

21 59

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA



IDENTIFICACION Y CUANTIFICACION DE MICROORGANISMOS
(BACTERIAS Y HONGOS) Y SU RELACION CON LA DISTRIBU-
CION DEL TAMAÑO DE PARTICULAS SUSPENDIDAS EN 4
SITIOS DE LA ATMOSFERA DE LA CIUDAD DE MEXICO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A
MARIA TERESA GAMBOA RODRIGUEZ
MEXICO, D. F. 1983



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.

C O N T E N I D O

Resumen.....	1
Introducción.....	3
Antecedentes.....	36
Objetivos.....	43
Material y Métodos.....	44
Resultados.....	55
Discusión y Conclusiones.....	62
Referencias.....	78
Tablas y Figuras.....	84
Apéndices.....	137
Glosario.....	158

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

- Fig. No. 1. Impactor de Cascada Andersen.
- Fig. No. 2. Sección transversal del Impactor de Cascada Andersen.
- Fig. No. 3. Esquema que muestra la relación del sistema respiratorio humano con el muestreador Andersen.
- Fig. No. 4. Mapa de la Cd. de México, mostrando la localización de los diferentes puntos de estudio.
- Fig. No. 5. Discos de vidrio, en donde eran colectadas las partículas suspendidas en el aire, contenidos en las diferentes etapas del I. Andersen.
- Fig. No. 6. Muestras de hongos y bacterias después de haber sido incubadas durante 48 horas.
- Tabla I. Análisis de Distribución del tamaño de partículas suspendidas en el Impactor de Cascada Andersen.
- Tabla II. Promedio de microorganismos (cuanta total de colonias de bacterias y hongos/m³) y su porcentaje respectivo en los diferentes sitios de estudio.
- Fig. No. 7. Distribución de bacterias por sitio de muestreo

- Fig. No. 8. Distribución de hongos por sitio de muestreo. Número de colonias/ m³.
- Fig. No. 9 Porcentaje de microorganismos/ m³ en varios sitios de la Cd. de México.
- Tabla III. Promedio del diámetro de partículas en cada una de las etapas en los diferentes sitios de estudio utilizando el I. Andersen.
- Fig. No.10. Promedio del diámetro de partícula por etapas en los diferentes sitios de estudio utilizando el I. de Cascada Andersen.
- Tabla IV. Promedio de microorganismos (cuenta total de colonias de bacterias y hongos/ m³) y su porcentaje respectivo en las diferentes etapas del I. de Cascada Andersen.
- Fig. No.11. Relación de la distribución del tamaño de partículas suspendidas en el aire con bacterias.
- Fig. No.12. Relación de la distribución del tamaño de partículas suspendidas en el aire con hongos.
- Tabla V. Cuadros de pruebas bioquímicas para la identificación de especies aisladas en el estudio.
- Tabla VI. Cuadros de pruebas bioquímicas utilizadas para la identificación de especies aisladas en el estudio.
- Tabla VII. Bioquímicas utilizadas para la identificación de los diferentes géneros aislados en el estudio.

- Tabla VIII. Cuadros de pruebas bioquímicas utilizadas para la identificación de las diferentes - especies aisladas en el estudio.
- Tabla IX. Géneros de bacterias y hongos identificados con mayor frecuencia en los diferentes muestreos.
- Tabla X. Número y porcentaje de géneros de hongos - y bacterias aislados más frecuentemente en los diferentes sitios de estudio.
- Tabla XI. Porcentaje de géneros bacterianos identificados por sitio de muestreo.
- Tabla XII. Porcentaje de géneros de hongos aislados por sitio de muestreo.
- Tabla XIII. Número total y porcentaje de géneros de hongos y bacterias aislados por cada una de las etapas del Impactor de Cascada Andersen.
- Tabla XIV. Porcentaje de géneros bacterianos identificados en las diferentes etapas del I. Andersen.
- Tabla XV. Porcentaje de géneros de hongos aislados en cada una de las etapas del Impactor Andersen.
- Tabla XVI. Porcentaje de géneros y especies bacterianas identificados con mayor frecuencia en cada uno de los sitios de estudio.
- Tabla XVII. Porcentaje de especies de bacterias caracterizadas en cada una de las etapas del I, Andersen.
- Fig. No.13. Relación de la concentración total de partículas suspendidas en el aire, en los diferentes sitios de estudio.

Tabla XVIII. Concentración total de partículas suspendidas en relación al número de microorganismos (hongos) en los diferentes sitios de estudio.

Tabla XIX. Concentración total de partículas suspendidas en relación al número de microorganismos (bacterias) en los diferentes sitios de estudio.

Fig. No. 14. Relación de la concentración total de partículas suspendidas con microorganismos del aire en los diferentes días de muestreo en Tlalnepantla.

Fig. No. 15. Relación de la concentración de partículas suspendidas con microorganismos del aire en los diferentes días de muestreo, en el Centro.

Fig. No. 16. Relación de la concentración total de partículas suspendidas en el aire con microorganismos del aire en los diferentes días de muestreo, en Tacubaya.

Fig. No. 17. Relación de la concentración total de partículas suspendidas con microorganismos del aire en los diferentes días de muestreo, en Cd. Universitaria.

Fig. No. 18. Relación de la Humedad Relativa con el promedio de microorganismos del aire en los diferentes días de muestreo.

- Fig. No. 19. Relación de la Temperatura promedio de los 4 sitios de estudio con microorganismos del aire en los diferentes días de muestreo.
- Fig. No. 20. Relación de la Temperatura media con microorganismos en los diferentes días de muestreo.
- Fig. No. 21. Relación del promedio de horas de insolación por día de muestreo con microorganismos del aire.
- Fig. No. 22. Relación del volumen pluvial con microorganismos del aire en los diferentes días de muestreo.
- Fig. No. 23. Temperatura promedio durante la toma de la muestra para cada uno de los sitios de muestreo.
- Fig. No. 24. Simbología de Rosas de Vientos.
- Fig. No. 25. Frecuencia y dirección del viento en períodos de 24 horas, el día 10 - II - 1982.
- Fig. No. 26. Frecuencia y Dirección del Viento en períodos de 24 horas. 19 - II - 1982.
- Fig. No. 27. Frecuencia y Dirección del Viento en periodos de 24 horas, el día 12- III- 82
- Fig. No. 28. Frecuencia y dirección del viento en periodos de 24 horas, el día 8 - III - 1982.
- Fig. No. 29. Frecuencia y Dirección del Viento en periodos de 24 horas, el día 24 - III - 1982.
- Fig. No. 30. Frecuencia y dirección del viento en periodos de 24 horas, el día 31 - III - 1982.

- Fig. No. 31. Frecuencia y dirección del viento en períodos de 24 horas. El día 21 - IV - 1982.
- Fig. No. 32. Relación de las rosas de vientos con hongos
- Fig. No. 33. Relación de las rosas de vientos con bacterias.
- Fig. No. 34. Actinomyces madurae.
- Fig. No. 35. Nocardia brasiliensis.

RESUMEN

En el presente trabajo, se analizan diversos aspectos de la contaminación ambiental en la Ciudad de México de microorganismos, tomando en consideración que epidemiológicamente es importante conocer el peligro que representa para los humanos inhalar constantemente partículas y polvos originados por procesos naturales e industriales, así como de las actividades urbanas. (39).

El muestreo de las partículas se llevó a cabo utilizando impactores de cascada tipo Andersen, los cuales fueron localizados en diferentes puntos de la Ciudad.

