

*Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas*

*Facultad de Ciencias Agropecuarias*

*Departamento de Biología*



## **Trabajo de Diploma**

*Título: Riesgo de deterioro de documentos en la  
Sala de Fondos Raros y Valiosos de la Biblioteca  
Provincial “Martí” de Villa Clara, Cuba.*

*Autora: Enif Pino Rios*

*Tutora: Dr.C. Daymí I. Carrazana García.*

*(Departamento de Farmacia, Facultad de Química y Farmacia,*

*UCLV. [daymic@uclv.edu.cu](mailto:daymic@uclv.edu.cu))*

*Santa Clara*

*2013*

## RESUMEN

La provincia de Villa Clara cuenta con la Biblioteca Provincial “Martí”, Monumento Nacional de la República de Cuba. La institución posee una Sala de Fondos Raros y Valiosos, que es actualmente el depósito histórico provincial con mayor volumen de documentación. En el presente estudio se pretende evaluar los factores físicos y biológicos que constituyen riesgo de deterioro para los documentos que se atesoran en esta sala. Para ello en el Archivo se hicieron mediciones continuas de temperatura y humedad relativa con un higrotermógrafo y puntuales con un higrotermómetro, la iluminancia fue registrada con un luxómetro y la velocidad interior del viento y caudal de ventilación fueron calculados. Por otro lado se clasificó el aire del local según el número de propágulos fúngicos capturados con un aeroscopio, se identificaron especies de hongos aislados del aire y se determinó su actividad deteriorante mediante la evaluación de la capacidad celulolítica y producción de pigmentos, actividad proteolítica, amilolítica y producción de ácidos. Para saber si hay insectos vivos en el Archivo y en tal caso su identidad, así como su distribución espacio-temporal, se emplearon trampas cebo. Por último durante el tiempo en transcurrió el diagnóstico el área fue inspeccionada con el objetivo de coleccionar o avistar vertebrados y se llevó a cabo la búsqueda activa de pellets fecales pertenecientes a especies de roedores. La temperatura y la humedad ocasionan riesgo de deterioro de los documentos en el Archivo, la primera por sus elevados valores, la segunda por esa misma razón y sus fluctuaciones. Dado los altos niveles de iluminancia medidos, la luz es otro factor ambiental físico de riesgo de deterioro; al igual que la ventilación, debido a la alta velocidad interior del viento y la posible entrada de polvo y gases arrastrados por el aire. Si bien el local se clasifica como poco contaminado atendiendo al número de propágulos fúngicos en el aire, debido a la actividad deteriorante de especies de hongos aislados del ambiente, que pueden incidir en el deterioro de los documentos de presentarse condiciones ambientales que propicien su desarrollo sobre el papel, se considera este un factor de riesgo de biodeterioro. Atendiendo a la identidad (psocópteros fundamentalmente) y bajo número de insectos capturados y a pesar de estar ampliamente distribuidos, estos no son un factor de riesgo biológico de peso; al igual que los vertebrados ya que solamente se avistaron en ocasiones especímenes de *Petrochelidon fulva* que entran y salen del recinto por las grandes ventanas que permanecen abiertas durante el horario laboral.

**Palabras clave:** temperatura, humedad relativa, luz, ventilación, hongos, insectos, vertebrados.

## **Abstract**

Villa Clara province is provided of the Provincial Library "Martí" which is national Monument of Cuban Republic. This library is provided of a file room where are Archive Rare and Valuables Books and Files. Which is at present depository of large volume of provincial historical documentation. In present study will try to evaluate the physical and biologic factors which are deterioration risk of the mentioned documents. For this purpose were taken continuous temperature and relative humidity measurements with a thermograph and punctuals with an hygrometer, the illuminance with light meter, the wind speed and wind flow were also calculated. Moreover the air inside the archive was classified as per the number of fungal propagules captured by aeroscopy, fungus were isolated from the air and determined his deterioration activity by evaluation of the cellulolytic activity and pigment production, proteolytic, amylolytic activity and acid growth. For inquire about living insects in the archive and identification in such a case, also distribution space-time food traps were used. During the time used for diagnostic the area was inspected for collecting or to see vertebrate animals and a searching of excrement of some rodents specie was carried out. The temperature and relative humidity cause risk of deterioration of the documents in the archive, the first due to high records and the second due to same reason, also due to fluctuations. Due to high levels of illuminance measured the light is another, physical ambiental factor of deterioration risk, also the ventilation due to high inner speed of wind and the possibility of incoming of dust and gasses. The archive is classified of few contaminated, taken in consideration the number of fungal propagules in the air, due to the deterioration activity of species of isolated fungus in the ambient air, which can cause deterioration of the documents in the case of to be present some ambiental conditions which propitiate his development over paper surface, it is considerate this risk factor of deterioration. Bearing in mind the identity psocoterans fundamentally and low number of captured insects, notwithstanding they are largely distributed they are not a weighty biologic risk factor, as well as vertebrate animals, found going and coming through the windows during the day time.

**Key words:** temperature, relative humidity, illuminance, wind flow, fungus, insects, vertebrate animals

# Índice

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. Introducción</b>                                                                 | 1  |
| <b>2. Revisión Bibliográfica</b>                                                       | 4  |
| 2.1. Factores ambientales físicos que influyen en el deterioro del pape                | 4  |
| 2.1.1. Temperatura                                                                     | 4  |
| 2.1.2. Humedad relativa                                                                | 5  |
| 2.1.3. Luz                                                                             | 6  |
| 2.1.4. Ventilación                                                                     | 8  |
| 2.2. Factores ambientales químicos que propician el deterioro del papel                | 9  |
| 2.2.1. Gases                                                                           | 9  |
| 2.2.2. Polvo                                                                           | 10 |
| 2.3. Factores biológicos que intervienen en el deterioro del papel                     | 10 |
| 2.3.1. Hongos                                                                          | 11 |
| 2.3.2. Insectos                                                                        | 15 |
| 2.3.3. Vertebrados                                                                     | 17 |
| 2.4. Conservación preventiva                                                           | 18 |
| <b>3. Materiales y Métodos</b>                                                         | 19 |
| 3.1. Evaluación de factores ambientales físicos que influyen en el deterioro del papel | 23 |
| 3.1.1. Temperatura y humedad relativa                                                  | 23 |
| 3.1.2. Luz                                                                             | 24 |
| 3.1.3. Ventilación                                                                     | 24 |
| 3.2. Evaluación de factores biológicos que intervienen en el deterioro del papel       | 26 |
| 3.2.1. Hongos                                                                          | 26 |
| 3.2.2. Insectos                                                                        | 29 |
| 3.2.3. Vertebrados                                                                     | 29 |
| <b>4. Resultados</b>                                                                   | 30 |
| 4.1. Evaluación de factores ambientales físicos que influyen en el deterioro del papel | 30 |
| 4.1.1. Temperatura y humedad relativa                                                  | 30 |
| 4.1.2. Luz                                                                             | 33 |
| 4.1.3. Ventilación                                                                     | 35 |
| 4.2. Evaluación de factores biológicos que intervienen en el deterioro del papel       | 36 |
| 4.2.1. Hongos                                                                          | 36 |

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2.2. Insectos                                                                        | 46 |
| 4.2.3. Vertebrados                                                                     | 49 |
| <b>5. Discusión</b>                                                                    | 50 |
| 5.1. Evaluación de factores ambientales físicos que influyen en el deterioro del papel | 50 |
| 5.1.1. Temperatura y humedad relativa                                                  | 50 |
| 5.1.2. Luz                                                                             | 54 |
| 5.1.3. Ventilación                                                                     | 55 |
| 5.2. Evaluación de factores biológicos que intervienen en el deterioro del papel       | 56 |
| 5.2.1. Hongos                                                                          | 56 |
| 5.2.2. Insectos                                                                        | 60 |
| 5.2.3. Vertebrados                                                                     | 63 |
| <b>6. Conclusiones</b>                                                                 | 65 |
| <b>7. Recomendaciones</b>                                                              | 66 |
| <b>Referencias Bibliográficas</b>                                                      | 67 |

## 1. Introducción

La evolución del hombre desde su aparición hasta los días actuales ha quedado plasmada en obras artísticas materiales y no materiales que expresan la creatividad del ser humano como son: la lengua, los ritos, las creencias, los lugares y monumentos históricos, la literatura, las obras de arte, etc.; transmitiéndose de generación en generación como herencia social (Guimet *et al.*, 2008). Las bibliotecas y los archivos atesoran este legado para la humanidad preservando el patrimonio cultural de los pueblos.

En la actualidad los archivos y bibliotecas se encuentran amenazados por un problema masivo de deterioro y pérdida de sus colecciones. Muchas colecciones son cada vez más frágiles y algunas están en peligro de perderse para siempre. El problema del deterioro obedece a varias causas interrelacionadas: inestabilidad química inherente a los componentes de los materiales de bibliotecas y archivos, condiciones ambientales inapropiadas en las áreas donde se almacenan las colecciones, prácticas de almacenamiento y manipulación inadecuadas, desastres naturales, hurto y vandalismo. Toda entidad debe contar por lo tanto con un plan de gestión de riesgos para la prevención y mitigación de desastres en el patrimonio documental (Borrego *et al.*, 2009a).

Los fondos bibliográficos en papel están entre los de mayor longevidad, pero a pesar de ello son susceptibles a cambios provocados por diferentes factores tanto abióticos como bióticos, propiciando los primeros al establecimiento y desarrollo de los organismos vivos deteriorantes. Estos generan un cambio indeseable de las propiedades físicas, químicas y estéticas de las obras que pueden causar alteraciones visibles. Entre los organismos que lo provocan se encuentran roedores, insectos, hongos y bacterias (Bello y Borrell, 2002).

A finales de la década del 1940 se instituyó la Sección de Libros Raros en la Federación Internacional de Asociaciones de Bibliotecarios (IFLA). La UNESCO (de las siglas en inglés United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) desde 1945 determinó la creación de las Salas de Fondos Raros y Valiosos en las principales bibliotecas del mundo (Breillat, 1965). En 1979 se crearon estas salas en Cuba, mediante la Instrucción Metodológica 04-79 de la Dirección Nacional de Bibliotecas, la que determinó

las funciones y criterios de composición de sus fondos, así como el servicio a brindar (IFLA, 1994). Los documentos a atesorar en las salas de este tipo en las bibliotecas públicas cubanas son:

- Libros y folletos: aquellos que por su antigüedad o características se consideren raros o valiosos (Incunables, ediciones príncipe y originales, libros de los siglos XVI-XVIII, ediciones especiales de los siglos XIX y XX, ejemplares apostillados y/o dedicados por personalidades relevantes, ejemplares con ex-libris o super ex-libris relevantes, con encuadernaciones o ilustraciones valiosas, curiosos por su formato, impresos en materias poco comunes, ejemplares únicos o de los que se confirme que existan pocos ejemplares en Cuba y el mundo, aquellos salidos de las imprentas de los impresores extranjeros más relevantes de cada siglo, ejemplares numerados, ediciones de bibliófilo, ediciones privadas y facsímiles de lujo), impresos en la provincia o que contengan información relevante sobre esta, de autores naturales de la provincia o que contengan información sobre ellos, de los siglos XVIII y XIX, editados después de esta fecha que por su rareza bibliográfica tengan carácter patrimonial, publicados en el extranjero que se refieran a la provincia o a sus habitantes naturales, publicados en Cuba o el extranjero que sirvan de base al trabajo de referencia de la sala (Fundora *et al.*, 2007).
- Publicaciones seriadas: abiertas o cerradas impresas en la provincia, cubanas de los siglos XVIII y XIX (las que se continuaron después de esta fecha deben conservarse para no fragmentar la colección), cubanas valiosas de después de esta fecha y extranjeras valiosas que guarden relación con Cuba (*op. cit.*).
- Otros tipos de documentos: manuscritos históricos de la provincia o el país, recortes, fotografías y grabados sobre la provincia y sus naturales, litografías de tabacos y cigarros, carteles, obras musicales etc., producidos en la provincia o que por su carácter valiosos deban ser archivados de forma diferenciada (*op. cit.*).

En la provincia de Villa Clara se cuenta con la Biblioteca Provincial “Martí”, Monumento Nacional de la República de Cuba, desde el 24 de junio de 1999. Su construcción data de 1912, y originalmente fue vivienda y oficina del Gobierno Provincial y el lateral izquierdo de la planta baja del edificio fue

biblioteca del gobierno. Después del triunfo de la Revolución en 1959 todo el edificio pasó a ser biblioteca pública.

La institución cuenta con una Sala de Fondos Raros y Valiosos resultado de la unificación de la colección cubana y el fondo antiguo existente en la institución, los que fueron adquiridos en diferentes etapas hasta constituir hoy el depósito histórico provincial con mayor volumen de documentación (Fundora *et al.*, 2007).

Forman parte de los fondos de esta sala: bibliografía mínima cubana, libros raros, bibliografía provincial, obra martiana, obras generales documentos no publicados, publicaciones periódicas, manuscritos, planos y mapas, fotografías, carteles, artículos sobre historia local, costumbres y personalidades del patio y otros materiales especiales efímeros.

La colección de la Sala de Fondos Raros y Valiosos fue inspeccionada en el año 1985 donde se confeccionó un Informe de Servicio Técnico. Este informe realizó un diagnóstico general de su estado de conservación (malo, regular o bueno), en el se refiere que se evaluaron 16 periódicos y 64 revistas, habiéndose encontrado un elevado daño por insectos y bajo por hongos, identificando los Órdenes y Géneros a los cuales pertenecían. Además se determinó que las temperaturas y la humedad relativa dentro del local no eran las adecuadas pero no se realizaron tomas de datos continuos que permitieran conocer las fluctuaciones existentes en estos parámetros (Morales, 1985).

En el presente estudio se pretende llevar a cabo una investigación más exhaustiva que la realizada hace más de dos décadas y evaluar los factores físicos y biológicos que constituyen riesgo de deterioro para los documentos que se atesoran en esta sala. Si se cuenta con esta información se podrá contribuir al establecimiento de una estrategia de conservación preventiva efectiva.

Para lograrlo se plantean los siguientes objetivos:

1. Determinar el riesgo de deterioro de los documentos por los factores físicos ambientales: temperatura, humedad relativa, luz y ventilación.
2. Determinar el riesgo de biodeterioro del material de archivo por hongos filamentosos, insectos y vertebrados.

## **2. Revisión Bibliográfica**

### **2.1 Factores ambientales físicos que influyen en el deterioro del papel**

Los factores ambientales físicos fundamentales para garantizar la estabilidad de todo material orgánico y en particular los documentos escritos sobre papel u otros soportes antiguos (papiro, pergamino etc.), en ocasiones ilustrados con diversos pigmentos, son el control de la temperatura ambiental, la humedad relativa y la contaminación atmosférica (Vergara, 2002), a lo que se puede agregar la luz (Tacón 2002). La ventilación de los locales donde se almacenan las obras suele tratarse en la literatura científica por su influencia en la temperatura y humedad relativa (Valentín, 2004). A continuación se tratan los factores abordados en la presente investigación.

Un enfoque de la prevención del biodeterioro, que debe abordarse dentro de la estrategia de conservación trazada por una institución donde se almacenen bienes de valor cultural, incluye el control de las variables microclimáticas, puesto que a pesar de estar estos ambientes muy antropizados constituyen ecosistemas y las especies que lo habitan dependen de las condiciones físicas para su supervivencia y desarrollo, por lo cual resulta más conveniente el control de estas condiciones como método para conservar en buen estado las colecciones, que dedicar esfuerzos a luchar directamente contra las especies de organismos deteriorantes.

#### **2.1.1 Temperatura**

La temperatura (°C) juega un papel muy importante, puesto que acelera las reacciones degradantes del papel, como son la oxidación y la pérdida de las propiedades de los componentes (Bello y Borrell, 2002). La celulosa tiende a hidrolizarse, el cuero y el pergamino pierden su flexibilidad por la degradación del colágeno. En el caso de la celulosa, las pruebas de envejecimiento artificial indican que un aumento de 5 °C casi duplica la tasa de deterioro incluso en ausencia de luz y contaminantes atmosféricos (Beck, 1992). Por esta razón el control de esta variable resulta de importancia vital en las bibliotecas, por lo que se considera que cuando esta es:

- Demasiado alta: A partir de 30 °C, provoca reblandecimiento de ceras y adhesivos, degradación y decoloración de materiales orgánicos con estructura química débil (Herráez y Buces, 2004). Además acelera la oxidación de la celulosa, favorece el crecimiento de microorganismos, así como su actividad enzimática y producción de ácidos orgánicos. Esto se traduce en la descomposición de la celulosa y el debilitamiento del soporte. También reseca los materiales higroscópicos y reblandece los adhesivos y las colas (Herráez y Buces, 2004).
- Demasiado baja: Menos de 10 °C causa fragilización de materiales orgánicos (Michalsky, 2009).
- Fluctuaciones: Induce dilataciones y contracciones que causan pérdida de adherencia entre distintos materiales como los esmaltes y el crecimiento microbiano (Bello y Borrell, 2002). Su efecto se correlaciona con la humedad relativa (Herráez y Buces, 2004).

En Cuba todos los Archivos y Bibliotecas deben regirse por los “Lineamientos para la conservación de las fuentes documentales” emitidos por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Resolución CITMA No.41/2009). En este documento solamente se especifica la temperatura a la que deben permanecer los depósitos que guarden documentos especiales tales como libros raros y valiosos, incunables, manuscritos de valor histórico, mapas y planos, así como fotografías en soporte de papel, los que deben permanecer climatizados las 24 horas del día con valores de temperatura de  $17\pm 2$  °C. Para el resto se infiere que deben ser adecuadas y propiciadas por una buena ventilación del local, aclarándose que es común que esta sea natural.

En cuanto a las fluctuaciones de temperatura, el máximo aceptado es de 2 °C según Borrego (2009b).

### **2.1.2 Humedad relativa**

Se expresa en porcentaje y puede definirse como la relación entre la cantidad de gramos de vapor de agua presente en un volumen de aire dado, humedad absoluta y la cantidad máxima de vapor de agua que puede contener el mismo volumen a determinada temperatura (Bello y Borrell, 2002).

Tiene una actividad de tipo primario y secundario. La primera se debe al carácter higroscópico del papel que le confiere la propiedad de cambiar de dimensiones. En el caso del papel escrito y/o ilustrado, al variar su contenido de humedad debido a fluctuaciones de humedad relativa en el local donde se encuentre el material, este se dilata al absorber agua y se contrae en el secado (Bello y Borrell, 2002). Lo anterior causa deformaciones, grietas, craquelado de capas pictóricas, etc., derivadas del comportamiento dimensional diferente de los distintos materiales implicados. Se ha demostrado que un contenido alto de humedad en el papel acelera un tipo de mancha debida a la oxidación del hierro o cobre contenidos en las tintas, así como una oxidación generalizada catalizada por estos metales que se conoce como foxing (Banks, 1983), aunque algunos autores apuntan que este tipo de mancha puede ser causada por el efecto de hongos pertenecientes fundamentalmente a los géneros *Penicillium* y *Aspergillus* (Biccheri *et al.*, 2002; Missori *et al.*, 2004; Rakotonirainy *et al.*, 2007). En esta etapa el papel se vuelve más receptivo a contaminantes atmosféricos y va perdiendo resistencia. Las tintas se oxidan y el proceso de acidificación del papel se acelera. Además la humedad relativa posee una acción secundaria dada por el hecho de que esta puede propiciar el crecimiento microbiano (Bello y Borrell, 2002).

En la literatura científica se refiere que ambientes con humedad relativa menor del 40% se consideran secos, mientras que ambientes con humedad relativa superior a 60% se consideran húmedos y favorables para el biodeterioro microbiano del papel (Guerrero, 1997).

En los lineamientos vigentes en Cuba antes referidos, igualmente orientan una humedad relativa idónea de  $40 \pm 5$  %, para los documentos especiales citados. Borrego (2009b) refiere un valor óptimo para sitios donde se almacenen documentos entre el 50-55% de humedad relativa y una fluctuación nunca mayor del 5 %.

### **2.1.3 Luz**

La radiación visible (luz) comprendida entre los 400 y los 760 nm también lleva asociada energía que produce efectos fotoquímicos sobre ciertos materiales, aunque de manera irregular a lo largo del espectro de radiación (ICOM, 1971) y dependiendo de las moléculas sobre las que incide. El poder degradativo de la

luz depende, asimismo, de otros factores, como la humedad y la contaminación del aire (Macleod, 1978; ICOM, 1971; Michalski, S., 1987).

La luz se mide en lux (lúmenes por m<sup>2</sup>) o bujías-pie, siendo cada una de estas últimas equivalentes a 11 lux. (Ogden, 2000).

La radiación no visible por encima de los 760 nm de longitud de onda, o radiación infrarroja (IR), se caracteriza por los efectos térmicos que produce y las subsecuentes reacciones físicas y químicas que puede favorecer. En el otro extremo, las radiaciones de longitud de onda inferior a los 400 nm, o radiación ultravioleta (UV), poseen la energía suficiente para ocasionar reacciones químicas en los materiales más inestables, principalmente pigmentos y sustancias de origen orgánico. Independientemente de la fuente de iluminación, ambos tipos de radiación no visible ha de ser controlada de forma que la radiación IR no eleve la temperatura de los objetos, especialmente en vitrinas y lugares reducidos, ni afecte a la temperatura y/o la humedad relativa del aire, y la radiación UV no sea nociva.

Los efectos perjudiciales de la luz se basan en la activación de reacciones de oxidación que conducen al desvanecimiento de las tintas, oscurecimiento de papeles con lignina y oxidación en general de los sustratos orgánicos. Estos efectos son de carácter acumulativo e irreversible (Nicholson, 1993; Novotny, 2000). La luz es una forma de energía de singular importancia en el deterioro de los objetos y colecciones de valor cultural, ya que puede modificar los colores, descomponer los materiales mediante el debilitamiento de sus moléculas y además de destruir los aglutinantes. Por otra parte la iluminación racional retarda el desarrollo de organismos deteriorantes y no debe ser muy fuerte, debido a los daños que causa a los materiales, pero tampoco es recomendable que sea muy débil pues a las radiaciones del espectro visible se le atribuye cierta acción inhibitoria de muchas especies de organismos (Vaillant *et al.*, 2004). En general se acepta un máximo de intensidad de 55 lux para la exposición de materiales sensibles como es el caso del papel (Ogden, 2000). Dado que las radiaciones UV son las consideradas más dañinas para las colecciones, se sugiere no utilizar lámparas de cuarzo, tungsteno-halógeno, de mercurios o haluros metálicos o fluorescentes.

