

2 ej
170



**Universidad Nacional Autónoma
de México**

Facultad de Ciencias

**AISLAMIENTO Y DESCRIPCION DE
CHAETOMIUM SPP. EN DOCUMENTOS
DEL ARCHIVO GENERAL DE LA NACION.**

T E S I S

**Que para obtener el Título de
B I O L O G O**

p r e s e n t a

María Sol Robledo y Monterrubio

México, D. F.

1986



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.

I N D I C E

1.	RESUMEN	pag.1
2.	INTRODUCCION	
2.1	Importancia del Papel y Conservación de Documentos	2
2.2	Composición, Durabilidad y Deterioro del Papel	4
2.2.1.	Componentes del Papel	4
2.2.2.	Durabilidad del Papel	7
2.2.3.	Deterioro del Papel	7
2.3	Los hongos como agentes de deterioro	11
2.3.1.	Fuentes de inóculo	12
2.3.2.	Factores medioambientales	12
2.3.3.	Hongos causantes de deterioro en el papel	13
2.3.4.	Niveles ecofisiológicos de los hongos que atacan el papel	15
2.4	Degradación de la celulosa por hongos	17
2.4.1.	Celulosa	17
2.4.2.	Factores que gobiernan la descomposición	17
2.4.3.	Bioquímica de la degradación de la celulosa	18
2.5	Efecto de los hongos celulolíticos en el papel	22
2.5.1.	Alteraciones químicas	22
2.5.2.	Alteraciones mecánicas	22
2.5.3.	Alteraciones cromáticas	22
2.6	Importancia del género <u>Chaetomium</u>	24
3.	ANTECEDENTES	29
4.	MATERIALES Y METODO	32
4.1	Aislamiento	32
4.1.1.	Selección del papel	32
4.1.2.	Selección de Medios de Cultivo	32
4.1.3.	Toma de muestras	33
4.2	Purificación de cepas	34
4.3	Determinación de las cepas aisladas	35

5.	RESULTADOS	
5.1.	Aislamiento de cepas.....	pag. 37
5.2.	Purificación de cepas aisladas	38
5.3.	Determinación del material estudiado	39
6.	POSICION TAXONOMICA Y DESCRIPCION DEL GENERO <u>Chaetomium</u>	
6.1.	Posición taxonómica	42
6.2.	Descripción	47
7.	CLAVES DICOTOMICA Y SINOPTICA DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS	
7.1.	Clave dicotómica	51
7.2.	Clave sinóptica	53
8.	DESCRIPCION DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS	
8.1.	<u>Chaetomium bostrychodes</u>	59
8.2.	<u>Chaetomium fibripilium</u>	62
8.3.	<u>Chaetomium funicolum</u>	64
8.4.	<u>Chaetomium globosum</u>	67
8.5.	<u>Chaetomium globosum</u> var. <u>arhizoides</u>	70
8.6.	<u>Chaetomium globosum</u> var. <u>flavo-viride</u>	72
8.7.	<u>Chaetomium globosum</u> var. <u>ochraceoides</u>	74
8.8.	<u>Chaetomium globosum</u> var. <u>rectum</u>	76
8.9.	<u>Chaetomium ochraceum</u>	78
8.10.	<u>Chaetomium nachynodiodes</u>	81
8.11.	<u>Chaetomium pulchellum</u>	83
8.12.	<u>Chaetomium</u> sp.	85
9.	DISCUSION	
9.1.	Aislamiento	88
9.2.	Purificación de cepas	92
9.3.	Determinación	94
9.4.	Hábitat y Distribución	96
9.5.	Importancia de las especies determinadas	100
10.	CONCLUSIONES.....	108
11.	BIBLIOGRAFIA	110

1. RESUMEN

En este trabajo se aislaron 13 cepas de Chaetomium spp. de documentos deteriorados del Archivo General de la Nación, pertenecientes a los siglos XVIII, XIX y XX. Se analiza la posición taxonómica del género y se redescriben las especies estudiadas. Se discuten ampliamente las técnicas de aislamiento y purificación de cepas; así como también la importancia, la distribución y el hábitat de los ejemplares determinados.

De las 13 cepas aisladas, 7 especies y 4 variedades son nuevos registros para México, Chaetomium bostrychodes Zopf; Ch. fibripilium Ames; Ch. funicolum Cooke; Ch. globosum Kunze ex Fries; Ch. globosum var. arhizoides Dreyfuss; Ch. globosum var. flavo-viride Novak; Ch. globosum var. ochraceoides Dreyfuss; Ch. globosum var. rectum Dreyfuss; Ch. ochraceum Tschudy; Ch. pachypodiodes Ames; Ch. pulchellum Ames.

Se registran por primera vez creciendo en papel Ch. fibripilium y Ch. pulchellum. Se aíslan del aire de archivos por vez primera a Ch. funicolum y Ch. pachypodiodes.

Por último, de Ch. fibripilium y Ch. pulchellum solamente se conocía la descripción tipo de la especie, y hasta ahora no se habían estudiado nuevamente.

El material se encuentra depositado en el Cepario de la Facultad de Ciencias, U.N.A.M.

2. INTRODUCCION

2.1 Importancia del Papel y Conservación de Documentos

Antea de que se inventara el papel, el hombre esculpía anotaciones en piedra, las inscribía en papiro o en pergamino. El papiro fue el precursor del papel, era de origen vegetal y se hacía en Egipto desde épocas tan remotas como el año 2,400 A.C.; en cambio, el pergamino se hacía de la piel de los animales. Los Chinos descubren el arte de fabricar papel en el año 105 D. C. (Gómez y Huerta, 1979; Earl, 1982).

Realmente pocas personas fuera de aquéllas que son historiadoras y restauradoras valoran en toda su magnitud la importancia que tiene el papel para el hombre, ya que es un medio por el cual quedan impresas nuestras ideas, pudiendo así ser transmitidas y difundidas profusamente al grado que puede considerarse que representa un verdadero medio de comunicación masiva.

La cultura e historia de un país, se ve reflejada en el conjunto de documentos, manuscritos gráficos o impresos, que deben encontrarse reunidos, catalogados y sobre todo conservados debidamente, ya que con ellos a salvo, podrá corregirse, completarse y perfeccionarse la historia de cada nación. Esta misión es de gran importancia, ya que de la eficacia de ella, dependerán no solo los registros de acontecimientos históricos, sino los de todas la manifestaciones de la cultura.

Un ejemplo en México de la ignorancia en el manejo de es--

tos documentos ocurrió en 1953, cuando más de mil expedientes - de la época posterior a la Independencia y relativos a Guadalupe Victoria, Vicente Guerrero, López de Santa Ana, Iturbide y - otros hombres cruciales en la historia de México, se perdieron irremisiblemente en el archivo que fue adaptado en la Casa Amarilla de Tacubaya en el año de 1930. Durante 22 años se mantuvieron olvidados por el Gobierno, lo cual significó una pérdida de gran importancia en el acervo cultural de nuestro País, pues los documentos sacados fueron encontrados gravemente deteriorados y muchos destruidos por la acción de polvo, humedad, microorganismos, animales y sus excrementos (Almela, 1976).

Todos los manuscritos e impresos que contiene la historia de México, se encuentran principalmente en las siguientes Instituciones:

1) Archivo General de la Nación. Cuenta hasta la fecha con más de 15 Km. de documentación que procede de los siglos XVI al XX (Pedroza, 1982).

2) Secretaría de Relaciones Exteriores. En cuyo archivo figuran numerosos documentos que datan de 1821 (Roux-López, 1982).

3) Biblioteca y Hemeroteca Nacional. Se calcula que estas instituciones poseen el 20% de la riqueza bibliográfica del país (Ruiz, 1982).

4) Instituto de Estudios y Documentos Históricos, A. C. - del Claustro de Sor Juana. En éste se encuentran custodiados muchos libros y documentos de la época novohispana escritos principalmente en latín, español antiguo, náhuatl, otomí y purépecha (López, 1982).

Además de los anteriores, hay otras instituciones similares

en diversos estados de la República, en las principales ciudades del interior del País, cuyo número no puede precisarse y aún deben considerarse las colecciones particulares también imposibles de determinar.

Los tesoros bibliográficos de estos centros, son objeto de frecuente consulta por investigadores nacionales y extranjeros; por tal razón, se enfrenta el problema del incremento en el manejo de tan valiosos documentos que como es natural, sufren deterioros que ameritan restauración. Por lo tanto, en todos estos lugares, debe existir un departamento integrado por profesionales especializados en Química, Física y Biología aplicadas a la restauración y conservación, ya que sin ellos, no existiría la posibilidad de disponer de archivos ni de bibliotecas, con carácter permanente, que puedan ofrecer piezas originales a los investigadores de la actualidad y a los del futuro.

Por lo que se refiere a la importancia industrial de la producción del papel, es de las más antiguas. Actualmente en México, existen 15 fábricas de celulosa, 39 de papel y 16 plantas de celulosa y papel (Carvajal y Lomelí, 1983). La industria de pulpa y papel, es fuente directa de trabajo para más de un millón de personas.

2.2 Composición, Durabilidad y Deterioro del Papel

2.2.1 Componentes del Papel. Para comprender el deterioro del papel y sus causas, es necesario conocer sus componentes principales que son: la fibra (material celulósico); el encolante (de origen vegetal, animal o plástico) y la carga (compuestos inorgánicos como el caolín).

FIBRA. La materia prima básica para la fabricación del papel está formada por fibras celulósicas vegetales, aunque puede tener muy diversos orígenes. La principal fuente de material fibroso, en un 85-90%, los proporciona la madera (ver tabla I).

ENCOLANTE. Constituye un 10% del papel y tiene como objeto hacerlo resistente a la penetración de agua u otros líquidos, - da solidez a la hoja y la endurece; previene el extendimiento o corrimiento de la tinta al escribir. Se fabrica de gomas naturales, gelatina, cola, brea, cera, silicones, mucílagos de plantas, resinas sintéticas, almidón, etc.

CARGAS. Son polvos minerales que se agregan a los papeles; su función es rellenar los huecos entre las fibras y cargar el papel. Por este relleno se obtiene una mejora del mismo, ya que se reducen las irregularidades de la superficie, dándole una - textura más fina. Pueden ser muy diversos:

Silicatos	{	caolín - Silicato de Arcilla
		talco - Silicato de Magnesio
		Asbestinas - Silicato de Calcio y Magnesio
Sulfatos	{	Sulfato Cálcico
		Sulfato Bórico
Carbonatos	{	Magnesita ó Carbonato de Magnesio
Oxidos	{	Oxido de Titanio
Productos de Poco uso	{	Tierra de diatomeas
		Pigmentos de Silicato de Calcio
		Sulfuro de Zinc
		Sulfato Bórico
		Carbonato de Calcio

TABLA I. CLASIFICACION DE FIBRAS (Earl, 1982)

- I. Fibras vegetales
 - A. Fibras de frutos
 - 1. Pelos de semillas - algodón
 - 2. Vainas - kapok
 - 3. Cáscaras - cocó
 - B. Fibras de tallos
 - 1. Fibras de madera - gimnospermas y angiospermas
 - 2. Fibras liberianas
 - a. Plantas maderables - tejido liberiano de la corteza - interior de los árboles (y arbustos) de gimnospermas y angiospermas.
 - b. Herbáceas dicotiledóneas - Linaza, cáñamo, yute, cáñamo de India, ramio.
 - C. Fibras de hojas - abacá, sisal, lino de Nueva Zelanda, caroa, piña.
- II. Fibras animales
 - A. Lana
- III. Fibras minerales
 - A. Asbesto
 - B. Vidrio
- IV. Fibras hechas por el hombre, o artificiales
 - A. Celulosa regenerada - rayón
 - B. Poliamida - nylon
 - C. Poliacrílico - orlón
 - D. Poliéster - dacrón

2.2.2 Durabilidad del Papel. La durabilidad significa resistencia al deterioro por acción química debida a impurezas - del papel o a agentes externos, como el aire circundante y/o resistencia al manejo o trato. Estas propiedades son independientes, puesto que un manejo excesivo acelera el deterioro natural, mientras que un papel que inicialmente tiene pobre resistencia es menos capaz de soportar el manejo. Por ésto el control de calidad y cantidad de los constituyentes menores, como encolante y cargas aplicadas al papel, es tan importante como el control de los materiales celulósicos para la obtención de papeles resistentes.

Los principales factores que garantizan la durabilidad del papel son: (Grant, 1966; Gómez y Huerta, 1979; Delfín, 1982).

- Alta resistencia
- Selección del material fibroso
- Ausencia de carga
- Acidez mínima
- Cantidad de productos residuales (cloruros, sulfatos, etc.)
- Eliminación de productos de degradación de celulosa.
- Secado cuidadoso

2.2.3 Deterioro del Papel. De acuerdo con la composición - que ya ha sido descrita, observamos que sus constituyentes pueden ser degradados ya sea por la acción de microorganismos así como por factores medioambientales adversos. La fibra y encolantes, son sustancias de origen orgánico que representan una verdadera fuente nutricional a microorganismos e insectos capaces de descomponerlos; también son compuestos susceptibles de sufrir oxidaciones, hidrólisis, etc.; por la oxidación del medio que -

los rodea.

Agentes Causales de Deterioro. Son aquellos factores inter nos ó externos de origen biótico o abiótico capaces de actuar conjuntamente o no y originar deterioro en el papel; es decir, - que pueden alterar su composición, propiedades físicas y químicas (manchados, longitud de la fibra, humedad, resistencia, con tenido de celulosa, etc.).

Los factores internos tienen su origen en la calidad del - material, composición y técnicas de fabricación empleadas. Es-- tos determinan la permanencia y durabilidad del documento.

Los factores externos se deben a las condiciones de almace naje en que han permanecido a lo largo de su historia.

Estos factores generalmente se encuentran interactuando de manera directa; determinando así la magnitud del daño ocasiona do.

Dentro de los factores abióticos tanto físicos como quími cos, o la interacción de ellos, responsables de la degradación del papel son los siguientes (Flieder, 1969; Almela, 1976; Gó-- mez y Huerta, 1979; Vélez y Michel, 1980; Banks, 1983):

Factores Externos

- a. Calor
- b. Humedad
- c. Cambios frecuentes de temperatura y humedad relativa
- d. Exposición a la luz y radiaciones de alta frecuencia
- e. Componentes ácidos como la atmósfera de zonas industria les
- f. Agentes oxidantes (ej. oxígeno)

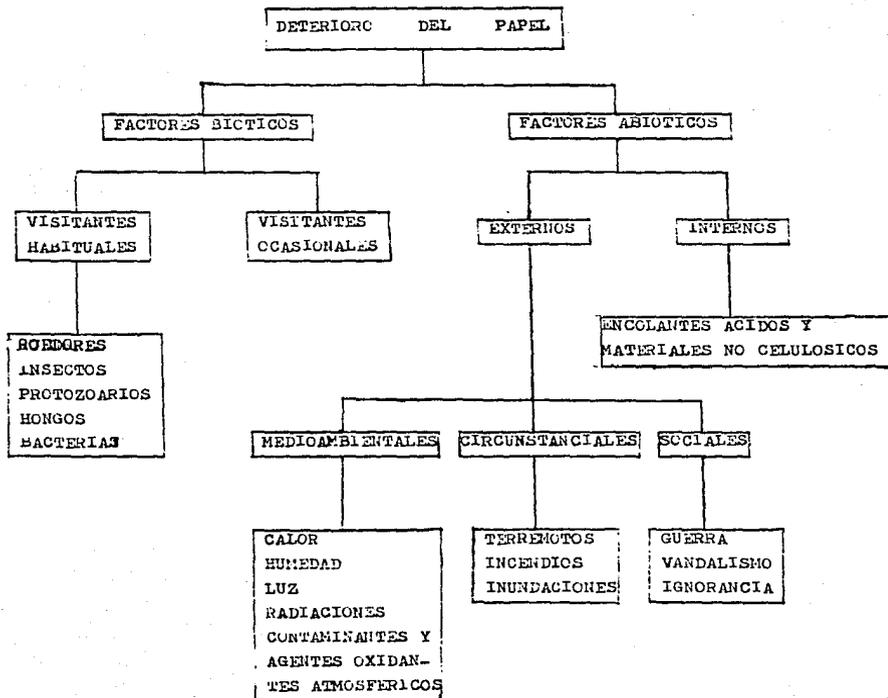
- g. Presencia o restos de metales pesados ya que son catalizadores de la oxidación y formación de H_2SO_4 en la atmósfera.
- h. Circunstanciales: terremotos, incendios, inundaciones, etc.
- i. Sociales: guerra, vandalismo, etc.

Factores Internos

- a. Presencia de encolantes ácidos (alumbre, resina, etc.)
- b. Presencia de materiales no celulósicos como ligninas -- que son ácidas por naturaleza y sensibles a la luz.

Las condiciones medioambientales del lugar donde se encuentra almacenado un documento son importantísimas para su buena conservación; para ésto, el archivo o biblioteca deberá permanecer a una temperatura de 20 °C y una humedad relativa de 50% y menor del 70% (Gallo, 1963; Meynell y Newsam, 1978; A.G.N., -- 1979). Es necesario hacer notar que un papel almacenado en esas condiciones o cifras muy cercanas a las mencionadas 40 a 65% de Hr. y de 15 a 24 °C (Gallo, 1963; Nyuksha, 1978; Banks, 1983) pero de una manera constante, se conservará en mejor estado que aquél que ha sido sometido a variaciones de temperatura y humedad, frecuentes o bruscas, lo que origina graves daños.

Por lo que se refiere a los factores bióticos, encontramos a todos los organismos que pueden deteriorar el papel, ya sea que degradan alguno de sus componentes, lo utilicen como apoyo para crecer o como alimento. Se dividen en dos tipos de acuerdo a la incidencia y daño en el papel:



CUADRO 1

FACTORES QUE OCASIONAN DETERIORO EN EL PAPEL

a. Visitantes ocasionales. Generalmente viven en muebles, plantas, restos de alimentos, textiles, u otros lugares cercanos al sitio donde se almacena el papel y ocasionalmente lo llegan a perjudicar. La mayoría de ellos obtienen sus nutrimentos en - substancias orgánicas como saliva, moco, grasa, etc., que se lo calizan en los documentos en cantidades mínimas, debido al manejo de los mismos.

Los agentes responsables del deterioro de documentos son - (Gallo, 1963; Paullada, 1982; Banks, 1983):

- a. Roedores
- b. Insectos
- c. Microorganismos.

2.3 Los Hongos como Agentes de Deterioro

Se ha observado que el grupo de microorganismos más abundantes y que mayores pérdidas originan son los hongos, ya que a diferencia de las bacterias, presentan alta resistencia a condiciones ambientales desfavorables. Sus requerimientos son modestos, y la ventaja de presentar estructuras somáticas llamadas - hifas, ejercen una presión mecánica en el sustrato, aunado a la producción de enzimas extracelulares, lo que les permite una rápida extensión sobre el papel (Gallo, 1963; Hudson, 1972; Meynell y Newsam, 1978).

Los orígenes y métodos de formación de la micoflora del papel pueden ser de lo más variado. Su conocimiento se realiza como resultado de un estudio profundo del proceso de preparación en las diferentes etapas de transformación de la materia prima del papel, así como del análisis micológico riguroso del medio

ambiente en el que se encuentra, del depósito donde éste se guarda y de los individuos y artículos de contacto.

2.3.1 Fuentes de inóculo. La invasión de los materiales de archivo por hongos se puede deber a diversas fuentes que se mencionan a continuación en orden de frecuencia (Gallo, 1963; Paulada, 1982):

- a) Esporas presentes en el aire o en el polvo de los locales.
- b) Contacto con objetos infectados, como son documentos ya invadidos.
- c) Presencia de esporas en las materias primas que se emplean en la elaboración del papel.

Es importante señalar que los trabajadores encargados de estos lugares, son eficaces diseminadores de esporas debido a la manipulación simultánea de documentos sanos y deteriorados.

Estas fuentes ocasionan que las esporas se depositen en la superficie de los materiales pudiendo persistir por períodos prolongados y cuando las condiciones medioambientales son favorables comienzan a crecer, empezando así la infección y el proceso de deterioro.

2.3.2 Factores medioambientales. La temperatura y la humedad junto con el suministro adecuado de Oxígeno, influyen en la velocidad de deterioro del papel, ocasionado por hongos.

Generalmente la micoflora celulolítica crece entre los 15 a 33 °C aunque hay algunas excepciones. La mayoría son tolerantes al frío y pueden vivir por largos períodos de tiempo a temperaturas bajas, en el otro extremo hay algunos capaces de resistir altas temperaturas hasta de 65 °C (Alexander, 1977).

La humedad óptima para el crecimiento de estos organismos, depende de cada especie, aunque no debe ser menor del 25%; las humedades altas son mucho más propicias (mayores del 70%). La germinación de las esporas en la mayoría de las especies ocurre cuando existe una película de agua (Ross y Hollis, 1976; - Nyuksha, 1979; Kowalik, 1980).

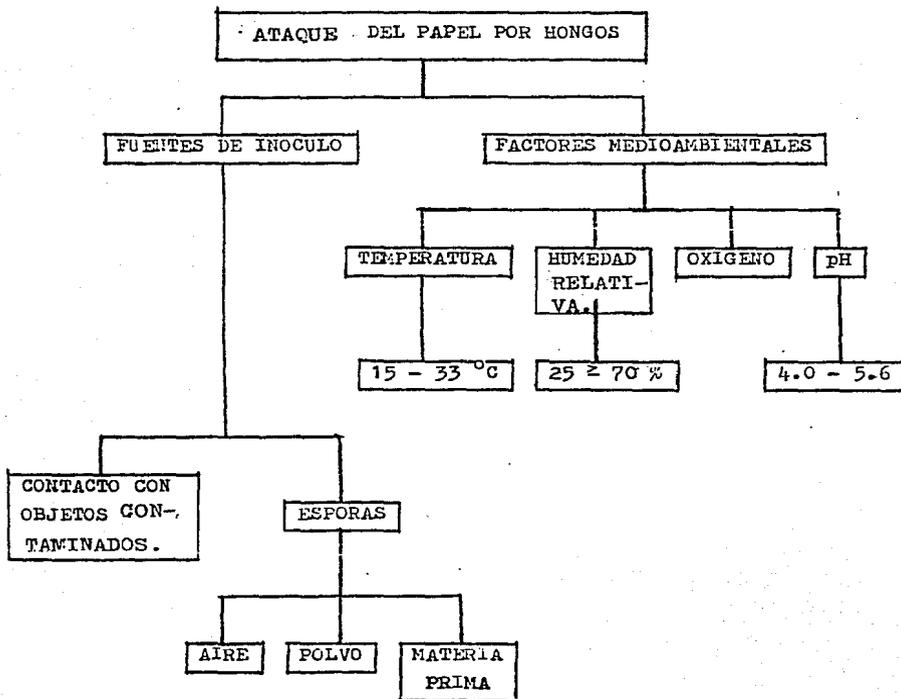
La presencia de oxígeno es fundamental, debido a que los hongos celulolíticos son aerobios.

