

Trabajo de Diploma

Título: Diagnóstico y control del Biodeterioro de la Colección “Coronado” de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

Autor: Edgardo Díaz Álvarez

2011



UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS
VERITATE SOLA NOBIS IMPONETUR VIRILISTOGA. 1948

Facultad de Ciencias Agropecuarias
Departamento de Biología

Trabajo de Diploma

*Título: Diagnóstico y control del Biodeterioro de la
Colección "Coronado" de la Universidad Central "Marta
Abreu" de Las Villas.*

Autor: Edgardo Díaz Álvarez

Tutora: Dra. Daymí Carrazana García
Cotutor: MSc. Amed Abel Leiva Mederos

2011

Pensamiento

*De los diversos instrumentos inventados por el hombre,
el más asombroso es el libro;
todos los demás son extensiones de su cuerpo...
solo el libro es una extensión de la imaginación y la memoria.*

Jorge Luis Borges

*Un libro abierto es un cerebro que habla;
cerrado, un amigo que espera;
olvidado, un alma que perdona;
destruido un corazón que llora.*

Proverbio Indú.

Dedicatoria

*A mi mamá, por ser siempre mi apoyo.
A mi papá, por ser mi guía, y mi estrella polar.
A mi tutora por soportarme.
Y a mi Enma por que toda mi vida le pertenece.*

Agradecimientos

En primer lugar a mis tutores, porque sin ellos nada de esto hubiese sido posible.

A René Cupull y Julia Ross, por la inestimable ayuda que me prestaron.

A Carlos Villanueva, Alan Rivero y Jorge de la Torre, por sus consejos estadísticos.

A Horacio Grillo, por todo el apoyo brindado.

A Michel Faife, Elisa Kiala, Michel Leiva, Katia Ojito, Nadine Vega, Elizabeth Kairuz.

A mis compañeros de cuarto, los trabajadores de la biblioteca y a todos los que de una forma u otra contribuyeron a la realización de esta tesis.

Resumen

La colección “Coronado” de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas posee obras de destacado valor histórico, que en la actualidad sufren biodeterioro término que designa a los cambios físicos realizados por organismos vivos sobre obras de este tipo, razón por la cual el objetivo del presente trabajo de diploma es realizar un diagnóstico del biodeterioro de dicha colección. Para ello se realizaron estimaciones de la amplitud e intensidad de los daños provocados por hongos, insectos y vertebrados, así como el muestreo de hongos provenientes de las obras y el aire, insectos y vertebrados. También se llevó a cabo el muestreo de las variables ambientales temperatura, humedad relativa y luminancia como factores que favorecen el desarrollo de los organismos deteriorantes. Se obtuvo una baja amplitud del daño por hongos y solo cuatro obras fueron estimadas con daño fúngico de alta intensidad, aislándose 26 cepas fúngicas dos provenientes de los documentos y el resto proveniente del aire, las cuales en un 56% mostraron capacidad celulolítica y el 100% fue capaz de producir ácidos. Los daños por insectos fueron estimados de media amplitud e intensidad. Encontrándose vivos solo Psocópteros, los cuales han creado resistencia a la fumigación con fosfamina que se realiza en el lugar. La temperatura y la luminancia se encontraron por encima de los niveles recomendados mientras que la humedad relativa a pesar de estar ligeramente elevada se mantuvo cerca de los rangos aconsejados.

Palabras clave: Biodeterioro, colección “Coronado”, conservación preventiva, contaminación fúngica.

Abstract

The “Coronado” collection of the Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas has ancient books and documents of outstanding historical value, in present day they suffer biodeterioration a term which deals with all the physical changes caused by living organisms on these kinds of books and documents. For this reason, the objective of this grade thesis is to realize a diagnosis of the biodeterioration of this collection. For this, estimations of the magnitude and intensity of the damages made by fungi, insects and vertebrates were made, along with a sampling of fungus originating from books and air, and also live insects and vertebrates. Measurements and records were made of environmental variables such as temperature, relative humidity and luminance, as these are factors that facilitate the development of deteriorating organisms. A low amplitude for the damages caused by fungus was obtained, with only four books being estimated as damaged due to high intensity fungal activity. A total of 26 fungal strains were isolated, two of which originated from the documents, while the others originated from the air. 56% of these demonstrated celullolitic capacities, while all 100 % were capable of producing acids. Damages caused by insects were estimated as medium amplitude and intensity. Only Psocoptera insects were found alive in the collection, as these are resistant to the fosfamine fumigation which takes place regularly in the archive. Temperature and luminance were found above the recommended levels while relative humidity despite being slightly high, remained close to advised ranges.

Key words: Biodeterioration, “Coronado” collection, fungal contamination, preventive conservation.

Índice

Introducción	1
2. Revisión Bibliográfica.....	4
2.1. El papel.	4
2.1.1. Constitución del Papel.	4
2.1.2. Otros tipos de fibras empleadas en la fabricación del papel según su procedencia....	5
2.1.3. Propiedades físicas del papel.	5
2.2. Composición química del papel.	6
2.2.1 Celulosa.....	6
2.2.2. Hemicelulosa.	8
2.2.3. Lignina.	8
2.2.4. Colas.	9
2.2.5 Las cargas del papel.....	10
2.3. Factores biológicos que intervienen en el deterioro del papel.....	11
2.3.1. Fuentes de entrada de organismos vivos a archivos.....	11
2.3.2. Organismos causantes de biodeterioro.	11
2.3.2.1 Biodeterioro fúngico.....	12
2.3.2.2 Biodeterioro por insectos.	13
2.3.2.3. Vertebrados que causan deterioro.....	14
2.4. Factores ambientales que intervienen en el deterioro del papel.	14
2.5. Factores químicos que propician el deterioro del papel.	17
3. Materiales y Métodos.....	19
3.1 Determinación de la amplitud e intensidad del daño por hongos filamentosos en documentos del archivo y el ambiente e identificación de aislados.	20
3.2 Comprobación de la actividad deteriorante sobre papel de las especies del cepario.	23
3.3 Determinación de la amplitud e intensidad del daño por insectos en documentos del archivo, identificación de las especies presentes y evaluación de la efectividad de su método de control.	23
3.4 Presencia de vertebrados en la colección.....	25
3.5 Evaluación de los factores ambientales: temperatura, humedad y luz.....	25

3.5.1 Evaluación de la temperatura y humedad en el local del Archivo.....	26
3.5.2 Evaluación de las condiciones de luminancia.....	26
3.6 Recomendaciones para el control del biodeterioro en la colección “Coronado”.....	27
4. Resultados y Discusión.....	28
4.1 Determinación de la amplitud e intensidad del daño por hongos filamentosos en documentos del archivo y el ambiente e identificación de aislados.	28
4.2 Comprobación de la actividad deteriorante de las especies del cepario sobre el papel...	33
4.3 Determinación de la amplitud e intensidad del daño por insectos en documentos del archivo, identificación de las especies presentes y evaluación de la efectividad de su método de control.	35
4.4 Presencia de vertebrados en la colección.....	43
4.5 Evaluación de los factores ambientales: temperatura, humedad y luminancia.	43
4.5.1 Evaluación de la temperatura y humedad en el local del Archivo.....	44
4.5.2 Evaluación de las condiciones de luminancia.....	48
4.5.3 Relación entre el desarrollo de psocópteros y la luminancia en la colección.	49
4.6 Recomendaciones para el control del biodeterioro de la colección “Coronado”.....	50
5. Conclusiones	52
6. Recomendaciones	53
Referencias Bibliograficas	55
Anexo 1. Lista de ejemplares inspeccionados con muestras de daño por hongos e insectos.	62
Anexo 2. Descripción de las características culturales de las cepas encontradas y descripción las características morfológicas de los géneros a los que pertenecen.	67
Anexo 3. Valores de humedad relativa y temperatura del local de la colección “Coronado”.	77

Introducción

Introducción

Una de las funciones fundamentales de los archivos y bibliotecas es la preservación de aquellos objetos que en ellos se albergan y que forman parte del patrimonio cultural de cada país. Los fondos bibliográficos en papel están entre los de mayor longevidad, pero a pesar de ello son susceptibles a cambios provocados por diferentes factores, destacándose entre ellos el factor biótico. Este genera un cambio indeseable de las propiedades físicas, químicas y estéticas de las obras. Entre los organismos que lo provocan se encuentran roedores, insectos, algas, líquenes, hongos y bacterias (CYTED 2002a.). Este deterioro es relativamente frecuente teniendo en cuenta que las bibliotecas y archivos desde el punto de vista ecológico constituyen grandes acumulaciones de energía metabolizable (Bello y Borrell 2002).

Afortunadamente, en los últimos años existe un gran interés por el patrimonio cultural y su preservación debido al incremento de la cantidad de objetos y materiales a conservar, lo que ha dado lugar a la necesidad de buscar mecanismos más eficientes, para conservar y proteger el patrimonio cultural de la humanidad.

Por todo lo antes expuesto, el concepto de conservación ha cambiado adquiriendo un enfoque más amplio, el que cada día tiende más hacia el cuidado preventivo de las grandes colecciones. Ello significa crear nuevas formas de prevenir y/o retardar el deterioro a través del control medioambiental, lo que constituye un aspecto muy importante de la conservación preventiva, que permite la conservación “masiva” y con un mínimo de esfuerzos del patrimonio cultural.

El pueblo cubano es poseedor de una rica cultura e idiosincrasia, surgidas de la coexistencia en nuestro país de diversas razas y afluentes culturales desde el inicio mismo de la formación de nuestra identidad nacional, de esa mezcla han surgido grandes pensadores en diversas áreas del conocimiento cuyo quehacer se ha ido acumulando durante mas de 400 años, lo cual unido a los esfuerzos que hace el país para su conservación ha dado origen a una amplia red de bibliotecas y archivos a lo largo de todo el país entre lo que se encuentra la colección “Coronado”.

Francisco de Paula Coronado llegó a reunir algunos de los más importantes libros cubanos y valiosas obras extranjeras, como ediciones príncipe, así como folletos, periódicos, revistas, documentos y manuscritos cubanos representativos del siglo XIX, también atesoró ediciones raras y valiosas de libros y folletos. Se debe destacar la bibliografía Coronado agrupó sobre Colón, esta recogía obras de gran singularidad difíciles de encontrar en las bibliotecas o

archivos públicos de la época. También era poseedor de la colección de “El Papel Periódico de La Habana” así como una obra que fue editada en 1492, en el mismo año de la llegada de Colón y a los cincuenta de haberse inventado la imprenta.

Al entender del propio coleccionista, de teatro cubano no le faltaba nada por atesorar, al igual que en su colección poética, donde aparecían los grandes maestros de la isla en sus varias ediciones (*op. cit.*).

En este repositorio documental se pueden encontrar libros, revistas, publicaciones periódicas, folletos, manuscritos, grabados, fotografías, mapas, planos, y láminas correspondientes a los períodos del siglo XV hasta primera mitad del siglo XX (*op. cit.*).

La colección “Coronado” posee dos ejemplares clasificados como incunables. De la cartografía cubana existen, los planos del Arsenal, La Cabaña, La Punta, La Fuerza y el Palacio Presidencial. En esta se encuentran fotografías de familias acaudaladas y burguesas, y de personalidades de nuestras guerras de liberación nacional. Además, existen fotografías que no han sido identificadas, no se conocen ni los datos de los fotógrafos ni de las personas que aparecen en ellas, sin embargo, poseen gran valor histórico y cultural por reflejar las técnicas de fotografía de aquel momento y perpetuar hasta nuestros días detalles de la propia idiosincrasia de nuestro país en estos años (*op. cit.*).

En la referida colección existen grabados donde las principales temáticas reflejadas son paisajes urbanos de la capital y temas históricos relativos a la toma de la Habana por los ingleses (*op. cit.*).

También se conservan los grabados originales de las caricaturas políticas que ilustraban las publicaciones periódicas de la época, pertenecientes a autores desconocidos, pero muy representativas de la situación existente en el país en estos convulsos años (*op. cit.*).

El 20 de febrero de 1960 la colección fue adquirida por la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas y actualmente se encuentra en la colección “Coronado” de la biblioteca “Chiqui Gómez Lubián” de esta institución, ubicada en el archivo que lleva su nombre (*op. cit.*).

En el año 2006 la Lic. Anitza Suárez del Portal (Suárez del Portal, 2006), Jefa del laboratorio de conservación de La Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana, realizó un diagnóstico del estado de conservación de la colección, en el que se refiere la presencia de hongos e insectos entre otros daños. Esta situación se ha agravado de entonces a la fecha y no existe un diagnóstico integral del estado de biodeterioro del archivo, ni una estrategia para solucionarlo.

Un enfoque ecológico de la problemática del biodeterioro, implica un análisis del estado del inmueble que, de presentar daños, puede actuar como puerta de entrada de hongos u otros organismos que posean actividad deteriorante y/o que actúen como agentes transmisores de los primeros, fundamentalmente insectos. También resulta de interés investigar si las condiciones ambientales del local tales como humedad relativa, temperatura y luminancia son favorables para el desarrollo de organismos causantes de biodeterioro. Lo antes expuesto fundamenta la necesidad de una estrategia integral para intervenir con vistas a solucionar su biodeterioro, antes de ser restaurada por personal.

El presente trabajo se propone como objetivo general:

Proponer medidas para el control del biodeterioro de material de archivo, en la colección “Coronado” de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, a partir del análisis de su estado y los factores ambientales que lo condicionan.

Para darle cumplimiento se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar la amplitud e intensidad del daño por hongos, insectos y vertebrados en los documentos evaluados.
2. Identificar las especies de hongos, insectos y vertebrados encontrados en el archivo.
3. Comprobar la actividad deteriorante de las especies fúngicas sobre el papel.
4. Evaluar la efectividad del método de control de insectos empleado en el archivo.
5. Valorar los factores ambientales: temperatura, humedad relativa y luminancia.
6. Proponer medidas para el control del biodeterioro del material de archivo.

Revisión Bibliográfica

2. Revisión Bibliográfica

2.1. El papel.

El papel es una estructura obtenida en base a fibras vegetales de celulosa, las cuales se entrecruzan formando una hoja resistente y flexible (Velásquez 2007) aunque en ocasiones estas pueden ser minerales, animales o sintéticas (Mosquera 2000.). En la literatura científica se refiere como papel a “aquella hoja delgada que se obtiene por la unión física de materias fibrosas, principalmente, celulosa previamente hidratada” (Asunción, 2001). El nombre se deriva del vocablo en latín *papyrus*, y este del griego π πυρος, proveniente de una antigua planta egipcia *Cyperus papyros* (Mosquera, 2000). Ha sido el medio de comunicación más usado a lo largo de la historia por su transportabilidad y comodidad (Velásquez, 2007).

A pesar de que algunas personas consideran que en el presente la era de la informatización amenaza con la sustitución del papel es indiscutible que la función de este como soporte para la conservación y la comunicación del conocimiento es insustituible. Además, su importancia se resalta debido a que una gran parte del conocimiento y el quehacer científico-cultural de la humanidad hasta nuestros días han sido recogidos sobre este soporte; obras que se conservan como ejemplares únicos necesitados de protección.

2.1.1. Constitución del Papel.

La materia prima más importante en la fabricación del papel es la madera, de la cual se forman sus fibras (Child, 1999), procedente de los bosques de coníferas, aunque más recientemente ha aumentado la utilización de bosques tropicales y boreales. (Velásquez, 2007). La lámina que es fabricada con este material es más frágil y pierde su color más fácilmente que aquella que es elaborada con trapos, aunque la resistencia y estabilidad del papel también depende en gran medida del procedimiento seguido en su fabricación. El papel también posee otras sustancias tales como: resinas, materias colorantes, ácido tánico, almidón, polímeros de carbohidratos, potasio, calcio y magnesio, entre otros (Child, 1999).

La industria papelera es en este momento uno de los mayores consumidores de madera a nivel mundial, consumo que se realiza a nivel excesivo, lo que ha traído aparejado el agotamiento de los recursos forestales. Como solución las compañías productoras han adoptado la política de sembrar árboles que luego serán utilizados para la fabricación del papel, razón por la cual ha sido necesaria la utilización de materias primas de origen tropical, con la capacidad de crecer más rápidamente como algunas especies de *Eucaliptos*, a pesar de que estas proveen unas

fibras más cortas y de menor calidad que la materia prima original obtenida de especies de *Pinus*.

2.1.2. Otros tipos de fibras empleadas en la fabricación del papel según su procedencia.

Las fibras celulósicas de origen vegetal son un componente esencial para el papel dadas sus características de gran resistencia a la tracción, flexibilidad, resistencia a la deformación plástica, insolubilidad en agua, amplio intervalo de dimensiones, buena capacidad para retener aditivos modificantes, notable estabilidad química y blancura, (Asunción, 2001). Entre las diferentes procedencias las más comunes son:

- **Fibras de algodón** (*Gossypium* spp.): Son finas, flexibles, muy elásticas y suaves, pero poco resistentes; son buenas para la fabricación de papel secante y papel para impresiones tipográficas, calcográficas y litográficas.
- **Fibras de lino** (*Linum usitatissimum*): Son finas, resistentes y muy flexibles; son buenas para la fabricación de papel fino, fuerte y resistente.
- **Fibras de cáñamo** (*Cannabis sativa*): Son aún más resistentes que las de lino, pero son rígidas y ásperas en relación con las anteriores; se usan para hacer papeles muy resistentes pero toscos.
- **Fibras de yute** (*Corchorus capsularis*): Son finas y elásticas pero menos resistentes que las de algodón.

Estos son algunos ejemplos de los orígenes de las fibras según Maynor, (1998) y Peña y Zambrano (2003).

Estos ejemplos corresponden a tipos de fibras que se utilizan para la producción de algunos tipos de papel con funciones muy específicas, pero que no cubren la mayor de las demandas de este producto en el mercado: el papel de oficina, este se obtiene de fuentes naturales o semicultivadas, extraídas a partir de plantas de porte arbóreo.

2.1.3. Propiedades físicas del papel.

Las propiedades físicas del papel son las responsables de su calidad y comportamiento ante tratamientos de conservación o exhibición. Entre estas propiedades se encuentran:

- **Tipos de fibra:** Muchos de los papeles están compuestos mayoritariamente por celulosa; otros contienen materiales asociados como hemicelulosa y lignina (AIC, 1994).

- **Color:** Es muy variable, depende de la procedencia de la(s) fibras(s) empleadas, de su tratamiento, del proceso de decoloración y hasta de las características del agua empleada durante su fabricación. Algunas impurezas de hierro y cobre pueden pasar al papel a partir de esta dándole un color amarillento. Esto se puede tratar con altas concentraciones de calcio, el cual ayuda en el blanqueamiento. (Peña y Zambrano, 2003). El color también depende de los colorantes que se añaden cuando se quiere conseguir un papel de un color determinado. Se pueden añadir tanto a la masa durante su fabricación como a la superficie (Velásquez, 2007).
- **Capacidad de absorber humedad:** El papel, posee carácter higroscópico, el cual viene dado por la porosidad de su estructura y por la naturaleza higroscópica de la celulosa, principal componente químico empleado en su fabricación (AIC, 1994), siendo sus fibras declaradas de carácter hidrofílico por Voet y Voet (2004), por lo que este tiene la propiedad de intercambiar agua con el aire dependiendo de la humedad relativa (HR). Al elevarse la humedad, absorbe agua que incorpora a su masa, proceso que se revierte al disminuir la HR. En algunos casos entre el 6 y el 10% aproximadamente de la masa de un libro es agua, dependiendo de la HR y de las condiciones del material (Tacón, 2002). En algunos casos esta propiedad se puede disminuir adicionando gomas, gelatinas y resinas al papel (AIC, 1994).

Aunque todas las propiedades físicas del papel se relacionan entre sí modulando la susceptibilidad de este al biodeterioro, es su capacidad de absorber agua la propiedad que más incide en su vulnerabilidad, pues debido a ella tanto las fibras como la cohesión entre ellas se debilitan, favoreciendo la colonización por agentes biológicos y la utilización de la celulosa como fuente de carbono.

2.2. Composición química del papel.

Entre los componentes químicos del papel se encuentran aquellos que forman las fibras, tales como: celulosa, hemicelulosa y lignina.

2.2.1 Celulosa.

La celulosa es un polímero lineal de β 1-4 glucano de masa molecular entre 50 y 400 kDa (Smith, 2000), de hasta 15000 restos de D-glucosa. Posee una estructura muy cohesionada unida por puentes de hidrógeno, lo que le confiere fuerza e insolubilidad (Voet y Voet, 2004). Puede encontrarse en la naturaleza formando las paredes celulares de las plantas (CMPC,

2005), con forma de cadenas largas y lineales, lo cual es posible gracias a la configuración β de los residuos de glucosa, aspecto que la diferencia estructuralmente de la amilasa, la amilopectina y el glucógeno (Nelson y Cox, 2005 y Berg *et al.*, 2002).

