

45
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

HONGOS QUE DETERIORAN DOCUMENTOS
HISTÓRICOS DE MÉXICO DEL SIGLO XVI.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
B I O L O G A
P R E S E N T A :
GABRIELA CRUZ CHAGOYAN

MEXICO, D. F.

1993

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

C O N T E N I D O

1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCION	2
3. ANTECEDENTES	4
3.1. Historia de la fabricación del papel	4
3.2. Técnica de manufactura del papel hecho a mano	8
3.3. Investigaciones realizadas sobre el deterioro del papel	12
3.4. Marco general del deterioro de papel	13
3.5. Biodeterioro del papel	16
3.5.1. La Micobiota como agente deteriorante	16
4. MATERIALES Y METODOS	22
4.1. Aislamiento de los hongos	22
4.2. Identificación del papel y las tintas	23
4.3. Mediciones medio-ambientales en el inmueble del Archivo General de Notarías	24
4.4. Medición del contenido de humedad en los documentos	25
5. RESULTADOS	27
5.1. Hongos identificados	27
5.2. Tipo de papel y tintas	30

5.3. Mediciones medio-ambientales del inmueble del Archivo General de Notarías	31
5.4. Contenido de humedad en los documentos	33
6. CONCLUSIONES	34
7. SUGERENCIAS	36
8. CUADROS Y FIGURAS	38
9. LITERATURA CITADA	53

Este trabajo tuvo como objetivo, conocer a las especies de hongos que se encuentran deteriorando a documentos Coloniales del Siglo XVI, elaborados con papel hecho a mano, depositados en el Archivo General de Notarías.

Se tomaron muestras con daño causado aparentemente por hongos, con el objeto de aislarlos, purificarlos e identificarlos. Se determinaron 4 generos y 13 especies de la micobiota presente.

Se presentan además, las modalidades del deterioro observado en los documentos y su posible relación con variables medio-ambientales de carácter físico, químico y biológico.

Finalmente, se correlacionó todo lo anterior con las características propias del inmueble en donde se encuentra el acervo documental, determinándose la presencia de rangos favorables de temperatura, humedad relativa, contenido de humedad en los documentos, y el impacto antropocéntrico que inciden tanto en la proliferación micótica como en el deterioro fisicoquímico y mecánico del acervo.

El patrimonio documental de México consta de diversas obras que han sido manufacturadas con distintos materiales y componentes, según la época, el estilo y el autor. Dentro de éstas tenemos las que han sido elaboradas con varios tipos de papel que ofrecen, al estudioso de la biología, la posibilidad de análisis y tratamiento de los organismos y microorganismos que han atacado y causado complejos grados de alteración que en ocasiones, al provocar la destrucción casi total, llegan a ser catastróficos para los documentos que forman parte de nuestro patrimonio histórico.

En virtud de todo lo anterior y con el objeto de satisfacer, tanto los intereses biológicos, como aquellos que parten específicamente de necesidad de conservar y restaurar los documentos coloniales del siglo XVI, se realizó el presente trabajo de tesis en el Archivo General de Notarías, institución que se encarga desde 1901 de la custodia y preservación de los protocolos de la actividad notarial, que reflejan de una manera fidedigna los grandes procesos y transformaciones de nuestra sociedad a partir del siglo XVI.

Los documentos con los que se trabajó, pertenecen a la Notaría Número 1, correspondiente al período de 1527 a 1598. (Figs. 1, 2, 3)

La Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía "Manuel del Castillo Negrete" I.N.A.H, como parte

de sus objetivos de investigación, promovió este proyecto, con el fin de conocer tanto la influencia de diversas especies de fúngicas en el deterioro del papel, así como también analizar y cuantificar los grados de alteración para, finalmente, poder establecer e indicar una serie de medidas de control que operen dentro de un marco preventivo o curativo, según sea el caso a tratar.

3.1. HISTORIA DE LA FABRICACION DEL PAPEL .

Durante la historia del hombre, este ha tenido la necesidad de comunicarse y dejar testimonio de su existencia, es por ello que en un principio, por medio de la representación gráfica, plasma en simples rocas, sus concepciones religiosas. Posteriormente los elementos inorgánicos ceden paso a la materia orgánica. Los egipcios, los griegos y los romanos usaron el papiro Cyperus papyrus que crecía a orillas del río Nilo. Desprendían tiras del tallo del papiro, las extendían sobre una tabla y colocaban otras transversalmente, las impregnaban de agua, las comprimían y se dejaban secar al sol, una vez secas se pulían y se escribía sobre ellas (Keim, 1966). La difusión de la escritura y las ventajas que manifestaba el papiro como ligereza y resistencia hicieron que se industrializara. Grecia importó el papiro a partir del Siglo VII A.C. y en Roma lo consumían en grandes cantidades en la misma época (Vifias, 1970).

El pergamino tuvo su origen en la ciudad de Pérgamo, Grecia (Asia Menor), en la época precristiana Siglo III. Es un material más resistente que el papiro, mucho más fuerte por tener una superficie cerrada y uniforme. Procede de piel animal y pueden utilizarse las pieles de varios de ellos, sin embargo, se trabaja generalmente con la piel del cordero que es la que ha proporcionado los productos más refinados a los escribas e iluminadores de estampas.

Por regla general, cuanto más joven sea la piel y más fino el pergamino corre menos riesgo de estropearse.

El pergamino procedente de la ternera se conoce con el nombre de vitela (Plenderleith, 1956).

Los Chinos tuvieron el honor de haber sido los primeros en descubrir la fabricación del papel. La invención del papel se fecha a principios del siglo II D.C. y los ejemplos más antiguos de él, se remontan, a cincuenta años más o menos de esa fecha. Fueron descubiertos por Sir Aurel Stein en la Gran Muralla de China. Algunos de ellos al ser examinados se comprobó que estaban fabricados por trapos. Esto es un hecho interesante ya que, posteriormente, en Oriente se prefirió hacer papel con fibras de morera *Broussonetia papyrifera*, mientras que en Occidente se generalizó la fabricación a base de trapos de lino y de algodón (Plenderleith, 1956).

Hunter (1947), quién contribuyó notablemente en la historia de la fabricación del papel, señaló que en China el papel suave y absorbente hecho de fibra de morera se prestaba al trabajo con pincel y a la impresión de grabados en madera, porque utilizaban solamente una cara, mientras que en Europa se necesitaba un papel fuerte, hecho de trapos y con apresto puesto que se escribía por ambas caras de la hoja y ésta debía ser capaz de soportar la escritura con pluma. Nos dice, además, que pasaron mil años para que llegara el conocimiento del invento a Europa, a través de las rutas comerciales que se originaban en Persia. (Fechas de aparición del papel en diferentes regiones se observan en el Cuadro 1).

Se dice que el inventor del papel fue un oficial del emperador llamado Ts'ai Lum. El procedimiento utilizado para su fabricación se basaba en la desintegración de fibras por desmenuzadas, refinación y posteriormente el proceso de afieltrado que se realizaba dentro de un marco en el cual se operaba la técnica de desgotaje sobre un tamiz.

En la historia del papel se puede reconocer tres grandes etapas divididas en intervalos de duración similar (600 años cada una, aproximadamente), las cuales se observan, según Keim (1966), de la siguiente manera:

a) Etapa Inicial o de Ocultamiento (105-705 años).