El impactor Andersen colecta partículas del aire y las discrimina en diferentes grupos en base al tamaño de - creciente de la partícula y a sus propiedades físicas. (2)..

El tamaño de partícula obtenida en promedio es en un diámetro de 0.62 μm a 13.77 μm .

Se hizo un análisis cualitativo y cuantitativo de - los microorganismos colectados de la manera señalada, para determinar la microflora existente en los puntos muestreados - dentro de la Ciudad de México.

En base a los resultados se obtuvo la relación de microorganismos aislados más frecuentemente, así como el número de hongos y bacterias detectadas por sitio de muestreo y por cada una de las etapas del impactor Andersen.

Se hace también una correlación entre microorganismos-

mos y la concentración de partículas por sitio de muestreo y por cada etapa.

Así mismo, se relacionan algunas variables meteorológicas con el número de microorganismos, para determinar cómo afecta en su viabilidad y distribución.

Se menciona la importancia de estudiar la microflora del aire involucrada ó no, en alergias respiratorias y en enfermedades broncopulmonares; ya que éste, posiblemente contribuye a determinar con precisión el agente causal en beneficio de un tratamiento más adecuado de dichas enfermedades.

Introducción.-

La Contaminación Ambiental, junto con la explosión demográfica y el uso irracional de los recursos naturales, es uno de los aspectos más negativos de la problemática actual.

La humanidad se encuentra expuesta cada vez más a los efectos de los contaminantes quienes les causan enfermedades, entre éstos, los microorganismos, sustancias químicas o diversos contaminantes físicos, juegan un papel importante (34).

El aire del Valle de México se ha visto deteriorado considerablemente por las actividades urbanas e industriales.

La falta de planeación ha ocasionado que centros industriales se mezclen con áreas residenciales, además el creciente número de vehículos que circulan en las zonas urbanas aunado a características topográficas y climatológicas del Valle, han alterado en gran magnitud la calidad del aire. (15).

Los daños a la economía por la contaminación y el deterioro que ocasiona al medio son muy complejos; por ejemplo los gastos por la atención de enfermedades y diversas afecciones, que traen como consecuencia el ausentismo en el trabajo y el deterioro, además de la degradación de los ecosistemas que son incalculables. (34).

La contaminación de la atmósfera ocasionada por polvos, humos, compuestos orgánicos y minerales, aerosoles y gases tóxicos emitidos por industrias y por motores de combustión obligan a realizar numerosas investigaciones para tratar de disminuir los efectos de ésta sobre el hombre, animales y plantas (6).

Los adelantos, para combatir enfermedades debido a

problemas por la contaminación, se han visto afectados en los países carentes de recursos.

De lo antes expuesto, se desprende la importancia de realizar una cuantificación sistemática de los microconstituyentes del aire tanto, en ambientes abiertos (atmósfera extramural), como en ambientes cerrados (atmósfera intramural) (6).

Desde el punto de vista de las fuentes de emisión y los tipos de contaminantes en México, se ha determinado que los contaminantes atmosféricos están constituidos por un amplio número de sustancias tóxicas, incluyendo gases y partículas en suspensión. Estos pueden ser divididos en dos categorías; a) contaminantes primarios; emitidos directamente de fuentes identificables y b) contaminantes secundarios; aquellos producidos por interacción de dos o más constituyentes de la atmósfera, con o sin reacciones fotoquímicas.

Ejemplos de contaminantes primarios son las partículas de polvo en suspensión, microorganismos, dióxido de azufre producto de incendios forestales, erosión, etc. (20). Entre los contaminantes secundarios más comunes se tienen: hidrocarburos, cloro, ácido clorhídrico, fluoruros, óxidos de nitrógeno, ácido sulfhídrico, ozono, nitrato de peroxiacetil (PAN), dióxido de azufre, etc (20).

La emisión de hidrocarburos está condicionada por: industrias de pinturas, procesos de refinación, combustión, transporte y almacenaje de combustibles, etc.

La emisión de óxidos de nitrógeno es producida por procesos de combustión, industrias químicas y producción de

acero.

Las partículas son otro de los tipos de contaminación del aire urbano. Las principales fuentes en México son la industria del cemento, con un 86 % aproximadamente, plantas químicas, refinación del petróleo, industria del acero, combustión, producción de energía eléctrica, transporte, etc. Se estima que para 1985 la emisión de partículas en general en el Valle de México será de 141 708 toneladas (15).

Los contaminantes atmosféricos juegan un papel importante en la ecología de plantas e indirectamente en los animales, así como en los microorganismos. Se ha demostrado por ejemplo que algunos gases químicos afectan la supervivencia de microorganismos en el aire. Estos efectos han sido estudiados por Won y Ross en 1969 (20); Chatigny et al. investigaron los efectos causados por el dióxido de nitrógeno (20) en 1973; Lighthart et al. el efecto del dióxido de azufre (1971) (20); Elforde y Vanden Ende en 1942, estudiaron el efecto del ozono (20); y Lighthard en 1973 el efecto del monóxido de carbono (20).

Aerobiología.-

El estudio de los fenómenos biológicos de la contaminación atmosférica no es simple. Las investigaciones en este campo apenas han comenzado. La Aerobiología contribuye por un lado a obtener información cualitativa y cuantitativa relacionada con el comportamiento de los microorganismos en el

medio ambiente. Por otro lado permite el estudio de los factores que determinan el movimiento de las partículas suspendidas en el aire, así como el análisis de sus naturaleza y cuantificación.

Esta ciencia ha sido utilizada en el área fitopatológica y en menor proporción en el estudio de las alergias. Sin embargo, en la actualidad existe gran inquietud entre los alergólogos y microbiólogos por investigar la relación entre la propagación de los diferentes organismos que forman parte habitual de la flora y fauna anemófila con la presencia de cuadros alérgicos y/o infecciosos. (12).

La microbiología de la atmósfera comprende el estudio de los organismos vivientes del aire, tales como el polen, esporas de hongos y bacterias, levaduras, líquenes y virus entre otros. Estos elementos en la atmósfera pueden actuar en forma benéfica o nefasta. Las esporas de algunas especies microbianas pueden volverse alérgenos en sujetos predispuestos y causar manifestaciones alérgicas (6).

En el estudio de la Aerobiología es necesario distinguir la contaminación intramural (atmósfera confinada al interior) de la contaminación extramural (atmósfera libre o exterior). El estudio de la contaminación extramural es aplicado a la medicina alergológica y epidemiológica y además a la agronomía, mientras que la contaminación intramural está ligada especialmente a la contaminación en espacios cerrados como hospitales, casas-habitación, fábricas, escuelas, etc.

La Aerobiología en su definición original, fue restringida a estudios de organismos provenientes del aire.

Los materiales particulados considerados importantes en la Aerobiología incluyen humos, polvos, pesticidas y formas biológicas tales como virus, bacterias, fragmentos de hongos y esporas, algas, protozoarios, musgos, polen, fragmentos de plantas, insectos y otra microfauna.

Las partículas biológicas se encuentran suspendidas como simples organismos o bien como agregados de organismos, principalmente adheridos a partículas de polvo (20).

La Aerobiología es de utilidad para el control de la contaminación, pudiendo realizar una correlación experimental en relación con parámetros físicos de cualquier aire manipulado, que pueden incluir microorganismos, partículas y constituyentes químicos mismos que pueden presentarse en el aire normal. La influencia de factores como temperatura, humedad relativa y otras variables frecuentemente incluidas en el control ambiental, son relacionadas con agentes patógenos o tóxicos (14).