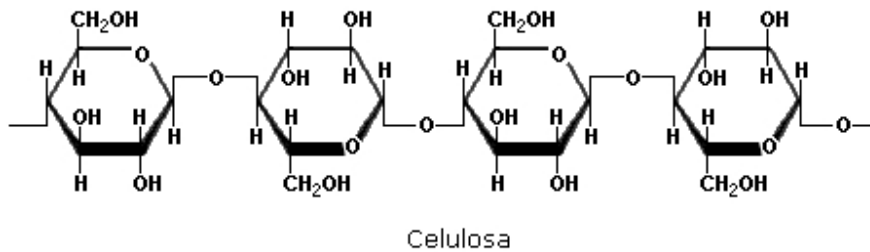


Figura 1. Estructura molecular de la celulosa.

Las cadenas de celulosa a su vez conforman microfibrillas que se encuentran embebidas en una matriz de varios polisacáridos y monosacáridos cementantes, así como de un polímero fenólico semejante a un plástico llamado lignina. Dicha estructura confiere gran resistencia y rigidez a las plantas (Alexander, 1994; Voet y Voet, 2004; CMPC, 2005). La celulosa a pesar de ser insoluble, se degrada en presencia de agua por hidrólisis, oxidación, acción del calor o mecánica y actividad microbiológica (Asunción, 2001).

La celulosa puede obtenerse química o mecánicamente, lo cual depende los procesos industriales para la obtención del papel. En el primer caso se obtiene a partir de la cocción de la madera con una mezcla de hidróxido de sodio y sulfuro de sodio (Velásquez, 2007) a alta presión y temperatura, con el fin de disolver la lignina (CMPC, 2005). Este procedimiento se aplica cuando se desea un material con alto contenido de celulosa, por lo que comprende procesos que extraen las sustancias no celulósicas (Beck, 1992). Para obtener celulosa por acción mecánica la madera es molida y triturada bajo altas presiones y temperaturas. (CMPC, 2005). Los trozos de madera se desfibran mediante materiales abrasivos. El calor producido por la fricción hace que el agua se caliente, ablandando la lignina y permitiendo que las fibras de celulosa se separen fácilmente (Velásquez, 2007). El agua además disminuye el calor y por ende cualquier daño a las fibras (CMPC, 2005).

Existe una alternativa que se denomina proceso mecánico-químico, que consiste en dos períodos: Desfibrilamiento mecánico y tratamiento químico, pero es un método en desuso por favorecer el deterioro posterior del papel (Beck, 1992).

Una vez obtenida por algunos de los procesos anteriores, la pulpa de celulosa es blanqueada, mediante agentes clorados o peróxido de hidrógeno como agente oxidante e hidrosulfito de

sodio como agente reductor para así conservar las sustancias no celulósicas (CMPC, 2005 y Velásquez, 2007).

2.2.2. Hemicelulosa.

A este término responde cualquiera de los polisacáridos de la pared celular vegetal que pueda ser extraído de la madera u otro material vegetal con soluciones acuosas de álcalis en las cuales es insoluble la celulosa (Smith, 2000). La hemicelulosa está compuesta por glucosa, manosa y ácido glucurónico (Robertis, 1996). A su vez Smith (2000) refiere que las hemicelulosas son, principalmente, xilanos, aunque pueden estar constituidas por otros homoglicanos que contengan residuos de hexosas o pentosas, ácido urónico y otras sustancias pépticas. La hemicelulosa aunque es un polímero complejo, se degrada con más facilidad que la celulosa. Su estructura se asocia a esta última creando un soporte en la pared celular. La presencia de este polímero mejora la flexibilidad del papel, facilita su refinado y aumenta la capacidad de enlace entre las fibras (Asunción, 2001).

2.2.3. Lignina.

La lignina es un polímero abundante en las plantas vasculares que se encuentra incrustado en el espacio intercelular y en las paredes de fibra. Su función biológica es la de proporcionar rigidez y cohesión además de resistencia a la compresión. Es hidrófoba por lo que dificulta la absorción de agua y por ello propicia protección al ataque microbiano, además dificulta el hinchamiento y refinado de la fibra durante la fabricación del papel (Asunción, 2001; Atlas y Bartha, 2002).

La lignina está constituida por una mezcla de polímeros y posee estructuras aromáticas de fenilpropano unidas mediante enlace carbono-carbono (C-C) y éter (C-O-C) en una estructura tridimensional muy compleja (Atlas y Bartha, 2002). Este compuesto químico suele ser de elevada masa molecular y se forma por polimerización deshidrogenativa de varios alcoholes 4-hidroxicinamílicos (Smith, 2000).

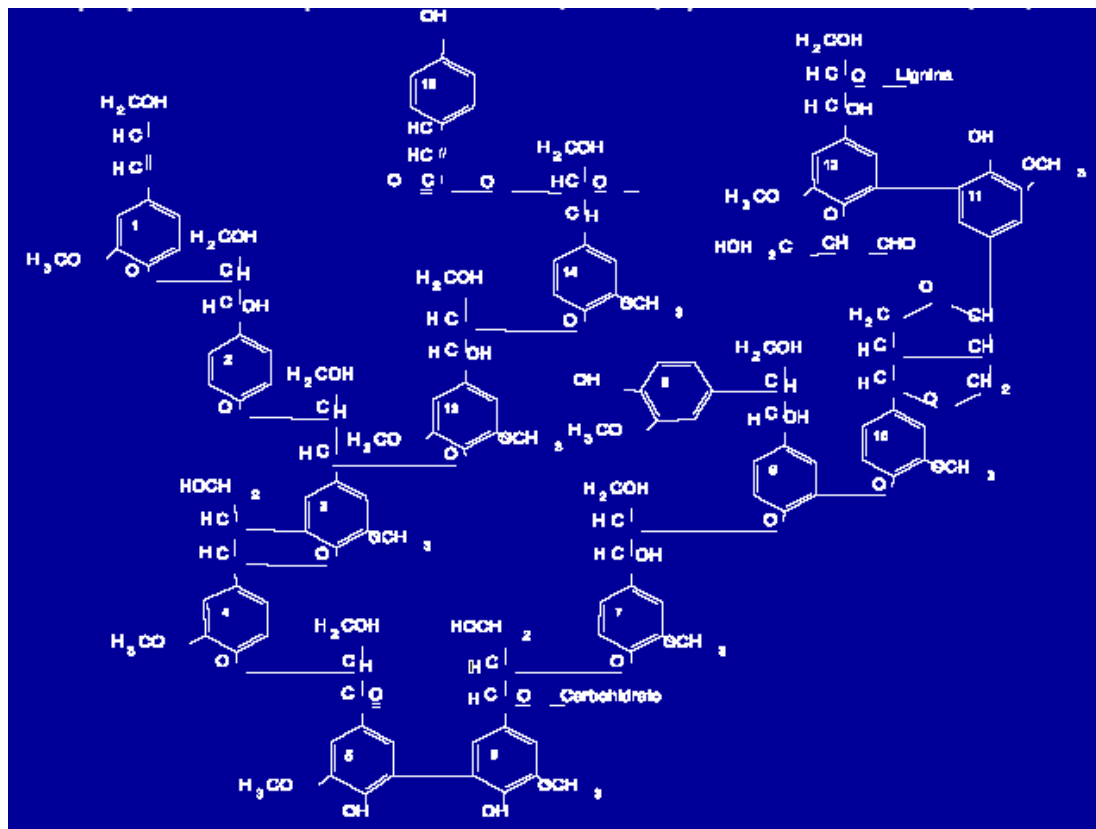


Figura 2. Composición y estructura de la lignina

2.2.4. Colas.

Entre los otros componentes del papel se encuentran las colas que se aplican con el objetivo de dar una mayor estabilidad y resistencia al papel frente al agua (Asunción, 2001). Antiguamente se utilizaba el sulfato de aluminio y las colas de colofonia, las que generan un pH ácido en el papel. Actualmente se emplean productos sintéticos que proporcionan un pH neutro. El encolado tiene por objeto disminuir la permeabilidad al agua, (Velásquez, 2007). Sin la utilización de las colas la tinta se correría por el papel al escribir, de modo que el papel mas seco y fuerte se desharía frente al agua (Asunción, 2001).

Existen tres tipos de colas según su origen:

- **Cola animal:** En el pasado se preparaba de forma casera hirviendo los desperdicios de pieles, huesos y cartílagos, procedentes de las curtidurías y carnicerías, con el objetivo de obtener una materia gelatinosa. En la actualidad se recomienda usar las colas provenientes de cabras, corderos o carneros, pues es más blanca, aunque lo ideal es usar las colas provenientes del pescado. En general las colas de origen animal dan un tono amarillo al

papel así como un brillo y un carteo característicos, más duros y metálicos que con otras colas (Asunción, 2001).

- **Cola vegetal:** Las colas vegetales pueden ser de almidón de harina de trigo, arroz y otros. A este tipo de cola se le conoce como engrudos (Vergara, 2002). A la colas de resinas depuradas en la cual se disuelve en agua caliente la pasta de papel y determinadas proporciones de materiales alcalinos como el hidróxido de sodio y el carbonato de sodio, se le conocen como gomas (CONSERVAPLAN, 1998). En las cartulinas se utiliza la cola de cera, que mezclada con almidones reducen considerablemente la penetración de los fluidos (Asunción, 2001).
- **Cola sintética:** Son resinas producidas por condensación, polimerización o ambos procesos a partir de algunos compuestos orgánicos como alquil-cetonas, poliamidas, ácidos grasos y acrílicos, entre otros (Peña y Zambrano, 2003). Este tipo de colas recibe el nombre mas específico de "colas blancas" (CONSERVAPLAN, 1998).

2.2.5 Las cargas del papel.

Otro componente del papel son las llamadas cargas, sustancias químicas que se añaden al papel en la masa, y que otorgan al papel características específicas. Las más corrientes son: caolín, talco, carbonato de calcio, sulfato de calcio, sulfato de aluminio e hidróxido de calcio (Velásquez, 2007). Estas sustancias rellenan los espacios vacíos existentes en las fibras con lo cual los papeles adquieren una superficie uniforme y al mismo tiempo se ablandan, reducen su transparencia, mejoran las condiciones para la impresión (Torres, 1990) y aumentan la resistencia. Se denominan cargas porque modifican el peso del papel (Asunción, 2001).

Independientemente de que de todos los componentes del papel se destacan por su importancia las fibras de celulosa y las colas o adhesivos sin importar su procedencia, pero gracias al desarrollo de la industria papelera que ha permitido la inclusión de nuevas sustancias en el proceso productivo del papel, este además de calidad ha ganado en resistencia al deterioro, capacidad que le confiere la inclusión de lignina en su composición la cual resulta de difícil asimilación por un gran número de organismos, que unido a la mejora de calidad de las colas, las cuales siendo de origen sintético resultan menos atractivas que las de origen natural, hacen del papel un producto menos susceptible al biodeterioro.

Es por esto que al aumentar la antigüedad de las colecciones estas sean más susceptibles a la colonización por agentes degradantes y que sea necesario extremar las medidas de

conservación y realizar estudios que permitan conocer la composición de las obras adquiridas con el objetivo de clasificarlas según su susceptibilidad a los agentes biológicos de deterioro, lo cual facilita el manejo y la conservación de las colecciones.

2.3. Factores biológicos que intervienen en el deterioro del papel.

Los archivos y bibliotecas, constituyen sistemas en los que existe una alta concentración de energía, almacenada en los enlaces de la celulosa del papel, y en las proteínas de los pergaminos. Es por esta razón, además de las condiciones climáticas favorables que pueden presentarse en estos lugares que existe una alta propensión al desarrollo de actividad biológica (Bello y Borrell, 2002).

Los ambientes húmedos, cálidos y de poca iluminación son idóneos para la proliferación de microorganismos, insectos y otros animales pequeños. En los archivos y bibliotecas de países tropicales donde la humedad relativa y la temperatura alcanzan niveles elevados, entre los 75% y 30°C respectivamente, el hábitat para estos organismos es ideal (Beck, 1992).

2.3.1. Fuentes de entrada de organismos vivos a archivos.

La fuente de entrada de organismos vivos a archivos son: el suelo, los visitantes, malas condiciones higiénicas, contenedores destapados, falta de cuarentena en obras trasladadas desde otras instalaciones, ranuras y grietas. Además pueden penetrar accidentalmente por procesos de restauración (Ciferri, 1999), y en algunos casos el papel se contamina con esporas en el proceso de producción (Bello y Borrell, 2002).

Las fuentes de entrada de organismos a las colecciones resultan tantas y tan variadas que son prácticamente imposibles de evitar por lo cual resulta necesario el estudio de la biología de las especies que se encuentran regularmente en las colecciones y que resultan indeseables para controlar su proliferación de la forma más adecuada para la conservación de las obras.

2.3.2. Organismos causantes de biodeterioro.

Existen varios grupos de organismos que se consideran causantes de deterioro de los bienes e inmuebles, los cuales se pueden agrupar en: microorganismos, insectos y vertebrados (Bello y Borrell, 2002). Los microorganismos deteriorantes se encuentran entre los grupos biológicos bacterias y hongos (Bello y Borrell, 2002; Nieves-Valentín, 2004).

Por su parte los insectos mas frecuentemente encontrados como causantes de deterioro pertenecen a seis órdenes diferentes: Termitas (Orden: Isoptera), Carcomas (Orden:

Coleoptera), Lepismas o pececillos de plata (Orden: Tysanura), Cucarachas (Orden: Dictyoptera), piojos de los libros (Orden: Psocoptera sin Corrodentia) y Polillas (Orden: Lepidoptera) (Bello y Borrell, 2002; Nieves-Valentín, 2004).

Los vertebrados que se han reportado como agentes deteriorantes se encuentran entre las aves y los roedores (Bello y Borrell, 2002), aunque esta clasificación incluye solo a las especies que causan daño directamente la presencia de cualquier organismo dentro de los Archivos y colecciones resulta potencialmente dañino para esta puesto que estos pueden acarrear sobre sus cuerpos o dentro de estos propágulos de organismos más dañinos como hongos y bacterias.

2.3.2.1 Biodeterioro fúngico.

El biodeterioro puede verificarse principalmente, por acción física (mecánica) debido a la penetración mecánica del micelio en el sustrato, o por acción química. La acción química se subdivide en asimiladora (utilización de los materiales de las obras como fuente de carbono o de energía) y desasimiladora y ocurre por excreción o secreción de ácidos y pigmentos. Los procesos químicos que producen biodeterioro son: descomposición por sustancias ácidas, por sustancias básicas, degradación por enzimas y emisión de pigmentos, los cuales provocan cambio de coloración y un aspecto poroso y fragmentado del papel. (Ciferri, 1999).

El desarrollo inicial de un microorganismo en un documento depende de las condiciones de higroscopicidad del material, de las características de la superficie. (Bach, 1998) y de las condiciones ambientales. Los hongos para su crecimiento necesitan una **temperatura** entre 20 a 35 °C (Lin y Li, 2000). La **humedad relativa** es el factor más importante para la esporulación y crecimiento del micelio, si es alta se favorece el transporte de nutrientes y la síntesis de enzimas hidrolíticas, lo que acelera el deterioro del papel. Un 20% de humedad en el sustrato es suficiente para que ocurra la descomposición fúngica del papel. Se recomienda mantener niveles bajos de temperatura y humedad relativa, una buena circulación de aire principalmente en países tropicales (CONSERVAPLAN, 1998).

La polución antropogénica y la natural también inducen procesos deteriorantes (CITED, 2002; 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).

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). Solo unas pocas especies de hongos sintetizan las enzimas capaces de degradar la lignina. Los hongos también toman como nutrientes sustancias nitrogenadas presentes en el papel como son impurezas y aditivos (Alexander, 1994).

2.3.2.2 Biodeterioro por insectos.

Como se refirió anteriormente y a pesar de su amplia variabilidad natural, solo en seis de sus órdenes existen escasas familias en las que algunos de sus integrantes atacan a los bienes culturales. A su vez de estas especies, solo algunas están consideradas como plagas que llegan a destruir por completo los materiales atacados. Otras especies solo representan riesgos para las piezas si sus poblaciones son numerosas debido a circunstancias especiales (Nieves-Valentín, 2004).

- **Termitas.** Orden Isoptera. Forman parte de los grupos de insectos más peligrosos y difíciles de erradicar, especialmente porque algunas especies, (termitas subterráneas), forman sus colonias primarias fuera del edificio al que posteriormente acceden a través de tuberías o conducciones eléctricas, para instalar sus colonias secundarias y acceder a los materiales celulósicos localizados en el interior del inmueble (Nieves-Valentín, 2004). En los libros hacen cavidades en forma circular e irregular, penetrando en su interior y llegando, en ocasiones, a destruir totalmente el libro. Dejan manchas pequeñas de color oscuro que corresponden a sus excrementos (Bello y Borrell, 2002).
- **Carcomas.** Orden Coleóptera. Muchos de los insectos más peligrosos se encuentran dentro del gran Orden de los escarabajos (Nieves-Valentín, 2004). En la inmensa mayoría de los casos, el 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).

- **Pececillos de plata.** Orden Tysanura. Se alimenta de colas y de celulosa, prefiere la oscuridad y aparece sobre todo en lugares húmedos. Este insecto erosiona la superficie del papel, llegando, a veces, a perforarlo. En ocasiones puede dañar totalmente un documento, un grabado o dibujo, pues las erosiones afectan, la parte dibujada, escrita o impresa (Bello y Borrell, 2002).
- **Cucarachas.** Orden Dytioptera. Prefieren la humedad y la nocturnidad, son omnívoras, viven ocultas en zócalos y fisuras de las paredes, y es muy frecuente encontrarlas en depósitos, almacenes y zonas de desagüe. En el material de archivo suelen dejar erosiones superficiales y manchas producidas por sus excrementos, que son con frecuencia muy oscuros. (Bello y Borrell, 2002).
- **Piojos del libro.** Orden Psocoptera sin Corrodentia Borrer *et al* (1976). Su longitud es de 1-2 mm, excepcionalmente hasta 6 mm y a simple vista son casi transparentes son de cuerpo suave y oval. Pueden propiciar la desencuadernación y si el número de especímenes es grande llegan a provocar ligeras erosiones
- **Polillas.** Orden Lepidoptera. Son mariposas. Las larvas se desarrollan dentro de un estuche de seda que lleva siempre consigo en sus desplazamientos y que oculta pegando excrementos y pequeños trozos del sustrato. Viven sobre sustancias vegetales o animales y pueden llegar a ocasionar daños considerables. Estos consisten en orificios irregulares de 1-2 mm de diámetro. (Nieves Valentín, 2004).

2.3.2.3. Vertebrados que causan deterioro.

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. Factores ambientales que intervienen en el deterioro del papel.

Los factores ambientales fundamentales para la estabilidad de todo material orgánico son el control de la contaminación atmosférica, la temperatura ambiental y la humedad relativa (Vergara, 2002), a lo que Tacón (2002) agrega la luz.

• **Temperatura:** 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 sufrir procesos de hidrólisis y 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 el 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 establecen las siguientes normas.

o 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 y favorece el crecimiento de microorganismos y su actividad enzimática y producción de ácidos orgánicos. Esto se traduce en la descomposición de la celulosa y el debilitamiento del soporte. También reseca a los materiales higroscópicos y reblandece los adhesivos y las colas (Herráez y Buces, 2004).

o Demasiado baja: Menos de 10 °C causa fragilización de materiales orgánicos (Michalsky, 2009).

o 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).

• **Humedad relativa:** Se expresa en tanto por ciento y puede definirse como la relación entre la cantidad de gramos de vapor de agua presente en un volumen de aire dado, humedad absoluta (H.A.) 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, el cual le confiere la propiedad de cambiar de dimensiones. En el caso del papel escrito y/o graficado, al variar su contenido de humedad (fluctuaciones de humedad relativa en el local donde se encuentre) el material 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. Otro efecto físico del contenido de humedad es su relación con la flexibilidad del soporte. El desecamiento hace al material menos flexible, y por lo tanto más frágil (Reilly, 1995). Además 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). 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 (Bello y Borrell, 2002).

La acción secundaria de la humedad relativa está 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 humedades relativas menores de 40% se consideran ambientes secos, mientras que ambientes con humedad relativa superior a 60% se consideran húmedos y favorables para el biodeterioro microbiano del papel (Guerrero, 1997).

La posibilidad de desarrollo de hongos con una humedad relativa inferior al 50% es prácticamente nula. Se ha demostrado en estudios sobre la cinética de las reacciones de deterioro químico de soportes orgánicos, que estos cuaduplican su posibilidad de supervivencia al pasar de unas condiciones de un 40% de humedad relativa y 25 °C de temperatura a un ambiente con el 55% de humedad e igual temperatura (Reilly *et al.*, 1995). Pero en las condiciones de un archivo solamente una humedad relativa alta pueden propiciar el crecimiento fúngico (Yantá y Reyes n.d).

Por todo lo anteriormente mencionado se ha creado el término actividad del agua (a_w) que es una medida de la cantidad de agua libre que se encuentra en entre las fibras que componen el papel la cual se utiliza para cuantificar la susceptibilidad del papel al desarrollo microbiano. Yang y Heisohn (2007).

- **Luz:** Aunque de todas las **radiaciones** la ultravioleta (UV) es la que posee mayor potencial degradativo, todas las formas de luz poseen energía e inducen cambios en el papel y las tintas. 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 se mide en lux (lúmenes por m²) o bujías-pie, siendo cada una de estas últimas equivalentes a 11 lux. 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 recomienda 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 bombillos incandescentes, y estos deben mantenerse a cierta distancia de las colecciones para evitar que el calor que emiten cause daño a la obra (Ogden, 2000).