Ocurre en China en donde la utilización y técnicas de manufactura de papel se mantienen en secreto.

b) Etapa Intermedia o de Migración (705-1305 años).

En el Siglo VIII los árabes arrancan a los chinos el secreto de la fabricación del papel, y a partir de ese momento comienza su difusión por medio del comercio en Asia, Medio Oriente y posteriormente en Europa.

En España a partir de la segunda mitad del Siglo XII se establecen las primeras fábricas de papel y en 1276, los italianos fundan en Bolonia y Fabriano sus primeras fábricas.

c) Etapa final o de Desarrollo (1305-1905 años).

El conocimiento de las técnicas de manufactura se universaliza y se desarrolla una industria alrededor del papel.

El nacimiento y desarrollo de la tipografía en el año de 1440 ,influyó sobre la fabricación del papel acrecentando su demanda y difusión .Sin embargo, a finales del siglo XVIII, sólo existían papeles hechos a mano, cuya materia prima estaba constituida por trapos viejos, pero dada la importancia cultural que adquiría el papel, la obtención de materias primas comenzó a ser un problema cada vez más serio, dando como consecuencia una desproporción entre la oferta y la demanda de éstas. Es por ésto que a comienzos del siglo XIX, coincidiendo con la " Revolución Industrial" se mecaniza y se sustituye la pasta de trapo por la de madera. (Vifas, 1970)

3.2. TECNICA DE MANUFACTURA DEL PAPEL HECHO A MANO

En el presente trabajo, fueron utilizados documentos de papel hecho a mano, por lo que resulta interesante conocer la manera en que fueron fabricados.

Preparación de la pulpa de trazo:

1.- Selección de los trapos viejos de algodón y lino.- Esto se hacía basándose en la fibra y el color que tenían los trapos viejos, así por ejemplo se seleccionaban si eran trapos blancos y limpios, que se habían utilizado como sábanas o manteles; otros trapos eran los que estaban sucios y blancos, o de color y limpios, existe toda una lista en la que se clasificaban los trapos, para que de esta manera se obtuvieran papeles de diferentes calidades.

2.- Esguinzado.- Se desmenuzaban los trapos, inicialmente esto se hacía a mano y posteriormente con máquinas trituradoras.

3.- Limpieza y fermentación.- Este paso tenía como finalidad eliminar las impurezas y liberar la celulosa. En Asia sumergían los pedazos de trazo en agua de cal hasta que empezaba a desintegrarse.

En Europa se sometían a un proceso de putrefacción sumergiéndolos en cubas llenas de agua, hasta que fermentaban, esta forma se sustituyó con la cocción de aguas alcalinas.

4.- Lavado.- Se realizaba un lavado para eliminar todas las impurezas.

5.- Maceración o deshilado.- La pasta se maceraba y se trituraba hasta convertirla en una pulpa más homogénea, esta operación se realizaba colocando la pulpa en recipientes con troncos o piedras ahuecadas y macerándolas con una hilera de martinetes de madera. Estos, en un principio eran activados con la fuerza humana, posteriormente se empleó la fuerza hidráulica y tiempo después se inventó la Pila Holandesa, movida por la energía del viento.

6.- Blanqueo.- El método antiguo consistía en exponer al sol las fibras, y los trapos viejos que necesitaban de una acción de blanqueo más intensa, se hervían con agua de cal antes de ser asoleados.

Elaboración del papel hecho a mano:

1.- Formación de la hoja.- Las hojas se fabricaban una por una utilizando bastidores de madera con un enrejado de alambre con hileras verticales y horizontales, con un marco desmontable para sujetarlo. A este bastidor se le denomina con el nombre de "forma", este era introducido en la tina que contenía la pulpa de papel, se tomaba una cantidad determinada, se sacaba y sacudía para eliminar el agua y distribuir de una manera más homogénea a la pulpa.

2.- Prensado de la hoja.- Una vez eliminado el exceso de agua, se desmontaba el marco de la forma y se volteaba; se depositaba la hoja sobre un fieltro y se le colocaba otro encima. Se repetía la operación hasta formar una pila, que posteriormente se ponía en una prensa de madera para eliminar la mayor cantidad de agua. Después de este primer prensado se retiraban los fieltros húmedos y se aplanaban nuevamente las hojas, sometiéndose a prensado nuevamente hasta obtener la uniformidad deseada.

3.- Secado.- Después del prensado final, se retiraba el papel húmedo y se formaban grupos de cuatro o cinco hojas juntas, para evitar que durante el secado se deformaran. Posteriormente eran trasladados al local del secado, que se localizaba en la parte alta del molino. Los grupos de hojas se colocaban en hileras de cuerdas de crin de caballo y se dejaban secar.

4.- Encolado o Apresto y Acabado.- Los fabricantes de papel han utilizado desde los tiempos más antiguos diferentes materiales para llenar los espacios entre las fibras, mejorando de esta manera la superficie del papel y dándole mayor resistencia a la absorción de las tintas. En un principio se utilizó gelatina extraída por cocción de pezuñas, pieles y cuernos de animales, se empleó también almidón, así como una solución de cola con alumbre. Este último fue

introducido en el S. XVII para permitir un mejor fijado del encolado y pronto se convirtió en uno de los materiales más utilizados en la fabricación del papel. El procedimiento que se seguía para aplicar el apresto, consistía en sumergir las hojas en un baño caliente con cualquiera de los materiales antes mencionados, y luego prensarlas para eliminar el excedente. Una vez seco el encolado las hojas se bruñían manualmente sobre una plancha de mármol, con una pieza de ágata, para obtener una superficie más lisa, posteriormente se desarrollaron otros métodos, como el martillo hidráulico para satinar, es un instrumento que golpeaba las hojas para darles una apariencia más uniforme. Durante el S. XVIII los holandeses inventaron los rodillos para calandrar. Este método mejora aún más el acabado de las hojas y sustituye gradualmente al martillo. (apuntes del taller de papel)

En la actualidad el papel hecho a mano no es producido a gran escala. Cuando los restauradores necesitan de un papel de este tipo para llevar a cabo su trabajo, ellos mismos lo fabrican en el taller de papel.

3.3. INVESTIGACIONES REALIZADAS SOBRE EL DETERIORO BIOLÓGICO EN EL PAPEL.

Dada la gran variedad de materiales de que están formadas las obras de valor artístico y cultural y la amplia gama de agentes destructores que pueden atacarlos, el problema que plantea la preservación de dichos objetos es evidentemente muy complejo y difícil.

Por lo tanto los tratamientos protectores y correctivos destinados a combatir los variados tipos de destrucción pueden dar fácilmente resultados que varían de excelentes a desastrosos.

En consecuencia la lucha contra los agentes destructores debe llevarse con sumo cuidado, sentido común y paciencia (Fliender, et al., 1969).

Mundialmente son conocidos los trabajos de Fliender, 1969; Yopusova, 1980, 1981; Kathpalia, 1973; Nyuska, 1974, 1979, 1980; Gallo, 1963, 1985. con respecto al ataque biológico que se presenta en los archivos y bibliotecas.

En nuestro país se han realizado trabajos enfocados directamente a la identificación de la Micobiota que deteriora a los documentos gráficos, y a los hongos que existen en el aire del Archivo General de la Nación. Moretti, 1982; Robledo y Moretti, 1986; Robledo y Cifuentes, 1986; Moretti y Robledo, 1988.