Además se recomienda que las colecciones se expongan a la luz solo mientras se utilizan. El resto del tiempo deben almacenarse en estuches o en

habitaciones sin ventanas. La fuente de iluminación debe ser indirecta con lámparas fluorescentes que tengan filtros anti UV o bombillos incandescentes, manteniéndose a cierta distancia de las colecciones para evitar que el calor que emiten cause daño a la obra (Ogden, 2000).

En los lineamientos utilizados en Cuba se especifican los niveles de iluminación donde se almacenen documentos escritos y/o manuscritos, los que no deben exceder los 50 lux.

#### **2.1.4 Ventilación**

Existe otro agente físico, la ventilación, que aun teniendo una incidencia decisiva en la prevención del deterioro por su influencia en la temperatura y la humedad es poco tratado en la literatura especializada.

La ventilación es el movimiento y en ocasiones la renovación, del aire existente en un local por aire del exterior y cumple tres funciones: higiénica, térmica y física. En el contexto el presente trabajo, dentro de la primera, resulta importante el control de los contaminantes orgánicos e inorgánicos contenidos en el aire, tales como polvo u otras partículas, gases, pequeños organismos o sus restos etc. La función térmica está dada por la evacuación de la carga térmica en exceso de los locales, sustituyendo la masa de aire caliente por aire más frío, enfriando por conducción las superficies calientes y propiciando el enfriamiento de la estructura (Alemany *et al.*, 1986).

Tanto la ausencia de ventilación en una sala o depósito, como una climatización mediante el uso de aires acondicionados inadecuada, pueden propiciar la multiplicación de hongos y bacterias que degradan los materiales y objetos almacenados. También supone un riesgo potencial de infecciones para las personas relacionadas con el cuidado o el uso de estos bienes (Valentín, 2004).

La ventilación tiene una doble acción benéfica, por un lado, frena el desarrollo de los propágulos fúngicos, ya que el aire hace que las partículas se mantengan en suspensión por largos períodos de tiempo impidiendo su deposición y por otro, obstaculiza el proceso de condensación del agua cuando la humedad relativa es alta (NTP 431, 2005; Valentín *et al.*, 2001).

La ventilación se puede realizar mediante la apertura de ventanas o puertas, o por medio de un sistema de ventilación forzada. El primer caso puede ser

perjudicial para las colecciones cuando el ambiente exterior se encuentra muy contaminado o las condiciones en el exterior pueden modificar el microclima interno. Un sistema de ventilación artificial, por otro lado, puede hacer pasar el aire por filtros que retengan los contaminantes del aire, y si está conectado a un sistema de aire acondicionado mantener al mismo tiempo la humedad relativa y la temperatura de forma estable. En ambos casos la velocidad del aire no debe sobrepasar ciertos niveles, proponiéndose el límite de  $0,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , por encima del cual se podrían producir depósitos de suciedad y riesgos de erosión o acción mecánica sobre los objetos (Feilden, 1982).

## **2.2 Factores ambientales químicos que propician el deterioro del papel**

En la presente investigación no se determinaron cualitativa ni cuantitativamente los gases y el polvo, factores de deterioro de materiales orgánicos y en particular documentos en soporte de papel. No obstante, dada la ubicación de la Biblioteca Provincial “Martí”, en una zona céntrica de la ciudad de Santa Clara, capital de Provincia, en la intersección de dos calles de frecuente tráfico vehicular y teniendo en cuenta que sí se aborda la ventilación de la sala objeto de estudio, se refieren aspectos sobre la acción perjudicial de los gases y el polvo sobre el papel.

### **2.2.1 Gases**

Entre estos los factores químicos que intervienen en el deterioro del papel se encuentran los gases, como el ozono que actúa como un fuerte agente oxidante sobre los materiales orgánicos y produce el rompimiento entre los átomos de carbono. El dióxido de azufre, es transferido a la atmósfera, principalmente por la quema de los combustibles fósiles empleados en los hornos industriales y los automóviles, que al combinarse con el oxígeno se transforman en trióxido de azufre. Esta reacción química es catalizada por pequeñas partículas metálicas. Asimismo, la combinación del trióxido de azufre y el agua, ya sea de la humedad relativa o del papel, forman el ácido sulfúrico que promueve la hidrólisis de la celulosa. Este ácido ocasiona manchas y la pérdida de la resistencia del papel. El dióxido de nitrógeno presente en el aire proviene de los escapes de los automóviles. Los óxidos (dióxidos y monóxidos)

solubles en agua, originan el ácido nítrico, que actúa de manera semejante a la del ácido sulfúrico (Palma, 2005; Someillán *et al.*, 2006).

La presencia de cloro es también dañina. En lugares cerca del mar, el viento y la niebla transportan cloruro de sodio, sustancia con características higroscópicas que aumenta la humedad en los materiales (Palma, 2005; Someillán *et al.*, 2006).

### **2.2.2 Polvo**

El polvo tiene una composición heterogénea que varía en dependencia de la ubicación de las bibliotecas o archivos. Generalmente contiene partículas químicas de diverso origen y naturaleza, además en su constitución se incluyen huevos y restos de insectos, esporas de hongos y bacterias adheridas a micropartículas sólidas. Los elementos químicos y biológicos que constituyen el polvo pueden dañar el patrimonio archivístico (Florian, 2004; Araujo, 2009; Karbowska-Berent, *et al.*, 2011). Además se refiere en la literatura científica a las partículas contaminadas que catalizan reacciones químicas nocivas y que provienen de fuentes como productos de limpieza, pinturas, adhesivos y la emisión de gases ácidos por algunas maderas (Palma, 2005).

## **2.3 Factores biológicos que intervienen en el deterioro del papel**

Existen varios grupos de organismos que se consideran causantes de deterioro de los bienes e inmuebles, los cuales se pueden agrupar en: microorganismos, insectos, roedores y aves (Vaillant *et al.*, 2004; Valentín *et al.*, 2001, 2010; Romero-Noguera *et al.*, 2008). Las plantas, algas y líquenes también afectan fundamentalmente a inmuebles (Bello y Borrell, 2002), pero no se tratarán en esta investigación.

Los microorganismos deteriorantes se encuentran entre los grupos biológicos de las bacterias y hongos (Bello y Borrell, 2002; Valentín, 2004) representados por 200 especies de microorganismos (Valentín, 2010).

Por su parte los insectos están representados por aproximadamente 70 especies (*op. cit.*) perteneciendo los más frecuentes seis órdenes diferentes: termitas (Orden: Isoptera), carcomas (Orden: Coleoptera), lepismas o pececillos de plata (Orden: Tysanura), cucarachas (Orden: Dytioptera), piojos

de los libros (Orden: Psocoptera sin Corrodentia) y polillas (Orden: Lepidoptera) (Bello y Borrell, 2002; Valentín, 2004).

Las aves y los roedores son los vertebrados reportados como agentes deteriorantes (Bello y Borrell, 2002).

Aunque usualmente se hace referencia en la literatura científica solo a las especies que causan daño directamente, la presencia de cualquier organismo vivo dentro de los archivos y bibliotecas, incluyendo las plantas, resulta potencialmente dañino, ya que pueden portar organismos dañinos, tales como hongos, bacterias e insectos.

### 2.3.1 Hongos

La carga fúngica presente en el aire tanto en ambientes interiores como exteriores puede ser muy variada. La mayoría de los géneros fúngicos que presentan estructuras de fructificación exógena, aprovechan las corrientes de aire para la liberación y transporte de sus esporas. Así entonces, las células fúngicas inocuas, infecciosas o alergénicas se encuentran en variedades y concentraciones que dependen de la localización geográfica y sus condiciones climáticas, de la naturaleza del sustrato (sustrato orgánico o inorgánico), de la estación del año, hora del día y grado de urbanización, entre otras (Sultán *et al.*, 2005). Algunos autores plantean la existencia de altas concentraciones fúngicas en el aire interior (Camuffo *et al.*, 2001; Megan, 2008; Cappitelli *et al.*, 2009; Giraldo-Castrillon *et al.*, 2009; Araujo, 2009; Karbowska-Berent *et al.*, 2011) incluso se ha reportado la existencia de mayores concentraciones (hasta de un 45%) de hongos viables en el aire interior que en el exterior de ciertas edificaciones (Megan, 2008).

Las concentraciones fúngicas son aceptables cuando los hongos en el aire interior son cualitativamente similares a los del aire exterior o cuando los del aire interior son cuantitativamente menores que los del exterior. La guía de la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (OSHA, por sus siglas en inglés) propone que cantidades  $\geq 1000 \text{ UFC} \cdot \text{m}^{-3}$  es una mala calidad ambiental (OSHA, 1992; Nevalainen y Morawaska, 2009).

Cuando el biodeterioro es provocado por microorganismos se denomina microbiodeterioro (Borrego, 2009b; Villalba y Malagón, 2011). El deterioro por hongos filamentosos puede verificarse principalmente, por acción mecánica

debido a la penetración del micelio del hongo en el sustrato, o por acción química. Esta última se subdivide en asimiladora y desasimiladora (Ciferri, 1999; Martínez, 2003; Borrego *et al.*, 2011). La primera consiste en la utilización de los materiales de las obras como fuente de carbono o de energía y la segunda ocurre por excreción o secreción de productos de desecho del metabolismo, entre los que se encuentran ácidos orgánicos como ácido cítrico, ácido fumárico, ácido láctico, etc., que bajan el pH de los soportes considerablemente acidificándolos (Martínez, 2003).

Los procesos químicos que producen deterioro son: descomposición por sustancias ácidas, por sustancias básicas, degradación por enzimas y emisión de pigmentos, los que provocan cambio de coloración y un aspecto poroso y fragmentado del papel (Ciferri, 1999; Martínez, 2003; Borrego *et al.*, 2011).

El desarrollo inicial de un microorganismo en un documento depende de las condiciones de higroscopicidad del material, de las características de la superficie y de las condiciones ambientales (Bach, 1998). La temperatura favorable para la mayor parte de las especies microbianas que atacan los materiales de archivo está comprendida entre los 20 y los 30°C (Lin y Li, 2000), aunque es oportuno decir que existen organismos que pueden soportar temperaturas superiores a los 30°C e inferiores a 0°C (Florian, 2004). Los microorganismos que conforman la microbiota habitual del patrimonio documental necesitan para su desarrollo valores de humedad relativa superiores al 65% y un contenido de agua en los materiales entre 8-10% por encima de los valores normales (Florian, 2004; Karbowska-Berent, 2011). El contenido de humedad en un material es uno de los factores más importantes en el crecimiento microbiano que entre otros fenómenos determina la cantidad de agua presente para la germinación de las esporas microbianas. Muchas especies de hongos y bacterias comienzan su desarrollo en función del contenido de humedad sobre la superficie de un objeto. Asimismo, ha de tenerse en cuenta que los microorganismos durante su desarrollo producen agua metabólica, la cual incrementa el contenido en humedad de un material, favoreciendo a su vez la multiplicación celular (Vaillant *et al.*, 2004).

La contaminación antropogénica también induce procesos deteriorantes (Someillán *et al.*, 2006).

La luz en muchas especies es necesaria para la formación de las esporas y los conidióforos que son fototrópicos positivos (Conservaplan, 1998).

La acción de los hongos en el papel se manifiesta por manchas de diversos colores y las enzimas producidas por su metabolismo aceleran el proceso de deterioro de la celulosa y de los adhesivos por hidrólisis, que queda con un aspecto poroso y fragmentado (Beck, 1992).

El alto contenido de celulosa de diversos materiales y sustratos, incluyendo papel, cartón, techo de tejas y madera favorecen el crecimiento de hongos celulolíticos (Cappitelli y Sorlini, 2005). Los hongos que afectan al papel poseen esporas resistentes al calor y el desecamiento, por lo que se mantienen en estado de reposo hasta encontrar medios favorables para la germinación. A partir de este momento los hongos comienzan a absorber glucosa, obtenida por hidrólisis de la molécula de celulosa en forma de monómeros o de dímeros sencillos (Beck, 1992; Alexander, 1994; Olivero, 2004).

Los hongos más comunes en ambientes interiores son los que se encuentran agrupados dentro de los géneros *Penicillium*, *Rhizopus* y *Cladosporium*. Los hongos patógenos como *Stachybotrys* se aíslan con menor frecuencia de los ambientes interiores (Kuhn, 2003). Se han reportado además otros géneros que aparecen con relativa frecuencias en ambientes interiores como: *Curvularia*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Mucor*, *Chrysosporium* (Gorny, 2004; Albuquerque *et al.*, 2006; Karbowska-Berent *et al.*, 2011), *Circinella* y *Geotrichum* (Medina, 2008).

Estos en su actividad contaminante ejercen un doble efecto negativo ya que por un lado producen daños al soporte documental y por otro afectan a la salud del personal que está en contacto con las colecciones (Gallup, 2006; Nevalainen y Morawska, 2009; Rojas *et al.*, 2002; Florian 2004; Borrego *et al.*, 2008, 2010 a). Son numerosos los trabajos que relacionan la influencia de los hongos en la producción de enfermedades respiratorias de tipo alérgico (Dale *et al.*, 2000; Newson *et al.*, 2000; Singh & Kumar, 2002). Alrededor de un 5% de los individuos pueden desarrollar alergia a hongos a lo largo de su vida, (Hardin *et al.*, 2003) sin embargo, la intensidad de la respuesta alérgica dependerá de la edad, sexo, mapa genético, estado de salud y de la cantidad y grado de exposición al antígeno (Bardana, 2003). Algunos autores relacionan a determinados géneros con patologías concretas, como es el caso de *Penicillium* con las infecciones del tracto respiratorio, de *Aspergillus* con la

rinitis (Muller *et al.*, 2002) y la aspergilosis, *Fusarium* causa afecciones cutáneas y respiratorias, *Curvularia* y *Cladosporium* producen una enfermedad llamada feohifomicosis (Vargas, 2004).

En la Tabla I se relacionan algunos de los principales géneros fúngicos encontrados como contaminantes en archivos, así como las fuentes de donde han sido aislados, los metabolitos que producen y sus actividades deteriorantes.

Tabla I. Géneros fúngicos encontrados como deteriorantes en archivos y bibliotecas.

| Género                | Fuente de aislamiento                                     | Metabolitos que produce                                                                           | Actividad deteriorante                                                          |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Alternaria</i>     | Materiales orgánicos y ambiente                           | Proteasas y amilasas                                                                              | Manchas miceliares color pardo y degradación del soporte                        |
| <i>Aspergillus</i>    | Materiales orgánicos y ambiente                           | Amilasas, celulasas, glucosa oxidasa, ácido cítrico, ácido láctico, ácido fumárico y ácido málico | Manchas miceliares de diferentes colores, degradación y acidificación           |
| <i>Candida</i>        | Materiales orgánicos y ambiente                           | Celulasas, ácido acético, ácido oxálico y ácido celobiónico                                       | Manchas miceliares de color pardo oscuro, manchas y acidificación               |
| <i>Cephalosporium</i> | Papel, materiales sintéticos y textiles                   | Acido láctico, ácido succínico y ácido fórmico                                                    | Manchas miceliares tonos pardos oliváceos y acidificación                       |
| <i>Chaetomium</i>     | Papel, cartón, pieles y fotodocumentos                    | Celulasas, ácido acético, ácido láctico                                                           | Manchas pigmentarias, tonos crema y rosa y acidificación                        |
| <i>Cladosporium</i>   | Materiales orgánicos, fotos, cintas magnéticas y ambiente | Proteasas, ácido láctico y ácido acético                                                          | Decoloración del papel, acidificación, manchas miceliares azul-violeta y/o rosa |
| <i>Fusarium</i>       | Materiales orgánicos y ambiente                           | Celulasas y ácido acético                                                                         | Manchas rosadas, decoloración y afectación de las fibra celulolíticas           |
| <i>Gliocladium</i>    | Papel y cartón                                            | Celulasas y ácido acético                                                                         | Manchas pardo y rosa                                                            |
| <i>Mucor</i>          | Materiales orgánicos y ambiente                           | Proteasas, ácido acético y ácido oxálico                                                          | Manchas miceliares de color pardo y acidificación                               |
| <i>Paecilomyces</i>   | Papel, textiles y fotografía                              | Celulasas, ácido acético y ácido celobiónico                                                      | Manchas miceliares de color pardo y degradación de fibras                       |

|                      |                                 |                                                                    |                                                                          |
|----------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| <i>Penicillium</i>   | Materiales orgánicos y ambiente | Lipasas, celulasas proteasas, ácido oxálico y ácido láctico        | Manchas miceliares de color verde, degradación de fibras y acidificación |
| <i>Phoma</i>         | Papel y textiles                | Celulasas, proteasas y ácido acético                               | Manchas miceliares de color pardo, pigmentos y acidificación             |
| <i>Rhizopus</i>      | Materiales orgánicos y ambiente | Proteasas, lipasas, ácido láctico, ácido succínico y ácido fórmico | Manchas miceliares de color pardo y acidificación                        |
| <i>Sporotrichum</i>  | Papel                           | Celulasas, ácido celobiónico y ácido láctico                       | Manchas miceliares de color blanco, pigmentos pardos y ruptura de fibras |
| <i>Strachybotrys</i> | Materiales orgánicos            | Celulasas, proteasas y ácido celobiónico                           | Manchas de color pardo oscuro y afectación de las fibras                 |
| <i>Trichoderma</i>   | Papel, cartón y madera          | Celulasas, ácido celobiónico y ácido acético                       | Manchas tono oliváceas y debilitamiento de las fibras                    |
| <i>Verticillium</i>  | Papel y textiles                | Celulasas, ácido celobiónico y ácido acético                       | Manchas miceliares pardo oscuro, pigmentación y afectación de las fibras |

Fuente (Borrego, 2009b).

### 2.3.2 Insectos

Los insectos constituyen el grupo más diverso dentro del reino animal, con aproximadamente 50.000 especies descritas y un elevado número, aún por conocer (Metcalf y Flint, 1965). Su éxito se debe a su capacidad para adaptarse a los más diversos hábitats y hábitos de vida. Su plasticidad ecológica les permitió ocupar todos los hábitats, aun los más adversos, como los polos, desiertos y grandes alturas y hasta prosperan en presencia de insecticidas (Valentín y Vaillant, 2003).

#### -Orden Thysanoptera

Insectos ápteros más primitivos que existen, cuya falta de alas no ha sido el resultado de su evolución sino que es original. Son identificados comúnmente como pececillos de plata. Una de sus características distintivas es la forma de su abdomen, que está terminado en varios apéndices. En el caso de *Lepisma* spp. el abdomen finaliza en tres cerdillas articuladas. Su cuerpo es de forma cilíndrica y brillante debido a que está cubierto de escamas (razón por la cual reciben el nombre de *Lepisma*) cuyo color varía de acuerdo al estadio en que se encuentre el insecto. En la cabeza poseen dos antenas alargadas y sus pies

son cortos, con dos artejos y una uña en cada tarso. Presenta fobia a la luz, por lo que suele habitar en espacios oscuros y, teniendo en cuenta su dependencia hacia la humedad, lo más seguro es encontrarlo en casas o edificios viejos, sótanos frescos, depósitos poco iluminados y con poca ventilación, detrás de los zócalos y de los muebles, en las grietas o fisuras de las paredes, sobre todo si éstas contienen manchas de humedad, o lugares donde haya pérdidas de agua, incluso en los baños y cocinas. (Scala, 2010). Se alimenta de colas y de celulosa. Este insecto deja la superficie del papel llena de erosiones, llegando, a veces, a perforarlo. En ocasiones puede dañar totalmente un documento, un grabado o dibujo, pues las erosiones afectan, a menudo la parte dibujada, escrita o impresa (Bello y Borrell, 2002). Los ejemplares más conocidos como causantes de biodeterioro son *Lepisma saccharina* y *Thermobia domestica*.

- Orden Dictyoptera

Las más conocidas son *Blattela germanica*, *Blatta orientalis* y *Periplaneta americana*, conocidas comúnmente como cucarachas. Prefieren la humedad y la nocturnidad, son omnívoras, viven ocultas en zócalos, fisuras de las paredes, etc., y es muy frecuente encontrarlas en depósitos, almacenes y zonas de desagüe. En el material de archivo deja erosiones superficiales y manchas producidas por sus excrementos, que suelen ser muy oscuros (Bello y Borrell, 2002).

- Orden Psocoptera

Son insectos muy pequeños, casi imperceptibles, conocidos como piojos de los libros. Se alimentan de material vegetal y animal, concretamente de otros insectos u hongos; también se encuentran en las encuadernaciones y dentro del bloque de libros. Produce pequeños agujeros en la superficie del papel y ligeras erosiones (*op. cit.*).

- Orden Isoptera

Forman parte de los grupos de insectos más peligrosos y difíciles de erradicar, especialmente, porque algunas especies, (termitas subterráneas), forman sus nidos primarios fuera de las edificaciones al que posteriormente acceden a través de tuberías, o conducciones eléctricas, para instalar sus nidos secundarios y acceder a los materiales celulósicos localizados en el interior del inmueble.

Las termitas, son insectos sociales. El número de individuos en una colonia varía de una especie a otra, oscilando entre 1000 y un millón. Dentro de las colonias, el rey y reina corresponden a las castas reproductivas y las obreras y soldados a las castas estériles.

Las termitas más comunes incluyen un escaso número de familias. La familia Rhinotermitidae (termitas subterráneas) son las más peligrosas y difíciles de erradicar. Construyen sus nidos principales en la tierra, en la madera húmeda en contacto con la tierra o en las raíces de los árboles. *Reticulitermes lucífugus* es la especie más frecuente en países del área mediterránea. Una humedad baja afecta sensiblemente a las colonias de termitas. Asimismo, la luz les perjudica mucho debido a su falta de pigmentación. Por todo ello, se ocultan en el interior de túneles que construyen, por los que se trasladan fácilmente y donde conservan su humedad manteniéndose ocultas de la luz. Solo el rey y la reina poseen alas para desplazarse durante el vuelo nupcial. Están pigmentados para protegerse de la luz. Las obreras y soldados no tienen alas, ni están pigmentados a excepción de la cabeza de los soldados que necesitan salir de los nidos para defender las colonias. Destruyen todo tipo de material orgánico, especialmente si está húmedo y contaminado por microorganismos (Valentín, 2003).

