19,5	56	23,3	53

En las Salas estudiadas las temperaturas durante el año fluctúan entre los 16,2°C la más baja registrada en invierno, y los 24,7°C la más alta en verano. Para la humedad relativa se obtuvieron como valor mínimo 48%, registrado durante el verano, y como valor máximo

un 70% registrado en invierno. Si bien estos valores son de referencia, dado que son resultados del promedio de las temperaturas tomadas durante dos semanas en cada estación, los rangos en los que se encuentra el interior del Museo, son propicios para el desarrollo de gran cantidad de géneros fúngicos.

**Tabla 2.** Se muestran los valores de cada Sala por estación, representando la carga fúngica anual de cada una de estas

Hongos v/s Salas	Sala Mar, superficie (UFC)	Sala Valle Silvestre (UFC)	Sala Río Aconcagua (UFC)	Sala Parque Nacional La Campana (UFC)	Total (UFC)
<i>Acremonium</i>	1	2	2	--	5
<i>Alternaria</i>	3	8	5	1	17
<i>Aureobasidium pullulans</i>	1	2	--	--	3
<i>Aspergillus</i>	5	2	2	--	9
<i>Botrytis</i>	5	6	1	5	17
<i>Chaetonium</i>	--	1	1	--	2
<i>Cladosporium</i>	115	176	131	138	560
<i>Esclerosios</i>	--	--	--	1	1
<i>Fusarium</i>	2	4	3	2	11
<i>Geotrichum</i>	--	1	--	--	1
<i>Gliocladium</i>	--	1	--	--	1
<i>Graphyium</i>	--	4	--	--	4
<i>Levadura blanca</i>	3	7	6	6	22
<i>Levadura rosada</i>	1	8	4	45	58
<i>Levadura negra</i>	1	--	--	--	1
<i>Mucor</i>	1	1	--	1	3
<i>Paecilomyces</i>	--	1	--	1	2
<i>Penicillium (sub. Genero Aspergilloides)</i>	4	6	4	1	15
<i>Penicillium (sub. Genero chrysogenum complex)</i>	1	--	--	--	1
<i>Penicillium (sub. Genero Furcatum)</i>	--	--	2	--	2
<i>Penicillium (sub. Genero Penicillium)</i>	19	36	21	29	105
<i>Phoma</i>	3	4	3	--	10
<i>Rhizopus</i>	--	3	--	--	3
<i>Rhodotorula</i>	--	1	--	--	1
<i>Scopulariopsis</i>	--	--	--	1	1
<i>Stenocephalopsis subalutaceo</i>	--	--	--	1	1
<i>Streptomyces</i>	--	1	--	--	1
<i>Stemphylium</i>	1	--	--	--	1
<i>Torula</i>	1	--	--	--	1
<i>Ulocladium (Alternaria)</i>	7	2	--	3	12
<i>Sin fructificar, hialino</i>	26	18	22	27	93
<b>Total, UFC</b>	<b>200</b>	<b>295</b>	<b>207</b>	<b>262</b>	<b>964</b>

La Tabla 2, muestra la cantidad de hongos presentes en el ambiente de cada Sala estudiada, resultados que establecen que la Sala Valle Silvestre presenta la mayor densidad relativa, representada en un 31%, con 295UFC aisladas, seguida de la Sala Parque Nacio-

nal la Campana con un 27%, constituyendo 262UFC aisladas. La Sala Río Aconcagua y Sala Mar superficie, fueron las salas que presentaron menos carga fúngica, estableciéndose en 207UFC y 200UFC respectivamente.

**Tabla 3.** Comportamiento estacional de los hongos v/s ambiente de las salas

Estaciones v/s Salas de estudio	UFC otoño 2016	UFC invierno 2016	UFC primavera 2016	UFC verano 2017	Total UFC
Sala Mar, Superficie.	64	57	19	60	200
Sala Valle silvestre	109	65	47	74	295
Sala Río Aconcagua	91	56	32	28	207
Sala Parque Nacional La Campana	76	64	24	98	262
<b>Total estacional</b>	<b>340</b>	<b>242</b>	<b>122</b>	<b>260</b>	<b>964</b>

La Tabla N°3. Representa el comportamiento de los hongos presentes en las Salas de estudio, indicándonos que en la estación de otoño se encontrarían las mejores condiciones para el desarrollo de hongos en el Museo, ya que fue la estación que mostro mayor carga fúngica, aislando 340UFC, con valores de humedad relativa entre el 55- 63% y con temperaturas dentro de los rangos de 19,2- 21,9°C.