Independientemente de la importancia que tienen los organismos causantes de deterioro el control de las variables microclimáticas de los locales de archivos resulta un aspecto clave dentro la conservación de los bienes culturales, puesto que a pesar de ser un ambiente muy antropizado este se comporta como un ecosistema, y las especies que lo habitan dependen de las condiciones físicas de este para su supervivencia, por lo cual resulta más viable 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.

2.5. Factores químicos que propician el deterioro del papel.

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.

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). A pesar de que estos gases poseen acción deteriorante por si mismos, vistos en conjunto pueden considerarse como otro de los factores químicos que poseen relevancia en el deterioro del papel, (Someillán *et al.*, 2006).

El **polvo** está compuesto por partículas de naturaleza orgánica e inorgánica, y además de su efecto perjudicial sobre el papel por la abrasión, puede contener sustancias químicamente

activas y es un medio excelente para el desarrollo de hongos e insectos (Palma, 2005). El polvo acumulado ayuda y acelera el crecimiento de hongos una vez brotados (Yantá y Reyes, n.d). 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).

Materiales y Métodos

3. Materiales y Métodos

La colección “Coronado” se encuentra en un local ubicado en el 5to y último piso de la torre del Centro de Documentación Científico-Técnica (CDICT) de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

La situación constructiva del archivo donde se encuentra la colección esta comprometida, por presentar grietas y filtraciones en el techo.

Dentro del referido local la colección se encuentra almacenada en:

1. Estantes de metal en un número de 17, en los cuales se encuentra el grueso de la colección.
2. Un planero también de metal en el cual se guardan los planos y grabados de la colección
3. Una vitrina metálica con libros de valor patrimonial.
4. Un gavetero metálico, en el cual se guardan los documentos de trabajo de los especialistas que laboran en la sala de la colección.

El local cuenta además con una consola de aire acondicionado. Un buró, tres mesas de trabajo dedicadas a los visitantes de la colección así como un tarjetero.

La disposición espacial de la sala es la que sigue: desde la escalera hacia el fondo de la sala acomodados a lo largo de toda la banda derecha de la misma se encuentran diez de los estantes antes mencionados. A la banda contraria están ubicados de igual forma los siete estantes restantes, quedando en medio un pasillo desde el cual se puede acceder a cualquiera de los 17 estantes, al final del cual se encuentra la consola de aire acondicionado mencionada anteriormente. Invariablemente los estantes se encuentran a cada lado de las ventanas que posee el local, siendo estas de vidrio sin protección contra la incidencia de los rayos solares. En ese mismo pasillo y también comenzando desde la escalera se encuentran la vitrina de libros raros, el gavetero y el planero.

En el espacio que se encuentra entre la puerta de entrada (escalera), y los estantes se encuentran el tarjetero junto a la pared y a la derecha de la puerta, frente a este se encuentran las dos mesas de trabajo dedicadas a los visitantes, y a un costado de estas últimas se encuentra el buró, frente a las mesas de trabajo y junto al tarjetero se encuentra la tercera mesa de trabajo.

Para la organización del trabajo el archivo se dividió en 20 áreas de muestreo, consistentes en los 17 estantes de libros, la vitrina de libros raros, un gavetero, y el planero de la colección (Fig. 3). En cada uno de los 17 estantes se definieron cuatro puntos de muestreo ubicados en

los estantes en diagonal de arriba hacia abajo desde la zona más alejada de la pared hacia la más cercana a esta y en el resto de las áreas comenzando por arriba, en el centro. El punto de muestreo de Humedad Relativa y Temperatura, se localizó sobre el tarjetero (Fig. 3).

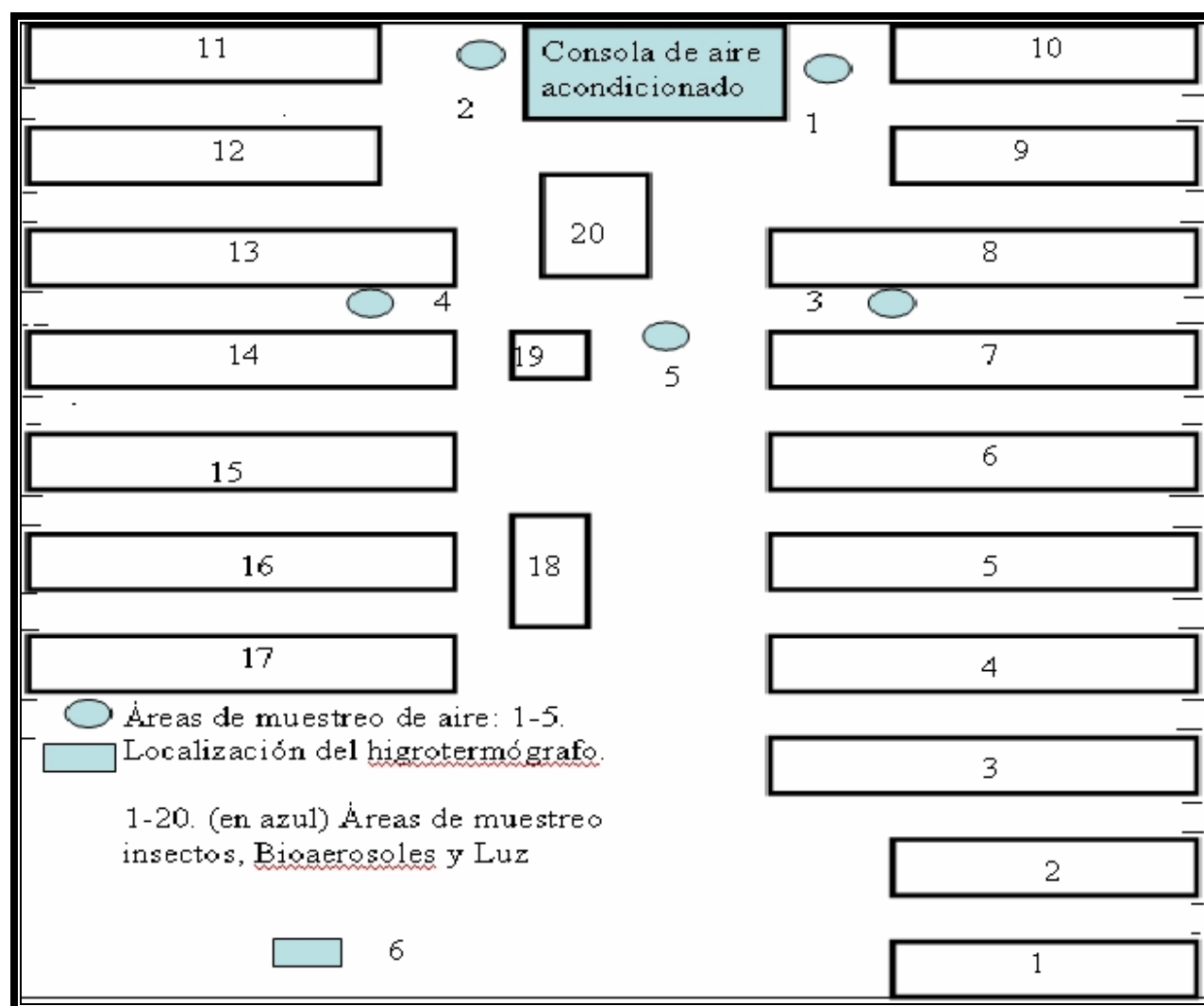


Figura 3. Croquis del local Archivo Coronado donde se refieren las áreas de muestreo utilizadas para el de aire y la localización del higrotermógrafo, así como las 20 áreas seleccionadas para los muestreos de insectos, bioaerosoles fúngicos y luz.

3.1 Determinación de la amplitud e intensidad del daño por hongos filamentosos en documentos del archivo y el ambiente e identificación de aislados.

Con el objetivo de aislar e identificar hongos filamentosos presumiblemente causantes de biodeterioro en el papel de documentos pertenecientes a la colección “Coronado” y

procedentes del aire del local donde esta se encuentra, se ejecutó el procedimiento que a continuación se refiere.

En cada uno de los puntos de muestreo (excepto los del área 10, donde se ubica material auxiliar para archivar, y no documentos) se tomaron cuatro documentos y se inspeccionaron visualmente para detectar daños ocasionados por hongos los cuales fueron inspeccionados visualmente para detectar la presencia de manifestaciones de contaminación fúngica, tales como presencia de micelio, reblandecimiento o decoloración del soporte según describen Bello y Borrell (2002).

Como criterio para determinar la amplitud del daño fúngico en el total de obras revisadas se consideró como bajo hasta un 10%, medio a partir de este valor y hasta el 30% y alto superior a este último. La intensidad de los daños se estimó por apreciación visual, considerándose alta en los casos en los que estos superaran el 5% de la extensión total del documento inspeccionado, en caso contrario se consideró baja.

De las alteraciones probablemente causadas por hongos filamentosos se tomaron muestras por hisopado de un área de 1cm^2 , empleando aplicadores de madera con hisopos secos, que fueron colocados en tubos de ensayo con 1mL de agua destilada estéril. Posteriormente se realizó la inoculación por extensión directamente desde los hisopos embebidos en la dilución previamente homogenizada en placas de Petri conteniendo Agar Dextrosa de Sabouraud suplementado con cloranfenicol ($0,1\text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$). Las placas fueron incubadas a $28\pm 1^\circ\text{C}$ hasta siete días, inspeccionándose visualmente a partir del tercero para el aislamiento de colonias fúngicas en cuñas de Agar Dextrosa de Sabouraud

Las colonias fúngicas que se desarrollaron fueron descritas atendiendo a:

- Grado de crecimiento
- Color de la colonia: varios.
- Color en el reverso: 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 el Colour Identification Chart (Edinburgh, 1969).

Cada aislado fúngico así obtenido fue designado mediante una letra D (de documento) y un primer número correspondiente al área de muestreo, un segundo número empleado para referir el punto de muestreo del que fue extraído el documento, y un tercer número asignado a cada muestra obtenida en la obra en cuestión (según el listado del Anexo I), y por último un número romano, correspondiente con cada aislado diferente de dicha muestra. Cada término se separó por un punto.

A partir de los aislados obtenidos se hicieron preparaciones húmedas montadas con lactofenol azul o blanco según el caso, las cuales fueron observadas en microscopio óptico de campo claro a 100 y 400x.

En el local donde se encuentra la colección, durante el mes de noviembre del año 2010, se designaron cinco áreas de muestreo donde se realizó la toma de muestras de aire para el aislamiento de hongos filamentosos procedentes del ambiente y la cuantificación de Unidades Formadoras de Colonia (UFC) en cada área de muestreo. Las dos primeras se ubicaron a cada lado de la consola de aire acondicionado, detrás de la corriente de aire generada por esta, otras dos entre los estantes de libros, en posición frontal a la corriente de aire y la quinta área de muestreo fue establecida en el pasillo del archivo frente a la consola donde se experimenta a nivel máximo la acción de la corriente de aire (Fig. 3).

Para la toma de muestras se utilizó un aeroscopio marca Chirana y placas de Petri con medio de cultivo Agar Dextrosa de Sabouraud, por ser este medio el más apto para los análisis microbiológicos del aire según Rojas (2010). Las colonias fúngicas fueron descritas según los aspectos antes citados y a partir de cada punto de muestreo se sembraron en cuñas del mismo medio de cultivo aquellas que resultaron aparentemente diferentes desde el punto de vista cultural. Los aislados fúngicos fueron designados un primer número correspondiente con el punto de muestreo, un número correspondiente con la replica y otro correspondiente a cada aislado diferente obtenido en cada muestra.

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).

Una vez determinado el género al que pertenecen las cepas aisladas se argumentó su potencial patogenicidad para el hombre según la literatura científica.

3.2 Comprobación de la actividad deteriorante sobre papel de las especies del cepario.

Para determinar el poder degradante de la celulosa de los aislados fúngicos se siguió el procedimiento descrito por Rautela y Cowling (1986). Para ello se procedió a inocularlos realizando una estría con la aguja que contenía los propágulos en un medio de cultivo cuya composición salina para 1 L fue: nitrato de sodio 2 g; fosfato de dipotasio 1 g; sulfato de magnesio 0,5 g; cloruro de potasio 0,5 g; sulfato ferroso 0,01 g; agar 20 g; agua destilada c.s.p. 1L; pH = 5,5. Como fuente de carbono se empleó en un caso, una tira de papel de filtro de 4,8 cm de largo por 1 cm de ancho (equivalente a 50 mg de papel de filtro) y en otro, celulosa cristalina (1 %). Como control se empleó glucosa (1 %). Cada alternativa se realizó por triplicado. Los cultivos se incubaron a $28\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 21 días. La evaluación de los resultados se realizó mediante inspección visual y se indicó siguiendo el siguiente criterio:

- Crecimiento muy abundante ++++
- Crecimiento abundante: +++
- Crecimiento moderado: ++
- Crecimiento pobre: +
- No crecimiento: NO

Siendo muy abundante aquellas cepas que hallan crecido en el 100% del área de crecimiento, de crecimiento abundante las cepas que crecieron en el 75% del área, de crecimiento moderado las que crecieron en el 50% del área y de crecimiento pobre las que ocuparon menos del 25% del área y de no crecimiento a aquellas a las que no se les observó crecimiento micelial (Hidalgo y Borrego, 2006).

Los aislados fúngicos del cepario fueron inoculados en un medio de cultivo líquido distribuido en tubos de ensayo, cuya composición base era similar al anterior pero con glucosa (1%), sin agar y 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. Se refirió el valor medio de pH.

3.3 Determinación de la amplitud e intensidad del daño por insectos en documentos del archivo, identificación de las especies presentes y evaluación de la efectividad de su método de control.

Las obras fueron inspeccionadas según lo descrito en el acápite 3.2 para detectar la presencia de alteraciones provocadas por insectos (galerías, erosión, presencia de excretas y restos de

insectos). En caso positivo, considerado por la presencia de al menos un daño, se tomaron los datos bibliográficos y se estimó la intensidad del daño, clasificándola en baja (de una a cinco galerías o áreas erosionadas de pequeñas dimensiones), media (de seis a diez galerías o áreas erosionadas de pequeñas dimensiones) o alta (más de diez galerías o áreas erosionadas pequeñas).

En cuanto a la presencia de excretas o restos de insectos se consideró su número, la intensidad de los daños se estimó por apreciación visual, considerándose alta en los casos en los que estos superaran el 5% de la extensión total del documento inspeccionado, en caso contrario se consideró baja. Para determinar la amplitud del daño se calculó el porcentaje de puntos de muestreo, respecto a los posibles (19) con presencia de documentos que presentaron daños por insectos, (baja, hasta el 10% de los documentos inspeccionados positivos a la presencia de daño, media, a partir de este valor y hasta el 30%, o alta, más del 30%). En función de las características de los daños, se estimó el Orden del insecto agente causal.

Con la finalidad de capturar insectos vivos se colocaron trampas para insectos consistentes en portaobjetos embadurnados con una mezcla de glicerina, engrudo de almidón de maíz y sacarosa, con una proporción de 10:10:1 de cada componente respectivamente, para la captura de insectos en cada punto de muestreo. En las áreas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18 las trampas se ubicaron detrás de un documento o grupo de estos. En el área 10 estas se colocaron junto a los utensilios y en las 19 y 20 sobre los documentos, dentro de las gavetas (Fig. 4). Los portaobjetos se mantuvieron en cada punto de muestreo 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 designación de cada muestra se utilizó un número que designa el área de muestreo, un segundo número que designa el punto de muestreo y un tercer número que designa la réplica en cuestión.



Figura 4. Trampas para la captura de insectos.

Para la captura de insectos de mayor tamaño, en cada área se colocaron trampas formadas por cuadrados de cartulina de 15 x 15 cm de color amarillo embadurnados en goma entomológica colgados en posición vertical. En todos los caso se mantuvieron por siete días y se observaron visualmente, con ayuda de una lupa (10x) y en caso de detectarse la presencia de insectos estos fueron conservados en frascos con etanol (70%) para su posterior observación en estereomicroscopio. 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)¹. Este especialista también realizó; basándose en las características de los daños; la estimación de los ordenes de insectos causantes de los mismos y que no fueron encontrados vivos en la colección.

3.4 Presencia de vertebrados en la colección.

Durante los 20 meses que demoró el trabajo de diagnóstico en la colección Coronado el área fue inspeccionada con el apoyo de la especialista del archivo con el objetivo de encontrar vertebrados que de alguna forma pudieran estar contribuyendo al biodeterioro de la colección. Los individuos colectados fueron identificados al menos hasta nivel de género. También se llevó a cabo la búsqueda activa de pellets fecales pertenecientes a especies de roedores, con el objetivo de determinar su presencia en el local.

3.5 Evaluación de los factores ambientales: temperatura, humedad y luz.

Lo descrito en este acápite tuvo la finalidad de determinar el estado de factores físicos y biológicos del ambiente que pudieran propiciar o acelerar el deterioro del material de archivo.

¹ Dr. C. Horacio Grillo Ravelo: Especialista en Entomología

3.5.1 Evaluación de la temperatura y humedad en el local del Archivo.

La temperatura y humedad del local fueron registradas de forma continua con un higrotermógrafo durante tres semanas consecutivas en el período del 24 de junio al 18 de julio de 2010. En la Fig. 3 se señala la ubicación del equipo medidor en el local.

Con el objetivo de comprobar la efectividad del sistema de aire acondicionado, así como del ciclo diario de encendido-apagado implementado en la colección se realizó una comparación entre los valores mínimos y máximos de las variable ambientales Temperatura y Humedad Relativa del archivo y los obtenidos en la Estación Meteorológica de Las Antillas, Santa Clara, Cuba, mediante una prueba t de Student, previa comprobación de la normalidad de los datos mediante un test de Kolmogorov-Smirnov y la homogeneidad de varianza fue comprobada con una prueba de Levene, lo cual se realizó con la ayuda del paquete estadístico SPSS 8.0.

3.5.2 Evaluación de las condiciones de luminancia.

Para la evaluación de los niveles de luminancia del archivo fueron utilizados los puntos de muestreo del 1-17 referidos anteriormente en el subacápite 3.1, la medición se llevó a cabo mediante la utilización de un luxómetro. Los registros se realizaron los días 25, 26, 27 y 31 de enero de 2011. Cada día se registró tres veces en el horario de las 9:30 AM, 1:00 M y 3:00 PM y en cada punto de registro se tomaron tres réplicas por registro, las cuales fueron promediadas. El sensor se posicionó de frente a la fuente de luz con el objetivo de obtener lecturas de luz incidente. Dado que el registro demoró en todos los casos aproximadamente 30 minutos, se alternó cada día el punto de inicio con el objetivo de eliminar el error que pudiese causar la variación de iluminación en el intervalo de tiempo que demoró el registro.

La determinación de la relación entre el desarrollo de los insectos aislados de los puntos de muestreo y la luminancia en el archivo se realizó mediante una prueba de Ji-cuadrado α igual a 0.05, a una tabla de contingencia de dos filas y cuatro columnas (Zar, 1999), en la cual se asignaron los datos de presencia o ausencia de insectos, mientras que los de luminancia se dividieron en cuatro rangos, Bajo 0-1000 Lux, Medio 1000-5000 Lux, Alto 5000-10000 Lux, Muy Alto +10000 Lux y fueron organizados por columnas. Los puntos de muestreo se cuantificaron y organizaron por cada una de las ocho posibilidades, considerándose con presencia de insectos aquellos puntos en los que se capturaron insectos en al menos una de las réplicas.

3.6 Recomendaciones para el control del biodeterioro en la colección “Coronado”.

Con el objetivo de recomendar medidas para el control del biodeterioro en la colección se realizó un análisis integral de los resultados obtenidos, a partir del cual se establecieron las posibles causas del deterioro registrado en la colección así como los factores de riesgo que es necesario evitar para limitar el posible desarrollo de biodeterioro en el futuro.

Resultados y Discusión

4. Resultados y Discusión.

4.1 Determinación de la amplitud e intensidad del daño por hongos filamentosos en documentos del archivo y el ambiente e identificación de aislados.

Como resultado de la inspección visual se determinó que existían un total de 19 obras con posible contaminación fúngica de un total de 272 obras inspeccionadas (Anexo 1), lo que equivale aproximadamente a un 7%, correspondiente con un nivel bajo en la escala utilizada para la amplitud del daño. De estos documentos, 15 presentaron decoloración (93,4%), cuatro presentaron crecimiento micelial (6,6%) y no se observó reblandecimiento.

Cuatro de las 19 obras, ubicadas en el punto cuatro de la zona número cuatro de muestreo, presentaron una alta intensidad de daños, observándose presencia de micelio en estas (Fig. 5).