3.4. MARCO GENERAL DEL DETERIORO DEL PAPEL.

Al analizar las causas y mecanismos de degradación del papel Paullada-Mena (1980) y Torres-Montes (1990) enfatizan sobre las causas y las clasifican en externas e internas observando que a su vez son interrelacionables a partir del análisis de los efectos. En este trabajo y con el objeto de colocar a la degradación en un marco metodológico específico y al mismo tiempo aportar una distinción de niveles se trabajará con la siguiente terminología jerarquizada:

- a.-Condición: referida a la naturaleza propia del objeto de estudio.
- b.-Factor: agente que ejecuta la acción.
- c.-Causa: el origen del fenómeno .
- d.-Mecanismo: actividad derivada del factor.
- e.-Efecto: observación del cambio.

Siguiendo entonces, esta estructura del razonamiento se hablará de las condiciones internas y externas, factores internos y externos, causas intrínsecas y circunstanciales, mecanismos y efectos.

Condiciones Internas

Son las que dependen de la naturaleza misma del papel. Se encuentran a partir de su fabricación y dependen tanto de los materiales como de las técnicas empleadas. Se observan aquí dos factores de deterioro: acidez y salinidad, cuya presencia y variación a partir de las interacciones químicas culmina en efectos observables tanto en las propiedades mecánicas y físicas del papel, así como también en la variación del Ph (Cuadro 2). Las condiciones internas pueden dar lugar a un proceso cíclico que termine con la total destrucción del material (Diagrama A).

Condiciones Externas.

Son las relacionadas con la naturaleza misma del medio, sus factores, variaciones, mecanismos y efectos observables, distinguiendo además entre factores propios o circunstanciales que, al igual que en el caso anterior, actúan de manera individual o sinérgica siendo ésta última la de mayor frecuencia (Cuadro 3).

Las condiciones externas pueden ser distinguibles en físicas, químicas, biológicas y antropocéntricas.

La interacción y sinergia de las condiciones internas y externas producen un proceso de deterioro que puede caracterizarse de acuerdo a la mayor o menor influencia de una sobre otra. Es decir, podemos reconocer deterioro físico (F), químico (Q), biológico (B) y antropocéntrico (A) según sea el vigor del vector principal (Diagrama B).

Ligado también al concepto de interacción interna-externa es importante destacar que dadas las características del sustrato, de origen orgánico que representa una fuente nutricional para micro y macroorganismos omnívoros, el biodeterioro es común en un material como el papel.

Por otro lado y desde el punto de vista físico-químico, los procesos derivados de la oxidación e hidrólisis, por ejemplo, también son frecuentes.

3.5. BIODETERIORO DEL PAPEL

El papel está compuesto principalmente de celulosa y otras sustancias crudas utilizadas para su manufactura tales como, lignina, pectinas, taninos, proteínas, colas y constituyentes minerales (Caneva, *et al.*, 1991).

La presencia de estos componentes varía de acuerdo al proceso de manufactura, al tipo de papel y al período de producción. En la Edad Media por ejemplo la calidad del papel fue particularmente buena, era manufacturada a partir de una selección cuidadosa de trapos de lino o algodón, que contenían una gran cantidad de celulosa (96 a 99 %) y muy pocas impurezas. Los papeles modernos se producen mediante otros procesos que los vuelven más vulnerables al ataque de insectos y microorganismos (Kowalik, 1980 1).

3.5.1. La microbiota como agente deteriorante.

Existen más de 300 especies de hongos que degradan a los libros y materiales de archivo (Cuadro 4).

Dentro de los hongos que se encuentran deteriorando al papel, la mayoría de las especies pertenecen a la Subdivisión Deuteromycotina, a continuación se mencionan algunos de los géneros y especies más comunes:

Penicillium spp., Aspergillus spp., Fusarium spp., Hemicula
grisea spp., Myrothecium verucaria, Trichoderma spp.,
Strvhybotrys atra, Stemphylium spp. etc

Otras especies deteriorantes del papel se encuentran incluidas en el género Chaetomium, pertenecen a la Subdivisión Ascomycotina.

Estos hongos son frecuentemente aislados a partir de libros, documentos e impresos. (Kowalik, 1980 2; Gallo, 1985)

Es importante señalar que entre las especies que encontramos degradando a estos materiales, existe un número importante pertenecientes a los géneros Aspergillus, Penicillium y Chaetomium. Un análisis estadístico realizado por Gallo (1985), cita que en las infecciones encontradas en los libros Aspergillus, es el responsable de alrededor de 30% de ellas, en tanto que Penicillium, lo es en más del 30%.

Muchas veces podemos encontrar especies de hongos cuyo hábitat no es el papel, ni el pergamino, etc., sino que se desarrollan por sustancias orgánicas que se encuentran en diversos materiales de los archivos de manera normal u ocasional, entre ellas tenemos por ejemplo: la saliva, el mucus, las grasas, etc.

El desarrollo de los microorganismos que deterioran a los documentos, se debe principalmente a las siguientes causas:

- a) La presencia de libros y documentos infectados.
- b) El uso, ya sea por la fabricación, o por la restauración de materiales, como pueden ser adhesivos, papeles, etc. que contienen esporas de los microorganismos.

c) La presencia de esporas en el polvo fino de la atmósfera.

d) Los accidentes como inundaciones, que pueden crear las condiciones favorables para que se desarrollen los hongos.

e) Los locales mal diseñados o contruidos para otros fines diferentes al uso y manejo de archivos y bibliotecas.

De acuerdo con los estudios realizados por (Gallo, 1985), tenemos que estas causas pueden ser alteradas por las condiciones ambientales de temperatura, humedad relativa, y contenido de humedad en los materiales (Cuadro 5), los que en diferentes niveles afectan o favorecen al desarrollo de los hongos (Cuadros 6 y 7).

Deterioro:

Con base en su composición los materiales orgánicos pueden ser divididos en aquellos de origen vegetal (papel, madera, algodón, etc) y de origen animal (hueso, piel, pergamino, lana, seda, etc.). De acuerdo al tipo de material al que se refiere esta investigación, queda comprendido dentro del primer grupo y a partir de ello, describiremos cuales son los deterioros causados directamente por la microbiota en los Archivos y Bibliotecas.

Las alteraciones que causan los hongos se clasifican en tres grupos: (Gallo, 1963; Paullada, 1982)

- 1.- Químicas
- 2.- Mecánicas
- 3.- Cromáticas

1.- QUIMICAS.- El principal componente químico del papel es la celulosa. por lo que se explicara a continuación la susceptibilidad que tiene está ante el biodeterioro.

La celulosa es el polímero más importante que contiene el papel, consta de un monómero que es la glucosa, unido por un solo tipo de enlace β (1-4) (Deacon, 1988).

En la naturaleza las moléculas de celulosa se encuentran alineadas hasta por 10.000 unidades de glucosa, que se presentan en un 60 % como microfibrillas, constituyendo la celulosa cristalina, llamada de esta forma por que al ser examinada con rayos X difractados, parecen cristales (Fig.4).

En la parte en donde las cadenas se encuentran al azar y no son estrictamente paralelas son denominadas amorfas (Fig.4). La resistencia y fortaleza de ambas (celulosa cristalina y amorfa) frente a la penetración química es diferente, siendo la amorfa la más fácilmente atacable.