Otro factor muy importante es el de las características climatológicas de la ciudad donde se encuentran las instituciones que conservan estos bienes culturales, ya que influyen en el desarrollo de los hongos.

2.3.3 Hongos causantes del deterioro en el papel. Gallo - (1963) reporta alrededor de 100 especies de hongos que dañan el papel; hasta ahora se han reportado 308 especies y 132 géneros de hongos que habitan el papel (Nyuksha, 1974):

Clase	Orden	Familia	Especie
Zigomycetes	1	8	14
Ascomycetes	7	33	55
Basidiomycetes	2	8	8
Deuteromycetes	<u>2</u>	<u>83</u>	<u>231</u>
TOTAL	12	132	308

Los hongos de la clase Zigomycetes que se han encontrado en el papel, pertenecen al orden Mucorales. Se desarrollan en condiciones de gran humedad en la masa de papel, por ejemplo - en tiempos de inundación, accidente o incendios. Sin embargo - siempre están presentes en el aire de los depósitos y en la superficie del papel que se encuentra en condiciones normales.



CUADRO 2

CAUSAS QUE FAVORECEN EL DESARROLLO DE HONGOS EN EL PAPEL

Los Ascomycetes en la mayoría de los casos se presentan como parásitos característicos del papel. Los representantes del orden Sphaeriales (sobre todo la familia Chaetomiaceae) y del orden Plectoascales (género Myxotrichum).

Los Basidiomycetes encontrados son de los órdenes Agaricales y Aphyllophorales. Estos hongos se manifiestan en la masa de papel que se encuentra guardado por un período largo de tiempo. Aún no se ha definido su comportamiento con respecto a la destrucción del papel.

De los Deuteromycetes registrados, varios degradan el papel y están representados por los órdenes Sphaeropsidales (16 especies) y Moniliales (215 especies).

Es necesario considerar que la micoflora del papel se compone, no solamente por rigurosos destructores de la celulosa.

La frecuencia genérica, según estudios cuantitativos en los que se han encontrado hongos en el papel, es la siguiente (Nyuksha, 1974):

Penicillium, Aspergillus, Chaetomium, Mucor, Fusarium, Ulocladium, Stemphyllium, Cladosporium, Stachyobotrys, Alternaria, Sporotrichum, Trichoderma, Acremonium, Trichotecium. Sin embargo, la frecuencia con la que se presentan no revela su acción deteriorante en el papel, ya que muchos de ellos son saprobios en muchos hábitats. Los habitantes reales del papel y sus productos, se han establecido con base en el estudio del deterioro y medida del daño causado a ellos.

2.3.4 Niveles ecofisiológicos de los hongos que atacan el papel. Según el grado de ubicación en el sustrato, Nyuksha (1974), los ha clasificado en 5 niveles ecofisiológicos:

1o. Los hongos que se encuentran permanentemente en el pa

pel, que penetran en las fibras y conducen al substrato a un estado de desintegración. Todos estos hongos reúnen la capacidad de destrucción de las distintas formas de la celulosa, alimentándose de la fibra y gracias a esta propiedad son capaces de llevar al papel a un estado de desintegración.

2o. Hongos que se encuentran constantemente en el papel y que provocan algunas destrucciones en su textura, aunque no al grado de los anteriores, en agrupaciones que pueden estar actuando como sinergistas.

3o. Hongos que asimilan componentes específicos del papel, los cuales constituyen una parte insignificante (cera, parafina, caucho, celofán, etc.). El número de especies es menos constante que en las anteriores y pueden modificarse según la medida de desarrollo de la producción poligráfica, los distingue la capacidad de multiplicarse en el papel, más rápidamente que los otros, en presencia de ingredientes complementarios a su fibra. Esto favorece en ocasiones, la semejanza de los materiales de contacto, los cuales acrecientan sus colonias y ocupan una mayor parte del papel.

4o. Los hongos cuya presencia en el papel depende de la micoflora circundante. La presencia cuantitativa de estas especies supera significativamente a su nocividad debido a su alta frecuencia en la atmósfera circundante de los objetos y a la causa de su mayor energía de producción, por lo que se observa una mayor frecuencia en su hallazgo.

5o. Ciertos representantes casuales. En cada depósito pueden ser descubiertas las especies de hongos cuya presencia depende de las condiciones locales de aquél.

2.4 Degradación de la Celulosa por Hongos.

2.4.1 Celulosa. Es un carbohidrato compuesto por unidades de glucosa, que se encuentran formando una larga cadena lineal y están unidas por enlaces en los átomos de C_1 y C_4 de las moléculas 1 y 2 de azúcar respectivamente. Pueden existir de - - 2, 000 a 10,000 unidades de glucosa en la molécula, pero el número de azúcares por cadena y el peso molecular varía con las especies vegetales. La fórmula más simple que se le puede asignar, basándose en su análisis químico es $(C_6H_{10}O_5)_n$.

2.4.2 Factores que gobiernan la descomposición. La tasa - en la cual la celulosa es metabolizada, está regida por un número de influencias medioambientales como: temperatura, aireación, humedad, pH, presencia de otros carbohidratos, etc., también modificaciones en las características físicas y químicas del hábitat, alteran la composición de la micoflora y su actividad celulolítica.

La utilización biológica de la celulosa puede ocurrir de - de $65^{\circ}C$, aunque cada uno de los organismos celulolíticos es - afectado de diferente manera por la temperatura. Las estaciones del año tienen una marcada influencia en la tasa de degradación, probablemente como resultado de los cambios de humedad y temperatura.

La aireación también determina la composición de la flora activa, la tasa de metabolismo de la celulosa se reduce en - aquellos medios ambientes deficientes en oxígeno. Los hongos y Actinomyces celulolíticos proliferan en medios ricos en oxígeno, en cambio las bacterias celulolíticas en los anaerobios.

En ambientes con pH neutro o alcalino, muchos microorga--

nismos son capaces de crecer y secretar enzimas apropiadas para la hidrólisis del polisacárido. Bajo condiciones ácidas, la desaparición de la celulosa es fuertemente mediada por hongos filamentosos.

La adición de sustancia orgánica, acelera la descomposición del polisacárido. En un medio que tiene celulosa como única fuente de carbono, las colonias de microorganismos se desarrollan pobremente, pero el crecimiento es rápido si el medio además de celulosa, contiene moléculas simples que son fácilmente aprovechables. Una vez que el suministro de estas moléculas se vuelve limitado, la flora puede adaptarse a la celulosa, iniciando hasta entonces, la hidrólisis del polímero.

2.4.3 Bioquímica de la Degradación de la Celulosa. La celulosa es el material orgánico más abundante en la tierra, no puede ser utilizada por todos los hongos, pero es lentamente hidrolizada por muchos de ellos. Para descomponerla, los hongos deben ser capaces de producir las enzimas hidrolíticas necesarias.

Los principales productos de la descomposición de celulosa por hongos son el bióxido de carbono y el carbón celular, aunque probablemente algunos grupos liberan pequeñas cantidades de ácidos orgánicos.

El paso inicial en la destrucción de este compuesto es la hidrólisis enzimática del polímero. Estas enzimas son llamadas celulasas, las que catalizan la conversión de celulosa insoluble en mono o disacáridos solubles en agua. Estos azúcares simples pueden ser metabolizados a CO_2 por organismos aerobios o en ácidos orgánicos y alcoholes por anaerobios.

La célula microbiana es impermeable a la molécula de celulosa, de modo que el organismo debe excretar enzimas extracelulares, para poder aprovechar el recurso de carbono. Estos catalizadores extracelulares actúan hidrolíticamente, convirtiendo el material insoluble en azúcares solubles que penetran a la célula, para ser oxidados y proveerla de energía para reacciones biosintéticas.

El sistema enzima-celulasa, cataliza la hidrólisis de compuestos en los cuales las unidades de glucosa están conectadas en el C_1 del azúcar 1 al C_4 del adyacente azúcar 2, la ligadura es de tipo β , conocida como β 1-4.

Las moléculas incluidas son celobiosa, celotriosa, celotetraosa y celulosa, que contienen 2, 3, 4 y muchas unidades de glucosa respectivamente. Aquellos compuestos que poseen varias moléculas de glucosa en su configuración son llamadas oligómeros, de gran importancia por ser intermediarios en la conversión del polímero (celulosa) al monómero (glucosa).

El sistema catalítico requerido por un microorganismo para transformar en azúcares simples a la celulosa, incluye tres tipos de enzimas:

- a) Una caracterizada pobremente llamada C_1
- b) Otra que es la β -(1 \rightarrow 4) glucanasa o llamada también C_x
- c) y la β -glucosidasa.

El rompimiento total del polímero requiere una acción conjunta de estos catalizadores.

La C_1 actúa sobre la celulosa nativa, no es capaz de hacerlo sobre el polisacárido parcialmente degradado ni en los oligómeros. Se encuentra en verdaderas especies celulolíticas.

Su exacto mecanismo de acción no es conocido, pero produce cadenas lineales.

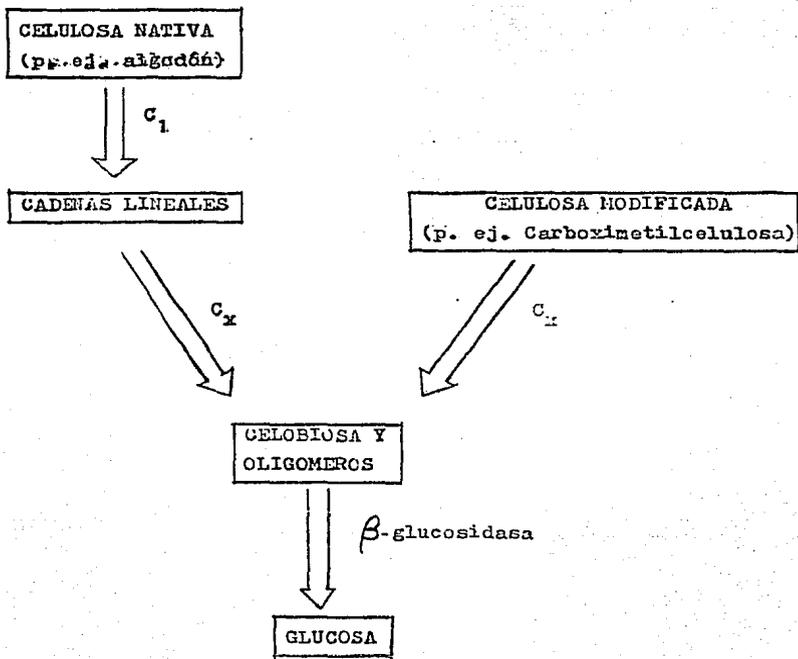
La β 1-4 glucanasa conocida como C_x no hidroliza la celulosa nativa, pero rompe polímeros parcialmente degradados, que son moléculas formadas por unidades de glucosa. Este tipo de hidrólisis, que involucra la adición de agua al sustrato insoluble, rompe las ligaduras entre los azúcares de la cadena. - Dos formas de ruptura son conocidas entre las glucanasas:

1o. Rompimiento al azar. Origina celobiosa, varios oligómeros y algunas veces glucosa, este tipo de catálisis es conocida como endoenzima.

2o. Rompimiento cercano al fin de la cadena. Origina generalmente celobiosa; tal catalizador es llamado exoenzima.

La β -glucosidasa, es la enzima que hidroliza la celobiosa, oligómeros y otras moléculas de bajo peso molecular a glucosa.

Existen hongos que son capaces de producir los tres tipos de enzimas, resultando más eficaces en la destrucción de la celulosa, a diferencia de aquéllos que solamente poseen una o dos enzimas. Las celulasas usualmente son producidas en la presencia de celulosa y no son secretadas cuando existen otras fuentes nutritivas que son disponibles rápidamente; se encuentran unidas en la superficie de la hifa, quien se pone en contacto con el medio ambiente y la difunde. Esto puede ser demostrado por el aclaramiento en el medio de cultivo, que contiene al polisacárido, como resultado de la actividad enzimática actuando a cierta distancia de la colonia que la ha formado (Hudson, - 1972), (ver cuadro no. 3).



CUADRO 3

ESQUEMA DE LA DEGRADACION DE CELULOSA (Hudson, 1972).

2.5 Efecto de los Hongos celulolíticos en el Papel.

Los daños materiales de Archivo que son ocasionados por hongos pueden ser de tres tipos (Gallo, 1963; Meynell y Newsam, 1978; Paullada, 1982):

- a) Alteraciones químicas
- b) Alteraciones mecánicas
- c) Alteraciones cromáticas

2.5.1 Alteraciones Químicas. Comprenden la degradación de la celulosa por la actividad metabólica de los hongos, ya mencionada anteriormente.

2.5.2 Alteraciones Mecánicas. No solo la descomposición de la celulosa conduce a una destrucción completa, sino también a acciones mecánicas. Las hifas de los hongos se introducen en el papel y favorecen su debilitamiento, éste aunado a la celulolisis origina una completa destrucción.

2.5.3 Alteraciones Cromáticas. Los microorganismos que muestran una marcada actividad celulolítica han sido relacionados con acciones cromáticas, es decir que el efecto fúngico en el papel se manifiesta por la aparición de manchas de varios colores e intensidades, originados por el color del micelio que se infiltra entre las fibras o por pigmentos secretados por el micelio como resultado de su metabolismo (Gallo, 1963; Hudson, 1972; Meynell y Newsam, 1978; Kowalik, 1980).

Un caso particular de alteración cromática es la que produce manchas pequeñas de color café rojizo, donde se ha observado la presencia de mayor porcentaje de hierro orgánico e inorgánico. Estas alteraciones se atribuyen a la actividad de agentes microscópicos. Los ácidos orgánicos secretados por los

por los hongos en sus procesos metabólicos reaccionan con el hierro presente en el papel, formando sales que se descomponen con extremada facilidad para formar óxidos e hidróxidos de hierro, que tienen esta coloración característica. Estas manchas se han atribuido también, a una acción indirecta de los hongos en el papel, ya que al desarrollarse en materiales como gomas, forman áreas higroscópicas donde son acumulados productos de la descomposición de la celulosa que son solubles en agua. Estas áreas cambian a un color café rojizo en ambientes húmedos.

Los pigmentos secretados por los hongos tienen varias composiciones químicas, pero son principalmente carotenoides y antraquinonas.

Se ha mostrado que la aparición del color en la hifa, tiene las siguientes etapas sucesivas (Gallo, 1963):

Primero el color es concentrado en gránulos, luego se difunde en el plasma y finalmente pasa a través de la membrana celular a los alrededores.

Las relaciones químicas existentes entre las fibras del papel y el micelio no han sido establecidas todavía.

Es necesario señalar, que las coloraciones del papel no derivan solamente de hongos que lo invaden, sino también se conjugan varios factores, los más comunes son:

- a) Tipo de papel y procesos químicos de la manufactura
- b) Condiciones bajo las cuales haya ocurrido la infección (humedad atmosférica, humedad del papel, temperatura, etc.)
- c) Longitud de acción de las especies fungoides (períodos cortos o largos de infección latente)
- d) Coexistencia de varias especies fúngicas

- e) Posible presencia en el papel de almidón, metales, etc.
- f) Acidez en el papel.

Por lo tanto, no es posible aún, establecer un diagnóstico sobre el "agente causal" basado en la coloración, sino que es necesario efectuar análisis previos para identificar al microorganismo responsable del deterioro.

2.6 Importancia del género Chaetomium Kunze ex Fr.

Estudios realizados anteriormente sobre la micoflora del papel, revelan que uno de los grupos de hongos más frecuentes y destructivos es aquél que pertenece a la familia Chaetomiaceae, cuyos individuos son capaces de producir cualquiera de las enzimas que degradan la celulosa hasta desintegrar los documentos. Es decir que lo encontramos en el primer nivel ecológico de ataque al papel (Ames, 1963; Talbot, 1971; Christensen, 1975; Nyuksha, 1974; Kowalik, 1980).

El género más diverso y representativo de esta familia es Chaetomium que desde tiempos remotos se ha considerado como gran destructor de materiales que contienen celulosa, como papel y textiles (Greathouse, 1945; Ames, 1949).

A partir de estos problemas el género llamó la atención a diversos investigadores para estudiar su morfología y fisiología.

En 1945, Greathouse y Ames, registraron varias especies de Chaetomium deteriorando material y equipo militar en zonas tropicales y subtropicales, originando graves pérdidas económicas para los Estados Unidos.

Probablemente uno de los más extensos estudios de la degradación microbiológica de materiales, fue realizado por la armada de los Estados Unidos durante la II Guerra Mundial, en la Universidad de Harvard.

También se ha encontrado parasitando diversos vegetales - (Ames, 1963; Seth, 1972; Ross y Hollis, 1976; ATCC, 1984) como papa, maíz, avena, coco; causando pudrición suave y pudrición azul en madera; atacando principalmente pinos (Hudson, 1972; - Müller y Loeffler, 1976; Ross y Hollis, 1976; Rai et al, 1981). Se ha considerado a Chaetomium globosum Kunze ex Fr. como un potente destructor de la madera (Rai et al, 1981).

Otras especies son productoras de metabolitos tóxicos para los animales de laboratorio, en algunos casos de efectos letales (Christensen, 1975; ATCC, 1984). Se han identificado diversas toxinas producidas por especies de Chaetomium creciendo en arroz: quetocromina, quetocina, quetomina, mollicelina G y cocliodinol (Sekita et al, 1980; 1981). Una de las más estudiadas es la producida por Chaetomium trilaterale Chivers llamada oosporeína, que se ha clasificado como una nefrotoxina en bioensayos practicados en pollos (Pegram y Wyatt, 1981; Manning y Wyatt, 1984); otros experimentos de diversas toxinas demuestran que los daños mayores son en riñón, hígado y vasos; efectuando pruebas en ratones, la tasa de mortalidad y extensión de daños que se ha reportado es muy alta (Gupta, et al., 1981).

Actualmente se realizan investigaciones sobre el efecto de estos metabolitos tóxicos en bacterias, principalmente la oosporeína (Brewer, et al., 1984); se han observado resultados positivos para las bacterias gram positivas (Domsch, et al., - 1980).

Se han reportado nuevos metabolitos tóxicos llamados que-toglobosinas, de los que se está estudiando su estructura molecular, biosíntesis y principio activo (Sekita, et al., 1982, - 1983).

El género también tiene importancia en el campo de la medicina, ya que algunas especies intervienen como productoras - de antibióticos llamados quetomina y quetocina (Waksman y Bugie, 1944; Seth, 1970; Christensen, 1975; ATCC, 1984). Actualmente otros metabolitos que segregan estos hongos, se están probando como agentes antitumorales (Sekita et al., 1981; Ipsen y Rosa-za, 1984) y nuevos antimicrobianos se siguen reportando (Kiku-chi, et al., 1981; 1982).

Las investigaciones realizadas hasta ahora, demuestran - que la más efectiva aplicación de estos antibióticos es en lo que respecta al control biológico de plagas de cultivos como - por ejemplo Venturia inaequalis (Cooke) Wint (Heye y Andrews, - 1983; Cullen y Andrews, 1984; Cullen y Berbee, 1984); el nemá-todo Heterodera glycines (Gintis, et al., 1983); la bacteria - Pseudomona sp., la mosca Hylemia platura (Hubbard, et al., - - 1982); y en Helminthosporium victoriae (Christensen, 1975). - Las especies más estudiadas en este campo son Chaetomium globo-sum y Ch. cochliodes Palliser.

Por lo que se refiere a micosis, existe un caso reportado de infección micótica oportunista en un paciente leucémico (Hop-pin et al., 1983).

La actividad celulolítica del género proporciona benefi-cios a la naturaleza en las diferentes áreas de la agricultura, horticultura, silvicultura, etc., ya que enriquecen el suelo -

al degradar la celulosa que se encuentra en excremento de animales y restos vegetales como hojas, tallos, ramas, troncos, - etc.; que son convertidos en azúcares simples aprovechables - por ellos mismos y otros organismos, formando así un eslabón - importante en estas cadenas tróficas. Ciertas especies se han aislado de la rizosfera de diversos vegetales, por lo cual son protegidos de las infecciones de patógenos.

Hay especies que son termofílicas y capaces de crecer a - temperaturas de 50 °C, su presencia en la paja de las camas de hongos cultivados indica que la composta se ha calentado duran- te la fermentación (Fergus, 1969; Talbot, 1971; Hudson, 1972).

Los Bioquímicos y Biotecnólogos también han captado la im- portancia de este género, determinando las características de su actividad y producción enzimática, para posteriormente uti- lizar estos conocimientos en la industria. Por ejemplo, se han registrado varias especies de Chaetomium que además de ser de- gradadoras de celulosa, también lo son de lignina, lignocelulo- sa, pectina, almidón, sacarosa y gelatina (Sharma y Saksena, - 1979; Aneja, 1981; 1983; ATCC, 1984).

Algunas otras son productoras de alcohol, proteínas sim- ples, aminoácidos, etileno, etc. (Müller y Loeffler, 1976; - - Alexander, 1977; ATCC, 1984).

Estudios recientes han citado a Chaetomium cellulolyticum como un organismo ideal para la producción de proteína por me- dio de fermentación sólida, a partir de celulosa pura como tam- bién lignocelulosa; el producto final contiene de 21 a 45 % de proteína cruda, dependiendo de la naturaleza del sustrato; es- to sería aplicable en todos aquellos residuos de cultivos que

se desechan y puedan utilizarse como suplemento de proteínas - en alimentos de animales (Moo-Young et al., 1980; Caha et al., 1983).

Igualmente se han realizado investigaciones sobre aspectos morfológicos y fisiológicos del género, como por ejemplo, - el proceso de la delicuescencia de sus ascas, microscopía de - barrido en sus estructuras, heterotalismo de algunas especies, etc. (Seth, 1967; Millner et al., 1977; Ellis, 1981 (2); Ro---sing, 1981 (2), 1982 (2), 1984).

De ahí el valor de conocer este género que ha sido muy po- co estudiado en México, así como también son escasas las inves- tigaciones que se han realizado acerca de la micoflora del pa- pel, desde un punto de vista biológico, ya que en su mayoría - han sido efectuadas por restauradores (Gómez y Huerta, 1979).

