

24/74



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**"ANALISIS MICOLOGICO DEL AGUA DE
LLUVIA Y SU RELACION CON ALGUNOS
PARAMETROS METEOROLOGICOS"**

T E S I S
PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G A
P R E S E N T A :
SARA DOLORES GUTIERREZ ARRIOLA

MEXICO. D. F.

1983



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

INDICE

INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	6
LA ATMOSFERA	7
-Zonas de la atmósfera	
FACTORES METEOROLOGICOS QUE INTER- VIENEN EN LA DISPERSION Y VIABILI- DAD DE LOS MICROORGANISMOS	13
-Radiación solar	
-Temperatura	
-vientos	
-Humedad	
-Precipitación	
AEROBIOLOGIA	23
-Liberación	
-Dispersión	
-Deposición	
ESPORAS DEL AIRE	37
IMPORTANCIA DEL TRANSPORTE DE LAS ESPORAS A TRAVES DEL AIRE	46
AREA DE ESTUDIO	53
-Delegación Xochimilco	
-Delegación Coyoacán	
-Delegación Cuauhtémoc	
MATERIAL Y METODO	62
-Registro meteorológico	
-Trabajo de laboratorio	
-Análisis estadístico	
RESULTADOS	68
DISCUSION	98
BIBLIOGRAFIA	109

INTRODUCCION

La atmósfera es un medio a través del cual pueden ser transportadas partículas de origen y naturaleza muy variada. De esta manera, se pueden encontrar estructuras de resistencia y de dispersión así como un gran número de fragmentos de organismos, los cuales pueden ser fácilmente diseminados en la atmósfera como partículas.

Desde hace tiempo, es ya bien conocida la presencia -- de microorganismos en el aire. Leeuwenhoek (1632-1723), afirmaba que el aire era la fuente de bacterias y protozoarios. Poco tiempo después, la controversia existente entre biogenistas y abiogenistas por la teoría de la generación espontánea, suscitó una serie de investigaciones, las cuales llegaron a afirmar la existencia de gran cantidad de microorganismos en la atmósfera, capaces de contaminar sus infusiones, como fué el trabajo de Pasteur, (1822-1872), con el cual se llegó a derrotar la teoría de la generación espontánea.

Posteriormente otros investigadores, entre los que podemos mencionar a Pushcarev, quienes observaron la importancia de las corrientes de aire en la dispersión así como las adaptaciones que presentan los microorganismos para su dispersión en la atmósfera. (Schlichting, 1961).

En los últimos años, se ha desarrollado la aerobiolo-

gía como una ciencia interdisciplinaria, lo cual ha estimulado la investigación de los organismos que son transportados por el viento. El comportamiento de éstos en la atmósfera depende, no solo de la biología misma del organismo sino también de las condiciones meteorológicas como son: la humedad, la temperatura, la radiación, la precipitación, -- los vientos, etc.. Estas condiciones pueden ser favorables para la liberación además de ser determinantes para la sobrevivencia del organismos sujeto a ellas.

Gran parte de los microorganismos que se han reportado en la atmósfera son hongos, los cuales están adaptados a -- este medio de dispersión al presentar mecanismos activos de liberación y una serie de características aerodinámicas en sus esporas que los ponen en ventaja frente a estructuras similares de otros grupos de organismos. Estas características junto con otras relativas a su viabilidad, hacen de los hongos el grupo más importante de microorganismos transportados por la atmósfera.

Los organismos que son diseminados por el aire, finalmente son depositados en la superficie por diferentes mecanismos. La precipitación pluvial es uno de los más importantes en cuanto a que hace un lavado atmosférico rápido y eficiente dependiendo del tamaño de las gotas de lluvia. Según Lynch y Poole, (1979), la lluvia es 10 veces más eficiente en la deposición de esporas que el efecto de la gravedad (sedimentación) y la impactación sobre superficies.

Amplios y variados son los estudios de agua de lluvia durante los últimos 300 años, se han llevado a cabo diversos estudios para determinar cuales son los microorganismos presentes en el agua de lluvia.

En 1676, Leeuwenhoek los colectó y los observó; pero fue hasta 1884 con Miquel, que comenzaron a hacerse estudios sistemáticos de colecta y análisis de agua de lluvia.

Linder en 1899, analizó el agua de lluvia debido a que se utilizaba entre los productos farmacéuticos. (Gregory, 1973)

En el presente siglo, se han continuado los estudios de agua de lluvia. Minervini en 1900 y posteriormente Zobell en 1964, encontraron hongos en agua de lluvia colectada en la atmósfera oceánica, lejos de la costa. Entre los hongos que encontraron estan: Aspergillus glaucus, A. niger, Monilia y levaduras rosas. (Gregory, 1973).

Puschkarew en 1913, encontró protozoarios provenientes de la atmósfera y reportó además hongos y bacterias; a su vez puntualizó el hecho de que la lluvia renueva mucha de la biota transportada por el viento. (Ibidem, p.200).

Overeem en 1937, reportó algas, Petterson en 1940, colectó y estudio granos de polen de coníferas, esporas de hepáticas y numerosas algas tambien en agua de lluvia. (Idem).

En 1951, Gregoy y Hirst compararon varias técnicas de muestreo y en 1952 Gregory estudió en detalle la precipitación durante una tormenta. (Loc. cit.)

May, (1958), estudió el coeficiente de lavado de esporas de Lycopodium por lluvia, variando el diámetro de la gota de acuerdo con el tipo de lluvia.

En 1959, Hirst, enfatizó el hecho de que la lluvia tiene dos efectos. Uno provocado al caer las gotas de agua, las cuales liberan gran número de esporas de sus estructuras reproductoras, y el otro efecto que es el de lavado atmosférico, al remover las esporas que estaban inicialmente en la atmósfera. (En Gregory, 1973).

Hamilton, en 1959, reportó varios tipos de Gleocapsa en el agua de lluvia. (Gregory, op.cit.).

Gregory en 1959, realizó experimentos de dispersión por salpiqueo y la consecuente contaminación del aire. (Maguirre, 1963).

Davies, (1959), reportó la separación de conidios por gotas de lluvia.

Gregory, (1960), sugirió que muchas de las esporas presentes en la tropósfera son redepositadas a grandes distancias, debido a que probablemente permanecen suspendidas hasta que son removidas por la lluvia o el viento.

Schilchting, (1961), reporta una variedad de algas en agua de lluvia.

McDonald, (1962), estudia la tasa de remoción de esporas pequeñas, asimismo Davies (1961), estudia la eficiencia de captura de una gota dependiendo de la hidrofilia o hidrofobia que presente la espora, la forma de su transporte y su deposición.

(5)

En (1966), Starr y Mason, estudian la eficiencia de colección de esporas de Lycoperdon, tizón negro y granos de polen, por gotas de agua dentro de un intervalo de 1/10 a 1 mm de radio.

Una amplia variedad de organismos ha sido estudiada en el agua de lluvia, sin embargo todavía permanecen desconoci dos algunos de ellos, así como los procesos implicados en la dispersión y la importancia que esto representa para la salud y la economía.

OBJETIVOS.

Considerando lo anteriormente citado, se plantearon los siguientes objetivos:

- Realizar durante los meses de lluvias mas frecuentes un estudio cualitativo y cuantitativo de hongos, en el agua de lluvia, con el fin de conocer y cuantificar parcialmente y de manera indirecta, los hongos presentes en la atmósfera en tres estaciones de muestreo de la Ciudad de México.

- Hacer una correlación entre los organismos encontrados en el agua de lluvia y los parámetros meteorológicos de la atmósfera; ya que como es sabido, estos estan influyendo en la dispersión y viabilidad.

" LA ATMOSFERA "

La tierra está envuelta por una serie de capas consistentes de una mezcla de gases, la cual puede dividirse en tres grupos: El primer grupo lo constituyen aquellos gases que son permanentes en la atmósfera, de ellos el oxígeno y el nitrógeno contribuyen al 99% del volumen de aire; el segundo grupo, lo forman los gases inertes como son el helio, el neón, el kriptón y el argón; y el tercer grupo es un grupo variado de compuestos, entre los que podemos mencionar el vapor de agua que tiene el papel fundamental de evitar la desecación y una capa de ozono que impide la penetración de la luz ultravioleta.

Las propiedades físicas y la composición gaseosa cambian con la altitud, esto hace que aparezcan una serie de zonas concéntricas separadas por zonas transicionales Lynch y Poole, (1979).

La región mas baja de la atmósfera, llamada tropósfera de la cual hablaremos mas ampliamente después, se caracteriza por un decremento de la temperatura, presión barométrica y densidad del aire a medida que se aumenta la altura. Comprende un 80% de la masa atmosférica, con una composición gaseosa de 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y 0.03% de dióxido de carbono, con pequeñas cantidades de otros gases inertes, contaminantes y vapor de agua. Lynch y Poole, (1979)

La tropósfera es seguida de una zona transicional donde no hay cambio de temperatura, la Tropopausa. Además de es

esta zona transicional, existen otras como son: la Estratopausa y la mesopausa, donde no se observan cambios de temperatura.

Entre la tropopausa y la estratopausa se localiza la estratósfera, zona en la cual a medida que se aumenta la altura hay un incremento de temperatura y un aumento de la cantidad de ozono que absorbe la radiación de onda corta del sol.

A una altura de 85 Km promedio, se encuentra la mesósfera donde nuevamente se observa una disminución de la temperatura y donde se llevan a cabo importantes procesos fotquímicos. La termósfera se extiende de 85 Km en adelante - dentro del espacio exterior. La temperatura incrementa con altura. El gradiente de temperatura es el resultado de la - absorción de energía de onda corta por los gases atmosféricos. Predomina el oxígeno atómico.

La radiación ultravioleta con longitudes de onda menores a 1750 Å es gradualmente absorbida por los gases atmosféricos esta energía es en su mayoría utilizada para el calentamiento de la atmósfera. (Figura 1)

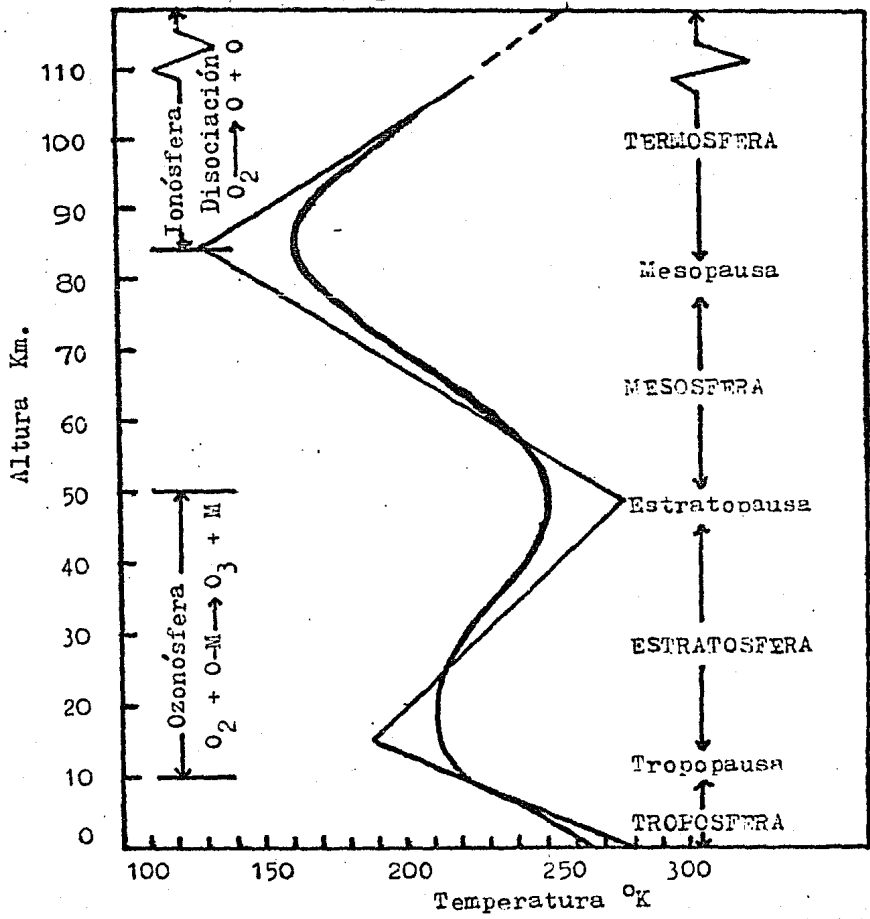


Figura 1 : " REGIONES DE LA ATMOSFERA"
 (Tomado de: The Environment and its Resources. Deju R., et. al.)

De todas estas zonas o capas atmosféricas, la de mayor importancia biológica es la tropósfera, en ella se llevan a cabo los fenómenos que nos dan origen a un determinado clima, formación de nubes, precipitación, fenómenos convectivos, y lo mas importante, es la zona que entra en contacto con todos los seres vivos.

Se puede dividir la tropósfera en 5 zonas, cada una de ellas con un papel importante en la liberación, dispersión y deposición de microorganismos transportados por el viento.

Capa de flujo laminar.

Es la capa mas cercana al suelo, en ella podemos diferenciar una zona de pocos milímetros de espesor donde el aire está unido a la superficie por medio de fuerzas moleculares y una zona delgada donde no hay turbulencia y el flujo de aire es en línea recta y paralelo a la superficie cercana.

El grosor de la capa laminar varía con la velocidad del viento y con la rugosidad de la superficie cercana. De tal forma que los vientos fuertes la reducen a fracción de milímetros. Esta zona actúa como una trampa para el polvo, y por lo tanto también lo es para los microorganismos, los cuales estan sujetos a violentas fluctuaciones de temperatura, debido a que el suelo actúa como un cuerpo negro, es decir -- que radía en todas las longitudes de onda; presentando un máximo de radiación de acuerdo a la temperatura del cuerpo ($^{\circ}\text{K}$).

Los organismos estan sujetos al calentamiento extremo durante el día y al rápido enfriamiento por la noche.

Las partículas, esporas, etc., que llegan a esta zona están sujetas a las trayectorias seguidas por el viento así como por la gravitación. Lynch y Poole, (1979).

Capa local de remolinos.

Los remolinos se forman debido a las pequeñas rugosidades del terreno; esta zona es de gran importancia biológica, ya que permite la entrada de las partículas entre ellas los microorganismos de la zona de flujo laminar hacia la turbulenta donde serán dispersados más fácilmente.

Capa de flujo turbulento.

En esta zona el flujo del momento decrece linealmente con la altura. Los obstáculos sólidos que se proyectan desde la zona de flujo laminar provocan remolinos, los cuales pueden permanecer estacionarios o bien viajar a favor del viento.

La velocidad que presenta un viento turbulento es el resultado de un movimiento complejo.

El viento tiene componentes vertical y lateral, así como un movimiento horizontal hacia adelante.

La presencia de turbulencia mecánica o friccional depende de la velocidad y del tamaño del objeto que se proyecta capaz de provocar el remolino.

En la capa de flujo turbulento, las propiedades tales como temperatura, concentración de vapor de agua y velocidad del viento, cambian mucho menos rápido que como sucede en la zona inferior. Esta zona de flujo turbulento es la

parte de la atmósfera mas familiar para nosotros. Es de gran importancia para la dispersión de los organismos transportados por la atmósfera ya que los remolinos mezclan las diferentes partes de la capa, de tal forma que las partículas - pueden ser llevadas por los remolinos hacia arriba y hacia los lados. Por otro lado, los cambios diurnos de temperatura son menos violentos que los que se registran en la capa de flujo laminar, ya que los primeros decrecen con la altura.

Capa transicional.

En esta zona desaparece la turbulencia y los cambios diurnos. Representa el límite superior en el cual las esporas y otras partículas son levantadas por la turbulencia -- friccional.

Capa convectiva.

Esta capa se extiende desde un kilómetro a partir del suelo hasta los 10 km. Las partículas de la superficie terrestre, entre ellas los organismos, pueden ser llevados a esta zona por las corrientes de convección, las cuales son originadas por el calentamiento del suelo por el sol. El aire es relativamente transparente a la radiación de onda corta, ésta llega a la superficie terrestre absorbiéndose una parte y reflejándose otra; pero en forma de radiación de onda larga; la que a su vez es facilmente absorbida por el aire, de tal forma que la temperatura más alta la encontramos en la cercanía al suelo, presentándose una disminución gradual con la altura. Esto trae como consecuencia que la densidad de la capa de aire inferior sea menor que -

la de la capa de aire superior, produciéndose un ascenso de la primera con una expansión y enfriamiento a su vez (Proceso adiabático).

Es pues de esta forma que cuando el sol calienta el -- aire cercano al suelo, en tanto que la temperatura decrece con la altura mas rápidamente que la tasa de lapso adiabático, se produce la inestabilidad atmosférica, lo que nos conlleva a un ascenso de las parcelas de aire caliente -- desde el suelo, las cuales van cargadas de partículas, esporas y vapor de agua hasta el nivel en donde se originan las nubes.

"FACTORES METEOROLOGICOS QUE INTERVIENEN EN LA DISPERSION Y VIABILIDAD DE LOS MICROORGANISMOS"

La atmósfera es uno de los medios de mayor importancia para la dispersión de los microorganismos, los cuales interactúan con los diversos factores meteorológicos, lo que representa un mecanismo de selección.

Un organismo en el aire generalmente actúa como una célula desnuda, la cual está sujeta a los agentes físicos y químicos presentes en la atmósfera. Edmonds, (1979).

Las condiciones medio ambientales, tales como: temperatura, humedad, vientos y radiación tienen un efecto predominante en el crecimiento, distribución geográfica y ecológica de los hongos, así como en su incidencia estacional. Jacobs, (1939).

Radiación solar.

Es un factor abiótico de gran importancia para una serie de procesos terrestres. Tiene un papel preponderante en el clima y en la vida vegetal y animal.

Consiste de ondas electromagnéticas y es un mecanismo de transferencia de energía a través del cual el sistema terrestre recibe la energía del sol y parte la regresa a la atmósfera.

La radiación determina el intercambio de energía entre el agua, la tierra y la atmósfera así como entre las diversas capas de la atmósfera misma.

Se presenta todo un espectro de ondas de diferentes longitudes de onda, las cuales estan asociadas con diferentes tipos de fenómenos naturales.

La máxima emisión se presenta en longitudes de onda relativamente corta, o porción visible del espectro, las cuales van del violeta cercano (0.4μ), al rojo cercano (0.7μ). Fuera de este intervalo quedan las radiaciones que no son percibidas por el ojo humano: las caloríficas (mas allá del rojo, 3μ) y las ultravioleta (cercano al violeta, 0.2μ).

De la radiación solar que entra a la atmósfera, no toda es recibida por la superficie terrestre, ésta es atenuada por tres procesos: La reflexión, la dispersión molecular y la absorción.

La radiación ultravioleta es en su mayoría absorbida por la capa de ozono localizada en promedio a los 10.5 km de altura y la radiación infrarroja es absorbida por el vapor de agua y el CO_2 de la Tropósfera. Por otro lado, la energía es dispersada cuando algunos de los rayos de luz chocan con partículas o microorganismos presentes en la atmósfera, constituyendo la radiación difusa.