La celulasa de los microorganismos son enzimas inductivas y son producidas solo en presencia de celulosa. Así mismo la presencia y concentración de nutrientes tales como el nitrógeno en el medio ambiente, limita la habilidad de los microorganismos para atacar a la celulosa. Basta con una pequeña concentración de nitrógeno libre para no favorecer la actividad enzimática de estos (Caneva, et al., 1991).

La degradación de la celulosa, se lleva a cabo por dos enzimas producidas comúnmente por los hongos: (Fig. 5)

endo- β -glucanasa

β -glucosidasa

La endoglucanasa rompe las cadenas de celulosa para formar varias moléculas como son el dímero celobiosa y el trímero celotriosa; después, la β -glucosidasa rompe a la celobiosa para formar glucosa, la cual es asimilada por la célula.

Sin embargo, la celulosa natural requiere de una tercer enzima que es:

exo- β -glucanasa

Esta tercer enzima va a separar unidades sucesivas de dos azúcares (celobiosa) de los extremos de las cadenas de celulosa, es una enzima de frecuencia mucho más restringida, la mayoría de los hongos producen la endoenzima y la β -glucosidasa, pero muy pocos producen exoenzimas y por lo tanto son incapaces de degradar la celulosa cristalina (Deacon, 1988).

2.- MECANICAS.- Las hifas de los hongos se introducen en los materiales (Fig. 6), favoreciendo su debilitamiento, hasta llegar, en el caso del papel a su desintegración total, o en otras ocasiones después del ataque va adquiriendo un aspecto como de fieltro, y se vuelve muy frágil; en el caso del pergamino lo que

sucede es que presenta perforaciones y se vuelve poroso; el cuero y los materiales plásticos se vuelven rígidos; las fotografías van a presentar perforaciones (Gallo, 1985).

3.-CROMATICAS.- Los hongos provocan sobre los libros y documentos de archivo manchas de aspectos diversos que denotan la digestión del material, como resultado del metabolismo del hongo, esto es debido a los pigmentos que secretan (Figs. 7 y 8). Existen manchas de aspectos diferentes (formas irregulares o redondas), de colores (rojo, café, amarillo, negro, verde, violeta, etc.) y de intensidades variadas.

Una forma particular de alteración cromática del papel, es el llamado FOXIN que se manifiesta por pequeñas manchas de color óxido (café-rojizo), se dice que este es provocado principalmente por Aspergillus penicilloides (Arai, 1992) entre otros hongos.

Cuando se produce una alteración en cualquier clase de material que compone el Patrimonio Cultural, como pueden ser papel, pergamino, cuero, textil, madera, pinturas, etc., es necesario determinar cuál es el agente en cuestión, para tomar las medidas necesarias para su erradicación.

4. MATERIALES Y METODOS

4.1. Aislamiento de Los Hongos.

El muestreo se realizó tomando, fragmentos de papel que se encontraban preferentemente desprendidos por el grado de deterioro, se sacaron las muestras de diferentes hojas, que presentaban daño aparente causado por microorganismos.

El número total de muestras fue de 65.

Para el aislamiento de hongos, se sembraron los papeles deteriorados directamente en diferentes medios de cultivo (EMA, PDA, V-8A), ya que sirven para cultivar una gran variedad de hongos (Ulloa y Hanlin, 1981). (Figs. 9, 11, 13, 15)

Posteriormente se incubaron a 27 °C, durante 8 días. La identificación a especie se llevó a cabo mediante el uso de claves y medios de cultivo específicos para cada género (Cuadro 8), (Fig. 17).

4.2. Identificación del papel y de las tintas.

Características macroscópicas para identificar un papel antiguo:

El papel antiguo presenta el llamado "verjurado", que consiste en las rayas verticales y horizontales que se pueden

apreciar a contraluz, y que son en sí la huella de los alambres que constituían a la "forma".

Otra característica importante de los papeles hechos a mano es la irregularidad de los bordes, debido al desplazamiento de la pulpa por debajo del marco de la forma".

La filigrana o marca de agua, consiste en una huella internacional, colocada sobre la hoja de papel durante el proceso de fabricación; de esta manera también es posible reconocer a un papel antiguo. (Keim, 1966)

Identificación de las fibras del papel.

Las propiedades físico-químicas de las fibras que componen al papel, el tratamiento al que fueron sometidas durante la fabricación y la conformación de la hoja; son factores que determinarán en cierta medida, el tipo de deterioro que experimentan los documentos gráficos por causas naturales.

El método que se utilizó para la identificación de las fibras, es llamado "Tinte de Harzberg", se basa en las reacciones coloridas que dependen de la cantidad de lignina, hemicelulosa o celulosa que contiene las fibras, y que observadas al microscopio nos dan ciertas características para su identificación (Vidal, 1939; Catling y Grayson, 1982).

Identificación de las tintas .- Es determinante el conocer las tintas que tienen los documentos con los que se está trabajando, porque dependiendo de esto podremos saber si éstas causan o no deterioro en el papel (Darbour,1981; Flierder,1981).

Se realizó la identificación de las tintas con la técnica de "Análisis a la Gota", ésta se lleva a cabo por medio de diferentes reactivos, como pueden ser:

Acido oxálico 3%

Acido cítrico 10%

Hidróxido de Na 10% + NH_4OH 10% etc.

Se coloca una gota del reactivo sobre una muestra de tinta, se obtienen diferentes coloraciones o decoloraciones que nos van a indicar de que tipo de tinta tenemos en los documentos.

4.3. Mediciones medio-ambientales en el inmueble del Archivo General de Notarías.

Conociendo de antemano que el desarrollo de los hongos depende de varios factores que interactúan, se realizaron mediciones de temperatura y de humedad relativa, en el local en donde se encuentra la Notaría número 1.

Utilizando un Termohigrógrafo, se tomaron las lecturas diariamente, por la mañana y en el mismo sitio desde enero de 1992, hasta enero de 1993. (Ponce, 1993)

Posteriormente se realizaron los cálculos para determinar la Media (medida de centralización) y la Desviación Estandar (medida de dispersión).

1) Media:
$$M = \frac{\sum \text{de valores de las mediciones}}{\text{Número total de mediciones}}$$

2) Desviación Estandar:
$$s = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{n}}$$

4.4. Medición del contenido de humedad en los documentos.

Es muy importante conocer el contenido de humedad de los papeles, porque dependiendo de este dato, sabremos si los hongos van a seguir proliferando o si las esporas van a unicamente van a permanecer en estado de latencia sin atacar los papeles, ya que las degradaciones pueden ser originadas a partir de las condiciones ambientales y del porcentaje de humedad contenido en los materiales.

Para crear las condiciones de temperatura y humedad relativa registradas en el Archivo, y que de esta manera las muestras de papel no sufrieran alteraciones, se siguió el método "Soluciones para mantener la humedad constante en una atmósfera cerrada"; propuesto por Dhingra y Sinclair (1985), que consiste en preparar una solución saturada de $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NaNO}_3$ (nitrato de amonio + nitrato de sodio) a una temperatura

entre 18 y 20 °C y una humedad relativa de 52 a 53 %, la solución se vacía a un desecador, en donde se colocan las muestras de papel y se procede a pesarlas cada tercer día en la balanza analítica. Después de seis mediciones el peso fue constante, posteriormente las muestras se metieron a la estufa de cultivo por 36 hrs. a 50°C para que pierdan humedad.

