

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

ANALISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO
DE LA MICOFLORA EN EL AIRE DE LA
BIBLIOTECA NACIONAL DE EL SALVADOR

RHINA ESMERALDA ESQUIVEL VASQUEZ

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA



SAN SALVADOR, EL SALVADOR, JULIO DE 1988

T
574.2326
E 77a

I

Ej. 2

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

UES BIBLIOTECA CENTRAL




INVENTARIO: 10123489

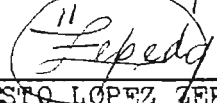
ANALISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE LA MICROFLORA
EN EL AIRE DE LA BIBLIOTECA NACIONAL DE EL SALVADOR

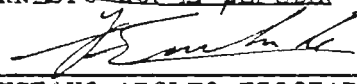
RHINA ESMERALDA ESQUIVEL VASQUEZ


TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA


1988


DECANO : 
CATALINA MACHUCA DE MERINO

DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO : 
ERNESTO LOPEZ ZEPEDA

ASESOR : 
GUSTAVO ADOLFO ESCOBAR AGUIRRE

JURADO : 
JUDITH DOLORES TOLEDO A.


JUANA PETRONA NIETO BRAN


ROSA FRANCISCA UMANA

DEDICATORIA

Al Creador del Universo por la grandeza de su obra.

A mi querida hija Jessica Esmeralda, con mucho amor.

A mi madre María Luz, ejemplo de sacrificio, abnegación y amor.

A mis abuelos María Eugenia y Santos García.

A mis hermanos Susana Beatriz y Omar Arnulfo.

A mis familiares, amigos y personas que me aprecian.

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer al Dr. Gustavo Adolfo Escobar por su valioso asesoramiento y ayuda incondicionada para poder llevar a cabo esta investigación, así como a la Lic. Judith Dolores Toledo Ascencio por su constante apoyo y estímulo.

Expreso también mi agradecimiento al personal de la Biblioteca Nacional por su colaboración y por permitir el ingreso a la Institución para la recolección de las muestras. Finalmente a los respetables miembros del Jurado Examinador por las sugerencias y observaciones que mejoraron el contenido de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDOS

	Página
RESUMEN.....	V
LISTA DE TABLAS	VII
LISTA DE FIGURAS	VIII
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	3
MATERIALES Y METODOS	14
- Descripción del área de estudio	14
- Método microbiológico de campo.....	14
- Método microbiológico de laboratorio.....	15
- Métodos estadísticos	16
RESULTADOS	17
DISCUSION	32
CONCLUSIONES	38
LITERATURA CITADA	40

RESUMEN

La micoflora aérea encontrada en la Biblioteca Nacional fue -
muestreada quincenalmente en dos períodos, uno antes de la limpieza
y aplicación de un fungicida y otro después de dicho tratamiento.

Para esta investigación se muestreó cuatro zonas en el interior
de la Biblioteca, en donde se expusieron cajas de Petri conteniendo
Agar de Sabouraud y PDA como medios de cultivo. Las cajas de Petri
con PDA fueron incubadas durante cuatro días a temperatura ambiental
y las de Sabouraud a 37°C.

Posteriormente se hizo un análisis cuali-cuantitativo de las co
lonias de hongos encontrados antes y después de aplicado el trata-
miento, encontrándose en PDA un total de 176 colonias correspondien-
tes a 18 especies antes del tratamiento y 188 colonias pertenecien-
tes a 17 especies después del mismo. En Sabouraud se encontró antes
del tratamiento un total de 33 colonias correspondientes a 10 espe-
cies y después de dicho tratamiento 118 colonias pertenecientes a 16
especies.

El mayor porcentaje de colonias resultaron pertenecer a la Subdi-
visión Deuteromycotina, de las cuales la especie más dominante fue -
Cladosporium herbarum, siguiéndole en menor dominancia Aspergillus
spp., Penicillium sp. y Micelio Estéril Cristalino.

La estructura de la comunidad demuestra cierta estabilidad, en-
contrándose más especies transitorias y pocas especies con altas den-
sidad y frecuencia.

VI

Comparando los hongos encontrados en los dos medios de cultivo, se determinó que cada medio permite el crecimiento de determinada micoflora.

Al comparar el número de esporas en el aire antes y después de la aplicación del fungicida, se estableció que no hubo diferencia - significativa, concluyendo de esta manera que el tratamiento de limpieza realizado no dió resultados positivos.

VII

LISTA DE TABLAS

<u>Tabla</u>		<u>Página</u>
1	Número de colonias, Densidad Relativa y Fre-- cuencia de Ocurrencia de cada una de las espe-- cies fúngicas encontradas antes y después del uso de fungicida en la Biblioteca Nacional. Me-- dio de cultivo PDA.....	21
2	Número de colonias, Densidad Relativa y Fre-- cuencia de Ocurrencia de cada una de las espe-- cies fúngicas encontradas antes y después del uso de fungicida en la Biblioteca Nacional. Me-- dio de cultivo Sabouraud.....	26
3	Especies de hongos del aire aislados en el in-- terior del edificio de la Biblioteca Nacional, en dos medios de cultivo, antes de la aplica-- ción de un fungicida.	30
4	Especies de hongos del aire aislados en el in-- terior del edificio de la Biblioteca Nacional, en dos medios de cultivo, después de la apli-- cación de un fungicida.....	31

VIII

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
1	Distribución de los hongos de acuerdo a los grupos taxonómicos en medio de cultivo PDA, antes y después del fungicida.....	24
2	Estructura de la comunidad de acuerdo a la Densidad de las 27 especies fúngicas encontradas en medio de cultivo PDA, repartidas en 3 grupos de Frecuencia.....	25
3	Distribución de los hongos de acuerdo a los grupos taxonómicos en medio de cultivo Sabouraud, antes y después del fungicida.....	28
4	Estructura de la comunidad de acuerdo a la Densidad de las 20 especies fúngicas encontradas en medio de cultivo Sabouraud, repartidas en 3 grupos de Frecuencia.....	29

INTRODUCCION

Los hongos son organismos heterótrofos que dependen para su crecimiento de sustancias orgánicas, realizando una función específica como descomponedores de la materia orgánica, razón por la cual desempeñan un papel muy importante en el medio ambiente. Frecuentemente, este proceso es iniciado por las esporas que se encuentran en el aire (Mason, 1977). Los hongos también llevan a cabo relaciones biocénóticas, conocidas como parasitismo fúngico, en plantas y animales (Ainsworth & Sussman, 1968). En el caso de hongos patógenos, éstos también pueden causar enfermedades humanas (Gregory, 1960; Frey & Durie, 1962; Ripe, 1962).

El habitat natural de muchos hongos son el agua, suelo y restos orgánicos en descomposición. Todos los hongos son aerobios obligados o facultativos. Ellos crecen en dos formas morfológicas básicas, como levaduras o como mohos. Las levaduras habitualmente son esféricas o elipsoidales y varían de 3 a 15 μ de diámetro; muchas levaduras se reproducen por gemación, aunque unas pocas presentan fisión binaria. El crecimiento en forma de moho se refiere a la producción de colonias multicelulares filamentosas. Estas colonias básicamente consisten de tubos cilíndricos ramificados, que se denominan hifas cuyo diámetro varía de 2 a 10 μ (Joklik et al., 1983).

El apareamiento de las comunidades fúngicas es influenciado directamente por factores ecológicos como la temperatura y humedad; además, a los hongos se les encuentra prosperando en cualquier medio que

les proporcione condiciones adecuadas de crecimiento (Graham, 1927; Wilson & Loomis, 1968).

Las esporas fúngicas del aire han sido ampliamente estudiadas - en países de clima templado; en nuestro país estos estudios son esca sos, razón por la cual se hace necesario hacer más investigaciones para determinar el tipo de esporas presentes en el aire.

Esta investigación tuvo como objetivo conocer cualitativa y cu titativamente la micoflora presente en el interior de la Biblioteca Nacional de El Salvador; además, determinar las especies dominantes en esta comunidad y comparar la población de esporas antes y des— pués de un tratamiento con fungicidas, las cuales según la hipóte— sis propuesta serán diferentes en número de individuos, pero las es pecies que las componen serán las mismas.

El interés de realizar esta investigación fue para colaborar con el personal de la Biblioteca Nacional y con la salud del lector visitante, quienes se ven afectados por enfermedades alérgicas y e— pidérmicas, probablemente causadas por esporas fúngicas; además por que el material bibliográfico está siendo deteriorado por hongos.

REVISION DE LITERATURA

El aire es una capa gaseosa que rodea a la tierra y en la cual se realizan constantemente diversas reacciones físicas y químicas - muy importantes en procesos vitales (Celsi & Lacobucci, 1963). Además, el aire contiene partículas de origen biológico, tales como esporas de criptógamas, hongos, bacterias, levaduras y polen de diversas flores (Gregory, 1960).

La Aerobiología, llamada también Microbiología de la Atmósfera, se originó con el libro escrito por el londinense Charles Harrison Blackley en el año 1873, quien supuso que las esporas fúngicas del aire podrían ocasionar enfermedades alérgicas (Ripe, 1962). La Aerobiología es el estudio de los factores que determinan el movimiento de las partículas en el aire, así como su naturaleza y cuantificación lo que contribuye a los estudios epidemiológicos, tanto de las enfermedades de las plantas como del hombre y los animales (Coutiño Bello, 1979). El estudio sistemático de la Aerobiología se originó en el observatorio de Montsouris en París con el trabajo del bacteriólogo Pierre Miquel (1850 - 1922); él elaboró técnicas que permitieron analizar diariamente el contenido microbiano del aire externo y encontró que las bacterias y mohos del aire presentan fluctuaciones diurnas (Gregory & Hirst, 1957; Gregory, 1960; Pathak & Pady, 1965).

Blackley, en 1873, supuso que las esporas fúngicas del aire estaban relacionadas con enfermedades alérgicas, pero ésto no fue toma

do en cuenta hasta que se reanudó la investigación de esporas fúngicas, y en trabajos recientes se ha demostrado que los agentes de enfermedades micóticas del hombre pueden ser adquiridas por vía aérea y causar enfermedades humanas como el asma, alergias y otras más (Gregory, 1960; Frey & Durie, 1962; Ripe, 1962).