Partículas Suspendidas como Contaminantes del Medio Ambiente.-

Desde el punto de vista epidemiológico es necesario conocer el peligro que pueda representar en los humanos el inhalar constantemente partículas y polvos (20).

El estudio de la concentración de partículas en suspensión en el aire, independientemente de su tamaño y composición, refleja el grado de contaminación de una ciudad, manifiesto

tando la tendencia del problema así como la efectividad en las medidas de control (39).

Debido a que en México no se cuenta con ninguna norma que se pueda tomar como base en la calidad del ambiente, la estimación de partículas totales suspendidas proporciona datos que al ser comparados con la norma de calidad de aire encontrada en otros países, nos permite conocer las condiciones del mismo.

En base a las normas de calidad del aire para algunos contaminantes atmosféricos de Estados Unidos tenemos que: para partículas en suspensión, la cifra de 60 microgramos por metro cúbico de promedio geométrico anual, es la norma secundaria de bienestar, y 260 microgramos por metro cúbico en una muestra de 24 horas, no más de una vez al año es la norma primaria de salud. Cuando la concentración de partículas en suspensión es de 325 microgramos por metro cúbico en muestrás de 24 horas, se estima que hay estado de alerta por el peligro que representa para la salud pública (35).

Una caracterización completa de la distribución de aerosoles en el ambiente a través del uso de impactores fraccionados u otros aparatos de muestreo pueden proveer datos para evaluar los efectos sobre la salud.

Desde el punto de vista físico, las partículas se dividen en: partículas en suspensión y partículas sedimentables. Las primeras son aerosoles que no se precipitan al suelo, sino que por la acción de la lluvia o el viento se mantienen en el aire. Las segundas caen al suelo más o menos lejos de la fuente

de emisión. Generalmente se acepta que las partículas sedimentables tienen más de 6 μm y las que se encuentran en suspensión son menores de 5 μm de diámetro.

En el cuadro 1 se muestra la relación entre el tipo de partícula y su tamaño correspondiente.

CUADRO 1

Tipos y Tamaños de Material
Particulado proveniente del
Aire (20).

TIPO	DIAMETRO μm
Humos	0.001 a 0.1
Polvos	0.1 a 1000.0
Virus	0.015 a 0.45
Bacterias	0.3 a 10.0
Algas	0.5 a 1000.0
Esporas de Hongos	1.0 a 100.0
Fragmentos de Líquenes	1.0 a 1000.0
Protozoarios	2.0 a 1000.0
Polen	10.0 a 100.0
Fragmentos de Plantas e Insectos	100.0

Las partículas con respecto a su origen se les clasifica en: polvos, humos y nieblas.

Las partículas inhalables se encuentran en el tamaño de 0 a 15 μm de diámetro y es la fracción en la cual hay efectos directos en la salud. Este intervalo del tamaño de par

tículas puede depositarse primeramente en las vías aéreas de intercambio gaseoso del sistema respiratorio durante el proceso de la respiración, principalmente cuando ésta se realiza por la boca (39).

Es de gran importancia establecer la diferencia entre partículas finas y gruesas ya que difieren sustancialmente en sus patrones de deposición en el tracto respiratorio.

Las fuentes de contaminantes primarios pueden producir aerosoles finos y gruesos. Los contaminantes secundarios - formados en la atmósfera de emisiones primeramente gaseosas normalmente producen partículas finas. La mayoría de los componentes de la fracción fina de los aerosoles de la atmósfera son sulfatos, iones nitrato, plomo, carbón, etc. La fracción gruesa consiste de fuentes naturales como los productos por la erosión del viento, erupciones volcánicas, etc. (39).

Dentro de las fuentes naturales de emisión de partículas de fracción gruesa se encuentra las áreas desforestadas que al estar desprotegidas son atacadas por el viento propiciando el levantamiento de polvos y partículas como es el caso de las tolveneras de la Ciudad de México.

Principales Propiedades Físicas de las Partículas.-

El grado de retención y sitio de deposición de las partículas inhalables ha sido sujeto a diferentes investigaciones, la mayor parte relacionadas con enfermedades infecciosas del aparato respiratorio y han sido estudiadas por Van Wijk & Patterson, 1940; Landhal & Black, 1947; Landhal &

Herrmann, 1948; Landhal & Tracewell, 1949; Wilson & Lamer, 1948.

La retención de partículas y de microorganismos es afectada por el tamaño, forma, densidad, higroscopía y algunas otras características que constituyen las dimensiones aerodinámicas de las partículas inhalables; característica que ha ayudado para la clasificación de éstas.

Para el estudio de los aerosoles se utilizan las propiedades inerciales de las partículas, las cuales establecen la velocidad de una partícula de caer acondicionada por el transporte a través de corrientes de turbulencia de aire definidas. El efecto del cambio en la dirección de éstas, imparte una aceleración momentánea que puede ocasionar que la partícula choque con otra o con algún tipo de superficie.

Las propiedades inerciales permiten coleccionar partículas del aire por impactación en superficies donde puedan ser examinadas.

Otras acciones que pueden originar movimiento de las partículas incluyen la energía térmica de las moléculas (movimiento Browniano), cargas de campos eléctricos, energía acústica y radiante.

Por lo que respecta al tamaño final de las partículas se tiene que la supersaturación, tensión superficial, adsorción y cristalización selectiva e higroscopicidad son algunos de los factores involucrados en dicho tamaño (14).

Los movimientos del aire influyen en la distribución y en el tamaño de partícula (49).

La mayoría de las partículas del aire viajan en un -

curso horizontal, su masa y velocidad les da una fuerza inercial, por lo que resisten cambios direccionales (20).

Si consideramos una partícula esférica asociada a un cuerpo suspendido en el aire, y si tomamos en cuenta su masa, la partícula descenderá bajo la acción de la fuerza de la gravedad, y conforme va descendiendo aumentará su velocidad, lo que ocasionará que a su vez aumenten las fuerzas de rozamiento con el aire, pudiendo llegar el momento en que ambas fuerzas se igualen por lo que sobre la partícula se estará ejerciendo una fuerza neta igual a cero, y caerá con una velocidad constante para llegar a una velocidad terminal. Este fenómeno es conocido como la Ley de Stoke (22). Dicha ley determina como una partícula caerá a través de una distancia dada para ser impactada (14). (11).

Las partículas de aire independientemente de su velocidad terminal de acuerdo con la ley de Stoke, pueden ser colectadas en un volumen de aire a través de una corriente. Cuando las corrientes de aire son lo suficientemente fuertes, las partículas se impactan en alguna superficie sólida y se distribuyen uniformemente (22).

Las partículas de un aerosol*, al ser colectadas aparentemente llegan a tener un equilibrio higroscópico debido a la humedad relativa existente (20).

Los aspectos físicos de muestreo y métodos para determinar el total de partículas formadas de aerosoles microbiales son discutidos por Green y Lane, 1964 (36).

* Ver "aerosol" en apéndice No. 2.

Deposición de partículas Suspendidas en el Tracto Respiratorio Humano; Importancia Médica de Inhalar Partículas.-

La fracción de aerosoles depositados en el tracto respiratorio humano en los sitios de deposición de partículas varía con el tamaño, forma y densidad, propiedades físicas que constituyen el tamaño aerodinámico de partículas (Task Group on Lung Dynamics, 1966) (16).