Moreno (1984), indica que existen dos formas de expresar el contenido de humedad en porcentaje, una es con base en peso seco y la otra es en peso húmedo. Este trabajo se realizó con base en peso húmedo, se calcula por diferencia de peso, entre peso húmedo (cuando la humedad de las muestras se mantiene constante) y el peso seco (después del secado en la estufa):

$$\% \text{ humedad (base húmeda)} = \frac{A}{P_h} \times 100$$

En donde: A = Pérdida de agua en mg (La diferencia entre peso húmedo y seco).

Ph = Peso húmedo de la muestra.

5. RESULTADOS

5.1. Hongos Identificados:

De las 65 muestras que fueron tomadas en el Archivo de Notarias, se obtuvieron un total de 50 colonias aisladas, de las cuales se determinaron 4 géneros y 13 especies.

El número de colonias encontradas de cada especie, se da a conocer el (Cuadro 9).

La clasificación taxonómica a la que pertenecen, (Herrera y Ulloa, 1991) es la siguiente:

DIVISION EUMYCOTA

Subdivisión	Deuteromycotina	Subdivisión	Ascomycotina
Clase	Hyphomycetes	Clase	Euascomycetes
Orden	Moniliales	Subclase	Pyrenomycetidae
Familia	Moniliaceae	Orden	Chaetomiales
Género	<u>Aspergillus</u>	Familia	Chaetomiaceae
Especie	<u>A.carbonarius</u>	Género	<u>Chaetomium</u>
	<u>A.fumigatus</u>	Especie	<u>Ch.reflexum</u>
	<u>A.flavus</u>		
	<u>A.japonicus</u>		
	<u>A.niger</u>		
	<u>A.versicolor</u>		
Género	<u>Monilia</u> sp		

Género Penicillium
Especie P. chrysogenum
P. expansum
P. griseoroseum
P. lanthinellum
P. puberulum
P. waksmanii

De las siguientes especies no se encontró registro en la revisión bibliográfica, como agentes deteriorantes, para archivos y bibliotecas.

Géneros y especies

R. carbonarius

R. japonicus

P. expansum

P. griseoroseum

P. waksmanii

Ch. reflexum

Las especies que a continuación se mencionan, ya han sido reportadas en trabajos referentes al tema de papel:

<u>A.flavus</u>	(Gallo, 1985); (Moretti y Robledo, 1988); (Nyuskha, 1974); (Robledo y Moretti, 1986).
<u>A.fumigatus</u>	(Nyuskha, 1974); (UNESCO, 1969); (Kowalik, 1980).
<u>A.niger</u>	(Moretti y Robledo, 1988); (Nyuskha, 1974); (Robledo y Moretti, 1986).
<u>P.chrysogenum</u>	(Gallo, 1985).
<u>P.puberulum</u>	(Nyuskha, 1974); (UNESCO, 1969).
<u>Monilia sp.</u>	(Moretti y Robledo, 1988); (Nyuskha, 1974); (Robledo y Moretti, 1986).

Ver registro fotográfico macro y micro, con ejemplos de cinco especies (Figs. 9 a 18).

5.2. Tipo de Papel y de Tintas .

Resultados de la identificación de las fibras del Papel:

Las fibras que fueron identificadas resultaron ser de LINO (*Lineum usitatissimum*), como ya se ha mencionado, el lino es una de las más antiguas y mejores materias primas para la fabricación de papel, ya que se encuentra formada por celulosa casi pura (96%), (Sanchez, 1991).

El Cloro Yoduro de Zinc mejor conocido como "Tinte de Hazberg", colorea al lino de un color rojo granate o rojo vino, estas fibras en cuanto a su morfología difieren del algodón porque presentan una serie de "septos" que se colorean más intensamente que el resto.

Como resultado de la identificación de las tintas, tenemos que el 100% son FERROGÁLICAS, motivo por el cual los documentos tienden a deteriorarse con mayor rapidez.

Estas contienen ácido gálico y tánico, sulfato ferroso ($FeSO_4$) y goma arábiga como aglutinante. Un exceso de sulfato ferroso en presencia de humedad forma ácido sulfúrico que es sumamente corrosivo. El ácido de estas tintas se transmite al papel decolorándolo y debilitándolo, durante largo tiempo, página tras página del documento conforme avanza la migración de la acidez (Apuntes del Taller de papel).

5.3. Mediciones medio-ambientales del inmueble del Archivo General de Notarías.

Humedad Relativa (%) Promedio mensual.

Meses	Máxima	Mínima	Promedio
ene.	51	45	48
feb.	52	43	47
mar.	45	40	42
abr.	42	42	42
may.	45	40	42
jun.	54	48	51
jul.	61	50	56.6
ags.	63	58	61
sep.	65	58	61
oct.	66	56	59.8
nov.	66	60	66
dic.	50	52	57.5
ene.	59	50	57.5

Media (\bar{x}) = 53.1

Desviacion estándar (s) = 7.9

Temperatura (°C) Promedio mensual.

Meses	Máxima	Mínima	Promedio
ene.	17	15	15.8
feb.	18	14	16.3
mar.	20	18	19.7
abr.	22	20	20.6
may.	22	20	20.4
jun.	22	20	22.4
jul.	22	19	20
ags.	20	19	19.3
sep.	20	18	19
oct.	18	17	17.5
nov.	18	16	17.2
dic.	17	16	16.5
ene.	17	15	16

Media (\bar{x}) = 18.4

Desviación estandar (S) = 1.86

5.4. Medición del contenido de humedad en los documentos:

Muestras de papel	Contenido de Humedad %
A	20.4
B	21.6
C	17.9
D	24.9
E	16.2
F	50.2
G	30.1
H	26.8
I	30.2
J	27.9
K	31.9

6. CONCLUSIONES

- Siempre que vayamos a contribuir para la conservación o restauración de algún Bien Cultural, es necesario conocer en primer lugar los materiales constitutivos de la obra que se va a conservar.

- Es preciso identificar al agente que está causando el deterioro, para poder utilizar los métodos de control más adecuados.

- Durante el aislamiento de las muestras, se observó que el medio de cultivo en el que se desarrollan en mayor escala los hongos es el EMA. (Extracto de Malta Agar)

- Para realizar la siembra de muestras se deben utilizar los fragmentos que ya no podrán volver a ser utilizados durante la restauración, o en dado caso de que no existan éstos, hacer un raspado directo del material.

- Se dan a conocer 6 especies que no se encuentran reportadas con anterioridad en la literatura relacionada con la micobiota del papel.

- Basándonos en la identificación de la Micobiota encontrada en los documentos del Siglo XVI, y teniendo en cuenta las características propias del papel hecho a mano, podremos encontrar algún producto biocida que nos sirva para erradicar a los microorganismos, y que no afecte a las características propias de los documentos, como también al usuario.

- Los géneros Aspergillus y Penicillium son omnívoros, lo que indica que se pueden desarrollar en cualquier sustrato del que puedan nutrirse; por esta razón son las especies que

con mayor frecuencia se encuentran en los archivos y bibliotecas.

- A muchas especies del género Chaetomium, se les encuentra en papeles de baja calidad (Siglos XVIII, XIX, y XX), pero pocas son las especies que deterioran a los documentos de papel hecho a mano, manufacturado con pulpa de trapo (Siglos XVI y XVII).

- Las mediciones realizadas en el inmueble del Archivo General de Notarias, dan en promedio: a) Humedad Relativa de 53 %, y b) Temperatura de 18 °C, mismas que son favorables para el desarrollo de los hongos.