Debido a lo anterior, nació el interés de realizar esta tesis en uno de los más grandes acervos históricos de la Repú- blica como lo es el Archivo General de la Nación.

Los principales objetivos de esta investigación fueron:

- 1o. Aislar hongos del género Chaetomium a partir de docu- mentos históricos deteriorados.
- 2o. Encontrar las técnicas más adecuadas para aislar y pu- rificar estas cepas.
- 3o. Determinar las cepas aisladas a nivel de especie y - describirlas.
- 4o. Depositar en el Cepario de la Facultad de Ciencias, - UNAM, los cultivos ya identificados.

3. ANTECEDENTES

El género Chaetomium ha sido muy poco estudiado en México; la mayoría de los trabajos han sido realizados por extranjeros (Ames, 1963; Seth, 1972; Carter y Khan, 1982), los que registran solamente nueve especies para la República Mexicana:

1. Chaetomium aureum Chivers

Aislado de excremento de cabra en México; también se ha observado en papel de E. U.; excremento de conejo en Java y en excremento de alce en Ontario y Canadá (Seth, 1972).

2. Chaetomium caprinum Bainier

Se ha observado en excremento de cabra y de vaca en México; y también en varios excrementos de animales de E.U. y Brasil (Seth, 1972).

3. Chaetomium fusiforme Chivers

Citado para México, creciendo en excremento de conejo y de burro; en excremento y papel en Ontario; excremento de cerdo en Jamaica y de suelo en Japón (Seth, 1972).

4. Chaetomium indicum Corda

Aislado de papel filtro, excremento de conejo y cerdo en México; en papel y excremento de animales en Inglaterra, E.U., India (Seth, 1972).

5. Chaetomium iricolor Ames

Aislado a partir de detritus vegetales de México; la especie sólo es conocida de esta localidad (Ames, 1963).

6. Chaetomium multispirale Carter

Especie que ha sido registrada recientemente para Méxi

co, Canadá y Kenya, aislada de excremento de animales (Carter y Khan, 1982).

7. Chaetomium quadrangulatum Chivers

Se ha encontrado en excremento de animales del Golfo - de México, Chile y Massachusetts (Ames, 1963).

8. Chaetomium tortile Bainier

Registrado recientemente para México (Aguirre y Ulloa, 1982) en excremento de ratón (Nestomus alstoni alstoni); también se ha encontrado en E.U. y Canadá (Seth, 1972).

9. Chaetomium trilaterale Chivers

Aislado en excremento de vaca y conejo en México (Seth, 1972); de suelo en Japón (Seth, 1972); papel filtro en E.U., - Canadá y Japón (Ames, 1963; Seth, 1972).

El único trabajo publicado por investigadores mexicanos - fue el realizado por Aguirre y Ulloa en 1982, citando por primera vez para México a Ch. tortile, aislado de excremento de - ratón silvestre de la Sierra del Ajusco.

Como se puede observar, de las 300 especies descritas del Género (von Arx et al., 1984) en el mundo, el número de especies registradas para México es muy escaso, la mayoría de ellas se han aislado de excremento de herbívoros y de suelo; solamente Ch. indicum, se ha encontrado en papel, por lo que son pocos los trabajos realizados sobre micoflora de papel en México, en especial del género Chaetomium.

Menos aún se han efectuado investigaciones en el país sobre la micoflora aérea de archivos y bibliotecas; existe un estudio sobre hongos y bacterias aislados del aire en el Archivo de la Secretaría de Relaciones Exteriores en México (Orozco y

Salcedo, 1977), donde no se utilizan las técnicas adecuadas - para obtener esporas de hongos celulolíticos como Chaetomium.

Estudios en el extranjero, revelan que la incidencia de - esporas en el aire, es muy baja (Seth, 1972). En realidad has- ta ahora, se han registrado hallazgos de esporas del género en el aire, pero sin determinar la especie (Wiley et al., 1982; - Lawande y Onyemelukwe, 1984); investigaciones realizadas en bi bliotecas, no revelan la presencia del género (Burge et al., - 1978).

En México, se han realizado pocas investigaciones sobre - el problema del deterioro de documentos ocasionado por hongos. Se conocen solamente trabajos de tesis elaborados por restau_{ra}dores (Gómez y Huerta, 1979; Paullada, 1982).

4. MATERIALES Y METODOS

Para llevar a cabo esta investigación se siguieron los --
pasos que a continuación se indican:

1. Aislamiento
2. Purificación de Cepas
3. Determinación

4.1. Aislamiento.

Se utilizaron diversas técnicas que han sido empleadas por diferentes autores (Skolko y Groves, 1948; Ames, 1950; 1963; - Whiteside, 1962; Fergus, 1969; Flieder, 1969; Seth, 1972; Ko-- walik, 1980), en estudios semejantes. Esto se hizo con el obje to de saber cuál daría un resultado más efectivo; es decir, - que se obtuvieran realmente hongos celulolíticos y no de esporas que se encuentran en la superficie del papel; así como po- der muestrear sin causar daño al documento.

Las técnicas empleadas fueron las siguientes:

- a) Muestreos directos de papeles afectados
- b) Raspados de documentos
- c) Muestreo de la atmósfera circundante

4.1.1 Selección del Papel. Se tomaron muestras de documen- tos del Archivo General de la Nación, pertenecientes a los si- glos XVIII, XIX y XX, que mostraron sintomatología típica de - ataque por hongos, principalmente los manchados.

4.1.2 Selección de Medios de Cultivo. Se emplearon aqué- llos que han sido efectivos para el aislamiento de Chaetomium

y otros hongos celulolíticos (Ames, 1949; 1950 y 1963; Seth, - 1972; Kowalik, 1980): Harina de Maíz Agar (HMA), Celulosa Agar (CA), Papa Dextrosa Agar (PDA); V-8 Agar (V-8 A) y Malta Sal Agar (MSA).

Entre éstos podemos encontrar tanto medios selectivos -- (CA) y nutritivos (HMA, PDA y V-8 A) que se utilizaron con el objeto de aislar cualquier especie de Chaetomium, desde aquellas poderosamente celulolíticas es decir, capaces de degradar la celulosa nativa, hasta las que son celulolíticas débiles - por lo que degradan solamente oligómeros.

4.1.3. Toma de Muestras.

a) Muestreos Directos de Papeles Afectados.

Se recortaron tiras de 3.5 X 1.5 cm. de los documentos afectados, los cuales se depositaron en cajas de Petri con medio de cultivo, o en cámaras húmedas.

Las tiras se inocularon directamente sobre los medios de cultivo mencionados, con ayuda de pinzas previamente esterilizadas y flameadas con alcohol. Se incubaron a 27 °C durante 10 días.

Las cámaras húmedas se hicieron en cajas de Petri estériles, colocando un disco de papel filtro estéril en la base y sobre este papel, se coloca un triángulo de vidrio estéril en el que fue puesta la tira del documento, esto se realiza con el fin de evitar el contacto del papel filtro con la muestra. Se humedecieron cada tercer día con agua destilada estéril con cuidado de no mojar el recorte. Se incubaron a 27 °C durante - 10 días.

b) Raspados de Documentos.

Se efectuaron con ayuda de un bisturí estéril; se raspó con cuidado en las zonas afectadas, y se inoculó en los diferentes medios de cultivo. Se incubaron a 27 °C durante 10 días.

c) Muestreo de la atmósfera circundante

Se efectuó también, con HMA, V-8 A y CA. Se abrieron las cajas con los medios durante 15 minutos, éstas se colocaron a diferentes alturas del lugar. Se incubaron igualmente 10 días a 27 °C.

4.2 Purificación de Cepas

Se efectuaron al aparecer los primeros peritecios en las cajas de aislamiento.

Las técnicas de purificación empleadas fueron las citadas por diversos autores (Norris, 1945; Ames, 1963; Seth, 1972), y consistieron en:

a) Tomar un peritecio con el asa y sembrar por punto o estría.

b) Romper un peritecio en un portaobjetos excavado con agua destilada estéril e inocular esta gota en estría con ayuda del asa de siembra.

c) Colocar sobre el medio tiras de papel filtro estéril de 4 X 2 cm. e inocular el peritecio directamente sobre esta tira.

Los medios de cultivo empleados para estas técnicas fueron los mismos, exceptuando el MSA. Se incubaron a 27 °C duran

te 10 días o hasta que empiezan a desarrollarse los peritecios. Estas técnicas se repiten hasta obtener las cepas puras que se conservan en tubos de ensayo con agar inclinado.

4.3 Determinación

Para la identificación de las cepas aisladas, se consultaron las obras de Skoiko y Groves (1948); Ames (1949, 1950 y - 1963); Seth (1972); Domsch et al. (1980) y von Arx, et al. - - (1984).

Los ejemplares se estudiaron tanto macroscópica como microscópicamente.

Los datos macroscópicos que se tomaron fueron: color del ascocarpio, crecimiento de los peritecios, si es solitario o gregario, en anillos concéntricos o irregularmente, si hay o no cambio de color en el medio y el tipo de coloración. Para la determinación del color de los peritecios, se utilizó la tabla de colores de Methuen (Kornerup y Wanscher, 1978) y la de Naturalist's (Smithe, 1975).

Para observar caracteres microscópicos, se elaboraron preparaciones de peritecios jóvenes y maduros, que se encontraran creciendo en HMA y CA, con el fin de que se observaran todas las características deseables, ya que algunos Chaetomium, muestran sus estructuras típicas cuando en el medio existen recursos celulósicos (Ames, 1963; Carter, 1983). Las preparaciones se montaron en lactofenol.

Como las ascas de este género son delicuescentes (Ames, - 1963; Seth, 1972), se utilizaron para su observación peritecios

muy jóvenes; se hicieron cortes a mano de los peritecios bajo el microscopio estereoscópico, y se tiñeron con azul de Poirrier al 1% , ya que sin colorante son difíciles de observar.

Los datos microscópicos de interés para llevar a cabo la determinación fueron los siguientes: características del peritecio (color, forma, dimensiones de largo y ancho, ausencia o presencia de cirro); de los rizoides (largos, cortos, abundantes o escasos, color, ramificados o no); de los pelos terminales y laterales (forma, color, escasos o abundantes, cortos o largos, ramificados o no, ornamentación, septación, diámetro, forma de las puntas, base ensanchada o no, etc.); de las ascas (clavadas, cilíndricas, dimensión); ascosporas (forma, color, apiculadas o no, número por asca, arreglo en el asca y dimensiones).

El material estudiado se depositó en el cepario de la Facultad de Ciencias, UNAM.

5. RESULTADOS

5.1 Aislamiento.

a) Muestras directos de papeles afectados

Como se puede observar en la tabla I, las cepas aisladas de Chaetomium por medio de esta técnica fueron 13; su procedencia fue como sigue:

Cámaras húmedas. En ella solamente se obtuvo una colonia del género, desarrolló gran cantidad de peritecios sobre el papel, lo cual facilitó su purificación. También se observaron colonias de los géneros Penicillium, Aspergillus y Mucor, en orden de frecuencia. Pero en la caja donde se desarrolló -- Chaetomium, no hubo crecimiento de otros hongos.

Tiras de papel en el medio. En total se encontraron doce colonias de Chaetomium; aunque los resultados variaron de acuerdo al medio de cultivo empleado (ver tabla I). En los medios enriquecidos como el HMA, se aislaron 7 colonias del género; la diversidad no fue muy grande, se observó un crecimiento abundante de Penicillium y Mucor; del V-8 A se encontró una cepa y hubo mayor diversidad genérica, así como también un mejor crecimiento de colonias, no ocurriendo así para el género Chaetomium. Se observó crecimiento de Penicillium, Aspergillus y Mucor; abundantes colonias de levaduras y bacterias.

En los medios de cultivo selectivos como el MSA, solamente se obtuvieron colonias de Penicillium y Aspergillus; en el CA se encontraron cuatro colonias de Chaetomium y pocas de Penicillium, estas últimas se desarrollaron muy escasamente.

b) Raspados de documentos.

Esta técnica no tuvo éxito, ya que no se encontraron colonias del género en estudio, solamente de Penicillium. Esto ocurrió en todos los medios de cultivo empleados.

c) Muestreo de la atmósfera circundante.

Por medio de esta técnica, se aislaron en total tres colonias de Chaetomium, cada una se obtuvo en un medio de cultivo diferente (HMA, CA y V-8 A). Se observó mayor diversidad genérica que en las otras técnicas, lo mismo ocurrió en el V-8 A.

5.2 Purificación de Cepas.

La que menos resultados favorables tuvo, fue la de romper un peritecio en agua destilada estéril e inocular la solución en el medio de cultivo, ya que fácilmente se contaminó.

Los aislamientos más efectivos para purificar las cepas, fueron cuando el peritecio se inoculó directamente sobre el medio o en la tira de papel filtro, por medio de ellas se purificaron trece cepas.

En cuanto a los medios de cultivo empleados, el más indicado para obtener un buen crecimiento del género fue el HMA; - en el FDA y V-8 A crecieron en abundancia otros organismos que impidieron el buen desarrollo de las colonias de Chaetomium; - en CA, el crecimiento de éstas, fue muy escaso.

Del total de 16 cepas aisladas, en el proceso de purificación se perdieron dos, una que se obtuvo del aire en CA y otra por medio de técnicas directas en el medio V-8 A; quedando finalmente, 14 cepas puras, que se conservaron en tubos de ensa-

ye con HMA inclinado, dentro del refrigerador.

A cada cepa se le asignó un número para llevar el control de cada una; en la tabla II se muestra la técnica por medio de la cual fueron aisladas y también el medio de cultivo.

5.3 Determinación.

De las 16 cepas aisladas, se determinaron 13 a nivel de especie, 4 variedades y solamente una no se logró determinar.

En la tabla II, también se muestra la determinación de cada una de las cepas aisladas.

TECNICA \ CULTIVO	SELECTIVOS		ENRIQUECIDOS			TOTAL DE COLONIAS
	MSA	CA	HMA	V-8A	PDA	
RASPADOS DEL DOCUMENTO	-	-	-	-	-	0
MUESTREO DEL AIRE	-	1	1	1	-	3
TIRAS DE PAPEL	-	4	7	1	-	12
CAMARAS HUMEDAS				1		1

TABLA I. Colonias de Chaetomium spp. aisladas por diversas técnicas.

No. DE CEPA	DETERMINACION	TEC. DE AISLAMIENTO	MEDIO
1	<u>Ch. fibrinipilium</u>	T.D.1	CA
2	<u>Ch. sp.</u>	T.D.1	CA
3	<u>Ch. globosum</u> var. <u>ochraceoides</u>	T.D.2	--
4	<u>Ch. globosum</u> var. <u>flavo-viride</u>	T.D.1	CA
5	<u>Ch. globosum</u> var. <u>arhizoides</u>	T.D.1	HMA
6	<u>Ch. ochraceum</u>	T.D.1	HMA
7	<u>Ch. fibrinipilium</u>	T.D.1	CA
8+	(Se perdió en la purificación)	T.I.2	CA
9	<u>Ch. globosum</u>	T.D.1	HMA
10	<u>Ch. funiculum</u>	T.I.2	HMA
11	<u>Ch. pachypodioides</u>	T.I.2	V-8A
12	<u>Ch. mulchellum</u>	T.D.1	HMA
13	<u>Ch. globosum</u> var. <u>rectum</u>	T.D.1	HMA
14+	(Se perdió en la purificación)	T.D.1	V-8A
15	<u>Ch. bostrychodes</u>	T.D.1	HMA
16	<u>Ch. bostrychodes</u>	T.D.1	HMA

TABLA II. No. DE CEPA OBTENIDA EN EL PROCESO DE PURIFICACION Y SU DETERMINACION

T.D.1 = Técnica Directa (Tira de papel en el medio).
T.D.2 = Técnica Directa (Cámara húmeda).
T.I.2 = Técnica Indirecta (Muestreo en el aire)
CA = Celulosa Agar
HMA = Harina de Maíz Agar
V-8A = V-8 Agar

6. POSICION TAXONOMICA Y DESCRIPCION DEL GENERO Chaetomium

6.1 Posición Taxonómica del Género.

El género Chaetomium fue establecido por primera vez, por Gustavo Kunze en 1817 ubicándolo en la familia Sphaeriaceae, y describió la primera especie como sigue:

"cuerpo subgloboso, membranoso, cubierto con una gran cantidad de pelos, conteniendo esporas sumergidas en una masa gelatinosa"

Esta especie recibió el nombre de Chaetomium globosum. El mismo autor en 1818 describió otra más Chaetomium elatum.

Corde en 1837, observó estructuras en forma de saco, a las que llamó ascas, que funcionaban como pedicelos, en las cuales nacían las esporas, y por lo tanto añadió este carácter a la descripción de Kunze.

Posteriormente Fries en 1849, observó ascas clavadas con ocho ascosporas; sus trabajos fueron importantes contribuciones a la morfología interna del género.

Las ascas cilíndricas fueron observadas por Fuckel en 1869 en Ch. crispatum, el arreglo de las ascosporas en las ascas era lineal.

En 1881 Zopf publica una monografía en la que incluyó dos géneros: Chaetomium y Chaetomidium. La diferencia señalada entre ellos es que el primero es típicamente ostiolado y el segundo no es ostiolado.

Hughes en 1946, describe una nueva especie Ch. tetrasporum con ascas clavadas conteniendo 4 ascosporas; de aquí surgió la

necesidad de modificar la diagnosis para ubicar la nueva especie.

Trabajos previos de Zopf (1881), Gilman (1957) y Bessey (1952); ubicaron al género Chaetomium en la familia Chaetomiaceae dentro del orden Sphaeriales; los caracteres en los cuales se basa la familia son los siguientes:

"peritecios completamente superficiales, libres sobre un micelio superficial. Peridio delicado, frágil, con un orificio apical, aplanado generalmente formando una cabeza de pelos ramificados y no ramificados. Las ascas son clavadas o algunas cilíndricas, con 8 esporas, evanescentes, esporas unicelulares de varias formas, de colores oscuros, parafisas ausentes"

La familia Chaetomiaceae fue ubicada en el orden Plectascales por Nannfeldt (1932), basándose en la delicuescencia de las ascas, y en el hecho de que las esporas son liberadas del ascocarpo en una masa gelatinosa. Los Plectascales es un grupo en el que sus miembros poseen ascas mucosas en forma de saco, ascosporas unicelulares, sin paráfisis, y sus cuerpos fructíferos se desarrollan espiraladamente a partir de sus órganos sexuales.

Posteriormente en 1951, Luttrell ubicó a la familia en el orden Xylariales, con base en las siguientes características:

"ascas clavadas, de paredes delgadas, rompiéndose o delicuesciendo para dejar libres las esporas del ascocarpo, ascosporas simples, ovoides, limoniformes o triangulares, el centro compuesto de ascas y parafisas, estas últimas limitadas a las paredes laterales, evanescentes, ascas en grupos basales sin parafisas, ostíolo esquizógeno, con o sin parafisas, peritecios

café a negros, membranosos, cubiertos con pelos, superficial--
les, libres sobre el micelio, saprobio, en restos de vegetales
o excremento".

Munk (1957), ubicó el género Chaetomium en la familia Me-
lanosporaceae, Schroeter sensu Müller y von Arx (1973), dieron
las siguientes características de la familia:

"Pirenomicetes no estromáticos (levemente o atípicamente),
ascohimentales con peritecios libres a casi libres, peridio del-
gado, de colores claros, de naturaleza plectenquimática. Ascas
de pared delgada sin un aparato apical bien definido, típica--
mente clavadas o ventricosas, parafisas no típicas, esporas -
unicelulares, coloreadas, frecuentemente con dos poros germina-
les".

Esta familia fue considerada por sus autores como un gru-
po entre los Plectascales y los Pircnomicetes.

Dennis (1960), de acuerdo con Munk (1957) incluyó al géne-
ro en la familia Melanosporaceae del orden Sphaeriales, pero -
modificó levemente la definición:

"peritecios superficiales, de colores oscuros o claros,-
frecuentemente con un ostiolo apical puntiagudo y con pelos, -
cilíndrico a clavado, rompiéndose para liberar las esporas del
peritecio, ascosporas no septadas, café o café-olivo, son ex-
pulsadas en masa a través del ostiolo en condiciones de hume-
dad".

Martin (1961) incluye a la familia Chaetomiaceae en un or-
den nuevo Chaetomiales, el cual describió así:

"peritecios superficiales, membranosos, ápice ostiolado,-
angosto o en punta, generalmente de colores oscuros o claros,

con pelos conspicuos naciendo en el ascocarpo o en la punta; - parafisas presentes solo en estadios juveniles, desapareciendo en la madurez; ascas clavadas o cilindricas, con paredes gelatinosas y gruesas, delicuescentes antes de la maduración de esporas; ascosporas oscuras, unicelulares, madurando en la cavidad gelatinosa peritecial y salen con fuerza en un cirro embebido en moco".

Ames (1963), Alexopoulos (1962), Mukerji (1968) y Barr (1976); aceptaron ubicar la familia Chaetomiaceae en el orden Chaetomiales propuesto por Martin (1961).

Hawksworth (1971), ubicó a la familia en el orden Xylariales; Müller y von Arx (1973) así como también Webster (1980), estuvieron de acuerdo con Dennis (1968, 1977) en colocar los géneros de la Chaetomiaceae en la familia Melanosporaceae de los Sphaeriales.

Como ya se mencionó, Martin (1961), estableció el orden Chaetomiales basándose en la ausencia de paráfisis en los ascocarpos maduros. Sin embargo, Hawksworth (1971) y van der Weyen (1954) han reportado la presencia de parafisas en Ch. globosum. Posteriores investigaciones también las han observado en otras especies (Whiteside 1961-1962; Corlett, 1966; Chadefaud y Avellanias, 1967). Las parafisas son en realidad efímeras, y su función en la temprana expansión de la cavidad ascocárpica ha sido estudiada por Cooke (1969). Sin embargo, el tipo de desarrollo del peritecio pertenece al tipo Xylaria de Luttrell (1951). Por consiguiente, Alexopoulos (1979) consideró a la familia Chaetomiaceae dentro del orden Xylariales.

Por lo que se refiere a la reproducción asexual del género

ro, en 1949 Ames, observó la numerosa producción de bulbillos de colores oscuros, característicos de Ch. gangligerum Ames, y también la presencia de aleuriosporas y clamidosporas en Ch. seminudum Ames.