Durante el verano se obtuvieron igualmente gran cantidad de cepas aisladas, representadas en 260UFC, y cuyos valores ambientales fluctuaron en 23,3- 24,9°C, y 48- 56%

de humedad relativa. En invierno si bien fue menos la cantidad de hongos aislados, esta estación represento a 242UCF, las cuales se desarrollaron en condiciones de temperatura de 16,2- 16,7°C y humedad entre los rangos del 57 – 70%. En primavera en cambio, se aislaron 122 hongos, con valores ambientales de temperatura de 19- 21°C y 56% de humedad relativa.

De acuerdo a la técnica utilizada en las piezas de colección, a continuación se presenta la Tabla 4, los valores y géneros aislados para la colección de mamíferos estudiados.

**Tabla 4.** Recuento de hongos, en colección de mamíferos

	Zorro Chilla (Sala Valle Silvestre)	Quique (Sala Valle Silvestre)	Zorro Chilla (Sala Parque Nacional La Campana)
<i>Alternaria</i>	--	3	9
<i>Aureobasidium pullulans</i>	1	--	2
<i>Aspergillus</i>	--	4	1
<i>Botrytis</i>	--	--	1
<i>Botryotrichum piluliferum</i>	--	--	1
<i>Chaetonium</i>	--	1	
<i>Cladosporium</i>	8	22	50
<i>Fusarium</i>	--	--	1
<i>Graphyum</i>	--	--	1
<i>Levadura blanca</i>	1	--	6
<i>Levadura rosada</i>	2	1	7
<i>Levadura negra</i>	--	--	--
<i>Mucor</i>	1	--	2
<i>Paecilomyces</i>	2	--	--
<i>Penicillium</i> (sub. Género <i>Furcatum</i> )	--	--	--
<i>Penicillium</i> (sub. Género <i>Penicillium</i> )	7	9	16
<i>Phitomyces</i>	--	--	2
<i>Phoma</i>	1	2	5
<i>Rhizopus</i>	--	--	1
<i>Rhodotorula</i>	1	--	--
<i>Scopulariopsis</i>	--	--	1
<i>Trichoderma</i>	--	--	1
<i>Ulocladium (Alternaria)</i>	--	--	8
Sin fructificar, dematiaceo	1	3	--
Sin fructificar, hialino	5	3	13
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>48</b>	<b>128</b>

En la Tabla 4, el mamífero que presento mayor cantidad de hongos aislados fue el zorro chilla (*Lycalopex griseus*) ubicado en Sala La Campana, con 128 UFC, siendo el hongo más presente el *Cladosporium* con 50UFC, y el *Penicillium* (Subgénero *Penicillium*) con 16UFC, además de hongos hialinos sin fruc-

tificación representados en 13 UFC. Respecto a la colección de aves muestreadas, la Tabla 5, muestra los datos obtenidos de los cuales se determino que el ave que presenta mayor carga fúngica es el Petrel gigante subantartico (*Macronectes halli*), con 484UFC, siendo los hongos con mayor abundancia el *Cladospo-*

rium (245UFC), *Penicillium* (Subgénero *Penicillium*) (56UFC), *Phoma* (34UFC), *Alternaria* (55UFC, incluyendo *Ulocladium*).

Igualmente en la pieza de colección Cóndor (*Vultur gryphus*), se aislaron 463UFC, siendo nuevamente el *Cladosporium* el mayor representante (253UFC), *Penicillium* (Subgénero *Pe-*

*nicillium*) (44UFC), *Alternaria* (65UFC, incluyendo *Ulocladium*), *Phoma* (19UFC).

El Albatros ceja negra (*Thalassarche melanophris*), presento 429UFC, de las cuales el más abundante fue el *Cladosporium* (206UFC), *Penicillium* (Subgénero *Penicillium*) (47UFC), Levadura blanca (33UFC), *Alternaria* (28UFC) y *Phoma* (22UFC).