- Orden Coleoptera

Llamados comúnmente carcomas. El mayor peligro lo representan las larvas, que se alimentan de la celulosa formando largas galerías desde la periferia de la obra hasta el centro y depositando dentro de estas sus excretas con forma de arenilla (Bello y Borrell, 2002). Las principales especies son *Lasioderma serricorne* y *Stegobium paniceum*.

### **2.3.3 Vertebrados**

Entre los vertebrados que causan deterioro se encuentran las aves, cuyos daños se limitan a archivos que se encuentran en locales que permiten su entrada libremente, y son provocados por sus deyecciones de gran acidez. Otros de los vertebrados que podemos mencionar son los roedores que roen los documentos para desgastar sus dientes y para la confección de nidos (Bello y Borrell, 2002).

## 2.4 Conservación preventiva

La conservación preventiva, tiene la finalidad de frenar el impacto negativo del ambiente en las colecciones, con el fin de asegurar su permanencia. Para la elaboración de una política de conservación preventiva del fondo documental de una unidad de información, se deben considerar las categorías de usuarios, la calidad e importancia de la colección y el uso que se hace de ella, las características del medio, tanto interior como exterior, y sus efectos sobre las colecciones. La conservación preventiva además de incluir el control ambiental, también le son inherentes las condiciones de almacenamiento de los documentos, el desarrollo de directrices, guías y procedimientos para proteger las colecciones, sea de uso frecuente o de poco uso, la formación y concientización del personal de la unidad de información y de sus usuarios, y el desarrollo de proyectos cooperativos (Someillan, *et al.*, 2006).

La formulación de una política válida de conservación preventiva debe orientarse, esencialmente, a la gestión de tres enfoques fundamentales para la conservación de colecciones bibliotecarias.

En un primer nivel, el control de la iluminación, la temperatura, la humedad relativa, la calidad del aire, el aseguramiento de una limpieza sistemática y del empleo de buenas técnicas de almacenamiento y manipulación (Castellanos, 2001).

La segunda estrategia de amplio alcance para la conservación es el reformateo de aquellos documentos que experimentaron un uso excesivo y se deterioraron o de aquellos que sean muy frágiles, o sean muy valiosos. La fotocopia, la microfilmación y la digitalización constituyen una buena solución, en dependencia de las posibilidades reales de la institución, según los recursos financieros, humanos y materiales de que disponga (Someillan, *et al.*, 2006).

El tercer enfoque se dirige a la restauración, al tratamiento de conservación a objetos individuales, es decir, a la ejecución de medidas reparadoras (*op. cit.*).

Los primeros pasos para el diseño de una política de conservación preventiva son la evaluación de las condiciones ambientales, el estado de las colecciones y las políticas vigentes; así como los procedimientos de almacenamiento y manipulación de los documentos. Este minucioso análisis se materializa con la aplicación de los llamados diagnósticos de conservación (*op. cit.*).

### 3. Materiales y Métodos

La Sala de Fondos Raros y Valiosos de la Biblioteca Provincial “Martí” posee tres locales, una sala de trabajo donde radican las especialistas que allí laboran donde se encuentra el fichero de datos de la documentación, una sala de lectura para los clientes y un Archivo donde se almacenan los documentos (Fig.1).

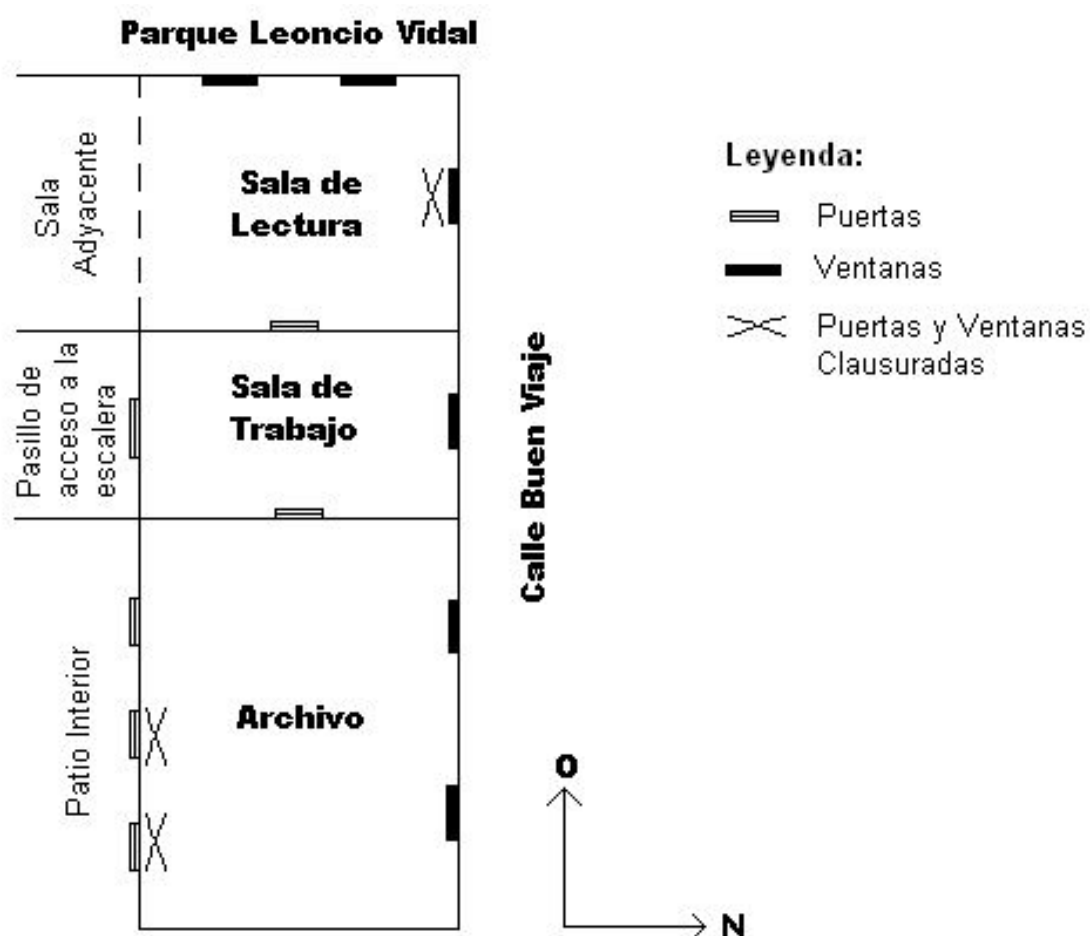
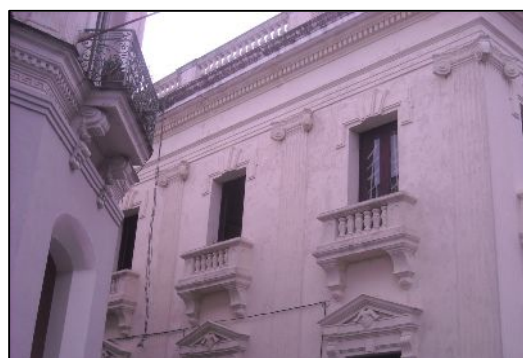


Figura 1. Croquis de la Sala de Fondos Raros y Valiosos.

La Sala de Fondos Raros y Valiosos se encuentra ubicada en el ala derecha del segundo piso del inmueble (Fig. 2).



A



B



C



D

Figura 2. Biblioteca Provincial “Martí” de Villa Clara.

A: Vista frontal con la Sala de Fondos Raros y Valiosos señalada. Acceso al parque “Leoncio Vidal Caro”.

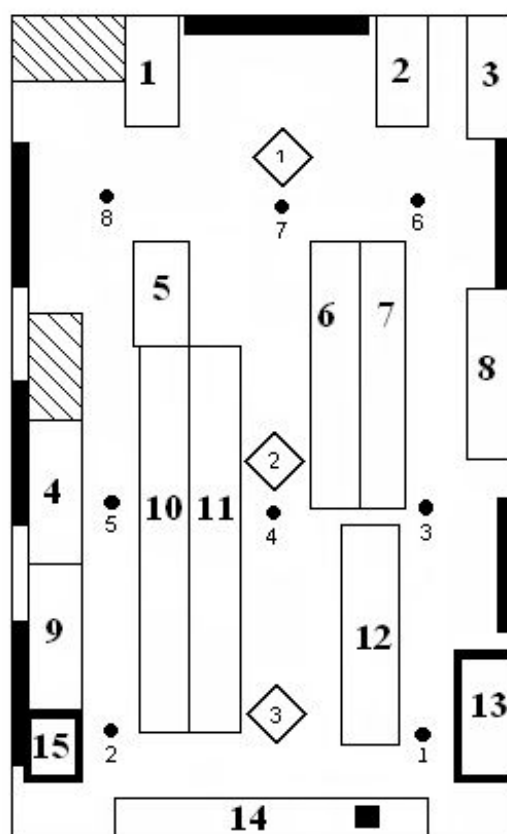
B: Vista parcial lateral de la Sala de Fondos Raros y Valiosos. Acceso a la calle Buen Viaje.

C: Vista lateral del Archivo de la Sala. Acceso al patio interior central de la edificación.

D: Vista al Archivo desde la sala de trabajo.

Las puertas y ventanas que se abren en el Archivo en el horario laboral (8.00 a.m.-4.00 p.m.), excepto la puerta que comunica la Sala de trabajo con este, la cual permanece siempre abierta.

Los documentos en el Archivo están distribuidos en 13 estantes y dos escaparates (Fig.3).



Leyenda:

1,2,3... Áreas de muestreo

(1-14: Estantes, 13 y 15: Escaparates)

■ Delimita las puertas y ventanas

▨ Zona que representa otro tipo de mueble

◇ Ubicación del Higrotermómetro

■ Ubicación del Higrotermógrafo

● Ubicación del Aeroscopio

Figura 3. Croquis del Archivo.

Estos tienen diferente altura y un número de pisos variable (Tabla II). En la Figura 4 se muestran un estante y un escaparate abierto.

Tabla II. Dimensiones y número de pisos de los estantes y escaparates que se encuentran en el Archivo de la Sala de Fondos Raros y Valiosos de la Biblioteca Provincial “Martí”.

| Estante | Ancho (m) | Largo (m) | Alto (m) | No. de pisos |
|---------|-----------|-----------|----------|--------------|
| 1       | 0,51      | 1,24      | 1,89     | 5            |
| 2       | 0,51      | 1,24      | 1,95     | 4            |
| 3       | 0,35      | 1,65      | 2,30     | 6            |
| 4       | 0,35      | 2,50      | 2,40     | 7            |
| 5       | 0,37      | 1,39      | 1,80     | 4            |
| 6       | 0,35      | 3,95      | 2,18     | 6            |
| 7       | 0,35      | 3,95      | 2,18     | 6            |
| 8       | 0,35      | 3,39      | 2,16     | 3            |
| 9       | 0,35      | 2,50      | 2,40     | 6            |
| 10      | 0,35      | 6,00      | 2,16     | 7            |
| 11      | 0,35      | 6,00      | 2,16     | 8            |
| 12      | 0,35      | 2,51      | 2,18     | 6            |
| 13      | 0,62      | 2,58      | 1,31     | 6            |
| 14      | 0,33      | 2,51      | 2,00     | 6            |
| 15      | 0,48      | 1,00      | 1,90     | 4            |



A



B

Figura 4. Estante y escaparate abierto del Archivo de la Sala de Fondos Raros y Valiosos de la Biblioteca Provincial “Martí”.

### **3.1 Evaluación de factores ambientales físicos que influyen en el deterioro del papel**

#### **3.1.1 Temperatura y humedad relativa**

Con la finalidad de determinar si los valores de temperatura y humedad relativa, así como sus fluctuaciones en el Archivo se adecuan a los establecidos para este tipo de inmueble, se hizo un registro gráfico continuo con un higrotermógrafo, durante las semanas del 13 al 19 de febrero del 2012 y del 15 al 21 de noviembre del 2012, determinándose los valores bihorarios de estos parámetros. El equipo se ubicó en un estante en la parte posterior del local a 1,50 cm de altura (Fig. 3).

A partir de estos datos se determinó el valor medio de estas variables y se comparó con los del ambiente externo registrados en la Estación Meteorológica “Valle del Yabú” (acreditada por el Centro de Meteorológico Provincial de Villa Clara, Cuba) con un equipo igual al utilizado en el Archivo. Debido a la existencia de una “isla de calor” en la zona urbana de la ciudad con un área más cálida en la zona histórica donde se ubica la edificación objeto de estudio, a los valores externos de temperatura se les sumaron 5,5 °C (Álvarez, 2004).

Lo anterior se hizo con el objetivo de conocer si existían diferencias entre el ambiente interior y exterior del local. Para esto se realizó una prueba U de Mann-Whitney, ante la previa comprobación de la normalidad de los datos mediante la prueba Shapiro-Wilk con el empleo del paquete estadístico PASW Statistics 18.

Se midieron de forma puntual la temperatura y humedad relativa en tres puntos de muestreo dentro del Archivo, ubicados a la entrada, centro y fondo, utilizando un higrotermómetro digital (Fig. 3) para saber si estos parámetros son homogéneos en el local o no. Se hicieron tres mediciones consecutivas en cada punto a las 8:30am, 2:00pm y 4:00pm los días 11 de abril y 27 de septiembre de 2012, refiriéndose el valor medio.

### 3.1.2 Luz

En función de determinar si los valores de iluminancia en el Archivo se corresponden con lo reglamentado, se hicieron mediciones utilizando un luxómetro en los 13 estantes considerados como áreas de muestreo y en cada uno de los pisos de estos, con el sensor ubicado frente a la zona de mayor incidencia de la luz. En el caso del estante 2, donde están ubicadas dos columnas de documentos, se hicieron mediciones por ambos lados.

Los registros se hicieron los días 13 de febrero y 11 de abril del 2012, en los horarios de 8:30am, 2:00pm y 4:00pm.

### 3.1.3 Ventilación

A causa del considerable número de variables que intervienen en la ventilación natural y a la inestabilidad y dispersión estadística de las condiciones naturales, no resulta posible realizar un cálculo preciso que refleje exactamente la realidad, pero sí las características cuantitativas de la ventilación en una edificación (Alemany *et al.*, 1986).

El cálculo estimado de la velocidad interior del viento ( $v_i$ ) en un local de una edificación tiene en cuenta la orientación de este con respecto a la dirección del viento (de E-NE, en la ciudad de Santa Clara) el número, ubicación y tamaño relativo de los huecos de entrada y salida del aire exterior. Para esto se emplea la siguiente fórmula (*op. cit.*)

$$v_i = 0,28 \times P_v \times v_e (Fr_1 \times Fr_2 \times Fr_3 \times Fr_4 \times Fr_5 \times Fr_6)$$

Donde:

$v_i$ = velocidad interior del viento

$P_v$ = permeabilidad al viento

$v_e$ = velocidad exterior del viento

$Fr_1$ = dirección relativa al viento (se aplica a la diferencia de gradientes de presiones con respecto al edificio tipo).

$Fr_2$ = aplicable a la existencia o no de galería lateral

$Fr_3$ = aplicable al tipo de ventana o de elementos adicionales a la fachada de barlovento

$Fr_4$ = factor de eficiencia del flujo de aire sobre la zona habitable (en función de las características del hueco o abertura)

Fr5= Aplicable a las características del relieve topográfico

Fr6= Aplicable a los casos de obstrucción directa del viento por un obstáculo interpuesto.

El cálculo de la velocidad interior del viento en el Archivo se hizo con la finalidad de compararlo con el valor límite por encima del cual se podrían producir depósitos de suciedad y riesgos de erosión o acción mecánica sobre los documentos almacenados en el Archivo ( $0,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) y con las condiciones necesarias para un local en el que se realicen actividades ligeras ( $1,0\text{-}3,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) (*op. cit.*), de modo que se garantice, en este caso, el confort de las trabajadoras del Archivo.

Además se determinó el caudal de ventilación ( $W_v$ ) en el Archivo para saber si este se encuentra dentro del rango requerido para la función higiénica de la ventilación ( $W_h$ ) (*op. cit.*) y si se adecua al valor requerido para garantizar la renovación del volumen total de aire en el local (0,5% del espacio total por hora) según refiere Martín (2009).

Para lo anterior se emplearon las siguientes fórmulas (Alemany *et al.*, 1986):

$$W_v = 10^3 \times F_e \times A_{ea} \times v_i \times Fr_1 \times Fr_3 \times Fr_5 \times Fr_6 \times \sqrt{\Delta F_{pd}}$$

Donde:

$W_v$ = caudal de ventilación

$10^3$ = factor de conversión de unidades

$F_e$ = coeficiente combinado de descarga a través de las aberturas

$A_{ea}$ = área efectiva de las aberturas

$v_i$ = velocidad interior del aire

$Fr_1, Fr_3, Fr_5, Fr_6$ = coeficientes de regulación

$\sqrt{\Delta F_{pd}}$ = gradiente de presión

$$W_h = n \times V$$

Donde:

$W_v$ = caudal requerido para la función higiénica de la ventilación

$n$ = renovación recomendable según la función del local

$V$ = volumen de aire dentro del local

Además se estimó la dirección del viento dentro del Archivo para dar posteriormente una posible explicación a los resultados del conteo del número de propágulos fúngicos en el aire interior del Archivo.

### 3.2 Evaluación de factores biológicos que intervienen en el deterioro del papel

La investigación en este aspecto se realizó sobre la base del riesgo de biodeterioro de los documentos en soporte de papel que se encuentran en el Archivo debido a la presencia de los agentes biológicos en el local.

#### 3.2.1 Hongos

Con el objetivo de clasificar el aire del local según el número de propágulos fúngicos siguiendo el criterio de Omeliansky (Bogomolova y Kirtsideli, 2009) se realizó un análisis microbiológico de este en ocho puntos distribuidos homogéneamente en el Archivo (Fig. 3). Para la toma de muestras se utilizó un Aeroscopio modelo Chirana, colocado a la altura de 0,75 m sobre una banqueta, donde se impactan 29 litros de aire sobre placas de Petri con medio de cultivo Agar Dextrosa Sabouraud suplementado con cloranfenicol al 1%, por ser este el más apto para los análisis microbiológicos del aire según Rojas *et al.*, 2008; 2010. Las muestras fueron tomadas por triplicado en noviembre de 2011. Las placas de cada muestra fueron envueltas en papel estéril y se mantuvieron de forma invertida durante su transporte al laboratorio. Posteriormente fueron incubadas a  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  durante siete días (Rojas *et al.*, 2002; 2010). Las colonias emergentes se contaron a los tres días de incubación como Unidades Formadoras de Colonias (UFC). La concentración de propágulos de hongos en el aire se calculó según la fórmula sugerida por el fabricante de equipo:

$$\text{UFC} \cdot \text{m}^{-3} = \frac{1000 \times \text{número de colonias contadas}}{\text{Flujo de aire}}$$

Aquellas colonias que resultaron aparentemente diferentes desde el punto de vista cultural se sembraron en cuñas del mismo medio de cultivo. Los aislados fúngicos se nombraron con la letra A, denotando que fueron extraídos del ambiente, seguida por un número para identificar cada aislado.

La identificación de las cepas se realizó según sus características culturales y la morfología de hifas, conidióforos, conidios y otras estructuras microscópicas, con el empleo de claves y manuales especializados según las características

de cada género y/o especie según Ellis (1971), Hawksworth (1995) y Barrett *et al* (1998).

Las colonias fúngicas que se desarrollaron fueron descritas atendiendo a:

- Velocidad de crecimiento.
- Grado de crecimiento.
- Color del haz de la colonia: varios.
- Color del envés de la colonia: varios.
- Pigmentación del sustrato: varios.
- Textura superficial (suelta, compacta, aterciopelada, flocosa, vellosa, filamentosa, gelatinosa, coriácea, enmarañada).
- Líquido transpirado: presencia o ausencia.

Para la determinación del color de las colonias y la pigmentación del sustrato se empleó la clave Colour Identification Chart (Edinburgh, 1969).

La evaluación de la actividad deteriorante del hongo filamentoso aislado se realizó mediante la determinación de la capacidad celulolítica y producción de pigmentos, actividad proteolítica, amilolítica y producción de ácidos.

Para la determinación de la capacidad celulolítica y la producción de pigmentos se utilizó el procedimiento descrito por Rautela y Cowling (1986), para lo cual se procedió a inocular los aislados en un medio de cultivo (MCbase) cuya composición salina para 1L fue: nitrato de sodio (2,0g); fosfato de dipotasio (1,0g); sulfato de magnesio (0,5g); cloruro de potasio (0,5g); sulfato ferroso (0,01g); agar 20g; agua destilada c.s.p. 1L; pH = 5,5. Como fuente de carbono se usó en un caso, una tira de papel de filtro de 4,8cm de largo por 1cm de ancho (equivalente a 0,05g de papel de filtro) y en otro, celulosa cristalina (1%). Como control se empleó glucosa (1%). Para cada prueba se realizaron tres réplicas. Los cultivos se incubaron a  $28\pm 2^{\circ}\text{C}$  durante 21 días. La evaluación de los resultados se realizó mediante inspección visual y se indicó siguiendo criterio dado por Hidalgo y Borrego (2006):

- Crecimiento abundante (75% del área o más): +++
- Crecimiento moderado (50% del área): ++
- Crecimiento pobre (25% del área): +

La producción de pigmentos se evaluó en los tubos que contenían el papel de filtro y se señaló como positivo, en cuyo caso se determinó el color usando la clave antes referida, o negativo.

Para la determinación de la actividad amilolítica, las cepas se sembraron en una placa Petri en MCbase que contenía almidón ( $5\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) como única fuente de carbono. Después de 7 días de incubación a  $28^{\circ}\text{C}$ , 5 mL de reactivo de Lugol fueron vertidos sobre cada placa de cultivo y la presencia de una zona de color azul alrededor del crecimiento micelial fue tomada como indicador de hidrólisis positiva (Galiotou-Panayotou *et al.*, 1997).