- El Contenido de Humedad de los documentos es de un porcentaje muy elevado, lo cual es otro factor favorable para el desarrollo de microorganismos.

- Los factores climáticos van a ejercer una influencia decisiva en la proliferación de la micobiota en el papel, motivo por el cual es indispensable conocer las condiciones medio-ambientales en las que se encuentran los Acervos Documentales.

-Es necesario seguir adelante con este tipo de investigaciones para que junto con los restauradores y químicos, colaboremos en aportar soluciones que ayuden a la conservación del Patrimonio Cultural de México.

1.- Es importante que en todos los lugares donde se encuentren Acervos Históricos, como pueden ser Archivos, Bibliotecas, Museos, exista personal capacitado para la protección y conservación de los Bienes Culturales de nuestro país.

2.- En la custodia de documentos históricos es necesario que sean controladas las condiciones medio-ambientales del inmueble en donde estén concentrados éstos, en cuanto a la Humedad Relativa (no mayor del 50%) y La Temperatura (no mayor de 18°C); ya que la variación en las condiciones, por el alto grado de higroscopicidad del papel van a hacer que este tenga un constante movimiento de contracción y expansión de las fibras, absorbiendo o desprendiendo agua del medio-ambiente.

3.- Otros factores que también se deben de tomar en cuenta, son:

Polvo.- Es necesario que los libros y documentos sean desempolvados periódicamente, para evitar que éste sea portador de impurezas que puedan llegar a contaminar a los acervos documentales.

Ventilación.- Ayuda a evitar que existan condensaciones que se pueden producir sobre superficies frías, y va a impedir el desarrollo de las esporas de los microorganismos que se depositan sobre los libros.

Iluminación.- Los rayos de la luz natural o artificial,

realizan un proceso de envejecimiento y fragilidad en los papeles; y por otra parte la obscuridad favorece el asentamiento y desarrollo de microorganismos e insectos. De tal forma que se debe de evitar la luz directa, utilizando filtros de luz.

Mobiliario.- El mobiliario debe ser de preferencia metálico con circulación de aire, para evitar procesos de condensación.

Los estantes de madera, son menos recomendables, ya que existen insectos xilófagos como los Isópteros y Coleópteros, que pueden estar en ellos y posteriormente causar degradaciones en los libros y documentos.

4.- Que los documentos históricos, una vez que han sido tratados y protegidos, no sean manipulados directamente, sino que se hagan microfilmaciones y copias de estos, para que sean consultados, y de esta forma evitar que los originales se vuelvan a deteriorar; de no ser posible esto, se propone que se tomen las debidas precauciones tales como: utilizar guantes y tapabocas, para evitar su contaminación por el ser humano.

Podemos decir en general que el deterioro de los materiales de Archivos y Bibliotecas, puede combatirse adoptando principios de orden y limpieza, con revisiones periódicas del material expuesto y almacenado, por último manteniendo los factores climáticos dentro de los límites estipulados.

Cuadro 1. Fechas de aparición de la fabricación del papel en diferentes regiones. (Hunter, 1947)

Ley-Yang	año 105	España	año 1151
Corea	año 600	Italia	año 1276
Japón	año 610-20	Francia	siglo XIV
Samarkanda	año 751	Alemania	siglo XIV
Bagdad	año 793	Inglaterra	año 1494
Damasco	Siglo X	México	año 1575
El Cairo	Siglo X	Filadelfia	año 1680

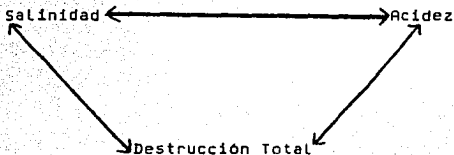
Cuadro. 2

CONDICIONES INTERNAS

Factor	Causa	Mecanismo	Efecto
Acidez	Intrinseca. Variación Ph	Reacción Química	Alteración mecánica y física
Salinidad	Intrinseca. Pérdida de control	Reacción Química	Acidez

Diagrama. A

CONDICIONES INTERNAS



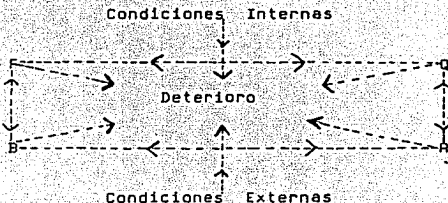
Cuadro.3

CONDICIONES EXTERNAS

Condición	Tipo	Factor	Causa	Efecto
Física	Intrínseca	Temperatura. Humedad Relativa.	Aumento y Descenso	Pérdida de consis- tencia.
	Extrínseca	Terremoto, Incendio e Inundación	Téctonica, varias	Desinte- gración parcial o total
Química	Intrínseca	Tintas	Reacción Química	Perfora ciones.
	Extrínseca	Polvo, Grasa y Suciedad Contamina- ción atmosférica.	Aire, Público, Organismos y Microorg. y Microorg.	Manchas y transporte biológico
Biológica	Extrínseca	Diversos Depende de Cond. Internas y Cond. Externas.	Diversas Condiciones Internas y Condiciones Externas	Desinte- gración parcial o total
Antropocén- trica	Extrínseca	Social	Diversas	Diversos. Físico y Químico.

Diagrama. B

CONDICIONES EXTERNAS



Cuadro. 4. Diferentes materiales de Archivos y Bibliotecas dañados por algunos hongos (Gallo, 1985).

Géneros	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<u>Mucor</u>	X	X	X				X			
<u>Rhizopus</u>	X	X	X				X		X	
<u>Chaetomium</u>	X	X	X			X	X	X	X	X
<u>Aspergillus</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<u>Penicillium</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<u>Phoma</u>	X						X			
<u>Trichoderma</u>	X	X	X			X	X	X	X	
<u>Fusarium</u>	X	X	X		X	X	X	X	X	
<u>Scopulariopsis</u>	X	X	X			X	X	X	X	
<u>Monilia</u>	X		X			X	X			
<u>Cladosporium</u>	X	X	X			X	X	X		X
<u>Alternaria</u>	X	X	X		X	X	X	X		X
<u>Stemphylium</u>	X	X			X	X	X	X		X

1. Papel/cartón
2. Cuero
3. Pergamino
4. Tintas
5. Adhesivos
6. Materiales sintéticos
7. Tejidos
8. Sellos de cera
9. Fotografías
10. Cintas magnéticas

Cuadro. 5 Contenido de humedad en diversos materiales
(Gallo, 1985).

Tipo de material	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Contenido de Agua (%)
Celulosa Pura	20	100-63	16.13-7.9
Periódico con (30%) de pasta mecánica	20	100-63	20.72-10.96
Periódico con (75%) de pasta mecánica	20	-----	20.17-10.10
Papel	-	80	9-14
Cola de Harina	-	80	15
Cola de Huesos	-	80	11.5
Cola de Almidón	-	80	10-11
Diferentes cueros	-	80	18-28

Cuadro. 6 Condiciones que favorecen el desarrollo de microorganismos en Archivos y Bibliotecas (Gallo, 1985).

TEMPERATURA °C	OPTIMA	24-30
	MINIMA	7
	MAXIMA	50
HUMEDAD RELATIVA %	OPTIMA	65-100 %
	MINIMA	50 %
% DE CONTENIDO DE AGUA EN LOS MATERIALES, PERMITIENDO LA GERMINACION DE ESPORAS.	SUPERIOR DE	8-9 %

Cuadro. 7 Diferentes condiciones de temperatura y humedad relativa en las que se van a desarrollar los hongos (Gallo, 1985).