**Tabla 5:** Recuento de hongos en piezas de aves de la colección.

	Albatros ceja negra	Petrel subantarctico	Pinguino de Humboldt	Peuco	Cóndor	Huala	Pato jergón grande	Canastero	Águila
<i>Acremonium</i>	1	--	--	--	1	2	--	--	--
<i>Alternaria</i>	28	30	3	1	43	19	13	3	8
<i>Aureobasidium pullulans</i>	--	3	--	--	2	1	2	2	1
<i>Aspergillus</i>	3	--	1	--	9	6	1	2	3
<i>Bipolaris</i>	--	1	--	--	--	--	--	1	--
<i>Botrytis</i>	9	6	7	--	4	--	2	2	2
<i>Botryotrichum piluliferum</i>	--	1	--	--	1	--	--	--	--
<i>Chaetoniium</i>	1	--	--	--	2	--	--	--	1
<i>Cladosporium</i>	206	245	38	4	253	102	81	50	81
<i>Clanostaquis</i>	--	--	--	--	1	--	--	2	--
<i>Didymella</i>	--	1	--	--	--	--	--	--	--
<i>Epicoccum</i>	5	2	1	--	6	2	--	--	--
<i>Fusarium</i>	6	2	2	--	2	1	4	--	--
<i>Geotrichum</i>	--	--	--	1	--	--	--	--	--
<i>Levadura blanca</i>	33	12	2	--	7	3	7	5	10
<i>Levadura rosada</i>	21	28	5	1	12	9	6	4	4
<i>Leptosphaerulina australis</i>	--	2	--	--	--	--	--	--	--
<i>Monodictys</i>	--	--	--	--	1	--	1	--	--
<i>Mucor</i>	2	2	1	--	6	1	2	--	1
<i>Paecilomyces</i>	2	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>Penicillium</i> (sub. Género <i>Aspergilloides</i> )	5	4	--	--	3	--	1	1	2
<i>Penicillium</i> (sub. Género <i>Penicillium</i> )	47	56	10	4	44	22	15	13	19
<i>Phoma</i>	22	34	3	--	19	3	6	3	11
<i>Pleospora</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	1
<i>Rhizopus</i>	1	2	--	1	--	--	--	--	--
<i>Rhodotorula</i>	2	--	--	--	--	1	--	--	--
<i>Scopulariopsis</i>	1	2	1	--	1	2	--	--	--
<i>Sordaria</i>	--	--	--	--	1	--	--	--	--
<i>Stachybotrys</i>	--	--	--	--	--	1	--	--	--
<i>Stemphylium</i>	2	2	2	--	3	2	2	--	--
<i>Trichoderma</i>	1	1	--	--	6	1	1	--	--
<i>Triochothecium roseum</i>	--	--	--	--	--	1	--	--	--
<i>Torula</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	1
<i>Ulocladium (Alternaria)</i>	15	25	--	--	22	7	--	1	7
<i>Wallemia seebii</i>	--	1	--	--	--	--	--	--	--
Sin fructificar, dematiaceo	--	3	--	--	2	1	--	--	--
Sin fructificar, hialino	16	19	12	6	12	7	16	10	13
<b>Total</b>	<b>429</b>	<b>484</b>	<b>88</b>	<b>18</b>	<b>463</b>	<b>194</b>	<b>160</b>	<b>99</b>	<b>165</b>

Tabla N°6: Hongos presentes en piezas de colección v/s salas de estudio.