Coutiño Bello (1979) basado en las observaciones de Alergólogos del Hospital General de México, señala la importancia que tienen los hongos como causantes de alergias en regiones húmedas del país, en donde son más importantes que los granos de polen ya que éstos debido a su cualidad higroscópica se hidratan, dificultándose así su diseminación a través del viento.

Los hongos han sido estudiados desde varios puntos de vista, - siendo muy importantes los estudios en el campo de las Ciencias Biológicas, Agricultura y Medicina (Garret, 1963; Burges & Raw, 1971; Jackson & Raw, 1978). Desde el punto de vista médico, se ha podido constatar que muchas enfermedades en el hombre son producidas por - hongos. Entre ellas tenemos el asma, la cual prevalece cuando hay una alta concentración de esporas fúngicas. Esto fue demostrado por el holandés W. Storm van Leeuwen en 1924, quien encontró en pacientes hipersensibilidad a Aspergillus fumigatus; también otros investigadores han encontrado casos de asma con hipersensibilidad a otras - especies de Aspergillus y Penicillium (Ripe, 1962). Otras de las enfermedades muy conocidas en el hombre son las dermatomycosis, como la tiña causada por Microsporum y el pie de atleta causada por - Epidermophyton y Trichophyton. Desde el punto de vista agrícola, las

actividades de los hongos pueden ser dañinas o benéficas, ya que por una parte perjudican los cultivos ocasionando grandes pérdidas por las enfermedades que producen en las plantaciones, mientras que por otra aumentan la fertilidad del suelo (Escobar et al., 1977).

Harsh & Allen (1945), haciendo estudios sobre contaminantes del aire en San Diego (EE. UU.), encontraron que algunos hongos del aire como Hormodendrum, Alternaria, Pringshaemia y otros más estaban causando enfermedades epidérmicas, a las cuales eran más sensibles los niños que los adultos. Myers (1956) trató de relacionar la incidencia de esporas fúngicas del aire con ataques de asma de una población infantil en Honolulu, pero reportó que el conteo de esporas no fue correlativo con esta enfermedad. Gregory & Lacey (1963) reportaron a su vez que el polvo que desprende el heno almacenado en una granja contiene gran cantidad de actinomicetes y abundantes esporas fúngicas, que pertenecen a Aspergillus glaucus, A. fumigatus, A. nidulans, Penicillium sp., Mucor pusillus y otros más causantes de enfermedades pulmonares en los granjeros. También se han reportado esporas de hongos dermatófitos como Microsporium gypseum y Trichophyton mentagrophytes en el aire de una caverna (Lurie & Way, 1957). Lacey & Lacey (1964) encontraron en el interior de un pajar altas concentraciones de esporas fúngicas con un potencial patógeno al hombre y animales; entre ellas las más frecuentes fueron de: Aspergillus fumigatus, Absidia racemosa y Mucor pusillus.

Así como el hombre y los animales, las plantas también pueden ser afectadas por hongos, los cuales son transportados por el aire.

Estas enfermedades pueden causar pérdidas en la agricultura de un país, afectando así su economía (Klinkowski, 1970). Un ejemplo de lo anterior es Hemileia vastatrix, causante de la "roya del cafeto", que causó una total destrucción de las plantaciones de café en las Islas del Sur del Pacífico (Escobar et al., 1977). Se tiene conocimiento que las esporas de las royas pueden viajar más de 2,400 Kms sin perder su viabilidad (Wilson & Loomis, 1968). Según estudios hechos en Bahía (Brasil) se ha comprobado que las esporas de Hemileia vastatrix se pueden encontrar a 1,000 m de altura y a una distancia de 150 Kms de un área cafetalera afectada (Meredith, 1973).

Las esporas debido a su tamaño y peso son fácilmente diseminadas por el viento, el cual es su principal agente diseminador. Durham (1938) mencionó que en 1937 ocurrió una lluvia de toneladas de esporas pertenecientes a los hongos Alternaria y Hormodendrum, las que se originaron sobre materia orgánica en descomposición, como paja y residuos de cultivos. Christensen (1975) indicó que el hongo Ganoderma applanatum, frecuentemente encontrado en los bosques, puede producir 350,000 esporas por segundo, durante seis meses. Además señaló que un cuerpo fructífero de Calvatia gigantea contiene más de 7×10^{12} esporas, y también observó que un cuerpo fructífero de Agaricus campestris produce 16,000 millones de esporas, en un período de 24 horas. Gregory & Hirst (1957) registraron un máximo de concentración de esporas de Cladosporium de 37,000 por m^3 de aire en un establo al momento de dar el forraje a las vacas. Estos ejemplos dan la idea de la capacidad de producción de esporas que tie-

nen los hongos, las cuales al estar en contacto con personas susceptibles pueden producir alergias.

Muchos científicos han investigado la composición del aire y - han encontrado que las esporas de varias especies fúngicas presentan ciertos patrones generales de crecimiento y distribución, los cuales no son afectados por el método que se utilice. Para estudiar los - hongos de la atmósfera, Frey & Durie (1960, 1962) utilizaron los dos métodos básicos: el primero es el de las placas con medio de cultivo expuestas al aire y el resultado es en base al número de colonias, mientras que el segundo utiliza un instrumento para atrapar esporas y el resultado se da en base al número de esporas; los resultados han demostrado que el método no influye, porque en ambos procedimientos los géneros Cladosporium y Alternaria presentan una marcada fluctuación estacional (Kramer et al., 1959a, 1959b). Gregory & Hirst (1957) han opinado que los dos métodos básicos para este tipo de investigación son aceptables; sin embargo, creen que el método de trampa de esporas se limita por la dificultad de clasificar visualmente las esporas.

En 1954 se hicieron estudios de los hongos del aire en Kansas - (EE. UU.); esta investigación completó una serie de 14 publicaciones en donde se hizo una selección de las esporas fúngicas, las cuales fueron atrapadas por láminas cubiertas con silicón y expuestas al ai re en un muestreador Pady - Rittis. Las colonias fueron obtenidas por exposición de cajas de Petri conteniendo un medio de cultivo de agar estéril de Estreptomocina-Rosa de Bengala (RBS); éste fue selec

cionado después de estudios preliminares conducidos a encontrar un medio que permitiera el crecimiento de hongos y evitar el de bacterias (Rogerson, 1958; Kramer et al., 1959). Los hongos más frecuentes encontrados en el aire de Kansas fueron: Cladosporium, Alternaria, Penicillium y Aspergillus. Todos presentaron un patrón de fluctuaciones estacionarias; sin embargo, Cladosporium y Alternaria presentaron una variación considerable día a día (Kramer et al., 1959a, 1959b, 1960a).

Pady & Kramer (1960a) demostraron que en el aire de Kansas, además de encontrar esporas fúngicas, también se encontraron fragmentos de hifas de diversos tamaños, simples o ramificados, pigmentados o no y la mayoría septados. Los fragmentos de hifas estuvieron presentes durante todo el año y su viabilidad tuvo un rango de 29 a 82% y en aislamientos preliminares se obtuvieron colonias de Cladosporium, Alternaria y Penicillium; esta abundancia de viabilidad de los fragmentos sugiere que puede ser un medio importante de reproducción asexual. Fragmentos de hifas también fueron reportados por Pady & Gregory (1963) en Inglaterra, siendo los fragmentos de la familia Dematiaceae los más abundantes; la viabilidad de las hifas se estudió con detalle y se observó que en la parte terminal de la hifa se forma un tubo germinativo, el cual desarrolla un corto conidióforo que mostró frecuentemente producción de esporas. Esto significa que las hifas deben ser consideradas como un constituyente importante de las esporas aéreas, como un mecanismo de dispersión de los hongos y potencialmente capaces de actuar como alergénicos. Los fragmentos de

micelios también han sido observados en el aire de Canadá, en el Artico de Canadá, en Inglaterra, en el Océano Atlántico, en el Océano Pacífico y en el mar Mediterráneo (Pady & Gregory, 1963).

Las esporas de hongos como Alternaria y Cladosporium son fácilmente identificables con el microscopio, al igual que en un medio - de cultivo; algunas veces el número de esporas puede contarse a simple vista, compararse con el número de colonias obtenidas en cultivo y utilizar un cociente para estimar la viabilidad de las esporas (Pady & Gregory, 1963).

Las esporas son microscópicas, pero en grupo pueden llegar a - ser visibles. Estas varían en tamaño y forma, las más pequeñas miden aproximadamente 1 micra de diámetro, mientras que las mayores miden hasta 300 micras de largo; sin embargo, la mayoría de las esporas de hongos oscilan entre 3-30 micras de diámetro. En cuanto a la forma, las esporas de los hongos varían de esféricas a ovales, pasando por formas de cuarto de luna y estrelladas. Algunas se encuentran enroscadas como resortes de espirales, otras están adornadas - con espinas, verrugas, jorobas o estrías (Christensen, 1964).

La abundancia de esporas de hongos transportados por el aire es conocida desde hace tiempo, pero su diversidad sólo ha sido determinada recientemente (Pathak & Pady, 1965). La periodicidad diurna de los hongos en el aire ha sido estudiada por muchos investigadores; - pero lo más importante de estos muestreos ha sido determinar la diversidad en que se encuentran las esporas durante un período de 24 horas. Estas muestras indican que los hongos en el aire no sólo va-

rían de estación a estación y de día en día, sino también de hora en hora (Pady et al., 1964).

Pathak & Pady (1965) encontraron que Cladosporium, Alternaria, Cercospora y ascosporas fusiformes presentaron una periodicidad diurna unimodal, pues en horas de la mañana alcanzaron su máximo número. En cambio Pawsey (1964) reportó que Cladosporium presentó una periodicidad diaria bimodal, es decir que tuvo dos puntos máximos de concentración. Gregory & Sreeramula (1958) encontraron altas concentraciones de esporas cuando los días eran lluviosos y la humedad relativa alta; además, las esporas de Sporobolomyces y Tilletiopsis ocurrieron regularmente en altas concentraciones por la mañana y bajas por la tarde. Igualmente, Alternaria y Homodendrum alcanzan una alta concentración por la mañana y baja por la tarde (Rooks et al., 1960).