La actividad proteolítica se evaluó mediante dos ensayos de hidrólisis de gelatina, uno sobre una placa Petri y otro en un tubo de ensayo. Para el primero, las cepas de los hongos filamentosos fueron inoculados en MCbase, pero se le añadió como fuente de carbono gelatina a  $5\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ . Después de siete días de incubación a  $28^{\circ}\text{C}$ , 5mL de reactivo de Frazier fueron vertidos sobre cada placa para determinar la presencia de un halo transparente, en cuyo caso la prueba se consideró positiva a la hidrólisis de la gelatina Galiotou-Panayotou *et al.*, (1997). El ensayo en los tubos fue realizado para confirmar los ensayos positivos en las placas de Petri. En este caso, cada cepa se inoculó por punción en el medio de cultivo distribuido en un tubo de ensayo. La composición del medio era idéntica al del ensayo en placa de Petri, pero sin agar. Los tubos inoculados se incubaron durante 7 días a  $28^{\circ}\text{C}$ . Se almacenaron a  $4^{\circ}\text{C}$  por 30 minutos, y la reacción de hidrólisis de la gelatina se puso de manifiesto por la licuefacción del medio cuando los tubos fueron agitados (Iwatzu, 1984).

Los aislados fúngicos fueron inoculados en MCbase sin agar distribuido en tubos de ensayo, con glucosa (1%) y  $\text{pH}=7,0$ . Estos fueron incubados a la temperatura antes referida durante tres días, pasados los cuales se determinó el pH del medio de cultivo con el empleo de un pHmetro (Borrego *et al.*, 2010a).

### 3.2.2 Insectos

Con la finalidad de saber si hay insectos vivos en el Archivo y en tal caso su identidad, así como su distribución espacio-temporal se emplearon trampas cebo.

Para capturar insectos de pequeño tamaño se colocaron trampas construidas con portaobjetos a los que se les colocó una mezcla de glicerina fenicada, engrudo de almidón de maíz y sacarosa (10:10:1). En todos los pisos de los estantes y escaparates (áreas de muestreo) las trampas se ubicaron detrás de un documento o grupo de estos. Se muestreó en tres oportunidades en los siguientes periodos:

I: 22 de noviembre al 22 de diciembre de 2011

II: 29 de febrero al 3 de abril de 2012

III: 25 de septiembre al 24 de octubre de 2012

Los portaobjetos se mantuvieron colocados durante siete días y se observaron nunca después de tres días de recogidas las muestras (antes de que ocurriera la descomposición de los insectos colectados) en estereomicroscopio a 40x y microscopio óptico de campo claro a 100 y 400x.

Para la captura de insectos de mayor tamaño se colocó en el estante 9 una trampa construida con un frasco plástico sin tapa ubicado en posición diagonal al que se le adicionó un pequeño volumen de una solución sobresaturada de sacarosa.

La identificación de los insectos fue realizada por un especialista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UCLV (Universidad Central de Las Villas, Cuba)<sup>1</sup>.

### 3.2.3. Vertebrados

Durante el tiempo en que transcurrió el trabajo diagnóstico el área fue inspeccionada con el apoyo de los especialistas que trabajan en esta, con el objetivo de coleccionar o avistar vertebrados que de alguna forma pudieran propiciar el biodeterioro de la colección. También se llevó a cabo la búsqueda activa de pellets fecales pertenecientes a especies de roedores.

---

<sup>1</sup> Dr. Cs. Horacio Grillo Ravelo: Especialista en Entomología. Centro de Investigaciones Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba.

## 4. Resultados

### 4.1 Evaluación de factores ambientales físicos que influyen en el deterioro del papel

#### 4.1.1 Temperatura y humedad relativa

En la Tabla III se muestran los valores bihorarios de temperatura y humedad relativa medidos en el Archivo.

Tabla III. Valores bihorarios diarios de temperatura y humedad relativa en el Archivo de la Sala de Fondos Raros y Valiosos de la Biblioteca Provincial

|       |    | Hora |      |      |      |       |       |      |      |      |      |       |       |
|-------|----|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|
|       |    | A.M. |      |      |      |       |       | P.M. |      |      |      |       |       |
| Fecha | P  | 2:00 | 4:00 | 6:00 | 8:00 | 10:00 | 12:00 | 2:00 | 4:00 | 6:00 | 8:00 | 10:00 | 12:00 |
| 13/02 | T  | -    | -    | -    | -    | -     | -     | 26,0 | 26,0 | 26,0 | 26,0 | 26,0  | 26,0  |
|       | Hr | -    | -    | -    | -    | -     | -     | 48,0 | 50,0 | 52,0 | 53,0 | 54,0  | 54,0  |
| 14/02 | T  | 26,0 | 26,0 | 26,0 | 26,0 | 26,0  | 27,0  | 27,5 | 27,0 | 27,0 | 27,0 | 26,9  | 26,8  |
|       | Hr | 54,0 | 55,0 | 55,0 | 59,0 | 55,0  | 53,0  | 52,0 | 56,0 | 58,0 | 59,0 | 60,0  | 61,0  |
| 15/02 | T  | 26,9 | 26,9 | 26,9 | 27,0 | 27,0  | 27,3  | 27,2 | 27,2 | 27,0 | 27,0 | 27,0  | 27,0  |
|       | Hr | 62,0 | 61,0 | 64,0 | 63,0 | 59,0  | 60,0  | 63,0 | 64,0 | 65,0 | 65,0 | 64,0  | 63,0  |
| 16/02 | T  | 27,0 | 26,9 | 27,0 | 27,3 | 28,2  | 28,0  | 28,0 | 28,0 | 28,0 | 27,9 | 27,8  | 27,6  |
|       | Hr | 63,0 | 66,0 | 62,0 | 60,0 | 56,0  | 61,0  | 62,0 | 62,0 | 63,0 | 63,0 | 63,0  | 63,0  |
| 17/02 | T  | 27,7 | 27,7 | 28,0 | 28,5 | 28,5  | 28,2  | 28,0 | 28,0 | 28,0 | 28,0 | 28,0  | 28,0  |
|       | Hr | 65,0 | 62,0 | 57,0 | 52,0 | 57,0  | 59,0  | 61,0 | 61,0 | 61,0 | 61,0 | 61,0  | 64,0  |
| 18/02 | T  | 27,9 | 28,0 | 28,0 | 28,0 | 28,0  | 28,0  | 28,0 | 28,0 | 28,0 | 28,0 | 28,0  | 28,2  |
|       | Hr | 63,0 | 61,0 | 61,0 | 61,0 | 61,0  | 62,0  | 62,0 | 61,0 | 62,0 | 62,0 | 62,0  | 62,0  |
| 19/02 | T  | 28,3 | 28,5 | 28,7 | 28,8 | 28,9  | 28,9  | 28,9 | 28,9 | 28,9 | 28,9 | 28,8  | 29,0  |
|       | Hr | 61,0 | 60,0 | 60,0 | 62,0 | 62,0  | 62,0  | 62,0 | 62,0 | 62,0 | 70,0 | 67,0  | 66,0  |
| 15/11 | T  | -    | -    | -    | -    | -     | -     | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0  | 20,0  |
|       | Hr | -    | -    | -    | -    | -     | -     | 79,0 | 76,0 | 76,0 | 76,0 | 74,0  | 74,0  |
| 16/11 | T  | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 19,9 | 20,0  | 20,0  | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 19,9  | 19,9  |
|       | Hr | 74,0 | 74,0 | 74,0 | 79,0 | 77,0  | 72,0  | 70,0 | 67,0 | 67,0 | 67,0 | 67,0  | 67,0  |
| 17/11 | T  | 19,9 | 19,8 | 19,5 | 20,0 | 20,0  | 20,0  | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0  | 20,0  |
|       | Hr | 67,0 | 67,0 | 72,0 | 69,0 | 68,0  | 68,0  | 69,0 | 70,0 | 70,0 | 70,0 | 70,0  | 70,0  |
| 18/11 | T  | 19,9 | 20,0 | 21,0 | 20,9 | 20,5  | 20,0  | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0  | 19,9  |
|       | Hr | 70,0 | 78,0 | 79,0 | 70,0 | 70,0  | 72,0  | 74,0 | 75,0 | 75,0 | 76,0 | 76,0  | 76,0  |
| 19/11 | T  | 20,0 | 20,5 | 21,0 | 20,8 | 20,1  | 20,0  | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 19,9  | 20,0  |
|       | Hr | 76,0 | 75,0 | 69,0 | 68,0 | 70,0  | 73,0  | 73,0 | 74,0 | 75,0 | 76,0 | 76,0  | 80,0  |
| 20/11 | T  | 20,2 | 20,5 | 20,3 | 20,1 | 20,1  | 20,0  | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 19,8 | 19,9  | 20,0  |
|       | Hr | 75,0 | 69,0 | 67,0 | 67,0 | 67,0  | 67,0  | 67,0 | 66,0 | 65,0 | 62,0 | 58,0  | 57,0  |
| 21/11 | T  | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0  | 20,0  | 19,9 | 19,7 | 19,5 | 19,9 | 19,9  | 19,9  |
|       | Hr | 47,0 | 47,0 | 48,0 | 50,0 | 50,0  | 51,0  | 51,0 | 51,0 | 60,0 | 60,0 | 60,0  | 60,0  |

“Martí” de Villa Clara. Equipo: Higrotermógrafo. Año: 2012.

P: Parámetro T: temperatura (°C) Hr: humedad relativa (%)

En la Tabla IV aparecen los valores medios diarios de temperatura y humedad relativa dentro del Archivo y los del ambiente exterior en los periodos evaluados.

Tabla IV. Valores medios diarios de temperatura y humedad relativa en el Archivo de la Sala de Fondos Raros y Valiosos de la Biblioteca Provincial “Martí” de Villa Clara y en el exterior de la edificación\*.

Equipo: Higrotermógrafo. Año: 2012.

| Fecha | Archivo       |                  | Exterior      |                  |
|-------|---------------|------------------|---------------|------------------|
|       | Temperatura   | Humedad relativa | Temperatura   | Humedad relativa |
|       | media<br>(°C) | media<br>(%)     | media<br>(°C) | media<br>(%)     |
| 13/02 | 26,0          | 51               | 22,6          | 73               |
| 14/02 | 26,6          | 57               | 25,5          | 78               |
| 15/02 | 27,0          | 62               | 27,4          | 82               |
| 16/02 | 27,6          | 62               | 27,6          | 78               |
| 17/02 | 28,0          | 54               | 27,7          | 77               |
| 18/02 | 28,0          | 61               | 28,5          | 79               |
| 19/02 | 28,7          | 63               | 29,0          | 74               |
| 15/11 | 20,0          | 75               | 27,7          | 83               |
| 16/11 | 19,9          | 71               | 26,9          | 85               |
| 17/11 | 19,9          | 69               | 28,0          | 87               |
| 18/11 | 20,2          | 74               | 28,0          | 86               |
| 19/11 | 20,2          | 73               | 27,4          | 85               |
| 20/11 | 20,0          | 65               | 25,4          | 80               |
| 21/11 | 19,9          | 50               | 24,2          | 86               |

\* a partir de los datos registrados en la Estación Meteorológica “Valle del Yabú”. A los valores de temperatura en el exterior de la edificación se le sumaron 5,5 °C por la “isla de calor” de la zona urbana de la ciudad (según Álvarez, 2004).

No existen diferencias entre la temperatura media registrada en el interior del local y la estimada en el exterior en ninguno de los dos periodos evaluados. Sin embargo la humedad relativa media en el interior del Archivo es significativamente menor que la del ambiente exterior en ambos periodos.

En la Tabla V se refieren los valores de temperatura y humedad relativa medidos con el higrotermómetro en tres puntos del Archivo.

Tabla V. Valores de temperatura y humedad relativa en tres puntos dentro del Archivo de la Sala de Fondos Raros y Valiosos de la Biblioteca Provincial “Martí” de Villa Clara. Equipo: Higrotermómetro. Año: 2012.

| Fecha | Hora   | Punto de muestreo | Temperatura (°C) | Humedad relativa (%) |
|-------|--------|-------------------|------------------|----------------------|
| 11/04 | 8:30am | 1                 | 25,0             | 52                   |
| 11/04 | 8:30am | 2                 | 25,3             | 53                   |
| 11/04 | 8:30am | 3                 | 25,4             | 52                   |
| 11/04 | 2:00pm | 1                 | 28,0             | 47                   |
| 11/04 | 2:00pm | 2                 | 28,0             | 42                   |
| 11/04 | 2:00pm | 3                 | 26,9             | 42                   |
| 11/04 | 4:00pm | 1                 | 29,5             | 49                   |
| 11/04 | 4:00pm | 2                 | 29,2             | 49                   |
| 11/04 | 4:00pm | 3                 | 28,7             | 49                   |
| 27/09 | 8:30am | 1                 | 28,5             | 70                   |
| 27/09 | 8:30am | 2                 | 28,7             | 68                   |
| 27/09 | 8:30am | 3                 | 29,0             | 67                   |
| 27/09 | 2:00pm | 1                 | 30,0             | 65                   |
| 27/09 | 2:00pm | 2                 | 30,8             | 63                   |
| 27/09 | 2:00pm | 3                 | 30,9             | 64                   |
| 27/09 | 4:00pm | 1                 | 30,4             | 60                   |
| 27/09 | 4:00pm | 2                 | 30,2             | 61                   |
| 27/09 | 4:00pm | 3                 | 30,1             | 62                   |

1: Entrada del local, 2: Centro del local, 3: Fondo del local

#### 4.1.2 Luz

En la Tabla VI se muestran los valores de iluminancia medidos en los estantes del Archivo. Equipo: Luxómetro. Año: 2012.

Tabla VI: Valores de iluminancia medidos en los estantes dentro del Archivo de la Sala de Fondos Raros y Valiosos de la Biblioteca Provincial “Martí” de Villa Clara.

Equipo: Luxómetro. Año: 2012. En los estantes los resultados se muestran desde el piso superior al inferior.

| Mes               |        | Febrero |        | Abril  |        |        |
|-------------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|
| Iluminancia (lux) |        |         |        |        |        |        |
| Estantes          | 8:00am | 2:00pm  | 4:00pm | 8:00am | 2:00pm | 4:00pm |
| 1                 | 22     | 30      | 23     | 39     | 55     | 32     |
| 1                 | 149    | 254     | 108    | 215    | 112    | 109    |
| 1                 | 98     | 765     | 265    | 307    | 416    | 320    |
| 1                 | 98     | 638     | 191    | 207    | 266    | 198    |
| 1                 | 93     | 622     | 100    | 154    | 241    | 222    |
| 2a                | 56     | 83      | 110    | 134    | 206    | 198    |
| 2a                | 23     | 78      | 90     | 91     | 250    | 220    |
| 2a                | 16     | 42      | 52     | 67     | 105    | 120    |
| 2a                | 22     | 48      | 66     | 71     | 96     | 84     |
| 2b                | 88     | 112     | 92     | 75     | 210    | 181    |
| 2b                | 44     | 34      | 35     | 21     | 54     | 40     |
| 2b                | 15     | 11      | 11     | 5      | 7      | 8      |
| 2b                | 8      | 4       | 3      | 1      | 2      | 8      |
| 3                 | 4      | 65      | 57     | 52     | 86     | 91     |
| 3                 | 11     | 31      | 38     | 29     | 58     | 60     |
| 3                 | 3      | 20      | 29     | 25     | 68     | 65     |
| 3                 | 2      | 19      | 19     | 304    | 37     | 27     |
| 3                 | 4      | 40      | 19     | 30     | 56     | 60     |
| 3                 | 8      | 34      | 23     | 27     | 41     | 48     |
| 4                 | 265    | 672     | 290    | 183    | 208    | 181    |
| 4                 | 96     | 53      | 99     | 61     | 145    | 120    |
| 4                 | 20     | 32      | 58     | 54     | 82     | 91     |
| 4                 | 7      | 26      | 14     | 32     | 57     | 60     |
| 4                 | 5      | 21      | 9      | 15     | 18     | 20     |
| 4                 | 4      | 13      | 6      | 9      | 13     | 12     |
| 4                 | 4      | 7       | 3      | 10     | 14     | 15     |
| 5                 | 150    | 634     | 720    | 338    | 293    | 312    |
| 5                 | 110    | 406     | 257    | 150    | 185    | 201    |
| 5                 | 27     | 137     | 74     | 239    | 51     | 61     |
| 5                 | 60     | 45      | 21     | 146    | 38     | 40     |
| 6                 | 134    | 97      | 123    | 150    | 184    | 192    |
| 6                 | 74     | 48      | 76     | 72     | 95     | 100    |
| 6                 | 16     | 26      | 25     | 23     | 49     | 51     |
| 6                 | 12     | 14      | 8      | 22     | 34     | 40     |

|    |     |      |      |      |      |      |
|----|-----|------|------|------|------|------|
| 6  | 5   | 3    | 11   | 9    | 17   | 20   |
| 6  | 2   | 13   | 12   | 13   | 20   | 23   |
| 7  | 484 | 1840 | 1098 | 1730 | 425  | 445  |
| 7  | 270 | 430  | 296  | 78   | 204  | 231  |
| 7  | 53  | 88   | 47   | 53   | 209  | 212  |
| 7  | 142 | 336  | 192  | 144  | 236  | 252  |
| 7  | 203 | 542  | 174  | 194  | 258  | 266  |
| 7  | 316 | 757  | 203  | 175  | 1641 | 1701 |
| 8  | 16  | 43   | 121  | 19   | 19   | 25   |
| 8  | 9   | 34   | 16   | 18   | 20   | 28   |
| 8  | 9   | 22   | 5    | 9    | 18   | 21   |
| 9  | 161 | 214  | 121  | 5    | 37   | 39   |
| 9  | 27  | 49   | 16   | 9    | 23   | 43   |
| 9  | 17  | 27   | 5    | 11   | 14   | 15   |
| 9  | 9   | 15   | 6    | 5    | 15   | 18   |
| 9  | 3   | 12   | 3    | 14   | 19   | 21   |
| 9  | 4   | 14   | 2    | 23   | 12   | 14   |
| 10 | 236 | 166  | 58   | 58   | 98   | 99   |
| 10 | 11  | 84   | 22   | 25   | 41   | 51   |
| 10 | 36  | 27   | 11   | 12   | 18   | 20   |
| 10 | 4   | 13   | 6    | 8    | 16   | 17   |
| 10 | 6   | 14   | 5    | 26   | 15   | 16   |
| 10 | 3   | 18   | 2    | 14   | 17   | 32   |
| 10 | 15  | 31   | 14   | 11   | 37   | 41   |
| 11 | 141 | 43   | 45   | 19   | 74   | 77   |
| 11 | 81  | 85   | 55   | 12   | 98   | 112  |
| 11 | 119 | 27   | 26   | 18   | 57   | 62   |
| 11 | 251 | 480  | 419  | 12   | 631  | 650  |
| 11 | 7   | 7    | 5    | 489  | 12   | 17   |
| 11 | 6   | 5    | 4    | 116  | 20   | 29   |
| 11 | 9   | 9    | 5    | 38   | 17   | 23   |
| 11 | 11  | 18   | 8    | 42   | 28   | 31   |
| 12 | 30  | 74   | 20   | 868  | 781  | 797  |
| 12 | 84  | 135  | 9    | 1662 | 1301 | 1320 |
| 12 | 110 | 255  | 52   | 1668 | 1165 | 1175 |
| 12 | 66  | 265  | 111  | 878  | 1185 | 1199 |
| 12 | 2   | 103  | 70   | 792  | 935  | 950  |
| 12 | 4   | 87   | 35   | 66   | 840  | 856  |
| 14 | 72  | 15   | 47   | 37   | 60   | 65   |
| 14 | 40  | 7    | 23   | 38   | 57   | 60   |
| 14 | 36  | 13   | 18   | 11   | 45   | 47   |
| 14 | 21  | 13   | 17   | 21   | 24   | 30   |
| 14 | 12  | 2    | 9    | 15   | 25   | 27   |
| 14 | 10  | 1    | 4    | 8    | 19   | 19   |

El 43% de las evaluaciones de iluminancia realizadas en la sala supera el valor máximo de 55 lux al que como máximo pueden exponerse los documentos archivados. Se llegaron a registrar valores extremos de más de 1500 lux en varios casos.

Los estantes más afectados son: 1, 5, 7 y 12, lo que es de esperar, dada su posición respecto a las ventanas de grandes dimensiones, que están por demás ubicadas a favor de la trayectoria del sol por la bóveda celeste. Por regla general incide más luz en los pisos superiores, debido al efecto de pantalla que forman algunos sobre otros.

Existe diferencia entre los periodos de evaluación en el número de veces en que los valores de iluminancia excedieron el límite permisible (aunque no es muy grande: 86 veces en febrero y 113 en noviembre) pero sí en la iluminancia total medida por mes (22040 lux en febrero y 42249 lux en noviembre) siendo prácticamente el doble en noviembre.

#### **4.1.3 Ventilación**

La velocidad interior del viento dentro del Archivo es de  $0,93 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , tres veces por encima del nivel máximo aceptable para Archivos ( $0,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ), constituyendo un riesgo para los documentos al propiciar depósitos de suciedad y posible erosión o acción mecánica sobre estos. Por otro lado es muy cercano al mínimo aceptable para la realización de actividades ligeras, dentro de las que deben estar las labores de las archivistas.

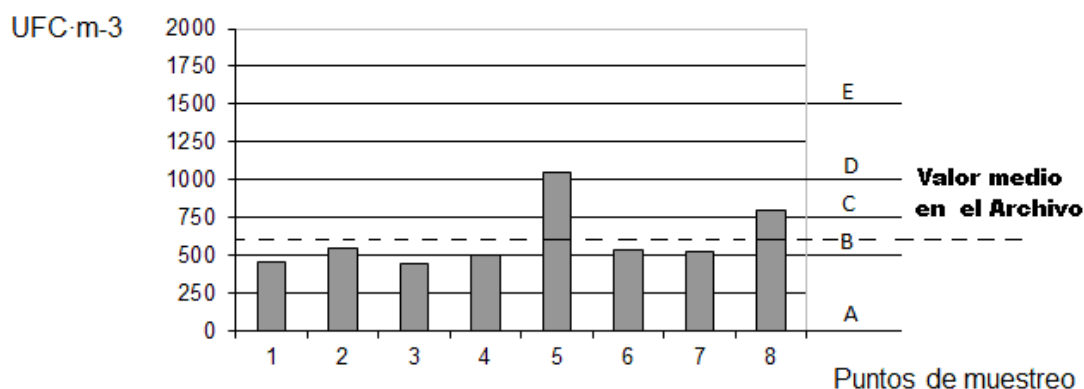
El caudal de ventilación del local es de  $1910 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ , el caudal requerido para la función higiénica de la ventilación está entre  $293,8$  y  $1762,8 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$  y el valor requerido para garantizar un ambiente adecuado para el almacenamiento de documentos es como mínimo de  $1,48 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ .

Teniendo en cuenta que la dirección predominante del viento en la ciudad de Santa Clara es del E-NE el viento entra por las ventanas laterales con acceso a la calle Buen Viaje y salen fundamentalmente por la que accede al patio interior de la edificación. Por la puerta de entrada al Archivo, que comunica la sala de trabajo con este debe haber una salida menor de aire.

## 4.2 Evaluación de factores biológicos que intervienen en el deterioro del papel

### 4.2.1 Hongos

En la Figura 5 se representa la contaminación fúngica del aire evaluada en el aire del Archivo.



- A: Local no contaminado
- B: Local poco contaminado
- C: Local ligeramente contaminado
- D: Local contaminado
- E: Local altamente contaminado

Figura 5. Número de propágulos fúngicos en aire del Archivo de la Sala de Fondos Raros y Valiosos de la Biblioteca Provincial “Martí” de Villa Clara. Equipo colector: Aeroscopio. Fecha: noviembre de 2011.

El valor medio fue de 610 UFC·m<sup>-3</sup> de aire. Al comparar este valor con la escala que propone Omeliansky (Bogomolova y Kirtsideli, 2009) para evaluar el grado de contaminación del aire este se considera POCO CONTAMINADO.

Inicialmente se aislaron 16 colonias fúngicas diferentes, pero solo 13 pudieron purificarse. De estas se identificaron 10, pertenecientes a los géneros *Penicillium*, (Link), *Nigrospora*, (Sacc y E. W. Mason), *Aspergillus*, (Micheli ex Link), *Fusarium*, (Link) y *Cladosporium*, (Link).

A continuación se describen las características culturales de las cepas de hongos filamentosos aislados del aire identificadas y las características morfológicas de los géneros a los que pertenecen.

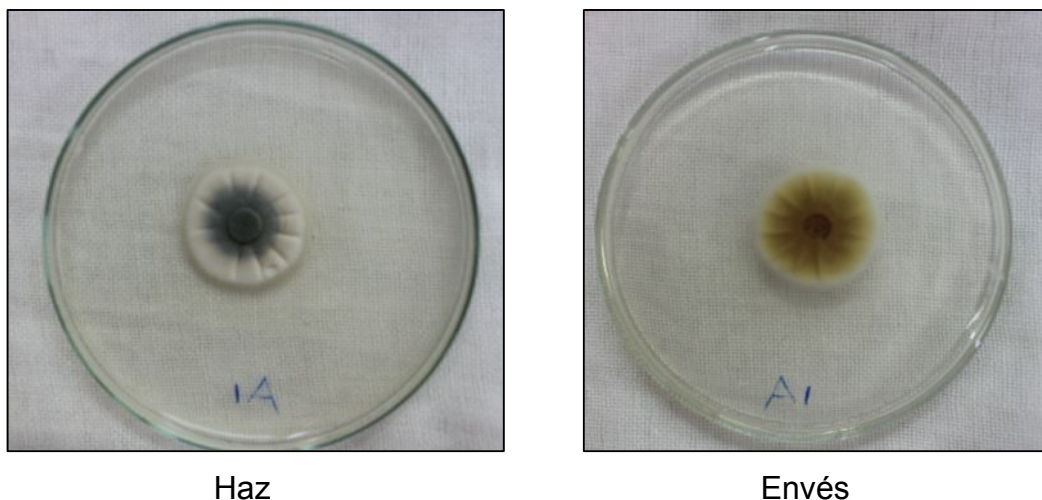


Figura 6. Cepa A1 aislada del ambiente del Archivo. *Penicillium* sp. Crecimiento lento y discreto. Color del haz zonal en círculos concéntricos, de color gris, azul y blanco desde el centro hacia la periferia, el envés es de color limoncillo hacia la periferia y cetrino hacia el centro. Posee surcos radiales. No transpira líquido y no pigmenta el sustrato. Borde de aproximadamente 6 mm de color blanco. Textura compacta y aterciopelada.

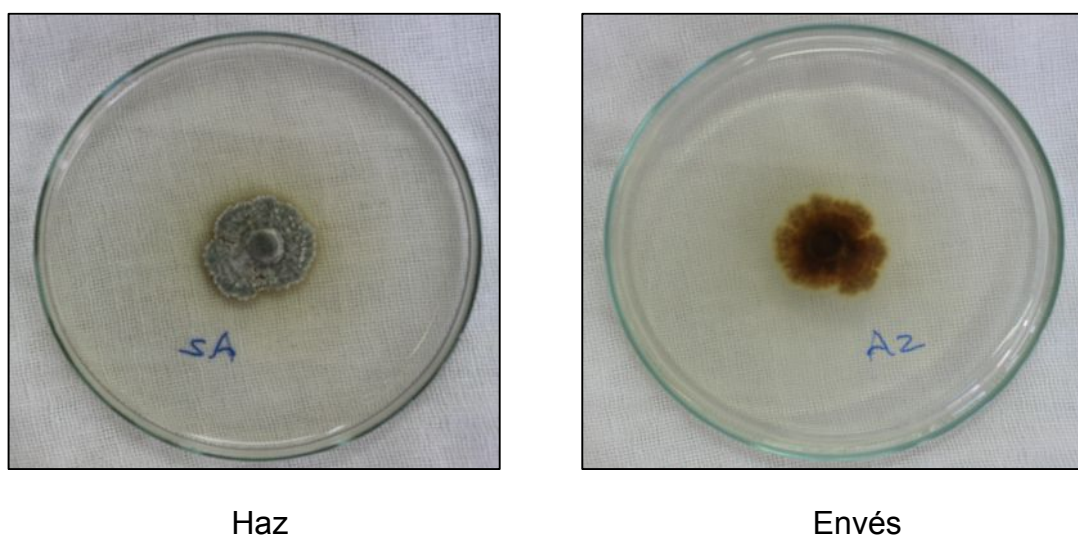


Figura 7. Cepa A2 aislada del ambiente del Archivo. *Penicillium* sp. Crecimiento lento y discreto. Coloración del haz uniforme, verde hoja. El envés es de color limoncillo hacia la periferia y sepia hacia el centro. No transpira líquido. Pigmenta el sustrato de color cromo limón. Textura costrosa.

División: Eumycota

Subdivisión: Deuteromycotina

Clase: Hyphomycetes

Orden: Moniliales

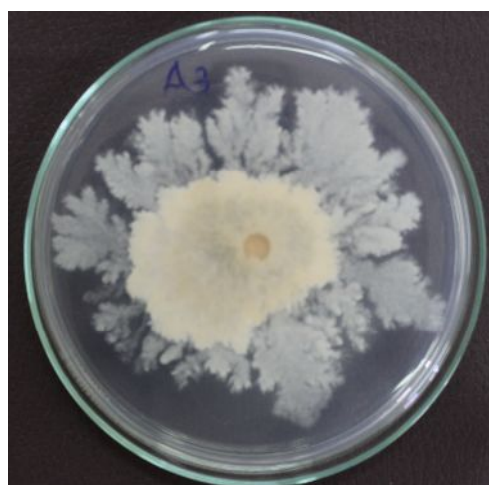
Familia: Moniliaceae

Género: *Penicillium*

Hifas vegetativas rastreras, septadas y ramificadas. Conidióforos erectos, generalmente simples, septados, con un verticilo apical de ramas rectas; cada una de estas ramas con un verticilo de ramitas secundarias (productoras de fiálides) y algunas veces terciarias o con un verticilo de fiálides nacidas directamente del ápice ligeramente inflado de los conidióforos, algunas veces con conidióforos secundarios que nacen en el ápice del conidióforo principal. Conidios catenulados los cuales forman típicamente una cabezuela en forma de escobilla. Conidios globosos, ovales o elípticos, lisos o ásperos.

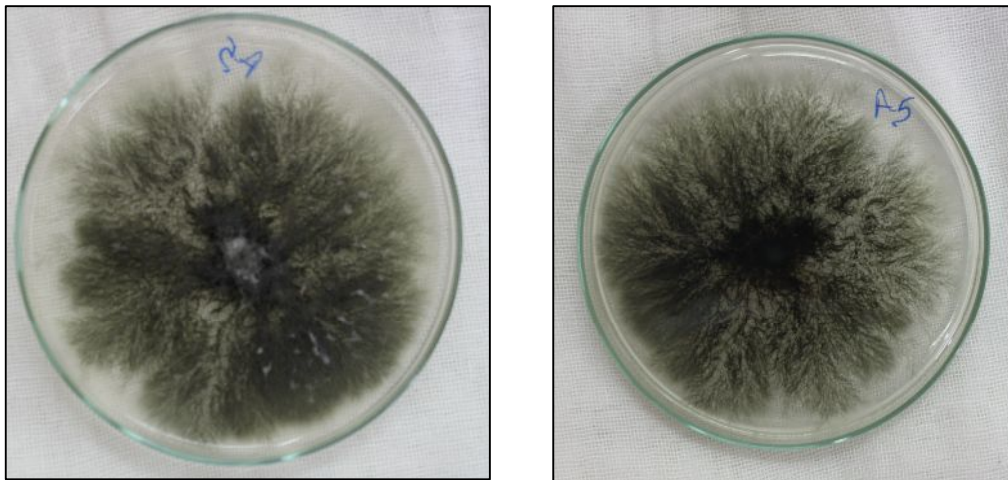


Haz



Envés

Figura 8. Cepa A3 aislada del ambiente del Archivo. *Nigrospora* sp. Crecimiento moderado y abundante. Coloración uniforme de la colonia, haz blanco y envés de color amarillento. No transpira líquido y no pigmenta el sustrato. Textura suelta y flocosa.



Haz

Envés

Figura 9. Cepa A5 aislada del ambiente del Archivo. *Nigrospora* sp. Crecimiento moderado y abundante. Coloración verde oscuro, uniforme en el haz y en el envés. No transpira líquido y no pigmenta el sustrato. Textura filamentosa.

División: Eumycota

Subdivisión: Deuteromycotina

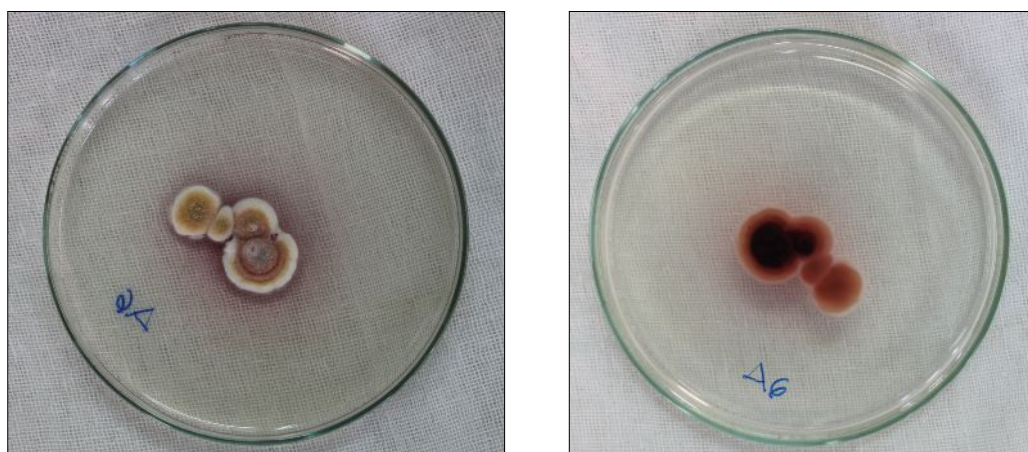
Clase: Hyphomycetes

Orden: Moniliales

Familia: Dematiaceae

Género: *Nigrospora*

Hifas rastreras, al principio hialinas, con el tiempo oscuras, las últimas ramitas son las que producen conidióforos en forma de botellas en posición terminal. Conidios solitarios, subglobosos y lisos.



Haz

Envés

Figura 10. Cepa A6 aislada del ambiente del Archivo. *Aspergillus* sp. Crecimiento moderado y abundante. Color zonal en círculos concéntricos, de color rojo, rosado y amarillo limón desde el centro hacia la periferia. El envés es de color rojo. Posee surcos radiales. Borde de aproximadamente 2 mm de color blanco. Pigmenta el sustrato de color rosado. No transpira líquido. Textura compacta y aterciopelada.

La cepa A7 aislada del ambiente del Archivo. *Aspergillus* sp., presenta un crecimiento moderado y abundante. Coloración de la colonia blanco, uniforme en el haz y en envés. No pigmenta el sustrato, no posee surcos radiales y no transpira líquido. Textura compacta. No se muestran fotografías.

División: Eumycota

Subdivisión: Deuteromycotina

Clase: Hyphomycetes

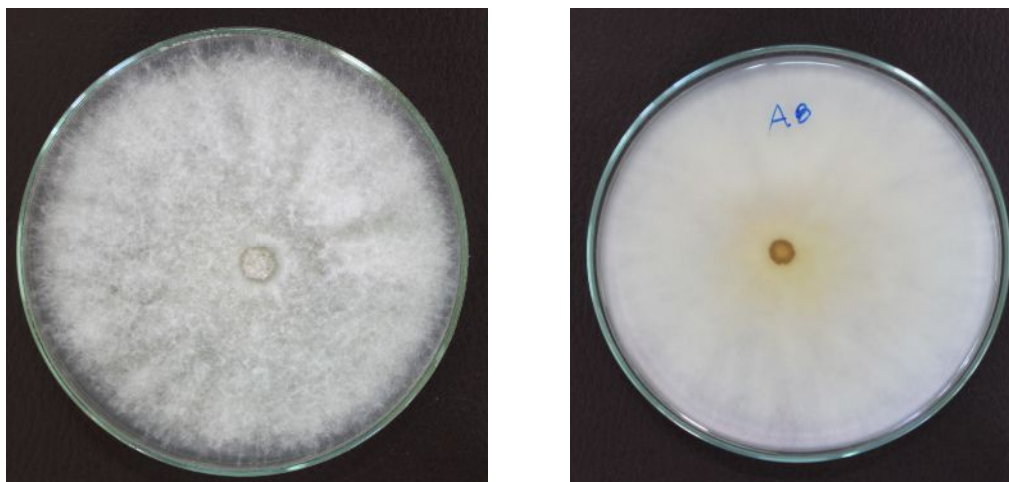
Orden: Moniliales

Familia: Moniliaceae

Género: *Aspergillus*

Micelio vegetativo compuesto de hifas septadas, ramificadas e incoloras. Estructura conidial desarrolladas como pedicelos y cabezuelas de origen en células hifales especializadas (células del pie), de paredes gruesas las cuales producen conidióforos como ramas aproximadamente perpendiculares al eje longitudinal de la célula del pie. Conidióforos simples o septados, comúnmente alargándose hacia el ápice y ensanchándose en vesículas elípticas, semiesféricas o globosas fértiles las cuales producen fiálides paralelas o

recelosas en grupos terminales o irradiando de toda la superficie. Fiálides en una sola serie, o como una serie primaria cada una produciendo un racimo de dos o varias fiálides secundarias en el ápice.



Haz

Envés

Figura 11. Cepa A8 aislada del ambiente del Archivo. *Fusarium* sp. Crecimiento rápido y abundante. Coloración del haz de la colonia uniforme, blanco y el envés es de color amarillento en la región central. No pigmenta el sustrato. Transpira líquido y posee una textura flocosa.

División: Eumycota

Subdivisión: Deuteromycotina

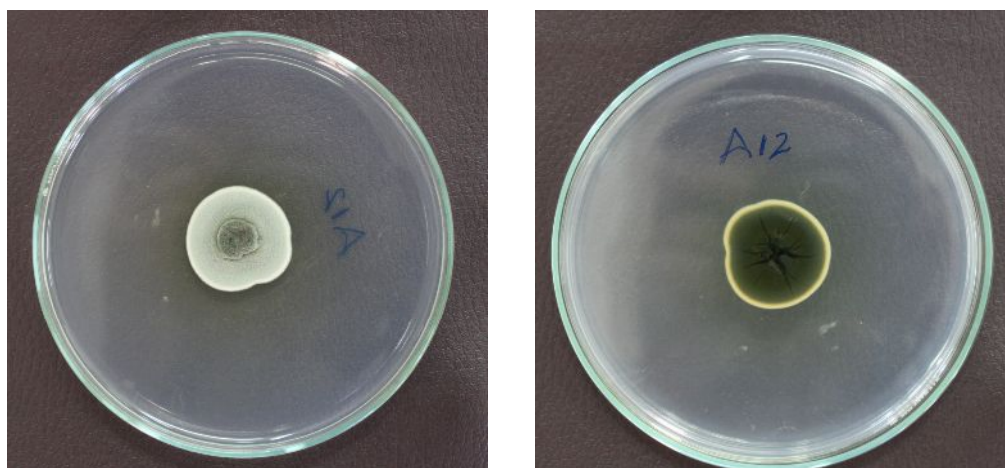
Clase: Hyphomycetes

Orden: Moniliales

Familia: Tuberculariaceae

Género: *Fusarium*

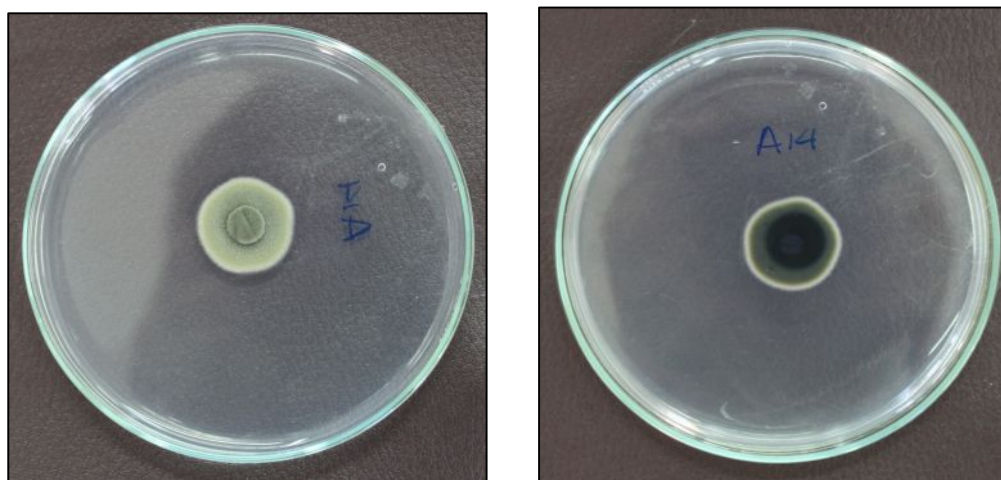
Capa conidial en forma de cojín o algo extendida sin límites definidos. Conidióforos ramificados. Conidios terminales, simples, en forma de uso o de hoz, multicelulares con septos apenas visibles.



Haz

Envés

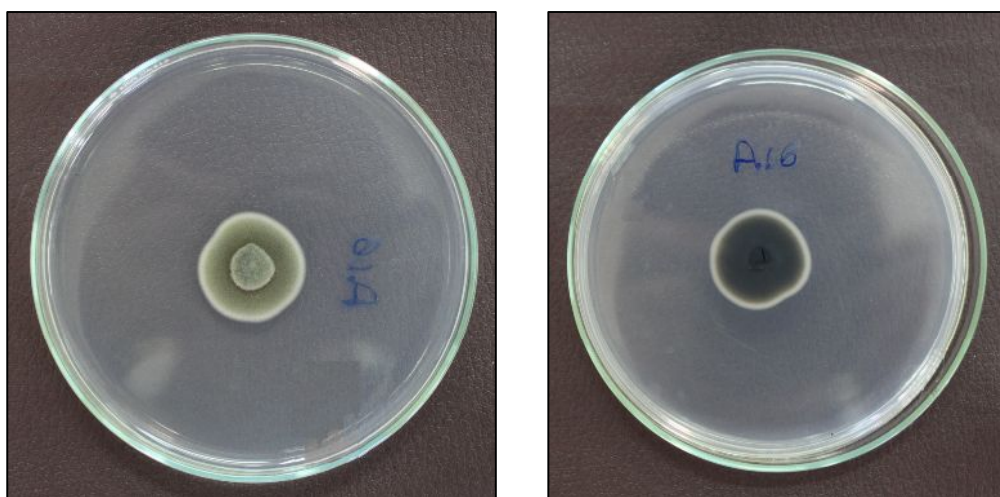
Figura 12. Cepa A12 aislada del ambiente del Archivo. *Cladosporium* sp. Crecimiento lento y discreto. Coloración del haz de la colonia azul verdoso. El envés es de color verde pistacho. Borde aproximadamente 1mm de color blanco. Pigmenta el sustrato de color sepia. Textura compacta y aterciopelada.



Haz

Envés

Figura 13. Cepa A14 aislada del ambiente del Archivo. *Cladosporium* sp. Crecimiento lento y discreto. Coloración del haz de la colonia, verde amarilloso. El envés es color negro violáceo, verde herbaje y verde amarilloso del centro hacia fuera. Borde aproximadamente 1mm de color blanco. No transpira líquido y no pigmenta el sustrato. Textura compacta y aterciopelada.



Haz

Envés

Figura 14. Cepa A16 aislada del ambiente del Archivo. *Cladosporium* sp. Crecimiento lento y discreto. Coloración del haz de la colonia, verde hierba. El envés es de color negro violáceo. Borde aproximadamente 1mm de color blanco. No transpira líquido y no pigmenta el sustrato. Textura compacta y aterciopelada.

División: Eumycota

Subdivisión: Deuteromycotina

Clase: Hyphomycetes

Orden: Moniliales

Familia: Dematiaceae

Género: *Cladosporium*

Hifas rastreras, septadas, sobre la superficie o dentro del sustrato. Conidióforos más o menos rectos, ramificados, vellosos, con frecuencia formando césped. Conidios globosos y ovales, al principio unicelular, después con un septo común, primero terminales y más tarde lateral.

Todas las cepas fúngicas fueron capaces de crecer de forma abundante expensas del papel de filtro, la glucosa y la celulosa cristalina como fuente de carbono (Fig. 15). La excreción de pigmentos sobre el papel ocurrió solo en un 40% de las cepas, abarcando colores como el cromo limón, el sepia, el rosa y el negro violáceo. En la Tabla VII se muestran los resultados de estas pruebas fisiológicas.



Figura. 15. Evaluación de la actividad celulolítica y la producción de pigmentos. Fuente de carbono de arriba hacia abajo: papel de filtro, glucosa y celulosa cristalina.