Webster (1980) menciona que los estadios conidiales de -- Chaetomium son raros, pero que sin embargo, fiálides y fialosporas simples se han presentado en Ch. elatum Kunze ex Fries, y Ch. globosum; mientras que Ch. piluliferum Daniels forma fialosporas y fialoconidios globosos del tipo Botryotichum Sacc. & March. (Daniels, 1961). Ch. trigonosporum (Marchal) Chivers tiene conidios de la forma del género Scopulariopsis Bain (Corlett, 1966); en algunas otras especies se han observado clamidosporas y aleurioconidios del tipo Humicola Traaen. (Domsch, et al., 1980).

Existen grandes controversias acerca de los géneros que -- se incluyen en la familia Chaetomiaceae; Ames (1963), Seth -- (1970) y Martin (1961) mencionan tres géneros muy relacionados Chaetomium, Ascotricha Berk y Lophotrichus Benjamin. De los cuales el primero es el más grande y comúnmente encontrado en substratos celulósicos en descomposición.

Hawksworth (1971), incluye además los géneros Achaetomella, Chaeceratostoma, Chaetomidium y Ascotricha. Malloch y --- Cain (1973) consideran a Thielavia Zopf relacionado cercanamente a Chaetomium.

Alexopoulos (1979) agrega a esta lista el género Achaetomium Rai, Tewari & Mukerji que presenta ligeras diferencias ya que carece de pelos largos y su pared peritecial es más prosenquimatoso que pseudoparenquimatoso (Rai, et al., 1964). Por es

tas razones, Mukerji (1968) propuso una nueva familia y orden para este género, sin embargo, esta propuesta no ha sido aceptada por von Arx (1970), Hawksworth (1971), Müller y von Arx (1973).

Alrededor de 160 a 180 especies de Chaetomium han sido reconocidas (Ames, 1963; Domsch, et al., 1980); aunque se menciona que han sido descritas 250 especies (Seth, 1972) el mismo autor refiere que 110 especies son aceptadas como válidas. Las últimas revisiones (von Arx, et al., 1984) señalan que los taxa estudiados y descritos llegan a 300 y que varios de ellos se conocen solamente por el espécimen tipo.

6.2 Descripción del Género Chaetomium.

Chaetomium Kunze ex Fries. Systema Mycologicum 3:255. 1829.

Especie tipo: Chaetomium globosum

El micelio es filamentososo, de ramificaciones densas o escasas, con crecimiento radial desde el punto de origen. Las hifas del hongo son de pared gruesa o delgada, septadas, con células uninucleadas; hialinas a predominantemente blancas, aunque pueden ser amarillas, verde-amarillas, café-amarillas, rojizas o cobrizas, debido a los pigmentos en el protoplasma o a cristales adheridos.

Peritecios superficiales, unidos al substrato por rizoides, estiolados globosos a subglobosos, elongados, en forma de vaso o barril, con el ápice angosto, en punta o despuntado, translúcidos cuando jóvenes, al madurar más o menos coloreados, pocos permanecen translúcidos, en la mayoría de los casos se tornan opacos, de colores oscuros.

Pared peritecial membranosa, delgada, frágil, quebradiza con la edad; pseudoparenquimatosa, ornamentada con modificaciones celulares a manera de apéndices que toman forma de pelos.

Los pelos laterales son generalmente de formas variadas, diferentes de aquéllos que nacen en la parte apical del peritecio.

Pelos terminales café amarillo claros, de pared gruesa o delgada, septados o aseptados, o indistintamente septados, lisos a finamente rugosos o profundamente rugosos, simples o ramificados, rectos o arqueados, ondulados o espiralados, circinados, pueden terminar en una punta hialina, redondeada o atenuada.

Frecuentemente los pelos terminales secundarios se desarrollan en la madurez y pueden diferir de los pelos primarios.

Pelos laterales hialinos a café amarillos, septados o aseptados hialinos a café amarillos, septados o aseptados, lisos a finamente rugosos o profundamente rugosos, simples o raramente ramificados, rectos a ondulados, raramente espiralados, pueden finalizar en una punta hialina redondeada o atenuada.

Ascas usualmente clavadas, algunas veces cilíndricas, típicamente con ocho ascosporas o raramente cuatro; pediceladas, de paredes delgadas, gelatinosas, delicadas, evanescentes, unitunicadas, hialinas, delicuescentes antes que maduren las esporas y algunas veces persisten hasta la madurez. Paráfisis ampliamente reducidas.

Ascosporas unicelulares, de colores oscuros o tenues, café-olivo a café chocolate, más frecuentemente café olivo, ocasionalmente de colores claros, con paredes lisas, globosas a -

subglobosas, fusiformes o profundamente limoniformes, algunas veces de formas triangulares o cuadrangulares, redondeadas, um bonadas o finamente apiculadas en uno o ambos lados; la mayo-- ría con un simple poro germinar. El arreglo en el asca puede ser uniseriado, biseriado o indistinto. Son expulsadas por el ostiolo del peritecio, en una masa irregular o formando un cirro.

Algunas especies producen aleuriosporas o clamidosporas, raramente bulbillos o conidios.

Ecología. El género se encuentra en substratos ricos en celulosa y lignina como textiles, algodón, paja, suelo, madera, excremento de herbívoros como ratones, caballos, conejos, vacas, perros, osos, cabras, etc.; nidos de pájaros y sus plumas. (Ames, 1949, 1950, 1963; Ainsworth, 1971; Seth, 1972; Alexopoulos, 1979; Domsch, et al., 1980; Webster, 1980; von Arx, et al., 1984).

También se puede encontrar en semillas de diversas plantas: pino, maíz, trigo, arroz, trébol, soya, algodón, chícharo, tomate, zanahoria, perejil, avena, etc. (Skolko y Groves, 1948; Seth, 1972; Christensen, 1975, 1976).

No ha sido reportado como un género típico de la micoflora aérea, aunque se ha indicado una baja incidencia de esporas en el aire (Seth, 1972).

El mecanismo de dispersión de esporas de este género no es típico de hongos coprófilos; carece de mecanismos explosivos, las ascas delicuescen y liberan las esporas en masa mezcladas con mucílago. La dispersión es pasiva y depende de agentes externos tales como roedores, lluvia y viento.

La mayoría de las especies crecen bien a 28 °C, pocas requieren altas temperaturas para producir sus cuerpos fructíferos sexuales, éstas son verdaderos termófilos, ya que necesitan temperaturas de 45 a 50 °C o quizás más (Ames, 1963).

La fructificación también se estimula en el cultivo, agregando un recurso de celulosa al medio, ya sea en forma de papel filtro, ropa o fibra de yute (Ames, 1963; Seth, 1972; Webster, 1980). Extractos de yute estimulan la esporulación de Ch. globosum en cultivo puro, también ha sido encontrada cuando es cultivado con Aspergillus fumigatus. Un análisis de naturaleza química del estímulo, reveló que el efecto del extracto de yute fue substituído por la adición de calcio al medio (Basu, - 1951). La esporulación también es estimulada por la presencia en el medio de azúcares, fosfatos, ácidos fosfoglicéricos, y se ha demostrado que A. fumigatus excreta tales compuestos en el medio y que también están presentes en el extracto de yute (Buston, et al., 1953; Buston y Khan, 1956).

Especies de este género son más comunes en zonas tropicales y subtropicales, de las que existen estudios muy amplios (Ames, 1963; Seth, 1972).

7. CLAVES DICOTOMICA Y SINOPTICA DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS.

7.1 Clave Dicotómica

- A . Peritecios cilíndricos, elongados, raramente subglobosos..
.....B
- A'. Peritecios globosos a subglobosos.....C
- B . Peritecios elongados a subglobosos, pelos terminales pro--
fundamente espiralados, las espirales disminuyen hacia las
puntas, no ramificados; el mechón de pelos terminales se -
desprende por completo del peritecio al madurar; peridio -
translúcido..... Ch. bostrychodes
- B'. Peritecios profundamente elongados, pelos terminales pro--
fundamente espiralados, las espirales disminuyen hacia las
puntas, ramificados, cada ramificación con la base ensan--
chada, peridio opaco..... Ch. pachypodiodes
- C . Peritecios globosos a subglobosos, con pelos terminales no
ramificados, o ramificados ocasionalmente.....D
- C'. Peritecios globosos a subglobosos, con pelos terminales --
ramificados constantemente, si existen dos tipos de pelos,
al menos uno es ramificado.....I
- D . Pelos terminales de abundancia escasa a regular, espirala--
dos, lacios en la base, las espirales disminuyen hacia la
punta, no ramificados; rizoides sin septos
..... Ch. pulchellum
- D'. Pelos terminales abundantes, ondulados, espiralados o rec--
tos, rizoides septadosE

- E . Peritecios con rizoides no ramificados.....F
- E'. Peritecios con rizoides ramificados.....G
- F . Pelos terminales lacios, ocasionalmente ramificados; con esporas grandes, mayores de 10 μ m.
.....Ch. globosum var. rectum
- F'. Pelos terminales ondulados, de 7 a más ondas, no ramificados, con esporas pequeñas, menores de 9 μ m. de longitud...
..... Ch. globosum
- G . Peritecios con rizoides muy abundantes y largos, ramificados dicotómicamente, ondulados, con paredes gruesas, están tan desarrollados que se entrelazan fuertemente y no es posible separar los peritecios..Ch. globosum var. arhizoides
- G'. Peritecios con rizoides abundantes, cortos, medianos o largos, ramificados dicotómicamente, con paredes delgadas, no entrelazan a los peritecios.....H
- H . Pelos terminales abundantes, espiralados con más de 10 espirales, raramente ondulados, nunca ramificados.....
..... Ch. globosum var. ochraceoides
- H'. Pelos terminales abundantes, ondulados, laxos, ocasionalmente ramificados dicotómicamente en las puntas.....
..... Ch. globosum var. flavo-viride
- I . Pelos terminales de dos tiposJ
- I'. Pelos terminales de un tipo, abundantes y largos, espiralados irregularmente a contorneados, ramificados de 2 a 4 veces formando ángulos rectos y agudos
..... Ch. fibripilium
- J . Peritecios grandes, mayores de 200 μ m. de longitud, con pelos terminales abundantes y profundamente espiralados, con

más de 15 vueltas, espirales de igual diámetro, ocasionalmente ramificados; otro tipo de pelos terminales son escasos y largos, lacios, ramificados dicotómicamente en ángulos agudos, la base de cada ramificación es más ancha.....

..... Ch. ochraceum

J'. Pelos terminales de abundancia regular, unos rectos, no ramificados, los otros rectos ramificados dicotómicamente en ángulos agudos, la base de cada ramificación no es más ancha..... Ch. funiculum

7.2 Clave Sinóptica

I. PERITECIO

1-1 FORMA

- a) Peritecios de varias formas.....1,2,6,7,9,11
- b) Peritecios de una forma constante.....3,4,5,8,10
- c) Peritecios globosos.....2,3,4,5,6,7,9,11
- d) Peritecios subglobosos.....1,2,6,7,8,9,11
- e) Peritecios elongados.....1,10

1-2 PARED

- a) Translúcida.....1,3,9
- b) Opaca.....2,3,4,5,6,7,8,9,
10,11

1-3 TAMAÑO

- a) Peritecios pequeños, hasta 120 µm. de diámetro.....
.....3
- b) Peritecios mayores de 120 µm. de diámetro
.....todos excepto el no. 3

II. PELOS TERMINALES

2-1 ABUNDANCIA

- a) Abundantes.....2,4,5,6,7,8,9
- b) Regulares.....1,3,5,11
- c) Escasos.....3,9,10,11

2-2 LONGITUD

- a) Largos.....2,4,5,6,7,9,11
- b) Medianos.....1,3,6,8,10,11

2-3 FORMA

- a) Pelos de una forma.....1,4,6,10,11
- b) Pelos de varias formas2,3,5,7,8,9
- c) Pelos ondulados.....4,5,6,7,8
- d) Pelos lacios o rectos.....3,8,9
- e) Pelos espiralados.....1,2,5,7,9,10,11
- f) Pelos contorneados.....2

2-4 RAMIFICACIONES

- a) Ramificados.....2,3,5,6,8,9,10
- b) No ramificados.....1,3,4,5,6,7,8,9,11

2-5 SEPTACION

- a) Septados.....1,2,3,4,5,6,7,8,9,
10,11
- b) No septados.....3

2-6 PAREDES

- a) Con paredes gruesas.....1,3,9,10,11
- b) Con paredes delgadas2,4,5,6,7,8

2-7 ORNAMENTACION

- a) Espinosa.....1,2,3,9,10,11
- b) Rugosa.....1,2,3,4,5,6,7,8,9

III. PELOS LATERALES

3-1 ABUNDANCIA

- a) Abundantes.....4
- b) Regulares.....2,5,6,7,8,9,11
- c) Escasos.....1,3,7,8,10

3-2 LONGITUD

- a) Largos.....2,5,8,11
- b) Medianos.....2,3,4,5,6,7,9
- c) Cortos.....1,3,6,7,9,10

3-3 FORMA

- a) Pelos de una forma constante.....1,3,5,8,9,10,11
- b) Pelos de varias formas.....2,4,6,7
- c) Pelos ondulados.....2,4,5,6,7
- d) Pelos lacios o rectos.....1,2,3,4,6,7,8,9,10,11
- e) Pelos espiralados.....2

3-4 RAMIFICACIONES

- a) Ramificados.....2
- b) No ramificados..... todos los números

3-5 PAREDES

- a) Con pared gruesa.....1,3,8,10
- b) Con pared delgada.....2,4,5,6,7,9,11

3-6 ORNAMENTACION

- a) Lisa.....10
- b) Espinosa.....2,3,8,9,11
- c) Rugosa.....1,2,3,4,5,6,7,8,9

IV. RIZOIDES

4-1 ABUNDANCIA

- a) Abundantes.....4,5,6,7,8
- b) Escasos.....1,3,10
- c) Regulares.....2,9,11

4-2 LONGITUD

- a) Largos.....2,4,5,7,8,9,11
- b) Cortos.....1,3,6,10

4-3 FORMA

- a) Lacios.....1,2,3,7,8,9,10,11
- b) Ondulados.....4,5,6,7,8,9,11

4-4 RAMIFICACIONES

- a) Ramificados.....5,6,7,9,10
- b) No ramificados.....1,2,3,4,8,11

4-5 SEPTACION

- a) Septados.....2,3,4,5,6,7,8,9,10
- b) No septados.....1,11

V. ESPORAS

5-1 FORMA

- a) Elípticas.....1,9,10,11
- b) Globosas o limoniformes.....2,4,5,6,7,8,9,11
- c) Ovoides.....2,3,4,5,6,7,8,11
- d) Triangulares.....2

5-2 APICULOS

- a) Apiculadas de ambos lados.....1,2,4,5,6,7,8,9,10,11
- b) Apiculadas de un lado.....3
- c) No apiculadas.....1,2,3,9,10,11

5-3 TAMAÑO

- a) Pequeñas entre 5 a 7 μ m. de longitud.....1,3,10
- b) Grandes, mayores de 7 μ m. de longitud.....2,4,5,6,7,8,9,11

7.3 Lista de especies determinadas.

- 1.- Chaetomium bostrychodes Zopf
- 2.- Chaetomium fibripilium Ames
- 3.- Chaetomium funiculum Cooke
- 4.- Chaetomium globosum Kunze ex Fries
- 5.- Chaetomium globosum var. arhizoides Dreyfuss
- 6.- Chaetomium globosum var. flavo-viride Novak
- 7.- Chaetomium globosum var. ochraceoides Dreyfuss
- 8.- Chaetomium globosum var. rectum Dreyfuss
- 9.- Chaetomium ochraceum Tschudy
- 10.- Chaetomium pachynodiodes Ames
- 11.- Chaetomium pulchellum Ames

8. DESCRIPCION DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS

8.1 Chaetomium bostrychodes Zopf

Abh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg 19:173, 1887.

Lam. I, figs. 1A y 1B.

Peritecios color gris plateado (Dl de Methuen), el HMA no cambia de color, elongado, ovoides a subglobosos, con opérculo, de color café amarillo oscuro con tonos verdosos en luz transmitida, pared peritecial con células poliédricas y translúcidas, en el cuello forma un anillo negro que se desprende con facilidad junto con los pelos terminales. De 200 - 250 X 160 - 200 μ m. Con rizoides escasos, cortos, lacios, no ramificados y aseptados. Presenta cirro.

Pelos terminales de longitud y abundancia regulares, de color café oscuro con tonos amarillentos y verdosos. Espirales dos, cada uno con 5 a 7 espirales de diferentes diámetros, que disminuyen hacia la punta; espinosos y rugosos, septados, de paredes gruesas, con puntas redondeadas, base lacia y no más ancha. Diámetro de 4 μ m.

Pelos laterales escasos y cortos, de color café muy claro, lacios, rugosos, septos evidentes, de paredes gruesas, no ramificados, con gotas de aceite, punta hialina muy atenuada. De 3 - 4 μ m. su diámetro.

Ascas clavadas. Ascosporas en masa verde claro, con luz transmitida de color café grisáceo con tonos olivos, elípticas con o sin apículo en ambos lados. De 5 - 7 X 4 - 5 μ m.

Material estudiado. Aislado dos veces por medio de técnicas directas en HMA, no se sabe con precisión las épocas de los documentos, solamente que pertenecen a la galería 4 (Tie--

rras) del Archivo General de la Nación. Las cepas no. 15 y 16 corresponden a esta especie.

Habitat. En excremento de numerosos animales (Ames, 1963; Seth, 1972; Domsch, et al., 1980); varios substratos vegetales (Ames, 1963); suelos cultivados y forestales (Domsch, et al., 1980); semillas de plantas (Domsch, et al., 1980); en plumas - de aves (Domsch, et al., 1980); y en papel (Seth, 1972; Domsch et al., 1980).

Distribución. Se ha citado como cosmopolita (Ames, 1963); otros autores solamente mencionan los países donde se ha encontrado: la especie tipo en Alemania (Ames, 1963; Seth, 1972; - Domsch, et al., 1980); en Estados Unidos, Canadá y Bélgica - - (Seth, 1972; Domsch, et al., 1980); Haití (Seth, 1972); Japón, Francia, Suiza, Italia, Grecia, América Central, Tanzania, Lybia, Perú, India, Malasia, Pakistán, Egipto, Zambia, Kenya, -- Hong Kong (Domsch, et al., 1980).

Discusión. Se cita por primera vez para México. Las cepas aisladas presentan la ornamentación de sus pelos laterales rugosa, la cual menciona Seth (1972) como lisa, y Ames (1963) no hace referencia en este punto. Las espirales de los pelos terminales han sido descritas en número de 3 a 12 (Domsch, et al., 1980); de 7 a 10 (Seth, 1972) y de 5 a 7 (Ames, 1963); en el - material estudiado, ambas cepas presentaron de 5 a 7 espirales como los describe Ames (1963).

Una característica típica de esta especie que presentan - las cepas aisladas, es que el mechón de pelos terminales junto con la masa de esporas, se desprende por completo del perite-- cio cuando madura.

La pared peritecial translúcida y con células poliédricas son características poco comunes del género, lo que puede facilitar la determinación de esta especie, ya que en la mayoría de las especies se encuentran células amorfas, intrincadas y la pared peritecial es opaca.

La variabilidad en cuanto a forma y dimensiones del peritecio ha sido mencionada anteriormente por Seth (1972) y Ames (1963) lo cual puede originar sinonimias.

Este hongo es capaz de degradar la celulosa y moderadamente el herbicida Alachlor; produce nitritos cuando crece en medio que contiene aminoácidos como fuente de nitrógeno; también ha mostrado propiedades antagónicas contra algunos hongos del suelo (Domsch, et al., 1980). Se ha registrado en el segundo nivel ecofisiológico de ataque al papel (Nyuksha, 1974).

8.2 Chaetomium fibripilium Ames

Mycologia 42(5): 642, 1950

Lam. I, fig. 2.

Peritecios oliva grisáceo (4D2, Methuen), gregarios en el punto de siembra y en los bordes de la colonia; entre estos -- dos crecen solitarios, aclara el medio HMA donde se desarrolla la colonia y alrededor de ella. Globosos a subglobosos, con opérculo, de color café amarillo con reflejos verdosos; en el medio CA de tonos oscuros a casi negros con luz transmitida.- Peritecios de 180 - 250 X 180 - 250 μ m. Con rizoides de color café claro, poco abundantes, largos, lacios, no ramificados y septados. Presentan cirro.

Pelos terminales abundantes y largos, café amarillo con tonos oliváceos a verde seco muy claro con luz transmitida; en masa más oscuros. Espiralados irregularmente a contorneados, ramificados de dos a cuatro veces, formando ángulos rectos y agudos, rugosos a espinosos, septos evidentes, con gotas de -- aceite, diámetro ligeramente irregular, con puntas redondeadas y base más ancha, de 2.5 - 4.5 μ m. de diámetro.

Pelos laterales de abundancia regular, medianos a largos, concoloros con los terminales, ondulados a lacios, algunos espiralados irregularmente, pocos ramificados dicotómicamente, rugosos a espinosos; septados; con gotas de aceite, con puntas redondeadas, muy angostas; base no más ancha, de 2.5 - 3.5 μ m.

Ascas clavadas. Ascosporas verde café muy oscuro en masa, de tonos más claros con luz transmitida, limoniformes, apiculadas en ambos lados, hay algunas ovoides sin apículo, o triangu

lares, con dimensiones de 7.7 - 10 X 6.3 - 7.7 μ m.

Material estudiado. Aislado dos veces por medio de técnicas directas en CA, la cepa 1 se encontró en un documento perteneciente al siglo XIX, del año 1840's y la cepa 7 en un cartón del siglo XX.

Hábitat. En caña de azúcar (Ames, 1963).

Distribución. Islas de Hawaí (Ames, 1963).

Discusión. Se registra por primera vez para México. Hasta ahora se conocía solamente la descripción del tipo, en las islas Hawaí.

Ames (1963) reporta las esporas levemente apiculadas de un lado y redondeadas del otro, en cambio Seth (1972) consideró las ascosporas apiculadas en ambos lados y algunas sin apícu-- los.

Una característica típica de la especie (Ames, 1963) son las ramificaciones de los pelos terminales y también el diámetro tan irregular de los mismos, lo que facilitó la determinación de ambas cepas. La cepa 7 comparte las mismas características con la cepa 1, sin embargo, presenta una ligera diferencia en el color de sus peritecios que son gris olivo (4E3, Methuen) y en la cepa 1 son de color olivo grisáceo (4D2, Methuen).

No se conoce la importancia de esta especie.

8.3 Chaetomium funiculum Cooke

Grevillea 1:176, 1873.

Lam. II, figs. 3A y 3B.