Hongos	T y HR mínimas que afectan el crecimiento del hongo	HR y tiempo en el que se va a desarrollar sobre el papel
<u>Penicillium chrysogenum</u>	10°C - 83.5 %	100 % - 5-20 días
	15°C - 77 %	
	25°C - 72 %	
<u>Aspergillus flavus</u>	12°C - 95 %	_____
	16°C - 90 %	
	30°C - 81 %	

Cuadro. 8

Medios de Cultivo : PDA(papa, dextrosa, agar);
EMA(extracto de malta, agar); CZ (czapek);
G25N (25% glicero, nitrato, agar).

Subdivisión	Géneros y especies	Medios de cultivo	Tratados Micológicos
Ascomycotina	<u>Chaetomium reflexum</u> (Skolko y Groves)	PDA	Ames L.M. 1961
Deuteromycotina	<u>Aspergillus carbonarius</u> (Bainier) Thom	EMA y CZ	Raper y Fenell 1977
	<u>A. flavus</u> Link	EMA y CZ	Raper y Fenell 1977
	<u>A. fumigatus</u> Fresenius	EMA y CZ	Raper y Fenell 1977
	<u>A. japonicus</u> Saito	EMA y CZ	Raper y Fenell 1977
	<u>A. niger</u> van Tieghem	EMA y CZ	Raper y Fenell 1977
	<u>A. versicolor</u> (Vuill)Tira-boschi	EMA y CZ	Raper y Fenell 1977
	<u>Penicillium chrysogenum</u> Thom	EMA, G25N y CZ	Pitt 1979
	<u>P. expansum</u> Link ex Gray	EMA, G25N y CZ	Pitt 1979
	<u>P. griseoroseum</u> Dierckx	EMA, G25N y CZ	Pitt 1979
	<u>P. Janthinellum</u> Biourge	EMA, G25N y CZ	Pitt 1979
	<u>P. puberulum</u> Bain	EMA, G25N y CZ	Pitt 1979
	<u>P. waksmanii</u> Zaleski	EMA, G25N y CZ	Pitt 1979
	<u>Monilia sp</u> (Persoon)	PDA	Barron 1968

Cuadro. 9

Hongos presentes en la notaría No. 1,
en orden decreciente, de acuerdo al número
de colonias aisladas.

Género	Especie	No.Colonias
<u>Penicillium</u>	<u>lantinellum</u>	21
<u>Aspergillus</u>	<u>niger</u>	7
<u>Aspergillus</u>	<u>fumigatus</u>	6
<u>Penicillium</u>	<u>chrysogenum</u>	5
<u>Aspergillus</u>	<u>flavus</u>	4
<u>Aspergillus</u>	<u>versicolor</u>	4
<u>Aspergillus</u>	<u>carbonarius</u>	2
<u>Penicillium</u>	<u>griseoroseum</u>	2
<u>Monilia</u>	<u>spp.</u>	2
<u>Aspergillus</u>	<u>japonicus</u>	1
<u>Penicillium</u>	<u>waksmanii</u>	1
<u>Penicillium</u>	<u>expansum</u>	1
<u>Penicillium</u>	<u>puberulum</u>	1
<u>Chaetomium</u>	<u>reflexum</u>	1



Fig. 1
Documentos de la Notaria
Número 1, en el Archivo
General de Notarias.

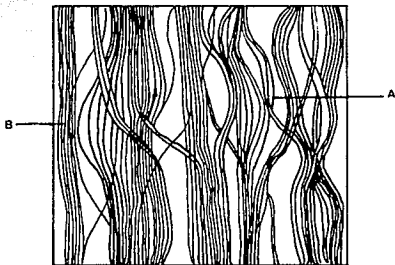
Fig.2
Estado actual de algunos
de los documentos con los
que se trabajó.



Fig.3
Documentos con
diferentes grados
de deterioro.

Fig. 4 " MICROFIBRILLAS DE CELULOSA "

Mostrando a la celulosa cristalina y a la amorfa.



A - AMORFA

B - CRISTALINA

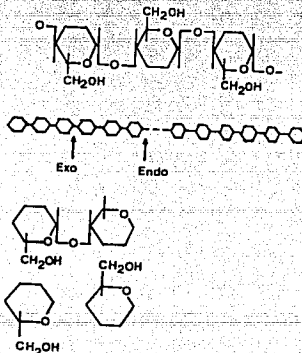
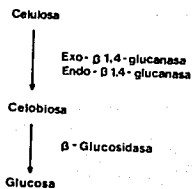
Figura. 5

CELULOSA Y MECANISMO DE DEGRADACION MEDIANTE EL COMPLEJO ENZIMATICO CELULASA

(Deacon, 1988)

β 1,4 Glucano.
Cadenas compuestas de 3000 a
10,000 unidades de glucosa
Las cadenas se agrupan
en microfibrillas.

DEGRADACION ENZIMATICA

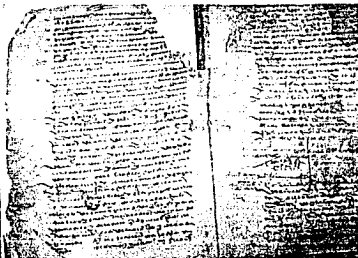
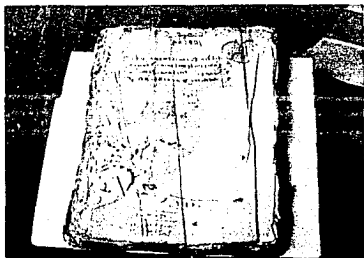


ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

-49-



Fig. 6
Microfotografía en donde se
observa el deterioro Mecánico
que ejercen los hongos entre
las fibras del papel.



Figs. 7 y 8 Deterioro Cromático por la acción
de los hongos.

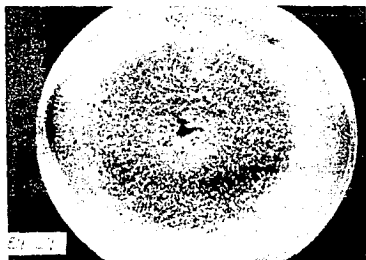


Fig. 9
Colonia de
Chaetomium reflexum creciendo
sobre EMA incubada a 27 °C.

Fig. 10
Peritecio de Chaetomium reflexum
8 X.



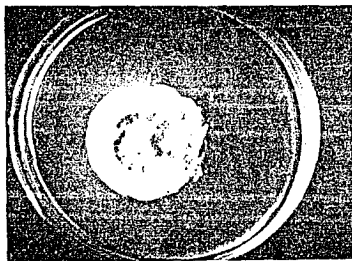


Fig. 11
Colonia de A. fumigatus
creciendo en EMA,
incubado a 27 °C.



Fig. 12
Cabezas conidiales A.
fumigatus, forma de
botella, conidios globosos.

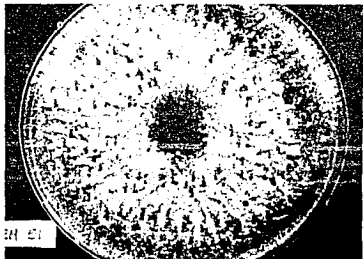


Fig. 13
Colonia de A. niger
creciendo sobre EMA,
27 °C.