Figura 5. Obra muestreada con crecimiento micelial de alta intensidad

Estas cuatro obras se expusieron el agua proveniente de una filtración provocada por daños constructivos en el techo de la edificación antes de ser este impermeabilizado, causa considerada en la literatura por Tremain (2009) y es clasificado por estos autores como factor causante de deterioro del tipo tecnológico/mecánico. Strang y Kigawa (2009) refieren que muchas esporas de hongos requieren condiciones cercanas a la saturación para detonar la germinación; condición presentes en el archivo “Coronado” por la filtración. Además las esporas necesitan de una humedad continua para sobrevivir. Una vez que la hifa se desarrolla, incluso las especies de hongos más resistentes requieren niveles de humedad de al menos un 65% de HR para seguir creciendo (*op cit*) lo cual corresponde con el estado actual del daño fúngico encontrado.

En el resto de las obras la intensidad del biodeterioro fue baja, caracterizándose por pequeñas zonas decoloradas del soporte (Fig. 6).



Figura 6. Obra muestreada con presencia de zonas decoloradas de baja intensidad.

Basándose en la similitud observada entre las características macroscópicas de las biopelículas presentes se decidió tomar solo tres muestras del ejemplar titulado *All The Facts You Want To Know About Cuba* de P. R. de Irisar y Abdon Tremols, editado por Army Printing Press. 1928, aislándose tres cepas diferentes (D 4.4.1 c I, D 4.4.1 c II y D 4.4.1 c III) perteneciente la segunda al género *Penicillium*.

Este género posee 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 fialides) y algunas veces terciarias o con un verticilo de fialies nacidas directamente del ápice ligeramente inflado de los conidioforos, algunas veces con conidioforos secundarios que nacen en el ápice del conidioforo principal. Conidios catenulados los cuales forman típicamente una cabezuela en forma de escobilla. Conidios globosos, ovales o elípticos, lisos o ásperos (Gilman, 1963).

y cuya ubicación taxonómica es:

Subdivisión: Deuteromycotina

Clase: Hyphomycetes

Orden: Moniliales

Familia: Moniliacea

Género: *Penicillium*.

Las dos cepas restantes están pendientes a identificación. En el Anexo 2 se muestran macro y microfotografía de estas cepas y la descripción de sus características culturales.

Algunas especies pertenecientes a este género fueron encontradas en museos y archivos, tanto sobre soportes celulósicos como sobre soportes proteicos, y desde el aire de los locales según Cappitelli y Sorlini (2010). Borrego *et al* (2010a) también encontraron especies de este género en el Archivo Nacional de la República de Cuba y en el Archivo Histórico del Museo de La Plata. En ambas referencias se reporta que estas especies poseen capacidad amilolítica, proteolítica,

calulolítica y producción de ácido acético. Cappitelli y Sorlini (2010) además encontraron que eran capaces de producir enzimas lipasas.

Algunos hongos típicamente saprofitos, como son los del género *Penicillium* son capaces de provocar infecciones oportunistas llamadas hialohifomicosis, enfermedades que dependen principalmente del estado del sistema inmune de los huéspedes, dado que solo pueden comportarse como organismos patógenos en caso de inmunodepresión. La respuesta a este tipo de infección genera un proceso necrótico-supurativo llamado reacción granulomatosa (Vargas, 2004).

La diferencia entre el número de daños potencialmente provocados por hongos en los documentos que se observó y el número de cepas aisladas, pudiera ser signo de que los daños observados tuvieron lugar en el pasado, y que luego de que la colección pasó a condiciones más controladas disminuyó la susceptibilidad del papel a los microorganismos (Capitelli y Sorlini, 2010) y como resultado, los hongos murieron, dejando solamente las muestras del deterioro sobre el soporte orgánico de la obra, coincidentemente con lo propuesto por Strang y Kigawa (2009).

Se obtuvo un valor medio estimado de 1485 unidades formadoras de colonias (UFC) por m³ de aire. Rojas (2010) establece una escala de la calidad del aire, basándose en las concentraciones de UFC/m³ de aire según la cual el rango más bajo de calidad es de más de 2000 UFC/ m³ de aire, estando el aire de la colección en el que resigue entre 1000 y 2000 UFC/ m³ de aire, resultados coincidentes con los de esta autora además de Borrego (2010 a y b).

En el punto número tres se encontró el mayor número de propágulos, estimándose la presencia de 2264 unidades formadoras de colonias (UFC) por m³ de aire, mientras el punto con menor número de UFC/m³ fue el punto número cuatro con 816 UFC/m³.

La abundancia de UFC por puntos de muestreo no parece seguir ningún patrón, dado que los puntos tres y cuatro se ubicaron uno frente al otro, en condiciones aparentemente semejantes en cuanto a la disposición respecto al sistema de aire acondicionado. Este crea una corriente de aire que pudiese influir en la distribución de los propágulos, sin embargo estos puntos presentaron las concentraciones máximas y mínimas.

A su vez en los puntos uno, dos y cinco se encontraron números muy similares de esporas (1356, 1471, 1517). Los dos primeros están ubicados en lugares en los que podría haberse favorecido la acumulación de propágulos por la acción de la corriente de aire.

El punto cinco se encontraba justo frente a dicha corriente de aire, por lo que cabía esperar que en este lugar ocurriera un efecto de barrido, por lo que la concentración de propágulos debería ser la menor y los datos obtenidos no corroboran este efecto. Esto pudiera deberse a la interferencia que supone la presencia de estantes intercalados en las zonas por las que debería tener lugar el reflujo de aire.

Por otra parte en la colección se observa deposición de polvo sobre las obras debido al poco uso que tienen estas, la deficiente sistematicidad de su limpieza y la comunicación con el ambiente externo. Ya que la archivista había llevado a cabo la limpieza de un área de la colección poco tiempo antes del muestreo esparciendo las partículas de polvo hacía apenas 24 horas, es posible que este otro elemento haya influido en los resultados obtenidos.

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*, (2003) 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 en el Archivo Nacional de nuestro país Borrego *et al*, (2010), en condiciones similares a las del presente estudio.

Esta abundancia de propágulos fúngicos esta dada en primer lugar por la presencia dentro de la colección de los ejemplares que estuvieron expuestos al agua antes referidos que estaban siendo objeto de infección por hongos, los cuales actúan como fuente productora de propágulos, manteniendo altos los niveles de estos en el aire dentro del archivo. En segundo lugar las condiciones constructivas del local no logran un completo aislamiento del exterior, por lo que existe mezcla constante de aire y con ella entrada de propágulos desde el ambiente exterior.

Como se refiere en el acápite 4.2.1 la mayoría de las cepas aisladas poseen potencialidades como agentes biodeteriorantes, las que posiblemente no se expresen debido a que las condiciones de HR del local pudiesen estar presumiblemente controladas, pues el local fue impermeabilizado seis meses antes del muestreo. Este factor potencia el desarrollo de microorganismos y específicamente de hongos filamentosos en los archivos y fondos bibliográficos en papel (Michalsky, 2009), lo cual podría justificar por una parte que se encontraran daños aparentemente provocados por hongos, y que no se hayan logrado aislar

cepas a partir de estos, y por la otra que exista tan alta concentración de propágulos en contraste con la baja amplitud de la contaminación fúngica encontrada en la actualidad en la colección.

A pesar de eso la presencia de esos niveles de contaminación del aire constituye una amenaza para la colección. Un aumento en los niveles de HR podría favorecer el establecimiento de esos propágulos y provocar una explosión de la contaminación fúngica sobre las obras.

A partir de las placas de Petri empleadas en el análisis microbiológico del aire se obtuvo un total de 23 cepas. Las cuales pertenecen a los géneros *Curvularia*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Aspergillus* y *Nigrospora*. Las descripciones de las características culturales de las cepas encontradas, las características morfológicas de los géneros a que pertenecen, así como su ubicación taxonómica se muestran en el Anexo 2.

Especies pertenecientes a todos estos géneros han sido encontradas por Borrego *et al.*, (2010a), así como por Cappitelli y Sorlini (2010) con la excepción en este caso de *Nigrospora*, en archivos y museos tanto, sobre materiales celulósicos como sobre materiales proteicos y del aire de los locales, estos autores referencian actividad celulolítica de todos los géneros antes mencionados, sin embargo el género *Nigrospora* que no ha sido encontrados por los autores mencionados si ha sido encontrado por Herrera *et al.* (2003) para la ciudad de Santa Clara en un estudio de los hongos del aire.

Por otra parte Vargas (2004) ubica a estos géneros en el grupo de los patógenos organismos patógenos oportunistas capaces producir enfermedades respiratorias y 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.

No se encontró referencia alguna sobre la patogenicidad de las especies del género *Nigrospora*.

4.2 Comprobación de la actividad deteriorante de las especies del cepario sobre el papel.

Los resultados de la actividad celulolítica de las cepas aisladas se muestran en la Tabla I.

Tabla I. Actividad celulolítica y de producción de ácidos de las cepas fúngicas aisladas.

Cepa	Género	Glucosa	Celulosa	Papel	pH
1.1.1	Curvularia	+++	+++	++++	6,54
1.2.2	Curvularia	++++	++	+++	5,51
1.2.3	Curvularia	++++	+++	++++	6,51
2.1.1	Curvularia	+++	+++	++++	6,32
3.1.3	Curvularia	++++	++	++++	6,63
1.1.3	Cladosporium	++	+	++++	6,64
2.2.3	Cladosporium	+++	++	++	6,74
3.1.2	Cladosporium	++++	++	++++	6,40
5.1.3	Cladosporium	++	++	+++	6,57
2.1.2	Penicillium	++	++	+++	3,59
3.3.1	Penicillium	++	++	+	3,52
5.1.1	Penicillium	++++	++	++	5,98
D 4.4.1 c II	Penicillium	++++	+	+	6,62
4.1.2	Fusarium	+++	++	+++	5,24
4.1.3	Fusarium	++	+	+++	5,76
1.2.1	Aspergillus	++	++	+++	6,59
4.1.1	Nigrospora	++++	+	+	6,51
5.2.1	*	++++	++	++	6,56
2.2.2	*	++++	++	++	6,56
4.2.1	*	+	+	+	6,50
D 4.4.1 c I	*	+++++	+	+++	6,53
D 4.4.1c III	*	+++++	++	+++	6,47
2.3.1	*	++	+++	-	6,25
2.3.3	*	-	++++	-	6,68
3.3.2	*	++	++	+++	6,46
3.2.1	*	++++	++	++	6,49

++++ Crecimiento muy abundante, +++ abundante, ++ moderado, + pobre, - no crecimiento * en vías de identificación.

Las 26 cepas crecieron en al menos uno de los sustratos, solo dos de ellas no fueron capaces de crecer sobre el papel como fuente de carbono, siendo una de ellas incapaz de crecer con glucosa como fuente de carbono.

La prueba arrojó como resultado 16 cepas de elevado crecimiento sobre papel igual al 57,14% del total. De estas, seis presentaron mayor crecimiento en papel que en glucosa correspondiente con un 37,5 %. Este resultado sugiere que estas cepas poseen una elevada

afinidad por el papel como fuente de carbono, lo cual es signo de que llevan un tiempo considerable adaptándose a la degradación del papel, por lo que probablemente han desarrollado isoformas enzimáticas de alta afinidad por al menos uno de los componentes de este (Billalba *et al*, 2004).

Doce de estas 16 cepas (75%) presentaron mayor crecimiento sobre papel que sobre celulosa cristalina, lo que podría ser provocado por la capacidad de estas cepas de degradar otros componentes del papel además de la celulosa o también porque los procesos químicos que sufre la celulosa durante la fabricación del papel afecte su estructura molecular, facilitando su asimilación.

Las cepas aisladas directamente de los documentos presentaron en todos los casos mayor afinidad por la glucosa como fuente de carbono que por la celulosa o incluso el papel, aunque se observó en dos de ellas mejores capacidades para crecer sobre el papel que sobre la celulosa cristalina, no obstante se ha referenciado por Capitelli y Sorlini (2010) que la susceptibilidad del papel a la contaminación fúngica se ve favorecida por el contenido de agua que este posea y por Yang y Heisohn (2007) plantean que valores de a_w cercanos a 0,85 son suficiente para el crecimiento de las especies comúnmente encontradas en archivos, siendo consideradas estas como especies xerofilas. Lo anterior confirma la necesidad de mantener controladas las condiciones ambientales dentro del local. Esta situación resulta de peligro, pues ante cualquier cambio desfavorable en las condiciones principalmente de HR y T se puede desencadenar una infestación fúngica de grandes proporciones en la colección.

El 100% de las cepas fúngicas aisladas produjo una disminución del pH del medio de cultivo en el que se desarrollaron. La mayoría de las cepas (84,9%) produjo una pequeña disminución de pH (menos de la unidad).

Se encontró también que cinco de las cepas (17,85%) redujeron el pH del medio de cultivo a valores inferiores a 6,0 de las cuales dos (6,0 %), redujeron el pH a valores inferiores a 4,0. 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 de la Republica 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 en muy baja cuantía las cepas muestreadas fueron capaces de secretar ácidos fuertes, solo el equivalente al 13% del total.

Las tres cepas aisladas directamente a partir de los documentos presentaron baja capacidad de producción de pH (6,63; 6,62 y 6,47 respectivamente), por lo que su capacidad degradativa, podría estar basada mayormente en la hidrólisis de la celulosa u otros componentes del papel. Sin embargo a pesar de que la mayoría de las cepas fúngicas aisladas del análisis microbiológico del aire tampoco poseen una gran capacidad de producción de sustancias ácidas, algunas presentan capacidades entre moderada y alta de producción de ácidos, lo cual resulta un peligro agregado al hecho de que todas estas resultan potencialmente dañinas para la colección.

4.3 Determinación de la amplitud e intensidad del daño por insectos en documentos del archivo, identificación de las especies presentes y evaluación de la efectividad de su método de control.

En la colección se encontraron 61 documentos con daños provocados por insectos (22%) del total de documentos inspeccionados, por lo que se consideró que la amplitud de estos daños es media, encontrándose que 17 de estos documentos presentaron una alta intensidad de los daños, 20 de las obras presentaron un nivel medio de intensidad de los daños y los 24 restantes presentaron baja intensidad de los daños.

Los daños antes mencionados aparentemente fueron causados en el pasado por insectos que en este momento no se encuentran en el local, fueron infringidos en el pasado.

Según las características de los daños (galerías) se estimó que fueron causados por insectos pertenecientes al Orden Isoptera, fundamentalmente, y al Orden Coleoptera, según se observa en las Figs. 7 y 8 respectivamente.

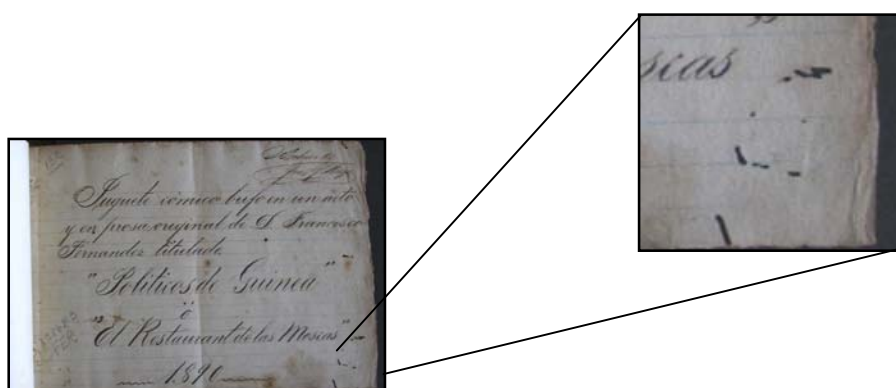


Figura 7. Galerías provocadas presumiblemente por insectos del orden Isoptera. Juguete cómico bufo en un Acto y en prosa original de Francisco Fernández. Políticos de Guinea o El Restaurant de las moscas. Cuba, 1890. Colección Coronado.



Figura 8. Galerías provocadas por insectos del orden Coleoptera. Historia política de los establecimientos ultramarinos de las naciones europeas. Eduardo Malo de Luque. Madrid, 1785. Colección Coronado.

En el caso de las afectaciones por isópteros, se debió a infestaciones antiguas, habiéndose limpiado los documentos en algún momento. Esta observación se basa en el hecho de que se detectó la presencia de galerías limpias, con bordes lisos y en forma vertical, con un diámetro aproximadamente igual a la punta de un lápiz, pero no restos de alas pertenecientes a las formas reproductoras, ni de excremento granuloso que observados al estereoscopio o a través de una lupa semejan a un balón de fútbol desinchado parcialmente, que en caso de proceder de un montón son de igual color, forma y tamaño según se refiere en la literatura científica (UNESCO, 1988).

En las galerías provocadas por coléopteros se encontraron excrementos de insectos y restos de cámaras pupales, larvas y adultos característicos de los daños descritos para papel afectado por insectos de este Orden (UNESCO, 1988).

Se capturaron insectos vivos con las trampas de portaobjetos y no con las de cartulina.

En todas las áreas de muestreo, excepto la 19 y la 20 se capturaron insectos, cuya presencia resultó significativamente superior en las áreas 1, 4 y 10.

Todos los insectos capturados pertenecieron al Orden Psocoptera, la mayoría pertenecientes a la Familia Liposcelididae (Fig. 9A). Solamente dos especímenes pertenecen a otras familias de este Orden (Fig. 9B).



Figura 9. Insectos vivos pertenecientes al Orden Psocoptera capturados en áreas del Archivo Coronado. 6A: Insectos de la Familia Liposcelidae. Izq. En esteromicroscopio a 40x, Der. En microscopio óptico de campo claro 400x. 6B: Especímenes de otras familias. En microscopio óptico de campo claro a 400.

Estos insectos 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. Aparato bucal 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 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 presencia significativamente superior de estos insectos en las áreas señaladas es comprensible, ya que el estante 1 está junto a un vertedero, en el cual usualmente se encuentran recipientes almacenando agua, en el estante 4 se han ubicado libros que en una ocasión se mojaron con agua y presentan un elevado desarrollo de hongos filamentosos y el estante 10 está junto a una pared que se ha filtrado con agua procedente del techo del local y

permanece húmeda (Fig. 10). Estas condiciones ambientales favorecen el desarrollo de psocópteros.



Figura 10. De izquierda a derecha detalles de elementos que se encuentran junto a las áreas de muestreo de insectos 1,4 y 10 en el local del Archivo Coronado.

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).

Debidos a causas diversas algunas de estas soluciones resultan inaplicables en las condiciones reales de esta colección.

Dado el gran número de documentos con que cuenta la Colección y su almacenamiento en estantes, vitrina y mapero, 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 recrystalizar 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.

La solución implementada por los directivos de la institución consiste en la fumigación sistemática del local con fosfamina, desde hace tres años, pero este es un producto químico al que los psocópteros tienden a hacer resistencia, fundamentalmente si la concentración del producto y el tiempo de exposición a este, son inferiores a lo recomendado. Tal es el caso, ya que, como se referirá más adelante en el local existen fisuras y hendiduras que probablemente no garantizan la hermeticidad requerida para lograr una presión de vapor requerida del fosfuro de aluminio (agente tóxico del producto) y además, el local suele abrirse a las 72 horas de aplicado. Un muestreo realizado luego de una aplicación de fosfamina y mantenimiento del local cerrado por 10 días dio como resultado un 52,6% de muestreos positivos con presencia de psocópteros, lo cual confirmó la hipótesis antes planteada.

La fosfamina es clasificada como un insecticida muy tóxico y posee las siguientes desventajas (Vaillant, *et. al.*, 2004):

- Puede provocar corrosiones en el cobre, aleaciones de cobre, plata y oro. En general reacciona con todos los metales. Reacciona con el azul ultramarino.
- Es un gas peligroso de inmediato a los 200 ppm. Fumigante de mercancías agrícolas, no se recomienda su uso en museos.
- Muy inflamable. El límite mínimo de explosión es de 1,79% en aire.
- Poca solubilidad en agua y grasas.
- Espontáneamente inflamable en presencia de difosfuro de hidrógeno, reacciona violentamente con el oxígeno, nitratos y con los halógenos.

La mueblería metálica del Archivo Coronado se encuentra afectada por este producto, lo cual se evidencia en la Fig. 11, y este estado afecta el material de archivo.

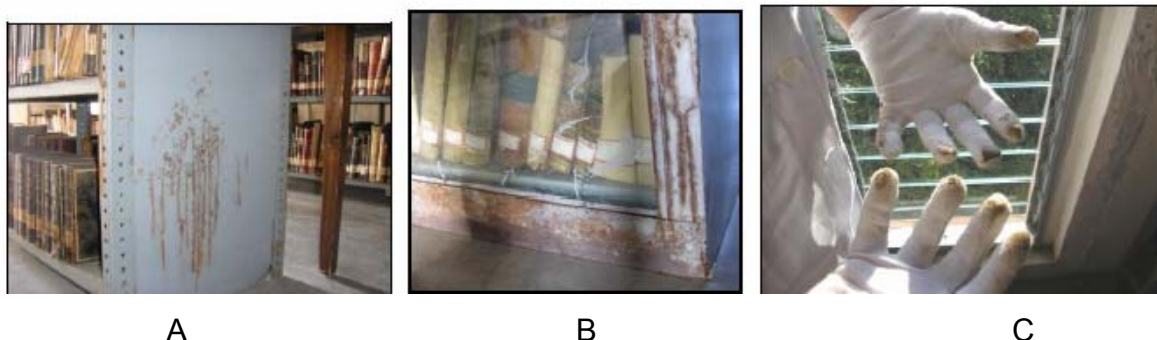


Figura 11. Daños provocados por la fosfamina en el Archivo Coronado. A y B: Daños producidos por la fosfamina en la mueblería metálica. C: Muestra de la película de óxido presente en la superficie de los estantes que queda en los guantes de tela una vez retiradas las trampas para captura de insectos.