Peritecios de color café oliváceo, solitarios, formando - círculos concéntricos en el medio de cultivo, tiñe el HMA de - color café rosado, micelio abundante, peritecios pequeños, glo - bosos, con opérculo, de color café amarillo oscuro y algunos casi negros con luz transmitida. De 100 - 120 X 100 - 120 μm . Con rizoides de color olivo, escasos y cortos, lacios, no rami - ficados y septados. Presenta cirro.

Pelos terminales de dos tipos:

1. Pelos de abundancia regular, medianos, de color café - claro, rectos, ramificados dicotómicamente, formando ángulos - agudos, rugosos a profundamente espinosos, no se aprecian sep - tos; con puntas atenuadas y base no más ancha, con 3.5 μm . de diámetro.

2. Pelos de abundancia regular a escasos, medianos, de co - lor café oscuro, rectos, no ramificados, ligeramente rugosos, casi lisos, septados; con puntas redondeadas y base más ancha, con 5 - 6 μm .

Pelos laterales muy escasos, de cortos a medianos, de co - lor café oscuro con luz transmitida, se vuelven hialinos ha - cia las puntas, lacios, no ramificados, ligeramente rugosos, - algunos espinosos, septados, puntas redondeadas a muy atenua - das, 3.5 μm . de diámetro.

Ascas clavadas. Ascosporas en masa negras, con luz trans - mitida color café grisáceo con reflejos olivos en la pared, --

ovoides, sin apículo u ocasionalmente con uno. De 5 - 5.5 X 2 - 3.5 μ m.

Material estudiado. Aislado en HMA en el muestreo del aire de la galería no. 4 en el Archivo General de la nación; corresponde a la cepa no. 10.

Hábitat. En diversas semillas (Skolko y Groves, 1948); madera (Ames, 1963); papel, detritus vegetales y excremento de animales (Ames, 1963; Seth, 1972); en la rizosfera de plantas y formando micorrizas con Larix decidua (Domsch, et al., 1980); suelo (Seth, 1972).

Distribución. Citado para Inglaterra, Nairobi y Congo - (Ames, 1963; Seth, 1972); India, Pakistán, Nueva Guinea, América Central, Brasil y Nueva Zelanda (Domsch, et al., 1980); Estados Unidos (Skolko y Groves, 1948; Ames, 1963; Seth, 1972; Domsch, et al., 1980); Canadá y Dinamarca (Skolko y Groves, 1948; Ames, 1963; Seth, 1972); Japón (Skolko y Groves, 1948; Ames, 1963; Domsch, et al., 1980); Alemania (Ames, 1963; Domsch, et al., 1980).

Discusión. Esta especie se registra por primera vez para México, y también como hongo aislado del aire.

La mayoría de las características de la cepa aislada, concuerdan con las descripciones de diversos autores, solamente se encontró que los materiales mexicanos tienen un diámetro menor de los pelos laterales (3.5 μ m.) del que ha sido registrado por otros autores (4 - 5 μ m.) y las esporas son más pequeñas (5 - 5.5 X 2 - 3.5 μ m.).

Esta especie es muy semejante a Ch. dolichotrichum Ames y Ch. indicum Corda, pero la primera presenta largos entrenudos

en los pelos terminales y generalmente son lacios; en la segunda los pelos terminales son ramificados, no hay simples ni rectos como en Ch. funiculum.

Se ha caracterizado como un buen degradador de celulosa; causando pudrición suave en madera; sirve de alimento al ácaro Glycyphagus destructor; se ha considerado xerofílico y asociado frecuentemente con Ch. globosum y Ch. indicum Corda en plumas y nidos de pájaro (Domsch, et al., 1980); sus metabolitos se han probado como sustancias antitumorales (Ipsen y Rosazza, 1984).

Por todo lo anterior, es una especie interesante para realizar estudios diversos en México.

8.4 Chaetomium globosum Kunze ex Fries

Syst. Myc. 3:225, 1829.

Lam. II, figs. 4A y 4B.

Peritecios oliva (4E5 de Methuen), solitarios en HMA, tiene el medio ligeramente de amarillo. Globosos, con opérculo, - de color café rojizo a café canela, más oscuro hacia el ostíolo, con luz transmitida. De (210) 250 - 280 X 230 - 240 μm . - Con rizoides largos y abundantes, de color café claro, ligeramente ondulados, lisos, septados. Presenta cirro.

Pelos terminales abundantes y largos, de color café canela con luz transmitida, y en masa de color café rojizos. Ondulados, de 7 a más ondas, inclusive desde la base, no ramificados, rugosos, septos poco evidentes, con gotas de aceite, con puntas redondeadas, base no más ancha, a ligeramente más ancha 3.5 - 4 μm .

Pelos laterales abundantes y medianos, de color café claro con luz transmitida, lacios en su mayoría y pocos ligeramente ondulados, no ramificados, rugosos, septados, con puntas redondeadas, base en ocasiones más ancha. Diámetro de 2.5 - 5 μm .

Ascas clavadas. Ascosporas en masa de color café rojizo, - a casi negras, con luz transmitida de color café, ovoides, con dos apículos, otras en forma de limón. 8 - 9 X 6 - 7 μm .

Material estudiado. Aislado de cartón del siglo XX por medio de técnicas directas en HMA; corresponde a la cepa no. 9.

Hábitat. En residuos vegetales (Ames, 1963; Domsch, et al., 1980); en diversas semillas (Ames, 1963; Seth, 1972; Domsch, - 1980); en suelos agrícolas y forestales (Seth, 1972; Domsch, -

et al., 1980); sobre papel, composta y otros substratos celulósicos (Seth, 1972; Domsch, et al., 1980).

Distribución. Cosmopolita.

Discusión. Esta especie se registra por primera vez para México, La característica principal de la especie son los abundantes pelos terminales y su forma ondulada; aunado a esto, la forma del peritecio y de las esporas.

Esta cepa siempre se observó creciendo con un estado conidial correspondiente al género Trichocladium Harz, pero nunca se llegaron a obtener los peritecios puros, lo cual puede significar que tienen una relación simbiótica aún no determinada, o quizás podría ser la fase asexual de esta especie, aunque hasta ahora son otros los géneros registrados por los autores (Ames, 1963; Domsch, et al., 1980; von Arx, et al., 1984), tales como Acremonium, Botryotrichum Sacc. & March., Humicola. El género Trichocladium se ha citado como un hongo típico causante de deterioro en el papel (Kowalik, 1980).

Sería muy interesante estudiar esta cepa desde un punto de vista fisiológico y poder determinar la relación existente con el estado conidial encontrado.

Ch. globosum ha sido la especie más estudiada por los investigadores. Se han hecho pruebas de irradiación (Hoover y Volz, 1979), de resistencia a fungicidas (Cookson et al., 1981; Kommedhal et al., 1981; Srivastava, et al., 1981; Goulding et al., 1983) y actualmente se ha comprobado que degrada los herbicidas Alachlor, Antor, Metalachlor, Cinerone, Urethan (Domsch, et al., 1980). Hay experimentos sobre la producción de celulasas y su actividad (Abdulla, 1981; Abdulla y El-Tayeb, 1982),-

de amilasa (Sharma y Saksena, 1978); de degradación de lana - (Safranek y Goos, 1982), de algodón (Abdalla y El-Tayeb, 1981), de pudrición de madera (Rai et al., 1981) y destrucción de - - otros materiales celulósicos (Belenkaya y Kanevskaya, 1973; -- Nyuksha y Kossior, 1977; Nyuksha, et al., 1980). Existen estudios de control biológico de Hylemya platara (Hubbard et al., - 1982) y de Venturia inaequalis (Andrews et al., 1983; Heye y - Andrews, 1983; Cullen y Andrews, 1984). Se han realizado inves- tigaciones de su colonización en humus (Aneja, 1981 y 1983), - acerca de la producción de quetoglobosinas y otros metabolitos (Kikuchi et al., 1981 y 1982), y de su acción tóxica y antitu- moral (Sekita et al., 1982).

Por todo lo anterior, esta especie dada su presencia e im- portancia, ofrece un amplio campo para realizar investigacio- nes al respecto.

8.5 Chaetomium globosum var. arhizoides Dreyfuss
Sydowia 28:50-133, 1976.

Lam. III, fig. 5.

Peritecios oliva a oliva obscuro (4F5 y F4 de Methuen; - 30 oliva de Naturalist), solitarios en HMA, gregarios y muy - grandes en CA; tinte el HMA de color rosado. Globosos, con opérculo, café oliváceo a color café rojizo con luz transmitida, - con un anillo obscuro en el cuello y en la base. De 230 - 410 X 200 - 360 μ m. Con rizoides de color café oscuros, con tonos - amarillos y rojizo café, largos, muy desarrollados y de gran - abundancia, ondulados, ramificados dicotómicamente muy regular - mente, lisos, septos escasos, con paredes gruesas, los rizoi-- des de esta cepa se encuentran tan desarrollados que al tomar un peritecio del medio de cultivo con el asa de siembra, sola - mente salen agrupados y no es posible separarlos por lo fuerte - mente que se encuentran entrelazados los rizoides. Con cirro.

Pelos terminales de abundancia regular a numerosos, muy - largos, tres veces el tamaño del peritecio; de color café oli - váceo con luz transmitida y canela en masa. Ondulados, de 7 a 10 ondas, lacios en la base, laxos, pocos tienden a espiralados, ocasionalmente ramificados, rugosos, septos tenues y escasos, - con gotas de aceite, con puntas redondeadas, muy atenuada, ba - se no más ancha, de 2.5 * 3.5 (4) μ m. de diámetro.

Pelos laterales de abundancia regular, largos a medianos, concoloros con los terminales, lacios en la base y ondulados - hacia las puntas, no ramificados, finamente rugosos, septados, con pocas gotas de grasa, de puntas redondeadas, base no más -

ancha, 3 - 4 μ m. de diámetro.

Ascas clavadas, ascosporas café verde olivo a color rosado en masa, ovoides, con dos apículos muy evidentes, pocas limoniformes, cóncavas de un lado y convexas del otro; dimensiones: (8) 8.5 - 9 (10) X 6 - 7 (7.5) μ m.

Material estudiado. Aislado de un documento del siglo XX, aproximadamente del año 1870, por medio de técnicas directas - en HMA, corresponde a la cepa no.5.

Hábitat. En materiales celulósicos, al igual que otras variedades.

Distribución. Cosmopolita.

Discusión. Se registra por primera vez para México. Es muy semejante a las otras variedades, pero ésta se caracteriza - principalmente por el gran desarrollo de los rizoides y ascocarpos fáciles de desprender del sustrato y el material estudiado también las presenta. En cambio las ascosporas, se han reportado de tamaños mayores (Dreyfuss, 1976) 9.3 - 10.5 X 8 - 9 μ m., y en el presente material fueron de menor tamaño (8) - 8.5 - 9 (10) X 6 - 7 (7.5) μ m. Así mismo, reporta la variedad de color gris oscuro a negro y en la cepa estudiada solamente se observó de color oliva oscuro.

8.6 Chaetomium globosum var. flavo-viride Novak

Annls. Univ. Sci. Budapest. Rol. cot. Nom. Sect. Biol.
8:201-222, 1966.

Lam. III, fig. 6.

Peritecios oliva obscuro (4F5 Methuen; 29 oliva de Natura list), con tonos cafés; solitarios, tienden a ser gregarios en los bordes de la colonia formando manchones; tinte el HMA de rosa tenue y el CA de amarillo. Globoso a subgloboso, con opérculo, café rojizo a verde oliváceo con luz transmitida, con un anillo obscuro en el cuello y en la base. De 220 - 270 X 200 - 240 μm . Con rizoides de color café amarillo claro a canela, más tenues hacia las puntas, ramificados dicotómicamente, lisos, septados escasa y levemente. Con cirro.

Pelos terminales abundantes, de medianos a largos, de color café rojizo en masa, con luz transmitida café oliváceo. Ondulados, lacios desde la base, laxos, con más de diez ondas, ocasionalmente ramificados dicotómicamente en las puntas, ramas cortas, rugosos, septos tenues y escasos, difíciles de apreciar, con gotas de grasa, de puntas redondeadas, base ligeramente más ancha, de 3 - 3.5 μm . de diámetro.

Pelos laterales de abundancia regular, medianos a cortos, concoloros con los terminales pero más claros, lacios a ligeramente ondulados, no ramificados, levemente rugosos, septados, con gotas de aceite, con las puntas redondeadas y la base ligeramente más ancha, 2.5 - 3 μm . de diámetro.

Ascas clavadas. Ascosporas café rojizo en masa y de color café olivo con luz transmitida, ovoides a globosas, con apícu-

los muy evidentes en ambos lados, de 8 - 9 X 6.5 - 7 μ m.

Material estudiado. Aislado de un documento del siglo XX, por medio de técnicas directas en CA; corresponde a la cepa no. 4.

Hábitat. Principalmente en materiales celulósicos, al -- igual que la especie anterior.

Distribución. Cosmopolita.

Discusión. La variedad es registrada por primera vez para México. Su característica principal es el color del peritecio verde olivo (Novak, 1966). En este ejemplar se observó un color olivo oscuro con base en las guías de colores utilizadas; -- ya que hasta ahora en las obras consultadas para la determinación, no se menciona como referencia ninguna guía de colores, -- ello puede originar confusión.

Los peritecios y esporas de la cepa estudiada son pequeños y muy semejantes a la var. ochraceoides, la principal diferencia radica en que esta última presenta pelos terminales espiralados y poco ondulados, en cambio en la var. flavo-viride se observaron pelos terminales ondulados y laxos.

La baja actividad celulolítica es otra característica de la variedad (Novak, 1966), la que sería recomendable comprobar en un estudio posterior.

8.7 Chaetomium globosum var. ochraceoides Dreyfuss.

Sydowia 28:50-133, 1976.

Lam. III, fig. 7.

Peritecios oliva a oliva obscuro (4F4, 5F4 de Methuen; 30 oliva de Naturalist), crecimiento irregular, de gregario a solitario; tinte el HMA de rosa ténue y el CA de amarillo. Globosos a subglobosos, con opérculo, de color café amarillo a verde oliváceo cuando joven y café rojizo cuando madura, formando un anillo obscuro en el cuello, con luz transmitida; de 250 - - 350 X 240 - 300 μ m. Con rizoides de color café amarillentos, - abundantes, medianos a largos, lacios a ondulados, ramificados dicotómicamente, lisos, septados. Presentan cirro.

Pelos terminales abundantes y largos, de color café amarillo grisáceo y tonos oliváceos con luz transmitida; más oscuros en masa. Espiralados, con más de 10 espirales, muy pocos - ondulados, lacios en la base, no ramificados, ligeramente rugosos, septos tenues y escasos, con puntas redondeadas, base ligeramente más ancha, de 3 - 4 μ m. de diámetro.

Pelos laterales de abundancia escasa a regular, medianos a cortos, concoloros con los terminales pero ligeramente más - claros, lacios, algunos levemente ondulados, no ramificados, - rugosos; con septos evidentes, con puntas redondeadas, base ligeramente más ancha; 2.5 - 4 μ m. de diámetro.

Ascas clavadas. Ascosporas color café grisáceo con tonos oliváceos tanto en masa como con luz transmitida, cuando jóvenes rosadas; ovoides, pocas limoniformes, convexas y cóncavas de los lados, apiculadas de los dos extremos, 8.5 - 9 X 6.5 -

7 μ m. de tamaño.

Material estudiado. Aislado de un documento del siglo - - XVIII, del año de 1758, por medio de cámara húmeda; corresponde a la cepa no. 3.

Hábitat. Aislado en semillas diversas, excremento de animales, suelo, en materiales celulósicos, amplia variedad de materiales vegetales (Seth, 1972; Domsch, et al., 1980).

Distribución. Cosmopolita

Discusión. Se registra por primera vez en México. Dreyfuss (1976), menciona que esta variedad presenta ascocarpos -- verde olivo, pero en el material estudiado se observaron de color oliva a olivo oscuros, sin embargo, otras características que son típicas de la variedad se presentan en esta cepa, como los pelos ondulados más densamente y ascosporas pequeñas, - - 8 - 9 X 6.2 - 7 μ m., datos que ayudaron a la determinación de la variedad.

La importancia de esta variedad no es conocida aún, los trabajos realizados por diversos investigadores citan solamente a Ch. globosum, pero no indican que variedad utilizaron.

8.8 Chaetomium globosum var. rectum Dreyfuss

Sydowia 28:50-133, 1976.

Lam. III, Fig. 8.

Peritecios olivo oscuro (4F4, 4F5 de Methuen), crecimiento solitario, es gregario en el punto de siembra, no tinte el HMA, subglobosos con la base en punta, con opérculo, de color café oscuro a negro con luz transmitida. 270 - 450 X 290 - 450 μ m. Con rizoides de color café claro, abundantes, muy largos, no ramificados, ondulados a ligeramente lacios, lisos, septados. Con cirro.

Pelos terminales abundantes y de tamaño mediano, de color café con luz transmitida y café oscuro en masa. Lacios a ligeramente ondulados, pocos ramificados irregularmente a dicotómicos, rugosos, septados leve y escasamente, con gotas de aceite, con la punta muy atenuada, hialina, base más ancha. Diámetro de 3 - 6 μ m.

Pelos laterales de abundancia escasa a regular, largos, concoloros con los terminales, a más claros; lacios, no ramificados, espinosos a rugosos, septados, con acumulaciones de cristales, de paredes gruesas, punta redondeada y hialina, base ligeramente más ancha. 5 μ m. de diámetro.

Ascas clavadas, octosporadas. Masa de esporas color rosado cuando jóvenes, verde olivo cuando maduran, limoniformes a ovoides, con apículos en ambos lados, cóncavas de un lado y convexas del otro. Dimensiones de 10 - 12 X 7 - 8.5 μ m.

Material estudiado. Aislado de la pasta de un libro del siglo XX, por medio de técnica directa en HMA; fue la cepa no. 13.

Hábitat. Igual que las variedades mencionadas, en materia les celulósicos principalmente.

Distribución. Cosmopolita.

Discusión. Nuevo registro para México. Esta variedad se caracteriza por tener los pelos terminales rectos, no se ha mencionado otra característica distintiva de la variedad.

Un carácter que hasta ahora no es conocido y que puede ser importante para determinar este ejemplar es el tamaño de las esporas, que fue mayor que el de las otras variedades (10 - 12 X 7 - 8.5 μ m.).

8.9 Chaetomium ochraceum Tschudy

Jour. Botany 24:475, 1937.

Lam. IV, fig. 9.

Peritecios olivo oscuro (4F5 de Methuen), gregarios en el punto de siembra y solitarios hacia los bordes de la colonia; tinte el HMA de rosa y el CA de amarillo. Globosos a subglobosos, con opérculo, de color café oscuro con tonos rojizos a casi negros con luz transmitida. De 220 - 350 X 215 - 285 μ m. Con rizoides de color café amarillo claro, largos a medianos, de abundancia regular, lacios a ligeramente ondulados, ramificados dicotómicamente, lisos, septos no muy abundantes.

Pelos terminales en masa de color café y con luz transmitida café verdoso a rojizo, existen dos tipos en cuanto a forma:

1. Pelos abundantes y muy largos, espiralados, con más de 15 vueltas, las espirales de igual diámetro o disminuyen levemente hacia las puntas, ramificados ocasionalmente, rugosos, - septados, con puntas redondeadas, 1.5 - 3 μ m. de diámetro.

2. Pelos escasos y más largos que los anteriores, lacios, de color más oscuro, ramificados dicotómicamente en ángulos agudos, rugosos a espinosos, con cristales, de paredes gruesas, septados escasamente, con gotas de grasa, punta muy atenuada, - y muy hialina, base de cada ramificación más ancha, 2.5 - 4 μ m. de diámetro.

Pelos laterales, concoloros con los terminales, pero de tonos más claros, cortos a medianos, lacios y tienden a ligeras ondulaciones en las puntas, no ramificados, rugosos, con -

pocas espinas y cristales, septados, puntas redondeadas, base no ancha, 2 - 3 μ m. de diámetro. Abundancia regular.

Ascas clavadas. Ascosporas de color café claro a café oli vo con luz transmitida y café rojizas en masa, elípticas a glo bosas, apiculada en ambos lados, cóncavas de un lado y conve xas del otro, algunas sin apículo. 8 - 9 X 5.5 - 7 μ m.

Material estudiado. Aislado de un documento del siglo XX por medio de técnicas directas en HMA; corresponde a la cepa - no. 6.

Hábitat. En detritus vegetales y excremento de animales - (Ames, 1963); en Avena sativa (Seth, 1972); y en papeles dete riorados (Kowalik, 1980).

Distribución. Estados Unidos (Ames, 1963); y Canadá (Seth, 1972).

Discusión. Se registra por primera vez para México. Esta especie, se caracteriza por formar una compacta "cabeza" de pe los, además de tener peritecios grandes.

Los pelos terminales se han mencionado como aseptados - - (Ames, 1963) o como raramente septados (Seth, 1972) y en esta cepa se encontraron septados; además Ames (1963) los considera lisos y Seth (1972) los describe como lisos o finamente rugo-- sos y en el material estudiado se presentaron rugosos. Ames - (1963) no hace referencia a si son ramificados o no, Seth - - (1972) menciona que son simples y ocasionalmente ramificados y en el presente material se observa una clara tendencia a la di ferenciación en los pelos terminales: unos ramificados y otros simples, el diámetro de estos últimos concuerda con la citada por los autores. Sin embargo los pelos ramificados mostraron -

un diámetro mayor del mencionado; por lo tanto, se puede decir, que probablemente esta cepa se una variedad de la especie típica.

Los pelos laterales Ames (1963) los describe como semejantes a los terminales pero menos sinuosos, y Seth (1972) solamente como similares, en esta cepa los pelos laterales sí fueron semejantes a los terminales de tipo lacio, pero no son ramificados como estos últimos.

Las características en las que difiere un poco ésta cepa de la descripción de la especie, en realidad no son muy significativas, ya que pueden variar un poco las medidas y la ramificación de los pelos de acuerdo a las condiciones medioambientales en que se haya desarrollado la colonia (von Arx, et al., 1984).

La importancia de esta especie es en cuanto a estudios de deterioro y actividad celulolítica en documentos, también se han realizado pruebas de fungicidas (Kowalik, 1980).

8.10 Chaetomium pachypodioides Ames

Mycologia 37:145, 1945.

Lam. IV, fig. 11.

Peritecio gris (El de Methuen), solitario, pequeños, muy elongados con opérculo, de color café amarillo con luz transmitida, en ocasiones casi negro. 280 - 320 X 130 - 180 μm . Con rizoides de color café claro, en la base rojizos, disminuye el color hacia la punta, escasos y cortos, lacios, ramificados y septados. Presenta cirro.