Hongos v/s Colecciones en Salas	Colecciones en Sala Mar, superficie (UFC)	Colecciones en Sala Valle Silvestre (UFC)	Colecciones en Sala Río Aconcagua (UFC)	Colecciones en Sala Parque Nacional La Campana (UFC)
<i>Acremonium</i>	1	--	3	--
<i>Alternaria</i>	61	3	75	20
<i>Aureobasidium pullulans</i>	5	1	5	5
<i>Aspergillus</i>	6	3	16	6
<i>Bipolaris</i>	2	--		1
<i>Botrytis</i>	22	--	6	5
<i>Botryotrichum piluliferum</i>	1	--	1	1
<i>Chaetonium</i>	1	1	2	1
<i>Cladosporium</i>	489	30	436	181
<i>Clanostaqius</i>	--	--	1	--
<i>Epicoccum</i>	8	--	8	--
<i>Fusarium</i>	11	--	7	3
<i>Graphyum</i>	--	--	--	1
<i>Levadura blanca</i>	33	1	17	23
<i>Levadura rosada</i>	44	4	27	15
<i>Leptosphaerulina australis</i>	2	--	--	--
<i>Monodictys</i>	--	--	2	--
<i>Mucor</i>	5	1	9	3
<i>Paecilomyces</i>	2	2		
<i>Penicillium (sub. Género Aspergilloides)</i>	9	--	4	3
<i>Penicillium (sub. Género Penicillium)</i>	113	13	81	48
<i>Phoma</i>	59	3	27	19
<i>Pithomyces cartarum</i>	--	--	--	2
<i>Pleospora</i>	--	--	--	1
<i>Rhizopus</i>	2	1		1
<i>Rhodotorula</i>	2	1	1	--
<i>Scopulariopsis</i>	4	--	3	1
<i>Sordaria</i>	--	--	1	--
<i>Stachybotrys</i>	--	--	1	--
<i>Stemphylium</i>	6	--	7	--
<i>Torula</i>	--	--	--	1
<i>Trichoderma</i>	3	--	7	1
<i>Trichotheccium roseum</i>	--	--	1	--
<i>Ulocladium</i>	40	--	38	16
<i>Vorticillium</i>	--	--	1	--
<i>Wellemia seebii</i>	1	--	--	--
Sin fructificar, hialino	47	14	36	36
Sin fructificar, dematiaceo	3	5	3	--
<b>Total, UFC</b>	<b>982</b>	<b>83</b>	<b>826</b>	<b>394</b>

Como muestra la Tabla 6, podemos decir que las colecciones que presentaron mayor densidad de géneros fúngicos es la Sala Mar superficie con 982 UFC, seguida de la Sala Río Aconcagua, de cuyas colecciones se aislaron 826UFC, reduciéndose a 394UFC en las co-

lecciones expuestas en la Sala Parque Nacional La Campana, lo que se reduce aun mas en la Sala Valle Silvestre, aislando 83UFC en las colecciones que alberga.

Respecto a los géneros fúngicos predominantes, en las colecciones ubicadas en la Sala Mar

superficie, se encuentran el *Cladosporium*, el cual fue el más aislado, correspondiente a 489UFC, *Penicillium* (Subgénero *Penicillium*) con 113UFC, *Alternaria* con 61UFC.

En las colecciones de Sala Río Aconcagua, los géneros predominantes fueron *Cladosporium* con 436UFC, *Penicillium* (Subgénero *Penicillium*) con 81UFC, *Alternaria* con 113UFC, incluido *Ulocladium*.

La Sala Parque Nacional La Campana alberga en sus colecciones 181UFC de *Cladosporium*, 48UFC de *Penicillium* (Subgénero *Penicillium*), 36UFC de hongos hialinos sin fructificación.

Para el caso de la Sala Valle Silvestre, los hongos predominantes en sus colecciones son 30UFC de *Cladosporium*, 14UFC de hongos hialinos sin fructificación, 13 UFC de *Penicillium* (Subgénero *Penicillium*).

## DISCUSIÓN

La mayor abundancia de géneros fúngicos presentes en las salas de estudio, fue sin duda el *Cladosporium*, el cual representa un 58,7% del total de UFC presentes en todas las salas estudiadas, seguido de *Penicillium* (Subgénero *Penicillium*) y de hongos hialinos (Tabla 2) que no lograron fructificar, este hecho de que no fructificaran se atribuye a que esas cepas podrían tener mayores requerimientos en el tiempo de crecimiento, lo que en el muestreo se ajustaba a siete días, o a requerimientos nutricionales distintos (medio de cultivo).

En cuanto a la abundancia de géneros, se logró aislar 31 géneros en el ambiente de las Salas, representando una gran diversidad en comparación con estudios similares en ambientes cerrados (Herrera, K, Cobar, O, Barrios, et al. 2014. Evaluación de la contaminación del aire por hongos microscópicos en dos colecciones biológicas y dos museos de la ciudad de Guatemala; Daniela S. Nitiu, Andrea C. Mallo, et al. 2015. Monitoreo de la carga fúngica ambiental y de otros bioaerosoles en un depósito de restos momificados del NOA del Museo de la Plata (Argentina): un estudio de caso; Borrego S, Perdomo I, Guiamet P, Gómez de Saravia S. 2010 b. Estudio