Por último, el proceso de reflexión de la luz. De la energía que llega a la superficie terrestre, la mayoría es reflejada nuevamente a la atmósfera constituyendo el Albedo.

En cuanto a la viabilidad de los microorganismos; en términos generales, se ha observado que una radiación solar elevada disminuye la viabilidad.

Boebe y Prisch, 1989 (en Gregory, 1973), realizaron un experimento de laboratorio con radiación solar simulada y obser-

varon una disminución notable en la sobrevivencia.

Pathak y Pady, (1965) reportan que la luz del sol disminuye la viabilidad de muchos fitopatógenos. Por otra parte, Givan y Brombiel (en Pathak y Pady, 1965), encontraron que la luz inhibía la germinación inicial de uredosporas de Puccinia graminis. Por lo contrario Morrison (en Pathak y Pady, 1965), reportó que esporas como Erysiphe cichoracearum, y Alternaria, ejemplifican la resistencia de las esporas para retener su viabilidad a lo largo del día.

La luz ultravioleta tiene un efecto mutagénico, letal y/o degenerativo para los microorganismos. A medida que -- estos se alejan de la fuente, ascendiendo a la atmósfera superior, aumentan los riesgos de muerte.

Se han realizado experimentos de laboratorio con luz ultravioleta y han encontrado que bastan tres horas de exposición para reducir la viabilidad de muchas esporas a cero. Edmonds, (1979).

Se considera que los microorganismos que regresan al suelo después de haber sido expuestos a la radiación ultravioleta, presentan el fenómeno de fotoreactivación. Este fenómeno considera que la luz visible invierte el efecto letal de la radiación ultravioleta en muchos organismos incluyendo bacterias, actinomicetos, hongos, levaduras y protozoarios. Gregory, (1973).

Por otra parte Shrum y Wood, (1966) encontraron que la intensidad luminosa afectaba la liberación de esporas de Fomes rimosus, de tal forma que entre las 22:00 y 2:00 hrs.

se alcanzaba el máximo de liberación y entre 10:00 y 14:00 hrs. el mínimo.

Temperatura.

Como ya se mencionó anteriormente, la radiación solar presenta todo un espectro de diferentes longitudes de onda. Aquellas de onda larga llamadas infrarojas, que son ondas - caloríficas, las cuales provocan un calentamiento de la superficie terrestre. Sin embargo este no es el único proceso de calentamiento, mucha de la energía de onda corta que llega a la superficie terrestre no es absorbida, sino es - reflejada en forma de onda larga o calor, el cual se transmite hacia las capas profundas de la tierra, agua o hacia la atmósfera nuevamente.

La transmisión de energía en el suelo se realiza por conducción, por convección y turbulencia y en el aire por estos tres mecanismos y por radiación.

En la tropósfera, la oscilación de temperatura disminuye con la altura, de tal forma que a 300 metros de altura, la oscilación viene a ser de la mitad de la que se tenía - cerca del suelo. (Lorente, 1966).

La temperatura diaria presenta una oscilación según - la latitud y la época del año, pero siempre ofrece un mínimo poco después de la salida del sol y un máximo hacia las dos de la tarde o más (Lorente, 1966).

En cuanto al efecto de la temperatura sobre los orga-- nismos no es muy claro, ya que este efecto es modificado -- significativamente por la humedad relativa. De tal forma --

que al haber un incremento de temperatura generalmente se observa una disminución de la humedad relativa, lo que trae como consecuencia un mayor peligro de desecación a los microorganismos en la atmósfera.

Un microorganismo como cualquier partícula absorbe -- energía durante el día y la irradia durante la noche, esto se traduce en cambios violentos de temperatura de la masa de aire. Según Meier, (1936), muchos microorganismos tienen mayor probabilidad de sobrevivir en temperaturas de la atmósfera superior que a nivel del suelo. Siendo en muchos casos las temperaturas de la atmósfera superior más favorables para algunas esporas.

Rich, (1965), encontró correlación entre la temperatura y el número de conidios del aire. Gregory, (1973), reporta que un 50% de los organismos que él analizó, aumentaron su concentración al incrementar la temperatura.

Vientos.

De la energía solar que es interceptada por la tierra, el 1% es convertida a energía cinética o de movimiento y -- esta pequeña cantidad es responsable de muchas de las características del clima terrestre. Sin embargo la velocidad y dirección del viento no puede ser expresada solo en términos de esta cantidad de energía. Existen fuerzas que controlan el movimiento del viento, entre estos tenemos: la gravitación, las diferencias de la presión atmosférica, la --

fricción con la superficie terrestre y la rotación de la tierra. De todas estas fuerzas, la fundamental es la presión atmosférica.

De manera general, podemos decir que el viento es un movimiento que se debe a las diferencias horizontales de presión atmosférica y representa: el movimiento del aire como respuesta a las diferencias de presión. (García, 1978).

La velocidad del viento depende del gradiente barométrico presente en una región dada. Cuanto más grande sea este, mayor será la velocidad. (García, 1978).

Además del componente horizontal, el viento presenta un componente vertical. Este tipo de movimiento es vital para el clima, en su mayoría determina si el tiempo será claro y seco o bien nublado y húmedo.

Ambos movimientos: horizontal y vertical se presentan simultáneamente. Estos dos movimientos son muy importantes para la liberación, transporte y distribución de los microorganismos.

El viento viene a ser un agente pasivo de liberación de las esporas al provocar el batido de las hojas o bien al levantar las partículas del suelo que contengan microorganismos, introduciéndolos a la capa turbulenta y diseminándolos hacia nuevas zonas, ampliando su distribución.

La distancia horizontal sobre la cual un organismo puede ser transportado es siempre ilimitada y está determinada en su mayoría por la capacidad que presente el organismo para sobrevivir en el medio atmosférico. (Jacobs, 1939).

El viento tiene pues, una gran importancia en la dispersión, sobre todo de aquellos hongos fitopatógenos, al diseminarlos en zonas de cultivo sanas con la consecuente -- pérdida económica.

Humedad.

La existencia y distribución del vapor de agua atmosférico es de gran importancia para el clima y para la vida en general. La humedad contenida en la atmósfera, procede del agua evaporada de los mares, ríos y tierras, la cual va a ser mayor cuanto mas elevada sea la temperatura de la capa superficial de agua y más rápida sea la velocidad del -- viento.

Como ya se había mencionado; la humedad y la temperatura son dos factores que estan en íntima relación. Para cada temperatura hay un límite de contenido de vapor de -- agua, si se sobrepasa dicho límite se dice que el aire está saturado, si se aumenta aun más la cantidad de vapor, se condensa formando gotas de agua. Este mismo fenómeno se manifiesta si se mantiene la humedad del aire y se baja la -- temperatura.

La relación entre la cantidad de vapor de agua que tiene el aire y la que tendría si estuviera saturado se le llama humedad relativa. (Lorente, 1966).

La humedad del ambiente, tiene varios efectos sobre -- los organismos que son transportados por el aire. Estos van desde la influencia en la liberación de las esporas como es el caso de algunos Basidiomycetes, hasta en evitar la dese-

cación una vez que se encuentran en la atmósfera, hecho sobre todo constatado para aquellos hongos cuya esporulación es durante el día y que por lo tanto presentan mayores - - riezos de desecación.

Por otro lado, la humedad relativa protege a los microorganismos de muchos de los efectos letales ejercidos - por la luz ultravioleta.

Interviene en la sedimentación de las esporas, sobre todo - para aquellas que son higroscópicas y que al absorber la - humedad del medio aumentan su peso y por lo tanto su velocidad terminal.

Goodman et.al. (1965), reporta a la humedad como el -- factor que tiene mayor influencia en la proliferación y crecimiento de los hongos. Por su parte, Kramer, et.al. (1960) reporta que la humedad alta, provoca un incremento pronun-- ciado en la esporulación, lo que trae en consecuencia un -- aumento notable en el número de esporas en el aire.

Stambaugh, et.al.(1960), reportan que la dispersión de esporas de Fomes annosus está relacionada a la baja humedad.

Precipitación.

El contenido de vapor del medio y la precipitación son dos fenómenos altamente relacionados, ya que como sabemos - la evaporación de las superficies de los océanos y continentes es condensado en la atmósfera y regresado a la superficie terrestre en forma de precipitación pluvial, formando - un ciclo que nunca acaba. (Trewartha, 1980).

El aire contiene cantidades variables de vapor de --

agua, cuyos valores máximos dependen de la temperatura, Cuanto mayor sea esta, mayor es la cantidad de vapor de agua - que puede contener el aire, y una vez alcanzado este máximo, puede comenzar la condensación en forma de pequeñas gotas de agua o de cristales de hielo que conjuntamente constituyen las nubes.

Para que se formen las nubes debe existir, además de sobresaturación, pequeñas partículas sólidas en suspensión, siendo estas un soporte en donde se pueda depositar el agua condensada o bien núcleos de sublimación si se producen cristalicitos de hielo. (Petterssen, 1976).

Entre los núcleos de condensación tenemos la sal marina, el polvo atmosférico, productos continentales y microorganismos, principalmente bacterias que son importantes como centros de cristales de hielo. (Edmonds, 1979).

Las partículas que sirven como núcleos de condensación deben ser higroscópicas, es decir que tienen una alta afinidad por el agua. (Petterssen, 1976).

Los principales mecanismos de condensación de vapor de agua son: Por enfriamiento, mezcla y evaporación.

Se llama precipitación al fenómeno de la caída de agua de las nubes en forma líquida o sólida.

Se entiende por lluvia a la precipitación en forma de gotas de agua, con un diámetro mayor de 0.5 mm que caen en el aire en calma a una velocidad mayor de 3 m/seg y llovizna como una precipitación bastante uniforme formada por gotitas de agua de diámetro inferior a 0.5 mm. (Lorente, 1966).

Un diámetro de 0.2 mm es el aceptado meteorológicamente para dividir a las gotas grandes de lluvia y las gotitas

" AEROBIOLOGIA "

La aerobiología es la ciencia que se encarga del estudio de los microorganismos que son transportados en la atmósfera y de todos los procesos físicos (meteorológicos) y biológicos relacionados en la liberación, transporte, deposición y viabilidad de estos microorganismos.

Se le ha dividido en dos ramas: La aerobiología intramuros, que concierne primariamente con la higiene del aire o estudio de los microorganismos dentro de una habitación, y la aerobiología extramuros, de gran importancia para los fitopatólogos y alergólogos que es el estudio de los microorganismos de la atmósfera libre o de espacios abiertos. -- (Gregory, 1960, 1973., Edmonds, 1979., Dimick, 1969).

Para determinar el comportamiento de estas partículas viables, es de vital importancia conocer la dinámica atmosférica y todos los procesos implicados en su dispersión y viabilidad.

La dispersión de los organismos transportados en el aire involucra tres estados: La liberación, la dispersión por las corrientes de aire y la deposición en una superficie. (Lynch y Poole, 1979., Gregory, 1973).

Los microorganismos en la atmósfera, pueden ser transportados solos, en grupos o bien sobre alguna partícula proveniente del suelo o de materia orgánica.

de llovizna.

Podemos decir que 1.0 mm es el tamaño representativo de gota de lluvia para la mayoría de las precipitaciones y 4.0 mm es el límite cercano superior de diámetro de gotas durante una tormenta.

Una gota que viene cayendo, si atraviesa un ambiente seco, puede evaporarse antes de llegar al suelo.

Por lo general, las gotas de lluvia varían en tamaño, si su diámetro es mayor de 5 mm son inestables, rompiéndose en pequeñas gotas.

Una precipitación presenta un espectro característico de distribución de tamaño de gota, la cual depende del tipo de lluvia. (May, 1958).

La nubes bajas o poco estratificadas proporcionan lluvias orográficas o frontales, con gotas en un amplio rango de tamaño, sin embargo, la mayoría son de tamaño pequeño, solo unas cuantas exceden de 1.0 mm de diámetro.

Los aguaceros originados por nubes convectivas como los cúmulos con actividad eléctrica, presentan un gran número de gotas mayores de los 2.0 mm de diámetro.

La velocidad con la cual cae una gota a través del aire bajo la acción de la gravedad, varía con el tamaño. Esta velocidad no puede ser calculada por la ley de Stokes, debido a que no son esferas rígidas. Su velocidad generalmente varía entre 2 y 9 m/seg.

La adaptación a la dispersión varía grandemente entre los diferentes grupos. Esto lo vemos reflejado en su abundancia en la atmósfera.

Los virus y las bacterias están pobremente adaptados a la dispersión a diferencia de los hongos que han desarrollado mecanismos que le permiten enviar sus esporas a la atmósfera. Por otro lado, presentan otras características como -- son el color, forma, densidad, etc., que les proporciona ventajas en la dispersión.

Liberación.

La energía para la liberación de los microorganismos puede provenir del propio organismo (mecanismo activo) o -- bien de fuentes externas como sería: el viento, o la energía cinética de las gotas de lluvia.

En el caso de los hongos, el rango de adaptación va -- desde el proceso pasivo y tranquilo pero efectivo del viento y lluvia hasta la espectacular liberación activa que presentan algunos Ascomycetes.

Las características de la espora son determinantes para que se lleve a cabo la liberación pasiva por el viento -- o la lluvia.

Se han reportado 7 mecanismos pasivos de liberación. -- (Gregory, 1973).

- 1) Vertimiento de las esporas bajo la acción de la gravedad. Este es un mecanismo reportado en Botrytis cinerea, Monilia sitophila, Helminthosporium sativum y en macroco--nidios de Fusarium.

- 2) Corrientes de convección. Se ha probado en el laboratorio, que Monilia sitophila y Botrytis cinerea pueden -- ser liberadas por corrientes de convección provocadas - por diferencias de temperatura de 10^o C.
- 3) Remoción por el viento. Este proceso se lleva a cabo - cuando los conidióforos que se localizan sobre las hojas o inflorescencias de los vegetales, son movidos por la acción del viento.
Stepanov, 1935 (en Gregory, op.cit.), usando un tunel de viento, encontró la velocidad mínima para remover las - esporas de diferentes hongos.
Botrytis cinerea es liberado con una velocidad de viento de 0.36 a 0.50 m/seg, Monilia sitophila, Ustilago, - Puccinia triticina y Helminthosporium fueron liberados a a una velocidad de viento de 0.51 a 0.75 m/seg. Puccinia coronifera y P. pringsheimiana con una velocidad de - - 0.76 a 2.0 m/seg.
Por otro lado, se observó mayor liberación de esporas - cuando el viento era en línea recta y conteniendo humedad.
- 4) Mecanismos inferiores. Se presentan en ciertos gastero mycetes. Lycoperdon perlatum y L. pyriforme que presentan la masa de esporas cubierta por una pared impermeable, delgada y flexible; al contacto con los animales - se rompe o se le hace una pequeña muesca que forza a salir un chorro de aire cargado de esporas.
- 5) Movimientos higroscópicos. Efecto visto principalmente

en Phycomycetes, debido a cambios drásticos en la humedad relativa, provocando el movimiento de los conidióforos.

- 6) Efectos por niebla: Pequeñas gotas de niebla, pueden provocar la liberación pasiva de las esporas de hongos. Este fenómeno ha sido reportado para algunos fitopatógenos como Verticillium albo-artrum y Cercospora herpotrichoides.
- 7) "Golpeteo y soplo de la lluvia". Mecanismo provocado por la vibración de las hojas al caer la gota de lluvia. En general podemos decir que este fenómeno se presenta al romperse una gota sobre una superficie seca.
- 8) Salpiqueo de la lluvia. Este es un mecanismo que ha sido reconocido por mucho tiempo como un agente efectivo en la liberación y dispersión de algunos hongos saprófitos y parásitos. Se presenta al impactarse una gota de agua sobre una capa líquida. Es significativo sobre todo para aquellos microorganismos que crecen sobre las plantas.

Faulwetter, (1917), reporta por sus experimentos que la altura que alcanza una gota que proviene del salpiqueo, está influenciado por el tamaño inicial de la gota de lluvia, por la profundidad de la película de agua por el ángulo de elevación o inclinación de la superficie de impacto y por la velocidad del viento.

Stepanov (en Gregory 1973), bombardeó cultivos de hon-

gos con pequeñas gotas de agua, simulando el efecto de la lluvia y llegó a la conclusión de que las esporas de Colletotrichum lini, y los esporodoquios de Fusarium así como de muchas otras esporas de hongos, -- pueden ser liberadas en la caída de las gotas.

Davies, (1959), en un experimento similar, encontró que gran cantidad de conidios de Verticillium eran liberados y enviados al aire cuando las corrientes de aire presentaban pequeñas gotas de agua; no encuentran separación de estos cuando las corrientes de aire eran secas.

Para Cladosporium, la liberación de esporas fue mayor cuando las corrientes de aire contenían gotas de agua y fue mínima cuando el aire tenía la misma velocidad pero sin gotitas de agua.

Se ha mostrado por fotografías con "Flash" electrónico la serie de efectos que se producen al caer una gota de agua ya sea sobre una superficie seca, sobre una película delgada de agua o bien sobre un líquido profundo.

La superficie de una película de agua es empujada hacia el exterior por una gota que cae de cierta altura originándose un movimiento radial en la masa de agua, la cual posteriormente es levantada debido a los efectos de tensión superficial en el interior de un cráter, provocándose el rompimiento en forma de pequeñas gotitas de agua. Este proceso es de gran importancia en la liberación de bacterias y esporas de ciertos hongos.

Por otro lado, si la gota cae dentro de un líquido pro fundo a poca altura, el proceso es similar, pero se produ-- ce un pilar central de líquido inmediatamente después de -- que el cráter se hunde; este termina por romperse en gotas.

Si la caída es a gran altura, la gota puede "horadar" la superficie del líquido, originándose también un cráter - con chorros radiales, pero se forma además una burbuja, la cual puede romperse o permanecer cerrada hasta el rompimien-- to del pilar. (Gregory, 1973., Lynch y Poole, 1979).

En experimentos de laboratorio se ha observado que el número total de gotas producidas y el número de esporas -- transportadas incrementa a medida que el tamaño y veloci-- dad de la gota aumenta así como disminuye el grosor de la película de agua.

Una gota de agua elevada por el salpiqueo generalmente se evapora rápidamente; de tal forma que cualquier espora o partícula liberada durante este proceso, podrá ingresar a - la atmósfera diseminándose posteriormente.

El salpiqueo tiene la propiedad interesante de efec- - tuar la diseminación vertical de los organismos. Fenómeno - tal vez mas efectivo que el que realiza el viento.

Una espora que ha sido liberada por el salpiqueo y se ha depositado rápidamente, tiene la capacidad de resuspen-- derse en un nuevo salpiqueo.

Weston y Taylor (en Gregory op.cit.), demostraron que una - sola gota que cae a 4 metros de altura sobre una hoja infec-- tada con Botrytis, puede llegar a contaminar una área de -- 2.5 metros cuadrados. Por otro lado, observaron que un - - aguacero que cayó en una zona que presentaba este fitopató-

géno, contaminó 32 metros cuadrados en solo 45 minutos.

La liberación de Venturia inaequalis (hongo de la cáscara de la manzana), ha sido correlacionado con la lluvia. Gregory, (1973), encontró ascorsporas de este hongo después de que había llovido, siendo que no se había observado durante los días secos.