Cladosporium ha sido estudiado intensivamente y algunos investigadores han obtenido frecuencias de día, otras de noche y aún otras frecuencias de manera irregular. Otros investigadores han reportado frecuencias generales en Cladosporium similares al patrón de bacterias de Miquel, quien afirma que bacterias y mohos tienen fluctuaciones diurnas; ellos atribuyen ésto a una sola cosecha de esporas en 24 horas, madurando de noche y listas para ser liberadas en el día (Pady et al., 1964; Pathak & Pady, 1965).

Pady et al. (1964) reportaron que la periodicidad de basidiosporas, levaduras y colonias estériles estuvo relacionada con la humedad relativa, logrando observarse una mayor producción de esporas en horas de la mañana. En Estados Unidos, la periodicidad diurna de es

poras de hongos como Peronospora tabacina ha sido encontrada entre 5:30 y 7:30 a.m., en días claros y entre 8:30 y 10:30 a.m. en días nublados (Kramer et al., 1959).

Además de la periodicidad diurna de las esporas fúngicas del aire, ha sido muy investigada la periodicidad estacional. Derrick & McLennan (1963) reportaron que la mayor concentración de esporas se encuentra en los meses calientes del verano; Cladosporium, Penicillium y Alternaria fueron los de mayor actividad en esos meses, aunque las esporas estuvieron presentes todo el año.

Gregory & Hirst (1957) encontraron que los mayores cambios de concentración de esporas dependen del tiempo y de la fenología de la vegetación local. Además, Upsher & Griffiths (1973) opinan que las esporas fúngicas son susceptibles a cambios climáticos en el medio ambiente. Morrow et al. (1964) aseguran que la flora fúngica del aire revela ciertos patrones generales de distribución, basados en la ocurrencia o dominancia de las especies, que son influenciados por la estación del año, la geografía y el bioclima. Además, Davies et al. (1963) reportaron que sus investigaciones coinciden en que el área geográfica es un factor determinante en los cambios de concentraciones de esporas en el aire.

Kramer et al. (1959) encontraron relación estrecha entre el número de hongos, la variación estacional de temperatura y la cantidad de precipitación. En la primavera, como las condiciones de crecimiento son favorables para su desarrollo y esporulación, el número de colonias y esporas se incrementa; sin embargo, a mediados del ve-

rano el número de colonias disminuye.

La mayoría de las investigaciones de la micoflora del aire han sido realizadas cerca del nivel del suelo y en el área en que normalmente habitan el hombre, animales y vegetales. Sin embargo se han hecho estudios con globos y aeroplanos abiertos. En 1935 el globo Explorer II llevó una trampa para esporas, la cual fue expuesta a 10,800 metros de altura, encontrando esporas vivas de hongos (Christensen, 1975).

Las esporas de hongos y bacterias son las más frecuentes encontradas en el aire a nivel del suelo, cuya concentración promedio en el verano es de 10,000 por m³; sin embargo, existen períodos en que aumenta esa cantidad (Hawker & Linton, 1971, citados por Coutiño Bello, 1979). Estos mismos autores plantean que debido a las actividades domésticas se produce gran cantidad de polvo, que provoca accesos de tos en las personas o les causa cuadros asmáticos. Además, según Huerta et al. (1971), Aspergillus fumigatus causa al hombre y algunos animales secreciones mucosas de los bronquios y un estado hipersensitivo que provoca una respuesta alérgica al inhalar las esporas; cuando se establece el hongo en el sistema respiratorio, causa una lesión llamada Aspergiloma o invade los pulmones produciendo una Aspergilosis que causa la muerte al paciente.

Muchas de las esporas presentes en la atmósfera del exterior de habitaciones también se han detectado en el interior, ya que éstas son introducidas por las corrientes de aire. Sin embargo, el tipo de la micoflora de los interiores varía dependiendo del número y cla

se de habitantes, así como la actividad animal y humana que se realice, el tipo de ventilación, la presencia de muebles y aire acondicionado. También se ha observado que la cantidad de hongos a veces es reducida por la calefacción y aire acondicionado (Grater, 1970).

La alta temperatura, radiación y baja humedad pueden tener un efecto adverso sobre los hongos aéreos. Es conocido que la excesiva luz solar disminuye la viabilidad de muchos hongos patógenos en las plantas, además se ha encontrado que la luz inhibe la germinación de uredosporas de Puccinia graminis aunque esta inhibición no es permanente; sin embargo, algunas esporas como las de Cercospora germinan mejor en la luz que en la oscuridad. Lo mismo se da en los conidios de Erysiphe cichoracearum (Pathak & Pady; 1965).

El grupo más frecuente de Ascomycetes encontrados en el aire de Kansas fueron las levaduras, las que presentaron un crecimiento estacional inmediatamente después de la lluvia (Kramer & Pady, 1960). Los Phycomycetes y Basidiomycetes también fueron encontrados en Kansas, pero en baja cantidad y variedad (Kramer et al., 1960b; Pady & Kramer, 1960b). La explicación de estas variaciones se le atribuye al clima del área, que está sujeto a cambios que se reflejan en el número de esporas. Aparentemente, el viento incrementa las esporas y la lluvia remueve esporas del aire, pero la lluvia también ocasiona una esporulación inmediata de ciertos Ascomycetes y Basidiomycetes; además, una baja de temperatura no es impedimento para la esporulación de algunos Basidiomycetes (Pady et al., 1962, 1963).

MATERIALES Y METODOS

Descripción del área de estudio.

Para realizar este estudio, los lugares de muestreo se seleccionaron en el interior de las instalaciones de la Biblioteca Nacional de El Salvador, dependencia de la Dirección de Patrimonio Cultural, ubicada en la zona central de la ciudad de San Salvador. Al Norte colinda con la 1a. Calle Oriente, al Sur con la Calle Delgado, al Este con la 8a. Av. Norte y el centro comercial Mercado Ex-Cuartel, al Oeste con el edificio del Ministerio de Educación y la 6a. Av. Norte.

La Biblioteca cuenta con una extensión de 2,500 m²; este edificio consta de nueve pisos y un sótano. El personal que labora se encuentra distribuido en Secciones; entre ellas están las siguientes: Procesos Técnicos, Periódicos, Hemeroteca, Circulación, Internacional, Literatura Antigua y Administrativa. En el espacio físico de estas instalaciones existe poca ventilación e iluminación, y se percibe una atmósfera húmeda.

Los lugares delimitados para el muestreo son: Sección de Periódicos y de Procesos Técnicos, ubicadas en el sótano; el primer piso, en el área de estudio; todo el tercer piso, en la Sección Internacional; y el octavo piso, en la Sección de Literatura Antigua.

Método microbiológico de campo.

Para el estudio de las esporas fúngicas presentes en el aire, se realizó un total de 6 muestreos quincenales repartidos en 2 perío

dos, de la siguiente manera: el primer período previo a la limpieza y aplicación de un fungicida por una compañía comercial, el cual comprendió los meses de Julio y Agosto de 1985 donde se realizaron 3 - muestreos quincenales; el segundo período se realizó después de la limpieza y tratamiento y comprendió los meses de Abril y Mayo de 1986, realizando otros 3 muestreos quincenales. Las muestras se tomaron al inicio y mediados de cada mes, en horas de la mañana, entre las 10 a.m. y 12 m.

Se utilizó el método de las cajas de Petri expuestas al aire, empleado por Frey & Durie (1960) y Upsher & Griffiths (1973), usando - Sabouraud-Dextrosa-Agar y Papa-Dextrosa-Agar (PDA) como medios de cultivo (DIFCO, s. a.). En cada uno de los lugares delimitados para el muestreo, se expusieron cuatro cajas de Petri, dos de cada medio de cultivo.

Método microbiológico de laboratorio.

Las cajas de Petri expuestas fueron llevadas al laboratorio donde se incubaron las de PDA a una temperatura ambiental y las de Sabouraud a una temperatura de 37°C dentro de una incubadora. El período promedio de incubación fue de cuatro días, hasta detectar la presencia de hongos. Las colonias obtenidas se observaron macroscópica y microscópicamente, utilizando para este último solución de Lactofenol con Azul Tripán como medio de montaje y colorante (Escobar, 1985). Los hongos obtenidos se determinaron por medio de bibliografía específica como la de von Arx (1970), Kendrick & Carmichael (1973) y Escobar (1979).

Métodos estadísticos.

Los valores estadísticos utilizados fueron: la Densidad Relativa (D.R.%) y la Frecuencia de Ocurrencia (F.O.%) de las especies fúngicas encontradas. Estos datos fueron obtenidos mediante las siguientes ecuaciones (Arias Bonilla, 1982):

$$D.R. = \frac{N^{\circ} \text{ de colonias de una especie}}{N^{\circ} \text{ total de colonias}} \times 100$$

$$F.O. = \frac{N^{\circ} \text{ de muestreos en que ocurrió una especie}}{N^{\circ} \text{ total de muestreos}} \times 100$$

Con el fin de comparar las comunidades fúngicas del aire presentes en los dos medios de cultivo, se utilizó el Cociente de Similitud de Sorensen (SQ_S), cuya fórmula se presenta a continuación (Arias Bonilla, 1982):

$$SQ_S = \frac{2C}{A + B} \times 100$$

Donde:

A = N^o total de especies en el sitio 1

B = N^o total de especies en el sitio 2

C = N^o de especies comunes para ambos sitios

Además se utilizó el método estadístico de la t de Student (Koske, 1982) con el fin de determinar si existía diferencia significativa, en cuanto al número de esporas entre los dos períodos de muestreo.

RESULTADOS

Durante los muestreos realizados en el interior del edificio de la Biblioteca Nacional, antes y después del tratamiento de limpieza y aplicación de un fungicida, se encontraron miembros de las Subdivisiones Zygomycotina, Deuteromycotina y Ascomycotina.