Todas las cepas fúngicas produjeron ácidos en mayor o menor medida. Por otra parte, el 70% de los aislados fueron capaces de hidrolizar el almidón (Fig. 16), mientras que todas hidrolizaron la gelatina (Fig. 17).

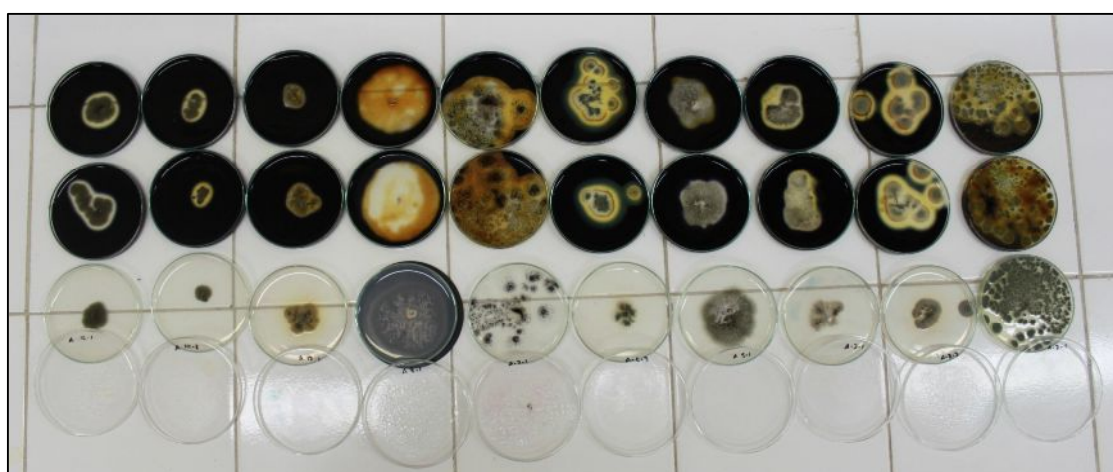


Figura 16. Evaluación de la actividad proteolítica. En la fotografía los aislados se encuentran ordenados de izquierda a derecha en posición descendente.

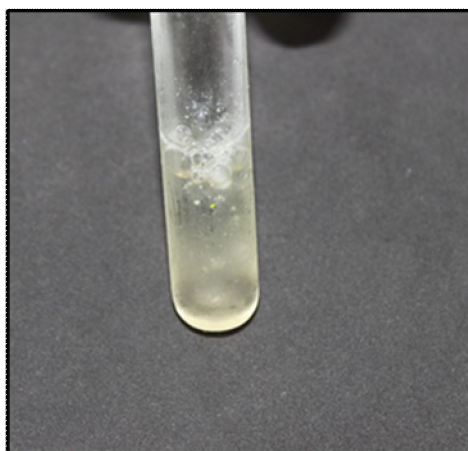


Figura 17. Evaluación de la hidrólisis de la gelatina. Prueba confirmativa.

Tabla VII. Pruebas fisiológicas cualitativas para determinar la actividad potencial biodegradante sobre papel realizadas a cepas de hongos filamentosos aislados del aire del Archivo de la Sala de Fondos Raros y Valiosos de la Biblioteca Provincial “Martí”.

| Aislados | Género       | Degradación de celulosa |                    |                   |                                 | Producción de ácidos | Actividad amilolítica  | Actividad proteolítica    |
|----------|--------------|-------------------------|--------------------|-------------------|---------------------------------|----------------------|------------------------|---------------------------|
|          |              | Crec. con Glucosa       | Crec. con Celulosa | Crec. sobre papel | Producción de pigmentos (color) |                      | Hidrólisis del almidón | Hidrólisis de la gelatina |
| A1       | Penicillium  | +++                     | +++                | +++               | Cromo limón                     | 5,30                 | Positiva               | Positiva                  |
| A2       | Penicillium  | +++                     | +++                | +++               | Sepia                           | 4,74                 | Positiva               | Positiva                  |
| A3       | Nigrospora   | +++                     | +++                | +++               | -                               | 5,27                 | Positiva               | Positiva                  |
| A5       | Nigrospora   | +++                     | +++                | +++               | Negro violáceo                  | 4,78                 | Negativa               | Positiva                  |
| A6       | Aspergillus  | +++                     | +++                | +++               | Rosa                            | 6,26                 | Positiva               | Positiva                  |
| A7       | Aspergillus  | +++                     | +++                | +++               | -                               | 3,10                 | Positiva               | Positiva                  |
| A8       | Fusarium     | +++                     | +++                | +++               | -                               | 4,09                 | Negativa               | Positiva                  |
| A12      | Cladosporium | +++                     | +++                | +++               | -                               | 5,41                 | Negativa               | Positiva                  |
| A14      | Cladosporium | +++                     | +++                | +++               | -                               | 5,54                 | Positiva               | Positiva                  |
| A16      | Cladosporium | +++                     | +++                | +++               | -                               | 5,17                 | Positiva               | Positiva                  |

Crecimiento abundante (75% del área o más): +++, Crecimiento moderado (50% del área): ++, Crecimiento pobre (25% del área): +.

### 4.2.2 Insectos

En los tres periodos se capturaron insectos pequeños y no se colectaron insectos de mayor tamaño.

Se colectaron 741 insectos, estando presentes en todos los períodos:

I (22 de noviembre al 22 de diciembre de 2011): 242

II (29 de febrero al 3 de abril de 2012): 357

III (25 de septiembre al 24 de octubre de 2012): 142

El número de trampas con la cantidad de insectos colectados en cada una se muestra en la Tabla VIII.

Tabla VIII. Número de trampas con la respectiva cantidad de insectos colectados.

| Número de trampas | Número de insectos por trampa |
|-------------------|-------------------------------|
| 406               | 0                             |
| 225               | 1                             |
| 88                | 2                             |
| 29                | 3                             |
| 17                | 4                             |
| 11                | 5                             |
| 6                 | 6                             |
| 4                 | 7                             |
| 1                 | 8                             |
| 2                 | 9                             |
| 1                 | 10                            |
| 1                 | 11                            |
| 0                 | 12                            |
| 0                 | 13                            |
| 0                 | 14                            |
| 0                 | 15                            |
| 0                 | 16                            |
| 0                 | 17                            |
| 0                 | 18                            |
| 1                 | 19                            |
| 0                 | 20                            |

En todos los pisos de los estantes y escaparates se colectaron insectos, mayoritariamente en los pisos del tercero hacia abajo.

El número de insectos promedio por trampa en cada área de muestreo (número total de insectos colectados en los tres periodos entre el número total de trampas) se muestra en la Tabla IX.

Tabla IX. Frecuencia de captura de insectos en estantes y escaparates del Archivo.

| Área de muestreo | Número de insectos/ Número de trampas |
|------------------|---------------------------------------|
| 1                | 0,91                                  |
| 2                | 0,53                                  |
| 3                | 1,00                                  |
| 4                | 1,19                                  |
| 5                | 0,42                                  |
| 6                | 1,25                                  |
| 7                | 1,72                                  |
| 8                | 1,22                                  |
| 9                | 0,94                                  |
| 10               | 0,77                                  |
| 11               | 0,01                                  |
| 12               | 0,94                                  |
| 13               | 0,55                                  |
| 14               | 0,70                                  |
| 15               | 0,88                                  |

Los insectos colectados pertenecen fundamentalmente del Orden Psocoptera, la mayoría a la Familia Liposcelididae (Fig.18A). En la Figura 18 C y D aparecen otros psocópteros colectados. Además se capturaron especímenes de insectos del Orden Himenoptera en las áreas de muestreo 3 y 14 (Fig. 18E).



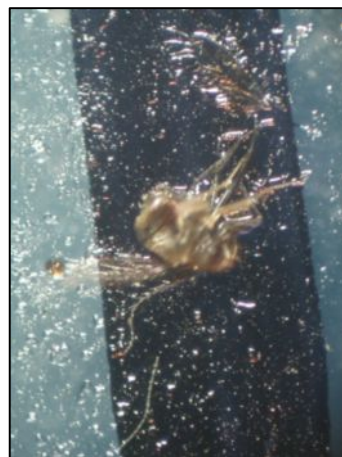
A



B



C



D



E

Figura 18. Insectos vivos capturados en el Archivo.

A y B: Insectos pertenecientes al Orden Psocoptera. Familia Liposcelididae.

En estereomicroscopio y microscopio óptico de campo respectivamente.

C y D: Insectos pertenecientes al Orden Psocoptera. En estereomicroscopio.

E: Insectos pertenecientes al Orden Himenoptera. En estereomicroscopio.

#### **4.2.3. Vertebrados**

Durante el período en que trascurrió el estudio no se detectó la presencia de roedores, pero sí se pudo observar la entrada ocasional de aves al interior del local pertenecientes a la especie *Petrochelidon fulva*, (Vieillot), nombre común: Golondrina de cuevas.

## **5. Discusión**

### **5.1 Evaluación de factores ambientales físicos que influyen en el deterioro del papel**

#### **5.1.1 Temperatura y humedad relativa**

Durante los periodos evaluados en los meses de febrero y noviembre de 2012 la temperatura nunca excedió en el Archivo el valor máximo recomendado de 30°C.

En el primer mes, el valor máximo registrado fue de 29°C, por encima de los 26 °C medidos 134 horas antes, con una fluctuación de 3°C en lugar de los 2°C establecidos, siendo este incremento gradual. En el segundo, no se registraron fluctuaciones por encima de este valor.

El 65% de los valores medidos en febrero superan el 60% humedad relativa, máximo aceptado para sitios donde se conserven documentos, pero superan este valor por pocas unidades, con la excepción de una medición del 70% realizada el 19 de febrero a las 8:00 P.M. Sin embargo en noviembre, el 85% de las mediciones superan este estándar, siendo frecuentes los valores alrededor del 70% de humedad relativa, llegando al 80% el 19 de noviembre a las 12:00 P.M.

Las fluctuaciones en este parámetro llegaron a ser del 8% (de 62 a 70%) en tan solo dos horas en febrero y del 23% (de 80 a 57%) en 24 horas en noviembre, superando ampliamente el 5% considerado aceptable.

No existen diferencias entre la temperatura media registrada en el interior del local y la estimada en el exterior en ninguno de los dos periodos evaluados. Sin embargo la humedad relativa media en el interior del Archivo es significativamente menor que la del ambiente exterior en ambos periodos.

En las mediciones puntuales realizadas en abril y septiembre los valores de temperatura dentro del local tienen una diferencia que no se aleja de la unidad cuanto más, por lo que se considera que este parámetro es homogéneo dentro de la habitación. No ocurre lo mismo con la humedad relativa, pues se registraron variaciones de entre el 1 y el 5 %, sin seguir un patrón.

En septiembre, a las 2:00 P.M. y a las 4:00 P.M. la temperatura sí excedió los 30°C en el interior del Archivo, por lo que debe esperarse que esta situación también ocurra en los meses de junio, julio y agosto, en los que históricamente se alcanzan las temperaturas más altas en Cuba y en particular en Santa Clara

(Alemany *et al.*, 1986). Estos autores refieren valores máximos absolutos de temperatura, con una probabilidad de ocurrencia del 95% en la Estación Meteorológica “Valle del Yabú” de 32,1 a 34,0°C, a los que se le deben sumar 5,5°C por la “isla de calor” de la zona urbana donde está situada la Biblioteca Provincial “Martí”. En estos cuatro meses se ubican los 10 mayores registros de temperatura desde el año 2000 hasta 2008 en las estadísticas (Medio Ambiente, 2008).

Borrego y Perdomo (2012) realizaron un estudio como el que se propone en locales destinados al almacenamiento de documentos en el Archivo Nacional de la República de Cuba. Esta edificación fue inaugurada en 1944 con el propósito de archivar documentos. Se diseñó con un sistema de ventilación natural que se refiere en el acápite 5.1.3. En la Figura 19 se grafican las mediciones de temperatura durante un año que ilustran lo antes tratado.

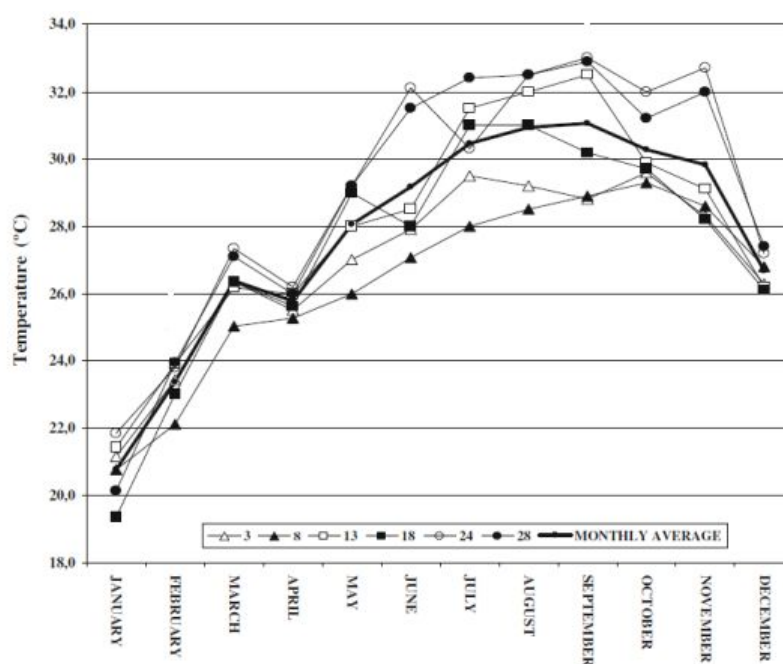


Figura 19. Promedio mensual de las temperaturas registradas en un año (2007) en el Archivo Nacional de la República de Cuba en cinco repositorios (símbolos). Tomado de Borrego y Perdomo (2012).

En Cuba existe una marcada influencia marítima en el clima, que implica el constante transporte de vapor de agua desde el mar hacia la tierra, favoreciendo valores muy altos de humedad relativa en la mayor parte del

territorio durante todo el año. La ocurrencia de precipitaciones, consecuencia de lo anterior, también favorece estos elevados valores de humedad relativa, lo que se hace más significativo en zonas altamente urbanizadas, como en la que se encuentra la Biblioteca Provincial “Martí”, con casi nulos espacios naturales de drenaje pluvial. Las mediciones de este parámetro se realizaron fundamentalmente en el periodo de escasas precipitaciones (de noviembre a abril) y se observaron valores que superan el 60% aceptado para favorecer la conservación de documentos, fundamentalmente en noviembre de 2012 y en menor medida en febrero de 2012. Luego en el mes de septiembre, ya dentro del periodo de abundantes precipitaciones, la humedad relativa vuelve a superar el estándar establecido, contrario a lo esperado en poca medida, aunque no se cuenta con mediciones en el horario de la noche y la madrugada donde este parámetro usualmente alcanza los mayores valores del día.

En la Figura 20 se muestran los resultados obtenidos por Borrego y Perdomo (2012) donde se demuestra el riesgo de deterioro por humedad de documentos almacenados en archivos con ventilación natural en Cuba.

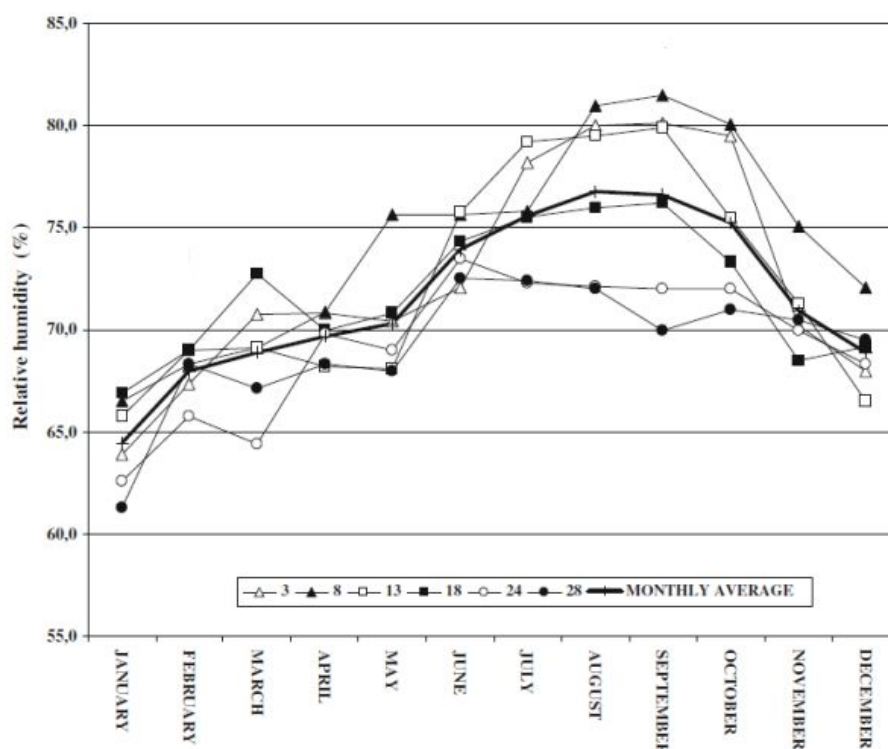
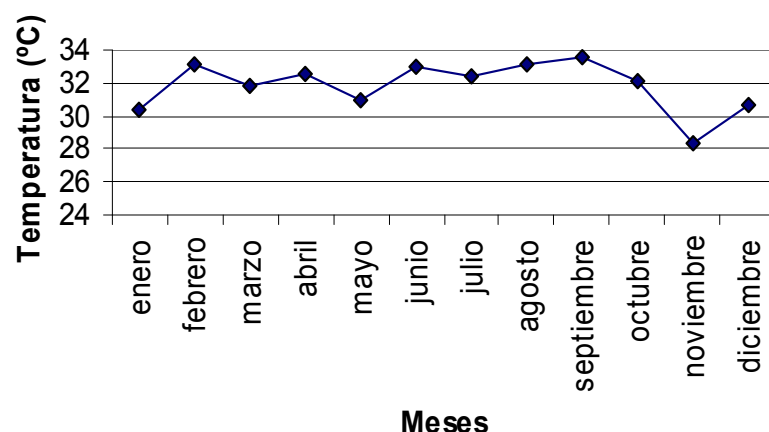
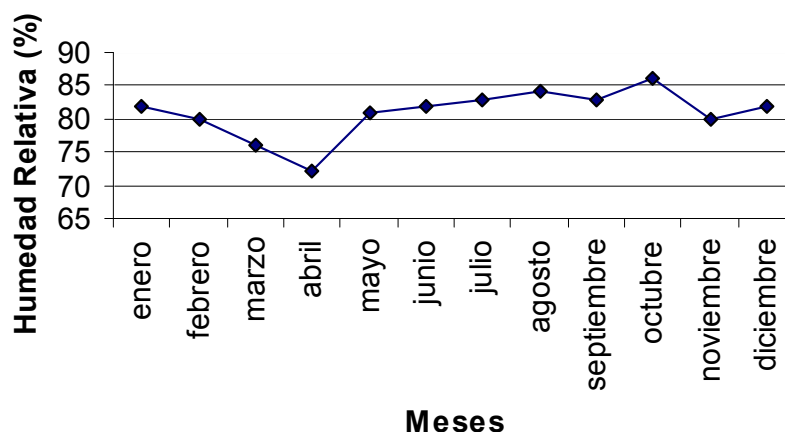


Figura 20. Promedio mensual de los valores de humedad relativa registrados en un año (2007) en el Archivo Nacional de la República de Cuba en cinco repositorios (símbolos). Tomado de Borrego y Perdomo (2012).

En la Figura 21 se observan los valores máximos de temperatura y medios de humedad relativa medidos en la Estación Meteorológica “Valle del Yabú” en el año 2012 (sin el incremento de 5,5 °C debido a la isla de calor) lo que confirma los criterios antes expuestos (CITMA, 2012). Todos los meses del año se reportaron valores máximos de entre 95-100% de humedad relativa.



A



B

Figura 21. Valores máximos de temperatura (A) y medios de humedad relativa (B) medidos en la Estación Meteorológica “Valle del Yabú” en el año 2012

El riesgo de deterioro debido a elevados valores de humedad relativa es de tal magnitud que aun en locales climatizados con aire acondicionado como el repositorio fotográfico del Archivo Nacional de la República de Cuba se midieron valores de 70% de humedad relativa, requiriendo el uso de deshumificadores (Guamet *et al.*, 2011).

En resumen, si bien las características arquitectónicas de la edificación y el sistema de ventilación natural propician un resguardo de la integridad de los documentos por disminuir la humedad relativa respecto al ambiente exterior, los valores que allí se alcanzan superan el establecido, lo que unido a las fluctuaciones espacio temporales, hacen que exista riesgo de deterioro del papel por su acción. Por otro lado, la temperatura es homogénea dentro del local y en el transcurso del día, y aunque no excede, o no lo hace en demasía, el valor máximo aceptado, es de esperar que en meses de mayor calor este factor ambiental físico que influye en el deterioro del papel, pueda sobrepasar lo deseado.

### **5.1.2 Luz**

El 43% de las evaluaciones de iluminancia realizadas en la sala supera el valor máximo de 55 lux al que deben exponerse los documentos archivados. Se llegaron a registrar valores extremos de más de 1500 lux en varios casos.

Los estantes más afectados son: 1, 5, 7 y 12, lo que es de esperar, dada su posición respecto a las ventanas de grandes dimensiones (Fig. 3), que están por demás ubicadas en la misma dirección de la trayectoria del sol por la bóveda celeste. Por regla general incide más luz en los pisos superiores, debido al efecto de pantalla que forman algunos sobre otros.

Existe diferencia en el número de veces en que los valores de iluminancia excedieron el límite permisible entre los periodos de evaluación (aunque no es muy grande: 86 veces en febrero y 113 en abril) pero sí en la iluminancia total medida por mes (22040 lux en febrero y 42249 lux en abril) siendo prácticamente el doble en abril. Por otro lado, de modo general, aquellos puntos que reciben altos niveles de luz, lo hacen independientemente de la hora de evaluación en el transcurso del día en que permanece abierto el local.

O sea, que la luz es un factor ambiental físico que constituye un riesgo de deterioro de los documentos almacenados en el Archivo. De no poder establecer un régimen de acondicionamiento del aire, que permitiera cerrar las ventanas, se requiere de la intervención de especialistas que propongan una solución a tal problemática.