Por otra parte, encontró que la precipitación no tiene efecto en la concentración de basidiosporas en la atmósfera.

Cuando las cascadas o ríos tiene un alto contenido microbiano, el salpiqueo viene a ser una contribución significativa en la cantidad de esporas enviadas a la atmósfera. Lo mismo sucede en prácticas agrícolas sobre cultivos infectados por algún fitopatógeno.

Como ya se había mencionado anteriormente, los hongos además de contar con los mecanismos pasivos de liberación, presentan mecanismos activos donde el organismo proporciona la energía necesaria para su liberación. Las distancias de eyección varían con los diferentes organismos.

Existen cinco tipos generales de mecanismos de liberación activa: (en Gregory, 1973., Lynch y Poole, 1979)

- 1) "Disparo". Se presenta en muchos Ascomycetes. El ascoc que contiene a las ascosporas, al madurar aumenta de tamaño y finalmente la punta se rompe lanzando las esporas a la atmósfera.
- 2) mecanismo de "Chorro". En este mecanismo, las esporas son propelidas violentamente dentro de la atmósfera. Hecho que se puede observar en Pilobolus, Basidiobolus y Entomophtora muscae.

- 3) Mecanismo de liberación por opresión de células túrgidas. Este fenómeno se ve favorecido por humedades altas.
- 4) Ruptura por agua. Se presenta en Alternaria y Helminthosporium turcicum; es provocada por la expansión de las -- células secas al contacto con el agua con formación de -- una burbuja de gas.
- 5) Descarga de basidiosporas. El basidio es una célula pro-- ductora de uno o mas esterigmas. Al final del basidio se forma una basidiospora asimétrica, la cual al estar madu-- ra, es excretada junto con una gota de agua que intervie-- ne en la liberación.

Dispersión.

Una vez que el microorganismo ha sido liberado, su -- movimiento y diseminación, dependerá de la dinámica atmosfé-- rica.

La dispersión de las esporas en la atmósfera, puede ser considerada a dos niveles.

A un nivel individual, o bien como grupos o nubes de espo-- ras. En ambos casos, su capacidad de dispersión dependerá de las características físicas de la spora y de la atmós-- fera. Dentro de las características importantes de la espo-- ra tenemos: El tamaño, la forma, la rugosidad, la densidad y la carga eléctrica. Dentro de las características de la -- atmósfera debe tomarse en cuenta el movimiento del viento, la turbulencia, la viscosidad del aire, las corrientes de convección, el gradiente de velocidad del viento y los pa-- trones generales de circulación atmosférica.

Debido a que las esporas son mas pesadas que el aire, estas tienden a sedimentarse bajo la acción de la gravedad. La sedimentación es contrarrestada por los movimientos de convección y turbulencia. La tendencia de esta última es crear una distribución uniforme de la masa de aire.

El transporte puede ser horizontal y vertical. Este último depende de la estabilidad atmosférica y de la altura de la capa turbulenta y convectiva. Lo que a su vez está influenciado por la velocidad del viento, la rugosidad de la superficie y por la latitud.

La dilución de una nube de esporas que viaja horizontalmente a favor del viento, es el resultado de la difusión de remolinos. Con base en esto, Sutton formuló una serie de ecuaciones para determinar la concentración de esporas a diferentes distancias de la fuente.

La distancia en plano horizontal sobre la cual un organismo puede ser transportado es ilimitada y esta es en su mayoría determinada por su habilidad para sobrevivir en el medio atmosférico.

Deposición.

La deposición es el estado final de la dispersión de los microorganismos transportados por el aire, los cuales regresan a las plantas o al suelo.

Gregory, (1973), sugiere que los principales métodos de deposición de las esporas en la naturaleza pueden ser: La sedimentación, la impactación, el intercambio con la capa cercana, la deposición turbulenta, la deposición elec-

trostática y el lavado de la lluvia.

La sedimentación se da bajo la influencia de la gravedad. Cuando las condiciones atmosféricas son estables, el tamaño de la partícula tiene un importante efecto en la cantidad de esporas sedimentadas. Este fenómeno se presenta principalmente en habitaciones cerradas y durante la noche cuando se alcanza la mayor estabilidad atmosférica. Sin embargo es posible observarlo en lugares de densa vegetación donde la velocidad del viento decrece notablemente.

La sedimentación es un proceso muy importante para aquellos organismos cuya fuente se encuentra en el suelo o muy cercana al suelo.

Como ya se había mencionado anteriormente, no existe una separación tajante entre la capa de flujo laminar y la de flujo turbulento.

Para que las esporas localizadas en la capa laminar ingresen a la turbulenta, necesitan de la formación de remolinos. Sin embargo el fenómeno de intercambio con la capa cercana, tiende a regresar a las esporas hacia abajo en donde puedan ser sedimentadas bajo la influencia de la gravedad.

Otro mecanismo de deposición es la impactación, la cual se presenta cuando una superficie pequeña, sea una hoja o un tallo, se proyectan dentro de la zona de viento. Este al chocar con el obstáculo tiende a divergir pero las esporas o partículas continúan en línea recta a causa de su momento, impactándose sobre el obstáculo.

Las partículas grandes y las de movimientos rápidos, llevan

más momento que las partículas pequeñas y de movimientos -- lentos. Por esta razón, las esporas grandes como Phytophthora infestans, Puccinia y Helminthosporium (30-100 μ) presentan mayor eficiencia de impactación, a diferencia de hongos como Penicillium, Geastrum y Licoperdon con esporas de - - 5 a 10 μ , que presentan otros mecanismos de deposición mas - - eficientes. (Lynch y Poole, 1979., Gregory, 1973).

La vegetación densa de altos estratos actúa como un -- filtro para la vegetación de los estratos inferiores, debido a la impactación en hojas y tallos.

Los bosques de coníferas densas, son mas efectivos que los bosques de árboles decídúos para llevar a cabo la impac-
tación.

La deposición turbulenta, es un mecanismo mediante el cual las esporas son depositadas en superficies horizontales sobre las cuales fluye el viento a una tasa mas rápida que la esperada para la sedimentación. De esta forma, las esporas son depositadas tanto por arriba como por abajo de la superficie de las hojas.

La deposición electrostática, ha sido estudiada en muchas esporas de Basidiomycetes y Ascomycetes, las cuales -- presentan cargas eléctricas positivas o negativas adquiridas durante la liberación o bien tomadas de la atmósfera por los iones presentes en ella. (Gregory, 1957).

Ingold, (1957), sugiere que la carga de hongos polipo-
rales tiene la función de prevenir la deposición de las basidiosporas dentro de la pared del tubo himenial.

Kramer, (1960), observó una disminución de Penicillium en el aire, debido a una precipitación.

Langmuir, (1948), trabajando con lluvia artificial, encontró que aquellas esporas pequeñas como Licoperdon y Penicillium, tienen un máximo de colección con gotas de 2.0 mm de diámetro. Sin embargo, esporas de 4.0μ de diámetro presentan una eficiencia de colección del 25% y esporas con diámetros de 20 a 30μ presentan eficiencia del 80 al 90%.

Degun Davies, (1961), la hidrofilia o hidrofobia de la espora influye en la captura y el transporte por la lluvia. Esporas hidrofílicas como Cephalosporium, Fusarium, Verticillium y Pullularia, son transportadas dentro de la gota de agua, en cambio Aspergillus, Cladosporium y Penicillium, son transportados por adhesión a la superficie de la gota.

Por otro lado, la hidrofilia o hidrofobia de la superficie donde será depositada la esporas, también influirá. de esta manera, si una espora hidrofóbica que es llevada en una gota de agua cae sobre una hoja de un vegetal con características hidrofóbicas, la espora tiende a depositarse en la parte posterior del trayecto que siga la gota, en cambio si una espora hidrofílica es transportada, tenderá a depositarse en el lugar donde la gota se detiene y se evapora.

Se ha demostrado que las nubes de esporas localizadas a grandes alturas, son lavadas a una tasa mayor que las localizadas en la cercanía al suelo en donde el lavado de la lluvia tiene un efecto insignificante.

ca de la fuente. Algunas son transportadas a grandes distancias, estas últimas, juegan un papel muy importante en algunas de la enfermedades epidémicas y en la dispersión de los organismos.

Las cadenas montañosas, los océanos, y los desiertos, pueden ser barreras efectivas para la dispersión. Davies (1969), menciona que los problemas de asma pueden estar relacionadas a la altura, ya que las montañas altas actúan como una barrera.

Los hongos tienen su orgien en numerosos sustratos, la mayor parte, se presentan en la atmósfera durante todo el año, varían con la estación, las condiciones meteorológicas y la hora del día.

La localización geográfica juega un papel significativo con el tipo y la cantidad de esporas presentes en la atmósfera.

Una gran cantidad de microorganismos son liberados a la atmósfera minuto a minuto viniendo a ser ésta, un gran "reservorio" de hongos, entre ellos muchos patógenos de plantas, animales y el hombre.

Se han reconocido en la atmósfera alrededor de 1200 especies de bacterias y actinomicetos; mas de 100,000 especies de polen, numerosos musgos, hepáticas, helechos, protozoarios, algas y alrededor de 40,000 especies diferentes de hongos. (gregory op. cit.).

En el presente siglo, se ha estudiado la composición de polen y hongos en extramuros.

Por medio de equipo volumétrico de muestreo se ha comprobado que diversos grupos de hongos y bacterias presentan ciclos circadianos. (Gregory, 1960). De esta forma hay una variación tanto de composición como de concentración de hongos con el lugar, la estación, la hora del día, el clima y hasta con la actividad humana.

Desde finales del siglo XIX, Pierre Miquel, encontró diversos organismos en el aire de Paris y en Parc Montsouris a 5 km del centro de Paris. Demostró que tanto las bacterias como los mohos mostraban variaciones estacionales. Las bacterias resultaron ser tres veces mas numerosas en el verano que en el invierno.

Por otro lado, encontró dos y media veces mas bacterias en el Parc Montsouris que en el centro de Paris; a diferencia de los mohos que fueron 10 veces mas numerosos en este último sitio. (Gregory, 1973).

Las estaciones afectan profundamente a las esporas del aire, Alternaria, y Cladosporium, han mostrado periodicidad estacional en regiones templadas a diferencia de Penicillium que muestra poco cambio estacional en la ciudad. Sin embargo es reportado por algunos investigadores como mas abundante en el invierno. En México Gonzalez y Orozco, (1943), reportan como mas frecuente a Homodendrum (17.7%) Penicillium (16.6%) Mycelia sterilia (12.5%) y Alternaria(9.3%)

Gregory y Hirst, (1957), usando un muestreador volumétrico de esporas, encontraron de junio a octubre, una --

concentración de 12,500 esporas/m³ de aire, las cuales fueron agrupadas en 25 categorías.

El hongo más común fué Cladosporium, con un 47%, basidiosporas hialinas, (31.5%), Tilletiopsis (0.56%), basidiosporas de macromicetos incluyendo setas venenosas (3.3%) y polen (1%). Conidios de mildius, clamidosporas de diversas especies de Ustilago, conidios de Alternaria (1-2%) y esporas no identificadas (8%), las cuales incluían varios hongos del suelo (Penicillium, Aspergillus y algunos mucoraceos).

Goodman, et.al. (1966), en un estudio realizado en la atmósfera de Arizona, reportó 23 géneros, siendo la mayoría hongos imperfectos. Los más comúnmente aislados fueron: Alternaria, Pullularia, Hormodendrum, Aspergillus, Helminthosporium y Penicillium. De todos estos hongos aislados, el más frecuentemente aislado durante diciembre, enero y febrero fue Pullularia y Bispora, los cuales se presentaron durante todos los muestreos, lo que los hace considerarlos como un género peculiar y característico de Arizona.

Pady, (1957), en un trabajo realizado en Kansas, reporta que el número de esporas en la atmósfera de Kansas, corresponde cercanamente con el patrón estacional, el cual comienza a incrementarse en abril llegando a un máximo en julio y agosto. Declinando finalmente en septiembre y octubre.

Cladosporium se presentó durante todo el año a pesar de ligeras bajas durante el invierno.

Fueron abundantes también: Alternaria, levaduras y basidiosporas hialinas.

Davies, et.al., (1963), en un estudio comparativo de esporas en Londres y Liverpool, encontraron en Londres altas concentraciones durante el verano, principalmente debidas a Cladosporium, Ustilago y Sporobolomyces.

Por otro lado, también reportan a Botrytis, Leptosphaeria, y algunos ascomycetes y basidiomycetes.

En Liverpool, hubo una gran concentración de Pencilium, -- Sporobolomyces y Cladosporium, las ascosporas y las basidiosporas también estuvieron presentes.

Auger-Barreau, (1971), reporta a Alternaria, Cladosporium, y Fusarium como los tres géneros "perenes" en la atmósfera, los cuales son mas abundantes durante los períodos de cosecha de los cultivos.

Kramer, et.al., (1960), en un estudio en Kansas, encontraron: Cladosporium (44.5%), Alternaria (12.6%), levaduras (8.4%), Penicillium (6.15%) y Aspergillus (5.4%).

Penicillium presentó variación día a día, los picos máximos fueron obtenidos de julio a noviembre y los mínimos a finales del invierno y principios de primavera.

Aspergillus, también presentó variación estacional con alto número en primavera y otoño y con bajos números en verano.

Por lo que podemos ver, ambos géneros son afectados por las condiciones climáticas. Es por esto que Kramer, et.al. (1960) consideran a Penicillium de climas cálidos y a Aspergillus de climas fríos.

Pady y Kramer, (1960), encontraron fragmentos hifales

en la atmósfera de Kansas, los cuales presentaron altos números durante la primavera. Los aislamientos de estos fragmentos hifales produjeron colonias de Cladosporium, Alternaria y Penicillium. Ya otros autores habían encontrado fragmentos higales, pero no se les había citado en la literatura. Sin embargo debido a su abundancia debe dárseles mayor importancia, ya que también son capaces de proliferar y de dar origen a nuevas colonias. (Pady, y Kramer, 1960).

Mallea, et.al., (1972), encontraron que en París y en el sur de Francia, las variaciones estacionales son muy importantes para los hongos presentes. En Maseilles y Lyon, las variaciones horarias son mas importantes que las variaciones estacionales.

Las especies de Aspergillus reportadas en Marseilles como las más abundantes son: Aspergillus glaucus, A. versicolor, En París: A. niger y en Londres: A. fumigatus.

Kramer, et.al., (1963), reporta periodicidad en Cladosporium, Alternaria, células hialinas, basidiosporas y levaduras; las cuales presentaron sus picos máximos durante la noche. Reporta: Fusarium, Penicillium, Aspergillus, Phoma, Sporotrichum, Pullularia, Cephalosporium, Fusidium, Coniothyrium, Epicoccum, Geotrichum, Chloridium, Curvularia, Sirodismium, Beauveria, Scopulariopsis, Stemphyllum, Helminthosporium, Rhizophus, fragmentos hifales y otros 47 géneros reportados ocasionalmente.

Periodicidad circadiana.

Esporas de alguna especie o bien de grupos de especies presentan algunas veces ritmos diarios.

Las variaciones rítmicas en la liberación de las esporas -- contribuye de manera clara a cambiar las concentraciones de los microorganismos en la atmósfera. Sin embargo, existen otros factores relacionados.

La cantidad de partículas de una fuente es controlada por la distribución geográfica o bien por los ciclos estacionales que presentan los organismos productores de esporas. De tal forma que si el número de esporas liberadas -- permancece constante a todo lo largo del día y de la noche, la concentración tenderá a ser mayor durante la noche ya - que la nube de esporas sufre menor dilución, debido al efecto combinado de poco viento e inversión de temperatura.

Existen además otros factores que estan involucrados en la liberación, algunos ya analizados anteriormente, como son los cambios de humedad, viento y temperatura. Sin embargo, la luz, la obscuridad, y los ritmos endógenos del organismos llegan a afectar el proceso.

La periodicidad en los hongos ha sido estudiada por varios autores, (Sreeramulu, 1963., Pathak y Pady, 1965., Kramer, Pady, Willey, 1963., Kramer, Pady, Willey, 1964., De - Groot, 1968).

Algunos hongos presentan picos máximos durante la no--che, otros durante el día. De los que presentan picos durante el día, la mayoría lo presentan por la tarde, pero hay - algunos reportados con picos durante la mañana. (Hayker y - Linton, 1971., en Coutiño, 1979).

Meredith, Sreeramulu y Ramalingam (en Gregory op.cit.) describen algunos de los patrones de periodicidad que pre--

sentan los hongos.

- 1) Patrón nocturno. Se presenta una alta concentración de esporas en la atmósfera entre la puesta del sol y el amanecer. Con un máximo después de la media noche. Este grupo incluye a las basidiosporas entre ellas las provenientes de Sporobolomyces.
- 2) Patrón posterior al amanecer. Es un grupo que se presenta durante las primeras horas de luz y está relacionada la liberación con el incremento de presión de vapor. Este grupo se caracteriza por una rápida disminución después de que se alcanzó el pico máximo. A este grupo pertenece Phytophthora infestans, Polythraccium trifolii, Cordana muscae, Deightoniella torulosa, Nigrospora, Zygosporium, Zygiophialia y Corynespora.
- 3) Patrón de medio día. Este grupo presenta un pico máximo durante lo que es propiamente la parte mas caliente del día, que se caracteriza por vientos fuertes y turbulencia.
En este grupo se incluyen: Cladosporium, Alternaria, Ustilago, Erysiphe, Cercospora, Curvularia, Tetraploa, Memnoniella y Periconiella.
- 4) Patrón de doble pico. Este es el patrón reportado por Miquel en 1899 para bacterias, con dos máximos durante el día. Este fenómeno no ha sido del todo explicado. Dentro de este patrón estan incluidos: Curvularia, Helminthosporium ssp., Tetraploa, Cercospora ssp., Aspergillus y Cladosporium. Este último ha sido reportado por

Rich y Waggoner, (1962), quienes dicen que las esporas son solo producidas cada 24 horas, madurando por la noche hasta estar listas justamente después de las primeras horas del día, pero la turbulencia de la mañana se lleva a las esporas al aire provocando el primer pico (media mañana). El decrecimiento de la turbulencia, permite la sedimentación de las esporas produciendo de esta forma el segundo pico por la tarde o bien en las primeras horas del anochecer.

La localidad tiene un efecto grande en la periodicidad de las esporas encontradas en la atmósfera, sin embargo es difícil dividir las contribuciones que hacen las fuentes locales y las distantes.

Hamilton, (1959), reporta que las concentraciones de las esporas debe ser menor en una ciudad que en el campo. Dicho autor comparó dos registros continuos uno en Rothamsted y el otro en Londres, encontrando que el polen total -- fué mayor en este último sitio debido al exceso de Platanus.

Por otro lado, la actividad humana afecta también la concentración de esporas en la atmósfera.

El corte del pasto de los jardines produjo un incremento local de Cladosporium y Pithomyces chartarum durante el corte de pasto en Nottingham Inglaterra. (Hamilton, 1959).