Debido a que el grado de penetración y retención de partículas en el sistema respiratorio es función directa del tamaño aerodinámico, es importante conocer la distribución del tamaño de partículas suspendidas en el aire. Otro aspecto de interés es conocer el tamaño de partícula y su deposición en el tracto respiratorio en relación con algunos microorganismos como bacterias y hongos en función de la fracción inhalable - (0.40 a 11 μm o más de diámetro), tomando en cuenta que el tamaño comprendido de 0.40 a 2.75 μm es la fracción que tiene efectos directos sobre la salud.

Es de interés mencionar que las partículas biológicas se encuentran en el intervalo de 0.3 a 10 μm o más de diámetro (22).

La distribución de partículas por masa es bimodal, con una moda cerca de 1 μm y una segunda moda cercana a las 11 μm ; las partículas mayores a este diámetro raramente se depositan en los alvéolos, mientras que cerca de 50% con tamaño de 3 μm y el 20 % o más de partículas en el intervalo de 0.1 a 7 μm si lo hacen (39).

Tapley y Wilson (1965) refieren que las partículas

de polvo que llegan al pulmón por inhalación dependen principalmente de su tamaño.

Se ha reconocido mundialmente que sólo aquellas partículas de un aerosol menores de 5 μm de diámetro penetran a los alvéolos pulmonares.

En un estudio realizado por Wells (1935) (1) plantea la importancia de estudiar el tamaño de partículas suspendidas en el aire y su relación con enfermedades infecciosas del tracto respiratorio; en sus observaciones encontró que al exponer conejos a los bacilos de la tuberculosis presentes en un aerosol, los animales al respirar partículas finas desarrollaban 16 veces más bacilos que conejos que aspiraban partículas gruesas. Estos hallazgos han reforzado la importancia de utilizar aparatos para el muestreo de partículas y de microorganismos del aire, como es el caso de utilizar el impactor de cascada Andersen (1).

La deposición en el tracto respiratorio de partículas inhaladas de aerosoles es debida a diferentes mecanismos, entre otros se tienen: Impactación Inercial, Difusión Brawnianna, Deposición Difusional, etc. (49).

La Impactación Inercial de partículas inhalables es el mecanismo principal para la deposición de partículas grandes en el tracto respiratorio, actuando en un tamaño de partículas desde pocos micrómetros (0.40 μm) hasta 100 μm de diámetro.

El tamaño de partículas que se queda en los alvéolos como resultado del movimiento brawniano es de 0.1 μm de diámetro.

tro. La deposición difusional es importante para partículas menores de 0.5 μm de diámetro.

La deposición de partículas dentro de regiones específicas dentro del tracto respiratorio puede ser influenciado por cambios en la proporción de flujo respiratorio, frecuencia respiratoria y volumen (39).

Tanto en la inspiración como en la expiración los pasajes nasales remueven partículas muy eficientemente por impactación inercial (36). En cada inspiración el aire contiene diferentes agentes nocivos que pueden ser químicos y/o biológicos. Las vías respiratorias representan un sistema muy efectivo como acondicionador del aire. El árbol bronquial está tapizado de una capa de mucus que se ve impulsada hacia las vías aéreas superiores por movimiento de los cilios. Por este medio las partículas son atrapadas y expulsadas evitando que actúen sobre los alvéolos. Si las partículas consiguen tener acceso a regiones bajas del aparato respiratorio pueden ser removidas por la acción de células fagocíticas inactivándose además por la acción de anticuerpos (14).

En las vías aéreas superiores son detenidas las partículas mayores de 5 μm , las menores profundizan de acuerdo a su tamaño. La fisiopatología de las agresiones, sobre todo de las partículas de 1 μm o menores varían individualmente. Si el mecanismo de depuración falla o es ineficaz, las partículas pueden llegar hasta los alvéolos pulmonares. El calibre de estos conductos se va haciendo cada vez más pequeño; los bronquiolos tienen un diámetro de 0.20 μm y a esta altura ya no

hay revestimiento cilíndrico ciliado ni capa de mucus, por lo que pueden verse afectados por las sustancias específicas o irritantes. En este sitio pueden producir una alveolitis o efectuar un pasaje septal, que termina con la acumulación de partículas dentro de las vainas periarteriales y peribronquiales, continuando con la infiltración de los bronquiolos, cuya destrucción es causa de efisema. Si las partículas son alergizantes sensibilizan y llevan a crisis de asma; si la dosis es masiva se produce edema, hemorragias y alteración profunda del endotelio.

La deposición en las vías de conducción aérea puede ser alterada por factores fisiológicos o patológicos. Lippman (1962) ha demostrado que la deposición está relacionada con enfermedades tales como bronquitis y asma.

Los estudios granulométricos de los microconstituyentes de la atmósfera tienen la posibilidad de ayudar a prevenir la deposición en el árbol bronquial, de productos irritantes, que forman parte de elementos minerales y orgánicos provenientes de industrias, automóviles, polvos domésticos, humos, aerosoles, cambios meteorológicos y agentes infecciosos, factores que influyen considerablemente en las funciones del tracto respiratorio, como ya se ha señalado (36).

Microorganismos del Aire (Bacterias y Hongos).-

Un problema que reviste rasgos distintivos en México es el de la Contaminación Biológica. Esta se incrementa considerablemente si se asocia con otros tipos de contaminantes,

como son humos, polvos y partículas, ya que estos frenen la acción germicida de los rayos solares. La microflora y microfauna del aire es diversa y depende, en parte, de muchos factores sobre todo climáticos y meteorológicos.

Muchos de los microorganismos del aire provienen del suelo como son la mayor parte de los hongos. Se ha determinado que un gramo de polvo presenta un promedio de 17 966 colonias de hongos (12). Sin embargo también se han encontrado a alturas de 90 a 300 metros (22).

Numerosos estudios han demostrado que los microorganismos son transportados por corrientes de aire, logran sobrevivir y son capaces de crecer cuando tienen un ambiente favorable (38).

No es solo de interés conocer que microorganismos y cuáles de ellos están presentes en el aire, sino también de donde provienen. Los microorganismos que se encuentran dispersos en el aire pueden ser producto de gotas de saliva y mucus, que son producidos al toser, estornudar, hablar, escupir o reír (22).

El estornudo es el más vigoroso de éstos, contiene muchos millones de gotitas menores de 100 μ m de diámetro que son inyectadas en la atmósfera (20). Se ha estimado que el número de bacterias en un estornudo es de 10 000 o 100 000 colonias (22). El número de gotitas expelidas en una tosedura es menor que la de un estornudo y tienen un diámetro medio más grande por lo que todas las gotas expelidas por la boca permanecen en el aire (20). Las gotas van unidas a polvos y al ser

inhaladas son atrapadas en los cilios y mucus del tracto respiratorio como ya se mencionó anteriormente. Los microorganismos que se encuentran en las gotas son protegidos por los mucus secos y tienden a pasar la trampa mecánica del tracto respiratorio inferior penetrando a los pulmones. Todos los núcleos de gotas atrapados tienen la oportunidad de permanecer en el tejido alveolar. La transmisión de patógenos pulmonares tales como Streptococcus sp., Klebsiella sp. y Mycobacterium tuberculosis ocurren primeramente por tales núcleos de gotas.

Los hongos como grupo están dotados con atributos que favorecen su establecimiento y persistencia en estado aerolizado. El diámetro de sus esporas es de 1 μm a 10 μm y son resistentes a cambios de temperatura, humedad relativa, desecación y luz solar. Frecuentemente las esporas desarrollan hifas aéreas y son dispersas por corrientes de aire. Los hongos crecen abundantemente en la naturaleza durante meses relativamente secos, en suelos orgánicos e inorgánicos. Las estructuras septadas bajo condiciones de desecación moderada se desarticulan y se liberan de la base del micelio y fácilmente se esparcen por la acción del viento.