En la Tabla 1 se reporta la abundancia, densidad relativa y frecuencia de los hongos encontrados en medio de cultivo PDA, antes y después de la aplicación de un fungicida; encontrándose antes de dicho tratamiento un total de 176 colonias de hongos del aire correspondientes a 18 especies diferentes; el número de colonias encontradas después de aplicado el fungicida fue de 188 que pertenecen a 17 especies diferentes. La mayor cantidad de hongos pertenecen a la clase Deuteromycetes, antes y después de aplicado el fungicida; entre ellos los más abundantes y con mayor frecuencia fueron: Cladosporium herbarum con un total de 30 colonias antes del fungicida y 94 después; Aspergillus niger con 23 colonias antes y 38 después del fungicida; Micelio Estéril Cristalino con 26 colonias antes y 11 después del fungicida; Penicillium sp. con 24 colonias antes y 11 después del tratamiento; de la Ascomycotina el que sobresalió fue Eurotium sp., pero sólo se reportó antes de aplicado el fungicida; los menos sobresalientes fueron los miembros pertenecientes a la Zygomycotina.

En la Fig. 1 se presenta la dominancia de los grupos taxonómicos en la que se observa una mayor densidad de los Deuteromicetos, sobresaliendo entre ellos Cladosporium herbarum y Aspergillus spp.,

especialmente después de aplicado el fungicida. En cambio los miembros de la Zygomycotina no se reportaron dominantes; los de la Ascomycotina fueron dominantes antes de aplicado el fungicida, pero después de este tratamiento no se reportaron.

Ordenando los hongos del aire que crecieron en PDA en tres grupos de frecuencia (Fig. 2), se observa un menor número de especies con altas densidades en el rango de frecuencia 66.7 - 100%, lo contrario ocurre con las especies encontradas en el rango de frecuencia de 0 - 33.3% donde se observa un mayor número de especies con una baja densidad.

En la Tabla 2 se reporta la abundancia, densidad relativa y frecuencia de los hongos del aire creciendo en medio de cultivo Sabou--raud, antes y después de aplicado un fungicida, encontrándose un total de 33 colonias que corresponden a 10 especies diferentes antes del tratamiento y 118 colonias pertenecientes a 16 especies después del tratamiento. Entre los hongos más dominantes se encuentran — Aspergillus niger y A. oryzae; los miembros de la Zygomycotina sólo se reportaron después del tratamiento con fungicida y fueron muy escasos; los de la Ascomycotina no se reportaron ni antes ni después de la aplicación del fungicida.

Como se puede apreciar en la Fig. 3, los Deuteromicetos se presentaron con mayor densidad, sobresaliendo entre ellos Aspergillus spp. encontradas antes y después del fungicida con altas densidades. En cambio Cladosporium herbarum, Penicillium sp. y Micelio Estéril Cristalino se reportaron con menor dominancia; además la Zygomycoti

na fue poco dominante y no se reportó la Ascomycotina.

La estructura de la comunidad demostró que la mayor densidad de hongos está presente en el rango de 0 - 33.33% de frecuencia en muestras encontradas antes del tratamiento con fungicida y una baja densidad en el mismo rango de frecuencia después del tratamiento, coincidiendo esto con un número alto de especies. Lo contrario ocurre en el rango 66.7 - 100% donde se observa que un bajo número de especies contribuye con una densidad relativamente alta después del tratamiento; sin embargo, no se encontraron hongos en este rango de frecuencia antes del tratamiento (Fig. 4).

Comparación de las comunidades.

Al realizar una comparación de las especies encontradas en los dos medios de cultivo, antes de la aplicación del tratamiento, se observó una mayor abundancia de hongos en PDA que en Sabouraud. El total de especies comunes para ambos medios fue de 7 (Tabla 3).

La comparación de hongos del aire encontrados después del tratamiento con fungicida en los dos medios de cultivo, da un resultado de 11 especies comunes a ambos medios, y un total de 17 en PDA y 16 en Sabouraud (Tabla 4).

Comparando los dos medios de cultivo de acuerdo al Coeficiente de Similitud de Sorensen, antes de aplicado el fungicida se obtuvo un dato de 50% y después de aplicado el tratamiento fue de 66.67%.

Aplicando el método estadístico de la t de Student para compa-

rar el número de esporas en los dos períodos de muestreo, antes y después del tratamiento con fungicida, se encontró que no hubo diferencia significativa entre el número de esporas del aire entre los dos períodos antes mencionados.

Tabla 1. Número de colonias, Densidad Relativa (D.R.%) y Frecuencia de Ocurrencia (F.O.%) de cada una de las especies fúngicas encontradas antes (A) y después (D) del uso de fungicida en la Biblioteca Nacional, San Salvador. Medio de Cultivo PDA.

ESPECIE	M U E S T R E O						Nº total de colonias		D.R. (%)		F.O. (%)	
	1		2		3		A	D	A	D	A	D
	A	D	A	D	A	D						
ZYGOMYCOTINA												
<u>Mortierella sp.</u>	-	-	1	-	2	-	3	-	1.70	-	66.66	-
<u>Mucor sp.</u>	-	-	1	-	-	-	1	-	0.57	-	33.33	-
<u>Rhizopus stolonifer</u>	-	-	-	1	-	-	1	-	0.53	-	33.33	-
<u>Syncephalastrum racemosum</u>	-	1	-	-	-	-	-	1	-	0.53	-	33.33
DEUTEROMYCOTINA												
<u>Gladosporium herbarum</u>	20	17	8	54	2	23	30	94	17.04	50.0	100	100
<u>Aspergillus niger</u>	4	16	8	7	11	15	23	38	13.07	20.21	100	100
Micelio estéril cristalino	5	3	6	2	15	6	26	11	14.77	5.85	100	100
<u>Penicillium sp</u>	-	6	1	2	23	3	24	11	13.63	5.85	66.66	100
Micelio estéril pigmentado	3	-	5	7	-	-	8	7	4.54	3.72	66.66	33.33
<u>Fusarium sp.</u>	-	2	-	1	8	2	8	5	4.54	2.65	100	100

Cont. Tabla 1.

ESPECIE	MUESTREO						Nº total de colonias		D.R. (%)		F.O. (%)	
	1		2		3		A	D	A	D	A	D
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
<u>Aspergillus glaucus</u>	-	-	1	-	7	-	8	-	4.54	-	66.66	-
<u>Curvularia lunata</u>	3	-	-	1	3	1	6	2	3.41	1.06	66.66	66.66
<u>Monilia sitophila</u>	2	2	-	1	-	1	2	4	1.13	2.12	33.33	100
<u>Aspergillus versicolor</u>	-	3	-	1	-	-	-	4	-	2.12	-	66.66
<u>Trichoderma viride</u>	-	-	3	-	-	-	3	-	1.70	-	33.33	-
<u>Aspergillus oryzae</u>	-	-	-	1	-	2	-	3	-	1.59	-	66.66
<u>Blastomyces dermatitidis</u>	2	-	-	-	-	-	2	-	1.13	-	33.33	-
<u>Aspergillus ustus</u>	-	1	-	-	-	1	-	2	-	1.06	-	66.66
<u>Paecilomyces sp.</u>	-	2	-	-	-	-	-	2	-	1.06	-	33.33
<u>Candida albicans</u>	-	-	-	-	1	-	1	-	0.57	-	33.33	-
<u>Helminthosporium sp.</u>	1	-	-	-	-	-	1	-	0.57	-	33.33	-
<u>Microsporium sp.</u>	1	-	-	-	-	-	1	-	0.57	-	33.33	-
<u>Acremonium sp.</u>	-	-	-	-	-	1	-	1	-	0.53	-	33.33

Cont. Tabla I.

ESPECIE	M U E S T R E O									Nº total de colonias		D.R. (%)		F.O. (%)	
	1			2			3								
	A	D		A	D		A	D		A	D	A	D	A	D
<u>Geotrichum candidum</u>	-	-		-	1		-	-		-	1	-	0.53	-	33.33
<u>Phoma sp.</u>	-	1		-	-		-	-		-	1	-	0.53	-	33.33
ASCOMYCOTINA															
<u>Eurotium sp.</u>	18	-		5	-		5	-		28	-	15.91	-	100	-
<u>Saccharomycodes ludwigii</u>	-	-		-	-		1	-		1	-	0.57	-	33.33	-
Total de colonias	59	54		39	79		78	55		176	188				
% del total	33.52	28.72		22.16	42.02		44.32	29.26							