Otras actividades humanas que no deben pasarse por alto su alta influencia, son los insecticidas que son rociados la irrigación por aspersion etc., que ya han sido reportados como mecanismos de liberación y diseminación de algunas enfermedades fúngicas.

" IMPORTANCIA DEL TRANSPORTE DE LAS ESPORAS A TRAVES DEL
AIRE "

Junto con las bacterias, los hongos saprobios juegan un papel muy importante en la descomposición de la materia orgánica, ya que son capaces de utilizar una gran variedad de materiales como la celulosa, lignina o bien otros polisacáridos.

Los hongos saprobios se encuentran en todas partes descomponiendo la materia orgánica de todos los lugares y regiones del mundo.

A pesar de la importante acción degradadora de los hongos en el ambiente, existen parásitos de plantas y algunos patógenos a los animales y el hombre, en cuya dispersión intervienen como ya hemos visto, el agua y el viento.

El inventario de la microflora fúngica de la atmósfera tiene grandes aplicaciones en la medicina alergológica y son todavía más importantes en la agricultura debido a la contaminación de los cultivos por el viento.

Las esporas de hongos parásitos son transportadas por el viento a través de grandes distancias a partir de un cultivo infectado.

El vertimiento continuo de aguas negras provoca alteraciones ecológicas causando la proliferación de microorganismos, entre ellos, algunos patógenos los cuales son dispersados al utilizar esta agua contaminada en la agricultura.

ra, afectando a los vegetales al entrar en ellos por contacto directo o bien al hombre y animales al respirar los microorganismos aerolizados debido al sistema de riego por aspersión.

De esta forma, podemos decir que la presencia de enfermedades fúngicas y sus agentes etiológicos está en función de la incidencia, distribución geográfica y de las áreas endémicas.

Por otro lado, al depositar residuos orgánicos o heces fecales en los suelos, se permite el desarrollo explosivo de hongos donde tomará parte el viento y el agua de lluvia en su dispersión.

Una vez los microorganismos en el aire, podrán ser depositados en el tracto respiratorio causando alergias o serias infecciones, entre las que podemos mencionar: la aspergilosis; histoplasmosis, blastomycosis etc.

Aspergillus, puede lesionar diversos órganos y sistemas del cuerpo y producir lesiones inflamatorias agudas o crónicas. Las lesiones mas comunes se presentan en los bronquios, pero pueden aparecer o diseminarse en el conducto auditivo externo, senos para-nasales, meninges y vagina. Las especies de Aspergillus que se han reportado como causantes de enfermedades en el hombre son: Aspergillus fumigatus, A. niger, A. flavus, A. nidulans y A. glaucus en orden de importancia (Huerta, et.al., 1971).

Estos autores reportan a Aspergillus fumigatus como el causante en el hombre y en algunos animales de secreciones mucosas de los bronquios, además de provocar estados hipersen-

sitivos al inhalar las esporas. Si el hongo se establece o bien invade el aparato respiratorio causa una lesión llamada aspergiloma.

Histoplasma capsulatum, causante de la histoplasmosis ha sido aislado en extramuros (Ibach, et.al., 1953., Edmonds, 1979).

La histoplasmosis es una enfermedad originada como una infección del pulmón debida a la inhalación de esporas, seguidas ocasionalmente por una invasión severa y crónica a otros órganos.

Se ha estimado que aproximadamente 500,000 personas adquieren histoplasmosis anualmente, aproximadamente un tercio de ellas desarrollan la enfermedad clínica. Dentro de estas personas, el rango va desde un desorden respiratorio hasta una enfermedad ampliamente diseminada.

A través de la historia, se han reportado algunos casos de epidemias de histoplasmosis, algunas de ellas reportadas en Mason City Iowa, en 1962, con dos muertes y un total de 28 personas con sintomatología. (Edmonds, 1979).

Blastomyces dermatitides, provoca blastomycosis, En América y Africa, se han reportado casos de blastomycosis debido a la inhalación de esporas. Sin embargo, este hongo llega a afectar directamente la piel.

En cuanto a alergen^{os}, estos parecen ser originados de la vegetación. En grandes extensiones agrícolas, el problema se ha agravado debido a la necesidad de obtener cultivos puros.

Los componentes de las esporas del aire, deben cumplir ciertos requerimientos para calificarlos como alérgenos, sin embargo, todas las esporas deben ser consideradas potencialmente como alérgenos.

Una concentración suficiente de partículas microbianas en un rango de tamaño de 1.50μ , se presenta regularmente u ocasionalmente tanto en intramuros como en extramuros.

Una persona alérgica difiere de una normal, por estar sensibilizada a la exposición de uno o más sustancias, las cuales se les refiere como alérgenos. La exposición puede llevarse a cabo por varias rutas, incluyendo contacto directo, inyección o inhalación. La inhalación, puede ser intensiva o severa, pero las personas pueden estar agrupadas dentro de dos categorías de acuerdo a su reacción con los alérgenos.

Un grupo atópico, el cual tiene predisposición a la sensibilización y el otro grupo de personas no atópicas. En este grupo están comprendidas la mayor parte de la población, los cuales son menos predispuestos a las alergias, pero llegan a sensibilizarse debido a una alta exposición. En consecuencia su sensibilidad es comúnmente a un alérgeno específico. (Gregory, 1973).

La concentración de un alérgeno capaz de provocar una reacción, será más pequeña con respecto a sujetos atópicos a diferencia de sujetos no atópicos que necesitan concentraciones mayores.

La viabilidad de un microorganismo no es una característica necesaria para que sea un alérgeno, ya que como sabemos una gran cantidad de sustancias inorgánicas también provocan reacciones alérgicas.

Las especies fúngicas más comúnmente reportadas como alérgenos son: Alternaria, Cladosporium, algunas especies de Aspergillus; especialmente, Aspergillus fumigatus.

Por su parte, Ustilago spp. y Chaetomium spp. también han sido reportadas como alérgenos.

González, et.al., (1943) (en Coutiño, 1979), reportan que los principales hongos causantes de alergias en México, corresponden a los géneros: Hormodendrum, Penicillium y Alternaria.

Cueva, (1960), en un estudio en México reporta a Aspergillus, Penicillium, Mucorínea, y Alternaria, como los hongos causantes de asma en un 44% de los enfermos estudiados.

La alveolitis alérgica involucra a un grupo de enfermedades provocadas por la inhalación de pequeñas partículas debido a su tamaño penetran profundamente. Un ejemplo clásico, lo tenemos en la conocida enfermedad del pulmón de los granjeros, la cual es causada por la inhalación masiva de Actinomycetos.

Por su parte, también han sido reportadas alveolitis provocadas por la inhalación de Aspergillus fumigatus y Aspergillus clavatus.

El estudio de la biología de los aeroalérgenos es de gran importancia no solo para conocer sus fuentes, disper-

sión y efectos sobre el paciente, sino también de ayuda -- para el tratamiento.

La importancia de la aerobiología extramuros en la - agricultura es grande.

Los vientos llevan gran cantidad de esporas de hongos - fitopatógenos de la vegetación infectada, diseminándolos -- hasta ser depositados en plantas susceptibles.

Va desde el siglo XVII, se asociaban las enfermedades de las plantas con los hongos, en una gran variedad de es-- critos antiguos, se citan enfermedades como las royas, los tizones, los mildius etc.

Cerca de un 75% de las enfermedades de las plantas, son provocadas por hongos. Algunas de estas, han originado la pérdida total de las cosechas.

Una vez que el hongo ha sido depositado sobre un vege- tal susceptible, la enfermedad infecciosa de la planta trans curre normalmente en tres fases:

- 1) Introducción del hongo a la planta por medio de los es- tomas o bien por perforación de la cutícula vegetal.
- 2) Difusión del hongo por el tejido, pudiéndose observar - las primeras alteraciones en la planta.
- 3) Fase que conduce al pleno desarrollo de la enfermedad.

Los propágulos biológicos puestos en la atmósfera, ca- paces de provocar una infección deben multiplicar sus efec- tos a gran escala, causando la infección con la consecuente

pérdida del material biológico, que se traduce en cambios - importantes en los ecosistemas y fuertes pérdidas económicas.

El número de hongos fitopatógenos es enorme, por lo cual solo se hace mención de algunos de los mas conocidos.

Los Ascomycetos constituyen el grupo mas numeroso de -- hongos fitopatógenos. Podemos mencionar a Edothia parasitica, que ataca el castaño americano y se disemina por el viento a grandes distancias una vez que ha sido liberado por el salpiqueo de la lluvia o bien por los insectos.

Gibberella es también diseminado por el viento infectando -- trigo, centeno y maíz.

Phytium sp., Fusarium sp., Sclerotinia sp. y otros provocan los ahogamientos o secaderas. (Alexopoulos, 1977).

Fusarium, llega a atacar: papa, lino y plátano y su diseminación principalmente se realiza por el salpiqueo de la lluvia.

Los Basidiomycetes incluyen también importantes fitopatógenos, entre los que podemos mencionar: Puccinia graminis que ataca: Trigo, cebada, avena y centeno. (Alexopoulos, -- 1977).

AREA DE ESTUDIO

El presente estudio se llevó a cabo en el Distrito Federal, el cual se encuentra situado en la porción suroeste de la Cuenca del Valle de México y pequeñas porciones de los valles de Toluca y Cuernavaca. Con una extensión de 1,499 km².

Por su latitud entre 19° y 21°, así como por su altitud superior a los 2000 metros, presenta un clima tropical de altura. (Rzedowski, 1981).

Uno de los factores determinantes y de mayor significación para el clima, son los vientos alisios procedentes del Golfo de México, siendo vientos profundos que logran cruzar la Sierra Madre Oriental y que se presentan en el Valle de México con una dirección NE a SE. La humedad de estos vientos se precipita debido a movimientos convectivos desde el fondo del valle por el enfriamiento adiabático al ascender sobre la zona montañosa del Chichinautzin (Moncada, 1976).

Durante la parte seca del año predominan con frecuencia vientos secos provenientes del oeste y noroeste.

Las perturbaciones ciclónicas que se originan entre junio y octubre, tanto en el Atlántico como en el Pacífico, no llegan a penetrar con toda su fuerza al valle, pero provocan períodos de intensas lluvias.

Durante los meses de diciembre, enero y febrero, son

frecuentes las incursiones de masas de aire frío procedentes del norte. (Rzedowski, 1981).

El Distrito Federal se encuentra dividido administrativamente en 16 Delegaciones, localizándose las áreas de muestreo dentro de tres de estas: Xochimilco, Coyoacán y Cuauhtémoc. (Figura 2)

Delegación Xochimilco.

Se encuentra localizada al suroeste del Distrito Federal, entre los paralelos $19^{\circ}09'$ y $19^{\circ}19'$ de latitud norte y los meridianos $98^{\circ}56'$ y $99^{\circ}09'$ de longitud oeste.

Cuenta con una extensión de 134.38 km^2 y una altura de - - 2,240 m. s. n. m.

El área de muestreo está localizada en la zona del canal de Cuemanco (Pista olímpica de remo y canotaje "Virgilio Uribe"). Dicho canal está situado entre los paralelos $19^{\circ}16'$ y $19^{\circ}17'$ de latitud norte y $99^{\circ}06'$ de longitud oeste, aproximadamente. (Figura 2-c)

Geología.

La unidad litológica mas importante y de mayor extensión la constituyen principalmente rocas volcánicas de composición basáltica y en menor grado andesitas basálticas, (Moncada, 1976). La unidad mas reciente está formada por depósitos aluviales y lacustres. (Alfaro y Orozco, 1980).

Clima.

De acuerdo con Köppen modificado por García, la región presenta un clima C(WO) (W)b(i) (templado húmedo, - -

considerado como el más seco de los templados subhúmedos - con lluvias en verano).

Las heladas comienzan normalmente en octubre y terminan en marzo, aunque algunas veces se extienden hasta mayo. La temperatura media anual de la zona es de 12.7°C a 13.6°C con máximos hasta de 31°C . La precipitación media anual es de 891 mm.

Suelos.

Para el caso de Xochimilco se tienen dos zonas. Una -- constituida en su mayoría por material petreo, siendo los -- suelos semiresiduales con grandes cantidades de material -- piroclástico, y la otra zona plana donde los suelos tienen su origen en el material aluvial, lacustre y palustre. Son suelos ricos en materia orgánica y con alto contenido -- de nitrógeno y fósforo. (Aguilar, 1978).

Presentan un drenaje particular que permite la infil-- tración del agua de lluvia. (Coutiño, 1981).

Vegetación.

La mayor parte de la superficie de la delegación de -- Xochimilco está ocupada por cultivos de frutas, cereales, -- legumbres, verduras, y flores, entre los que podemos mencio-- nar al maíz, el frijol, la zanahoria, la margarita, el mal-- vón etc. Sin embargo el número de especies cosechables ha disminuido probablemente a la mala calidad del agua que se ha utilizado para el riego. (Baez y Belmont, 1971 en Rosas et.al. 1975).

Se hace énfasis, que estos son solo algunos de los cultivos de la zona, pero indudablemente que son diversos y por lo tanto la cantidad de fitopatógenos al que están expuestos es grande también.

Por otro lado, en la delegación se presentan pequeñas zonas de pastizales inducidos, zonas montañosas con pequeños bosques en el que el Encino (Quercus mexicana) y el Aile (Alnus firmifolia) son los más abundantes. También se presentan pequeños bosques de coníferas en el que Pinus sp. es el género representativo.

Delegación Coyoacán.

Se encuentra localizada al sur del Distrito Federal, entre los paralelos $99^{\circ}07'$ y $99^{\circ}13'$ de latitud norte y los meridianos $19^{\circ}17'$ y $19^{\circ}21'$ de longitud oeste.

El área de muestreo está localizada en una de las zonas del Pedregal de San Angel, correspondiente a terrenos de la Universidad Nacional Autónoma de México (Edificio del Centro de Ciencias de la Atmósfera) comprendido dentro de la curva de nivel de 2,270 m.s.n.m. (Figura 2-B)

geología

Al igual que en el área de Xochimilco, la unidad litológica más importante y de mayor extensión, son rocas volcánicas basálticas de olivino con afinidad alcalina, que constituyen importantes extensiones en forma de corrientes de lava poco intemperizada, producto de la erupción del vol

cán Xitle y de conos advacentes. Por otro lado se presentan también grandes cantidades de arena volcánica y de material piroclástico.

La superficie del basalto es compacta en algunas partes, pero en otras, tiene aspecto vesiculoso como consecuencia del desprendimiento de gases. Presenta grietas y onquedades de forma y profundidades variables. En algunas zonas es posible observar la marca que imprimió la lava. (Diego, 1970).

Clima.

El Pedregal de San Angel presenta un clima $C(W_2)Wbi$ -- (templado subhúmedo con lluvias en verano) (de acuerdo con Köppen modificado por García, 1973).

Con una temperatura media anual de 17° y $18^{\circ}C$. La temperatura media del mes mas frío está entre -3° y $1^{\circ}C$ y la del mes más caliente entre 6.5° y $22^{\circ}C$.

Suelos.

Se puede considerar que este se encuentra en una etapa de formación, presenta profundidades muy variables y características muy diversas en cada lugar. (Diego, 1970).

Si consideramos el tiempo transcurrido desde que se enfrió el material ígneo, se puede observar que la erosión ha sido mínima.

En cuanto a su textura, presenta una carencia de arcilla y abundancia de arena. El SiO_2 , representa casi el 50% de la composición de la roca. (Schmitter, 1953, en Diego, 1970).

Presenta una composición de limo del 44-50% y del 20-30% de materia orgánica (Diego, 1970).

Vegetación.

Rzedowski, (1954), reporta para la zona del Pedregal de San Angel una comunidad de matorrales xerófitos denominados, Senecio praecox; dicha comunidad presenta una gran diversidad florística donde las gramíneas, las compuestas y las leguminosas son las familias mejor representadas.

Dentro de las especies vegetales reportadas por Alvarez et. al. (1982) están: Shinus molle "Pirú", ampliamente representada, después de Senecio praecox "balo loco" que según Rzedowski, (1954), es la especie dominante.

También se encuentra presentes: Bursera cuneata, Bursera fagaroides, Dodonaea viscosa, Agave sp. Buddleia y -- otras especies de matorrales, arbustos, árboles y pastos.

Delegación Cuauhtémoc.

El Zócalo de la ciudad de México está localizado en la delegación Cuauhtémoc entre los 19° 26' de latitud norte y 99° 08' de longitud oeste.

La zona de muestreo está situada en un edificio localizado entre avenida 5 de Mayo e Isabel la Católica (figura 2-A)

Por su parte, el suelo, la vegetación y el clima han sido modificados por el hombre al convertirse en una zona urbana.

En cuanto al clima, (R. Geiger, 1965, en Jáuregui, 1971),

entre otros autores, señala que la razón básica de las diferencias térmicas en el clima urbano es la alteración de los balances calórico-hídrico, lo cual es debido a la sustitución del suelo natural por superficies de pavimento, piedra concreto, tabique o metal, por los cuales el agua de lluvia se escurre rápidamente casi en su totalidad. Esto aunado a la ausencia de vegetación reduce la evaporación casi a --cero. (Fournier, 1958).

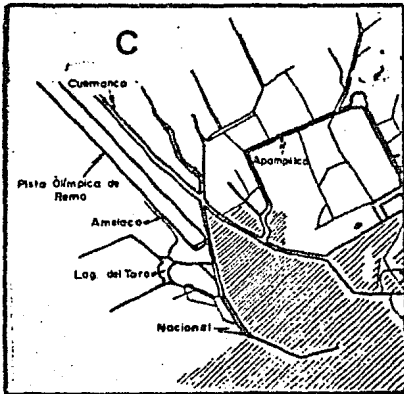
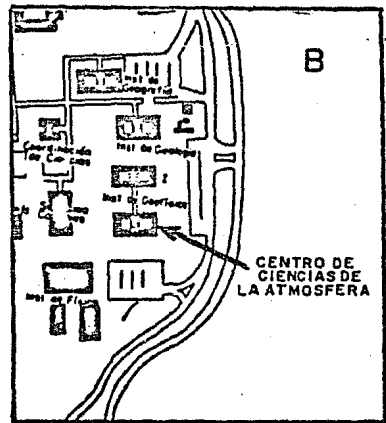
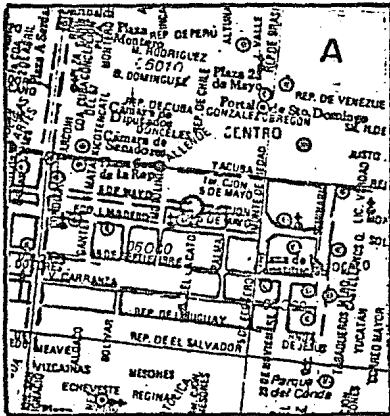
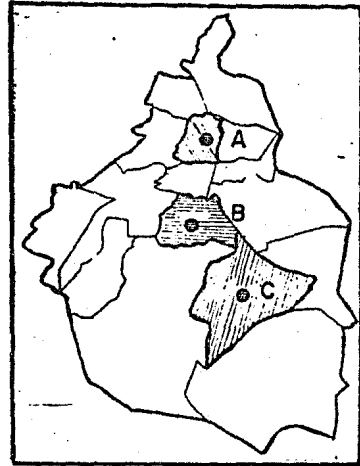
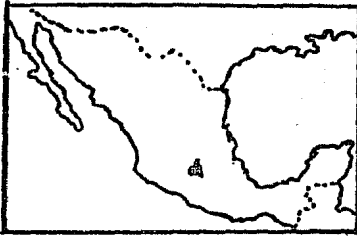
Por su parte, el movimiento del aire está restringido por los edificios, resultando una variación diurna mayor -- que en el campo y una humedad relativa mas baja.