de la concentración microbiana en el aire de depósitos del Archivo Nacional de Cuba; S.F. Borrego, I. Perdomo, et al. Revista del Museo de la Plata 2011, Sección Botánica, 18 (119); 1-18. Relevamiento microbiológico del aire y de materiales almacenados en el Archivo Histórico del Museo de La Plata, Argentina y en el Archivo Nacional de la Republica de Cuba; Sofía Borrego Alonso, Alian Molina Veloso, AUGMDOMUS, 6:1-24,2014 Asociación de Universidades Grupo Montevideo ISSN: 1852-2181. Comportamiento de la aerobiota en dos depósitos del Archivo Nacional de la Republica de Cuba durante 7 años de estudio; Dante J. Bueno, Julio O. Silva, Guillermo Oliver, 2003. Hongos ambientales en una biblioteca: Un año de estudio. Anales de Documentación, N°6, 2003, págs. 27-34.; Tinoco Canto, Jhoenmert Edgar, Carhuaz, et al. 2016. Determinación del crecimiento microbiológico por factores ambientales y su repercusión en la salud de la comunidad estudiantil en la biblioteca de la Universidad peruana Unión; Borrego S, Perdomo I, Guiamet P, Gómez de Saravia S. 2010b. Estudio de la concentración microbiana en el aire de depósitos del Archivo Nacional de Cuba.)

En el sentido comparativo de las cargas fúngicas y la abundancia de los géneros obtenidos, con Estudios realizados en Chile, existe un Estudio publicado el año recién pasado (Catalina Zúñiga, Cecilia Rodríguez y Fernanda Espinoza, Conserva 22, 2017; pp.85-102, Estudio de carga fúngica al interior del Archivo Nacional. Evaluación del riesgo potencial en la conservación de Colecciones y en la Salud de Trabajadores) el cual si bien utilizo otra técnica de muestreo y corresponde a otro tipo de colección (Archivo), coinciden en los géneros predominantes, siendo estos *Cladosporium* y *Penicillium*. Por lo que corrobora lo que menciona Borrego et.al. (2010) indicando que *Cladosporium*, *Aspergillus* y *Penicillium* son habitualmente encontrados en ambientes de interior como casas, bibliotecas, archivos y museos.

Es importante mencionar que el Museo de Historia Natural de Valparaíso, mantiene un constante flujo de visitantes, nacionales e internacionales, los cuales mantienen un promedio anual de público de 180.000 usuarios aproximadamente, lo que se traduce en un flujo de

100 a 500 personas diarias, lo que en ocasiones con actividades especiales, puede llegar a alcanzar a los 1.800 usuarios en un día.

En cuanto al comportamiento estacional de los géneros fúngicos presentes en este Estudio, se observa que durante las estaciones de otoño y verano fueron donde se aislaron más hongos, representando el 35% y el 27% respectivamente (Tabla 3), mientras que en invierno y primavera se obtuvieron 25% y 13% (Tabla 3), lo que demuestra que en estas estaciones las condiciones ambientales fueron las más favorables para su desarrollo.

Respecto a las piezas de colecciones muestreadas, los resultados muestran que en la Sala Mar superficie, es donde más se aislaron hongos, (Tabla 6) lo que al comparar con la Sala Valle Silvestre (Tabla 6), demuestra que las vitrinas cerradas sin duda actúan como una barrera para el ingreso de polvo y con esto de esporas, ya que, esta última Sala es la única de las muestreadas que cuenta con ello, todas las demás, presentan vitrinas abiertas. Si bien las salas Río Aconcagua y Parque Nacional La Campana, tienen dimensiones y características iguales, se observa una gran diferencia entre los valores de hongos obtenidos en las colecciones de ambas (Tabla 6), esta diferencia se atribuye a las características y elementos museográficos de cada Sala. En Río Aconcagua la vitrina es alargada, y no presenta mayores elementos que las mismas colecciones, sin embargo, en Parque Nacional la Campana, se elevan réplicas realistas de especies arbóreas, distribuidas en todas las vitrinas, cubriendo la zona media vertical de la Sala, lo cual, dado los resultados obtenidos, actúan capturando el polvo en sus hojas y así evitando que caiga sobre las colecciones que se ubican en su mayoría en la base de las vitrinas, si bien el número de colonias encontradas en la sala Parque Nacional La Campana fue menos que en Río Aconcagua (Tabla 6), igualmente es un número elevado ya que al estar las vitrinas abiertas las colecciones quedan a disposición de polvo u otras partículas que pueden transportar esporas y depositarse en ellas sin dificultad.