Pelos terminales escasos y medianos, de color café gris - a café oscuro y pared con tonos oliváceos con luz transmitida. Espiralados profundamente, alrededor de diez vueltas, el diámetro de las vueltas disminuye hacia las puntas, en la base son lacios; ramificados, cada rama con la base ensanchada, espinosos, espinas escasas, septos muy evidentes, con pared gruesas, con gotas de grasa, puntas redondeadas, base levemente ensanchada. De 4 - 5 μm . de diámetro.

Pelos laterales escasos y cortos, de color café claro, el color disminuye hacia las puntas, lacios, no ramificados, lisos, septados evidentemente, de pared gruesa, punta atenuada, base no más ancha. Diámetro de 4 - 5 μm .

Ascas clavadas. Ascosporas de color café olivo grisáceo, elípticas algunas con apículos en ambos lados. De 6.5 - 7 X 5 - 5.5 μm .

Material estudiado. Aislado en el muestreo del aire de la galería no. 4 del Archivo General de la Nación en V-8 A; corresponde a la cepa no. 11.

Hábitat. En detritus vegetales, sobre papel filtro (Ames, 1963); en suelo (Raman, 1983).

Distribución. The Great Smoky Mountains, Tenn. (Ames, -- 1963); India (Raman, 1983).

Discusión. Esta especie solo era conocida de la localidad mencionada, por lo tanto es nuevo registro para México, así como también es la primera vez que se obtiene del aire.

Esta especie concuerda en su totalidad con descripciones anteriores; se caracteriza principalmente por sus peritecios - elongados. Se ha utilizado para estudios de su actividad celolítica (Raman, 1983).

8.11 Chaetomium pulchellum Ames

A Monography of Chaetomiaceae, pag. 92, 1963.

Lam. I.V, fig. 10.

Peritecios olivo oscuro (4F5 de Methuen), crece solitario, gregario solo en el punto de siembra, tinte el HMA de amarillo, globoso a subgloboso, con opérculo, de color café rojizo, verdoso a negro con luz transmitida. 280 - 320 X 250 - 290 μ m. Con rizoides de color café verdosos, de abundancia regular, largos, no ramificados, lacios a ondulados, lisos, sin septos. Con cirro.

Pelos terminales de abundancia regular a escasa, medianos a ligeramente largos, verdes a color café oscuros en masa y - con luz transmitida. Espiralados, lacios en la base, de 2 a 6 vueltas, las espirales disminuyen hacia la punta su diámetro. No ramificados, espinosos profundamente, con espinas cortas, - tenuemente septados, de paredes gruesas, con gotas de aceite, - con las puntas redondeadas, base ligeramente más ancha, de 5 - 5.5 μ m. de diámetro.

Pelos laterales de abundancia regular y muy largos, de color café claro que disminuye hacia las puntas, lacios, no ramificados, espinosos, septos muy escasos, con gotas de grasa, - puntas muy atenuadas, base no más ancha. De 3 - 4 μ m.

Ascas clavadas. Masa de esporas amarillo brillante, verde claro cuando maduran, elípticas sin apículos, otras ovoides - apiculadas en ambos lados, algunas limoniformes. De 9 - 10 X - 5 - 7 μ m.

Material estudiado. Aislado de papel del siglo XX en el -

HMA por medio de técnicas directas; corresponde a la cepa no. 12.

Hábitat. Detritus vegetales (Ames, 1963).

Distribución. Jamaica (Ames, 1963).

Discusión. Esta especie se reporta por primera vez para México, solo se conocía de la localidad tipo.

En esta cepa se observaron peritecios ligeramente más chicos (280 - 320 X 250 - 290 μ m.) de los reportados por Ames - - (1963) 300 - 360 X 210 - 290 μ m.

El color de los pelos terminales se ha reportado como ámbar (Ames, 1963) o café oscuro a claro (Seth, 1972) y en el material estudiado se observó un color café verdoso. Los pelos laterales han sido descritos con forma semejante a los terminales (Ames, 1963) y en este caso no ocurrió así; sin embargo -- (Seth, 1972) los describe lacios, como se presentaron en esta cepa. También se menciona la presencia de clamidosporas, que en la cepa estudiada no se presentaron. A su vez, no se han registrado esporas sin apículo como las encontradas en esta cepa. Por último, Seth (1972) menciona dos tamaños de esporas, el más frecuente 6 - 8.7 X 5 - 6.5 μ m. y raramente de 8.7 - 10.5 X 6 - 8.7 μ m.; en este último rango se encontraron las ascosporas de la especie estudiada. No se conoce su importancia.

8.12 Chaetomium sp.

Lam. IV, fig. 12.

Peritecio gris olivo oscuro (4E2, Methuen), solitarios, -- menos en el punto de siembra, cambia el HMA a color rosado. -- Profundamente globosos, con opérculo, de color café canela obscuro, olivo o negro, con luz transmitida; base y cuello del peritecio más oscuros. De 250 - 300 X 250 - 300 μ m. Con rizoides hialinos a amarillos, abundantes, de cortos a medianos, lacios, no ramificados y septados. No presenta cirro, sólo ocasionalmente y es muy pequeño.

Pelos terminales escasos y largos, de color café canela -- en masa y con luz transmitida de color café claro. Lacios en la base y ligeramente ondulados hacia las puntas, de 1 a 5 ondas, pocos espiralados; algunos ramificados dicotómicamente -- formando ángulos agudos, rugosos a espinosos, septados tenuemente, con gotas de aceite y en ocasiones con cristales, algunos ramificados dicotómicamente formando ángulos agudos, rugosos a espinosos, septados tenuemente, con gotas de aceite y en ocasiones con cristales, algunos con diámetro irregular, con puntas hialinas y redondeadas, base del mismo ancho, de 2 - 4 μ m. de diámetro.

Pelos laterales escasos y largos, de color café canela en masa y con luz transmitida de color café claro, lacios en la base y ligeramente ondulados hacia la punta, no ramificados, -- rugosos a espinosos, septados, con gotas de aceite, con puntas redondeadas y de color más claro, base no más ancha, de 2.5 - 3 μ m.

Esporas con tonos rosados cuando jóvenes, de color café - oliváceo al madurar, en masa de igual color, pero más oscuras, ovoides a limoniformes, ligeramente apiculadas en ambos lados, algunas cóncavas de un lado y convexas del otro, de 8 - 9 (10) X 7 - 8 μ m.

Material estudiado. Aislado de un documento del siglo - - XVIII, aproximadamente del año 1797, por medio de técnicas directas en CA; corresponde a la cepa no. 2.

Discusión. Esta cepa, no se parece a ninguna de las especies hasta ahora descritas (Ames, 1963; Seth, 1972); por lo -- cual no fue posible identificarla y se requiere hacer estudios taxonómicos posteriores.

La característica principal de esta cepa, fueron los pe-- los terminales escasos y largos, lacios en la base y ligeramen-- te ondulados hacia las puntas, sus ramificaciones dicotómicas y principalmente la ausencia o escasa presencia de cirro, ca-- racterística poco común del género, ya que muy pocas especies la tienen como por ejemplo Ch. abuense Lodha, Ch. ancipilium Ames, Ch. cuneatum Sörgel, Ch. difforme Gams, Ch. medusarum Meyer & Lanneau, Ch. osmaniae Rama Rao & Ram Reddy, Ch. rectum - Sergeva, Ch. spinigerum Sörgel, Ch. tortuosum Carbowski, Ch. - trilaterale Chivers.

El cambio de color que ocasiona en el medio HMA, se - puede atribuir a su actividad celulolítica o a cualquier otro metabolito producido por ella, por lo cual sería interesante - realizar estudios sobre esto.

FOTOGRAFIAS

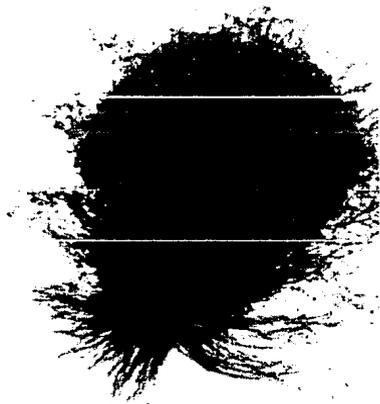
- 1 A. Peritecios de Ch. bostrychodes 10 X.
- 1 B. Peritecio de Ch. bostrychodes mostrando el desprendi
miento de los pelos terminales 10 X.
- 2 Peritecio de Ch. fibripilium 10 X.
- 3 A. Peritecios de Ch. funiculum 10 X.
- 3 B. Peritecio de Ch. funiculum 40 X.
- 4 A. Ch. globosum fase conidial (Trichocladium) 100 X.
- 4 B. Peritecio de Ch. globosum 10 X.
- 5 Ch. globosum var. arhizoides, peritecio 10 X.
- 6 Ch. globosum var. flavo-viride, peritecio 10 X.
- 7 Ch. globosum var. ochraceoides, peritecio 10 X.
- 8 Ch. globosum var. rectum, peritecio 10 X.
- 9 Ch. ochraceum, peritecio 10 X.
- 10 Ch. pulchellum, peritecio 10 X.
- 11 Ch. pachypodiodes, peritecios 10 X.
- 12 Chaetomium sp. peritecios 10 X.



1A



1B

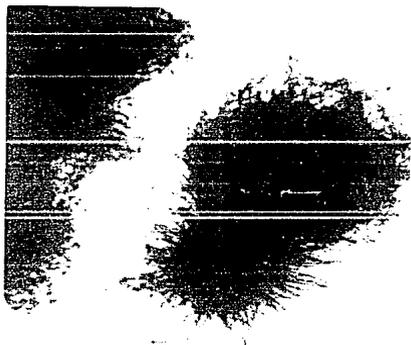


2

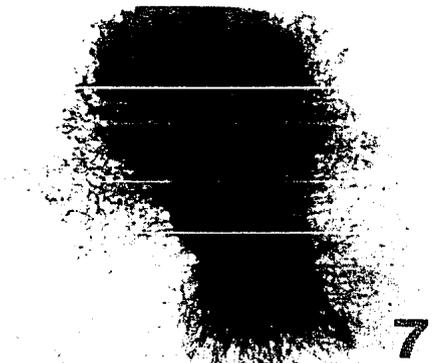




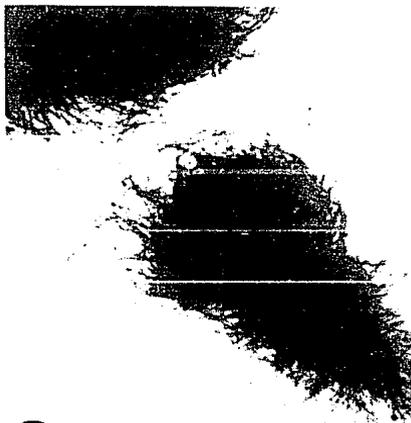
5



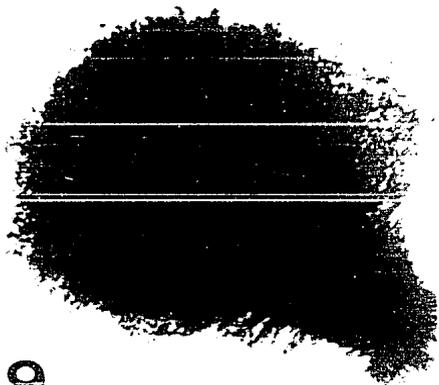
6



7



8



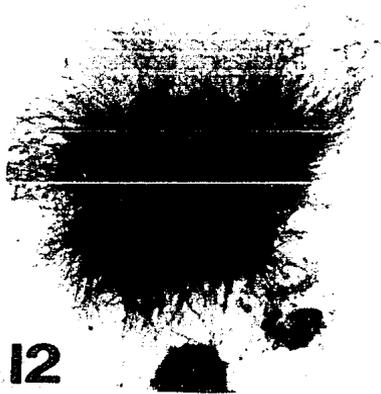
9



10



11



12

9. DISCUSION

9.1 Aislamiento.

La técnica de recortar tiras de los documentos afectados e inocularlas directamente en el medio de cultivo, es ampliamente recomendable para el aislamiento de Chaetomium, ya que por medio de ella, se obtuvieron doce cepas (ver tabla IV). El éxito de esta metodología probablemente se deba a que las hifas o esporas de los hongos se alojan entre las fibras del papel, que al encontrarse en un medio de cultivo favorable para crecer, se desarrollen rápidamente.

Varias de las colonias aisladas se desarrollaron exclusivamente sobre el papel, lo que indica una probable adaptación del organismo a los componentes de dicho substrato. Lo mismo ocurrió con la cepa aislada de una cámara húmeda, que presentó gran cantidad de peritecios sobre el documento. Estos ejemplares son de gran interés para estudios fisiológicos y de desintegración del papel.

El uso de técnicas indirectas como el raspado, no ofreció los mejores resultados para el aislamiento de Chaetomium, ya que solamente se obtuvieron colonias de hongos que se encuentran sobre la superficie, excluyendo aquellos que se alojan dentro del papel, inclusive desde su fabricación.

El muestreo de la atmósfera circundante también es recomendable para aislar Chaetomium, aunque no tan efectivo como recortar los documentos; esto se debe principalmente a que este género se encuentra habitualmente entre las fibras del papel, pero la presencia de sus esporas en el aire significa que

los documentos deteriorados actúan como fuentes de inóculo, -
contaminando con esporas las atmósfera que los rodea.

Es necesario aclarar que los documentos proporcionados -
por el Archivo General de la Nación, para llevar a cabo el ais-
lamiento, se encontraban seriamente deteriorados, por lo que -
su restauración era imposible. Se menciona esto, porque los --
muestreos de recortar tiras de papel, que fueron los más efec-
tivos, no se podrían realizar en documentos de gran valor y re-
cuperables aún por los restauradores, ya que se les haría un
daño irreparable; la única manera de no dañarlos, sería recu-
rrir a los raspados que como ya vimos, son ineficaces para el
aislamiento. Por lo que aún es difícil establecer una técnica
de aislamiento adecuada, que reúna las características princi-
pales, referentes a como aislar los hongos que están ocasionan-
do el deterioro sin originar daños irreparables en los documen-
tos.

Los medios de cultivo que resultaron efectivos para el -
aislamiento fueron tres: HMA (8 colonias); CA (5 colonias) y -
V-8 A (2 colonias). Aunque en el HMA se obtuvieron la mayoría -
de las cepas estudiadas, es más recomendable el CA, ya que la
celulosa que contiene, actúa como única fuente de carbono, lo
cual impide el desarrollo de otros hongos no celulolíticos, -
que competirían por la fuente energética y el espacio, despla-
zando así al género Chaetomium, como ocurrió en el V-8 A y en
menor grado en el HMA. Esto no significa que en estudios poste-
riores se utilice solamente el CA para los aislamientos, por-
que entonces se excluirían las especies del género Chaetomium
con baja actividad celulolítica, que son capaces de crecer en

HMA y V-8 A.

Resultó inesperado que en el PDA no se encontrara el género, ya que ha sido recomendado ampliamente para su aislamiento (Seth, 1972).

El MSA solamente se ha utilizado para algunas especies del género que necesitan altas concentraciones osmóticas (Cuirran, 1980; Rai et al., 1981; Abdel-Hafez, 1982; Abdel-Hafez et al., 1983); las que se han aislado de suelo y de semillas; por lo que probablemente no funciona para aquellas que habitan en el papel.

La presencia frecuente del género Penicillium en las diferentes técnicas de aislamiento, probablemente indica que también tiene importancia en el deterioro del papel, ya que es un habitante natural de la micoflora del mismo (Nyuksha, 1974) y aunque es un género típicamente saprobio algunas especies han sido citadas como celulolíticas (Nyuksha, 1974; Kolesnyeva, 1977; Kowalik, 1980). Además, se observó que Penicillium tiene facilidad para crecer sobre las roturas de los documentos, en los cortes y en la tinta; hecho que corrobora los estudios de Nyuksha (1974), donde menciona que este género no se encuentra en el primer nivel ecofisiológico según el grado de ubicación en el sustrato.

Sería muy interesante realizar investigaciones en México sobre la participación específica del género Penicillium en el deterioro de los documentos, ya que hasta ahora se ha mencionado un comportamiento muy diverso (Nyuksha, 1974): se le ha ubicado en el segundo, tercero y cuarto niveles ecofisiológicos, donde se encuentran respectivamente hongos que provocan algu--

nas destrucciones en la textura del papel, que asimilan ciertos componentes específicos y aquellos cuya presencia en él, dependen de la micoflora circundante. Esto varía de acuerdo con la especie, la producción poligráfica y el ambiente, por lo que se menciona que estos hongos tienen la capacidad de multiplicarse en el papel más rápidamente que otros, pero su presencia cuantitativa supera significativamente su nocividad y nunca llega a superar a los hongos del primer nivel.

Algo similar ocurrió con el género Aspergillus que se desarrolló constantemente en los aislamientos, éste se ha clasificado en el primer, segundo y tercer nivel ecofisiológico, también se han realizado estudios en otros países sobre su capacidad celulolítica (Reese y Dowling, 1951; Shah y Chhatpar, 1980). Aunque su presencia en los aislamientos del papel, fue menor que la de Penicillium, esto no indica que sea menos nocivo, por el contrario, se ha encontrado que tiene gran importancia en el deterioro de los mismos, posiblemente mayor que la del género Penicillium, ya que hasta ahora, ninguna especie de Penicillium, se ha ubicado en el primer nivel ecofisiológico como ocurre con varias especies de Aspergillus; por lo que su estudio es de suma importancia.

El género que se observó esporádicamente, fue Mucor, que ha sido ubicado en el cuarto y quinto niveles ecofisiológicos de ataque al papel, por lo que su presencia es meramente ocasional y la nocividad que puede llegar a tener, es muy baja.

El hallazgo de Chaetomium, en su mayoría por medio de técnicas directas, con las tiras de papel en el medio y las cámaras húmedas, confirma que este género es típico habitante del

papel. Se ha clasificado en el primero y segundo niveles de ataque al mismo (Nyuksha, 1974). Son hongos que se encuentran permanentemente en el papel, que penetran en el filamento y que conducen al substrato a un estado de desintegración; esto se debe a que reúnen la capacidad de destrucción de las distintas formas de la celulosa. También aquellos hongos que provocan algunas destrucciones en su textura.

El aislamiento de tres colonias del género en la micoflora del aire significa un nuevo hábitat para Chaetorium en México, ya que hasta ahora no se conoce como un típico habitante del aire (Seth, 1972), por lo que probablemente el grado de contaminación en los documentos del Archivo General de la Nación sea alta, ya que origina que se dispersen partes del hongo al medio ambiente, ya sea por manejo de los trabajadores o por corrientes de aire. Para comprobar esto, se requeriría elaborar un estudio cuantitativo de las esporas que se encuentran en la atmósfera, es decir, establecer el número de esporas/m³ de aire.

9.2 Purificación de Copias.

En lo referente a esta etapa, es evidente que la más efectiva fue aquella donde se utilizaron tiras de papel filtro estériles en el medio, ya que con esto, se eliminaron casi por completo, las colonias de hongos incapaces de aprovechar la celulosa, como fuente de carbono.

La purificación de Chaetorium, resultó ser un poco más complicada que la de otros géneros, porque su crecimiento es muy lento, ofreciendo baja capacidad competitiva con otras es

pecies; además si se desarrollan hongos contaminantes junto a los peritecios, fácilmente las esporas de las cepas no deseadas, se adhieren a los pelos de los peritecios, trasladándose así la contaminación a otros nuevos cultivos.

La pérdida de dos cepas en el proceso de purificación, - probablemente se debió a los medios de cultivo en que se aislaron; la cepa número 14 en V-8 A, donde se desarrollaron una gran variedad de hongos que terminaron por invadir y desplazar por completo a esta cepa; y la número 8 en CA, que a pesar de ser muy adecuado el medio en la que se aisló, la cepa creció - muy escasamente, hasta que murió; esto se debió posiblemente a que la cepa aislada no fue muy vigorosa, ni altamente celulolítica, por lo que el medio de CA no fue el mejor para su aislamiento. También pudo ser que las condiciones de incubación como por ejemplo la temperatura, no fuesen las óptimas, ya que existen especies del género que son termófilas y la temperatura que se utilizó solamente fue para aquellas mesófilas.

El medio más recomendable para el manejo de cepas puras - del género Chaetomium, es el HMA, porque se observó un crecimiento abundante de micelio y un desarrollo moderado de peritecios, facilitando su manejo para hacer estudios microscópicos, a diferencia del V-8 A, donde el crecimiento y desarrollo de peritecios es muy abundante. El CA, no se recomienda para mantener las cepas en el laboratorio, ya que el desarrollo de las colonias en este medio, es muy lento y escaso. Es recomendable proporcionar una fuente de celulosa como papel filtro estéril, para que los peritecios presenten desarrollos típicos.

En varias de las especies aisladas del género, se observó

un cambio de coloración en los medios de cultivo (amarillo y rosa) al mismo tiempo que se desarrollaban las colonias, indicando una posible degradación de la celulosa (Hudson, 1972) o como productos de desechos por el metabolismo.

9.3 Determinación.

Fue un poco laboriosa, debido a que las obras consultadas son confusas; los esquemas y fotografías de la monografía de Seth (1972), son muy deficientes; a diferencia de los excelentes esquemas de la monografía de Ames (1963) y los trabajos de Skolko y Groves (1948). Las claves de von Arx, et al., (1984), se basan principalmente en la estructura del asca, la cual es muy difícil de observar, además este trabajo carece de descripciones.

Las confusiones se presentaron al consultar las descripciones de Ames (1963) y Seth (1972), que en repetidas ocasiones, mostraron discrepancias; los ejemplos se mencionaron en la discusión para cada especie.

La identificación de hongos microscópicos resulta difícil, debido a la gran variabilidad genética que presentan. Esto fue observado en el género Chaetomium, ya que una misma especie -- presentó características diferentes dependiendo del medio de cultivo en el que se desarrolló; por lo que es de suma importancia para la determinación de las especies, observar peritecios que se han desarrollado en diferentes medios de cultivo, para tener un punto de comparación, y poder valorar significativamente las diferencias que presenten. En esta investigación, los medios de cultivo que se emplearon para la comparación y -

determinación de las especies, fueron el HMA, el CA y también especímenes desarrollados en tiras de papel filtro estériles - en el medio.

Se observó que los peritecios que se desarrollaron en CA o en papel filtro, presentaron dimensiones mayores, aunque menor producción de peritecios, los pelos terminales fueron más largos, ornamentados y escasos; esporas de mayor tamaño que -- aquellas de las cepas que se desarrollaron en HMA.