En cuanto a las fuentes de calor, la ciudad tiene una cantidad creciente de fuentes debidas a la industria y a -- los motores de combustión interna de vehículos a los cuales se les atribuye por lo menos en parte el aumento de temperatura media anual.

Geiger, (1965), (en Jáuregui, 1971), estima que durante el día, no llega a la superficie del suelo en la ciudad de un 10 a un 40% de la radiación global (Directa y difusa), -- ya que es absorbida y dispersada por las capas de bruma, tomando en cuenta que depende de la altura del sol y del grado de turbiedad del ambiente.

En la Ciudad de México, la temperatura mínima es mas elevada que las de las áreas abiertas que le rodean. Las -- temperaturas máximas se reducen, ya que una parte apreciable de la radiación solar es interceptada por la nube de -- contaminantes. (Jáuregui, 1971).

La temperatura media anual ha cambiado de 15.4°C en -- 1893 a 17°C para 1971. En este mismo año se observó que la temperatura media anual prevaleciente en los suburbios del poniente y sur de la capital era la misma que la registrada hace 100 años en el zócalo. En cuanto a las heladas, el número de días con temperaturas bajo cero se ha reducido notablemente. (Jáuregui, 1971).



- 2-A Del. Cuauhtémoc
Centro: 5 de Ma-
yo e Isabel la
católica
- 2-B Del. Coyoacán.
CU (centro de C.
de la Atmósfera)
- 2-C Del. Xochimilco-
Cuernavaca, Pista-
Olímpica de Remo
y canotaje.

Figura 2 LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

MATERIAL Y METODO

Para realizar el estudio de esporas de hongos en el agua de lluvia, se llevaron a cabo 26 muestreos semanales, en las estaciones de Ciudad Universitaria, Canal de Cuemanco y Centro de la Ciudad de México durante los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre de 1982, haciendo un total de 12 muestreos para Ciudad Universitaria, 9 para Cuemanco y 5 para el Centro de la Ciudad.

Registro meteorológico.

Para el trabajo de campo se contó con una estación meteorológica que consta de una caseta meteorológica orientada hacia el norte. En esta se encuentran instalados los siguientes aparatos:

Un termómetro (Proper Trophy, VI-24632 F, Korea) para registrar la temperatura ambiente. Un termómetro tipo Six (aparatos climatológicos S.A.), para el registro de temperatura máxima y mínima diaria. Un higrotermógrafo (Rossbach serie 52905, modelo 100*15-50) para registrar la humedad relativa y la temperatura ambiental y un Psicrómetro de aspiración (Wilh-Lambrecht KG, serie 31627) para obtener datos de humedad relativa.

La estación cuenta además, con aparatos para medir la precipitación pluvial como son: el Pluviómetro (aparatos climatológicos S.A. modelo SMN) y un pluviógrafo (Rossbach-

modelo R-5 de registro diario).

Un Piranómetro (Kipp-Hollan, serie 678926, adaptado a un integrador Kipp CC2-770373) que nos da la radiación total en unidades de área y tiempo.

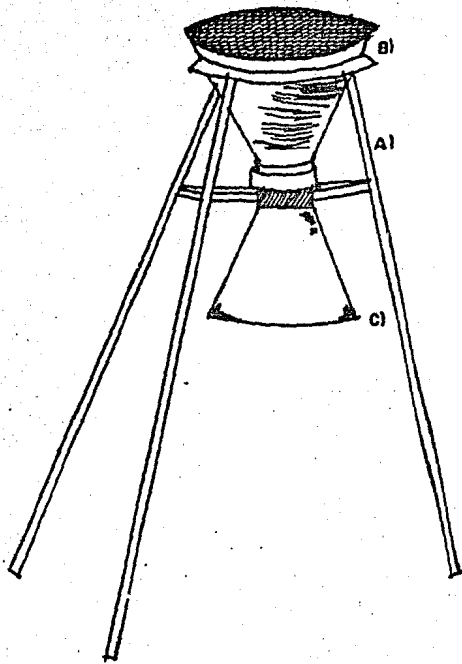
Un Heliógrafo (Casella London, modelo 1603), para medir el total de horas de insolación diaria.

Muestreo.

Para el muestreo de agua de lluvia, se utilizaron matraces Erlenmeyer de 1000 ml, esterilizados por calor húmedo en autoclave (15 minutos a 15 libras de presión) o bien por calor seco en estufa (170°C durante 3 horas).

En la boca del matrás, se ajustó un tapón horadado para introducir un embudo de plástico con un diámetro exterior de 28 cm. cubierto con gasa para evitar la entrada de partículas grandes o animales. Esto último se esterilizó durante una hora por medio de la luz ultravioleta y se cubrió con papel aluminio hasta el momento de la exposición.

El muestreador fue colocado en un soporte o atril de fierro con una altura de metro y medio, para evitar que el salpiqueo de la lluvia pudiera levantar microorganismos del suelo y llevarlos al embudo. (figura 3)



A) ATRIL DE METAL B) EMBUDO DE PLASTICO CON CUBIERTA DE GASA C) MATRAZ
ERLENMEYER DE VIDRIO DE 1000 ML. CON TAPON DE HULE

FIGURA 3
MUESTREADOR DE PRECIPITACION

Trabajo de laboratorio.

Para el aislamiento de los hongos, se utilizó el medio de cultivo de Papa-Dextrosa-Agar, el cual se esterilizó en autoclave teniendo un pH final de 5.6 ± 0.2 , posteriormente se le agregó estreptomycinina para evitar la proliferación de bacterias.

La elección del medio se hizo con base al hecho de que éste, ha sido reportado como un medio general para hongos.

Para la dilución del agua de lluvia, se utilizó agua destilada esteril.

Dilución, siembra e incubación.

Se tomó un mililitro de agua de lluvia previamente homogeneizada y se colocó en un tubo de ensaye conteniendo 9 mililitros de agua destilada esteril, -dilución 1:10-, esta se homogeneizó y se tomó un mililitro para la dilución 1:100 y finalmente de igual forma se preparó la dilución 1:1000, haciendo tres repeticiones para cada dilución.

Un mililitro de cada una de las diluciones y repeticiones es inoculada en cajas de Petri conteniendo medio de papa-dextrosa-agar con estreptomycinina.

Las cajas inoculadas y sus testigos son incubadas a temperaturas ambiente durante aproximadamente 5 días.

Aislamiento e identificación.

Después de finalizado el tiempo de incubación, se tomaron muestras de colonias que presentaron características

macroscópicas distintas y se transplantaron y resembraron en el centro de cajas de agar de Maltosa Sabouraud.

Para obtener cultivos axénicos, las colonias de hongos fueron resembrados en tubos inclinados conteniendo el medio antes mencionado.

para la identificación de los hongos se utilizó la técnica de microcultivo descrita por Ridell, (1950), (en Lacy, 1980)

Para esta técnica se utilizaron cuadros de agar de maltosa Sabouraud como medio de cultivo y agua destilada estéril con el objeto de mantener la humedad en la caja.

Una vez desarrollado el microorganismo se elimina el agar y tanto el porta objetos como el cubre objetos son fijados y teñidos por medio del azul de algodón lactofenol, para posteriormente observarse al microscopio.

Para su identificación se utilizaron las claves de Barnett y Hunter, (1972); Fitzpatrick, (1930) y Raper y Fennell (1965).

Análisis estadístico.

Se efectuaron análisis de correlación lineal para evaluar la relación entre la cantidad total de hongos, así como de Cladosporium, Penicillium y levaduras, con los diferentes parámetros meteorológicos (vol. de lluvia, hora de inicio de la lluvia, humedad relativa, temperatura, radiación total y horas de insolación); utilizando para el cálculo del coeficiente de correlación entre pares de valores, la ecuación siguiente: (Spiegel, 1969).

(67)

$$r = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

Para una n de 12 valores y considerando intervalos de con
finaza del 99%.

RESULTADOS

Parámetros químicos.

Los resultados del análisis de los parámetros químicos del agua de lluvia colectada en las diferentes estaciones de muestreo están contenidos en las tablas I-III y en la figura 4.

En la tabla I, se presentan los valores de los parámetros químicos para la estación de Ciudad Universitaria. Se puede observar que los valores del pH oscilan entre la acidez y la neutralidad, correspondiendo el mínimo a 4.9 en el mes de junio y el máximo de 7.7 en el mes de septiembre.

El nitrógeno se encuentra más abundantemente en forma de NH_3 . El valor máximo del NO_3^- fue de 2.13 en agosto y para el NH_3 de 6.29 mg/l también en agosto. Los valores mínimos fueron de 0.17 mg/l para el NO_3^- y de 1.45 mg/l para el NH_3 , ambos alcanzados en el mes de junio.

El sulfato en septiembre presentó un valor máximo de 7.01 mg/l y en junio su valor mínimo que fue de 0.63 mg/l.

El valor máximo de fósforo total fue de 0.113 mg/l en el mes de agosto y el mínimo de 0.019 mg/l en junio.

El valor más alto de formaldehído (0.78 mg/l) y el plomo (248 $\mu\text{g/l}$) fueron registrados en el mes de septiembre y los más bajos en junio, el primero con 0.195 mg/l y el segundo con 21.5 $\mu\text{g/l}$.

El valor máximo de cadmio fue de 1.47 $\mu\text{g/l}$ en el

mes de agosto y el mínimo de 0.16 $\mu\text{g/l}$ en junio.

En la tabla II, se muestran los parámetros químicos - para la estación de Cuemanco.

La lluvia con un pH de 4.9 se registró en el mes de julio y en septiembre de 7.77, correspondiendo al pH más ácido y más básico respectivamente.

Se observa que el nitrógeno se encuentra principalmente como NH_3 al igual que en Ciudad Universitaria. El valor máximo de 3.36 mg/l y el mínimo de 0.54 mg/l se presentaron en agosto.

Para el NO_3^- el máximo fue de 1.06 mg/l y el mínimo de 0.38 mg/l.

Los valores máximos para los sulfatos y fósforo total fueron de 6.78 mg/l y 0.133 mg/l respectivamente.

En cuanto al formaldehído el valor máximo fue de 0.54 mg/l y el mínimo de 0.18 mg/l, ambos se presentaron en el mes de agosto.

El plomo alcanzó un valor mínimo de 67.8 $\mu\text{g/l}$ en el mes de septiembre y un máximo de 196 $\mu\text{g/l}$ en el mes de julio.

Por último el cadmio, con un valor de 1.23 $\mu\text{g/l}$ en agosto y de 0.38 $\mu\text{g/l}$ en septiembre siendo estos, el máximo y mínimo respectivamente.

En la tabla III, se presentan los valores químicos de los muestreos en la estación del Centro de la Ciudad.

En general no se presentó un pH inferior a 6.0, el más alto fue de 7.52.

El nitrógeno como en los casos anteriores, se presentó en su mayoría como NH_3 . Su valor máximo fue de 5.67 y el mínimo de 3.15 mg/l.

Para el caso del NO_3^- y SO_4 , los valores máximos y mínimos fueron de 1.50 y <0.1 mg/l para el NO_3 y de 7.01 y 3.71 mg/l para el SO_4 .

Analizando el formaldehído vemos que su pico máximo -- fué de 0.85 mg/l y el mínimo de 0.50 mg/l, los cuales se presentaron en el mes de agosto, no siendo así para el plomo y cadmio, cuyos picos máximos se alcanzaron en septiembre el primero con 192 y el segundo con 2.07 $\mu\text{g/l}$.

En la figura 4, se puede observar que en promedio, el pH en las tres estaciones de muestreo se encontró cercano a la neutralidad.

El NH_3 mas alto, se registró en el centro de la ciudad y el mas bajo en Cuemanco.

El NO_3^- , al igual que el Pb fue mas alto en ciudad universitaria y el valor promedio mas bajo se registró en la estación de Cuemanco.

El sulfato, formaldehído y cadmio, fueron mas altos - en el centro y los mas bajos en Cuemanco; a diferencia del fósforo total que en promedio se presentó mas alto en Cuemanco. En Ciudad Universitaria y Centro, los valores promedio fueron iguales o muy similares.

Parámetros meteorológicos.

Los resultados de los parámetros meteorológicos (humedad relativa, temperatura, radiación total, horas de insolación) junto con la frecuencia de hongos aislados (% de hongos, con respecto al no. total de organismos registrados - durante todos los muestreos) se presentan en las tablas -- IV y V y en la figura 5.

En la tabla IV, correspondiente a la estación de ciudad Universitaria, podemos ver que el volumen máximo de -- precipitación húmeda se obtuvo en el mes de junio con un - valor de 37.9 mm y el mínimo en septiembre con 0.2 mm.

Los valores promedio de humedad relativa van de 55% - en el mes de agosto a 78% en julio.

La temperatura mínima fue de 13.9°C la cual se registró en el mes de julio y la máxima de 19.5°C registrada en junio.

La radiación mínima coincide con el menor número de - horas de insolación en el mes de agosto y los valores máximos en ambos parámetros se presentaron también en el mismo mes.

Se puede observar que la mínima frecuencia de organismos (0.78%) se obtuvo cuando se colectó el mayor volumen de lluvia (18.9 mm) y la mayor frecuencia de organismos con un volumen reducido.

La tabla V, nos muestra los parámetros meteorológicos para la estación de Cuemanco.

Los volúmenes máximo y mínimo de precipitación se presentaron a principios y mediados del mes de agosto respectivamente.

La humedad relativa más alta de 77.5% se registró en julio y la más baja que fue de 54.29% en el mes de agosto.

Los valores máximo y mínimo de radiación e insolación se registraron en agosto.

Por último podemos observar que la frecuencia mayor de organismos (35.78%) se presentó en el mes de septiembre, hecho que coincide con un volumen reducido de lluvia.

En la figura 5 se muestran los valores promedio de los parámetros meteorológicos de las estaciones de Ciudad Universitaria y Cuemanco.

La precipitación en promedio, fue más alta en Ciudad Universitaria. Observándose en el centro una precipitación más baja en promedio con respecto a las otras dos estaciones.

En cuanto a la humedad relativa, se puede observar que esta es más alta en Cuemanco. El promedio de temperatura en ambas estaciones no mostró diferencia significativa (17°C para Cuemanco y de 17.1°C para Ciudad Universitaria).

La radiación total fue más alta en Cuemanco a diferencia del número de horas de insolación que fue mayor en Ciudad Universitaria.

Análisis micológico.

Las tablas VI, VII y VIII, presentan la concentración de hongos en agua de lluvia (colonias/ml) en las tres estaciones de muestreo.

La tabla VI, muestra las clases y géneros de hongos, - así como su concentración en la estación de Ciudad Universitaria.

Los hongos reportados pertenecen a tres clases diferentes: Oomycetes, Zygomycetes, y Deuteromycetes, siendo estos últimos los más ampliamente representados (70.01%).

Se incluyeron a todos los organismos levaduriformes en un grupo aparte, haciendo un total de 29.49%.

Phytophthora, Mucor y Rhizopus, solo se presentaron una sola vez durante los muestreos.

Dentro de los Deuteromycetes, los moniliales son más abundantes que los Sphaeropsidales.

Representan a los Moniliales en su mayoría: Cladosporium, Penicillium, Fusarium y Alternaria (por orden descendiente de frecuencia).

Se puede observar que Cladosporium fue constante durante los 12 muestreos.

La tabla VII, presenta las concentraciones de hongos - (colonias/ml), en la estación de Cuemanco. En esta estación estan representadas dos clases: los zygomycetes y los Deuteromycetes. Rhizopus solo se presentó en una ocasión en el mes de agosto.

Los Deuteromycetes están representados por 11 géneros de Moniliales y 5 de Sphaeropsidales.

Se observa que Cladosporium es un hongo que está -- bien representado en la atmósfera de Cuernavaca al igual -- que en la de Ciudad Universitaria; siendo constante a lo largo de los muestreos con un máximo en septiembre y un mínimo en junio. Le siguen en importancia Alternaria y Aspergillus.

Por otro lado, los organismos levaduriformes representaron un poco más del 50%.

La tabla VII muestra los valores de la concentración de hongos en agua de lluvia en la estación del centro de la ciudad.

Los zigomycetes fueron representados únicamente por Rhizopus, el cual se presentó en un solo muestreo.

Los Deuteromycetes, orden Moniliales, constituyen -- un alto porcentaje junto con las levaduras.

En el muestreo en el mes de agosto, Penicillium alcanzó una concentración muy alta, no siendo así en los muestreos subsiguientes.

Cladosporium es el hongo que le sigue en frecuencia -- a Penicillium, el primero fue constante durante todos los muestreos.

Dentro del orden Sphaeropsidales, Asteromella fue el -- mejor representado.

La comparación de los hongos encontrados en el análisis del agua de lluvia en las tres estaciones de muestreo se presentan en las figuras 6-8.

La figura 6, presenta la distribución en por ciento de los diferentes órdenes y géneros en las tres estaciones de muestreo.

Los órdenes están representados en círculos junto con las levaduras, las cuales constituyen más del 50% para Cuemanco.

Por su parte Ciudad Universitaria está en su mayoría -- representada por los Moniliales. Los Sphaeropsidales y los Mucorales, fueron una pequeña proporción del total de hongos en las tres estaciones de muestreo.

El orden Peronosporales, solo se presentó en Ciudad Universitaria.

En cuanto a la frecuencia de géneros, observamos la dominancia de Cladosporium y Penicillium además de levaduras para las estaciones de Ciudad Universitaria y centro.

Por su parte, Cuemanco presentó mayor frecuencia de -- Cladosporium acompañado también de las levaduras.

Se hace notar que los géneros que presentaron una -- frecuencia menor de 0.2% no fueron considerados.

En la figura 7, se puede comparar el promedio de hongos encontrados en todos los muestreos con respecto al total de géneros identificados y al promedio de levaduras.

Se puede observar que el promedio de hongos (incluyendo levaduras) fue más alto en Cuemanco y el más bajo en --

Ciudad Universitaria.

Por su parte el número total de géneros (sin tomar en cuenta las levaduras), presentó un número mayor en Ciudad universitaria y el número menor correspondió al centro de la ciudad.

Para las levaduras, la cantidad promedio mas alta, - se presentó en Cuemanco, y la mas baja en Ciudad Univer-sitaria.

La figura 8 muestra los géneros predominantes en las tres estaciones de muestreo.

El género mas representativo en todas las estaciones fué Cladosporium, el cual presentó el porcentaje mas alto en Cuemanco y el mas bajo en el Centro.

Para Penicillium , se registró una mayor frecuencia en el centro a diferencia de Aspergillus y Alternaria - cuyos valores fueron altos en Cuemanco.