### 5.1.3 Ventilación

El análisis de este factor es complejo. Por una parte se requiere que exista un ambiente suficientemente ventilado para que propicie la preservación de los documentos y resulte confortable para los trabajadores, y por otra que no cause daños físicos a los documentos. Esto no se logra en el Archivo. La ventilación cruzada que se establece en el Archivo se favorece por la posición de las ventanas al Norte y al Sur, a favor de la dirección predominante del viento desde el E-NE y a pesar de que el caudal de ventilación es beneficioso para los documentos y las personas, se ha constatado la presencia de daños en varios ejemplares ubicados en los estantes 2 y 7<sup>2</sup> como es de esperar, dada la dirección del viento dentro del local. También se requiere de la limpieza muy frecuente del material de archivo debido a la acumulación de polvo, lo que implica un daño directo por este factor y uno indirecto, por su excesiva manipulación. Recuérdese que la biblioteca está enclavada en un área altamente urbanizada y con tránsito vehicular muy frecuente, debiendo haber altos niveles de dióxido de azufre y trióxido de azufre pudiendo formar ácido sulfúrico, así como dióxido de nitrógeno que puede formar ácido nítrico; ácidos que ocasionan manchas y la pérdida de la resistencia del papel (Palma, 2005; Someillán *et al.*, 2006).

La conservadora del Archivo plantea que la puerta de entrada a este debe permanecer abierta, pues en la mañana el aire resulta difícil de respirar, aun bajo estas condiciones es imposible mantener el acceso de las trabajadoras cuando durante la jornada laboral se cierran las puertas laterales en busca de una disminución de la incidencia de la luz.

Por lo tanto la ventilación es otro factor ambiental físico que ocasiona riesgo de deterioro del material de Archivo.

En el Archivo Nacional de la República de Cuba la problemática de la ventilación se solucionó desde la misma construcción de la edificación, con un sistema empleado en la época (década del 40 del pasado siglo) con hoyos de diferentes dimensiones (1,5 y 4,5 m aproximadamente) protegidos por mallas metálicas que facilitan la entrada y salida del aire al interior de los repositorios, asegurando una buena ventilación (Borrego y Perdomo, 2012). El caso en

---

<sup>2</sup> Comunicación personal: Grisel Rodríguez Pardo conservadora del Archivo.

estudio es de difícil solución manteniendo el sistema natural de ventilación, sin olvidar que el carácter patrimonial del inmueble impediría la realización de obras constructivas mayores. Sería deseable que los archivos y bibliotecas estuviesen ubicados en edificios diseñados para albergar patrimonio bibliográfico y documental, pero en su mayoría se encuentran en edificios históricos o que inicialmente estaban destinados a otros usos. Las medidas de prevención en el aspecto arquitectónico se complican pues por un lado existen leyes de protección del patrimonio arquitectónico, y por otro resulta difícil modificar y adaptar edificios que estaban destinados a otros usos (Bello y Borrell, 2002).

## **5.2 Evaluación de factores biológicos que intervienen en el deterioro del papel**

### **5.2.1 Hongos**

En la actualidad no existe una norma internacional que indique cuando un ambiente esta contaminado o no, algunas referencias sugieren que la concentración microbiana debe estar por debajo de  $1000 \text{ UFC} \cdot \text{m}^{-3}$  para que el ambiente sea considerado como no contaminado (Wonder Makers Environmental, 2001; Eagle Industrial Hygiene Associates, 2004; Cassares, 2007). En Brasil se considera que un ambiente interior con más de  $700 \text{ UFC} \cdot \text{m}^{-3}$  de hongos, es contaminado (Radler de Aquino y de Góes, 2000), mientras que la Unión Europea estableció desde 1998 en las normas SBM (SBM, 2003), que  $500 \text{ UFC} \cdot \text{m}^{-3}$  es el valor límite a partir del cual se considera un ambiente interior altamente contaminado. No obstante, en la literatura científica se encuentran disponibles algunos reportes más recientes para niveles de contaminación fúngica en ambientes interiores desarrollados por otros autores. La Organización Mundial de la Salud (OMS) coincide con el planteamiento anterior considerando que un ambiente interior con una concentración mayor a  $1000 \text{ UFC} \cdot \text{m}^{-3}$  se considera contaminado (Nevalainen y Morawska, 2009). En Estados Unidos, American Conference of Industrial Hygienists y US Public Health Service proponen que  $200 \text{ UFC} \cdot \text{m}^{-3}$  resulta un valor preocupante para bioaerosoles fúngicos (InspectaPedia, 2009), Así mismo dentro de la Unión Europea el Ministerio de Cultura de Italia ha establecido que  $150 \text{ UFC} \cdot \text{m}^{-3}$  debe

ser el límite de hongos permisibles para que el ambiente interior de locales en los museos se considere de calidad (Cappitelli *et al.* 2009).

En esta investigación nos basamos en el criterio de concentración microbiana que propone Omeliansky (Bogomolova y Kirtsideli, 2009). El valor medio de  $610 \text{ UFC} \cdot \text{m}^{-3}$  de aire conduce a la clasificación del Archivo como POCO CONTAMINADO. Los resultados en el punto 8 ( $804 \text{ UFC} \cdot \text{m}^{-3}$  de aire) y 5 ( $1046 \text{ UFC} \cdot \text{m}^{-3}$  de aire) son explicables atendiendo a la dirección del viento dentro del local. El primero se ubica cerca de la ventana por donde se produce la principal salida de aire donde confluye el proveniente de ambas ventanas de entrada (Fig. 3). El segundo, estando cerca del primero, está rodeado de varios estantes con documentos, no debiéndose descartar estos como reservorios de partículas de polvo con propágulos fúngicos adosados y hasta de estructuras fúngicas provenientes de alteraciones en papel, lo que debe ser demostrado mediante su aislamiento microbiológico.

En cuanto al número total de propágulos encontrados en comparación con la bibliografía consultada, no excede los valores máximos referidos en ambientes internos por Aira *et al.*, (2002) y Medina *et al.*, (1999) de 12578 UFC y 13674 UFC respectivamente para ambientes internos. Pero el archivo objeto de estudio en la presente investigación tampoco se encuentra entre los menos afectados, puesto que algunos autores como Giraldo-Castrillón *et al.*, (2009); han reportado valores mucho menores de 367 UFC para la biblioteca de la Universidad del Valle en Cali Colombia y entre 210 y 536 UFC (Borrego *et al.*, 2010a), 464 UFC y 400 UFC (Borrego *et al.*, 2008) en el Archivo Nacional Cuba, en condiciones similares a las del presente estudio.

Especies pertenecientes a los géneros *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium* y *Cladosporium* han sido encontradas por Borrego *et al.*, (2010a), así como por Cappitelli y Sorlini (2010), en archivos y museos (tanto sobre materiales celulósicos como sobre materiales proteicos) y del aire de los locales. Estos autores refieren la actividad celulolítica de todos los géneros antes mencionados. Sin embargo el género *Nigrospora*, que no se cita por los autores mencionados, si ha sido encontrado por Bueno *et al.*, (2003) en interiores de una biblioteca en Argentina y por Herrera *et al.*, (2003) en un estudio de los hongos del aire de la ciudad de Santa Clara.

Por otra parte Vargas (2004) ubica a estos géneros en el grupo de los organismos patógenos oportunistas capaces producir enfermedades respiratorias, como la aspergilosis, la cual dependiendo del estado del sistema inmune se puede desarrollar de diferentes formas como son: Aspergilosis cutánea primaria, Aspergilosis sinoorbitaria, Aspergilosis pulmonar, Aspergilosis del Sistema Nervioso Central y Aspergilosis invasiva diseminada. Las especies del género *Fusarium* son capaces de causar afecciones cutáneas, respiratorias y diseminadas en pacientes inmunocomprometidos, al igual que las especies del género *Penicillium*. Los hongos pertenecientes al género *Curvularia* así como aquellos pertenecientes al género *Cladosporium* producen una enfermedad llamada Feohifomicosis, la cual desde el punto de vista clínico se caracteriza principalmente por una localización subcutánea quística crónica, afectación de senos paranasales o una forma invasiva generalizada. El género *Nigrospora* se encuentra entre los hongos que producen una micotoxina llamada Trichoteceno T-2 o fusariotoxina T-2, la cual causa Toxicosis (Perusia, 2001).

Es conocido que la pared de las esporas fúngicas está compuesta por sustancias ( $\beta$  [1-3]-D-glucanos) que desencadenan reacciones tóxicas en el organismo de los seres humanos (Gorny *et al.*, 2002) aun cuando estas no son viables, provocando reacciones no específicas como fatiga, dolor de cabeza, irritación de ojos, nariz y garganta (Borrego *et al.*, 2008).

Las micotoxinas de muchos hongos pueden ingresar al cuerpo por las vías respiratorias. Se ha registrado por lo menos un caso de síntomas neurotóxicos posiblemente relacionados con la exposición a micotoxinas transportadas por el aire en un ambiente muy contaminado (Baxter *et al.*, 1981). La piel es otra vía potencial de exposición a las micotoxinas. Las toxinas de diversos hongos han producido casos de dermatosis severa (Eagle Industrial Hygiene Associates, 2004). En vista de que las micotoxinas provocan serios efectos tóxicos, debería hacerse mínima la exposición a los hongos que las producen (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 2004). Por lo anterior, se sabe que los hongos son agentes que pueden afectar la salud de las personas provocándoles reacciones que generalmente se agrupan en tres categorías: reacciones alérgicas (asma, rinitis alérgica, neumonía por

hipersensibilidad), infecciones (aspergilosis, micosis cutánea) y respuestas por toxicidad a determinadas sustancias (Borrego *et al.*, 2008).

En la Figura 22 se muestran lesiones en las uñas de una trabajadora de la Sala de Fondos Raros y Valiosos, diagnosticadas en un Centro de Salud como onicomycosis, probablemente causadas por el contacto directo con los documentos.



Figura 22. Onicomycosis padecida por una trabajadora del Archivo.

Las 10 cepas fúngicas identificadas fueron capaces de crecer a expensas del papel de filtro y la celulosa cristalina como única fuente de carbono. El crecimiento fue sobre toda la cuña del medio de cultivo, aspecto que prueba, aunque el ensayo es semicuantitativo, que las cepas son altamente celulolíticas. Se aprecia que la intensidad en la coloración del crecimiento fúngico debido a la esporulación de los hongos es diferente entre los tres medios de cultivo, incluyendo el control con glucosa como fuente de carbono, siendo mayor en papel de filtro, esto junto a la producción de pigmentos de cuatro aislados constatan el riesgo de biodeterioro de los documentos en papel, almacenados en el Archivo, de propiciarse la colonización de este sustrato por estas especies fúngicas presentes en el aire del local. De igual forma, el 100% de las cepas crecieron en celulosa cristalina, de más difícil asimilación, lo que respalda el planteamiento anterior.

El 90% de las cepas fúngicas aisladas produjo una disminución del pH del medio de cultivo en el que se desarrollaron, reduciendo el pH a valores igual o inferiores a 5,3. En el caso del aislado A7 de *Aspergillus* sp. redujo el pH a un valor muy bajo (3,1). Según Borrego *et al.*, (2010a y b) los hongos excretan ácidos como el oxálico, fumárico, succínico y acético, especies químicas

causantes de la disminución del pH sobre el sustrato. Estos autores encontraron resultados similares en muestreos realizados en el Archivo Nacional de la República de Cuba y en el Archivo Histórico del Museo de La Plata, donde la totalidad de los hongos encontrados produjeron disminuciones en el pH, pero solo un 10% de las cepas muestreadas fueron capaces de secretar ácidos fuertes. Resultados similares han sido publicados por otros autores (Martínez, 2003). Esto resulta un peligro agregado al hecho de que todas estas resultan potencialmente dañinas para la colección.

Por otra parte, un 70% de los aislados fueron capaces de degradar el almidón mientras el 100% resultaron positivos a la hidrólisis de la gelatina. Tanto el almidón como las proteínas de los encolantes, fundamentalmente en el último caso, son muy usados en libros antiguos, de los que hay un gran número de ejemplares en el Archivo objeto de estudio.

Estos resultados permiten evidenciar que los hongos presentes en el ambiente del Archivo pueden incidir en el deterioro de los documentos de presentarse condiciones que propicien su desarrollo sobre el papel. Incluso si la humedad relativa aumentara por cualquier motivo, sus esporas se depositarían con mayor rapidez sobre los documentos y podrían desarrollarse en 24 h comenzando a degradarlo aceleradamente (Borrego *et al.*, 2008).

### 5.2.2 Insectos

Los insectos de la Familia Liposcelididae, Orden Psocoptera, como norma poseen el tórax alargado con apariencia corcovada, antenas largas y setáceas, de la mitad de la longitud del cuerpo o aún más largas que este, poseen de 12 a 20 segmentos. El aparato bucal es masticador. Las alas pueden estar presentes, ser reducidas o estar ausentes. Cuando están presentes se encuentran en forma de tejado encima del cuerpo y las delanteras son más grandes que las posteriores, que suelen ser vestigiales. Las alas son membranosas con unas pocas venas que las atraviesan. Cercos ausentes. Tarsos con 2-3 segmentos. Las especies que atacan los libros y productos a base de papel no son muy perjudiciales, ya que se alimentan principalmente de hongos que crecen en las encuadernaciones. También lo hacen de materia de origen vegetal como el papel y sienten gran atracción por el almidón, la cola de los libros y papeles pintados. Estas atracciones así como el pequeño tamaño y

la relativa facilidad con que se deshidratan condicionan el hábitat de ellas a lugares húmedos y cálidos. Si la humedad relativa es de un valor del 35%-40%, se secan y mueren. Las especies más comunes en archivos pertenecen a la misma familia a la que pertenecen los individuos encontrados en la colección *Liposcelis bostrychophila* (Badonnel) y *Liposcelis entomophilus* (Enderlein). Las especies que forman parte de esta familia se reproducen por partenogénesis (Vergara, 2002).

La fase de huevo de *Liposcelis* spp. dura entre seis y nueve días y la de ninfa entre 24 y 130 días. El adulto vive alrededor de 20 días, y puede haber de dos a ocho generaciones al año. Es cosmopolita y en ocasiones abundante. Es posible que exista más de una especie con capacidad para vivir en asociación con el papel (Kingsolver, 1988).

Para la eliminación de psocópteros se recomiendan una serie de medidas:

- Disminución de la humedad relativa hasta valores menores del 40% (Vaillant y Valentín, 1996).
- Guardar los documentos en bolsas de polietileno con sílica gel (Vaillant y Valentín, 1996).
- Aplicación de paradiclorobenceno o naftalina (Vergara, 2002).
- Aplicación de insecticidas neonicotinoides (Nayak y Daglish, 2006).

Dado el gran número de documentos presentes en el Archivo resulta poco práctico su inclusión en bolsas.

El paradiclorobenceno y la naftalina son insecticidas clasificados como de baja toxicidad, pero poseen desventajas (Vaillant, *et. al.*, 2004):

Paradiclorobenceno:

- Afecta al blanco zinc, litopone y pigmentos encarnados y celulósicos de acetato.
- Encoge el poliestireno. Los plásticos como el estireno, algunas gomas y resinas se ablandan. Decolora el azul ultramarino y algunas tintas.
- Amarillea el papel.
- Disuelve las grasas.
- Es más volátil que la naftalina, siendo más efectivo, se evapora con gran rapidez, lo que puede llevar a concentraciones muy altas.

Naftalina:

- Puede recristalizar sobre los objetos.
- Afecta a algunos metales.
- Debe usarse en lugares donde se pueda alcanzar un nivel estable del vapor del producto, es decir, en lugares como armarios que se abran poco.

A los insecticidas neonicotinoides de nueva generación, la Institución a la que pertenece el Archivo no tiene acceso.

Existen muchas diferencias dentro del Orden Hymenoptera, encontrándose especies parasitoides. Los parasitoides son organismos dependientes de otro durante su vida juvenil, provocándole generalmente la muerte a su hospedero, siendo el adulto de vida libre. Existen distintos tipos de parasitoides, los que son clasificados por el hábito de vida de sus larvas, éstos pueden ser solitarios o gregarios cuando se desarrollan en uno, dos o más por hospedero respectivamente. Existen parasitoides de huevos, larvas, pupas y adultos. Todos los parasitoides son holometábolos, por lo que presentan cuatro estados de desarrollo huevo, larva, pupa y adulto (Godfray, 1994).

Comúnmente los himenópteros son parásitos de huevos de cicadélidos aunque también parasitan huevos de psocópteros (Viggiani, 1994) y de lepidópteros (García-Marí *et al.*, 1994).

Los psocópteros están presentes en el Archivo en los tres periodos evaluados, por lo que dada la duración de su ciclo de vida puede suponerse que haya especímenes causantes de biodeterioro del papel en forma permanente. Las condiciones de temperatura y humedad relativa son favorables para su desarrollo y no puede explicarse la diferencia en el número de insectos capturados en cada periodo.

El número de insectos colectados por trampa fue bajo y por ende el número total de insectos capturado. Atendiendo al esfuerzo de captura realizado este valor fue bajo, lo que es común para todos los estantes y escaparates según el número de insectos promedio por trampa en cada área de muestreo.

Al estar distribuidos en todos los pisos de estantes y escaparates, todos los documentos pueden ser dañados, fundamentalmente los ubicados en los pisos del tercero hacia abajo, cuya mayor presencia se explica al ser estos los menos iluminados durante el horario diurno.

A pesar de su distribución espacio-temporal, debe recordarse que los psocópteros son los insectos menos dañinos de los que usualmente pueden encontrarse en almacenes de documentos.

Queda por identificar la especie de himenóptero encontrada y por confirmar su modo de vida parasitoide en psocópteros.

Sería interesante y novedoso realizar un estudio ecológico de estos insectos en el ecosistema tan peculiar que es un Archivo.

Los resultados obtenidos demuestran que los insectos no son un factor de riesgo biológico de peso en el Archivo objeto de estudio.

### 5.2.3. Vertebrados

*Petrochelidon fulva*, conocida comúnmente por Golondrina de cuevas, posee una longitud de 14 cm desde la cabeza hasta extremo de la cola. El dorso de color azul lustroso, muy oscuro, con un tono amarilloso en la rabadilla, el vientre es blanco. La frente, los laterales del cuello, la barbilla y la garganta son de color canela (Fig. 23). La cola es recta. Los juveniles poseen los colores de la espalda más apagados, con la garganta moteada. Esta especie es común en todo el territorio nacional. Habita en campos abiertos, sabanas y suburbios citadinos. La época reproductiva es en los meses de marzo y agosto. Construyen sus nidos de barro en acantilados, cuevas, bajo puentes o aleros. Ponen tres o cuatro huevos blancos, fuertemente moteados de pardo. Se alimentan de insectos que capturan al vuelo (Garrido y Kirkconnell, 2000).



Figura 23. Espécimen de *Petrochelidon fulva* en su nido.

En las observaciones se pudo notar que los individuos entran y salen del recinto por las grandes ventanas que permanecen abiertas durante el horario laboral. Estas aves tienen sus nidos ubicados en la fachada de la Biblioteca (Fig. 24), en áreas aledañas al Parque “Leoncio Vidal” facilitando el vuelo y sus hábitos de vida.



Figura 24. Nidos (señalados con círculos) y especímenes (señalados con un rectángulo) de golondrina de cuevas en la fachada de la Biblioteca Provincial “Martí” de Villa Clara.

Las aves durante el vuelo pueden liberar sus excrementos, extremadamente ácidos, encima de la documentación. Aparte de la suciedad y la acidez que esto transmite, supone un excelente medio para el desarrollo de microorganismos e insectos (Bello y Borrell, 2002). Una solución para evitar la entrada de invertebrados en Archivos es colocar mallas en las vías de acceso a estos.

No obstante se considera que los vertebrados tampoco son un factor de riesgo importante en el Archivo.

## 6. Conclusiones

1. La temperatura y la humedad relativa son factores ambientales físicos que propician riesgo de deterioro de los documentos en el Archivo de la Sala de Fondos Raros y Valiosos de la Biblioteca Provincial “Martí”. La primera por los elevados valores, la segunda por esto y sus fluctuaciones.
2. Dado los altos niveles de iluminancia medidos en el Archivo la luz es otro factor ambiental físico de riesgo de deterioro; al igual que la ventilación, debido a la alta velocidad interior del viento y la posible entrada de polvo y gases arrastrados por el aire al archivo.
3. Si bien el local del Archivo se clasifica como poco contaminado atendiendo al número de propágulos fúngicos en el aire, debido a la actividad deteriorante de especies de hongos filamentosos aislados del ambiente, que pueden incidir en el deterioro de los documentos de presentarse condiciones ambientales que propicien su desarrollo sobre el papel, se considera este un factor de riesgo de biodeterioro.
4. Atendiendo a la identidad (psocópteros fundamentalmente) y bajo número de insectos capturados y a pesar de estar ampliamente distribuidos, estos no son un factor de riesgo biológico de peso en el Archivo objeto de estudio.
5. Los vertebrados tampoco son un factor de riesgo biológico importante en el Archivo, al solamente haberse avistado en ocasiones especímenes de *Petrochelidon fulva* que anidan en el exterior de la edificación.

## 7. Recomendaciones

1. Establecer un sistema de ventilación forzada mediante el empleo de aire acondicionado con filtros y usar deshumificadores, posibilitando la hermetización del Archivo de la Sala de Fondos Raros y Valiosos de la Biblioteca Provincial “Martí” de Villa Clara. Con lo anterior se podrían establecer condiciones de temperatura, humedad relativa, luz y ventilación óptimas para la conservación de los documentos allí almacenados, y se disminuiría el riesgo de biodeterioro.
2. De no ser posible lo anterior, trasladar el Archivo a un local interior de la edificación, carente de ventilación cruzada, suficientemente ventilado pero ubicado en dirección no favorable a la predominante del viento en la ciudad (E-NE) y perpendicular a la trayectoria solar. Utilizar alternativas para disminuir la incidencia de la iluminación natural que sean compatibles con el estilo arquitectónico del inmueble, dado su valor patrimonial. Colocar mallas en las vías de acceso al local, para evitar la entrada de aves y roedores.