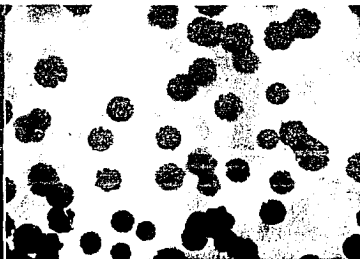


Fig.14
A. niger cabezas conidiales
de color café obscuro.

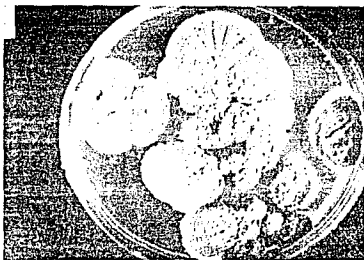


Fig. 15

P. chrysogenum

colonia creciendo sobre
EMA incubadas a 26 °C.

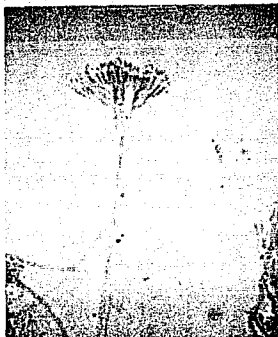


Fig. 16

Conidióforo triverticilado.

P. chrysogenum

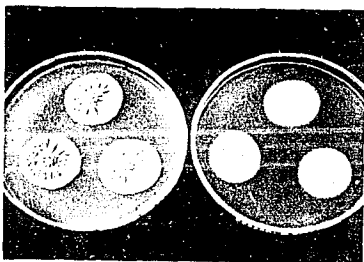


Fig. 17

Colonia de *P. expansum*

creciendo sobre CYR y EMA
25°C / 7 días. (Pitt, 1979)

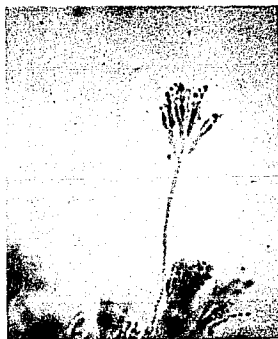


Fig. 18

P. expansum conidióforo

triverticilado.

- Ames, L. M. 1961. A Monograph of the Chaetomiaceae. U.S.A. Army Research and Development. Ser.No.2
- Arai, H. 1992. Relationship between fungi and brown spots found in various materials. 2nd. International Conference of Biodeterioration of Cultural Property. Yokohama, Japan.
- Barron, G. 1968. The genera of Hyphomycetes from soil. The Williams y Wilkins Company. U.S.A.
- Caneva, G. Nugari, Ma. y Salvadori, O. 1991. Biology in the conservation of works of art. ICCROM, Roma, Italy.
- Catling, D. y Grayson, J. 1982. Identification of Vegetables Fibers. Inglaterra. Edt. Jw.Arrowsmith
- Darbour, M. 1981. Las tintas Ferrogálicas estudio sobre la degradación del ácido gálico y análisis de complejo ferrogálico. I.C.O.M.
- Deacon, J.W. 1988. Introducción a La Micología Moderna. Edt. Limusa, Cap. 5
- Dhingra, Ph.D. y Sinclair, Ph.D. 1985 Basic plant Pathology Methods. CRC. Florida U.S.A.
- Flierder, F. 1969. La conservation des documents graphiques. Recherches experimentales. Paris, France.
- Flierder, F. 1981. Análisis y revelación química de tintas metalo-gálicas. Restaurator 1-2.

- Flieder, Heim, Nicot, 1969. Lucha contra Los Mohos que Proliferan sobre Los Bienes Culturales en Los Climas Tropicales. UNESCO.
- Gallo, F. 1963. Biological agents which damage paper material in library and archives. Recent Advances in Conservation. London.
- Gallo, F. 1985. Facteurs biologiques de deterioration du papier. ICCROM, Roma.
- Herrera, T. Ulloa, M. 1990. El reino de los hongos, micología básica y aplicada. Edt. F.C.E. Y U.N.A.M. Mex.
- Hunter, D. 1947. "Paper-Making" 2a. Edición New York.
- Kathpalia, Y. 1973. Conservation and restoration of archive materials. UNESCO, Paris.
- Keim, K. 1966. El Papel I.P.E. Madrid.
- Kowalik, R. 1980. Descomposition of Parchment by Microorganisms. Restaurator 4 no. 3-4
- Kowalik, R. 1980. Microbiodeterioration of Library Materials. Part. 1 Restaurator 4 no. 1-3
- Kowalik, R. 1980. Microbiodeterioration of Library Materials. Part. 2 Restaurator 4 no. 4

- Moreno, E. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Instituto de Biología. U.N.A.M.
- Moretti, L.C. 1982. Investigación sobre los Hongos que atacan el papel en el Archivo General de la Nación. Memoria del 1er. Sem. sobre conservación documentos, libros y materiales gráficos. Ser. de Inf. de Arch. No. 14 Arch. Gral. de la Nac.
- Moretti, Ma.C. y Robledo, M. 1988. Aislamiento de Hongos del Aire del Archivo General de la Nación. Méx. D. F. Rev. Mex. de Mic. 4: 145-151
- Nyuskha, J. P. 1974. Paper inhabiting fungi. Mikol. Fitopatol. URSS.
- Nyuskha, J. 1979. Biological Principles of Book Keeping Conditions. Restaurator 3 no. 3
- Nyuskha, J. 1980. Biodeterioration and biostability of library materials. Restaurator 4 no. 1
- Paullada, Mena M. 1980. La conservación preventiva de los materiales de archivo. Tesis INAH-SEP.
- Pitt, J. I. 1979. The Genus Penicillium its teleomorphic states Eupenicillium and Talomyces. Academic Press, London.
- Plenderleith, H. J. 1956. La conservación de antigüedades y obras de arte. Instituto General Conservación y Restauración de Obras de Arte, Arqueología y Etnología. Cap. II Papiro, Pergamino y Papel.

- Ponce, P. 1993. Evaluación y propuesta de Conservación para el Archivo General de Notarías D.D.F. (tesina) E.N.C.M.
- Raper, K.B. y Fennell, D.I. 1977. The Genus Aspergillus. Robert E. Kriger Pub. Co., Huntinton, New York.
- Robledo, M. y Cifuentes, J. 1986. Nuevos Registros del Género Chaetomium (Chaetomiaceae) en México. Rev. Mex. Mic. 2
- Robledo, M. y Moretti, Ma. C. 1986. Aislamiento de algunos Hongos que Atacan Documentos en el Archivo General de la Nación. Rev. Mic. 2: 125-130
- Sánchez, F. 1990. Fibras. - Base del Papel. Rev. Khurana Restauración y Conservación del Arte. Bol. No. 1
- Torres-Montes. 1990. Química y Deterioro del Papel. Rev. Khurana Restauración y Conservación del Arte. Bol. No. 1
- U.N.E.S.C.O. 1969. La conservación de los Bienes Culturales.
- Ulloa, M. y Hanlin R. 1981. Atlas de Micología básica. Edt. Concepto Mex.
- Vidal, L. 1939. L'analyse microscopique des papiers. Edt. Le Papier. Paris.
- Viñas-Torner. 1970. Degradación del papel, métodos preventivos. Informes y trabajos No. 11, Instituto de Conservación, Restauración de Obras de Arte, Madrid.
- Yopusova, M. 1980. Conservation and Restauration of Manuscripts and Binding on Parchment. Restaurator 4no. 1