La tabla IX, muestra las frecuencias de aparición de los géneros de hongos detectados en las tres estaciones, indicando, si es patógeno, alergeno o saprobio.

Se hace notar que un mismo hongo puede mostrar todos estos aspectos a la vez.

De los géneros que se presentan más comunmente, Cla-dosporium mostró la mayor frecuencia de aparición, el -- cual puede ser fitopatógeno, saprobio y alergeno al igual que Alternaria.

Por su parte Penicillium, está reportado en la literatura como fitopatógeno, patógeno al hombre y alergeno.

La tabla X, presenta las especies de Aspergillus y concentración (No. de colonias/ml) en las tres estaciones de muestreo.

Aspergillus glaucus fue el único que se reportó en todas las estaciones de muestreo, con una alta concentración en Cuemanco.

Aspergillus candidus y Aspergillus niger, solo se presentaron en Ciudad Universitaria y en el centro de la ciudad, pero en concentraciones bajas.

En la tabla XI, se presentan los valores del coeficiente de correlación lineal (r) entre algunos parámetros meteorológicos y la composición micológica del agua de lluvia.

Para la estación de Ciudad Universitaria, se hicieron análisis de correlación entre el total de hongos y los parámetros: Vol. de lluvia, hora de inicio de la lluvia, humedad relativa, temperatura, radiación total y horas de insolación.

Se puede observar que la correlación mas alta en el caso del total de hongos, fue con el volumen de lluvia: $r = -0.45$.

Para el caso de Cladopsorium se encontró la correlación mas alta $r = 0.40$ con la radiación total. Para las lev

vaduras, el valor de correlación mas alto fue de $r=-0.40$ con el volumen de lluvia.

Finalmente para Penicillium el valor de correlación mas alto $r=-0.45$ se obtuvo con la hora de inicio de la lluvia.

En Cuernavaca, solo fue posible hacer el análisis de correlación lineal con el volumen de lluvia, el cual -- presentó un valor de $r=-0.30$

TABLA I

EVALUACION DE PARAMETROS QUIMICOS EN EL AGUA DE LLUVIA DE LA
ESTACION DE CIUDAD UNIVERSITARIA

Fecha de muestreo (1982)	pH	N-NH ₃ (mg/l) ³	N-NO ₃ ⁻ (mg/l)	S-SO ₄ ⁻ (mg/l)	P-Total (mg/l)	HCHO (mg/l)	Pb (µg/l)	Cd (µg/l)
23/6	6.60	2.33	0.54	2.17	0.029	0.36	-	-
28/6	4.90	1.45	0.17	0.63	0.019	0.195	21.5	0.16
27/7	5.48	3.30	1.13	3.04	0.034	0.42	241	0.73
3/8	5.77	4.66	2.03	6.31	-	0.41	242	1.47
9/8	6.40	1.74	0.23	2.27	0.056	0.28	126	0.74
18/8	6.56	1.73	0.20	2.70	0.031	0.34	91.1	0.58
25/8	6.73	-	0.24	3.04	0.113	0.31	82.4	0.55
30/8	6.91	3.53	0.67	3.44	0.069	0.37	84.1	0.25
9/9	6.73	4.14	0.47	5.18	0.072	0.64	248	1.22
13/9	6.37	6.29	2.13	7.01	0.070	0.78	177	1.07
21/9	7.77	5.65	0.90	-	-	0.53	-	-

TABLA II

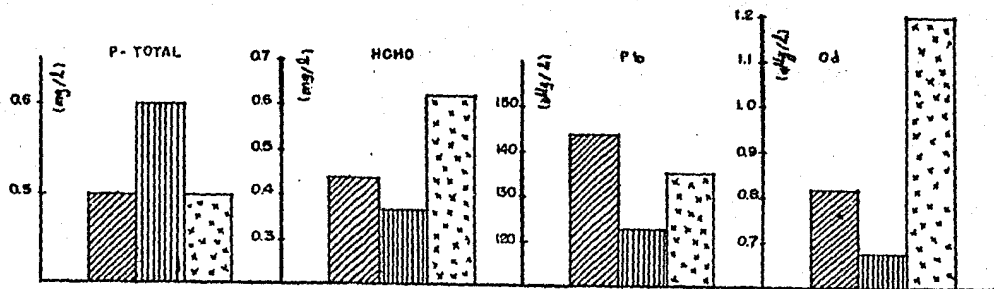
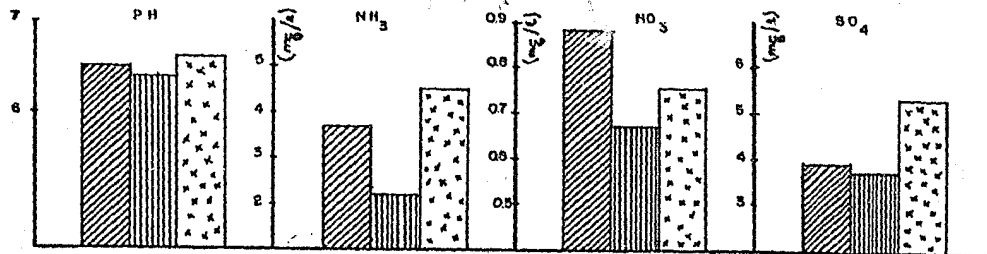
EVALUACION DE PARAMETROS QUIMICOS EN EL AGUA DE LLUVIA DE LA
ESTACION DE CUEMANCO

Fecha de muestreo (1982)	pH	N-NH ₃ (mg/l)	N-NO ₃ ⁻ (mg/l)	S-SO ₄ (mg/l)	P-Total (mg/l)	HCHO (mg/l)	Pb (µg/l)	Cd (µg/l)
26/7	4.89	2.98	1.06	3.74	0.038	0.48	196	0.98
9/8	6.58	1.73	0.43	1.97	0.045	0.18	67.4	0.39
18/8	6.73	0.54	0.70	6.78	0.133	0.54	156	1.23
26/8	-	-	-	-	-	-	-	-
30/8	7.20	3.36	0.86	3.37	0.072	0.32	92.2	0.54
13/9	5.17	3.14	0.60	3.27	0.054	0.48	67.8	0.38
21/9	7.85	1.95	0.38	3.07	0.022	0.26	162	0.58

TABLA III

EVALUACION DE PARAMETROS QUIMICOS EN EL AGUA DE LLUVIA DE LA
ESTACION DEL CENTRO DE LA CIUDAD

Fecha de muestreo (1982)	pH	N-NH ₃ (mg/l) ³	N-NO ₂ ⁻ (mg/l ³)	S-SO ₄ (mg/l ⁴)	P-Total (mg/l)	HCHO (mg/l)	Pb (µg/l)	Cd (µg/l)
2/8	6.86	5.67	1.50	7.01	-	0.85	178	0.97
11/8	7.52	4.64	-	-	-	0.58	123	1.10
18/8	6.56	4.46	0.63	5.44	0.077	0.58	100	2.07
8/9	6.0	3.15	<0.1	3.71	0.69	0.50	86.8	0.77
13/9	6.64	4.80	0.80	5.58	0.022	0.60	192	1.35






 CIUDAD UNIVERSITARIA
 QUEMANCO
 CENTRO DE LA CIUDAD

FIGURA 4

CONCENTRACION PROMEDIO DE LOS PARAMETROS QUIMICOS REGISTRADOS EN LAS TRES ESTACIONES DE MUESTREO

TABLA IV

PARAMETROS METEOROLOGICOS Y LA FRECUENCIA DE APARICION DE HONGOS
EN LA ESTACION DE CIUDAD UNIVERSITARIA

Fecha de muestreo 1982	Hongos (%)	Vol. de lluvia (mm)	Hr de inicio de lluvia	Humedad relativa (%)	Temp. (°C)	Rad. total (Joules/cm ²)	Hrs de insolación.
23/6	2.96	4.2	15:00	66.73	18.3	1759	3.7
28/6	3.50	37.9	21:00	62.52	19.5	2033	5.5
27/7	11.65	11.6 $\frac{1}{2}$	15:00	78.2	13.9	2159	6.4
3/8	19.13	1.1	15:00	68.4	15.3	1711	2.7
9/8	8.91	10.8 $\frac{1}{2}$	18:00	57.05	18.0	2285	7.3
18/8	3.36	7.8	15:00	60.6	16.3	1752	6.3
25/8	17.04	4.9	21:00	59.18	18.4	2599	7.9
30/8	5.72	1.7	18:00	55.0	17.8	2469	6.6
8/9	3.26	5.7	16:20	61.8	17.2	1125	2.0
13/9	7.49	2.0	21:00	66.0	16.9	1703	3.5
21/9	16.16	0.2	16:20	56.4	16.4	1328	2.5
5/10	0.78	18.9 $\frac{1}{2}$	16:50	61.52	18.2	1789	4.3

$\frac{1}{2}$ Actividad eléctrica

* % de hongos con respecto al No. total de organismo registrados durante los -- 12 muestreos.

TABLA V

PARAMETROS METEOROLOGICOS Y LA FRECUENCIA DE APARICION DE HONGOS
EN LA ESTACION DE CUEMANCO

Fecha de muestreo (1982)	* Hongos (%)	Vol. de lluvia (mm)	Hr de inicio de lluvia	Humedad relativa (%)	Temp. (°C)	Rad. total (joules/cm ²)	Hrs de insolación.
23/6	3.37	1.2	-	-	-	-	-
28/6	1.63	6.6	-	-	-	-	-
26/7	0.75	8.3	-	77.5	13.0	-	1.3
9/8	2.13	18.4	13:00	76.14	12.1	-	5.2
18/8	13.53	1.1	18:00	66.05	16.78	2140	5.0
26/8	30.72	4.9	-	54.29	19.14	2490	8.0
30/8	4.70	0.9	20:00	61.14	17.45	1500	5.1
13/9	7.35	4.3	15:00	73.93	17.46	1640	2.8
21/9	35.78	1.5	14:00	64.28	23.48	2270	4.8

* % de hongos con respecto al No. total de organismos registrados durante los 9 muestreos.

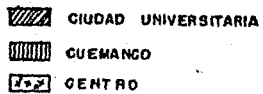
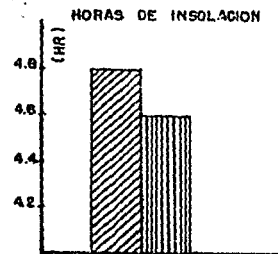
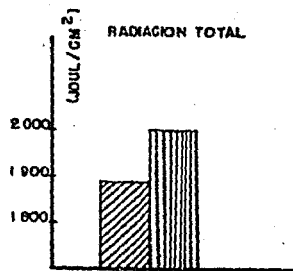
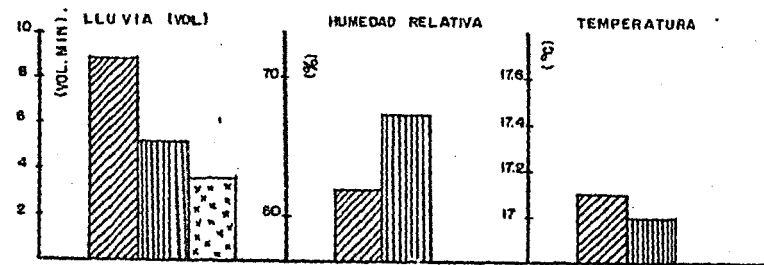


FIGURA 5

"VALORES PROMEDIO DE PARAMETROS METEOROLOGICOS"

TABLA VI
CONCENTRACION DE HONGOS EN AGUA DE LLUVIA (No. de colonias/ml)
EN LA ESTACION DE CIUDAD UNIVERSITARIA

Fecha	23/6	28/6	27/7	3/8	9/8	18/8	25/8	30/8
I Clase Oomycetes								
a) orden Peronosporales								
<u>Phytophthora</u>	-	-	-	3	-	-	-	-
II Clase Zygomycetes								
a) orden Mucorales								
<u>Rhizopus</u>	-	-	-	-	3	-	-	-
<u>Mucor</u>	-	-	3	-	-	-	-	-
III Clase Deuteromycetes								
a) orden- forma Monilliales								
<u>Alternaria</u>	4	125	3	10	3	-	3	-
<u>Aspergillus</u>	-	15	-	-	36	-	36	7
<u>Bipolaris</u>	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Botrytis</u>	-	4	-	-	-	-	-	-
<u>Cladosporium</u>	10	445	1976	1030	1346	157	2896	657
<u>Chaetochalara</u>	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Chaetara</u>	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Epicoccum</u>	-	-	3	-	-	-	-	3
<u>Fusarium</u>	550	-	3	3	3	3	7	3
<u>Geotrichum</u>	4	-	-	3	-	3	-	-
<u>Monilia</u>	-	-	3	3	-	-	-	-
<u>Penicillium</u>	-	4	133	1250	370	120	370	3
<u>Pyricularia</u>	-	-	-	-	-	-	3	-
<u>Rhynchospoium</u>	-	-	-	-	-	3	-	-
<u>Scopulariopsis</u>	-	-	-	-	-	-	-	3
<u>Trichoderma</u>	-	-	-	-	7	3	-	7
b) Orden- forma Sphaeropsidales								
<u>Asteronella</u>	-	-	-	-	-	3	3	-
<u>Chaetophoma</u>	-	-	-	-	37	-	-	-
<u>Phyllosticta</u>	-	-	-	-	-	-	-	-
no identificado	-	-	-	7	-	-	-	3
IV Levaduras	120	220	580	2035	266	490	640	643
T O T A L	588	813	2707	4444	2071	782	3958	1329
Total en % (con respecto al No total de organismos registrados durante los 12 muestreos).	2.9	3.5	11.6	19.1	8.9	3.3	17.0	2.7

Continuación de la tabla VI

Fecha	8/9	13/9	21/9	5/10	Frec. de aparición del Género
<u>Phytophthora</u>	-	-	-	3	0.25
<u>Rhizopus</u>	-	-	-	-	0.01
<u>Mucor</u>	-	-	-	-	0.01
<u>Alternaria</u>	37	3	37	43	1.15
<u>Aspergillus</u>	3	-	40	10	0.63
<u>Bipolaris</u>	-	-	-	3	0.01
<u>Botrytis</u>	-	-	-	-	0.01
<u>Cladosporium</u>	183	1637	1886	37	52.78
<u>Chaetochalara</u>	3	-	-	-	0.01
<u>Chaetara</u>	-	-	-	40	0.17
<u>Epicoccum</u>	-	7	37	3	0.22
<u>Fusarium</u>	-	3	3	-	2.48
<u>Geotrichum</u>	-	-	-	-	0.04
<u>Monilia</u>	2	37	3	-	0.21
<u>Penicillium</u>	406	13	43	-	12.10
<u>Pyricularia</u>	-	-	-	-	0.01
<u>Rhynchosporium</u>	-	-	-	-	0.01
<u>Scopulariopsis</u>	-	-	-	-	0.01
<u>Trichoderma</u>	3	-	3	-	0.09
<u>Asteromella</u>	-	-	-	-	0.02
<u>Chaetophoma</u>	-	-	-	3	0.17
<u>Phyllosticta</u>	-	-	-	3	0.01
No identificado	-	3	3	37	0.22
Levaduras	120	37	1699	-	29.47 *
T O T A L	750	1740	3754	187	
Total en %	3.2	7.4	16.16	0.78	

* Levaduras, incluye diferentes géneros. (todos aquellos que presentaron aspecto levaduriforme).

TABLA VII
CONCENTRACION DE HONGOS EN EL AGUA DE LLUVIA (No. de Colonias/ml)
EN LA ESTACION DE CUEMANCO

Fecha	23/6	28/6	26/7	9/8	18/9
I Clase Zygomycetes					
a) orden Mucorales					
<u>Rhizopus</u>	-	-	-	-	-
II Clase Deuteromycetes					
a) Orden-Forma Moniliales					
<u>Alternaria</u>	-	13	37	3	3
<u>Aspergillus</u>	1056	3	3	-	-
<u>Botrytis</u>	10	3	-	10	3
<u>Cladosporium</u>	150	530	189	533	1440
<u>Chaetara</u>	-	-	-	-	-
<u>Epicoccum</u>	-	-	-	37	-
<u>Fusarium</u>	-	-	-	-	-
<u>Geotrichum</u>	-	3	-	-	-
<u>Monilia</u>	-	-	3	-	3
<u>Penicillium</u>	5	-	7	-	3
<u>Trichoderma</u>	-	-	3	-	7
b) Orden-Forma Sphaeropsidales					
<u>Asteronella</u>	-	-	-	-	-
<u>Chaetophoma</u>	5	-	-	-	-
<u>Dothiorella</u>	20	-	-	-	-
<u>Phoma</u>	-	3	-	-	-
No identificado	-	-	-	106	3
IV Levaduras	5	53	40	103	3562
T O T A L	1251	605	282	792	5025
Total en % (con respecto al No. total de organismos registrados durante los 9 muestreos).	3.3	1.6	0.7	2.1	13.5

Continuación de la tabla VII

Fecha	26 / 8	30 / 8	13 / 9	21 / 9	Frec. de aparición del género.
<u>Rhizopus</u>	-	3	-	-	0.008
<u>Alternaria</u>	-	-	103	1133	3.48
<u>Aspergillus</u>	-	-	-	3	2.86
<u>Botrytis</u>	3	-	20	-	0.13
<u>Cladosporium</u>	3690	790	850	6026	38.92
<u>Chaetara</u>	-	-	-	?	0.008
<u>Epicoccum</u>	-	3	47	370	1.23
<u>Fusarium</u>	-	-	3	-	0.008
<u>Geotrichum</u>	-	-	-	-	0.008
<u>Monilia</u>	-	37	-	-	0.11
<u>Penicillium</u>	-	-	-	-	0.04
<u>Trichoderma</u>	7	3	-	3	0.06
<u>Asteronella</u>	-	-	50	3	0.14
<u>Chaetophoma</u>	-	-	-	3	0.02
<u>Dothiorella</u>	-	-	-	-	0.05
<u>Phoma</u>	-	-	-	-	0.08
No Identificado	-	-	-	700	2.17
Levaduras	7703	910	1656	5036	51.39 *
T O T A L	11403	1746	2730	13280	
Total en %	30.7	4.7	7.3	35.7	

* Levaduras, incluye diferentes géneros, (todos aquellos que presentaron aspecto levaduriforme).

TABLA VIII

CONCENTRACION DE HONGOS EN AGUA DE LLUVIA (No. de colonias/ml)
EN LA ESTACION DEL CENTRO DE LA CIUDAD

Fecha	2/8	11/8	18/9	8/9	13/9	Frec. de apa- rición del Género.
I Clase Zygomycetes						
a) orden Mucorales						
<u>Rhizopus</u>	-	-	-	-	3	0.01
II Clase Deuteromycetes						
a) orden-forma Moniliales						
<u>Alternaria</u>	3	-	3	3	3	0.07
<u>Aspergillus</u>	3	2	3	40	-	0.29
<u>Cladosporium</u>	80	80	417	730	2569	22.99
<u>Epicoccum</u>	-	-	-	-	40	0.23
<u>Fusarium</u>	-	-	-	3	-	0.01
<u>Gonytrichum</u>	-	-	-	3	-	0.01
<u>Monilia</u>	-	-	7	-	3	0.05
<u>Penicillium</u>	5436	3	-	7	3	32.33
<u>Trichoderma</u>	-	40	3	-	3	0.27
<u>Verticillium</u>	-	-	-	3	-	0.01
b) orden-forma Sphaeropsidales						
<u>Asteromella</u>	127	-	3	-	3	0.78
<u>Peyronellaea</u>	-	3	-	3	3	
No Identificados	-	-	3	37	-	0.23
IV Levaduras	913	196	3190	829	2050	42.58 *
T O T A L	6526	325	3629	1658	4680	
Total en % (con respecto al No total de organismos registrados durante los 5 muestreos)	38,9	1,9	21,5	9,8	27,7	

* Levaduras incluye diferentes géneros (Todos aquellos que presentaron aspecto levaduriforme).