Algunos autores (Dreyfuss, 1976; Ellis, 1981; von Arx, et al., 1984) han observado ciertas características que pueden variar dependiendo del medio ambiente y edad del cultivo, por lo que no tienen importancia significativa para separar las especies. Dentro de éstas se encuentran el tamaño del peritecio, - forma y ornamentación de los pelos y desarrollo del ascocarpio, tal y como se apreció en este estudio.

Otra característica importante, es la forma de las esporas de las diferentes especies, que los autores (Ames, 1963; Seth, 1972) hasta ahora consideran muy variada: limoniformes, subgloboseas, globosas, ovoides, en forma de almendra, triangulares, - fusiformes, apiculadas o no, de uno o ambos lados. Inclusive, - se llegó a encontrar que una especie presentaba más de una forma de esporas, o discrepancias entre los autores en cuanto a - la forma de ellas. En particular, esto se debe a la carencia de estudios del género en lo que a forma de esporas se refiere, ya que se observó que las especies del material estudiado, mostraron esporas asimétricas, y que dependiendo del ángulo - del observador, fácilmente se pueden apreciar varias formas y dimensiones, ocasionando por tanto, confusión en la determina-

ción; por lo que resulta necesario y fundamental, un estudio minucioso de microscopía electrónica y de barrido, para determinar las verdaderas firmas de esporas presentes en el género, sobre todo en aquellas que no concuerda su descripción.

Uno de los aspectos que puede causar confusiones, es el color de los peritecios, el que también varía con la edad del cultivo y las condiciones ambientales de crecimiento; aunado a esto, hasta ahora, los especialistas no han utilizado tablas de colores científicas para realizar sus descripciones, lo que origina que una misma especie se cita de diferente color, de acuerdo con el autor; por lo que en este trabajo, las descripciones de los colores del peritecio a nivel macroscópico se realizaron con guías científicas (Smithe, 1975; Kornerup y Wanscher, 1978), también se tomó en cuenta el color a nivel microscópico, es decir, con luz transmitida.

Una característica que hasta ahora no se ha tomado en cuenta para la determinación de estos hongos, son los rizoides que en el presente trabajo, fueron de gran utilidad para poder establecer diferencias en las variedades de Ch. globosum; esto se puede apreciar en la clave dicotómica del capítulo 7.

9.4 Hábitat y Distribución.

Como se puede apreciar en la tabla 4, las especies y variedades determinadas en este trabajo, son nuevos registros para México, ampliándose por tanto, la distribución de cada una de ellas. Esto se debe a los pocos estudios que se han realizado de Chaetomium en el país.

De las especies determinadas, dos solamente se conocen - por el tipo, Ch. fibripilium y Ch. pulchellum, por lo que su hallazgo es de suma importancia, ya que se redescubre y confirma la morfología de las especies, corroborando por tanto, la existencia de las mismas; a su vez se amplía la distribución - que hasta ahora se consideraba endémica; Ch. fibripilium se ha encontrado en caña de azúcar en las Islas Hawai (Ames, 1963); - por lo que el hábitat de esta especie también se amplía, ya -- que el presente material se aisló de documentos deteriorados - del siglo XIX y de cartón del siglo XX, (tabla 6). El hecho de encontrar dos cepas de esta especie significa que su actividad en el deterioro del papel podría ser importante, por lo que un estudio al respecto sería muy interesante realizar. Los auto-- res no mencionan si es parásito o saprobio en la caña de azú-- car; en caso de ser saprobio no estaría muy alejado del habi-- tat en documentos, porque la principal fuente de carbono en am bos sustratos es la celulosa. Ch. pulchellum hasta ahora solo se conocía de Jamaica en detritus vegetales (Ames, 1963), por lo tanto, su hallazgo en los documentos amplía su hábitat. Esto no es muy extraño, ya que generalmente las especies de Chaetomium que habitan en restos vegetales, tienen propiedades cel-- lulolíticas, al igual que aquellas que se encuentran en el pa-- pel.

Otras de las especies que aparentemente tienen restringi-- da su distribución es Ch. pachypodiodes citada solamente para E.U.A. (Ames, 1963) y la India (Raman, 1982); especimen poco - común, ya que son muy pocos los autores que la han registrado. Ch. ochraceum ha sido citado solamente para E.U.A. y Canadá -

hasta ahora no se conoce para otro país, por lo que en este estudio, su distribución aumenta hasta México y es otra especie pocas veces registrada.

Las especies restantes, entre ellas Ch. bostrychodes y Ch. globosum, se han considerado cosmopolitas, por lo que no es raro encontrarlas en México.

Ch. funiculum a pesar de no ser registrada como cosmopolita, se puede considerar así, ya que los autores (Ames, 1963; - Seth, 1972; von Arn et al., 1984) la han citado para varios países de América, África, Asia y Europa; aunque en especial para México no se encontraba registrada.

Todas las especies determinadas, alguna vez han sido citadas como habitantes del papel, a excepción de Ch. mulchellum y Ch. fibrinilium por tanto, en lo que respecta al sustrato, - los registros nuevos son para estas especies. Otros hábitats nuevos son para Ch. funiculum y Ch. pachynodiodes que fueron aislados del aire de la galería no. 4 del Archivo General de la Nación, nunca antes se habían registrado en este ambiente.

En la tabla 5 se pueden apreciar los sustratos que han sido citados por diferentes autores para las especies aquí determinadas. La mayoría de ellas, también se han encontrado en detritus vegetales exceptuando Ch. fibrinilium; se han aislado de excremento de animales a excepción de Ch. fibrinilium, - Ch. pachynodiodes y Ch. mulchellum; en plantas maderables se han observado excluyendo a Ch. pachynodiodes y Ch. mulchellum. Los sustratos en que menor número de especies se han aislado son las semillas y el suelo, donde solamente se registran Ch. bostrychodes, Ch. funiculum y Ch. globosum.

Todos estos ambientes, están relacionados muy directamente con la capacidad celulolítica del género, por lo que no sería difícil aislar estas especies de los substratos mencionados aquí en México.

Es importante mencionar que estos hongos pueden llegar a los archivos y bibliotecas no solamente por documentos contaminados o ya deteriorados, sino también los mismos lectores o trabajadores pueden ser diseminadores de esporas por medio de su ropa. Si existen roedores en el lugar también en sus excrementos se encuentran esporas de este género y por último si se encuentran jardines cercanos al lugar, en el suelo o las plantas, pueden desarrollarse estos hongos. Sería muy interesante realizar investigaciones al respecto.

Las condiciones de limpieza que prevalezcan en el lugar de almacenamiento de los documentos, son determinantes para evitar infecciones en los mismos; por lo que es fundamental llevar a cabo normas preventivas, como por ejemplo: evitar la presencia de insectos y roedores en el lugar, existencia de jardines o plantas cercanos a los documentos; no manejar simultáneamente documentos fumigados con aquellos que no han pasado por este proceso, mantener el lugar limpio, sin permitir que el polvo se acumule, ya que es un excelente protector de las esporas y mantener las condiciones de humedad y temperatura constantes.

El substrato donde fueron aisladas las cepas determinadas y los siglos a los que pertenecen los documentos muestreados se encuentran en la tabla 6 .

De las cepas que se aislaron del papel, dos fueron encen-

tradas en documentos del siglo XVIII, cuatro del siglo XIX y otras cuatro del siglo XX; por lo que podría pensar que los documentos con mayor susceptibilidad de deterioro, son aquellos de los siglos XIX y XX. Banks (1983) menciona que los papeles elaborados a partir del siglo XIX, son de menor calidad que los elaborados en siglos anteriores; por lo que actualmente ofrecen graves problemas a los restauradores. Para comprobar esto, sería necesario hacer un estudio cuantitativo con pruebas estadísticas, que no se llevaron a cabo en este estudio por no ser los objetivos del mismo.

9.5 Importancia de las especies determinadas.

La importancia de cada una de las especies determinadas se discutió al final de cada descripción, pero en la tabla 7, se menciona sintéticamente la importancia de los ejemplares. En total solamente de dos de ellas no se conoce su importancia Ch. fibripilium y Ch. pulchellum; su presencia nos indica una participación (aún no determinada) en cadenas tróficas muy diferentes de las conocidas hasta ahora para ellas. Si estas especies ocasionan en México problemas en el deterioro de los documentos, muy posiblemente en los países donde se han encontrado, también originen problemas semejantes que hasta ahora no se han detectado, probablemente por la escasez de estudios con respecto a este tema, ya que los principales países que investigan en deterioro de documentos ocasionado por hongos son Italia, Francia y la URSS. Tampoco se conoce la actividad celulolítica de estas especies; en cambio todas las demás han sido citadas como degradadoras de celulosa.

Las especies que han sido encontradas causando deterioro en documentos son: Ch. bostrychodes (Nyuksha, 1974; Kowalik, -- 1980) y se ha ubicado en el segundo nivel ecofisiológico de -- ataque al papel; Ch. globosum, localizado en el primer nivel, -- como un gran destructor del papel (Nyuksha, 1974; Kowalik, - - 1980. Se ha calculado que Ch. globosum junto con Ch. ochraceum, son capaces de degradar la celulosa en un 76.7 a 100 % y han -- sido considerados también de gran importancia en el deterioro del papiro, además del papel (Kowalik, 1980), hasta ahora no -- se conoce el nivel ecofisiológico que tenga Ch. ochraceum.

En el presente estudio se observó que de las doce cepas -- determinadas, cinco de ellas pertenecieron a Ch. globosum, por lo que su abundancia nos indica la importancia que tiene esta especie en el deterioro de los documentos del Archivo General de la Nación. También se apreció que esta especie tiñe el me-- dio de tonos rosados y los documentos dañados por estos micro-- organismos tienen manchados café rosados, con el centro obscu-- ro, por lo que al muestrear documentos con estas característi-- características no sería difícil aislar esta especie.

Ch. funiculum y Ch. pachypodiodes, se han registrado como celololíticos (Domsch, et al., 1980; Raman, 1983), pero hasta ahora no se ha determinado el nivel ecofisiológico que ocupan en el ataque al papel, por lo que un estudio al respecto sería de mucha utilidad.

Las especies conocidas como pudridoras de madera son Ch. funiculum y Ch. globosum (Domsch, et al., 1980; Rai et al., - 1981); aquellas productoras de sustancias antagónicas para -- otros microorganismos son Ch. bostrychodes y Ch. globosum - -

(Domsch, et al., 1980; Kikuchi, et al., 1981 y 1982), estas -- sustancias probablemente en el futuro puedan utilizarse como antibióticos; actualmente algunas son utilizadas para control biológico (Hubbard, et al., 1982; Andrews et al., 1983; Heye y Andrews, 1983; Gullen y Andrews, 1984); Ch. funicolum y Ch. globosum se han registrado como productoras de sustancias anti tumorales, las que no han sido completamente estudiadas (Sekita, et al., 1982; Ipsen y Rosazza, 1984); Ch. bostrychodes y Ch. globosum han sido sometidas a control químico y se ha encontrado que degradan algunos fungicidas (Domsch, et al., 1980; Cookson et al., 1981; Kommedhal, et al., 1981; Srivastava, et al., 1981; Goulding et al., 1983), por lo que sería de gran importancia realizar estudios de control químico en estas especies con fungicidas utilizados comúnmente en archivos y bibliotecas para evaluar su efectividad.

Todas las especies estudiadas, tienen gran importancia -- ecológica en las comunidades del suelo como productoras de azúcares mediante la degradación de celulosa, ya que se han registrado creciendo en detritus vegetales, excremento de animales, en suelos forestales y agrícolas.

De las once especies determinadas, se han reportado nueve con capacidad celulolítica, de las restantes no se conoce hasta ahora. Sería necesario determinar la actividad enzimática -- de cada una de las especies para poder establecer la importancia que tienen en el deterioro y destrucción del papel; así como también poder utilizar las cepas con mayor capacidad degradadora, para aplicarlas en estudios de fisiología vegetal en la obtención de protoplastos, o en biotecnología en los restos

de cultivos que no son aprovechables y con la ayuda de estos - microorganismos obtener alimento para animales (forraje). Probablemente a partir de estudios bioquímicos, se realicen pautas para establecer criterios quimiotaxonómicos a nivel de especie o variedad.

Estos ejemplares, también tienen importancia ecológica, - ya que son comidos por animales como insectos y herbívoros; interactúan de diversas maneras con otros organismos, formando - por tanto un eslabón importante en las cadenas tróficas (Domsch, et al., 1980; Ruyooka y Edwards, 1981; Wicklow y Yocom, 1982; Hashmi, et al., 1984).

En el problema de almacenamiento de granos han adquirido participación Ch. bostrychoides, Ch. funiculum y Ch. globosum - (Skolko y Groves, 1948; Ames, 1963; Seth, 1972; Domsch, et al., 1980).

La especie que ha sido más estudiada a nivel mundial es - Ch. globosum, por lo que sería necesario estudiar con mayor -- profundidad la fisiología de las demás especies del género, para encontrar posibles aplicaciones a los futuros hallazgos.

Como se puede observar tanto el género como el problema - de biodeterioro de documentos en México están poco estudiados, y se requiere de especialistas en el área, tanto restauradores como micólogos, no solamente en lo que a papel se refiere, sino también en otros bienes culturales como son los textiles, - pinturas, películas, escultura, cerámica, objetos de madera, - etc., todos ellos sujetos al biodeterioro por microorganismos, ofreciendo una amplia gama de investigaciones sobre el problema, desde aspectos taxonómicos, ecológicos, preventivos y de - control.

ESPECIES	NUEVO REGISTRO PARA MEXICO	SOLO SE CONOCIA LA DESCRIPCION DEL TIPO
<u>Ch. bostrychodes</u>	X	
<u>Ch. fibripilium</u>	X	X
<u>Ch. funiculum</u>	X	
<u>Ch. globosum</u>	X	
<u>Ch. globosum</u> var. <u>arhizoides</u>	X	
<u>Ch. globosum</u> var. <u>flavo-viride</u>	X	
<u>Ch. globosum</u> var. <u>ochraceoides</u>	X	
<u>Ch. globosum</u> var. <u>rectum</u>	X	
<u>Ch. ochraceum</u>	X	
<u>Ch. pachypodiodes</u>	X	
<u>Ch. pulchellum</u>	X	X

TABLA 4. Nuevos registros para México de
Chaetomium spp.

ESPECIES	DETRITUS VEGETALES	INCREMENTO	PLANTAS	SEMILLAS	CELULO	PAPEL
<u>Ch. bostrychodes</u>	X	X	X	X	X	X
<u>Ch. fibrinillum</u>			X			
<u>Ch. funiculum</u>	X	X	X	X	X	X
<u>Ch. globosum</u>	X	X	X	X	X	X
<u>Ch. globosum</u> var <u>arhizoides</u>	X ?	X ?				X ?
<u>Ch. globosum</u> var <u>flavo-virido</u>	X ?	X ?				X ?
<u>Ch. globosum</u> var <u>ochraceoides</u>	X ?	X ?				X ?
<u>Ch. globosum</u> var <u>restum</u>	X ?	X ?				X ?
<u>Ch. ochraceum</u>	X	X	X			X
<u>Ch. rachyrodiodes</u>	X					X
<u>Ch. pulchellum</u>	X					

TABLA 5. Diferentes substratos donde se han observado las especies estudiadas.

	SIGLO (ARG)	PAPEL	CARTON	AIRE
<u>Ch. bostrychodes</u>	?	X		
<u>Ch. fibrilopilium</u>				
Cepa no. 1	XIX (1847)	X		
Cepa no. 7	XX		X	
<u>Ch. funiculum</u>				X
<u>Ch. globosum</u>	XX		X	
<u>Ch. globosum</u> var. <u>arhizoides</u>	XIX (1870)	X		
<u>Ch. globosum</u> var. <u>flavo-viride</u>	XIX	X		
<u>Ch. globosum</u> var. <u>ochraceoides</u>	XVIII	X		
<u>Ch. globosum</u> var. <u>rectum</u>	XX	X		
<u>Ch. ochraceum</u>	XIX	X		
<u>Ch. pachypodiodes</u>				X
<u>Ch. pulchellum</u>	XX	X		
<u>Chaetomium</u> sp.	XVIII (1797)	X		

TABLA 6 . Substratos de los que se aislaron las cepas determinadas.

	CELULOLITICAS	PUDRE LA MADERA	PRODUCCION ANTIAGONICAS	SUSTANCIAS ANTIFUNGICIDAS	DEGRADAN HERBICIDAS	NO SE CONOCE
<u>Ch. bostrychodes</u>	X		X		X	
<u>Ch. fibrinidium</u>						X
<u>Ch. funicolum</u>	X	X		X		
<u>Ch. globosum</u>	X	X	X	X	X	
<u>Ch. globosum</u> var. <u>arhizoides</u>	X					
<u>Ch. globosum</u> var. <u>flavo-virido</u>	X					
<u>Ch. globosum</u> var. <u>ochraceoides</u>	X					
<u>Ch. globosum</u> var. <u>rostratum</u>	X					
<u>Ch. ochraceum</u>	X					
<u>Ch. pachysporoides</u>	X					
<u>Ch. pulchellum</u>						X

TABLA 7. Importancia de las especies determinadas de Chaetomium

10. CONCLUSIONES

1. La técnica de aislamiento más recomendable para Chaetomium spp. causantes de deterioro en documentos es recortar tiras de los documentos e inocularlas en medio de cultivo.
2. HMA y CA resultaron los medios más adecuados para el aislamiento de Chaetomium spp. que deterioran documentos.
3. Para manejar y mantener en el laboratorio las cepas de Chaetomium parece más recomendable el HMA.
4. Para la determinación de las especies, es necesario utilizar peritecios en diferentes etapas de maduración y que se hayan desarrollado en medios de cultivo con y sin celulosa.
5. El tamaño y color de los peritecios, forma y abundancia de los pelos terminales y laterales, forma y dimensiones de las esporas son características variables de acuerdo con la edad del cultivo y medio ambiente de desarrollo.
6. Para la descripción de los colores de los peritecios, a nivel macroscópico, se deben utilizar guías de colores científicas.
7. Se citan por primera vez para México Ch. bostrychodes, Ch. fibripilium, Ch. funiculum, Ch. globosum, Ch. ochraceum, Ch. pachwoodioides y Ch. pulchellum.
8. Se registran para México por vez primera las siguientes variedades: Ch. globosum var. arhizoides, Ch. globosum var. flavo-viride, Ch. globosum var. ochraceoides y Ch. globosum var. rectum.

9. Solamente era conocida la especie tipo de Ch. fibrípilium y Ch. pulchellum.
10. Ch. bostrychodes, Ch. funicolum y Ch. globosum son especies con distribución cosmopolita.
11. Ch. ochraceum y Ch. pachypodiodes tienen una distribución restringida, aunque si habían sido citados para América.
12. Todas las especies determinadas se han registrado como habitantes del papel y como celulolíticas, exceptuando a Ch. fibrípilium y Ch. pulchellum, por lo que estas últimas se citan por primera vez para México y el mundo, en este substrato.
13. Se registran por primera vez Ch. funicolum y Ch. pachypodiodes como hongos del aire, no solamente para México, sino en el mundo.
14. Todas las especies determinadas, son de amplia importancia conocida, exceptuando Ch. fibrípilium y Ch. pulchellum.
15. Ch. globosum fue la especie que se encontró con más frecuencia y sobre la que mayor cantidad de investigaciones se han realizado en el mundo.
16. La mayoría de las cepas fueron aisladas de documentos pertenecientes a los siglos XIX y XX.
17. El área en este campo de investigación, se encuentra poco estudiado en México, principalmente desde el punto de vista biológico.

11. BIBLIOGRAFIA

- Abdalla, M. H.; El-Tayeb, N. M., 1981. Spoilage of stored cotton Gossypium barbadense cultivar Barakat fiber from Sudan Gezira. Mycopathologia 75(3):173-178.
- _____ ; _____, 1982. Implication of fungi in the loss of strength of Sudanese cotton fiber. J.Univ. - Kuwait (Sci) 8(0):251-260.
- Abdulla, M. E-S., 1981. Cellulolytic activity of some fungi. - Zentralbl. Bakteriologie. Parasitenkd. Infektions Kr. Hyg. - Zweite Naturwiss. Abt. Mikrobiol. Landwirtschaft. Technol. - Umweltschutzes 136(5): 417-419.
- Abdel-Hafez, S. I. I., 1982. Thermophilic and thermo tolerant fungi in the desert soils of Saudi-Arabia. Mycopathologia 80(1):15-20.
- _____ ; Abdel-Hafez, A. I. I.; Abdel-Kader, M. I.A., 1983. Composition of the fungal flora of Syrian - soils 4 thermophilic fungi. Mycopathologia 81(3):177-182.
- Aguirre-Acosta, E.; Ulloa, M., 1982. Mohos que se desarrollan en el estiércol de algunos ratones silvestres de México.- Bol.Soc.Mex.Micol. 17:55-66.
- Ainsworth, G. C.; James, P. W.; Hawksworth, D. L., 1971. Dictionary of the fungi. Commonwealth Mycological Institute. Ed. 6th. London, England. 663 pp.
- Alexander, M., 1977. Introduction to Soil Microbiology. John Wiley & Sons. 2 th. Ed. New York, U.S.A. 467pp.

- Alexopoulos, C. J., 1962. Introductory Mycology XII. John Wiley & Sons. 2th. Ed. New York, U.S.A. 613 pp.
- _____ ; Mims, C. W., 1979. Introductory Mycology. John Wiley & Sons. 3th. Ed. New York, U.S.A. 632 pp.
- Almela, M. J., 1976. Higiene y Terapéutica del Libro. Breviarios del Fondo de Cultura Económica no. 264. 2a. Ed. México. 219 pp.
- American Type Culture Collection, 1984. Catalogue of fungi/ - yeasts. Jong, S. C. & Gantt, M. J. Ed. 16 th.
- Ames, L. M., 1949. New cellulose destroying fungi isolated from military material and equipment. Mycologia 41:637-648.
- _____, 1950. New Species of cellulose destroying fungi II. Mycologia 42:642-645.
- _____, 1963. A Monograph of the Chaetomiaceae. The U.S. Army Res. Devel. Ser. 2, U.S.A. 125 pp.
- Andrews, J. H.; Berbee, F. M.; Nordheim, B. V., 1983. Microbial antagonism to the imperfect stage of the apple scab pathogen Venturia inaequalis. Phytopathology 73(2):228-234.
- Aneja, K. R., 1981. Fungal decomposition of Desmostachya bininnata and Chenopodium album litter. Proc.Indian.Natl.Sci. Acad.Part B. Biol.Sci. 47(1):93-95.
- _____, 1983. Enzymological studies on litter-colonizing Ascomycetes. Proc.Indian.Natl.Sci.Acad.Part B. Biol.Sci. 49(6):735-739.
- Archivo General de la Nación, 1979. Previsiones para evitar el deterioro de la Documentación Gráfica. CENTRONIDCA 1(3): 1-4.