Algunos hongos poseen esporas llamadas artrosporas que se dispersan por el viento, y están formadas por paredes duras de quitina que les permite permanecer latentes por muchos meses o años debido a sus características de resistencia. Tales propiedades de las artrosporas favorecen la propensión para infectar por la ruta del aire y ser de consecuencias para la salud humana. Es probable que una artrospora depositada

en el tejido pulmonar produzca infección (14).

La contaminación por esporas de hongos responsables de enfermedades merece ser estudiada a fin de prevenir la llegada de éstas y efectuar medidas preventivas. Todas las esporas estacionales o peranales son anemófilas y pueden ser transportadas por las corrientes atmosféricas a grandes distancias.

Se han realizado investigaciones iniciales para ayudar al diagnóstico de alergias polínicas y fúngicas en la medicina práctica (6).

El estudio de las esporas anemófilas de hongos merece más atención por parte de los alergólogos y micólogos para conocer la microflora causante de alergias y determinar la especie y número de hongos prevalescentes en la atmósfera de la Ciudad de México (12).

En general las estimaciones de los tipos y números de hongos y bacterias en el aire pueden ser aplicados para varios propósitos, entre otros, para hacer comparación de climas o microclimas, evaluar medidas de higiene del aire, correlacionar las esporas presentes en el aire y su asociación con cuadros clínicos (46).

Como ya se ha demostrado, muchos microorganismos son afectados por las emisiones de algunas industrias que contaminan la atmósfera. Por lo mismo, tales organismos pueden ser utilizados como índices de contaminación y así poder evaluar el grado de ésta (22).

Las especies fúngicas del aire tienen su origen en numerosos sustratos; la mayoría habitan en la atmósfera todo el

año (especies perennes) y su proliferación es consecuencia de fluctuaciones debidas a temperaturas ambientales, entre otras cosas. Ejemplo de tales especies son Alternaria, Cladosporium y Fusarium (6).

La mayoría de los hongos anemófilos, excepción de Aspergillus y Penicillium, muestran una marcada incidencia estacional, siendo más abundantes en el verano y otoño. Esto puede explicarse en función de la condición xerofítica de tales hongos. Los hongos que proliferan abundantemente en las épocas más secas del año alcanzan su máxima concentración en la noche. Es posible que esta periodicidad en parte sea debida a los patrones diurnos y nocturnos de la turbulencia del aire, pero se piensa también que otras condiciones ambientales influyan (12).

Los hongos principales, de acuerdo a trabajos realizados en México, sobre los causantes de alergias se han encontrado que son los géneros Hormodendrum, Penicillium y Alternaria. Se ha mencionado también que que Aspergillus fumigatus causa en el hombre y en algunos animales secreciones mucosas de los bronquios, además de estado hipersensitivo, lo que provoca una respuesta alérgica al inhalar las esporas o bien al establecer el hongo en los pulmones se produce aspergilosis, enfermedad que puede provocar la muerte del paciente. (12). Los géneros Rhodotórula y Mucor pueden contaminar alimentos y materiales de origen orgánico y su inhalación puede causar infecciones respiratorias al hombre y animales, así como reacciones alérgicas de tipo asmático. Cladosporium es causante

de alergias en el hombre, ocasionando la enfermedad llamada "pulmón de los granjeros". Este hongo se encuentra en cualquier parte (22).

En general aquellos hongos que producen micosis respiratorias en el hombre y en los animales presentan un problema de considerable magnitud médica y económica. Una hipótesis mecánica de las alergias es la siguiente:

- a) los aerosoles biológicos son verdaderos alergenos inhalantes.
- b) los microorganismos en su mayoría son agentes patógenos por inducción de un estado de hipersensibilidad.
- c) los productos de hongos y bacterias (exoproteasas y endotoxinas) ayudan a realizar la sensibilidad por otros alergenos a varios mediadores químicos (20).

Las esporas fúngicas del aire también transmiten enfermedades a plantas y sus infecciones están influenciadas por la humedad del ambiente, como es el caso de Alternaria.

Entre los estudios realizados en México con la finalidad de conocer la población de hongos presentes en el aire y relacionarla con el tipo de afecciones alérgicas respiratorias, se encuentran los trabajos de González Ochoa y Orozco, 1943; Canseco, en 1949; Blackaller, 1955; Oropeza, en 1958; Sotomayor y Madrid, 1959; Cueva et al., en 1960; Villanueva y Cueva, 1961 (12).

Las bacterias dispersas en el aire, al igual que los hongos, se unen a pequeñas partículas que son inhaladas o aerolizadas depositándose en el tracto respiratorio. Si son comple

tamente ingeridas por los macrófagos alveolares se logra prevenir la infección (50).

La mayoría de las bacterias que causan enfermedades infecciosas en el hombre son las llamadas "oportunistas"; éstas utilizan la oportunidad ofrecida por mecanismos de defensa débiles para provocar daño al hospedero. Un oportunista puede causar infección exclusivamente en hospederos comprometidos, y no causarla en hospederos normales.

Las principales bacterias envueltas en la infección oportunista son; Bacillus spp. (B. subtilis, B. cereus, B. licheniformis), implicados como agentes de infección en la piel, ojos, heridas, etc.; B. anthracis fue el primer patógeno estudiado por ser infectante de la ruta respiratoria, sus esporas son muy resistentes en el aire, mucho más que otros tipos de organismos patógenos (17).

Druett et al. (14) encontraron que el número de esporas de anthrax necesarias para causar infección se incrementa con el número de partículas y se relaciona con el hecho de que la mayoría de las partículas más grandes son depositadas en el tracto respiratorio superior.; las Enterobacterias son causantes de cuadros gastroentéricos principalmente, y son eliminadas por las heces, lo cual favorece su dispersión; Neisseria spp. es un habitante de la nasofaringe; Nocardia spp., la nocardiosis está asociada generalmente con las enfermedades de Hodgkin, Sarcoidosis, Diabetes, etc.; Staphylococcus spp. es habitante de la piel y de la nasofaringe, es infectante de heridas y produce dermatitis, en el pulmón ocasiona fibrosis quística,

pneumonitis y septicemia; Streptococcus spp., provoca infecciones en la piel y orofaringe, heridas, pulmón, etc. (24).

En los cuadros 2 y 3 se resumen las enfermedades más importantes en el hombre causadas por microorganismos del aire (bacterias y hongos), así como los aeroalergenos y su fuente principal:

CUADRO 2: ENFERMEDADES BACTERIANAS

ENFERMEDAD	AGENTE CAUSAL
Tuberculosis pulmonar	M. tuberculosis
Anthrax	B. anthracis
Infección respiratoria y cutánea	S. aureus
Infección respiratoria, fiebre reumática y escarlatina	S. pyógenes
Meningitis purulenta	N. meningitidis
Neumonía lobar	C. diphteriae
Infección respiratoria y meningitis	K. Pneumoniae

CUADRO 3 ENFERMEDADES FUNGICAS

ENFERMEDAD	AGENTE CAUSAL
Aspergilosis	A. fumigatus
Blastomycosis	B. dermatitidis
Coccidioidomycosis	Coccidioides immitis
Histoplasmosis	Histoplasma capsulatum
Nocardiosis	Nocardia brasiliensis

CUADRO 4 AEROALERGENOS MAS COMUNES

AEROALERGENO	FUENTE
Hongos	Saprófitos, generalmente su pre- valencia depende de las condi- ciones del ambiente.