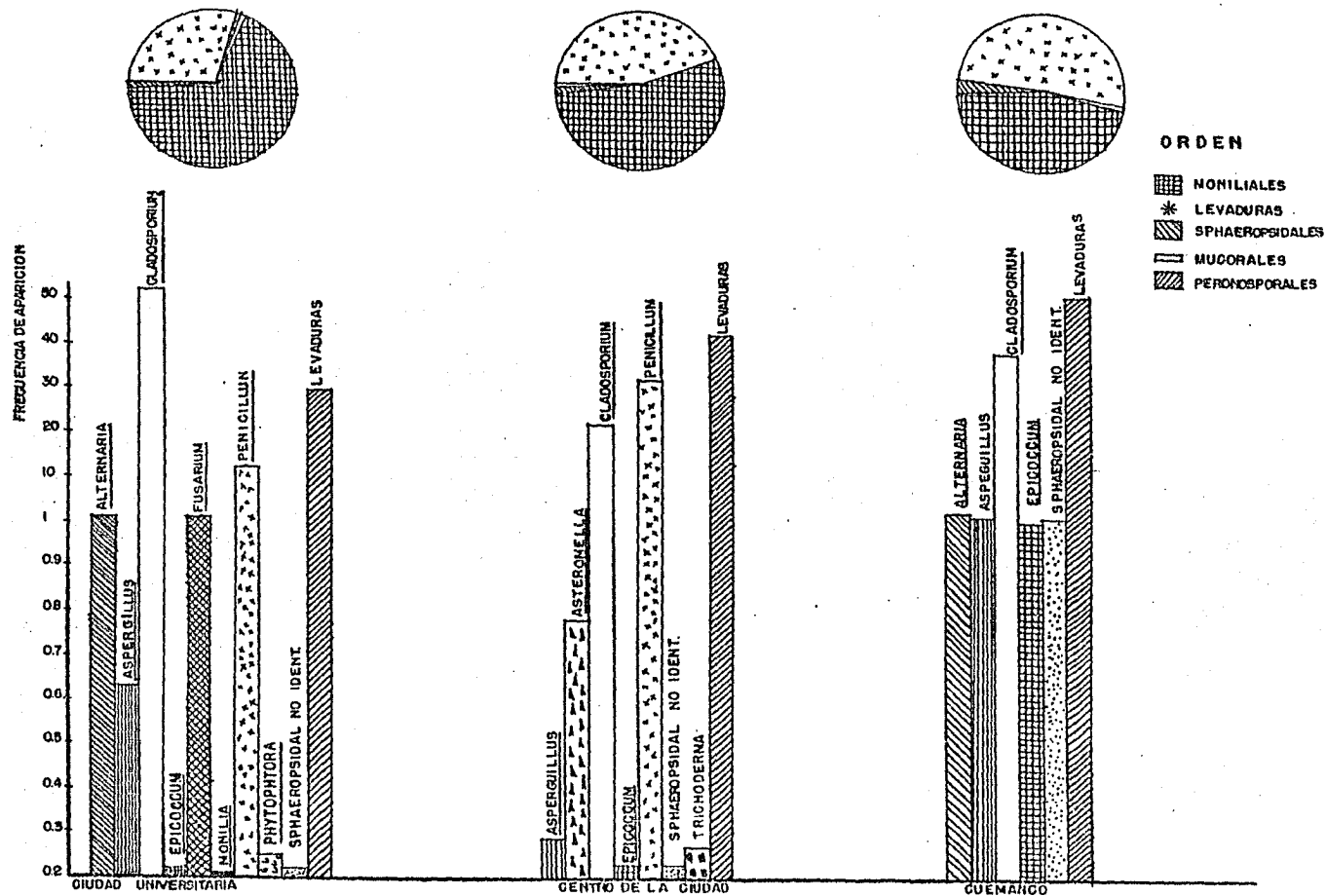


FIGURA 6 "DISTRIBUCION (%) DE LOS DIFERENTES ORDENES Y GENEROS EN LAS TRES ESTACIONES DE MUESTREO"

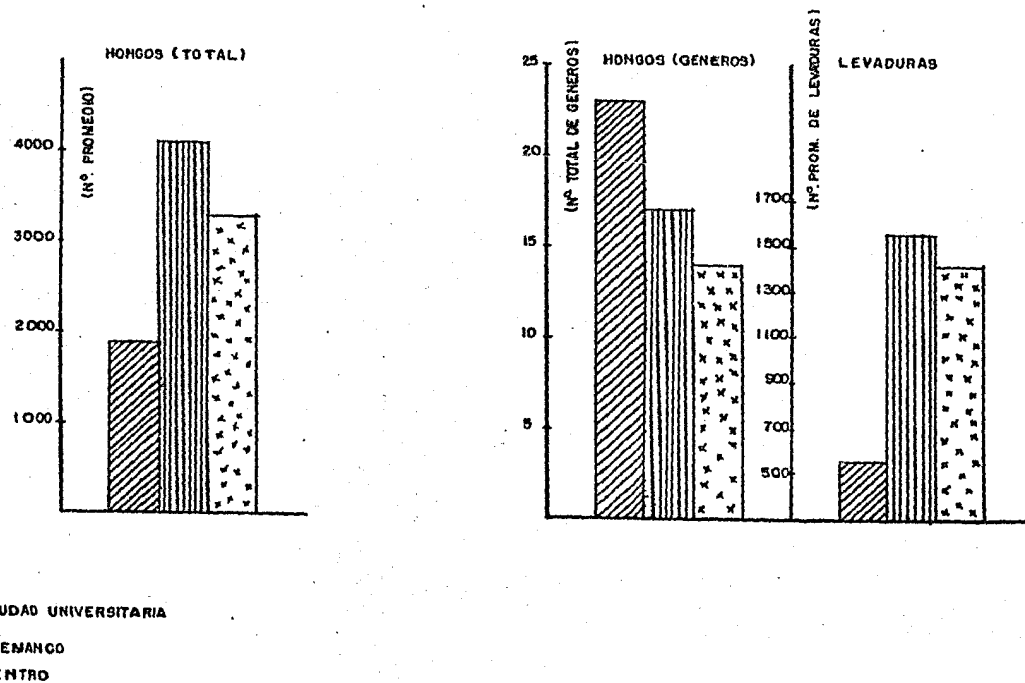


FIGURA 7
"COMPARACION DE LA CANTIDAD TOTAL DE HONGOS, CON RESPECTO AL TOTAL DE GÉNEROS Y LEVADURAS EN LAS TRES ESTACIONES DE MUESTREO"

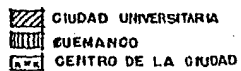
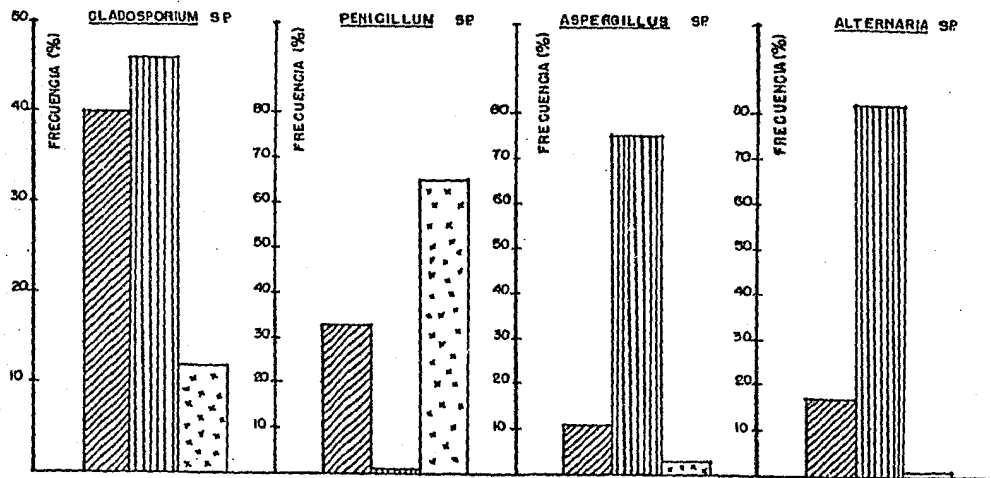


FIGURA 6
"DISTINTOS GENEROS PREDOMINANTES EN CADA UNA DE
LAS ESTACIONES DE MUESTREO"

TABLA IX FRECUENCIA DE APARICION DE LOS HONGOS DETECTADOS EN LAS 3 ESTACIONES DE MUESTREO, INDICANDO SI ES PATOGENO, ALERGENO, O SAPROBIO.

	I	II	III	IV	Frecuencia de aparición (%)		
					C. Diversitaria	Cuemanco	Centro
I Clase Oomycetes							
<u>Phytophthora</u>	X				0.25	-	-
II Clase Zygomycetes							
<u>Mucor</u>		X	X		0.01	-	-
<u>Rhizopus</u>	X	X	X		0.01	0.008	0.01
III Clase Deuteromycetes							
<u>Alternaria</u>	X		X	X	1.15	3.48	0.07
<u>Aspergillus</u>	X	X	X		0.63	2.86	0.29
<u>Bipolaris</u>					0.01	-	-
<u>Botrytis</u>	X				50.01	0.13	-
<u>Cladosporium</u>	X		X	X	52.78	28.25	22.90
<u>Chaetochytrium</u>					0.01	-	-
<u>Chaetara</u>	X			X	0.17	0.008	-
<u>Epicoccum</u>				X	0.22	1.22	0.23
<u>Fusarium</u>	X		X	X	2.48	0.008	0.01
<u>Geotrichum</u>		X		X	0.04	0.008	-
<u>Gonytrichum</u>				X	-	-	0.01
<u>Hamilla</u>	X			X	0.21	0.11	0.05
<u>Penicillium</u>	X	X	X		12.10	0.04	32.33
<u>Piricutaria</u>	X				0.01	-	-
<u>Rhynchosprium</u>	X				0.01	-	-
<u>Scopulariopsis</u>				X	0.01	-	-
<u>Trichoderma</u>	X			X	0.09	0.06	0.27
<u>Verticillium</u>	X			X	-	-	0.01
<u>Asteronetta</u>	X				0.02	0.14	0.78
<u>Chaetophana</u>	X			X	0.17	0.02	-
<u>Nothioretia</u>	X			X	-	0.05	-
<u>Peyronellaea</u>					-	-	0.05
<u>Phoma</u>	X		X		-	0.008	-
<u>Phytosticta</u>	X				0.01	-	-
No identificado					0.22	2.17	0.22
IV Levaduras		X		X	24.49	51.38	42.58

1) Fitopat6geno, II) Pat6geno al hombre y animales, III) alergeno, IV) saprobio.

TABLA X

DIFERENTES ESPECIES DE Aspergillus AISLADAS EN EL AGUA DE LLUVIA

(No. de colonias/ ml)

Estación	C. Universitaria	Cuemanco	Centro
<u>Aspergillus candidus</u>	6	170	-
<u>Aspergillus flavus</u>	3	-	3
<u>Aspergillus glaucus</u>	68	1010	6
<u>Aspergillus niger</u>	7	308	-
<u>Aspergillus tamari</u>	3	-	-

TABLA XI

VALORES DEL COEFICIENTE DE CORRELACION (r) OBTENIDOS ENTRE
ALGUNOS PARAMETROS METEOROLOGICOS Y LA COMPOSICION MICOLO-
GICA DEL AGUA DE LLUVIA

Ciudad Universitaria:

Valores de (r), considerando como variable dependiente al
número total de hongos contra las diferentes variables in-
dependientes como son:

	Valores de (r)
Vol. de lluvia	-0.43
Hora de inicio de la lluvia.	0.02
Humedad relativa	0.11
Temperatura	-0.45
Radiación total.	0.16
Horas de insolación	0.01

Variable dependiente:

Cladosporium

Variables independientes:

Valores de (r)

Vol. de lluvia	-0.29
Hora de inicio de la lluvia	0.39
Humedad relativa	0.08
Temperatura	-0.02
Radiación total	0.40
Horas de insolación	0.39

Variable dependiente: Levaduras

VARIABLES INDEPENDIENTES: valores de (r)

Vol de lluvia	-0.40
Hora de inicio de la lluvia.	-0.32
Humedad relativa	0.00
Temperatura	-0.49
Radiación total	-0.12
Horas de insolación	-0.25

Variable dependiente: Penicillium

VARIABLES INDEPENDIENTES: valores de (r)

Vol de lluvia	-0.27
Hora de inicio de la lluvia.	-0.45
Humedad relativa	-0.23
Temperatura	-0.29
Radiación total	-0.12
Horas de insolación	-0.29

Cuemanco.

Variable dependiente: Total de hongos

Variable independiente: valor de (r)

Vol. de lluvia	-0.30
----------------	-------

DISCUSION

La adaptación a la dispersión varía grandemente entre los diferentes grupos de microorganismos.

Los hongos presentan un amplio rango de tolerancia a las condiciones que prevalecen en la atmósfera, hecho por el cual se encontraron en gran abundancia en los muestreos realizados.

Como es sabido innumerables son los factores que están relacionados en la dispersión -liberación, transporte y deposición- y en la viabilidad de los microorganismos transportados en la atmósfera, ya que están influyendo tanto los parámetros meteorológicos, los químicos, así como los relacionados a la biología misma del organismo.

Este estudio de agua de lluvia se basó en el hecho conocido de que la precipitación pluvial actúa como un sistema colector de la atmósfera al provocar un eficiente lavado atmosférico, que termina con la dispersión de los microorganismos. (Maguire, 1969., Davies, 1961., McDonald 1962, 1963). Inclusive se ha considerado que la precipitación pluvial es un fenómeno 10 veces más eficiente que la impactación o deposición turbulenta. (Lynch y Poole, 1979).

Los análisis de agua de lluvia han mostrado una riqueza de elementos químicos y biológicos que se encuentran en la atmósfera.

Diversos son los compuestos químicos que logran detectarse en zonas urbanas, donde los óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos, aldehidos y metales pesados - como el plomo y cadmio son los principales contaminantes. (Pilotte, et.al., 1978., Killham y Wainwright, 1981., Asman 1981., Raynor y Hayes, 1981., Galloway, et.al., 1982).

Algunas de tales sustancias al ser recogidas por la lluvia pueden sufrir transformaciones químicas en el seno de este líquido.

En el presente estudio se consideró pertinente adicionar a los resultados micológicos los resultados de los análisis químicos del agua de lluvia, con el objeto de tener conocimiento de los contaminantes y nutrientes que también son acarreados por la lluvia y que por lo tanto mantienen contacto directo con los microorganismos de tal forma, que pudieran influir en su viabilidad, no solo en la atmósfera sino al entrar en contacto en el mismo recipiente de colecta.

Las sustancias analizadas en el agua de lluvia fueron: NH_3 , NO_3^- , SO_4 , HCHO , Pb , Cd , y P-total.

En cuanto a los parámetros meteorológicos, debemos considerar a la temperatura, humedad, radiación y vientos, los cuales tienen un efecto importante sobre la viabilidad, distribución geográfica y en la ecología de los microorganismos transportados en la atmósfera.

Para el presente trabajo se llevaron a cabo registros continuos durante todos los muestreos en la estación de Ciudad Universitaria. En Cuernavaca, los registros continuos sur-

gieron una vez instalada la caseta meteorológica (agosto de 1982), y para el Centro de la Ciudad, solo se registraron - valores de volúmen de precipitación pluvial.

Las correlaciones entre las variaciones de cada parámetro y los microorganismos presentes solo pudieron hacerse - en aquellos casos donde el número de datos nos permitieron su manejo.

En cuanto a la correlación entre parámetros meteorológicos y el total de hongos aislados, se encontraron valores de correlación (r) relativamente bajos, para determinar -- alguna relación con una probabilidad de error en la decisión con un nivel de significancia del 99%.

Aunque los valores de (r) fueron bajos, esto no necesariamente nos indica que no exista una correlación entre los hongos y los parámetros analizados, sino más bien, que es necesario generar mayor información para obtener resultados más significativos; ya que debemos recordar que los - microorganismos están sujetos a innumerables parámetros muchos de los cuales no actúan independientemente. Además debemos considerar que cada género y aún cada especie reaccionan de manera diferente ante un mismo parámetro.

Los valores de (r) con el total de hongos en la Ciudad Universitaria más altos, se obtuvieron con el volumen de - lluvia y con la temperatura. El primero nos puede estar - indicando que a mayor volúmen de lluvia, la concentración de organismos es menor y viceversa. Este efecto pudiera atribuirse al tipo de nube que lavó la atmósfera y a su tamaño de gota, ya que generalmente volúmenes reducidos de pre-

cipitación, son originados por nubes de tipo estrato, las cuales presentan por lo general gotas pequeñas que ofrecen una mayor remoción o lavado atmosférico que las gotas grandes originadas en su mayoría por nubes de tipo cúmulos y que provocan volúmenes grandes de precipitación. (Langmuir, 1948., Starr y Mason, 1966).

Por otro lado, al tener un gran volumen de agua de lluvia en un matrás, hay un efecto de dilución de los microorganismos muestreados.

En cuanto a la correlación con la temperatura, esta alcanzó el valor de -0.45; ésta aún siendo baja, nos pudiera indicar la relación inversa existente entre temperatura y microorganismos, que ha sido reportada en la literatura, por algunos autores; ya que altas temperaturas actúan como un parámetro en la desecación y muerte.

Por su parte para la humedad, radiación total, horas de insolación y hora de inicio de la lluvia, no se encontró correlación con el total de hongos aislados.

Considerando que es necesario tomar en cuenta independientemente cada género para hacer un análisis de correlación, se escogieron los géneros que fueron mas o menos constantes y abundantes durante todos los muestreos, los cuales fueron: Cladosporium y Penicillium. También se tomaron en cuenta a las levaduras debido a su abundancia, aunque debemos recordar que en este caso, estan incluidos varios géneros diferentes que presentaron características levaduriformes.

Para el caso de Cladosporium, el coeficiente de correlación mas alto fue con la radiación total; lo cual pu-

diera estar en relación al calentamiento del suelo provocado por la radiación solar, originando inestabilidad atmosférica, levantando a las esporas hasta el nivel donde se forman las nubes, (Gregory, 1973., Rich y Waggoner, 1962) y que posteriormente son lavadas en el momento de la precipitación.