Una alternativa para el control de los insectos que afectan a la colección es garantizar condiciones de humedad relativa entre el 35-40%, (ver próximo acápite) con el uso de deshumificadores. Este método físico, por lo demás, es considerado en la literatura científica, mejor que cualquier otro en el que se utilicen insecticidas químicos (Bello y Borrell, 2002) al ser inocuo para el material de archivo y las personas.

En dos ejemplares de los libros examinados se encontraron adultos (uno en cada libro) de un insecto, el cual fue identificado como *Lasioderma serricorne* (Fabricius), perteneciente al Orden Coleoptera, Familia Anobiidae (Fig. 12A). En otro libro se encontró una larva de este insecto (Fig. 12B). En las galerías provocadas por insectos presentes en estos documentos, se encontraron excrementos de insectos y restos de cámaras pupales (Fig. 12C).

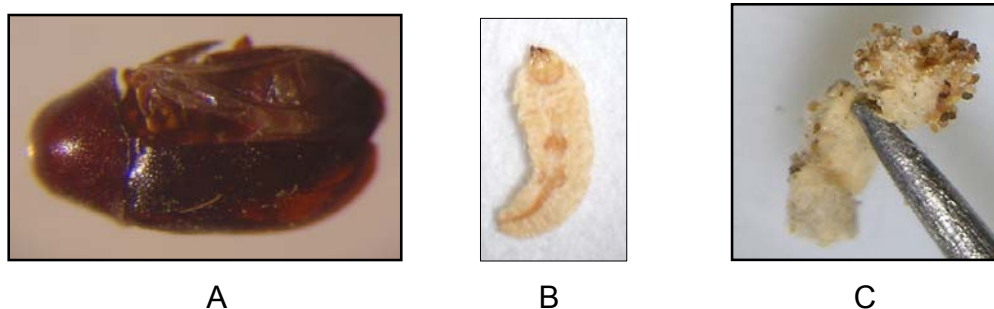


Figura 12. Ejemplar adulto muerto (A), larva muerta (B) y excrementos y restos de bolsas pupales de *Lasioderma serricorne* y (C) adulto encontrados en libros de la Colección de Libros raros del Archivo Coronado. Microfotografías en estereomicroscopio (40x).

Lasioderma serricorne es uno de los insectos causantes de deterioro en Archivos más comunes, tanto en mueblería de madera como en papel. Estos insectos pueden llegar a destruir el soporte por completo y las galerías se encuentran rellenas de serrín (en caso de que el soporte sea madera) y restos de excrementos (Vaillant y Valentín, 1996).

Esta especie se conoce comúnmente como gorgojo del tabaco. Los adultos miden entre 2-3 mm de longitud, son de color carmelita y presentan pilosidad corta. La cabeza está parcialmente cubierta por el protórax, posee de cuatro a 10 artejos en las antenas de forma aserrada y los élitros cubren todo el abdomen sin presentar estrías. La larva es blanquecina, gruesa, en forma de letra C y cubierta con setas. Posee hábitos cosmopolitas y se considera una plaga de granos, frutos secos, plantas medicinales secas y es muy común en archivos, alimentándose de papel y de productos de origen animal en museos (Ashworth, 1993).

Las larvas de esta especie se presentan en forma libre y se alimentan del sustrato formando galerías. Pasan por cuatro instares y pupan dentro de una cámara hecha de alimentos y materiales de desecho, cementada con secreciones estomacales (Ashworth, 1993).

Los adultos emergen sexualmente maduros y las hembras pueden ovopositar al día de haber emergido. Pueden volar y viven de 2-6 semanas, sin alimentarse. El ciclo de vida toma alrededor de 26 días a 37 °C y 120 a 20 °C (Ashworth, 1993).

Esta especie porta una levadura simbiótica, *Symbiotaphrina kochii*, la cual se transmite a la siguiente generación en la superficie de los huevos, y se encuentra en las larvas y adultos en el micetoma, órgano especializado unido al estómago (Noda y Kodama, 1996). Esta levadura interviene en la digestión de los alimentos menos nutritivos, suple las necesidades de vitaminas del complejo B y esteroides, y provee al animal de resistencia a ciertas toxinas (Nasir y Noda, 2003).

L. serricorne no tolera el frío, los adultos mueren como máximo a los seis días a 4 °C, y los huevos a los cinco días a 0-5 °C. Es susceptible a la fosfamina, producto tradicionalmente empleado para su eliminación.

Es muy probable que esta especie haya sido controlada por las sistemáticas aplicaciones de fosfamina en el local donde se encuentra el archivo. No obstante la presencia de estos restos constituyen una fuente adicional de nutrientes que favorece la descomposición las biomoléculas que los componen producen sustancia ácidas que resultan dañinas al documento.

En un libro se encontró una larva de un insecto del Orden Coleoptera, Familia Tenebrionidae (Fig. 13).



Figura 13. Larva de un insecto del Orden Coleoptera, Familia Tenebrionidae encontrada en un libro perteneciente a la colección de libros raros del Archivo "Coronado". Microfotografía en estereomicroscopio (40x).

La mayoría de las especies de la familia Tenebrionidae son de color negro o marrón, pero no faltan las coloraciones vistosas. Las antenas tienen normalmente 11 segmentos y son relativamente cortas. Tiene cinco artejos en los tarsos anteriores y medios, y cuatro en los posteriores, las antenas se insertan bajo un saliente lateral de la frente. El abdomen tiene 5 esternitos visibles, los tres primeros unidos e inmóviles. Los élitros presentan usualmente costillas longitudinales. Las larvas son cilíndricas y están bien esclerotizadas (Bastidas y Zavala, 1995).

El género *Tribolium*, ha sido referido en la literatura científica como causante de biodeterioro al patrimonio histórico y cultural (en particular sus larvas, que causan daño superficial en el material) (Vaillant y Valentín, 1996; Yela, 1997) y específicamente a material de archivo (Gómez *et al.*, 2000).

En el mismo libro se encontró el extremo posterior de un espécimen de una especie de tijereta perteneciente al Orden Dermaptera (De Geer) (Fig. 14).



Figura 14. Fragmento posterior de un insecto del Orden Dermaptera (tijereta) encontrado en un libro perteneciente a la colección de libros raros del Archivo "Coronado". Microfotografía en estereomicroscopio (40x).

Los insectos del Orden Dermaptera presentan el cuerpo alargado, algo aplanado, de tamaño mediano a pequeño, de color pardo o rojizo, y con dos cercos posteriores en forma de tenaza.

Normalmente viven bajo piedras o debajo de la corteza de los árboles. Las alas anteriores (en caso de existir) funcionan como elitroides, y recubren las posteriores que son semicirculares y membranosas. Los cercos posteriores están fuertemente curvados en los machos, que los usan durante la cópula. Sirven además para las operaciones de desplegar y recoger las alas. En cuanto a la alimentación, la mayoría de las especies son omnívoras o saprófagas. Los omnívoros son nocturnos, y usan los cercos en la depredación (Barrientos, 2004).

Este Orden no ha sido referido como agente causante de biodeterioro y su presencia en el archivo Coronado pudiera ser justificada como accidental, debido a sus hábitos predadores, habiéndose introducido en algún momento en que el material de archivo estuvo en un local abierto.

4.4 Presencia de vertebrados en la colección.

En la colección “Coronado” no se registró la presencia de aves ni murciélagos, dado que esta se encuentra en un local cerrado en el que el acceso de estas aves a la misma es prácticamente nulo.

Por otra parte tampoco se registró la presencia de roedores, lo cual podría deberse al hecho de que las condiciones higiénicas del lugar no son desfavorables, además de que este se encuentra a elevada altura y relativamente aislado del resto de los locales de la institución y que se ha realizado tratamiento raticida, por lo que estos grupos, referenciados como los vertebrados que más comúnmente causan daños a las colecciones de soporte celulósico aparentemente no se encuentran en la colección.

Sin embargo en el local se encontraron dos especímenes del género *Osteophilus* y uno del género *Anolis*. Estos no causan daño a las colecciones de fondos en papel, dado que son carnívoros, pero se recolectaron pues son muestra por una parte de que el local posee cierto nivel de comunicación con el exterior que permitió la entrada de estos individuos, y por otra parte de que estos probablemente estén actuando como agentes dispersores de propágulos fúngicos, causando un efecto potencialmente perjudicial a la colección.

4.5 Evaluación de los factores ambientales: temperatura, humedad y luminancia.

Durante la inspección del local, se detectó la presencia de fisuras y grietas en el techo que condujeron a filtraciones antes de ser llevada a cabo la impermeabilización del local. También se observó falta de hermeticidad debido a aberturas en ventanas y en el panel de madera que limita la entrada al Archivo (Fig. 15).

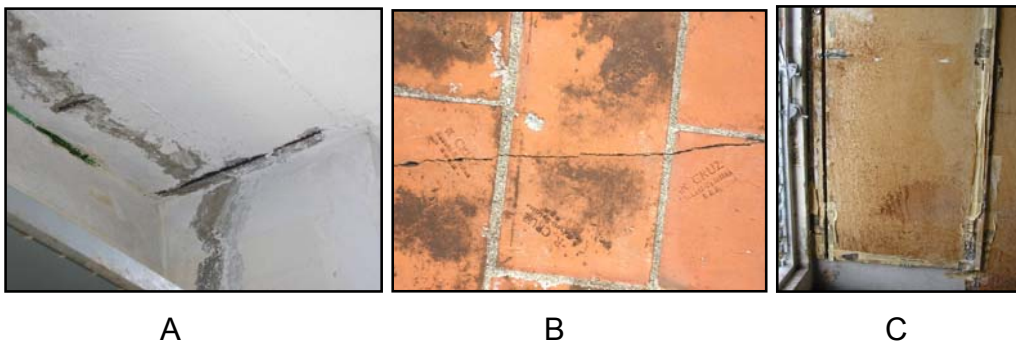


Figura 15. Daños estructurales en el local del Archivo Coronado. Enero de 2010. A: Grietas en el techo. B: Fisuras en la cubierta. C: Aberturas en la puerta del panel de madera que limita la entrada del local.

Las grietas y fisuras propician la existencia de una alta humedad relativa que propició el desarrollo de microorganismos e insectos. Las aberturas de mayor tamaño hacen posible la entrada de insectos y hasta organismos de mayor tamaño, también causantes de deterioro en material de archivo (Bello y Borrell, 2002).

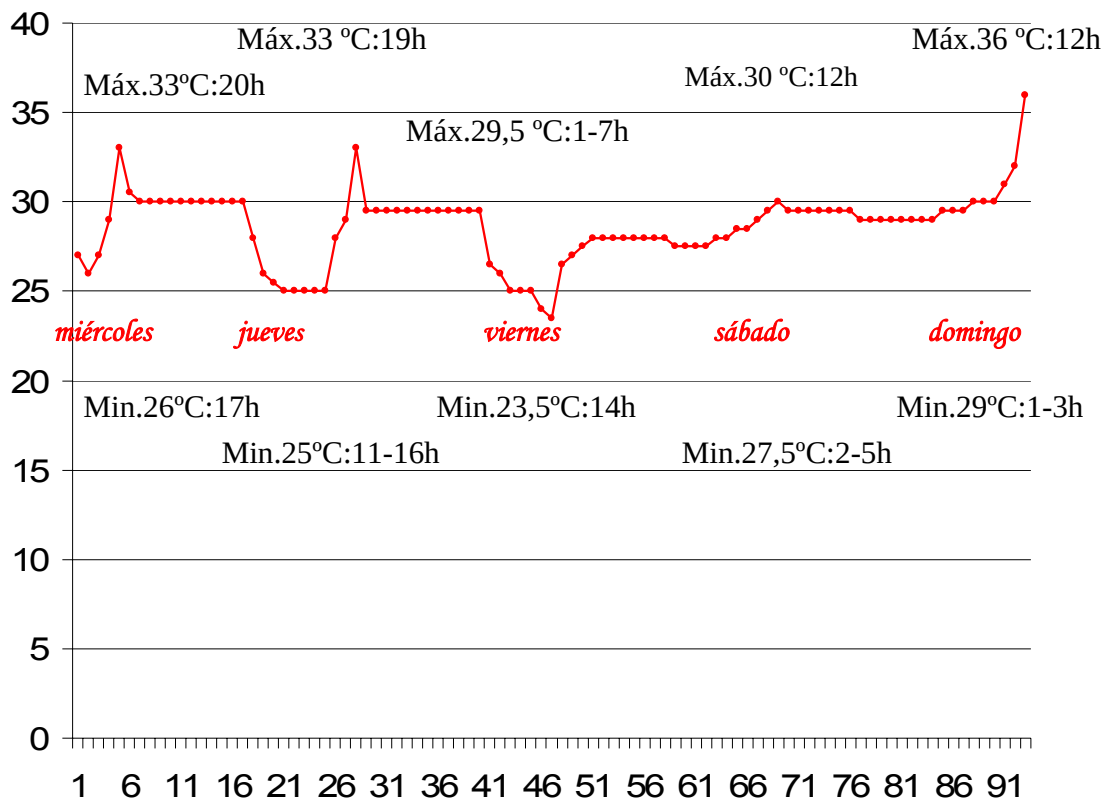
Durante el período en que se desarrolló la presente investigación, se llevó a cabo la impermeabilización del local, a cargo de la UCLV y una entidad constructora contratada. Esta acción repercutió positivamente en la creación de condiciones ambientales favorables para la preservación de la colección.

4.5.1 Evaluación de la temperatura y humedad en el local del Archivo.

Se cuenta con el registro continuo de temperatura y humedad relativa durante 24 días desde el 24 de junio hasta el 18 de julio de 2010, ya impermeabilizado el local. En el Anexo 3 se muestran los valores mínimos y máximos diarios de estas variables.

En las Figs. 16 y 17 se muestran gráficos de los resultados obtenidos en días laborales y fin de semana en que el archivo permanece cerrado. Estos valores son representativos del registro semanal.

Temperatura (°C)



Tiempo (horas)

Figura 16. Resultados medición temperatura en el local del archivo "Coronado". Tiempo: 91 horas Fecha: 24-28 junio de 2010. Equipo: Higrotermógrafo.

En el local existe un sistema de aire acondicionado. Este se mantiene funcionando de lunes a viernes, en horario laboral de 8.00 AM a 4.00 PM, aunque puede haber modificaciones en este régimen, pues su encendido y apagado es ejecutado solamente por la responsable del archivo. Como puede apreciarse en un intervalo de 46 horas tienen lugar variaciones de la temperatura de considerable magnitud. Herráez y Buces (2004) recomiendan que en un archivo no deben existir fluctuaciones de temperatura que excedan los 3°C. Sin embargo en el local se han registrado variaciones diarias de hasta 11°C, proceso este que tiene implicaciones negativas sobre las obras pues puede ocasionar ciclos perjudiciales de contracción y expansión de las fibras constituyentes del papel y propician el desarrollo microbiano (*op cit*).

Por otro lado valores de temperatura por encima de 30°C fueron frecuentes, siendo superiores a los 16-21°C que se consideran óptimos según los estándares internacionales para bibliotecas y archivos, según Borrell *et al.* (2004), y que nunca se registraron en el período evaluado. Las

elevadas temperaturas aceleran la oxidación de la celulosa y favorecen la aparición de microorganismos y de su actividad enzimática, entre esta la producción de ácidos orgánicos. Esto se traduce en la descomposición de la celulosa y el debilitamiento del soporte. Además resecan a los materiales higroscópicos y reblandecen los adhesivos y las colas (Bello y Borrell, 2002). En el caso específico de la colección “Coronado” se han registrado valores extremos de hasta 36°C, siendo reportado por Herráez y Buces (2004) que valores por encima de 30°C producen reblandecimiento de las ceras y adhesivos. En este caso según los valores registrados resultan preocupantes tanto los niveles máximos alcanzados por las temperaturas, los cuales ya de por si resultan nocivos, como las fluctuaciones cíclicas que esta sufre.

Humedad relativa (%)

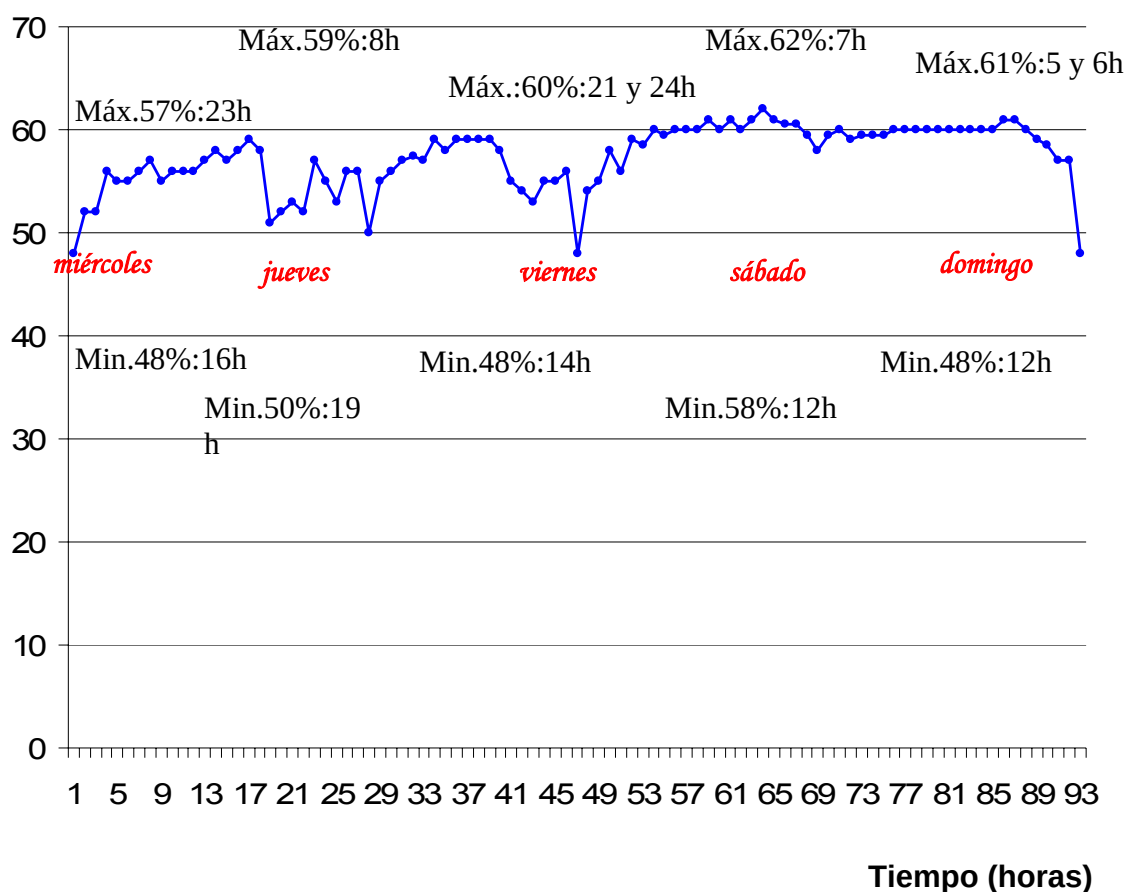


Figura 17. Resultados medición humedad relativa en el local Archivo “Coronado”.

Tiempo: 91 horas Fecha: 24-28 junio de 2010. Equipo: Higrómetrografo.

En un intervalo de 17 horas se registraron fluctuaciones en la humedad relativa en el local del 14% mientras que Bello y Borrell (2002) recomiendan fluctuaciones no mayores del 5%, ya que valores por encima de este pueden ocasionar también ciclos perjudiciales de contracción y expansión de las fibras constituyentes del papel y propician el desarrollo microbiano. La

humedad relativa óptima en bibliotecas y archivos, según estos autores, está entre el 50-55%, excediéndose frecuentemente en el archivo "Coronado". Un valor elevado favorece el crecimiento y la actividad de los microorganismos y las reacciones de oxidación de la celulosa. El papel se vuelve mucho más receptivo a los contaminantes atmosféricos y va perdiendo resistencia. Las tintas se oxidan y el proceso de acidificación del papel se acelera. Además, como se ha referido propicia el desarrollo de insectos.

En las condiciones reales de la colección a pesar de que los valores de humedad relativa frecuentemente exceden los valores ideales, este exceso no es de manera desproporcionada, lo cual coincide con Bello y Borrell (2002) que expresan que en países tropicales como el nuestro resulta muy difícil alcanzar los valores ideales de humedad relativa por lo que se considera que en lo respectivo a esta el problema más acuciante de la colección no radica en lo elevado de su HR, sino en los ciclos de variación que esta sufre, causadas las de ambas variables por el régimen de encendido del sistema de aire acondicionado.

Aunque las condiciones actuales no son favorables al desarrollo microbiano, es necesario mantener el control sobre esta variable pues ella si actúa sobre el papel creando condiciones favorables para el establecimiento de los propágulos que en este momento ya se encuentran dentro del local, mediante procesos de contracción expansión de las fibras o por procesos oxidativos de estas (Bello y Borrell, 2002), favorecidos por los niveles de HR, T y luminancia registrados en el local.