Polen	Plantas polinizadoras (polen transportado por el viento), pastos, malezas y árboles.
Polvos	Composición de todos los polvos encontrados en el aire.
Material Orgánico	Plumas de diversas aves, pelos de gato, perro, caballo, etc.
Diversas fibras vegetales	Algodón, lino, yute, paja, trigo, etc.
Cosméticos	Talcos, perfumes, aerosoles (spray), etc.
Insecticidas	Insecticidas, DDT.

* Entre los hongos más comunes se encuentran *Alternaria*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Hormodendrum*, *Penicillium*, *Phoma*, *Pullularia*, *Rhodotórula*, *Trichoderma*, etc. (20).

Parámetros Meteorológicos relacionados con la distribución y viabilidad de los Microorganismos del Aire.-

Es necesario tomar en cuenta parámetros específicos que afectan de una manera importante la viabilidad de microorganismos. Se ha estimado que constituyentes tanto físicos como químicos de la atmósfera afectan la supervivencia de dichos microorganismos, entre otros, la luz ultravioleta (radiación solar), temperatura, oxígeno, humedad, lluvia, etc. Estos factores pueden ser correlacionados con las actividades habituales, es decir, con las horas críticas de tráfico vehicular o de actividad industrial (20).

Las especies de microorganismos varían considerablemente con su sensibilidad a cualquier grado dado de humedad relativa, temperatura y exposición a la luz solar. Las clases

y número de microorganismos encontrados en la atmósfera dependen de la velocidad y dirección de las corrientes de aire y de las actividades poblacionales desarrolladas (22). La humedad relativa es uno de los factores importantes que influyen en la supervivencia de los microorganismos (20).

Asimismo se ha investigado el efecto bactericida de la irradiación solar; ésta es letal a numerosos microorganismos. Una radiación de longitud de 254 nm es suficiente para ejercer efecto microbicida. Los más recientes estudios indican que la luz visible (5800 Å) inactiva las bacterias en el aerosol. Algunos investigadores han señalado que sólo un quantum de energía radiante simple absorbido en una estructura vital es suficiente para inactivar una célula sensitiva (14).

Las bacterias provenientes del aire se incrementan en número durante el verano húmedo y otoño, probablemente por las combinaciones de transporte convectivo de partículas conteniendo bacterias en superficies secas o calientes, que quedan bien concentradas dentro de las capas de la inversión atmosférica (20).

La temperatura es otro de los factores que influyen en el crecimiento y supervivencia de los microorganismos. A bajas temperaturas decrece el metabolismo celular. Las bacterias son clasificadas en 3 o 4 grupos de acuerdo a las características de Temperatura: Mesófilos, cualquier especie indígena del suelo, agua y del cuerpo de vertebrados y pueden crecer a temperaturas entre 10 y 47 °C, siendo la temperatura óptima entre 30 y 45 °C; Psicrófilos, organismos capaces de crecer a 0°C, pocos son patógenos; Termófilos, microorganismos que cre-

cen a temperaturas por arriba de 45 o 50°C. Los termófilos que viven a 50°C son llamados termófilos obligados. Su crecimiento óptimo se da entre 55 y 75°C. Hay evidencias de que la supervivencia de la mayoría de los organismos decrece a temperaturas menores a los -20°C y mayores a los 49°C.

Características Naturales de la Cuenca del Valle de México.-

Los estudios meteorológicos, climatológicos y geográficos son fundamentales para el conocimiento de la dinámica de la dispersión y difusión de los contaminantes de cualquier tipo, incluyendo a los microorganismos.

Los factores topográficos de la Cuenca del Valle de México propician a que la contaminación ambiental sea incrementada, ya que las montañas que rodean al Valle encierran a los vientos impidiendo la libre circulación y concentran los gases producidos por vehículos de combustión, así como humos y polvos entre otras cosas.

En la Ciudad de México el problema de la contaminación presenta una complejidad muy especial motivada por su situación geográfica y por la tendencia de los vientos dominantes, y que éstos soplan principalmente del norte con una dirección noreste o noroeste. teniendo que las fuentes de impurezas industriales más importantes están localizadas al norte de la ciudad. Las corrientes de aire hacia la Cuenca vienen del corredor Tula hacia Mixcoac, pasando por industrias de petróleo, hierro, y cemento. La cercanía del vaso desecado de Texcoco añadido a las zonas desforestadas aledañas a Teotihuacán contribuyen en la contaminación. Así, pues, la zona noroeste libre

de montañas es la puerta de entrada de los vientos dominantes pasando por la zona industrial del Estado de México, Tlalnepantla y Naucalpan, hacia la zona oeste (Tacubaya) (34).

Por otro lado la falta de cubierta vegetal, la intensa insolación y la sequedad del suelo constituyen una fisiografía propicia para la formación de tolvaneras o tormentas de polvo que constantemente aparecen en el Valle de México.

Las tolvaneras son el resultado de dos causas concurrentes: 1) la presencia de un polvo fino, seco y suelto en la superficie del terreno; 2) la acción de corrientes de aire rasantes a la superficie del suelo, de la intensidad necesaria para elevar el polvo a gran altura y transportarlas a distancias considerables (45). En la primera de estas causas ha influido la desecación del Valle, lo que ha tenido como consecuencia la desaparición de lagos. La segunda siempre ha existido pero con la desforestación es probable que las corrientes de aire rasantes al suelo hayan aumentado su velocidad.

La mayor insolación favorece la inestabilidad de la atmósfera y aumenta la turbulencia del aire, causas propicias para la generación de las grandes tolvaneras. La insolación mayor se presenta en los meses de marzo y mayo. La época de tolvaneras es durante los meses de febrero a abril, cuando por la escasez de las lluvias y los vientos procedentes del norte o las corrientes convectivas que produce el calor del estiaje soplan sobre la planicie de la Cuenca con mucha intensidad. Puede decirse también que todos los terrenos áridos del Valle contribuyen durante los meses secos a incrementar el polvo y

las tolvaneras. Las trayectorias más frecuentes de las tolvaneras son de NE a SW y de ENE a WSW siendo las zonas más afectadas las del norte y oriente ya que ahí la dirección del viento dominante es del NE. Las zonas Sur - Suroeste, son las más saludables ya que las tolvaneras les llegan muy atenuadas después de haber depositado en su trayecto una gran cantidad de polvo (45).

La erosión de las áreas oriente, sur y poniente del altiplano acentúan el fenómeno así como la falta de control en la extracción de los materiales de construcción, minas de arenas, grava, arcillas, etc.

Otro factor menos importante es la circulación de las corrientes de aire que se ven afectadas por las construcciones de edificios muy altos (Hotel de México, Petróleos, Lotería Nacional, etc,) que determinan variaciones importantes en el microclima y en la difusión del polvo y otros contaminantes, así como la ventilación del Valle.

Por último cabe agregar como las características topográficas afectan la humedad de la atmósfera y por lo tanto la precipitación, ya que el relieve forma una barrera a las masas de aire húmedas que las obliga a elevarse, condensándose la humedad en forma de nubes que precipitan abundantemente en la zona. La precipitación es importante en la viabilidad de los microorganismos, aunque no tanto como los vientos y la temperatura. Se ha demostrado que en épocas de lluvias disminuye la concentración de organismos en el aire, debido a que estos no soportan altos porcentajes de humedad relativa (14).