En el caso de las levaduras, el volúmen de lluvia y la temperatura parecen tener una relación mas fuerte que los otros parámetros analizados. Esto nos pudiera indicar que a mayor temperatura menor cantidad de levaduras, lo cual concuerda con Pady, (1957), que expone que las levaduras son mas bien de condiciones húmedas y frías.

Aún cuando no se obtuvo correlación con la humedad relativa y la cantidad de levaduras, debemos recordar que al trabajar con lluvia, el efecto de humedad relativa viene a estar un tanto disimulado.

En el caso de Penicillium el valor mas alto fue con la hora de inicio de la lluvia, la cual pudiera estar mas en relación a la biología misma del hongo (período de liberación de esporas, etc.).

Para Cuernavaca, solo fue posible hacer análisis de correlación con el vol. de lluvia, obteniéndose también una (r) baja.

Por todo lo anterior, podemos darnos cuenta que hace falta generar mayor información, ya que en un estudio de aerobiología es necesario tomar en consideración un gran número de variables, que indudablemente están actuando - en conjunto, lo cual hace difícil el poder obtener conclu

independientemente para cada parámetro.

Si se hace una comparación general entre las tres estaciones de muestreo podemos observar que el nitrógeno se presentó principalmente en forma de NH_3 . Sin embargo, este compuesto en promedio, así como los sulfatos, el formaldehído y el cadmio fueron más altos en la estación del centro de la ciudad. Por lo tanto, lo anterior nos indica que dicha estación es la más contaminada de las tres, debido esto a la gran circulación de vehículos. La gran cantidad de automóviles y fábricas existentes en la ciudad de México emiten contaminantes, que reaccionan en la atmósfera originando - así otros nuevos compuestos como es el caso del formaldehído, el cual ve favorecida su formación por los períodos - de sequía, poca nubosidad y alta insolación que presenta esta ciudad.

La Ciudad Universitaria presentó altos contenidos de nitratos y de plomo, hecho que se puede justificar debido a la gran cantidad de automóviles que circulan en la zona escolar y que son la fuente principal de óxidos de nitrógeno.

La zona de Cuernavaca resulta ser la de menor contaminación química, ya que es un sitio aún con predominio - agrícola, con poca circulación de automóviles y pocas fábricas. Aquí se pudo observar que el fósforo total presentó el valor más alto en relación a las otras dos estaciones. Esta concentración de fósforo pudiera deberse a -

los insecticidas organofosforados con que rocían los cultivos de la zona y a las aguas negras que llevan detergentes polifosfatados.

En cuanto a las condiciones meteorológicas, la zona de mayor humedad relativa resultó ser esta de Cuemanco, hecho tal que se justifica por la existencia del canal. Estas condiciones de alta humedad relativa además de las temperaturas no muy altas, probablemente favorecieron la abundancia de hongos en la atmósfera.

Por su parte Ciudad Universitaria presentó una humedad relativa más baja, una temperatura en promedio muy parecida a la de Cuemanco, y un mayor número de horas de insolación que esta última estación.

Para la estación del Centro de la Ciudad de México - podemos decir que en general la humedad relativa es mas baja y la temperatura promedio es más alta que en las otras dos estaciones de muestreo. Esto se atribuye principalmente a la ausencia total de vegetación y a la cubierta de -- concreto o asfalto sobre la superficie del lugar, lo cual reduce la tasa de evaporación.

Otro factor que indudablemente influye en la elevación de temperatura del centro de la ciudad son los contaminantes procedentes de los automóviles e industrias, los cuales son capaces de absorber energía solar aumentando -- así la temperatura de la zona.

En cuanto a los hongos muestreados, haciendo una comparación de las tres estaciones de muestreo; la estación de Cuemanco presentó la mayor abundancia la cual se atribuye a las condiciones antes mencionadas de alta humedad y temperaturas más bajas. Por otro lado, se debe tomar en cuenta que Cuemanco es una zona con grandes extensiones de cultivo, las cuales son en repetidas ocasiones atacadas por los hongos. Estos últimos al presentar mecanismos de liberación los hace ingresar a las capas atmosféricas, donde serán diseminados y llegaran a infectar zonas aledañas, infectando así extensiones mayores de cultivo.

De la estación de Cuemanco, le sigue en abundancia la estación del centro, sin embargo esta abundancia está representada por las levaduras y Penicillium en su mayoría. En cuanto a las levaduras, no existe una explicación lógica ya que como se había mencionado, son más bien características de ambientes húmedos y fríos. (Pady, 1957), lo que no coincidiría con las condiciones meteorológicas del centro.

Los moniliales están representados principalmente por Penicillium. Según Davies, et.al., (1963), Penicillium es un género característico de áreas urbanas. Por su parte, Ambler y Vernor, (1951) y Richard, (1956), (en Davies, et.al., 1963) encontraron que Penicillium era más frecuente en la atmósfera de grandes ciudades que en lugares menos poblados.

La baja diversidad de hongos en el centro, se debe posiblemente a que las condiciones meteorológicas no son las

óptimas para su desarrollo, además de que al ser una área urbana sin suelo ni vegetación, se reduce el número de -- fuentes de emisión.

El mayor número de géneros diferentes se presentó en la estación de Ciudad Universitaria.

Por todo lo anterior, se puede observar que el centro de la ciudad es la estación que presenta la contaminación química mas alta a diferencia de Cuemanco que presentó la mayor carga de hongos en la atmósfera.

Los géneros de hongos que comunmente se presentaron en la atmósfera de las tres estaciones de muestreo son: Cladosporium, Alternaria, Aspergillus y Penicillium. Los tres primeros son muy abundantes en Cuemanco, Cladosporium frecuentemente encontrado en Ciudad Universitaria y Penicillium notablemente abundante en el centro de la ciudad. Lo cual concuerda con la conclusión de Davies, et.al (1963), ya anteriormente mencionada; quienes explican que Penicillium es más característico de zonas urbanas, a diferencia de Cladosporium que se halla preferentemente en -- espacios abiertos. Los mismos autores en un trabajo realizado en Londres durante el verano, encontraron que Cladosporium era el hongo predominante en el tejido vegetal en descomposición de los pastos que habían sido cortados -- en el lugar de muestreo.

En Cuemanco, aparte de los jardines que rodean a

la pista olímpica de remo y canotaje, hay grandes extensiones de cultivo, cercanas a la estación, que pudieron contribuir significativamente en la concentración de Cladospodium en la atmósfera.

Por su parte Ciudad Universitaria presenta grandes extensiones de jardines con pasto cultivado, hecho que pudo ser la principal fuente de este hongo.

En cuanto a Aspergillus, este género se presentó en las tres estaciones de muestreo, sin embargo se nota una concentración mas alta en Cuemanco. Sobre todo de Aspergillus glaucus y A. niger.

En el centro este género solo se asiló en ocasiones -- muy contadas y en baja concentración. Según Kramer, et.al. (1960), Penicillium es más característico de zonas cálidas y Aspergillus de zonas más frías. Lo cual coincidiría con las condiciones meteorológicas de Cuemanco y del Centro respectivamente.

Por otra parte, Aspergillus es un hongo que ha sido reportado no solo como alergeno sino como patógeno incluyendo las especies A. niger, A. flavus y A. glaucus (Huerta, et.al., 1971), por lo cual es necesario realizar estudios sobre este género y sus especies que nos dieran mayor información sobre su biología y comportamiento extramuros.

En la tabla X, se incluyeron los hongos aislados, especificándose por información bibliográfica si el hongo en cuestión es saprobio, alergeno o patógeno, sin embargo pasa saber exáctamente de qué forma está afectando en ese mo

mento al ecosistema, es necesario generar mayor información muestreando durante largos períodos, no sólo el agua de -- lluvia, sino, la atmósfera directamente por muestreadores de aire.

También es necesario considerar colectas en cultivos, parques o zonas cercanas a la estación de muestreo y estudios complementarios de suelos y atmósfera baja y superior que nos permita entender un poco más todos los procesos im plicados en el fenómeno.

BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR, J., (1978). Descripción del sistema agrícola de Chinampas. Memorias del grupo de estudios ambientales A.C. (GEA), México. 27-48 pp.
- ALEXOPOULUS, C., (1977). Introducción a la Micología. Ed. Universitaria. Buenos Aires. 615 pp.
- ALFARO, S., OROZCO, CH., (1980). Estudio edafológico del ejido de Xochimilco (Ciénega grande). Tesis (Licenciatura) Fac. Ciencias UNAM. México. -- 49 pp.
- ALVAREZ, S., et.al. (1982). Proyecto para la creación de una reserva en el Pedregal de San Angel. Laboratorio de Ecología. Fac. Ciencias UNAM. México. 49 pp.
- ALLITT, U., (1979). Notes and brief articles coiled ascospores in the hypodermataceae. Trans. Br. Mycol. Soc. 72(1):147-151
- ASMAN, W., (1981). Meteorological interpretation of the chemical composition of rain-water at one measuring site. Water Air Soil Poll. 16:159-175
- BAEZ, P. (1972). The Atmosphere in: The environment and its resources. Gordon and Breach, Science publisher New York, Londond, Paris.
- BARNETT, H., HUNTER, B., (1972). Illustrates genera of fungi. Burgess Publishin Comp. Minneapolis, Minnesota -- 300 pp.
- BARREAU-AUGER,, BORDEAUX-TLANCE, (1971). Constitutans microbiologiques de l'atmosphère bordelaise. Pollution Fongique de L'atmosphère bordelaise. Pollution Atmosferique.(52): 293-300
- BOWDEN, J., GREGORY, P., JOHNSON, G., (1971). Possible wind transport of coffee leaf rust across the Atlantic Ocean. Nature, Lond. 229:500-501
- BROWN, R., LARSON, D., BOLD, H., (1964). Airbone algae: their abundance and heterogeneity. Sci. 143:583-585
- COUTIÑO, A., (1981). Evaluación bacteriana en vegetales irrigados con agua negra en la zona de San Gregorio - Xochimilco. Tesis (licenciatura) Fac. Ciencias -- UNAM. 74 pp.

- COUTIÑO, B., (1979). Importancia de los hongos en las -
alergias de tipo respiratorio y su estu-
dio en México. Bol. Soc. Mex. Mic. 13: 215-
222.
- CUEVA, V., (1960). Características del asma bronquial en
México. Gaceta Méd. 90:197-206
- DAVIES, R., (1959). Detachment of conidia by cloud droplets.
Nature Lond. 183:1695
- DAVIES, R., (1961). Wettability and the capture carriage -
and deposition of particles by raindrops.
Nature Lond. 191:616-617
- DAVIES, R., (1969). Climate and topography in relation to
aeroallergens at Davos and London. Acta - -
Allerg. 18:131-147
- De GROTT, R., (1968). Diurnal cycles of airborne spores --
produced by forest fungi. Phytopathology --
58:1223-1229
- DIEGO, P., (1970). Contribución a la flora silvestre de -
los alrededores del Jardín botánico de la -
UNAM. Tesis (Licenciatura) Fac. Ciencias
Fac. Ciencias UNAM. México. 189 pp.
- DIMICK, R., ATERS, A., (1969). An introduction to experi-
mental aerobiology. Wiley Interscience New
York. 494 pp.
- EDMONDS, R., (1979). Aerobiology, The ecological sistem -
approach. Dowden, Hutchinson & Ross Inc. --
386 pp.
- FITZPATRICK, H., (1930). The lower fungi Phycomycetes. Mc
Graw Hill, Book company. Inc. New York, Lon-
don. 331 pp.
- FOURNIER D'ALBE (1956). La modificación de los microclimas
contribución al simposium sobre la climatolo
gía de las zonas áridas; organizado por la -
UNESCO y el gobierno de Australia. En Cambe-
rra, Australia. 46 pp.
- GALLOWAY, .., et.al. (1982). Trace metals in atmospheric -
deposition a reiew and assesement. Atmos--
pheric Environment 16(7):1677-1700

- GARCIA, de M., (1973). Modificaciones al sistema de Clasificación climática de Köppen. UNAM, México. 246 pp.
- GARCIA, de M., (1978). Apuntes de Climatología. UNAM, México 153 pp.
- GONZALEZ, O., CROZCO, C., (1943). Los hongos del aire de la ciudad de México y su relación con los factores atmosféricos. Rev. Inst. Salub. y Enfermedades tropicales 4:259-265
- GOODMAN, D., NORHEY, W., LEATHERS, C., SAVAGE, T., (1966). A study of airborne fungi in the Phoenix Arizona metropolitan area. J. Allergy 38:56-62
- GREGORY, P., (1952). Spore content of the atmosphere near the ground. Nature 170:475-477
- GREGORY, P., (1957). Electrostatic charges on spores of fungi in air. Nature 180:330
- GREGORY, P., (1960). Outdoor aerobiology. Endeavour 19(76) 223-228
- GREGORY, P., (1973). Microbiology of the atmosphere. Leonard Hill, Great Britain, 377 pp.
- GREGORY, P., HIRST, J., (1952). Possible role of basidiospores as airborne allergens. Nature Lond. 170:414-416.
- HAMILTON, E., (1959). Studies on the air spora. Acta Allergologica 13:143-175
- HUERTA, L., CUEVA, J., GOMEZ, R., (1971). Aspergilosis y asma bronquial. Alergia 19:41-50
- IBACH, M., LARSH, H., FURCLOW, M., (1954). Isolation of Histoplasma capsulatum from the air. Sci. 119: 71
- INGOLD, C., (1957). Spore liberation in higher fungi. Endeavour 16:78-83
- JACOBS, W., (1939). A discussion of physical factors governing the distribution of microorganisms in the atmosphere. Journal marine research 2(3): 219-224
- JAUREGUI, O., (1971). Mesomicroclima de la ciudad de México Instituto de Geografía UNAM, México. 87 pp.

- KILLHAM, K., WAINWRIGHT, M. (1981). Microbial release of sulphur ions from atmospheric pollution deposits. Journal of applied Ecology 18:889-896
- KRAMER, C., PADY, S., ROGERSON, C., (1959). Kansas aeromycology III. Cladosporium. Trans. Kan. Acad. Sci. 62:200-207
- KRAMER, C., PADY, S., (1960). Kansas aeromycology V: Penicillium and Aspergillus. Micologia 52:545-552
- KRAMER, C., PADY, S., WILEY, B., (1963). Kansas aeromycology XIII: Diurnal studies 1956-1960. Mycologia 55:381-401
- KRAMER, C., PADY, S., WILEY, B., (1964). Kansas aeromycology XIV Diurnal studies 1961-1962. Kansas Acad. Sci. Trans. 67:442-459
- LACY, N., (1981). Aislamiento, identificación y estudio de la actividad fisiológica de algunos hongos filamentosos que pueden participar en la biodegradación de desechos en las lagunas de oxidación. Tesis (licenciatura) Fac. Química Universidad La Salle, México. 68 pp.
- LANGIMUR, (1948). The summer air spora at Rothamsted in 1952. J. Gen. Microbiol. 17:135-152
- LORENTE, J., (1966). Meteorología. Ed. Labor S.A. México 286 pp.
- LYNCH, J., POOLE, N., (1979). Microbial Ecology, A conceptual Approach. Blackwell Scientific Publications.
- MAGUIRRE, B., (1963). The passive dispersal of small aquatic organisms and their colonization of isolated bodies of water. Ecological monographs 33(2):161-185
- MALLEA, M., MURRAY, G., SEGRETA IN, G., (1972). Census of Aspergillus colonies in the air, comparison between London, Paris, Lyon and Marseilles. Acta Allergol 27:273-279.
- MARTINEZ, C., (1973). Estudio de hongos filamentosos aislados del río Coatzacoalcos en la zona comprendida entre Minatitlán y Coatzacoalcos. Tesis licenciatura. I.P.N. México. 54 pp.

- MAY, F., (1958). The washout of lycopodium spores by rain. Q. Jl. Met. Soc. 84:451-458
- MCDONALD, J., (1962). Collection and washout of airborne pollen and spores by raindrops. Sci. 135:435-437.
- MCDONALD, J., (1964). Pollen wettability as a factor in washout by raindrops. Sci. 143:1180-1181
- MEIER, F., (1936). Effects of condition in the stratosphere on spores of fungi. Nat. Geog. Soc. -- Stratosphere Series (2):152-153.
- MONCADA, .. (1976). El uso del suelo en el sureste del Distrito Federal. Tesis (licenciatura) Fac. de filosofía y letras. UNAM.
- PADY, S., (1957). Quantitative studies of fungus in the air. Mycologia 49:339-353
- PADY, S., KRAMER, C., (1960). Kansas aeromycology VI: Hyphal fragments. Mycologia 52:681-687
- PATHAK, V., PADY, S., (1965). Numbers and viability of certain airborne fungus spores. Mycologia 52:301-311
- PETTERSEN, S., (1976). Introducción a la Meteorología. Espasa-Calpe, S.A., Madrid. 469 pp.
- PILOTTE, J., WINCHESTER, J., NELSON, J., (1978). Components of lead in the atmosphere of St. Louis Missouri. J. of Appl. Meteorology 17: 627-635
- RAPER, K., FENNELL, D., (1965). The genus Aspergillus. The Williams Wilkins company, Baltimore 686 pp.
- RAYNOR, G., HAYES, J., (1982). Concentration of some ionic species in central Long Island. New York precipitation in relation to meteorological variables. Water air and Soil Poll. 17:309-335
- RICH, S., WAGGONER, P., (1962). Atmospheric concentration of Cladosporium spores. Sci. 137:962-965
- ROSAS, P., BAEZ, P., MEDINA, A., (1975). Efectos de la contaminación del agua del lago de Xochimilco sobre la fauna bentónica. In: Memorias del I congreso Iberoamericano del medio ambiente. Madrid España. 1071-1084

- RZEDOWSKI, J., RZEDOWSKI, G., (1981). Flora fanerogámica - ca del Valle de México. CECSA, México. 403pp.
- SCHLICHTING, H., (1961). Viable species of algae and protozoa in the atmosphere. Llodia 24(2):81-88
- SCHLICHTING, H., (1963). Meteorological conditions affecting the dispersal of airborne algae and protozoa. Llodia 27(1):64-78.
- SHRUM, R., WOOD, F., (1966). Annual and diurnal patterns of basidiospore release by Fomes rimosus. - Phytopathology 56:901
- SMITH, P., (1973). The effects of some air pollutants and meteorological condition on Airborne algae - - and protozoa. Jour. Air. Poll. Cont. Ass. 23 (10): 876-880.
- SPIEGEL, M. (1969). Teoría y problemas de Estadística, Mc Graw-Hill, México. 357 pp.
- SRECRAMULU, T., (1963). Observations on the periodicity in the airborne spores of Ganoderma applanatum. Mycologia 55:371-379
- STAMBAUGH, W., COBB, F., SCHIDIT, R. KRIEGER, F., (1962) Effects of season and environment on inoculum dispersal of Fomes annosus and stump invasion of planted white pine. Phytopathology 52:28
- STARR, J., MASON, P., (1966). The capture of airborne particles by water drops and simulated snow crystals. Q. Jl. R. Met. Soc. 92: 490-499
- TREWARTA, G., (1980). An introduction to climate. McGraw Hill book Company. Fifth edition, 416 pp.