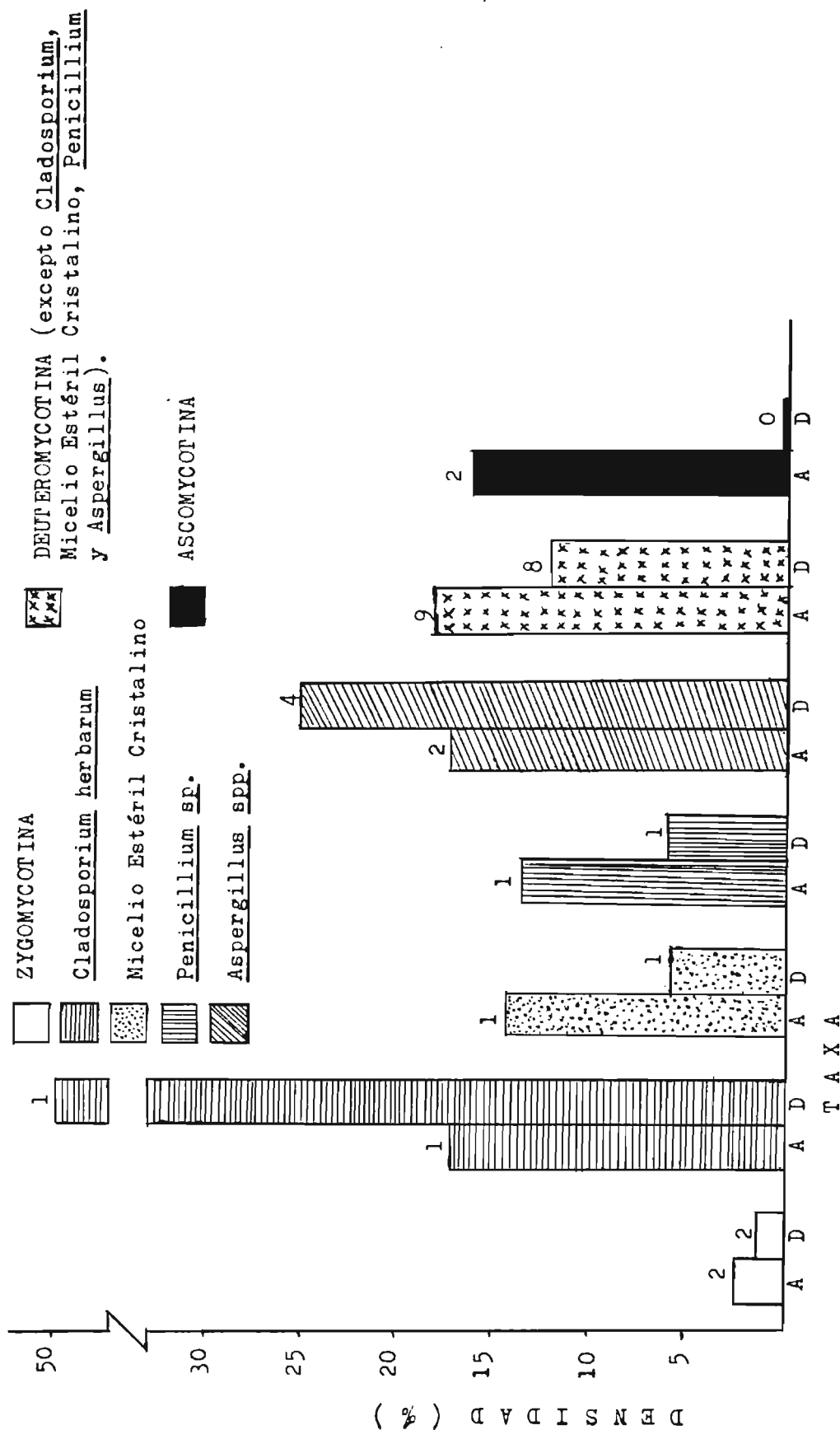


Fig. 1. Distribución de los hongos de acuerdo a los grupos taxonómicos en medio de cultivo PDA, antes (A) y después (D) del fungicida. El número de especies de cada grupo aparece arriba de la barra.

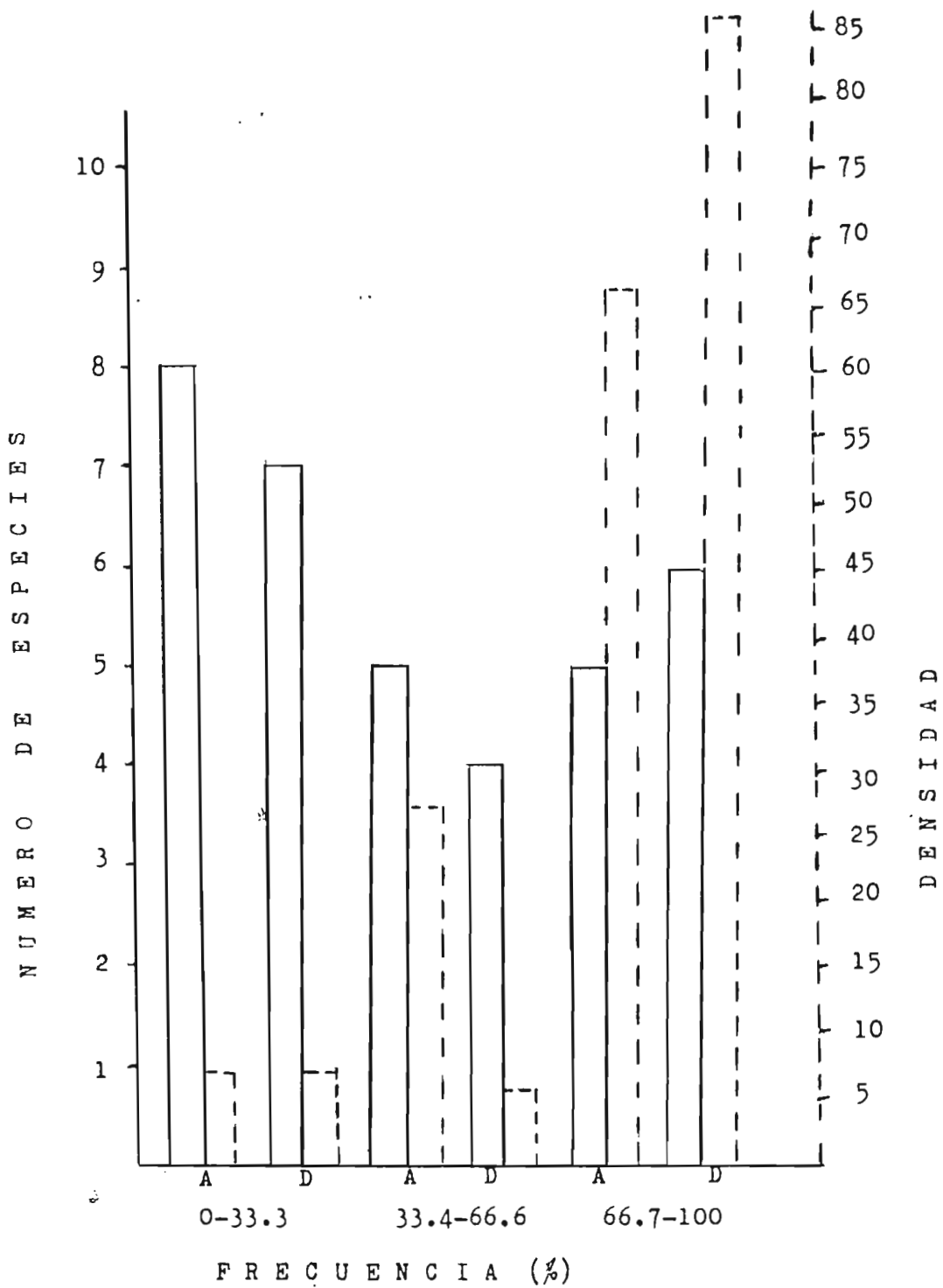


Fig. 2. Estructura de la comunidad de acuerdo a la Densidad de las 27 especies fúngicas encontradas en medio de cultivo PDA, repartidas en 3 grupos de frecuencia.

Tabla 2. Número de colonias, Densidad Relativa (D.R.%) y Frecuencia de Ocurrencia (F.O.%) de cada una de las especies fungicas encontradas antes (A) y después (D) del uso de - fungicida en la Biblioteca Nacional, San Salvador. Medio de cultivo Sabouraud.

ESPECIE	M U E S T R E O						Nº total de colonias		D.R. (%)		F.O. (%)	
	1		2		3							
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
ZYGOMYCOTINA												
<u>Mucor sp.</u>	-	-	-	1	-	1	-	2	-	1.69	-	66.66
<u>Rhizopus stolonifer</u>	-	1	-	1	-	-	-	2	-	1.69	-	66.66
<u>Mortierella sp.</u>	-	1	-	-	-	-	-	1	-	0.84	-	33.33
<u>Syncephalastrum racemosum</u>	-	2	-	-	-	-	-	2	-	1.69	-	33.33
DEUTEROMYCOTINA												
<u>Aspergillus niger</u>	-	9	-	29	4	-	4	38	12.12	32.20	33.33	66.66
<u>Aspergillus oryzae</u>	-	2	-	8	-	16	-	26	-	22.03	-	100
Micelio estéril - cristalino	-	9	-	5	3	7	3	21	9.09	17.79	33.33	100
<u>Aspergillus ustus</u>	2	-	6	-	-	1	8	1	24.24	0.84	66.66	33.33
<u>Trichoderma viride</u>	1	-	7	-	-	-	8	-	24.24	-	66.66	-

Cont. Tabla 2.

ESPECIE	M U E S T R E O						Nº total de colonias		D.R. (%)		F.O. (%)	
	1		2		3							
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
<u>Aspergillus glaucus</u>	-	7	-	-	-	-	-	7	-	5.93	-	33.33
Micelio estéril pigmentado	-	4	-	-	-	2	-	6	-	5.08	-	66.66
<u>Blastomyces dermatitis</u>	5	-	-	-	-	-	5	-	15.15	-	33.33	-
<u>Cladosporium herbarum</u>	-	-	-	-	1	3	1	3	3.03	2.54	33.33	33.33
<u>Monilia sitophila</u>	-	2	1	1	-	-	1	3	3.03	2.54	33.33	66.66
<u>Penicillium sp.</u>	1	2	-	-	-	1	1	3	3.03	2.54	33.33	66.66
<u>Acremonium sp.</u>	-	-	-	-	-	1	-	1	-	0.84	-	33.33
<u>Aspergillus candidus</u>	-	-	-	-	-	1	-	1	-	0.84	-	33.33
<u>Aspergillus wentii</u>	1	-	-	-	-	-	1	-	3.03	-	33.33	-
<u>Geotrichum candidum</u>	-	-	-	-	1	-	1	-	3.03	-	33.33	-
<u>Torulopsis sp.</u>	-	-	-	-	-	1	-	1	-	0.84	-	33.33
Total de colonias	10	39	14	45	9	34	33	118				
% del total	30.30	33.05	42.43	38.14	27.27	28.81						