En cuanto al estudio de colecciones, se identificó que en aves la pieza Petrel gigante suban-

tártico (*Macronectes halli*), y Cóndor (*Vultur gryphus*), fueron los que tuvieron más presencia de hongos (Tabla 5), mientras que como tercera pieza con más abundancia de géneros fúngicos está el Albatros ceja negra (*Thalassarche melanophris*), (Tabla 5), esto se debe a que las piezas mencionadas en comparación con el resto de las aves muestreadas, son de mayor envergadura, lo que sugiere que al tener mayor superficie, hay mayor posibilidad de que caigan más esporas en ellas, por tanto la técnica de arrastre con pincel estéril utilizada, arrastro mayor cantidad dada la superficie disponible.

De los mamíferos muestreados, el Zorro chilla (*Lycalopex griseus*) ubicado en la sala Parque Nacional La Campana, fue el que presentó mayor carga fúngica, (Tabla 4), seguido del Quique (*Galictis cuja*) y el Zorro chilla (*Lycalopex griseus*) (Tabla 4), ambos ubicados en sala Valle. Al igual que con las aves la superficie disponible juega un papel importante a la hora de la decantación de las esporas, y aunque en este caso se estudiaron dos Zorros chilla, el primero se encuentra en una vitrina abierta y su posición es caminando, mientras que el segundo se exhibe en una vitrina cerrada y en una posición sentado, por lo que la superficie a disposición se redujo y la vitrina además actuó como barrera en la decantación de esporas.

Dentro de la diversidad de géneros que se encontraron, hay algunos que determinamos como raros, ya que aparecieron en una o dos oportunidades, entre estos está el *Stenocephalopsis subalutacea*, hongo cuyo hábitat ha sido citado en madera (mayormente angiospermas), Australasia, Europa, América del Norte (Seifert, K et al. The genera of Hyphomyces-2011 update. Persoonia. 2011; 27; 119-129) Sudamérica (Chile) (Eduardo Piontelli, Peggy Vieille, Laura Carvajal. Bol. Micil. 2017; 32(2):28-33; Notas Micológicas XII: *Stenocephalopsis subalutacea* un discutido hongo hifomicetoso desde el aire de un museo de historia natural, Valparaíso, Chile) donde fue aislado solo una vez en la sala Parque Nacional La Campana, realizando el muestreo bajo la corteza aserrada de un ejemplar de Roble Europeo (*Quercus robur*).

*Scopulariopsis*, es una cepa que al igual que el anterior, se aisló de la sala Parque Nacional La Campana, es un hongo saprófito que habita en suelo, plantas e insectos, y se caracteriza por su gran resistencia a los anti fúngicos, asociado a varias enfermedades infecciosas como onicomiosis, lesiones dérmicas, queratitis, sinusitis, etc. (Web: [candidiasisweb.com/ques/scopulariopsis.php](http://candidiasisweb.com/ques/scopulariopsis.php))

*Trichotheceium roseum* es un hongo saprofito y se encuentra en todo el mundo, se ha encontrado en suelos de varios países, entre ellos, Polonia, Dinamarca, Francia, Rusia, Turquía, Israel, Egipto; Australia, Panamá, entre otros. Los hábitats conocidos incluyen suelos con leguminosas, suelos forestales, plantaciones de cítricos, dunas, marismas y compost de jardín, comúnmente se puede aislar de la hojarasca de diversos árboles como el abedul, pino, abeto, algodón y la palma (Domsch, KH; Gams, Walter; Andersen, Traule-Heidi (1980). Compendio de hongos del suelo (2° ed.). Londres, reino Unido: Academic press. ISBN 9780122204029), para el caso de este Estudio, se aisló en la sala Río Aconcagua.

*Stachybotrys* es un hongo que mayoritariamente habita en materiales ricos en celulosa, presentando una amplia distribución, frecuentemente son asociadas con una calidad de aire pobre que se acrecienta después del crecimiento de hongos en materiales de edificios dañados por el agua (Kirk PM, Cannon PF, Minter DW, Stalpers JA. 2008. *Dictionary of the Fungi* (10th edición). Wallingford: CABI. p. 659; Fog Nielsen K 2003. "Micotoxina producción por hongos interiores". *Fungal Genet Biol* 39 (2): 103-17) para efectos del estudio se aisló en las colecciones de la sala Río Aconcagua.