Los datos utilizados cumplen con la distribución normal de los datos según se comprobó con la prueba de Kolmogorov-Smirnov, y con la homogeneidad de varianza, comprobado mediante la prueba de Levene.

Como resultado de la prueba t implementada se obtuvo que el módulo del estadígrafo t en los cuatro casos fue mayor que el valor crítico establecido para la prueba, con grados de libertad igual a 48 y $\alpha=0,05$, siendo este último de 1,677 mientras que los resultados obtenidos del estadígrafo t fueron de -4,027 para la temperatura máxima; 2,195 para la temperatura mínima, para la HR los resultados fueron de -50,033 y -5,93 para la HR máxima y mínima respectivamente. Encontrándose diferencias estadísticas con una significación de entre 97 y 100%.

Estos resultados indican que se debe desechar la hipótesis nula y aceptar que existen diferencias entre las variables ambientales dentro de la colección y las mismas variables en condiciones no controladas. Este resultado muestra que a pesar de que las condiciones del

sistema de climatización dentro del local no son las mejores debido a que las mencionadas variables ambientales con frecuencia exceden los estándares internacionales establecidos, las condiciones ambientales dentro del local están más cerca de las ideales para fines de conservación de los fondos bibliográficos que las del ambiente exterior. Por esto se considera necesaria la extensión del horario de encendido de dicho sistema a las 24 horas del día, con el objetivo de evitar el aumento del nivel de las variables ambientales además de eliminar las fluctuaciones de temperatura y humedad relativa que resultan perjudiciales a las obras.

4.5.2 Evaluación de las condiciones de luminancia.

Como resultado de las evaluaciones de intensidad luminosa dentro de la colección, se obtuvo que en todos los casos los niveles de luminancia excedieron el límite máximo de 55 lux establecido (Ogden, 2000). Siendo de 60 lux la lectura mínima registrada, mientras que el máximo de luminancia encontrado fue de 73866.67. Los datos en general variaron entre 116,36 y 17178,77.

La situación descrita es causada por la presencia en el local de ventanas de vidrio, que no presentan protección, dejando pasar libremente la luz. Por esto en algunos momentos del día, dependiendo de la hora, se registró que los puntos 10.4, 11.4, 12.4, y 16.4 sufren incidencia directa de los rayos solares, lo cual se verifica solo en los puntos X.4 propiciado por el ángulo en que están dispuestos respecto a las citadas ventanas, razón por la cual es posible que también en los puntos 13.4, 14.4, 15.4 ocurra el mismo fenómeno. Sin embargo estos altos niveles de luminancia no fueron registrados en estos tres últimos puntos debido a la variabilidad de la nubosidad existente durante el período de muestreo.

Otra de las características que podría estar influyendo en los niveles de luminancia en la colección es la presencia de lámparas fluorescentes, las cuales son emisoras de radiaciones ultravioleta, consideradas estas las más dañinas para los fondos bibliográficos en papel (Ogden, 2000).

La exposición prolongada a estos niveles de luminancia, en algunos casos desproporcionados, durante períodos de tiempo relativamente largos, la cual causa daños acumulativos a los soportes celulósicos por oxidación de los sustratos orgánicos (Nicholson, 1993; Novotny, 2000), podría ser el causante, conjuntamente con las variaciones cíclicas de humedad y temperatura, de la oxidación de los soportes lignocelulósicos, que se manifiestan como decoloración de las tintas y pigmentos y oscurecimiento y fragilidad de los soportes lignocelulósicos.

Estos procesos degradativos de naturaleza química son tenidos en cuenta pues podrían actuar en la comunidad biológica como agentes facilitadores de la colonización, como hongos, cuyo desarrollo hifal este siendo facilitado por la fragilidad de los soportes. Además estos organismos pudieran utilizar como fuente de carbono derivados intermedios de la degradación de la celulosa.

4.5.3 Relación entre el desarrollo de psocópteros y la luminancia en la colección.

Cuando se desarrolló la prueba de Ji-cuadrado para tabla de contingencia (Tabla II) se obtuvo que $\chi^2_{\alpha=0,05}=5,171$, mientras que el valor tabulado para $\alpha=0,05$ y 2 grados de libertad es igual a 5,991, dando como resultado que no existe relación en cuanto a las frecuencias de aparición de ambas variables.

Tabla II. Tabla de contingencias para determinar relación entre las frecuencias de aparición de las variables presencia de insectos y nivel de luminancia.

Insectos	Luminancia			
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Presente	8	14	1	3
Ausente	25	15	1	1

Este resultado pudiese estar influenciado por el régimen de fumigación a que se ve sometido el local del archivo, y aunque los psocópteros, desarrollan resistencia a la Fosfamina, a nivel poblacional es posible que algunos individuos y genotipos aun presenten susceptibilidad a este producto, por lo que este es un factor que podría estar sesgando la muestra, y la razón por la cual no se observa la relación esperada.

Por otra parte como puede observarse en la tabla II en tres de los cuatro puntos en los que se registraron altos niveles de luminancia se encontró la presencia de insectos, a pesar de que este tipo de insecto presenta marcada susceptibilidad a la desecación. Esto podría estar justificado por el hecho de estos individuos no se ven afectados gracias a la luminancia durante las horas de mayor actividad de estos organismos, dado que tienen hábitos nocturnos, pasando el día refugiados en los libros.

Además estos insectos, como se expuso anteriormente, se alimentan de fibras de celulosa e hifas de hongos, de esta forma la luminancia puede estar incidiendo directamente en el desarrollo de la infestación por Psocópteros en la colección, mediante el debilitamiento que produce al soporte celulósico provee de alimento a los insectos encontrados en la colección.

A todo lo anterior se le suma el poco uso que tienen estas obras, lo que permite que se cree sobre ellas una capa de polvo con características higroscópicas, lo que favorece la creación de condiciones favorables para el desarrollo de los citados insectos.

4.6 Recomendaciones para el control del biodeterioro de la colección “Coronado”.

Después de analizados de forma integral los resultados obtenidos se recomienda recomendar un grupo de medidas con fines de mitigar las causas del biodeterioro que esta teniendo lugar es la colección en este momento, pero sobre todo con una visión preventiva, cuyo objetivo es la disminución y control en la mayor medida posible de los factores de riesgo que existen en el lugar para evitar su desarrollo futuro. Estas medidas son:

1. Aislar los documentos que se encuentran en el estante numerado como cuatro que estuvieron expuestos al agua lo cual favoreció un intenso desarrollo fúngico sobre ellos pues además de que el crecimiento microbiano ha degradado ha tal punto el soporte causando pérdidas de gran magnitud de su valor patrimonial ya que constituyen un factor de riesgo por ser una fuente de contaminación dentro del local.
2. Eliminar la fumigación con fosfamina, puesto que aunque se comprobó por la presencia de insectos muertos en el archivo su eficacia contra varios grupos taxonómicos, también se pudo comprobar su ineficacia contra los psocópteros y dado que estos son el único grupo de insectos capturados vivos en el archivo se considera que la fosfamina dejó de cumplir su función en la colección, siendo además el factor causante de serios daños estructurales a la mueblería de la colección pues acelera los procesos de oxidación del metal del que están hechos, lo que a su vez produce daños de tipo mecánico sobre las obras. Una vez que se aplique la medida anterior será necesario sustituir los muebles existentes por muebles de madera curada, y de no ser económicamente posible, al menos restaurar los existentes mediante un proceso de lijado, y pintado con pintura anticorrosiva. Será necesario limitar la entrada de insectos y polvo al local.
3. Mantener constante la humedad relativa y la temperatura del local, haciéndose énfasis en la humedad relativa, pues en el local existe un fuerte factor de riesgo creado por la presencia de grandes cantidades de propágulos fúngicos en el aire, cuyo factor limitante para su establecimiento sobre las obras parecen ser los niveles de esta variable existentes en la colección. Dada su importancia se recomienda la instalación de equipos deshumificadores y en caso de que las condiciones del sistema de climatización no permitan controlar la

temperatura se recomienda por Borrel *et al*, (2004) mantener ventilación natural, mediante la instalación de conductos de ventilación por los cuales se cierra el paso a los insectos y al polvo con la utilización mallas de tejido fino.

4. Dada la importancia que revisten las obras catalogadas como libros patrimoniales se recomienda reubicar estas obras en otro local que si posea las condiciones de climatización artificial que se recomiendan para el almacenamiento de los fondos bibliográficos sobre papel.

5. Los niveles de luminancia registrados en el archivo constituyen un punto de vital importancia dado lo alarmante de su magnitud y que este factor ambiental además de poseer capacidad deteriorante por si mismo, actúa como un facilitador del desarrollo de hongos e insectos, por lo cual se recomienda limitar la entrada de luz natural al local y sustituir las lámparas fluorescentes por bombillos incandescentes, dado que las primeras son emisoras de radiaciones ultravioleta, las cuales poseen actividad deteriorante y por otra parte son potenciales causas de incendio.

6. Como las medidas antes referidas hasta el presente comprometen la estancia de personal durante grandes periodos de tiempo en el local se propone mantener el local solo como archivo estableciéndose otra área separada de la colección como sitio de consulta.

Conclusiones

5. Conclusiones

1. La intensidad y amplitud de los daños por hongos en los documentos inspeccionados fueron bajas; por insectos, medias y no se encontraron daños por vertebrados.
2. La efectividad del método de control de insectos es buena, excepto para el caso de los psocópteros y pero daña el mobiliario metálico lo que lo convierte en un elemento deteriorante.
3. La contaminación microbiológica del aire del local es alta.
4. Fueron aisladas 26 cepas de hongos filamentosos provenientes del aire del local fundamentalmente y de un documento dañado e identificadas 17, además se identificaron tres órdenes de insectos y dos especies de vertebrados.
5. Se comprobó la alta capacidad de degradación de la celulosa de 16 de las 26 cepas de hongos aisladas.
6. Se comprobó la capacidad de producción de ácido del total de las cepas aisladas.
7. La humedad relativa se mantuvo cercana a los parámetros establecidos, mientras que la temperatura excedió el nivel recomendado, encontrándose fluctuaciones por encima de lo recomendado en ambas variables.
8. La luminancia excedió a niveles extremos los valores recomendados.

Recomendaciones

6. Recomendaciones

1. Realizar estudios de mayor profundidad en las obras de valor patrimonial en los que se apliquen técnicas genéticas y bioquímicas para la identificación de la especies de hongos que existieron sobre el documento y no han logrado sobrevivir hasta el momento actual.
2. Realizar otras metodologías de muestreo de hongos sobre los documentos patrimoniales para ampliar las posibilidades de detección de cepas vivas.
3. Establecer una curva de saturación para la contaminación del aire del local, con el objetivo de implementar una técnica de muestreo del aire menos exigente y de más fácil ejecución que permita tomar muestras más dispersas en el lugar.
4. Realizar estudios sobre la incidencia del foxing en la colección y sus posibles causas.

Referencias bibliográficas

Referencias Bibliograficas

- (AIC) 1994. Paper Conservation Catalog the American Institute for Conservation of Historic and Artistic Work. *In*: GROUP, B. A. P. (ed.) 9⁰ ed.: American Institute for Conservation of Historic and Artistic Work
- AIRA, M. J., RODRIGUEZ-RAJO, F. J., JATO, V. & PIONTELLI, E. 2006. Analisis cunatitativo y cualitativo de la microbiota aislada de la catedral de Santiago de Compostela (GALicia España). *Boletín Micológico*, 21, 27-34.
- ALEXANDER, M. 1994. *Introducción a la Microbiología del Suelo*, México D.F. Mexico, AGT EDITOR. S.A.
- ANAIKY, B. M. 2006. *La Colección Coronado : una alternativa para la formación de licenciado en estudios socioculturales*. Grade, Universidad Central de las Villas.
- ASHWORTH, J. R. (1993) The biology of *Lasioderma serricorne*. *Journal of Stored Products Research*, 29, 291-303.
- ASUNCIÓN, J. 2001. *El papel: Técnicas y métodos tradicionales de elaboración* Barcelona. España, Paramón Ediciones S. A.
- ATLAS, N. & BARTHA, R. 2002. *Ecología microbiana y Microbiología Ambiental.*, Madrid.España, Pearson Educación S.A.
- BACH, C. 1998. *Introducción a la Bioarchivística*, Sevilla.España, S & C Ediciones.
- BANKS, P. N. 1983. *Los enemigos de los acervos.* , Mexico.D.F. Mexico, Archivo General de la Nación.
- BARNETT, H. L. & HUNTER, B. B. 1998. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*, St. Paul. Minnesota.
- BARRIENTOS, J. (2004) *Curso Práctico de Entomología* Barcelona, Universidad Autónoma de Barcelona.
- BASTIDAS, R. & ZAVALA, Y. (1995) *Principios de Entomología Agrícola*, Ediciones Sol de Barro.
- BECK, I. 1992. *Manual de Conservación de Documentos*. México D.F: Archivo General de La Nación.
- BELLO, C. & BORRELL, A. 2002. *El patrimonio bibliográfico y documental. Claves para su conservación preventiva*, Gijón.
- BERG, J. M., TYMOCZKOY, J. L. & STRYER, L. 2002. *Biochemistry*.

- BORREGO, S., GUIAMET, P., SARAIVIA, S. G. D., BATISTINI, P., GARCIA, M., LAVIN, P. & PERDOMO, I. 2010a. The quality of air at archives and the biodeterioration of photographs. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 64, 139-145.
- BORREGO, S., PERDOMO, I., GUIAMET, P. & SARAIVIA, S. G. D. 2010b. Estudio de la concentración microbiana en el aire de depositos del Archivo Nacional de Cuba. . *AUGNDOMUS*, 1, 118-137.
- BORRELL, A., CUETO, A. E., CASTILLO, D. & MAZORRA, Y. 2004. Lineamientos para la conservación de documentos en la Biblioteca Médica Nacional de Cuba. Ciudad de la Habana: CITMA.
- BORROR, D. J., DELONG, D. M. & TRIPLEHORN, C. A. 1976. *An Introduction to the Study of Insect*.
- CALVO, M. A., ADELANTADO, C. & CORCHERA, E. 2005. Principales características de los hongos causantes de alteraciones en materiales celulósicos. *Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico.*, 53.
- CAPITELLI, F. & SORLINI, C. 2010. *Degradación Microbiana de Documentos*, Washington, DC.
- CHILD, M. 1999. *Preservation assessment and Planning.*, Washintong D.C. EE.UU Northeast Document Conservation Center.
- CIFERRI, O. 1999. Microbial degradation of paintings. *Applied and Environmental Microbiology.*, 879-885. .
- CLAVAIN, T. 2002. La Conservación del Libro Antiguo. *Documentos de trabajo U.C.M.* Biblioteca Histórica.
- CMPC. 2005. Composición química del papel y clasificación de la celulosa. . Santiago de Chile. Chile: Industria chilena del papel.
- CONSERVAPLAN 1998a. Documentos para conservar. *Catalogo de Conservación del papel de American Institute Conservation. Biblioteca Nacional de Venezuela.* . Caracas.Venezuela: Instituto Autónomo Biblioteca Nacional.
- CONSERVAPLAN 1998b. Catalogo de conservación de papel del American Institute of Conservation. Caracas, Venezuela.
- CYTED 2002a. *Jornadas sobre prevención y protección del patrimonio cultural iberoamericano de los efectos del Biodeterioro Ambiental.*, Argentina, Editorial H. A. Videla.

- CYTED 2002b. *Prevención y protección del patrimonio cultural iberoamericano de los efectos del Biodeterioro Ambiental.* , Argentina, Editorial H. A. Videla.
- DE ROBERTIS, E. D. P. 1996. *Biología celular y molecular.*
- DEACON, J. 1988. *Introducción a la micología moderna.* , México D. F. Mexico, Editorial Limusa. .
- EDIMBURGH, R. B. G. O. 1969. *Colour Identifications chart* [Online]. Edimburgh: Royal Botanic Garden. Available: www.rbge.org.uk/ [Accessed 26.febrero 2011].
- ELLIS, M. B. 1971. *Dematiaceous Hyphomycetes*, Kew.
- FLORES, C. & RUSSI, A. 2000. *Evaluación de agentes antimicrobianos sobre organismos aislados a partir de documentos de carácter histórico.* . Tesis de Pregrado. , Universidad Pontificia Javeriana. .
- GALLO, F. 1992. *Il biodeterioramento di libri e documenti.* , Italia, Centro di Studi per la conservazione della carta. .
- GILMAN, J. C. 1963. *Manual de los Hongos del Suelo* Mexico DF.
- GIRALDO-CASTRILLÓN, M., TORRES-GONZALEZ, C. & DIAZ-ORTIZ, J. E. 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.
- GÓMEZ, A., OCA, L. M. D. & DORTA, M. (2000) Conceptos que cambian nuevos retos: utilización de gases inertes, una opción ventajosa para la desinsectación de documentos. *Ciencias de la información*, 31 49-53.
- GUERRERO, H. 1997. La humedad como factor de deterioro. . *Revista Contacto*, 6, 11-14.
- HERRÁEZ, J. A. & BUCES, J. A. 2004. El Almacén de bienes culturales. *Prevención del biodeterioro en Archivos y bibliotecas.* Instituto del Patrimonio Histórico Español.
- HIDALGO, C. Y. & BORREGO, S. 2006. Aislamiento y caracterización de hongos en la Biblioteca Nacional "José Martí". *Revista Biblioteca.*
- KLENNIH, S. 2011. Toward cellulose in collections: XIX century. *AMBLIN*, 7, 6-23.
- L.HAWKSWORTH, D., KIRK, P. M., SUTTON, B. C., PEGLER, D., AINSWORTH, N. & BISBY 1995. *Dictionary of Fungi*, Wallingford, CAB INTERNATIONAL.
- LIN, W. H. & LI, C. S. 2000. Associations of of fungal aerosols, air pollutants and meteorological factors. . *Aerosol Science and tecnologia*, 32, 59-68.

- MASSY, V. 2000. *Estudio y evaluación de tintas aplicadas y la conservación del papel*. . Tesis, Universidad Externado de Colombia.
- MAYNOR, C. 1998. *Catalogo de Conservación del Papel del American Institute Conservation*. Caracas. Venezuela.
- MEDINA, L., TUOZZO, A., HERRERA, J., PEROZO, Y. & GONZALEZ, L. 1999. Estudios de hongos en bibliotecas de la Universidad de Carabobo-Valencia. *Boletín del Consejo de Desarrollo Científico Valencia-Venezuela*, 3.
- MESA, C. & VEGA, O. 2005. *Bibliotecología*, La Habana, Cuba, ENPES.
- MICHALSKY, S. 2009. *Agentes de deterioro CCI.*, Canadá, ICCROM.
- MOSQUERA, C. S. 2000. *El reciclaje del papel, celulosa y Trichoderma reesei*. . Thesis, Universidad de Cauca.
- NASIR, H. & NODA, H. (2003) Yeast-like symbiotes as a sterol source in anobiid beetles (Coleoptera, Anobiidae): possible metabolic pathways from fungal sterols to 7-dehydrocholesterol". *Arch Insect Biochem Physiol*, 52, 175-82.
- NAYAK, M. K. & GJ.DAGLISH (2006) Potential of imidacloprid to control four species of psocids (Psocoptera: Liposcelididae) infesting stored grain. *Pest Management Science*, 62, 646-650.
- NELSON, D. L. & COX, M. M. 2005. *Principles of Biochemistry*.
- NICHOLSON, C. 1993. What exhibits can do to your collection. *Restaurator*, 13 103.}
- NODA, H. & KODAMA, K. (1996) Phylogenetic position of yeastlike endosymbionts of anobiid beetles. *Appl Environ Microbiol*, 62, 162-167.
- 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*. Rosario
- 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. .
- PALMA, M. A. 2005. Algunas ideas para extender la vida de los materiales bibliográficos de las bibliotecas. Santiago de Chile: Biblioteca Nacional de Chile

- PEÑA, G. & ZAMBRANO, S. 2003. *Evaluación de tratamientos de desinfección aplicados mediante procesos de nebulización y aspersión sobre soportes de papel afectados por hongos*. Tesis Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Javeriana.
- POZO, R. P. 2001. Glosario Técnico de la Industria Gráfica. *In*: CPG, E. (ed.). Barcelona.
- RAUTELA, G. S. & COWLINGS, E. B. 1986. Simple culture test for 19. Relative cellulolytic activity of fungi. *Appl. Microbiol*, 14, 892-898,.
- REILLY, NISHIMURA & ZINN. 1995. New tools for Preservation-Assessing long term environmental effects on Library and Archives collection. . *The Commission on Preservation and Access*. Washington, D. C. .
- ROJAS, I. 2010. *Diversidad Fúngica en Ambientes de áreas urbanas de Ciudad de la Habana y sus potencialidades en el biodeterioro*. . Doctor en Ciencias, Universidad de La Habana.
- SERRANO, R. A. 2004. Biodeterioro en soportes proteínicos y celulósicos. . *Jornadas monográficas prevención del biodeterioro en archivos y bibliotecas*.: Instituto del Patrimonio Histórico Español.
- SMITH, A. D. 2000. *Oxford dictionary of biochemistry and molecular biology*., Managing editor.
- SMITH, G. 1980. *Ecology and Field Biology*, New York, , Harper &Row.
- SOMEILLAN, 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.
- STERFLINGER, K. 2010. Fungi: Their role in deterioration of cultural heritage. *Fungal Biology Reviews*, 24, 47-55.
- STRANG, T. & KIGAWA, R. 2009. *Agentes de Deterioro CCI*, Canadá, ICCROM.
- SUÁREZ DEL PORTAL, A. 2006. Valoración de la Colección Coronado de la UCLV. La Habana: Oficina del Historiador de la Ciudad de la Habana.
- TORRES, L. 1990. Química y deterioro del papel. Breve revisión para restauradores. . *Revista KHURANA*, 1, 15-20.
- TREMAIN, D. 2009. *Agentes de deterioro CCI*, Canadá, ICCROM.
- UNESCO 1988. Estudio del Programa de lucha integrada contra plagas en los archivos y bibliotecas. Paris.