Principales Tecnicas y Aparatos de Muestreo del Aire para Partículas Suspendidas y Microorganismos.-

Los métodos de muestreo en Aerobiología son muy diversos. Resultan de la gran variedad de partículas biológicas provenientes del aire y de las varias razones para muestrearlas. El muestreo del aire es empleado para muchos propósitos: por la importancia médica, económica, científica que representa el conocer de una manera cuantitativa y cualitativa los microorganismos existentes en el aire y su distribución (14).

La detección de la mayoría de aerosoles microbiales bajo condiciones de campo requiere la aplicación de metodologías capaces de conseguir niveles sensibles.

Los conceptos para la colección de aerosoles como son sedimentación, filtración, precipitación, separación o impactación inercial, son empleados para suministrar el artificio del muestreador (40).

Muchos instrumentos de muestreo operan de acuerdo con los principios descritos para coleccionar partículas biológicas químicas y físicas. La mayoría son usados bajo un intervalo limitado de tamaño de partícula. Solo una selección de aquellos más frecuentemente usados o comercialmente costeables dan la información y guía apropiadas para los tipos de muestreo necesarios (14).

Los criterios que se deben considerar en la selección para muestras de aire son:

- Eficiencia en la colección,
- Sensibilidad del muestreador,
- fácil esterilización,

- Mantenimiento de la viabilidad de la muestra colectada,
- Facilidad de analizar la muestra,
- Discriminación del tamaño de partícula, y
- Costo.

Los principales muestreadores de aerosol son:

- Muestreador por Sedimentación: (caja de petri abierta). El medio de colección es en agar. Es simple, no caro, cuantifica, favorece la implantación de partículas con alta velocidad de fijación. Aunque este método determina el número de partículas viables que se adhieren al disco de exposición. Su impactación en la superficie de agar depende del tamaño y densidad de partícula, sin embargo este aparato no detecta la cantidad del aerosol que se colecta.
- Filtración (membrana de filtro): El medio de colección es por membrana, pero afecta la viabilidad del organismo colectado, debida a la desecación del organismo.
- Impactación (impactador de vidrio de multiorificios y multi-etapas): Es de fluido. Es eficiente para grandes partículas, sin embargo es difícil de esterilizar. Las muestras del impactador líquido son usadas para determinar el número de organismos pero no el número de partículas viables de un aerosol.
- Impactación en medio sólido (impactor multietapas): Discrimina a las partículas de acuerdo al tamaño. Las partículas son impactadas en una superficie de medio colector, en varias etapas. Permite medir el tamaño de partículas aerodinámicas, como el impactador de Cascada Andersen. Son muestreadores de succión (40).

En uno de los modelos del muestreador Andersen, las partículas son depositadas en cajas de Petri en cada una de las etapas del impactor y en otros modelos las partículas son impactadas en vidrios ó en platos de colección de acero inoxidable, donde son incubados los microorganismos. (20).

Impactor de Cascada Andersen.-

En virtud de su gran eficiencia, el muestreador Andersen provee una estimación general del tamaño de partículas. Estos datos adicionales ayudan a la determinación de las características establecidas y el origen de las partículas del aire. (36).

La asociación de un aparato volumétrico al método por sedimentación en cajas de Petri conduce a la concepción del aparato Andersen, que es el más práctico de los aparatos volumétricos. Este sistema puede permitir realizar estudios comparativos sobre el poder de penetración de partículas atmosféricas en el aparato respiratorio. (6).

El impactor Andersen es un muestreador de succión operado por una bomba pequeña al vacío; el primero que lo describió fué May (1945). El instrumento está formado por 8 y 5 etapas (según el modelo) de acero inoxidable colocadas en serie, en las cuales cada etapa contiene una placa perforada con orificios que van en un intervalo decreciente por etapa de 11 μ m ó más de 0.43 μ m de diámetro inmediatamente por encima de cada una de estas, va colocado un disco de aluminio ó de vidrio según el caso, de un diámetro aproxi

mado de 8.25 cm. en donde son impactadas las partículas, el Andersen sigue el principio de impactación de las partículas, basándose en varios factores como son: velocidad impartida - al aire muestreado por medio del orificio que lo impacta en la placa colectora y en la distancia de la corriente de aire a esta. (32) (fig. No. 1)

Las partículas que no son colectadas en la primera etapa siguen la corriente de aire, bordean hacia la siguiente etapa de colección, hasta que, la velocidad es suficientemente alta para su impactación. (fig. No. 2) (2).

Las primeras 2 etapas del impactor tienen 96 orificios ordenados en un patrón radial. Las etapas de la 2- a la 6 tienen una entrada de aire integral que contiene 400- orificios, la etapa 7 contiene 201 orificios. Tales orificios son progresivamente más pequeños. (4)

Debido a su eficiencia el muestreador Andersen es el más utilizado en Aerobiología.

El impactor de cascada colecta eficientemente tanto partículas grandes como pequeñas y las clasifica de acuerdo al tamaño. La aerodinámica del muestreador sugiere - que casi todas las partículas penetran a la etapa de diámetro menor de 1 um. El muestreador Andersen clasifica las partículas colectadas con respecto al tamaño de partícula - basado en las partículas que penetran al pulmón y a las que no penetran.

Los números de colonias atrapadas en las etapas superiores del muestreador (1 y 2) se pueden aljar en

el tracto respiratorio superior (naríz, faringe, laringe, tráquea y bronquios). Las partículas que penetran en las etapas 3, 4, 5, 6, se originan de el número de colonias de esporas pequeñas suficientes para penetrar profundamente en el tracto respiratorio inferior (bronquios pequeños, alvéolos). Por lo tanto la variación en la distribución de colonias de bacterias y hongos en las diferentes etapas del muestreador Andersen está en relación con la clasificación aerodinámica del tamaño de partícula (46).

El muestreador Andersen (1958) colecta fracciones de un aerosol en 5 o 7 diferentes etapas de distinto diámetro, - por un sistema de impactación de cascada (36).

Como se ha mencionado anteriormente, el muestreador Andersen y la función del tracto respiratorio retienen de una manera similar partículas del aire. Partículas de 5 μm y más grandes (más de 15 μm) son retenidas en el tracto respiratorio superior. Esta misma fracción es colectada en las primeras 2 etapas del muestreador, la penetración en el tracto respiratorio se incrementa con el tamaño de partícula como en el muestreador. Las partículas de menos de 1 μm son retenidas en el tracto respiratorio, en los alvéolos, en el muestreador son encontradas en las etapas más bajas correspondiendo al diámetro de partículas más finas. La eficiencia en la colección de aerosoles del muestreador Andersen puede ser usada en la - detección e identificación de organismos patógenos que pueden ser de gran valor en el control de fuentes de enfermedades del aire (2) (Fig. No. 3).

La discriminación del tamaño de partícula hace posible calcular el espectro de distribución de aerosoles biológicos por el tamaño de partícula. El muestreador provee un medio apropiado para señalar el peligro en la salud por partículas contaminantes del aire.

Importancia de realizar estudios de "Microorganismos del Aire en relación a Partículas Suspendidas".-

Este tipo de estudios, como es el conocer la distribución del tamaño de partículas suspendidas, nos permiten desarrollar técnicas para la detección visual de organismos y cambios tempranos patológicos en el tracto respiratorio; desarrollar métodos para la localización del sitio de deposición de partículas bacteriales y fúngicas, de diferente tamaño dentro del tracto respiratorio, y para investigar la influencia del tamaño de partícula en la iniciación de la enfermedad (17).