*Vorticillium*, es un género que suele incluir especies saprofitas y parasitas de plantas superiores, insectos, nematodos, huevos de moluscos y otros hongos. Actualmente se cree que este género contiene 51 especies, que se pueden dividir en tres grupos, los micopatógenos, entomopatógenos (Zare y Gams, 2001) y patógenos de plantas y saprofitos de restos vegetales (Bárbara y Clewes, 2003).

En el caso especial de la *Botrytis*, este hongo apareció en todas las salas estudiadas, sin embargo, solo en un periodo determinado, entre los meses de marzo a mayo. Esta cepa es un reconocido hongo patógeno de muchas especies vegetales, animales y bacterias, aunque su hospedador más importante desde el punto de vista económico es la vid.

Si bien en el entorno del Museo no hay cultivos de vid, su aislamiento en este Estudio se asocia a la cercanía de Valparaíso con la comuna de Casa Blanca, localidad donde se encuentran varias viñas reconocidas del país, además de las visitas de colegios de la zona, y la dispersión del viento en dirección hacia Valparaíso.

## CONCLUSION

Los factores que pueden influir en las cargas de hongos encontrados al interior de las salas del Museo, se debe a diferentes causas, entre ellas, una deficiente ventilación, temperatura, humedad relativa, movimiento del aire por visitantes, ingreso de aire y polución desde la calle (dada la ubicación del museo), cantidad de visitantes que ingresan a diario al Museo, cercanía al mar (aportando humedad), entre otros, todos estos juegan un papel importante en el ambiente al interior del Museo, y por tanto, es fundamental poder controlar estas variables a través de sistemas o programas de control ambiental, implementación de sistemas de aireación, y análisis microbiológicos al interior.

Los géneros predominantes *Cladosporium* y *Penicillium*, revisten una especial importancia desde el punto de vista de la salud de las personas, siendo hongos reconocidos como alérgenos, provocando afectaciones que se describen a continuación. (Gallup, 2006; Ellis, 2006).

*Cladosporium*: Es un alérgeno potente. Produce alergias del Tipo I (hipersensibilidad inmediata o rinitis alérgica seguida de ataques de asma, son el caso de la fiebre del heno y el asma) y del Tipo III (hipersensibilidad tardía, es el caso de la hipersensibilidad a neumonías). Produce toxinas que provocan serios efectos al hombre. Puede producir micosis severas.

*Penicillium*: Es un alérgeno común. Produce alergias del Tipo I y III. Produce toxinas dañinas al hombre. Produce compuestos orgánicos volátiles que dan un fuerte olor a moho o algo mohoso y que resultan Irritantes. Algunas especies pueden producir infecciones en el hombre (e.g. *P. marneffe*).

Si bien, desde el punto de vista de la conservación de las colecciones no se ha evidenciado deterioro por causa de hongos en las piezas de colección, y a que la técnica utilizada en las piezas de colección al ser forzada, puede influenciar los resultados, el estudio entrega información valiosa respecto a la abundancia de géneros fúngicos presentes en el ambiente del Museo, lo que pone en manifiesto la importancia de la limpieza, la ventilación y la manera en que se exhiben. Por lo que este trabajo es el inicio para posteriores investigaciones, y poder generar comparaciones de datos, para así evaluar el efecto sobre las colecciones biológicas del Museo, los potenciales efectos de deterioro en materiales como en piezas de colección y la posible afectación a la salud de quienes manipulan las colecciones.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Loredana Rosso y Sergio Quiroz, jefaturas del Museo de Historia Natural de Valparaíso por su constante apoyo y aliento en este trabajo, a Hugo Báez por su importante ayuda en los muestreos, a la Sra. Angélica Carvajal por su incondicional apoyo y ayuda técnica vital para el desarrollo de esta investigación, a Vivian Cordero por la ayuda brindada, a Juan Belmar, por facilitar las dependencias y equipos del laboratorio del Museo, al personal de mantención del Museo, Sra. Isabel y Odilia quienes estuvieron siempre dispuestas a ayudar cuando se necesitó, y en especial agradecer al Dr. Eduardo Piontelli, por su voluntad de trabajo y buena disposición.

## BIBLIOGRAFÍA

**Albright, DM.** 2001. Human health effects of airborne mycotoxins exposure in fungi-contaminated indoor environment. *Professional Safety*: 26-28,

**Borrego S, Perdomo I, Guiamet P, Gómez de Saravia S.** 2010b. Estudio de la concentración microbiana en el aire de depósitos del Archivo Nacional de Cuba.