- VAILLANT, M. & VALENTÍN, N. (1996) *Principios básicos de la conservación documental y causas de su deterioro*, Instituto del Patrimonio Histórico Español.
- VAILLANT, M., DOMÉNECH, M. & VALENTÍN, N. (2004) Una mirada hacia la conservación preventiva del patrimonio cultural. Valencia, Una mirada hacia la conservación preventiva del patrimonio cultural.
- VALENTÍN, N. 2003. Análisis del biodeterioro. Infestaciones y su erradicación. Unidad del Biodeterioro del IPHE.
- VALENTÍN, N. J. 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.
- VARGAS, H. 2004. Patógenos emergentes en micosis cutáneas y sistémicas. *Dermatología Venezolana*, Vol. 42, 4 -18.
- VELÁSQUEZ, A. 2007. Procesos productivos del papel. Universidad Americana. .
- VERGARA, J. 2002. *Conservación y restauración de material cultural en archivos y bibliotecas*.
- VILLALBA, L. S., MIKÁN, J. F. & SÁNCHEZ, J. 2004. Actividades hidrolíticas y caracterización isoenzimática de poblaciones microbianas aisladas del patrimonio documental del Archivo General de Colombia. *NOVA-PUBLICACION CIENTIFICA*, 2, 50-58.
- VOET, D. & VOET, J. G. 2004. *Biochemistry*.
- YANG, C. S. & HEINSOHN, P. A. 2007. *Sampling and Analysis of Indoor Microorganisms*, New York, Wiley-Interscience.
- YANTÁ, N. A. I. & REYES, D. n.d. Agentes de deterioro que afectan parte de los documentos del Archivo Histórico Provincial de Las Tunas y Medidas de Control.: Archivo Histórico Provincial de Las Tunas.
- YELA, J. L. (1997) Insectos causantes de daños al patrimonio histórico y cultural: caracterización, tipos de daño y métodos de lucha (Arthropoda: Insecta). *Boletín S.E.A*, 20.
- ZAR, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*, Illinois, Northern Illinois University.

- ZOTTI, M., FERRONI, A. & CALVINI, P. 2008. Microfungal biodeterioration of historic paper: preliminary FTIR and microbiological analyses. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 62, 186-194.

Anexo 1. Lista de ejemplares inspeccionados con muestras de daño por hongos e insectos.

A continuación se relacionan datos bibliográficos de los ejemplares dañados y la clasificación del daño.

- Ejemplares de documentos inspeccionados con intensidad de daños por hongos baja:
 1. Descripción e historia del Paraguay y del Rio de la Plata. Félix D. Azara. Imprenta de Sanchiz. 1847
 2. Actas Capitulares de Santiago del Estero tomo II 1748-1766. Guillermo Kraft. Buenos Aires.1942.
 3. Las dos banderas, 1870. Apuntes Históricos sobre la insurrección de Cuba. José Ramón Betancourt. Establecimiento Tipográfico Liberal. Savilla 1870.
 4. Felipe II, Madrid, 1879. D. Valentín Gómez. Imprenta de D.A. Pérez Dubrull. Madrid. 1870.
 5. Autos sacramentales II. Calderón de La Barca. Ediciones de "La Lectura". 1927.
 6. Obras poéticas. Don José de Espronceda. Casa Editorial Garnier Hermanos. Paris.
 7. Historia crítica de la literatura española. Don José Amador de los Ríos. Imprenta de José Rodríguez. Madrid. 1864.
 8. La civilización. Habana. Imprenta del correo de la tarde. 1857.
 9. Memorias de la sociedad patriótica, 1841. Oficina del Gobierno y Capitanía General. La Habana. 1841.
 10. Amor campestre. Lorenzo Trujillo y Marín. Habana 1890.
 11. Diccionario General Etimológico de la Lengua Española. Tomo III. Establecimiento Tipográfico Álvarez y Hnos. Madrid 1881.
 12. Diccionario D'Argot. Francisque-Michel. Librairie des Firmin Didót Fevres Fils et Cie. Paris 1856.
 13. Diccionario Español - Ingles. Velásquez (Sin Portada)
 14. Diccionario enciclopédico Hispano-Americano. Montaner y Simón. Barcelona 1894.
- Ejemplares de documentos inspeccionados con intensidad de daños por hongos alta:
 1. All The Facts You Want To Know About Cuba. P. R. de Irizar y Abdon Tremols. 1928.
 2. Tampa impresiones del emigrado. Wen Galves. Ibor City. Tampa. Establecimiento Tipográfico "Cuba". 1897.
 3. Guide to European Travel. Raymond-Witcomb. Raymond-Whitcomb y Cia.
 4. Nociones de Geografía General. Juan Vilaró. La Propaganda Literaria. 1880.

- Ejemplares de documentos inspeccionados con intensidad de daño por insectos baja:
1. Cartas al Rey acerca de la isla de Cuba. Vicente Blás y Cortés. Habana, 1871.
 2. José de los cubanos. Francisco Riverón Hernández. Habana, 1960.
 3. Cuba y América. Revista semanal. (abril-sep. y oct- dic) (1906).
 4. Diccionario geográfico estadístico histórico de la isla de Cuba. Jacobo de la Pezuela. Madrid, 1863.
 5. Histoire des nations civilisées du Mexique et de L'Amérique-Centrale durant les siècles antérieurs a Christophe Colomb. M. L'Abbé Brasseur de Bourbourg. Paris, 1858.
 6. La Tierra. Geografía General. P. Camena D'Almeida. Traducción de la 4ta edición francesa por A. Blázquez y Delgado-Aguilera. Barcelona, 1918.
 7. Trabajos Académicos del Doctor D. Ramón Zambrana. Habana, Ramón Zambrana. 1865.
 8. Obras poéticas de Don José de Espronceda precedidas de la biografía del autor. Don José Espronceda. 1923.
 9. Tratado completo teórico-práctico del vómito o fiebre amarilla. D. Antonio Pons y Codinach, Habana, 1868.
 10. A Jesús Nazareno de Arroyo Arenas. Mons. Bougaud. Barcelona, 1916.
 11. República de Cuba. Cámara de Representantes. Memoria de los trabajos realizados durante las ocho legislaturas de los dos periodos congresacionales transcurridos del cinco de mayo de 1902 al dos de abril de 1906. Habana, 1906.
 12. Comunicaciones Oficiales al Gobierno de la República. Manuscrito.
 13. Proclamas de la Guerra. Autores Varios. Cuba. 1896.
 14. Mapa de gran formato. Plan general de la Ciudad de Mexico, levantado por el Teniente Coronel Don Diego García Condes en el año de 1793 y Gravado en miniatura en Londres por Eduardo Mogg, en el año 1881.
 15. La fiebre amarilla en los cubanos. Dr. T. I. Coronado. Habana, 1897.
 16. Colección de documentos inéditos relativos al descubrimiento, conquista y organización de las antiguas posesiones españolas en América y Oceanía, sacados de los Archivos del Reino, y muy especialmente del de Indias. D. Luís Torres de Mendoza. Tomos III y IV. Madrid, 1865.
 17. Historia de América. Tomo VIII: Independencia y organización constitucional. William Spence Robertson y Pedro Calmón. Buenos Aires, Argentina. 1941.

18. Semblanzas de América. Ventura García Calderón. S. A. y S. P
19. Literatura general y española. Parte primera. Literatura general. José S. Castellanos. Madrid. España.
20. Contribución a la entomología cubana. Parte Cuarta. Ortópteros. Juan Gundlach.
21. Derecho Diplomático en sus aplicaciones especiales a las Repúblicas Sud-americanas, seguido de un apéndice conteniendo las principales Leyes, Decretos y Reglamentos de las Repúblicas de Argentina, de Chile, del Ecuador, Perú y Estados Unidos de Colombia. L. E: Albertini. París, 1866
22. Boletín del Archivo Nacional. Año XVII. Marzo-Junio. Habana, 1918.
23. Antigüedades de Las Indias. Notas (Manuscrito). Fray Román.
24. Fortuna. Noticia biográfica crítica. José Yxart. Barcelona, 1881.
25. Historia de la literatura española. Madrid.

- Ejemplares de documentos inspeccionados con daños por insectos de intensidad media:
 1. Descripción e Historia del Paraguay y del Río La Plata. Agustín de Azara. Tomo II. Madrid, 1847.
 2. Autos sacramentales. Calderón de la Barca. La Habana, 1927.
 3. Juguete cómico bufo en un Acto y en prosa original de Francisco Fernández. Políticos de Guinea o El Restaurant de las moscas. Cuba, 1890.
 4. Continente americano. Periódico cubano (nov 1896 y agosto 1898).
 5. Historia de la Patagonia, tierra de fuego, e Islas Malvinas. Federico Lacroix. Traducida al castellano. Barcelona, 1841.
 6. Vida de Lope de Vega (1562-1635). Hugo A. Rennert y Américo Castro, Madrid, 1919.
 7. Manual de La Salud para 1850, ó Medicina y Farmacia Domésticas. F.V. Raspail. Barcelona, 1850.
 8. Litografías de la Real Sociedad patriótica, de Federico Mialhe:
 - La llanura de Güines tomada de la loma de Candela, 1839.
 - Vista de La Chorrera cerca de La Habana, 1839.
 - Vista de La Catedral de La Habana, 1839.
 9. Primer Diccionario General Etimológico de la Lengua Española. Tomo tercero. D. Roque Bárcia. Madrid, 1881.

10. Academia Nacional de la Historia. Actas capitulares de Santiago del Estero. Tomo II. (1748-1766). Guillermo Kraft Ltda. Buenos Aires, 1942.
11. Propositiones de Medicina extendidas por el Dr. D. Austin Encinoso de Abreu, para se examinado el Br. D. Antonio Escoto, Habana, 1823.
12. Vidas mexicanas: Doña Marina. La dama de la conquista. F. Gómez de Orozco. México, 1942.
13. Lecciones de Literatura General y Española. D. Francisco Sánchez de Castro. Madrid, 1890.
14. Revista de La Habana. Periódico General. Tomo Quinto: 1856. Habana, 1856.
15. Revista de La Habana. Segunda Serie. Tomo I: 1856. Habana, 1856.
16. Colección de documentos inéditos relativos al descubrimiento, conquista y organización de las antiguas posesiones de ultramar. Segunda serie. Publicada por la Real Academia de la Historia. Tomo número 9. II. De los documentos legislativos. Madrid, 1895.
17. Desde aquella noche. Francisco Raul Cabrera. México, 1940.
18. Las razas humanas. Federico Ratzel. Barcelona, 1888.
19. Decretos de las Cortes Generales y Extraordinarias. Anexos a la Constitución Política de la Monarquía y publicados en el Diario del Gobierno por orden del mismo. Habana, 1823.
- Ejemplares de documentos inspeccionados con daño por insectos de intensidad alta:
 1. Tratado de Zootecnia, Zoología y Zootecnia especiales. André Sansón. Madrid, 1890.
 2. Vida de Jesús. Ernesto Renan. Traducida de la edición francesa. Edición con notas. Madrid, 1870.
 3. Catálogo especial oficial de Cuba. Exposición Universal de 1900 a Paris.
 4. Historia política de los establecimientos ultramarinos de las naciones europeas. Eduardo Malo de Luque. Madrid, 1785.
 5. Anales dramáticos del crimen. Causas célebres españolas y extranjeras extractadas de los originales y traducidas, bajo la dirección de D. José Vicente y Caravantes. Tomo V. Madrid, 1861.
 6. Atlas Escolar ó Colección de Cartas de Estudio. Eduardo Moreno López. Barcelona, 1907.
 7. Segunda parte Del Teatro de los Dioses de la Gentilidad. Padre Fray Baltasar de Vitoria, predicador de San Francisco de Salamanca. Madrid, Imprenta Real, 1657.

8. Obras en prosa y verso del cura de Fruime D. Diego Antonio Cernadas y Castro, natural de Santiago de Galicia. Tomo III, 1779.
9. Agents Diplomatiques et Consulaires. George Bousquet. Paris, 1883.
10. Tratado de Geodesia. Co. A. R. Clarke. Obra traducida del inglés y anotada por D. Eduardo León y Ortiz. Madrid, 1895.
11. Historia del célebre castellano Rodrigo Díaz, llamado vulgarmente El Cid Campeador. P. Mro, Fr. Manuel Risco. Madrid, 1792.
12. Viaje al estrecho de Magallanes, Pedro Sarmiento de Gamboa, Madrid, 1768.
13. De dril internacional de l'Europe. A.G. Heffter. Berlín, 1883.
14. Revista de La Habana. Segunda Serie. Tomo I. Octubre, Noviembre y Diciembre. R.M. de Mendive y J. de J. Q. García. Habana, 1856.
15. Satisfacción del Coronel D. Baltasar Ricaud de Tirgale, Ingeniero que fue Jefe de la Plaza de la Habana, a los Cargos que le hace, y de que le acusa el señor Fiscal de la Junta creada por su Majestad para la instruccion del Proceso sobre rendición de aquella Plaza, y sus resultas. Madrid, 1764.

Anexo 2. Descripción de las características culturales de las cepas encontradas y descripción las características morfológicas de los géneros a los que pertenecen.

Penicillium

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

División: Eumycota

Subdivisión: Deuteromycotina

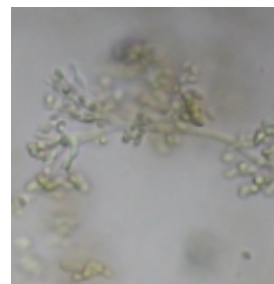
Clase: Hyphomycetes

Orden: Moniliales

Familia: Moniliacea

Género: Penicillium

D 4.4.1 c II Penicillium, crecimiento rápido y abundante. Coloración uniforme 52 en el haz y 52 en el envés. Textura flocosa y suelta.



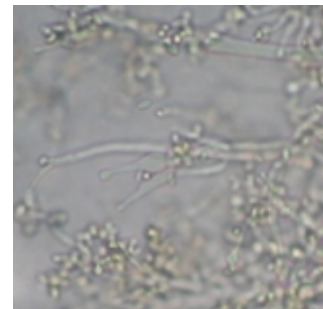
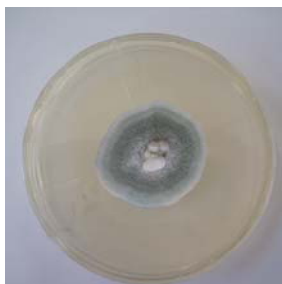
2.1.2 Penicillium crecimiento moderado y abundante. Coloración zonal, de color 62, presentando además un borde de aproximadamente 0.8 cm de grosor y micelio que recubre la colonia superficialmente de color 84, el envés resultó uniforme de color 53. La textura superficial fue suelta y aterciopelada.



3.3.1 *Penicillium* crecimiento moderado. Coloración zonal mostrando un margen de color 55 y surcos de colores 48 y 62 el envés de color zonal, matriz con tonalidad 55 y círculos concéntricos color 27. Textura superficial suelta y aterciopelada.



5.1.1 *Penicillium* crecimiento moderado. Color zonal en círculos concéntricos, borde de color 2, presentándose el centro de este mismo color y una zona intermedia cuyos colores desde el centro son 62 y 63, el envés posee color uniforme 55. Textura costrosa al centro y vellosa al borde.



Curvularia

Micelio ramificado septado, subhialino o café; conidioforos cafés, filamentos simples y septados, conidios apicales, dispuestos en verticilo o en espirales, de color olivo o café, elipsoidales o cilíndricos, curvados o encorvados, raras veces rectos con tres o cuatro septos y una de las células centrales notoriamente más grande as oscura que las células terminales; germinación bipolar.

División: Eumycota

Subdivisión: Deuteromycotina

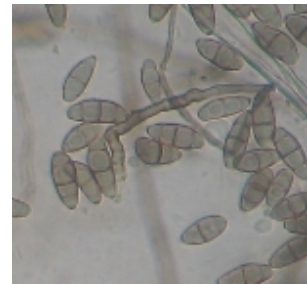
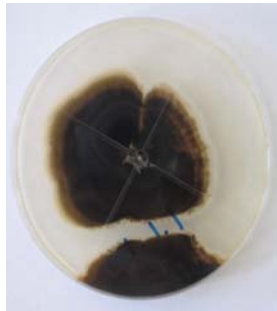
Clase: Hyphomycetes

Orden: Moniliales

Familia: Dematiaceae

Género: *Curvularia*

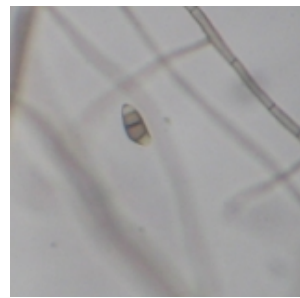
1.1.1 *Curvularia*, presenta crecimiento abundante, coloración en mosaico, 78 y 27, el envés de color 73 uniforme y textura superficial suelta y filamentosa.



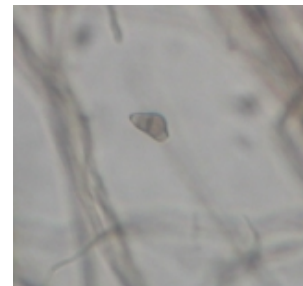
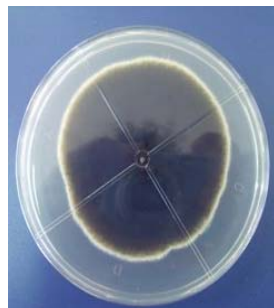
1.2.2 *Curvularia*, presenta crecimiento abundante, coloración zonal en círculos concéntricos, haz de colores 84 y 68 alternados y envés con borde color 9 y centro color 16 y textura superficial suelta y filamentosa.



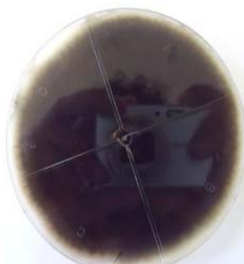
1.2.3 *Curvularia* crecimiento rápido y abundante. Coloración zonal con surcos radiales y círculos concéntricos, siendo los surcos de color 63 y los círculos alternando entre los colores 59 y 61 en el haz, mientras que en el envés solo se observan los círculos concéntricos, alternando entre los colores 83 y 80. La textura superficial es suelta y filamentosa.



2.1.1 *Curvularia* crecimiento rápido y abundante. Coloración zonal, el haz en anillos concéntricos, alternándose los colores 62 y 63, presentó borde fino de color 84; el envés presentó coloración uniforme, de color 26. La textura superficial es suelta y filamentosa.



3.1.3 *Curvularia* crecimiento rápido y abundante. Coloración zonal en círculos concéntricos, De colores 82 y 63 el haz y borde de color 1 y centro color 68. La textura superficial fue suelta y levantada hacia el centro de la colonia y aterciopelada hacia el borde.



Cladosporium

Hifas rastreras, septadas, sobre la superficie o dentro del sustrato. Conidioforos mas o menos rectos, ramificados, vellosos, con frecuencia formando césped. Conidios globosos y ovaes, al principio unicelulares, después con un septo común, primero terminales y más tarde laterales.