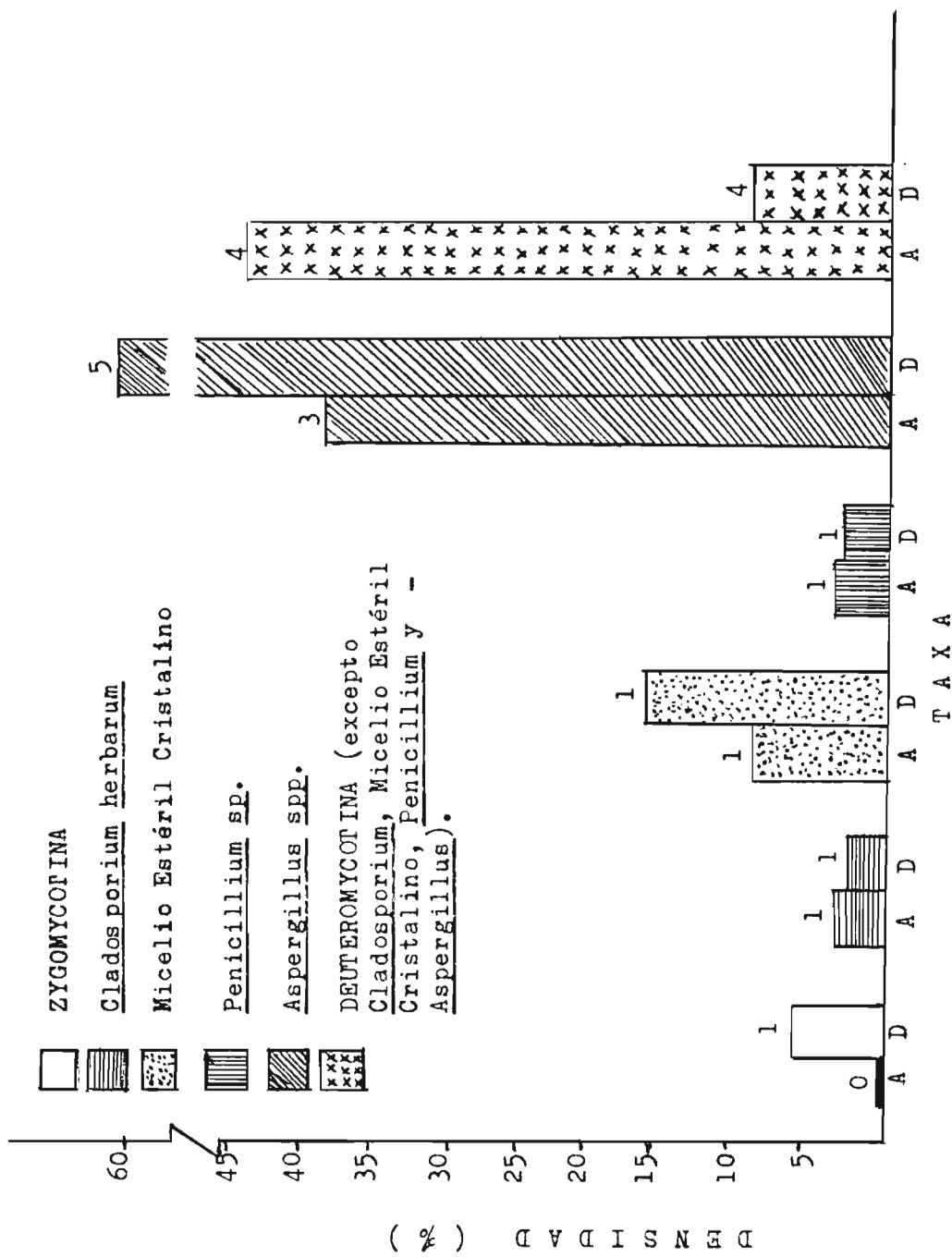


Fig. 3. Distribución de los hongos de acuerdo a los grupos taxonómicos en medio de cultivo Sabouraud, antes y después del fungicida. El número de especies de cada grupo aparece arriba de la barra.

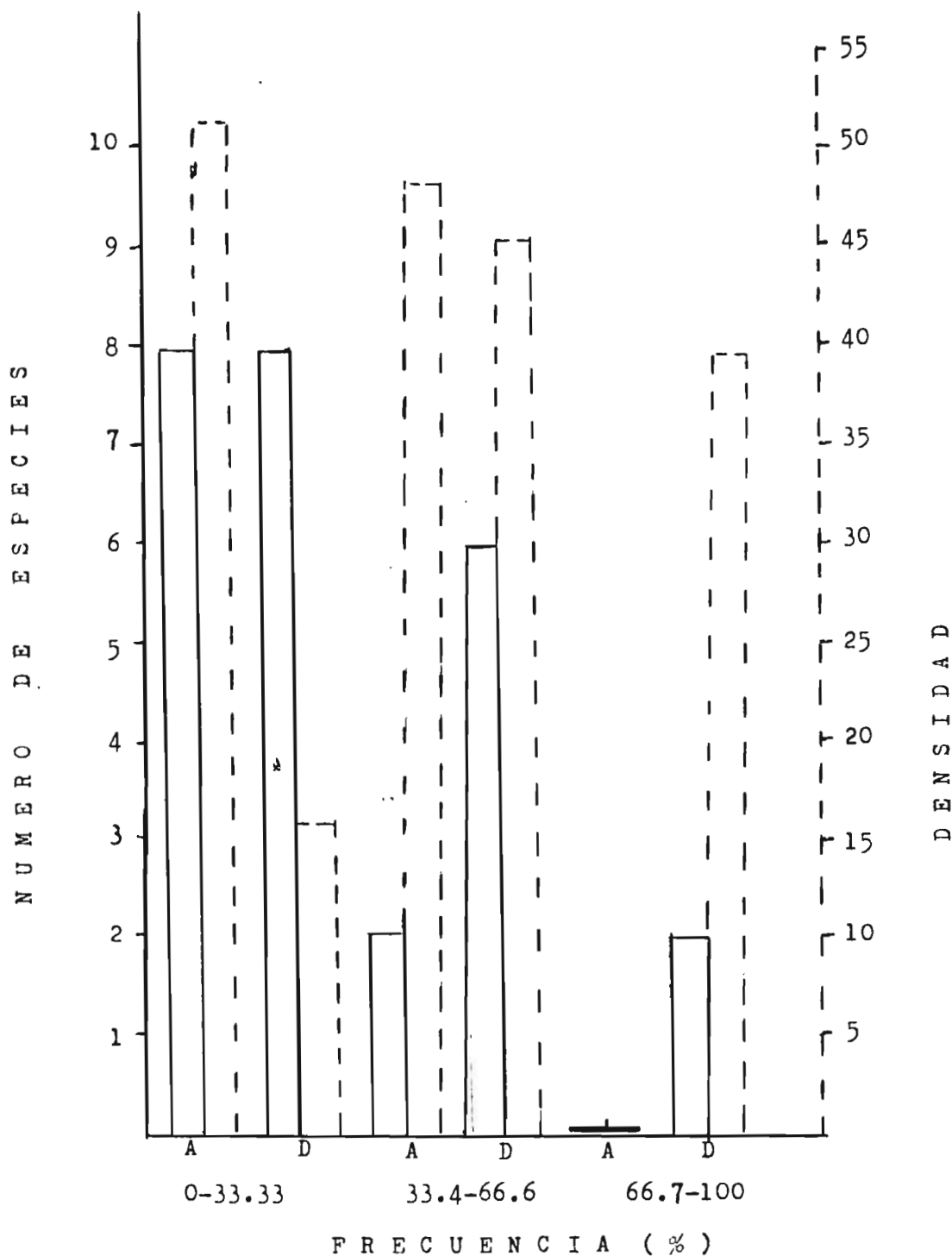


Fig. 4. Estructura de la comunidad de acuerdo a la Densidad de las 20 especies fúngicas encontradas en medio de cultivo Sabaouraud, repartidas en 3 grupos de Frecuencia.

Tabla 3. Especies de hongos del aire aislados en el interior del edificio de la Biblioteca Nacional, en dos medios de cultivo, antes de la aplicación de un fungicida.

E S P E C I E	MEDIO DE CULTIVO	
	PDA	SABOURAUD
ZYGOMYCOTINA		
<u>Mortierella sp.</u>	X	-
<u>Mucor sp.</u>	X	-
DEUTEROMYCOTINA		
<u>Aspergillus glaucus</u>	X	-
<u>Aspergillus niger</u>	X	X
<u>Aspergillus ustus</u>	-	X
<u>Aspergillus wentii</u>	-	X
<u>Blastomyces dermatitis</u>	X	X
<u>Candida albicans</u>	X	-
<u>Cladosporium herbarum</u>	X	X
<u>Curvularia lunata</u>	X	-
<u>Fusarium sp.</u>	X	-
<u>Geotrichum candidum</u>	-	X
<u>Helminthosporium sp.</u>	X	-
<u>Microsporum sp.</u>	X	-
<u>Monilia sitophila</u>	X	X
<u>Penicillium sp.</u>	X	X
<u>Trichoderma viride</u>	X	X
Micelio Estéril Cristalino	X	X
Micelio Estéril Pigmentado	X	-
ASCOMYCOTINA		
<u>Eurotium sp.</u>	X	-
<u>Saccharomyces ludwigii</u>	X	-
Número total de especies	18	10

Tabla 4. Especies de hongos del aire aislados en el interior del edificio de la Biblioteca Nacional, en dos medios de cultivo, después de la aplicación de un fungicida.