**Zúñiga, C., Rodríguez, C. y Espinoza. F.** 2017. Estudio de carga fúngica al interior del Archivo Nacional. Evaluación del riesgo potencial en la conservación de colecciones y en la salud de trabajadores. *Conserva* (22): 85-102.

**Daniela S. Nitiu, Andrea C. Mallo, Lorena A. Eliades, et al.** 2015. Monitoreo de la carga fúngica ambiental y de otros bioaerosoles en un depósito de restos momificados del NOA del Museo de la Plata (argentina): un estudio de caso.

**Dante J. Bueno, Julio O. Silva y Guillermo Oliver.** 2003. Hongos ambientales en una biblioteca: Un año de estudio. *Anales de Documentación*, N°6, 2003, págs. 27-34.

**Deisy, L., Toloza-Moreno, Luz M. Lizarazo-Forero, Jorge, O. et al.** 2012. Concentración y composición microbiana en el ambiente de la biblioteca central Jorge Palacios Preciado de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia.

**Domsch, KH; Gams, Walter; Andersen, Traule-Heidi** .1980. Compendio de hongos del suelo (2° ed.). Londres, reino Unido: Academic press. ISBN 9780122204029

**Piontelli, E., Vieille, P. y Carvajal, L.** 2017. Notas micológicas XII: Stenocephalopsis subalutacea un discutido hongo hifomicetoso desde el aire de un museo de historia natural (Valparaíso, Chile). *Boletín Micológico* Vol. 32 (2):28-33.

**Fog, N.** 2003. Micotoxin production by indoor or molds. *Fungal Genet Biol* 39 (2): 103-117.

**Herrera, K., Cobar, O., Barrios, R. et al.** 2014. Evaluación de la contaminación del aire por hongos microscópicos en dos colecciones biológicas y dos museos de la ciudad de Guatemala.

**Rodríguez, J.** 2016. Evaluación aeromicrobiológica del depósito del Centro de Documentación del Museo Nacional de la Música de Cuba. *Ge-conservacion* 9:117-126.

**Kirk, P., Cannon, P., Minter, D. et al.** 2008. *Dictionary of the Fungi* (10th edición). Wallingford: CABI, 659 pp.

**Valentín, N., Muro, C., Montero, J.** 2010. Métodos y técnicas para evaluar la calidad del aire en Museos: Museo Nacional Centro de Arte reina Sofía.

**Sáenz, C. y Gutiérrez, M.** 2003. Esporas atmosféricas en la comunidad de Madrid. Documento técnico de salud pública.

**Seifert, K.** 2011. The genera of Hyphomycetes-2011 update. *Persoonia* 27: 119-129.

**Borrego, S., Perdomo, I., et al.** 2011. Relevamiento microbiológico del aire y de materiales almacenados en el Archivo Histórico del Museo de La Plata, Argentina y en el Archivo Nacional de la Republica de Cuba. *Revista del Museo de la Plata, Sección Botánica* 18 (119): 1-18.

**Borrego, S., et al.** 2014. Comportamiento de la aerobiota en dos depósitos del Archivo Nacional de la Republica de Cuba durante 7 años de estudio. *AUGMDOMUS* 6:1-24.

**Borrego, S.** 2012. Cladosporium: género fúngico que deteriora soportes documentales y afecta a la salud del hombre. *Boletín del Archivo Nacional de la República de Cuba* (18-19-20): 104-118.

**Tinoco, J., Carhuaz, M., Flores, D., et al.** 2016. Determinación del crecimiento microbiológico por factores ambientales y su repercusión en la salud de la comunidad estudiantil en la biblioteca de la Universidad peruana Unión. *Revista de Investigación: ciencia, tecnología y desarrollo* Vol. 2 (1):25-40.

**Valentín, N.** 2004. El biodeterioro de materiales orgánicos. En *Jornadas Monografías Prevención del biodeterioro en archivos y biblioteca*, Instituto del Patrimonio Histórico español, 14-15 junio, pp.88-89.

**Vaillant callol, M. y Valentín, R.** 1996. Principios básicos de la conservación documental y causas de su deterioro. Ministerio de educación y Cultura, Dirección General de Bellas Artes y Bienes Culturales Madrid, Instituto del Patrimonio Histórico español.