División: Eumycota

Subdivisión: Deuteromycotina

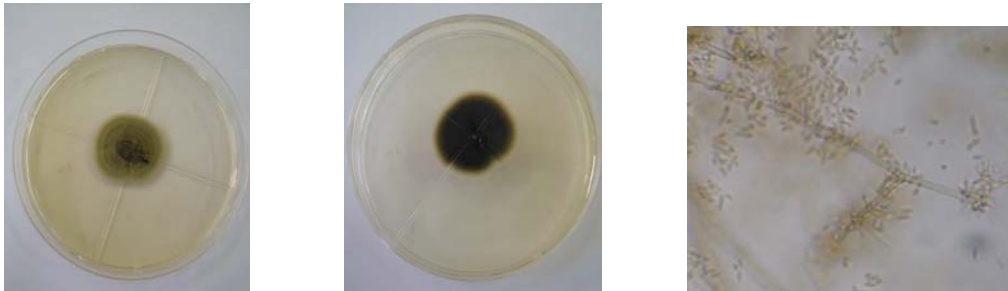
Clase: Hyphomycetes

Orden: Moniliales

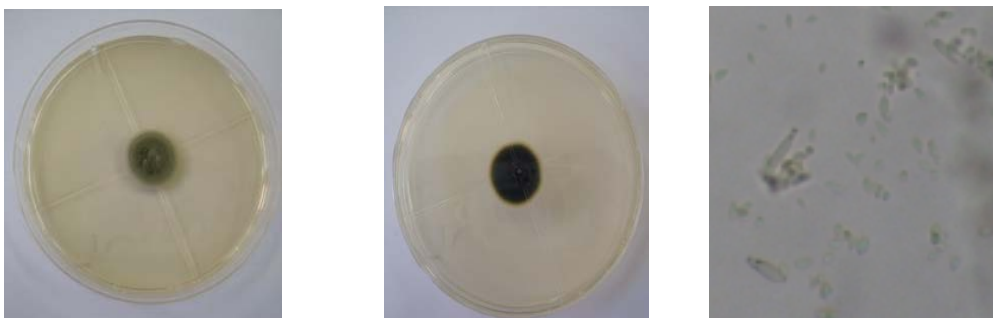
Familia: Dematiaceae

Género: Cladosporium

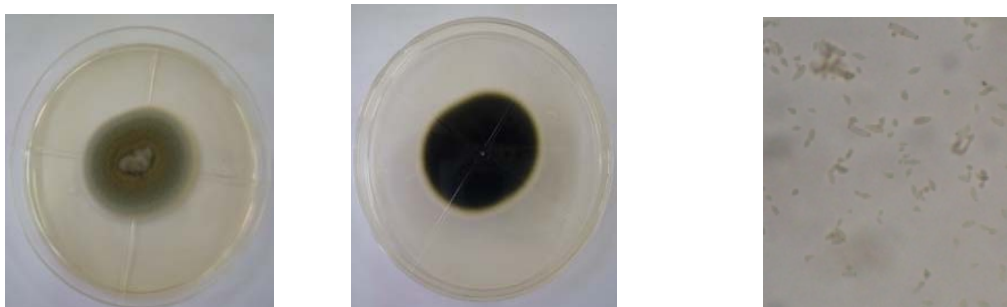
1.1.3 Cladosporium, presenta crecimiento moderado y discreto. Coloración uniforme en el haz, de color 9 y el envés zonal, en círculos concéntricos de los colores 49; 9; 1 y textura superficial suelta y vellosa.



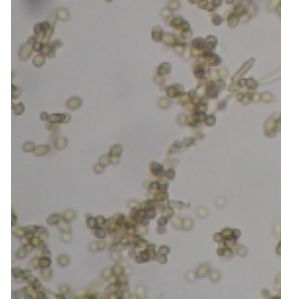
2.2.3 Cladosporium crecimiento lento y discreto. Coloración uniforme tanto en el haz como en el envés, siendo el primero de color 64 y el segundo de color 73. Textura superficial es suelta aterciopelada y ligeramente levantada.



3.1.2 Cladosporium crecimiento moderado y discreto. Coloración zonal en círculos concéntricos Cuyos colores son 64 y 65, presentando un borde de color 78 por el haz, en el envés no se observó el borde, y los colores de los círculos fueron 26 y 78. La textura superficial fue aterciopelada y suelta.



5.1.3 *Cladosporium* crecimiento lento y discreto. Coloración uniforme en el haz color 62, en el envés coloración zonal, de colores 21 hacia el centro y 60 hacia el borde. Textura suelta y vellosa.



Fusarium

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

División: Eumycota

Subdivisión: Deuteromycotina

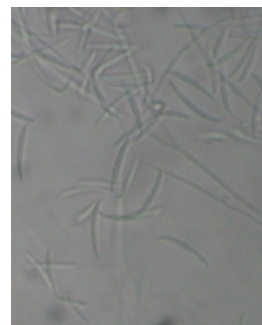
Clase: Hyphomycetes

Orden: Moniliales

Familia: Tuberculariaceae

Género: *Fusarium*

4.1.2 *Fusarium* crecimiento moderado y abundante. Coloración uniforme 45 en el haz y 48 en el envés. Textura superficial Suelta, flocosa y ligeramente levantada.



4.1.3 *Fusarium* crecimiento rápido y abundante. Coloración uniforme 45 en el haz y 48 en el envés. Textura enmarañada.



Aspergillus

Micelio vegetativo compuesto de hifas septadas, ramificadas, incoloras. Estructura conidial desarrolladas como pedicelos y cabezuelas de origen en células hifales especializadas (células del pie), de paredes gruesas las cuales producen conidioforos como ramas aproximadamente perpendiculares al eje longitudinal de la célula del pie. Conidioforos simples o septados, comúnmente alargándose hacia el ápice y ensanchándose en vesículas elípticas, semiesféricas o globosas fértiles las cuales producen fialides paralelas o recelosas en grupos terminales o irradiando de toda la superficie. Fialides en una sola serie, o como una serie primaria cada una produciendo un racimo de dos o varias fialides secundarias en el ápice.

División: Eumycota

Subdivisión: Deuteromycotina

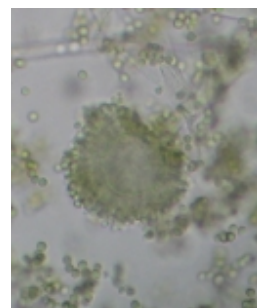
Clase: Hyphomycetes

Orden: Moniliales

Familia: Moniliaceae

Género: Aspergillus

1.2.1 Aspergillus presenta crecimiento lento y abundante. Coloración uniforme del haz cuyo color es el 64, he igual característica en el envés presentando el color 52. La textura superficial es suelta y flocosa.



Nisgrospora

Hifas rastreras, al principio hialinas, con el tiempo oscuras, las ultimas ramitas son las que producen conidioforos en forma de botellas en posición terminal. Conidios solitarios, subglobosos, lisos. (Gilman, 1963).

División: Eumycota

Subdivisión: Deuteromycotina

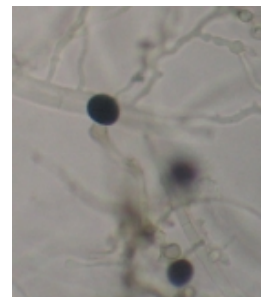
Clase: Hyphomycetes

Orden: Moniliales

Familia: Dematiaceae

Género: Nigrospora

4.1.1 Nigrospora crecimiento rápido y abundante. Coloración uniforme 2 en el haz y 49 en el envés. Textura suelta y flocosa.

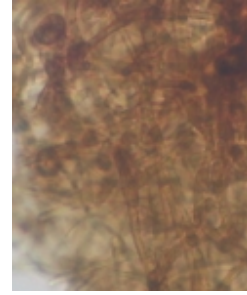


Otras cepas no identificadas.

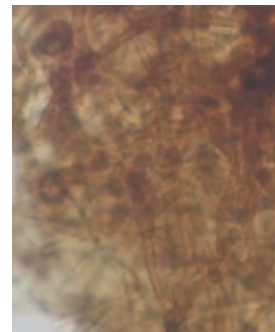
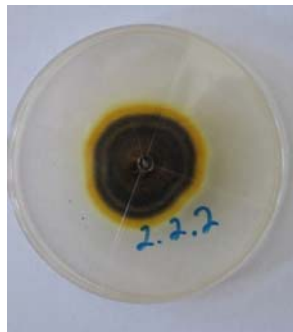
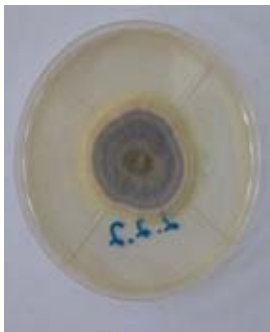
D 4.4.1 c I Crecimiento moderado y abundante. Coloración zonal en anillos concéntricos cuyos colores son 28, 2 y 5 en el haz y 59, 50 y 55 en el envés comenzando desde el centro.



D 4.4.1 c III Crecimiento moderado y abundante. Coloración zonal, 52 hacia el centro de la colonia por el haz y 55 hacia el borde de la misma, en el envés posee la misma característica, con los colores 83 para el centro y 5 hacia el borde. La textura es suelta y vellosa.

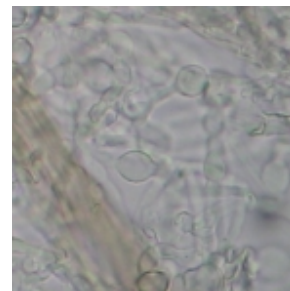


2.2.2 Crecimiento moderado. Coloración zonal con anillos concéntricos de color 1 y 2 el envés con círculos concéntricos de colores 4, 5, 6 y 12. Textura superficial compacta y aterciopelada.

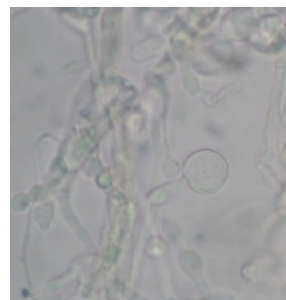
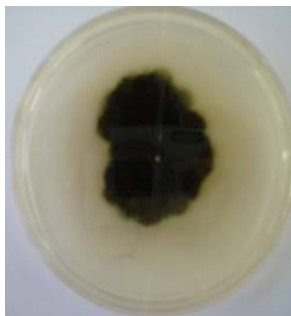
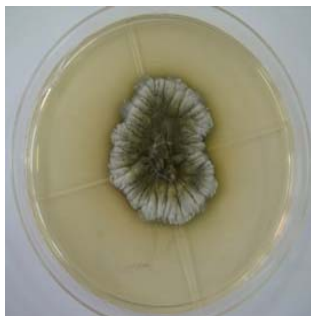


2.3.1 Crecimiento moderado y abundante. La coloración del haz es uniforme así como la del envés, siendo estos 78 y 4 respectivamente. La textura superficial es suelta y vellosa.

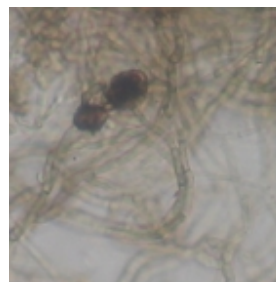
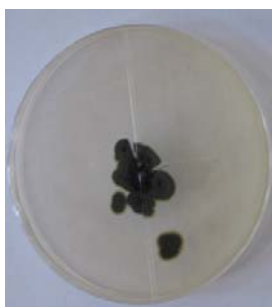
2.3.3 Crecimiento moderado y abundante. La coloración es zonal siendo de color 4 el centro de la colonia y de color 33 el borde de la misma, por el haz, el envés es uniforme de color 48.



3.2.1 Crecimiento moderado y discreto. Coloración zonal con un margen de aproximadamente 0.5 cm de color 1 el patrón de coloración es 62 hacia el centro y 78 hacia los bordes en el haz, en el envés es uniforme de color 73. La textura superficial es compacta coriácea y arrugada.



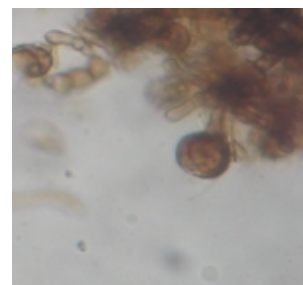
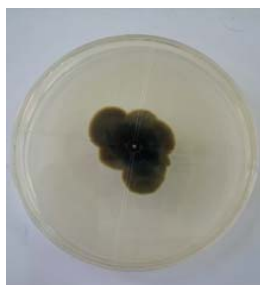
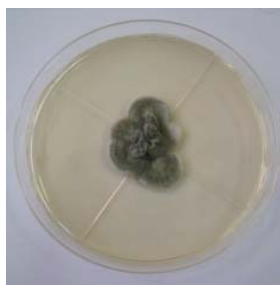
3.3.2 Crecimiento lento. Coloración en mosaico, formando grumos de colores 1 y 27 en el haz, en el envés color 73 uniforme. Textura aterciopelada.



4.2.1 Crecimiento moderado. Coloración zonal 32 al centro y 84 al borde en el haz y 32 en el centro y 84 en los bordes del envés. La textura superficial es suelta y zonal floccosa el centro y aterciopelada en el borde.



5.2.1 Crecimiento moderado y discreto. Coloración en mosaico en el haz y zonal en el envés de colores 65 y 1 en el haz y 26, 27 y 9 en el envés. Textura suelta y vellosa.



Anexo 3. Valores de humedad relativa y temperatura del local de la colección “Coronado”.

24/06/2010	Hora	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00
	Temp							
25/06/2010	HR							
	Temp	30	30	30	30	30	30	30
26/06/2010	HR	56	56	56	57	58	57	58
	Temp	29.5	29.5	29.5	29.5	29.5	29.5	29.5
27/06/2010	HR	59	58	59	59	59	59	58
	Temp	28	27.5	27.5	27.5	28	28	28.5
28/06/2010	HR	60	61	60	61	60	61	62
	Temp	29	29	29	29.5	29.5	29.5	30
29/06/2010	HR	60	60	60	60	60	61	61
	Temp	31	31	31	31	31	31	30
30/06/2010	HR	53	54	54	55	55	55	49
	Temp	30	30	30	30	30	30	30
01/07/2010	HR	56	57	57	57	57	50	50
	Temp	29	29	29	29	29	29	29
02/07/2010	HR	60	59	59	53	52	51	50
	Temp	31	31	31	31	31	31	31
03/07/2010	HR	60	60	59	59	58	52	50
	Temp	30	30	30	30	31	31	31
04/07/2010	HR	57	57	57	57	57	57	49
	Temp	30	30	30	31	31	30	30
05/07/2010	HR	53	53	53	50	52	52	52
	Temp							
06/07/2010	HR							
	Temp	26	26	26	26	26	26	26
07/07/2010	HR	53	55	55	55	56	56	56
	Temp	28	28	27	27	27	27	27
08/07/2010	HR	55	56	55	56	45	43	42
	Temp	28	28	28	28	28	28	28
09/07/2010	HR	53	53	53	53	52	44	43
	Temp	27	27	27	27	27	27	27
10/07/2010	HR	48	48	43	45	43	45	50
	Temp	25	25	25	25	25	26	27
11/07/2010	HR	55	55	55	55	55	55	54
	Temp	28	29	29	29	29	29	29
12/07/2010	HR	53	52	50	50	50	49	50
	Temp							
13/07/2010	HR							
	Temp	26	26	26	26	26	26	26
14/07/2010	HR	51	52	52	53	53	53	53
	Temp	25	25	25	25	25	24	24
15/07/2010	HR	54	55	55	56	56	57	45
	Temp	27	27	27	27	27	27	27
16/07/2010	HR	55	55	55	55	55	50	48
	Temp	25	25	25	25	25	25	25

24/06/2010	Hora	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00
	Temp							
25/06/2010	HR							
	Temp	30	28	26	25.5	25	25	25
26/06/2010	HR	59	58	51	52	53	52	57
	Temp	26.5	26	25	25	25	24	23.5
27/06/2010	HR	55	54	53	55	55	56	48
	Temp	28.5	29	29.5	30	29.5	29.5	29.5
28/06/2010	HR	61	60.5	60.5	59.5	58	59.5	60
	Temp	30	30	31	32	36	32	30
29/06/2010	HR	60	59	58	57	57	48	53
	Temp	27	30	30	31	31	30	27
30/06/2010	HR	49	52	55	58	56	55	52
	Temp	26	26	25	25	24	24	24
01/07/2010	HR	50	50	50	50	48	51	52
	Temp	29	27	25	25	25	25	25
02/07/2010	HR	50	50	49	55	55	44	53
	Temp	31	30	27	26	26	28	29
03/07/2010	HR	49	49	47	49	50	52	55
	Temp	32	32	31	30	30	30	30
04/07/2010	HR	50	49	51	49	50	50	50
	Temp	30	31	31	32	32	32	31
05/07/2010	HR	52	52	52	53	53	53	53
	Temp			24	24	23	23	23
06/07/2010	HR			47	46	45	45	45
	Temp	26	25	24	23	23	23	25
07/07/2010	HR	56	49	54	48	47	46	46
	Temp	25	24	24	23	23	27	28
08/07/2010	HR	42	42	44	41	45	46	48
	Temp	25	25	24	24	23	25	26
09/07/2010	HR	43	43	44	41	45	48	48
	Temp	25	24	23	22	21	21	23
10/07/2010	HR	48	46	49	49	51	51	53
	Temp	27	28	28	28	29	33	28
11/07/2010	HR	53	50	47	50	51	52	52
	Temp	30	30	30	29	29	29	29
12/07/2010	HR	50	51	51	51	51	51	51
	Temp			22	22	22	22	22
13/07/2010	HR			42	42	40	40	44
	Temp	23	23	22	21	22	23	23
14/07/2010	HR	45	44	49	43	42	44	43
	Temp	23	23	23	23	23	23	25
15/07/2010	HR	45	46	45	45	46	45	50
	Temp	25	23	22	22	22	23	24
16/07/2010	HR	49	46	46	46	46	49	48
	Temp	24	23	23	23	23	25	25

24/06/2010	Hora	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00
	Temp			26	27	29	33	30.5
25/06/2010	HR			52	52	56	55	55
	Temp	25	25	28	29	33	29.5	29.5
26/06/2010	HR	55	53	56	56	50	55	56
	Temp	26.5	27	27.5	28	28	28	28
27/06/2010	HR	54	55	58	56	59	58.5	60
	Temp	29.5	29.5	29.5	29.5	29	29	29
28/06/2010	HR	59	59.5	59.5	60	60	60	60
	Temp	30	31	31	31	31	31	31
29/06/2010	HR	55	56	57	57	57	55	54
	Temp	26	28	29	30	30	30	30
30/06/2010	HR	52	49	54	53	55	59	59
	Temp	24	28	29	29	29	29	29
01/07/2010	HR	55	55	56	56	56	58	60
	Temp	25	25	27	28	30	36	31
02/07/2010	HR	55	56	56	52	52	60	60
	Temp	29	30	30	30	30	30	30
03/07/2010	HR	55	56	57	57	57	57	57
	Temp	30	29	29	30	30	30	31
04/07/2010	HR	50	50	50	50	50	50	50
	Temp	30	30	30	30	30	30	
05/07/2010	HR	53	53	53	53	54	54	
	Temp	25	26	26	26	26	26	26
06/07/2010	HR	45	44	44	47	47	48	48
	Temp	27	26	27	27	27	27	27
07/07/2010	HR	45	46	46	50	50	52	54
	Temp	29	28	28	28	29	29	28
08/07/2010	HR	51	49	52	55	54	55	54
	Temp	27	27	27	27	27	27	27
09/07/2010	HR	52	49	51	53	55	55	55
	Temp	24	25	26	25	25	25	25
10/07/2010	HR	52	54	53	55	56	57	59
	Temp	28	28	28	28	29	29	28
11/07/2010	HR	53	53	54	54	54	54	54
	Temp	28	28	28	25	25	25	25
12/07/2010	HR	51	51	51	51	51	51	51
	Temp	22	24	25	25	32	26	26
13/07/2010	HR	40	45	46	47	40	44	46
	Temp	24	25	27	25	25	25	25
14/07/2010	HR	49	47	47	44	46	50	50
	Temp	27	27	27	27	27	27	27
15/07/2010	HR	52	50	51	54	54	55	55
	Temp	25	26	29	26	26	26	26
16/07/2010	HR	44	50	52	52	53	56	54
	Temp	26	26	26	26	26	26	26

24/06/2010	Hora	22:00	23:00	00:00	min	max
	Temp	30	30	30	26	33
25/06/2010	HR	56	57	55	52	57
	Temp	29.5	29.5	29.5	25	33
26/06/2010	HR	57	57.5	57	50	59
	Temp	28	28	28	23.5	29.5
27/06/2010	HR	59.5	60	60	48	60
	Temp	29	29	29	27.5	30
28/06/2010	HR	60	60	60	58	62
	Temp	31	31	31	29	36
29/06/2010	HR	53	53	53	48	61
	Temp	30	30	30	26	31
30/06/2010	HR	57	56	56	49	59
	Temp	29	29	29	24	30
01/07/2010	HR	60	60	60	48	60
	Temp	31	31	31	25	36
02/07/2010	HR	60	60	61	44	61
	Temp	30	30	30	26	31
03/07/2010	HR	57	57	57	47	60
	Temp	31	32	32	29	32
04/07/2010	HR	50	50	53	49	57
	Temp				30	32
05/07/2010	HR				50	54
	Temp	26	26	26	23	26
06/07/2010	HR	49	50	53	44	53
	Temp	27	28	28	23	28
07/07/2010	HR	53	55	56	45	56
	Temp	28	28	28	23	29
08/07/2010	HR	55	55	54	41	56
	Temp	27	27	27	23	28
09/07/2010	HR	55	55	55	41	55
	Temp	25	25	25	21	27
10/07/2010	HR	58	56	56	43	59
	Temp	28	28	28	25	33
11/07/2010	HR	54	53	53	47	55
	Temp	25	25	25	25	30
12/07/2010	HR	51	51	51	49	53
	Temp	26	26	26	22	32
13/07/2010	HR	48	50	48	40	50
	Temp	25	25	25	21	27
14/07/2010	HR	50	54	54	42	54
	Temp	27	27	27	23	27
15/07/2010	HR	55	55	55	45	57
	Temp	26	26	26	22	29
16/07/2010	HR	55	55	55	44	56
	Temp	26	26	26	23	26