E S P E C I E	MEDIO DE CULTIVO	
	PDA	SABOURAUD
ZYGOMYCOTINA		
<u>Mortierella</u> sp.	-	X
<u>Mucor</u> sp.	-	X
<u>Rhizopus stolonifer</u>	X	X
<u>Syncephalastrum racemosum</u>	X	X
DEUTEROMYCOTINA		
<u>Acremonium</u> sp.	X	X
<u>Aspergillus candidus</u>	-	X
<u>Aspergillus glaucus</u>	-	X
<u>Aspergillus niger</u>	X	X
<u>Aspergillus oryzae</u>	X	X
<u>Aspergillus ustus</u>	X	X
<u>Aspergillus versicolor</u>	X	-
<u>Cladosporium herbarum</u>	X	X
<u>Curvularia lunata</u>	X	-
<u>Fusarium</u> sp.	X	-
<u>Geotrichum candidum</u>	X	-
<u>Monilia sitophila</u>	X	X
<u>Paecilomyces</u> sp.	X	-
<u>Penicillium</u> sp.	X	X
<u>Phoma</u> sp.	X	-
<u>Torulopsis</u> sp.	-	X
Micelio Estéril Cristalino	X	X
Micelio Estéril Pigmentado	X	X
Número total de especies	17	16

DISCUSION

En el presente trabajo fue utilizado el método de exposición de cajas de Petri para determinar cualitativa y cuantitativamente la micoflora presente en el interior del edificio de la Biblioteca Nacional de El Salvador. Esto ha permitido la obtención de datos comparables con los reportados por investigadores que han utilizado este -- mismo método, el cual es considerado uno de los mejores para identificar y determinar la mayoría de las especies fúngicas (Harsh & Allen, 1945; Gregory & Hirst, 1957; Kramer et al., 1959; Gregory, 1960; -- Pathak & Pady, 1965; Upsher & Griffiths, 1973).

Fueron utilizados dos medios de cultivo, PDA (Papa-Dextrosa-Agar) como un medio generalista para aislar especies fúngicas y Agar de Sabouraud como un medio más específico para crecimiento de hongos patógenos humanos y animales; los dos medios se consideran diferen--tes, lo cual se ha confirmado con el método estadístico de Sorensen, donde se comprueba que PDA es un medio de cultivo generalista y Sa--bouraud es más selectivo, coincidiendo esto con lo expresado por otros investigadores (CMI, 1968).

Comparando el número total de colonias antes y después del tratamiento de limpieza y aplicación del fungicida, en cada uno de los medios de cultivo utilizados, se encontró en el medio PDA un total de 176 colonias antes del tratamiento y después de dicho tratamiento 188 colonias de hongos del aire (Tabla 1); no habiéndose observado -- mucha diferencia, lo cual pudo haber sido por el uso de un mal fungi

cida o por una limpieza mal realizada en la que se dispersaron la esporas en el aire que anteriormente se encontraban en el polvo de libros y estantería. Lo anterior también pudo haber influido en los datos obtenidos en el medio de cultivo Sabouraud, en el cual se encontró un aumento en el número de colonias después de aplicado el fungicida (antes 33, después 118) (Tabla 2).

Los números altos de colonias anteriormente mencionados, probablemente también se deban a la deficiente iluminación y falta de aire acondicionado en el edificio de la Biblioteca Nacional. Se ha comprobado experimentalmente que lugares con aire acondicionado poseen cantidades muy inferiores de esporas de hongos en el aire (Grater, 1970; Umaña Valdivieso, 1987).

Observando la distribución de hongos del aire de acuerdo a los grupos taxonómicos (Figs. 1 y 3), se puede notar que la mayoría de especies fúngicas son miembros de la Deuteromycotina, en cambio los de la Zygomycotina forman un grupo pequeño al igual que la Ascomycotina, que en el presente trabajo se reportó en el medio de cultivo PDA pero no en Sabouraud. Esto probablemente se debió a que estas esporas no fueron viables o no pudieron germinar en Sabouraud, ya que según lo observado por otros investigadores los medios de cultivo artificiales tienen cierta selectividad (Rogerson, 1958; Kramer et al., 1959; Davies et al., 1963).

Los miembros pertenecientes a la subdivisión Deuteromycotina fueron los más dominantes en esta investigación, posiblemente debido a que son un grupo muy evolucionado y que poseen mecanismos que favore-

cen la dispersión de sus esporas en el aire; además les favorece sus características morfológicas como el tamaño pequeño y una gran producción de esporas (Meredith, 1961; Hudson, 1972).

Entre los miembros de la Deuteromycotina se observó dominancia del género Cladosporium en los dos medios de cultivo, antes y después del tratamiento con fungicida; este género ha sido reportado en otros estudios como el hongo más común en el aire y el mayor componente de la población de hongos aéreos en todo el mundo (Kramer et al., 1959a; Ripe, 1962; Derrick & McLennan, 1963).

La dominancia del número de esporas de Cladosporium reportado en este estudio es probable que se haya debido a que los muestreos se realizaron en horas de la mañana (10 a.m. - 12 m.), ya que según estudios hechos por otros investigadores Cladosporium presenta una periodicidad diurna y alcanza su mayor número de esporas por la mañana (Pathak & Pady, 1965).

Las Figuras 1 y 3 también muestran una alta densidad de los géneros Aspergillus y Penicillium, antes y después del tratamiento con el fungicida; estos géneros se han reportado como dos de los hongos más importantes llevados por el aire (Kramer et al., 1960a; Derrick & McLennan, 1963).

En esta investigación Aspergillus fue de los hongos representados por varias especies, encontrándose 4 antes de aplicado el fungicida y 6 después de aplicado el tratamiento. Esta situación es importante, ya que varias especies de este género causan alergias respiratorias y en el caso específico de A. fumigatus la enfermedad pul

monar conocida como Aspergilosis (Ripe, 1962; Coutiño Bello, 1979).

Penicillium se reportó con altas densidades, ésto ocurrió antes y después de aplicado el tratamiento con fungicida, lo cual concuerda con otras investigaciones en las cuales Penicillium se ha encontrado como un constituyente importante de la micoflora aérea (Harsh & Allen, 1945). Además este estudio fue realizado en el interior del edificio de la Biblioteca Nacional, lo cual coincide con el estudio realizado por Ripe (1962) donde encontró que Penicillium fue más común dentro de las casas que fuera de ellas. Al mismo tiempo estos resultados concuerdan con los encontrados por Umaña Valdivieso (1987) quien reportó Penicillium dentro de las residencias.

Las colonias de Micelio Estéril fueron reportados en este estudio, aunque en menor dominancia que los hongos tratados anteriormente; estas colonias fueron de dos tipos: cristalinas y pigmentadas, de las cuales las cristalinas se encontraron en mayor porcentaje. Pady & Kramer (1960a) han reportado que muchas colonias de Micelio Estéril son de Basidiomycetes, ya que al transferir estas colonias a tubos de cultivo para inducir su esporulación, algunos de ellos resultaron ser de este grupo.

Las Figuras 2 y 4 representan la estructura de la comunidad fúngica del aire en el interior de la Biblioteca. En esta comunidad se tienen dos grupos de especies: las de la izquierda que representan las especies raras, las que a su vez ocurren en bajas frecuencia y densidad, por esta razón a estos miembros de la comunidad se les denomina transitorios o invasores; el grupo de la derecha representa -

las especies dominantes de la comunidad, a las que se les llama miembros naturales o específicos de ella. La estructura demostrada en PDA es la de una comunidad relativamente estable, la cual posee muchas especies transitorias y un menor número de específicas de la comunidad (Burges & Raw, 1971). En Sabouraud la comunidad presenta una aparente estabilidad, pero antes del tratamiento con fungicida las especies transitorias ocurren con altas densidades y no apareció ninguna específica.

Las diferencias de estos resultados en los dos medios de cultivo utilizados probablemente se deban a su diferente constitución química (CMI, 1968). La supuesta estabilidad de la comunidad de hongos del aire dentro de la Biblioteca, pudiera deberse a que este edificio ha sido utilizado para la misma actividad por muchos años, pero que a la vez las condiciones climáticas y el mantenimiento esporádico contribuyen a que esta comunidad no alcance una estabilidad completa.

La comparación de las especies fúngicas aisladas en los medios de cultivo PDA y Sabouraud antes y después de aplicado el fungicida (Tablas 3 y 4), se hizo por el método del Coeficiente de Similitud de Sorensen; encontrándose antes de dicho tratamiento un coeficiente de 50% y después uno de 66.67%. Lo anterior demuestra que no hubo semejanza en las comunidades de hongos que crecieron en los dos medios de cultivo, ya que solamente un coeficiente mayor de 70% demuestra similitud entre las comunidades comparadas (Gochenaour, 1978). Lo anterior corrobora que PDA y Sabouraud son dos medios químicamente

diferentes y que la incubación a temperaturas distintas influye en - los tipos de hongos que se desarrollan.

La comparación del número de esporas en el aire entre los dos pe ríodos de muestreo realizado por el método de la t de Student, demostró que en ambos períodos la diferencia en el número de esporas encon tradas no tuvo un significado estadístico. Lo anterior implica que - el fungicida utilizado y la limpieza realizada no fueron efectivos.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación muestran que la población de esporas fúngicas encontradas en el interior del edificio de la Biblioteca Nacional, fue similar a estudios hechos - en otras partes del mundo, al emplear el método de exposición de cajas de Petri.

La mayoría de las especies encontradas pertenecen a la subdivisión Deuteromycotina y en menor porcentaje a la Zygomycotina; encontrándose además algunas especies de la Ascomycotina. Entre la Deuteromycotina, la especie dominante fue Cladosporium herbarum, siguiéndole en menor porcentaje Aspergillus spp., Penicillium sp. y Micelio Estéril Cristalino respectivamente.

Se reportaron algunas especies de hongos patógenos al hombre, pero éstas fueron transitorias y no tuvieron mayor relevancia en la comunidad.

Al comparar las comunidades de hongos aéreos en este lugar, no se encontró similitud en las comunidades de hongos que crecieron en los dos medios de cultivo empleados (PDA y Sabouraud). Lo anterior indica que cada medio de cultivo permite el crecimiento de su propia micoflora.

La comparación del número de esporas en los dos períodos de — muestreo, antes y después de la aplicación de un fungicida, no tuvo diferencia significativa, por lo que se deduce que la aplicación de dicho compuesto químico y la limpieza realizada en el lugar no fue—

ron hechas en forma apropiada.

Cabe mencionar que la falta de aire acondicionado, iluminación adecuada y mantenimiento en el aseo de libros y estantería en la Biblioteca Nacional, contribuye a la proliferación de esporas de los hongos mencionados; razón por la cual es afectada la salud de los empleados que ahí laboran, ya que se ha comprobado que el aire acondicionado disminuye el número de esporas fúngicas en el aire.