- Arx, J. A. von, 1970. The Genera of Fungi sporulating in Pure Culture. Verlag von J. Cramer, Lehre. 286 pp.
- _____ ; Dreyfuss, M.; Müller, E., 1984. A Revaluation of Chaetomium and the Chaetomiaceae. Persoonia 12(2):169-179.
- Banks, P. N., 1983. Los enemigos de los acervos. Memoria del I Seminario Internacional de Conservación de Documentos, - Libros y Materiales Gráficos. Información de Archivos A. G.N.20:9-26.
- Barr, M. E., 1976. Perspectives in the Ascomycotina. Mem.N.Y.-Bot. Gard. 28:1-8.
- Basu, M. E., 1951. Significance of calcium in the fruiting of Chaetomium species, particularly Ch. globosum. Journal of General Microbiology 5:231-238.
- Belenkaya, N. G.; Kanevskaya, I. G., 1973. Effect of fungi on physical and chemical properties of paper. Mikol. Fitopatol. 7(6):507-512.
- Bessey, E. A., 1952. Morphology and Taxonomy of fungi XII. The Blackiston Co., Philadelphia, U.S.A. 791 pp.
- Brewer, D.; Jen, W. C.; Jones, G. A.; Taylor, A., 1984. The antibacterial activity of some naturally occurring 2-5 dihydroxy-1-4-benzoquinonas. Can. J. Microbiol. 30(8):1068 - 1072.
- Burge, H. P.; Boise, J. R.; Solomon, W. R.; Bandera, E., 1978. Fungi in Libraries and aerometric survey. Mycopathologia 64(2):67-72.
- Buston, H. W.; Jabbar, A.; Etheridge, D. E., 1953. The influence of hexose phosphates, calcium and jute extract on the

- formation of perithecia by Chaetomium globosum. Journal of General Microbiology 8:302-306.
- Buston, H. W.; Khan, A. H., 1956. The influence of certain micro-organisms on the formation of perithecia by Ch. globosum. Journal of General Microbiology 14:655-660.
- Carter, A.; Khan, R. S., 1982. New and interesting Chaetomium spp. from East Africa. Can.J.Bot. 60(7):1253-1262.
- _____, 1983. A new Chaetomium species from Turkey. Mycologia 75(3):531-534.
- Carvajal, S.; Domelf, I., 1983. Las escuelas papeleras en México. Información Científica y Tecnológica 5(87):21-22.
- Chadefaud, M.; Avellanas, L., 1967. Remarques sur l'ontogénie -- of la structure des périthèces des "Chaetomium". Le -- Botaniste 50:59-87.
- Chahal, D. S.; Moo-Young, M.; Vlach, D., 1983. Protein production and growth characteristics of Ch. cellulolyticum -- during solid state fermentation of corn stover. Mycologia 75(4):597-603.
- Christensen, M. G., 1975. The Molds and Man. An Introduction -- to the Fungi. Burns & Mac Eachern, 3th. Ed. Canadá. -- 284 pp.
- _____; Kaufman, H. H., 1976. Contaminación por -- hongos en granos almacenados. Ed.Pax. México. 199 pp.
- Commonwealth Mycological Institute, 1982-1983. Catalogue of -- the Culture Collection of the Commonwealth Mycological -- Institute. 8th. Ed. World Services to Agriculture (CAB). England.
- Cooke, J. C., 1969. Morphology of Chaetomium funiculum. Mycologia 61:1060-1065.

- Cookson, L. J.; Collett, O.; Greaves, H., 1981. Potential toxicants for controlling soft rot in preservative treated - hardwoods 5. Mater. Org. (Berl.) 16(1):53-66.
- Corda, A. C. J., 1837. Icones Fungorum 1. Prague.
- Corlett, M., 1966. Perithecium development in Chaetomium trigosporum. Can. J. Bot. 44:155-162.
- Cullen, D.; Andrews, J. H., 1984. Evidence from the role of an tibiosis in the antagonism of Chaetomium globosum to the apple scab pathogen Venturia inaequalis. Can.J.Bot.62(9): 1819-1823.
- _____ ; Berbee, F. M.; Andrews, J. H., 1984. Chaetomium -- globosum antagonizes the apple scab pathogen Venturia inaequalis under field conditions. Can.J.Bot.62(9):1814-1818.
- Curran, P. M. T., 1980. Vegetative growth of terrestrial and - marine fungi in response to salinity. Nova Hedwigia 32(2-3):285-296.
- Daniels, J., 1961. Chaetomium piluliferum sp. nov. The perfect state of Botryotrichum piluliferum. Trans.Br.Mycol.Soc.44 :79-86.
- Delfín, M. I., 1982. Resumen de la guía de restauración y documentos gráficos. Memoria del I Seminario de Conservación de Documentos, Libros y Materiales Gráficos. Información de Archivos. A.G.N. 14:41-48.
- Dennis, R. W. G., 1968. British Ascomycetes XXXIII. Ver lag von J. Cramer, Lehre. 455 pp.
- _____, 1977. British Ascomycetes XXVI. J.C. Cramer, Vaduz. 585 pp.

- Domsch, K. H.; Goms, W.; Anderson, T. H., 1980. Compendium of Soil Fungi. Academic Press. Great Britain.
- Dreyfuss, M., 1976. Taxonomische Untersuchungen innerhalb der Gattung Chaetomium. In Sydowia 28:50-133.
- Earl, L. Cl, 1982. Ciencia y Tecnología sobre Pulpa y Papel. - Tomo I: Pulpa. C.E.C.S.A. 9a. Impresión. México. 514 pp.
- _____, 1982. Ciencia y Tecnología sobre Pulpa y Papel. - Tomo II: Papel. C.E.C.S.A. 9a. Impresión. México. 514 pp.
- Ellis, D. H., 1981. Ascocarp morphology and terminal hair ornamentation in thermophilic Chaetomium sp. Mycologia 73(4): 755-773.
- _____, 1981. Ultrastructure of thermophilic fungi 3. Ascocarp morphology of Chaetomium thermophile and Chaetomium gracile. Trans.Br.Mycol.Soc. 77(1):165-178.
- Fergus, C. L., 1969. The Cellulolytic activity of thermophilic fungi and Actinomycetes. Mycologia 61:120-129.
- Flieder, F., 1969. La conservation des documents graphiques. - Recherches expérimentales. Editions Eyrolles. France. 288 pp.
- Fries, E. 1849. Summa vegetabilium Scandinaviae. Stockholm & - Leipzig.
- Fuckel, I. 1869. Symbolae Mycologicae. Wiesbaden.
- Gallo, F., 1963. Biological Agents which damage paper materials in libraries and archives. Contributions to the IIC. Rome Conference, 1961. Ed. Thomson, G. London. Recent Advances Conservation: 55-61.
- Gilman, J. C. 1957. A Manual of soil fungi. The Iowa State College Press, Ames, Iowa.

- Gintis, B. D.; Morgan, J. G.; Rodríguez, K. R., 1983. Fungi - associated with several developmental stages of Heterode-
ra glycines from an Alabama, U.S.A. soybean glycine-max -
field soil. NEMATROPICA 13(2):181-200.
- Gómez, U. M.; Huerta, C. R., 1979. Efecto de tres consolidantes
sobre la celulosa (Tesis profesional). Escuela Nacional -
de Conservación, Restauración y Museografía. México. 191pp.
- Goulding, K. H.; Yung, K. M.; Hall, A. M.; Cremlyn, R. J., 1983
The antifungal activity of some sulfonyl derivatives of -
isoxazole pyrazole thiazole and thiophene. Pestic.Sci.14
(2):158-166.
- Grant, J., 1966. Manual sobre la fabricación de pulpa y papel.-
C.E.C.S.A. 1a. Ed. México.
- Greathouse, G. A.; Ames, L. M., 1945. Fabric deterioration by
thirteen described and three new species of Chaetomium. -
Mycologia 37:138-155.
- Gupta, J.; Pathak, B.; Sethi, N.; Vora, V. C., 1981. Histopa--
thology of micotoxicosis produced in swiss albino mice by
metabolites of some fungal isolates. Appl.Environ.Micro--
biol. 4(3):752-757.
- Hashmi, A. A.; Nasir, M. A.; Javed, R. A., 1984. Fungi associa
ted with stored grain insect pest at Faisalabad, Pakistán.
Park.J.Agric.Res.4(2):76-83.
- Hawksworth, D. L., 1971. A revision of the genus Ascotricha -
Berk. Commonw.Mycol.Inst.Mycol.Paper. 126:1-28.
- Heye, C. C.; Andrews, J. H., 1983. Antagonism of Athelia bomba
cina y Ch. globosum to the apple Malus numila cultivar mc
intosh scab pathogen Venturia inaequalis. Phytopathology
73(5):650-654.

- Hoover, W. E. Jr.; Volz, P. A., 1979. Studies on fungi exposed to space irradiation. Phytopathologia 43(1):45-51.
- Hoppin, E. C.; McCoy, E. L.; Rinaldi, M. G., 1983. Opportunistic mycotic infection caused by Chaetomium in a patient - with acute leukemia. CANCER (PHILA) 52(3):555-556.
- Hubbard, J. P.; Harman, G. E.; Eckenrode, C. J., 1982. Interaction of a biological control agent Chaetomium globosum - with seed coat microflora. Can.J.Microbiol.28(4):431-437.
- Hudson, H. J., 1972. Fungal Saprophytism. Studies in Biology - 32. Arnold Publisher. Great Britain.
- Hughes, S. J., 1946. An undescribed species of Chaetomium, with four spored asci. Trans.Brit.Mycol.Soc.29:70-73.
- Ipsen, J.; Rosazza, J. P., 1984. Microbial transformations of natural antitumor agents 25 conversions of 3 ketoafidicolina. J.Nat.Prod.(Lloydia) 47(3):497-503.
- Kikuchi, T.; Kadota, S.; Suehara, H.; Nishi, A.; Tsubaki, K., - 1981. Odorous metabolites of a fungus Chaetomium globosum identification of geosmin a musty smelling compound. Chem. Pharm.Bull.(TOKYO).29(6):1722-1724.
- _____ ; _____ ; Nakamura, H.; Nishi, A.; Taga, T.; Kaji, T.; Osaki, K.; Tsubaki, K., 1982. Dethitetramethylthiochetomin a new antimicrobial metabolite of Ch. globosum - structure and partial synthesis from chetomin. Chem.Pharm. Bull.(TOKYO).30(10):3846-3848.
- Kolesnyeva, H. V., 1977. Cellulolytic properties of fungi of - the genus Penicillium. UKR.Bot.Zh.31(3):266-272.
- Kommedhal, T.; Windels, C. E.; Sarbini, G.; Wiley, H. B., 1981. Variability in performance of biological and fungicidal -

- seed treatments in corn Zea mays peas Pisum sativum and soybeans Glycine max. Prot.Ecol.3(1):55-62.
- Kornerup, A.; Wanscher, J., 1978. Methuen handbook of color. - Ed. Eyre Methuen, Londres. 252 pp.
- Kowalik, R., 1980. Microbiodeterioration of library materials II. Restaurator 4(4):135-219.
- Kunze, G., Schmidt, J. K., 1817. Chaetomium. Mykologische Notizen. Nebst einem allgemein-botanischen. Anzeiger,15:1-2 - Leipzig.
- Lawande, R. V.; Onyemelukwe, G. C., 1984. Airborne fungi during "harmattan" in Zaria, Nigeria. Ann.Allergy 52(1):47-49.
- López, P. M., 1982. El Instituto de Estudios y Documentos Históricos, A. C. del Claustro de Sor Juana. Memoria del I Seminario de Conservación de Documentos, Libros y Materiales Gráficos. Información de Archivos A.G.N.14:36-40.
- Luttrell, E. S., 1951. Taxonomy of the Pyrenomycetes. University of Missouri Studies 24(3):1-20.
- Malloch, D.; Cain, R. F., 1973. The genus Thielavia. Mycologia 65:1055-1070.
- Manning, R. O.; Wyatt, R. D., 1984. Comparative toxicity of -- Chaetomium trilaterale contaminated corn and various chemical forms of oosporeina in broiler chicks. POULI.Sci.-63(2):251-259.
- Martin, G. W., 1961. Key to the families of fungi. In G.C. Ainsworth's dictionary of the fungi. Commonw.Mycol.Inst.Kew. Surrey.
- Meynell, G. G.; Newsam, R. J., 1973. Foxing, a fungal infection of paper. Nature 274:466-468.

- Millner, P. C., Motta, J. J.; Lentz, P. L., 1977. Ascospores, -- germ pores, ultrastructure and thermophilism of Chaetomium. Mycologia 69:720-733.
- Moo-Young, M.; Mac Donald, D. G.; Ling, A., 1980. Sensitivity analysis of the Waterloo single cell protein process in - agricultural waste treatment. Can. Agric. Eng. 22(2):119-124.
- Mukerji, K. G., 1968. The position of the genus Achaetomium in Pyrenomycetes. Proc. Nat. Inst. Sci. India 34:288-292.
- MULLER, E.; Arx, J. A. von, 1973. Pyrenomycetes: Meliolales, - Goronophorales, Sphaeriales. In G. C. Ainsworth, F. K. -- Sparow, and Sussman, A. S. The fungi. Vol. IV. A. Acade-- mic Press, New York. 132 pp.
- _____ ; Loeffler, W., 1976. Micología. Manual para Naturalistas y Médicos. 2a. Edic. Ediciones Omega, S. A. Barcelona, España. 345 pp.
- Munk, A., 1957. Danish Pyrenomycetes. A preliminary flora. -- Dansk. Bot. Arkiv. 17:1-491.
- Nannfeldt, J. A., 1932. Studien über die morphologie und systematik der nichlichenisierten inoperculaten Dyscomyceten. Nova Acta, Regiae. Soc. Sci. Ups. al., ser IV, 8:1-368.
- Norris, D. O., 1945. Differential isolation of Chaetomium species from mixed populations by hypochlorite solution. J. Council. Sci. 2nd. Research. 8:310-313.
- Novak, E. T., 1966. Chaetomium-Arten aus Ungarn. Annls. Univ. - Sci. Budapest. Rol. cot. Nom. Sect. Biol. 8:201-222.
- Nyuksha, J. P., 1974. Paper inhabiting fungi. Mikol. Fitopatol. 8(4):306-311. URSSS.
- _____ ; Kossior, L. A., 1977. Use of enzymic preparations for determining paper resistance to fungi. Mikol.

- Fitopatol. 11(5):393-398.
- Nyuksha, J. P., 1978. The role of equilibrium moisture content of paper in its vulnerability to fungi. Mikol.Fitopatol.-12(2):181.
- _____, 1979. Biological principles of book keeping - conditions. Restaurator 3(3):101-107.
- _____; Kossior, L. A.; Karpenko, L. A., 1980. Correlation between cellulase activity of fungi and the method - of chemical treatment of fibers in paper. Mikol.Fitopatol. 14(2):104-111.
- Orozco, V. G.; Salcedo, O. N., 1977. Hongos y bacterias aislados del aire en el Archivo de la Secretaría de Relaciones Exteriores en México, D. F. Bol.Soc.Mex.Mic. 11:121-125.
- Paullada, M., M., 1982. La Conservación preventiva de los materiales de Archivo. (Tesis Profesional). Información de Archivos A.G.N. 15:1-253.
- Pedroza, M., M., 1982. La conservación y restauración de documentos en el A.G.N. Memoria del I Seminario sobre conservación de documentos, libros y materiales gráficos. Información de Archivos A.G.N. 14:11-17.
- Pegram, R. A.; Wyatt, R. D., 1981. Avian gout caused by oosporein a mycotoxin produced by Chaetomium trilaterale. Poult. Sci.60(11):2429-2440.
- Rai, J. N.; Garg, K. L.; Jaitly, A. K., 1981. Saprophytic fungi isolated from woods in Mangrove swamps and their wood decaying capability. Trans.Mycol.Soc.J.P.N. 22(1):65-74.
- _____; Tewari, J. P.; Mukerji, K. G., 1964. Achaetomium, - a new genus of Ascomycetes. Can.J.Bot.42:693-697.

- Raman, T., 1983. Effect of amino-acids and carbohydrate supplements on the cellulolytic activity of some soil fungi. Indian.J.Bot.5(2):189-195.
- Reese, T. E.; Dowling, H. M., 1951. Activity of the Aspergilli on cellulose, cellulose derivatives and wool. Mycologia 43: 16-27.
- Rosing, W. G., 1981. Ultrastructure of septa in Chaetomium brasiliense Ascomycotina. Mycologia 73(6):1204-1207.
- _____, 1981. Ultrastructure of somatic and ascus septa in Chaetomium brasiliense. J.Tenn.Acad.Sci.56(2):47.
- _____, 1982. Fine structure of ascoprogenesis in Chaetomium brasiliense. J.Tenn.Acad.Sci.57(2):41.
- _____, 1982. Ultrastructure of ascus and ascospore development in Chaetomium brasiliense. Mycologia 74(6):960-974.
- _____, 1984. Ultracytochemical localization of acid phosphatase within deliquescent asci of Chaetomium brasiliense. Mycologia 76(1):67-73.
- Ross, R. T.; Hollis, G. G., 1976. Microbiological deterioration of pulpwood, paper, and paint. In Industrial Microbiology. Mc.Graw Hill Book, Co. 309-354 pp.
- Roux-López, M. E., 1982. La conservación y restauración de documentos en la Secretaría de Relaciones Exteriores. Memoria -- del I Seminario de Conservación de Documentos, Libros y -- Materiales Gráficos. Información de Archivos. A.G.N.14:18-24.
- Ruiz, G. C., 1982. La Conservación y restauración de libros y documentos en el Instituto de Investigaciones Bibliográficas

- cas, Biblioteca y Hemeroteca Nacionales. Memoria del I Seminario de Conservación de Documentos, Libros y Materiales Gráficos. Información de Archivos. A.G.N.14:25-35.
- Ruyooka, D. B. A.; Edwards, C. B. H., 1981. Variations in the natural resistance of timber 3. Effect of fungal termite associations on the natural resistance of selected Eucalypt timbers under laboratory and field conditions. Mater. Org.(Berl.) 15(4):263-286.
- Safranek, W. W.; Goos, R. D., 1982. Degradation of wool by saprotrophic fungi. Can.J.Microbiol.28(1):137-140.
- Sekita, S.; Yoshihira, K.; Natori, S., 1980. Chaetochromina a bis naphthodi hydro pyran-4-one mycotoxin from Chaetomium thielavioideum, application of Carbon-13 proton long-range coupling to the structure elucidation. Chem.Pharm.Bull.(TOKYO). 28(8):2428-2435.
- _____ ; _____ ; _____ ; Udagawa, S.; Kuroi, T.; Sugiyama, Y.; Kurata, H.; Umeda, M., 1981. Mycotoxin production by Chaetomium spp. and related fungi. Can.J.Microbiol. 27(8):766-772.
- _____ ; et al., 1982. Chaetoglobosins cytotoxic 10 indol-3-yl-13 cytochalasins from Chaetomium spp. 1 Production isolation and some cytological effects of Chaetoglobosins a to J.Chem.Pharm.Bull.(TOKYO). 30(5):1609-1617.
- _____ ; _____ ; _____ , 1983. Chaetoglobosins citotoxic 10 indol-3-yl-13 cytochalasins from Chaetomium spp. Carbon-13 NMR and their application to a Biosynthetic study. Chem. Pharm.Bull.(TOKYO) 31(2):490-498.

- Seth, H. K., 1967. Studies on the Genus Ghaetomium I. Hetero--
thallism. Mycologia 59:580-584.
- _____, 1972. A monograph of the genus Chaetomium. In Beih
Nova Hedwigia 37:1-133.
- Shah, K.; Chhatpar, H., 1980. Biode radation of papef bags by
Aspergillus y Mucor species. Current Science 49(2):65-67.
- Sharma, D. P.; Saksena, S. B., 1978-1979. Studies on amyloly--
tic ability of some molds. Bull.Bot.Soc.Univ.Saugar 25-26
(O):57-63.
- Skolko, A. J.; Groves, J. W., 1948. Notes on seed-borne fungi
V. Chaetomium species with dichotomously hairs. In Canad.
J.Res.C. 26:269-280.
- Smithe, F. B., 1975. Naturalist's color guide. The American Mu
seum of Natural History. New York, U.S.A. 229 pp.
- Srivastava, A. K.; Singh, U. N.; Pathak, K. K., 1981. Seed My-
coflora of stored mustard Brassica juncea cultivar varuna
and its control by fungicides. Proc.Indian.Natl.Sci.Acad.
Part.B.Biol.Sci.47(1):96-98.
- Talbot, P. H. B., 1971. Principles of Fungal Taxonomy. The Mac
millan Press. Great Britain. 274 pp.
- Ulloa, M.; Hanlin, R., 1978. Atlas de Micologia Básica. Ed. --
Concepto. 158 pp.
- UNESCO, 1969. La conservación de los bienes culturales. Museos
y Monumentos XI. 361 pp.
- Velez, P. C.; Michel, M. C., 1980. Previsiones para evitar el
deterioro de la documentación gráfica. S.G. A.G.N.M. 26.
México.

- Waksman, J. A.; Bugie, E., 1944. Chaetomin, a new antibiotic - substance produced by Chaetomium cochliodes I. Formation and properties. Journal of Bacteriology 48:527-530.
- Webster, J., 1980. Introduction to Fungi. 2th. ed. Cambridge - University Press. Great Britain. 669 pp.
- Weyen, van der., A., 1954. L'évolution nucléaire et les hyphes ascogènes chez Chaetomium globosum. La Cellule 56:213-226.
- Whiteside, W. C., 1961. Morphological studies in the Chaetomiacae I. Mycologia 53:512-523.
- _____, 1962. Morphological studies in the Chaetomiacae II. Mycologia 54:152-159.
- Wicklow, D. T.; Yocom, D. H., 1982. Effect of larval grazing - by Lycoriella mali diptera Sciaridae on species abundance of coprophilous fungi. Trans.Br.Mycol.Soc. 78(1):29-32.
- Wiley, B. J. et al., 1982. The aerobiology of an environmental test chamber. Mycology 74(6):886-893.
- Zopf, W., 1881. Zur Entwickelungsgeschichte der Ascomyceten. Chaetomium. Nova Acta Leopoldina 42:199-292.