## Referencias Bibliográficas

- Aira, M. J., Rojas, T., Jato, V. (2002): Fungi associated with three houses in Havana (Cuba). Grana, 41:114-118.
- Albuquerque, E., Coutinho, A., Afranio F. (2006): Fungos anemófilos na sala de periódicos da biblioteca de ciencias da saúde da Universidade Federal do Ceará. RBAC, 38: 155-158.
- Alemany A., Alfonso A., De la Peña A. M., Diaz G, Lecha L (1986). Climatología, iluminación y acústica. Aplicación en la arquitectura. Ediciones ISPJAE. Ciudad de la Habana.
- Alexander, M. (1994). *Introducción a la Microbiología del Suelo*, México D.F. México, AGT EDITOR. S.A.
- Araujo, A. (2009): Fungos em Bibliotecas: Frequencia dos generos em livros elaboracao de teste para avaliacao da biorreceptividade em papéis. Tesis al Instituto de Ciencias Biomédicas de la Univ. De Sao Paulo para obtener el Título de Doctor en ciencias, Sao Paulo, Brasil.
- Bach, C. (1998). *Introducción a la Bioarchivística*, Sevilla. España, S & C Ediciones.
- Banks, P.N. (1983). *Los enemigos de los acervos..* D.F. México, Archivo General de la Nación.
- Bardana, E.J. (2003). Indoor air quality and health does fungal contamination play a significant role?. Immunol Allergy Clin North Am 23: 291-309
- Barnett, H. L. & Hunter, B. B. (1998). *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*, St. Paul. Minnesota.
- Baxter C.S. Wey H.E. and Burg W.E. (1981) A prospective analysis of the potential risk associated with inhalation of aflatoxin-contaminated grain dusts. Food Cosmet Toxicol., 19, 763-769.
- Beck, I. (1992): Manual de Conservación de Documentos. Archivo General de La Nación. México D.F. México 97pp.
- Bello, C. & Borrell, A. (2002). *El patrimonio bibliográfico y documental. Claves para su conservación preventiva*, Gijón.
- Bicchieri, M., S. Ronconi, F.P. Romano, L. Pappalardo, M. Corsi, G. Cristoforetti, S. Legnaioli, V. Palleschi, A. Salvetti y E. Tognoni (2002): Study

- of foxing stains on paper by chemical methods, infrared spectroscopy, micro-X-ray fluorescence spectrometry and laser induced breakdown spectroscopy. *Spectrochimica Acta*, 57: 1235-1249.
- Bogomolova, EV. y Kirtsideli, I. (2009): Airborne fungi in four stations of the St. Petersburg underground railway system. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 63: 156-160.
  - Borrego, S. (2009b): Factores externos que influyen en el deterioro del patrimonio documental. En: *Conservación preventiva en archivos y bibliotecas*. Bergaglio C., Pené M. (eds). 1ra. Ed. La Plata: Instituto Cultural de la Provincia de Buenos Aires, pp. 67-124.
  - Borrego, S., Dorta, M., Mirabal, M. (2009a): Gestión de riesgos para la prevención y mitigación de desastres en el patrimonio documental. *Archivo General de la Nación*, Volumen LXXXIV Editora Búho, C. por A. Santo Domingo, D. N.
  - Borrego, S., García, M. (2011): Comportamiento de la concentración microbiana aérea en la Fototeca del Archivo Nacional de Cuba. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, 42: 61-67.
  - Borrego, S., Guimet, P., Gómez de Saravia, S., Battistoni, P., García, M., Lavín, P., Perdomo, I. (2010 a): The quality of air at archives and the biodeterioration of photographs. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 64: 139-145.
  - Borrego, S., Perdomo I., Guimet P., Gómez S. (2010 b): Study of the microbial concentration in the air in repositories of the National Archive of Cuba. *AUGMDOMUS*, 1:114-133.
  - Borrego, S., Perdomo, I. (2012): Aerobiological investigations inside repositories of the National Archive of the Republic of Cuba. *Aerobiología*, DOI: 10.1007/s10453-011-9235-x (in press).
  - 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: 63-69.
  - Breillat, P. (1965). La Sección de obras raras y valiosas en las bibliotecas. *Boletín de la Unesco para las bibliotecas (Paris) Parte 1*: 19 (4): 178-200.
  - Bueno, D. J., Silva, J. O., Oliver, G. (2003) Hongos ambientales en una biblioteca: un año de estudio. *Anales de Documentación*, núm. 6, pp. 27-34,

Universidad de Murcia. España.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63500602>

- Camuffo, D., Van Grieken, R., Buse, H.J., Sturaro, G., Valentino, A. Bernadini, A., Blades, N. Shooter, D., Gysels, K., Deutsch, F., Wieser, M., Kim, O., Ulrych, U. (2001): Environmental monitoring in four European museums. *Atmospheric Environment*, 35: 8127-8140.
- Cappitelli, F. Sorlini, C. (2005): From papyrus to compact disc: the microbial deterioration of documentary heritage. *Crit. Rev. Microbiol.*, 31: 1-10.
- Cappitelli, F., Fermo, P., Vecchi, R., Piazzalunga, A., Valli, G., Zanardini, E., Sorlini, C. (2009): Chemical-physical and microbiological measurements for indoor air quality assessment at the Ca'Granada Historical Archive, Milan (Italy). *Water Air Soil Pollut*, 201: 109-120.
- Cappitelli, F., Sorlini, C. (2010): Papers and Manuscripts. *Cultural Heritage Microbiology: Fundamental Studies in Conservation Science*. Eds. Ralph Mitchell & Christopher J. McNamara. ASM Press, Washington, DC.
- Cassares NC. 2007. Calidad del aire interior. En: *Taller de Preparación para desastres. Recuperación de los daños biológicos en colecciones afectadas por desastres*. Instituto de Historia de Cuba. Editora Historia, Cuba: 7 - 9
- Castellanos, L. (2001). HR. Propuesta de modelo de conservación preventiva a partir de su aplicación en el estudio del patrimonio musical cubano. [Tesis para optar por el título de Doctor en Ciencias de la Información]. Facultad de Comunicación. Universidad de La Habana, Cuba
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (2004). Contaminación del Aire en Interiores. Una Introducción para los Profesionales de la Salud. <http://www.Ambientecologicowww.htm>.
- Ciferri, O. (1999). Microbial degradation of paintings. *Applied and Environmental Microbiology.*, 879-885.
- CITMA, 2012. Informe meteorológico de Estación Meteorológica "Valle del Yabú", Provincia de Villa Clara.
- Conservaplan (1998). Documentos para conservar. *Catalogo de Conservación del papel de American Institute Conservation. Biblioteca Nacional de Venezuela*. . Caracas.Venezuela: Instituto Autónomo Biblioteca Nacional.

- Dale, R.E.; Cakmak, S.; Burnett, R.T.; Judek, S.; Coates, F. & Brook, J.R. (2000). Influence of ambient fungal spores on emergency visits for asthma to a regional children's Hospital. *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.* 162:2087-2090
- Eagle Industrial Hygiene Associates (2004). Microbial Sampling and Analysis: molds and bacteria, <http://www.eagleih.com/micro.html>.
- Edimburgh, R. B. G. O. (1969). *Colour Identifications chart* [Online]. Edimburgh: Royal Botanic Garden. Available: [www.rbge.org.uk/](http://www.rbge.org.uk/) [Accessed 26.febrero 2011].
- Ellis, M. B. 1971. *Dematiaceous Hyphomycetes*, Kew.
- Feilden, B.M. (1982): Conservation of Historic Buildings. Butterworths. London.
- Florian, M.L.E. (2004): Fungal facts. Solving fungal problems in heritage collections. Archetype Publications Ltd., London, UK.
- Fundora, M.L., Rodríguez, G. (2007) Conservación de la colección de la Sala de Fondos Raros y Valiosos de la Biblioteca provincial "Martí" de Santa Clara, Villa Clara. Documentación de la Sala de Fondos Raros y Valiosos de la Biblioteca provincial "Martí" de Santa Clara, Villa Clara. Cuba.
- Galiotou-Panayotou, M., M. Kapantai y O. Kalantzi (1997): Growth conditions of *Aspergillus* sp. ATHUM-3488 for polygalacturonase production. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 47: 425-429.
- Gallup D. (2006): (Chairman). Fungal library. The Environmental Reporter EMLab. A technical Newsletter for IAQ Professionals. <http://www.emlab.com/app/fungi/Fungi.po>
- García-Marí, F; Costa-Comelles, J. y Ferragut, F. 1994 Plagas Agrícolas. Agropubli S.L: [ed]. Phytoma España.
- Garrido O. H. y A. Kirkconnell. Field Guide to the Birds of Cuba. Comstock Publishing Associates, Cornell University Press. Ithaca, New York, 2000.
- Giraldo-Castrillón, M., Torres-González, C., Díaz-Ortiz, J. (2009): Aislamiento de hongos celulolíticos causantes del biodeterioro de la Biblioteca Central de la Universidad del Valle (Cali – Colombia). *Revista Mexicana de Micología*, 29: 9-14.
- Godfray. H. 1994. Parasitoids Behavioral and Evolutionary Ecology. Princeton University press. Princeton, New Jersey.

- Gorny R.L., Reponen T., Willeke K., Schmechel D., Robine E., Boissier M. and Grinshpun S.A. (2002). Fungal fragments as Indoor air biocontaminants. *Appl. Environ. Microbiol.*, 68, 3522-3531
- Górný, R.L. (2004): Filamentous microorganisms and their fragments in indoor air: A review. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 11: 185–197.
- Guerrero, H. (1997). La humedad como factor de deterioro. . *Revista Contacto*, 6, 11-14.
- Guimet, P., Borrego, S. Lavin, P. Perdomo, I. Gomez, S. (2011): Biofouling and biodeterioration in materials stored at the Historical Archive of the Museum of La Plata, Argentina and at the National Archive of the Republic of Cuba. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 85: 229-234.
- Hardin, B.D.; Kelman, B.J. & Saxon, A. (2003). Adverse human health effects associated with moulds in the indoor environment. *J. Occup. Environ. Med.* 45: 470-478
- Hawksworth, D., Kirk, P. M., Sutton, B. C., Pegler, D., Ainsworth, N. & Bisby 1995. *Dictionary of Fungi*, Wallingford, CAB INTERNATIONAL.
- Herráez, J. A. & Buces, J. A. (2004). El Almacén de bienes culturales. *Prevención del biodeterioro en Archivos y bibliotecas*. Instituto del Patrimonio Histórico Español.
- Herrera, L., Carrazana, D., Quiñones, R., (2003) Los hongos anemófilos de la ciudad de Santa Clara, Cuba. *Revista Centro Agrícola* (Jul-Sep) Universidad Central Marta Abreu, Villa Clara (Cuba)
- Hidalgo, Y. y S. Borrego (2006): Aislamiento y caracterización de hongos en la biblioteca Nacional “José Martí”. *Revista Biblioteca*.
- ICOM (1971): La Lumière et la Protection des Objets et Spécimens Exposés dans les Musées et Galleries d'Art. Report 1 ed.
- IFLA, (1994). Colecciones de libros raros y manuscritos en Cuba: 053-RARE-2-s. – En Conferencia Internacional de IFLA, 60. 1994: booklet 5: Divisions of collections and services. -- La Habana: /s.n./, /1994/. <http://archive.ifla.org/IV/ifla60/60-vego.htm>
- InspectaPedia. Mould Exposure Standards. (2009): Levels of allergenic or toxic mould & how much mould means a problem. *Building & Environmental*

Inspection, Testing, Diagnosis, Repair, & Problem Prevention Advice.  
[http://InspectaPedia.com/sickhouse/Mold\\_Standards.htm](http://InspectaPedia.com/sickhouse/Mold_Standards.htm).

- Iwatzu, T. (1984): A new species of *Cladosporium* from Japan. *Mycotaxon* XX. 521-533.
- Karbowska-Berent, J., Górny R.I., Strzelczyk A.B., Wlazło A. (2011): Airborne and dust borne microorganisms in selected Polish libraries and archives. *Building and Environment*, 46:1872-1879.
- Kingsolver, J. M. (1988). Illustrated guide to common insectpests in museums. *A guide to museum pest control* (ed. L. A. Zycherman & J. R. Schrock). Foundation of the American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works and Association of Systematics Collections, Washington. pp. 53-81.
- Kuhn, D. M., M. A. Ghannoum. (2003): Indoor mold, toxigenic fungi, and *Stachybotrys chartarum*: infectious disease perspective. *Clinical Microbiology Reviews*, 16: 144-172.
- Lin, W. H. & Li, C. S. (2000). Associations of of fungal aerosols, air pollutants and meteorological factors. . *Aerosol Science and tecnology*, 32, 59-68.
- Macleod, K.J. (1978): Museum Lighting. CCI Tecnical Bulletin N.º 2. Ottawa.
- Martín, C. (2009)Temas de Biblioteconomía Planificación de edificios de bibliotecas: instalaciones y equipamientos. Preservación y conservación de Materiales. [eprints.rclis.org/14817/](http://eprints.rclis.org/14817/)
- Martínez, P. (2003): Determinación de la acidez producida por hongos contaminantes en bienes culturales. *Boletín Patrimonio y Desarrollo*, 9: 3-4.
- Medina, L., Tuozoo, A., Herrera, J., Perozo, Y., Gonzáles, L. (2008): Estudio de hongos en bibliotecas de la Universidad de Carabobo, Valencia. <http://servicio.cid.uc.edu.ve/fcs/vol3n1/3estu.pdf>.
- Medina, L., Tuozzo, A., Herrera, J., Perozo, Y. & González, L. (1999). Estudios de hongos en bibliotecas de la Universidad de Carabobo-Valencia. *Boletín del Consejo de Desarrollo Científico Valencia-Venezuela.*, 3.
- Medio Ambiente, 2008. Estadísticas en la Revolución. Colección estadística de Cuba. Oficina Nacional de Estadística. República de Cuba.  
[www.one.cu/publicaciones/50aniversario/.../public%20completa.pdf](http://www.one.cu/publicaciones/50aniversario/.../public%20completa.pdf)

- Megan, A., Ashton T., Davis R., Grace M., Havnar Ch., Hoang C., Phipps A., Rose S. (2008): Quantitative Analysis of Microbial Aerosols in a Community College. Skyline College, San Bruno CA.
- Metcalf, C. y Flint, W. F. (1965). Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y control. La Habana: Edición Revolucionaria.
- Michalski, S. (1987): Damage to Museum Objects by Visible Radiation and Ultraviolet Radiation. Conference on Lighting in Museums, Galleries and Historic Houses. The Museums Association, United Kingdom Institute for Conservation and Group of Designers and Interpreters in Museums. Bristol 9/10<sup>th</sup> april..
- Michalsky, S. (2009). *Agentes de deterioro CCI*. Canadá, ICCROM.
- Missori, M., M. Righini, M.S. Storace, A. Congiu Castellano y S. Selci (2004): The effect of artificial aging and sizing on discoloration of paper studied by UV-NIR spectroscopy in comparison to ancient paper, in: Proceedings of the International Conference Durability of Paper and Writings, nov 16e19, 2004, Ljubljana, Slovenia. 17-19.
- Morales, R., Ramírez, T., Vázquez, J.R. (1985) Factores que afectan la conservación del patrimonio bibliográfico de la Sala de Fondos Raros y Valiosos de la Biblioteca provincial "Martí" de Santa Clara, Villa Clara y su posible incidencia negativa en la salud de los trabajadores. Documentación de la Sala de Fondos Raros y Valiosos de la Biblioteca provincial "Martí" de Santa Clara, Villa Clara. Cuba.
- Muller, A.; Lehmann, I.; Seiffart, A.; Diez, U.; Wetzig, H.; Borte, M. & Herbarth, O. (2002). Increased incidence of allergic sensitisation and respiratory diseases due to mould exposure: results of the Leipzig Allergy Risk Study (LARS). Int. J. Hyg. Environ. Health 204:363-365
- Nayak, M. K. & Daglish GJ. (2006) Potential of imidacloprid to control four species of psocids (Psocoptera: Liposcelididae) infesting stored grain. *Pest Management Science*, 62, 646-650.
- Nevalainen, A., Morawska, L. (eds). (2009): Biological Agents in Indoor Environments. Assessment of Health Risks. Work conducted by a WHO Expert Group between 2000-2003. [http://www.ilaqh.qut.edu.au/Misc/BIOLOGICAL\\_AGENTS\\_2009.pdf](http://www.ilaqh.qut.edu.au/Misc/BIOLOGICAL_AGENTS_2009.pdf).

- Newson, R.; Strachan, D.; Corden, J. & Millington, W. (2000). Fungal and other spore counts as predictors of admissions for asthma in the Trent region. *Occup. Environ. Med.* 57:786-792
- Nicholson, C. (1993). What exhibits can do to your collection. *Restaurator*, 13 103.
- Novotny, D. (2000): Conferencia Magistral impartida durante el Curso de Especialización en Conservación Preventiva del Patrimonio Bibliográfico y Documental, organizado por la Fundación Patrimonio Histórico en Rosario del 26 al 28 de Octubre de 2000.
- NTP 335. (2005): Calidad de aire interior, evaluación de la presencia de polen y espores fúngicas. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España. [http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp\\_335.htm](http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_335.htm)
- Ogden, S. (2000). *El manual de Preservación de Bibliotecas del Northeast Document Conservation Center*, Santiago de Chile. Chile.
- Olivero, A. I. (2004). *Clases magistrales de Microbiología Industrial para VIII Semestre.*, Pontificia Universidad Javeriana. .
- OSHA. (1992): Technical Manual. U.S. Department of Labor Occupational Safety and Health
- Palma, M. A. (2005). Algunas ideas para extender la vida de los materiales bibliográficos de las bibliotecas. Santiago de Chile: Biblioteca Nacional de Chile.
- Perusia , O. R. y Rodríguez, R. (2001) Micotoxicosis. *Rev Inv Vet Perú*; 12(2): 87-116
- Radler de Aquino, F., de Góes, L.F. (2000): Guidelines for indoor air quality in offices in Brazil. *Proceedings of Healthy Buildings*, 4: 549-553.
- Rakotonirainy. M.S., E. Heude y B. Lavédrini (2007): Isolation and attempts of biomolecular characterization of fungal strains associates to foxing on a 19th century book. *Journal of Cultural Heritage*. 8: 126-133.
- Rautela, G. S. & Cowlings, E. B. (1986). Simple culture test for 19. Relative cellulolytic activity of fungi. *Appl. Microbiol*, 14, 892-898.
- Resolución No. 41 (2009): Lineamientos para la conservación de las fuentes documentales. Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), Gaceta oficial 9 de mayo 2009. <http://www.gacetaoficial.cu/pp.193>

- Rojas, T. I. (2010) Diversidad fúngica en ambientes exteriores de áreas urbanas de ciudad de La Habana y sus potencialidades en el biodeterioro. Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en Ciencias Biológicas. Universidad de la Habana. Facultad de Biología.
- Rojas, T.I., Martínez, E., Gómez, Y., Alvarado, Y. (2002): Airborne spores of *Aspergillus* species in cultural institutions at Havana University. Grana, 41: 190e-193e.
- Rojas, T.I.; Martínez, E.; Aira, M.J.; Almaguer, M. (2008). Aeromicota de ambientes internos: Comparación de métodos de muestreo. Boletín Micológico, 23: 67-73.
- Romero-Noguera, J.; Bolivar-Galiano, F.C.; Ramos-López, J.M.; Fernández-Vivas, M.A.; Martín-Sánchez, I. (2008). Study of biodeterioration of diterpenic varnishes used in art painting: colophony and Venetian turpentine. International Biodeterioration and Biodegradation. 62:427-433.
- SBM. 2003. Standard of Building Biology Testing Methods and Guidelines, Baubiologie, Maes/IBN.
- Scala, M.X. (2010). Insectos Bibliófagos II. INTI-Celulosa y Papel. Boletín sobre Conservación y Restauración. 3 (10): 2-7.
- Singh, A.B. & Kumar, P. (2002). Common environmental allergens causing respiratory allergy. India. Indian J. Pediatr 69:245-250
- Someillán, M., Gómez, A. & González, G. (2006). Aspectos teóricos y conceptuales útiles para el diseño e implementación de una política de conservación preventiva. . *Acimed.*, 14, 6-12.
- Sultan B, Labadi K, Guegan JF, Janicot S. (2005): Climate drives the meningitis epidemics on sent in West Africa. Plos Med, 2: 6-15.
- Tacón, J. (2002): La conservación del libro antiguo. Documentos de trabajo U.C.M. Biblioteca Histórica; 04/02
- Vaillant, M., Doménech, M. T. y Valentín, N. (2003). *Una mirada hacia la conservación preventiva del patrimonio cultural*. España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Vaillant, M., Doménech, M.T.; Valentín, N. (2004): Una mirada hacia la conservación preventiva del patrimonio cultural. Ed. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia. pp.322.

- Valentin, N. (2003): Microbial contamination and insect infestation in organic materials. COALITION, 6: 2-5.
- Valentín, N. (2004). Diseño y propuestas para el control y erradicación del biodeterioro. Microorganismos e insectos. *En Jornadas monográficas prevención del biodeterioro en archivos y bibliotecas.*: Instituto del Patrimonio Histórico Español.
- Valentín, N. (2010): Microorganisms in museum collections. COALITION, No.19:2-5.
- Valentín, N.; García, R.; Ibáñez, J.L.; Maekawa, S. (2001): Tratamientos con ventilación controlada para detener el crecimiento microbiano en materiales de archivo. Archivamos. Ed. Asociación de Archiveros de Castilla y León (ACAL), N° 39-40, 40-45.
- Valentín, N.; Vaillant, M.; Guerrero, H. (1996): Control integrado de plagas en bienes culturales de países de clima mediterráneo y tropical. XI Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Castellón. pp.205-215.
- Vargas, H. (2004). Patógenos emergentes en micosis cutáneas y sistémicas. *Dermatología Venezolana*, Vol. 42, 4 -18.
- VARGAS, H. 2004. Patógenos emergentes en micosis cutáneas y sistémicas. *Dermatología Venezolana*, Vol. 42, 4 -18.
- Vergara, J. (2002). Conservación y restauración de material cultural en archivos y bibliotecas.
- Viggiani, G. 1994. Lotta biologica e integrata nella difesa fitosanitaria. Volume primo. Liguori editore. Napoles, Italia.
- Villalba, L.S., Malagón, A. (2011): Biodeterioro de la fuente de Lavapatás, parque arqueológico de San Agustín-Huila. Colombia. Revista Ge-conservación, 2: 65-80.
- Wonder Makers Environmental Inc. 2001. Post-remediation guideline. Information Series 14