LITERATURA CITADA

- AINSWORTH, G.C. & A.S. SUSSMAN (eds.) 1968. The Fungi: An Advanced Treatise. Vol. III: The Fungal Population. Academic Press, New York. 738 pp.
- ARIAS BONILLA, S. DEL C. 1982. Análisis cualitativo y cuantitativo de las distribuciones mensuales de la micoflora del suelo y aire en una comunidad del Cerro Verde. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias y Humanidades, Universidad de El Salvador. (Tesis de Licenciatura). 88 pp.
- BURGES, A. & F. RAW (eds.) 1971. Biología del Suelo. Ediciones Omega S.A., Barcelona. 596 pp.
- CELSI, S.A. & A.D. IACOBUCCI. 1963. Química Elemental Moderna Inorgánica. Editorial Kapelusz, Buenos Aires. 397 pp.
- CHRISTENSEN, C.M. 1964. Los Hongos y El Hombre. 2a. Ed. Editorial Interamericana, México D.F. 209 pp.
- _____. 1975. Molds, Mushrooms and Mycotoxins. Univ. of Minnesota Press, Minneapolis. 264 pp.
- COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE. 1968. Plant Pathologist's Pocketbook. Commonwealth Agricultural Bureaux, Kew. 267 pp.
- COUTIÑO BELLO, B. 1979. Importancia de los hongos en las alergias de tipo respiratorio y su estudio en México. Bol. Soc. Mex. Micol. 13: 215-222.

- DAVIES, R.R., M.J. DENNY & L.M. NEWTON. 1963. A comparison between the summer and autumn air-spores at London and Liverpool. Acta Allergol. 18: 131-147.
- DERRICK, E. & E.I. McLENNAN. 1963. Fungus spores found in the air in Melbourne (Victoria), Australia. Acta Allergol. 18: 26-43.
- DIFCO. s. a. Manual de Bacteriología. Gráficas Mirasa, Madrid. 395 pp.
- DURHAM, O.C. 1938. An unusual shower of fungus spores. J. Ann. Med. Ass. 111: 24-27.
- ESCOBAR, G.A. 1979. Géneros Comunes de Micromicetos en Cultivo. Boletín No. 15. Departamento de Biología, Universidad de El Salvador, San Salvador. 80 pp.
- _____. 1985. Apuntes de Micología Básica. Boletín No. 16. Departamento de Biología, Universidad de El Salvador, San Salvador. 80 pp.
- _____, B. SIU & J.D. TOLEDO. 1977. Qué son los hongos?. Flora y Fauna 2: 23-28.
- FREY, D. & E.B. DURIE. 1960. The incidence of air-borne fungi in - Sydney. Mycopath. Mycol. Appl. 13: 93-99.
- FREY, D. & E.B. DURIE. 1962. Estimation of air-borne fungus spores: a comparison of slide and culture methods. Mycopath. Mycol. Appl. 16: 229-303.

- GARRET, S.D. 1963. Soil Fungi and Soil Fertility. Pergamon Press, London. 165 pp.
- GOCHENAUR, S.E. 1978. Fungi of a Long Island oak - birch forest
I. Community organization and seasonal occurrence of the --
opportunistic decomposers of the A horizon. Mycologia 70:
975-994.
- GRAHAM, V.O. 1927. Ecology of the fungi in the Chicago region. Bot.
Gaz. 83: 267-287.
- GRATER, C.W. 1970. Qué hay de nuevo en alergología. Alergia 17:
173-179.
- GREGORY, P.H. 1960. Outdoor aerobiology. Endeavour 19 (76): 445-453.
- _____ & J.M. HIRST. 1957. The summer air-spora at Rothamsted
in 1952. J. Gen. Microbiol. 17: 135-152.
- _____ & M.E. LACEY. 1963. Mycological examination of dust
from mouldy hay associated with farmer's lung disease. J. -
Gen. Microbiol. 30: 75-88.
- _____ & T. SREERAMULA. 1958. Air spora of an estuary. Trans.
Brit. Mycol. Soc. 41 (2): 145-156.
- HARSH, G.F. & S.E. ALLEN. 1945. A study of the fungus contaminants
of the air of San Diego and vicinity. J. Allergy 16: 125-135.

- HAWKER, L.E. & A.H. LINTON. 1971. Micro-organisms: Function, Form and Environment. Edward Arnold Publ., London.
- HUDSON, H.J. 1972. Fungal Saprophytism. Studies in Biology, No. 32. Edward Arnold Ltd., London. 68 pp.
- HUERTA, L.J., J. CUEVA & R. GOMEZ. 1971. Aspergilosis y asma bronquial. *Alergia* 19: 25-36.
- JACKSON, R.M. & F. RAW. 1978. Life in the Soil. Studies in Biology, No. 2. Edward Arnold Ltd., London. 60 pp.
- JOKLIK, W.K., H.P. WILLETT & D.B. AMOS. 1983. Zinsser Microbiología. 17a. Ed. Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires. 1413 pp.
- KENDRICK, W.B. & J.W. CARMICHAEL. 1973. Hyphomycetes. In: G. C. Ainsworth, F. K. Sparrow & A.S. Sussman (eds.), The Fungi, Vol. IV-A. Academic Press, New York. pp. 323-509.
- KLINKOWSKI, M. 1970. Catastrophic plant diseases. *Ann. Rev. Plant Path.* 8: 37-60.
- KOSKE, R.E. 1982. Cookbook Statistics for Plant Pathology and Mycology. R. E. Koske, Univ. of Rhode Island, Kingston. 75 pp.
- KRAMER, C.L. & S.M. PADY. 1960. Kansas aeromycology IX. Ascomyces. *Trans. Kan. Acad. Sci.* 63 (2): 53-60.

- KRAMER, C.L., S.M. PADY & C.T. ROGERSON. 1959 a. Kansas aeromycology III. Cladosporium. Trans. Kan. Acad. Sci. 62 (3): 200-207.
- _____, _____ & _____. 1959b. Kansas aeromycology IV. Alternaria. Trans. Kan. Acad. Sci. 62 (4): 252-256.
- _____, _____ & _____. 1960a. Kansas aeromycology V. Penicillium and Aspergillus. Mycologia 52: 545-551.
- _____, _____ & _____. 1960b. Kansas aeromycology VIII. Phycomycetes. Trans. Kan. Acad. Sci. 63 (1): 19-23.
- _____, _____, _____ & L.G. OUYE. 1959. Kansas aeromycology II. Materials, methods, and general results. Trans. Kan. Acad. Sci. 62 (3): 184-199.
- LACEY, J. & M.E. LACEY. 1964. Spore concentrations in the air of farm buildings. Trans. Brit. Mycol. Soc. 47 (4): 547-552.
- LURIE, H.I. & M. WAY. 1957. The isolation of dermatophytes from the atmosphere of caves. Mycologia 49: 178-180.
- MASON, C.F. 1977. Decomposition. Studies in Biology, No. 74. Edward Arnold Ltd., London. 58 pp.
- MEREDITH, D.S. 1961. Atmospheric content of Nigrospora spores in Jamaica banana plantations. J. Gen. Microbiol. 26: 344-349.

- MEREDITH, D.S. 1973. Significance of spore release and dispersal — mechanisms in plant disease epidemiology. *Ann. Rev. Phytopath.* 11: 313-342.
- MORROW, M.B., G.M. MEYER & H.E. PRINCE. 1964. A summary of air-borne mold surveys. *Ann. Allergy* 22: 575-587.
- MYERS, W.A. 1956. Air-borne molds in Honolulu. *J. Allergy* 27: 531-535.
- PADY, S.M. & P.H. GREGORY. 1963. Number and viability of air-borne hyphal fragments in England. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 46 (4): 609-613.
- _____ & C.L. KRAMER. 1960a. Kansas aeromycology VI. Hyphal fragments. *Mycologia* 52: 681-687.
- _____ & _____. 1960b. Kansas aeromycology X. Basidiomycetes. *Trans. Kan. Acad. Sci.* 63 (3): 125-134.
- _____, _____ & B.J. WILEY. 1962. Kansas aeromycology XII. Materials, methods and general results of diurnal studies 1959-1960. *Mycologia* 54: 168-180.
- _____, _____ & _____. 1963. Kansas aeromycology XIII. Diurnal studies 1959-1960. *Mycologia* 55 (4): 380-401.
- _____, _____ & _____. 1964. Kansas aeromycology XIV. Diurnal studies 1961-1962. *Trans. Kan. Acad. Sci.* 67 (3): 442-459.

- PATHAK, V.K. & S.M. PADY. 1965. Numbers and viability of certain airborne fungus spores. *Mycologia* 57: 301-310.
- PAWSEY, R.G. 1964. An investigation of the spore population of the air at Nottingham. II. The results obtained with a Hirst - sporetrap June-July 1956. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 47 (3): 357-363.
- RIPE, E. 1962. Mould allergy I. An investigation of the airborne fungal spores in Stockholm, Sweden. *Acta Allergol.* 17: 130-159.
- ROGERSON, C.F. 1958. Kansas aeromycology I. Comparison of media. *Trans. Kan. Acad. Sci.* 61 (2): 155-162.
- ROOKS, R., R.S. SHAPIRO & E.C. HORMAN. 1960. The incidence of airborne Homodendrum and Alternaria spores as determined by a volumetric sampler. *J. Allergy* 31 (2): 97-105.
- UMAÑA VALDIVIESO, R.F. 1987. Análisis cualitativo, cuantitativo y comparativo de las especies fúngicas presentes en el interior de las casas y edificios, durante las épocas seca y lluviosa en el área de San Salvador. Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador. (Tesis de Licenciatura). 62 pp.
- UPSHER, F.J. & D.A. GRIFFITHS. 1973. Air spora of a site in tropical Queensland, Australia. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 61 (3): 537-545.

VON ARX, J.A. 1970. The Genera of Fungi Sporulating in Pure Culture. J. Cramer, Lehre, Germany. 288 pp.

WILSON, C.L. & W.E. LOOMIS. 1968. Botánica. UTEHA, México D.F. 682 pp.