Desde el punto de vista económico, es importante realizar estudios sobre como evitar y prevenir las enfermedades respiratorias producidas por la contaminación del aire, ya que esto se traduce en pérdidas de millones de pesos al año debido al porcentaje tan elevado de ausentismo en los trabajos, empresas y centros educativos (20).

Las aplicaciones de estudios aerobiológicos y el inventario de la flora fúngica y bacteriana de la atmósfera encuentra sobre todo, su aplicación en la medicina alergológica, por ejemplo los hongos, por ser causantes de asma estacio-

nales. Por otro lado, los cambios en la distribución de microorganismos (sobre todo bacterias que no son tan resistentes), pueden servir como indicadores de contaminación (22).

También es importante en la Agricultura, en razón de la contaminación a los cultivos, causada por la -diseminación de las esporas del aire que son transportadas - a partir de habitats infestados. Es necesario establecer una mayor colaboración entre epidemiólogos y alergólogos para determinar la especie y regiones agrícolas donde existe una gran producción de esporas, tanto de hongos fitopatógenos, como de hongos saprófitos (12).

Es innegable que son muchas las especies de - hongos capaces de producir alergias, por lo que se hace necesario realizar estudios tendientes a obtener más información que permita conocer cuáles son las especies más importantes y el número de éstas en el aire, y así poder evaluar el daño a la salud producido por tales microorganismos asociados a partículas suspendidas.

ANTECEDENTES

Se puede decir que hace mucho la medicina alérgica ha estimulado las investigaciones en este campo, más que los problemas hechos por la contaminación. Por lo tanto, todos esos elementos juegan un papel de la atmósfera porque el desarrollo de microorganismos (bacterias y hongos) tienen una repercusión sobre la deterioración y la contaminación de numerosos materiales, así como la propagación de enfermedades transmisibles por ambientes de aire y suelo. Sólo se piensa en la mayoría de las enfermedades bacterianas, pero los hongos tales como los Dermatofitos, *Aspergillus* e *Histoplasma* entre otros, son los responsables de problemas patológicos graves (6).

El aire que respiramos ha variado en la calidad de tiempo en tiempo y de lugar en lugar; desde el año 55 a.C. se comenzaba a tener nociones sobre la Aerobiología, tal es el caso de Lucrecio, quien observó el movimiento de gotas en un rayo de luz en un cuarto oscuro y concluyó que el movimiento resultaba del bombardeo por innumerables e invisibles átomos del aire en movimiento. Esta intuición le permitió relacionar muchos interesantes fenómenos, incluyendo el origen de las pestes. Pero en su concepto de partículas perjudiciales acarreadas por el viento en el impacto de la atmósfera inhalada contaminada, Lucrecio abordó algunos problemas existentes en la patología de plantas y la alergia de hoy en día. Después de Lucrecio pasaron más de 1500 años antes de que el hombre co-

menzara a estar conciente de la presencia de organismos microscópicos vivientes. P. A. Micheli (1679-1737) ilustró esporas de muchos hongos y concluyó que éstos eran distribuídos a través del aire. Leeuwenhoek (1680) describió a las bacterias y algunas levaduras y supuso que eran acarreadas por el viento y que flotaban en el aire. Pasteur (1861), por experimentos realizados en el aire exterior, encontró en varios sitios que la cantidad de gérmenes del aire difieren en relación al sitio. Obtuvo bacterias, levaduras y algunos otros; examinó depósitos de polvos en la superficie de objetos para mejorar un nuevo método en el estudio de partículas en suspensión en el aire; demostró también la existencia de esporas en el aire y puntualizó que podrían ser medidas cuando se encuentran en suspensión y no después de la deposición en las superficies; remarcó el hecho de que era necesario improvisar y usar más extensivamente los efectos de las estaciones y lugares, especialmente durante focos de enfermedades infecciosas. El descubrimiento de que los microbios pueden causar enfermedades al hombre y animales viene más tarde, y los primeros organismos patógenos reconocidos fueron otra vez los hongos. Pasteur tuvo que demostrar que los microorganismos son normalmente abundantes en el aire. Muchas investigaciones médicas comenzaron una sistemática búsqueda de los microbios provenientes del aire para las causas desconocidas de las enfermedades infecciosas. La búsqueda ocupó los siguientes 30 años del siglo XIX y coincidió con la edad de oro de la bacteriología.

Fueron diseñados algunos aparatos para muestrear aire

como el "aeroconiscopio", inventado por Maddox (1870-1871), y el modelo usado por Cunningham (1873) el cual consistía de un túnel cónico con la boca dirigida hacia el viento, junto al cual era colocado un microscopio de vidrio en el que eran impactadas las partículas de polvo.

El análisis más intensivo de bacterias y de hongos en la atmósfera fue hecho en Francia durante el último cuarto del siglo XIX, por el químico A. Dumas quien además hizo observaciones meteorológicas. Miquel (1850-1922) estimó el número de partículas de varios tipos contenidos en una medida de volumen de aire. Miquel fue el primero en hacer una supervivencia larga del contenido microbial de la atmósfera por métodos volumétricos. W. Hesse (1846-1911) diseñó aparatos para estudiar el aire que consistían de un tubo angosto horizontal de 70 cm de largo y 3.5 cm de ancho conteniendo gelatina nutriente. Un volumen conocido de aire era aspirado lentamente a través del tubo y los microorganismos eran impactados en el medio.

Frankland (1886-1887) hizo comparaciones simultáneas entre el número de microorganismos por 10 l. de aire (método de Hesse), y el número depositado en placas horizontales del mismo medio, expresado como el número depositado por unidad de área por minuto. Fue el primero en observar que los efectos aerodinámicos son de mayor importancia en técnicas para atrapar esporas del aire. Estos métodos fueron continuados en el siglo XX por Saito (1904, 1922) en Japón y por Buller y Lowe (1911) en Canadá (22).

El recuento biológico de la atmósfera particularmente

su contenido poleínico y fúngico, se le ha encontrado también aplicación en la medicina alergológica con Backley (1873) en Inglaterra (6). Freinberg (1946) fue otro de los primeros álergólogos en mencionar a las esporas de hongos como las causantes de las alergias respiratorias en el hombre (12).

El conocimiento de microorganismos del aire ha dependido del desarrollo de técnicas para muestreos del aire. Todos los métodos convenientes dependen de aparatos para remover los microorganismos a superficies donde puedan ser examinados. Los primeros métodos de muestreo del aire fueron sirtetizados por Cunningham (1873). Durante los siguientes 70 años se desarrollaron investigaciones por el "Committee"; sobre aparatos de aerobiología por "The National Research Council", Washington D. C. (1941), y después por DuBuy et al. (1945) (19), por "The United States Public Health Service". Du Buy y Crisp (19), desarrollaron el Muestreador de Tamíz llamado posteriormente Impactador de Cascada Andersen (22). Para obtener muestras de bacterias y hongos del aire, el aparato de tamíz usa el principio de impactación empleado primero por Winslow en 1908, quien introdujo aire en 2 matraces con una capa de agar nutritivo en el cuál los microorganismos del aire eran impactados. El aparato de Tamíz desarrollado por Bourdillon et al. (1941) proporciona un método por impactación en una superficie de agar (19). La teoría de la separación inercial de partículas por Impactadores de Cascada, han sido desarrolladas y verificada; May (1945) reportó la separación del tamaño de partículas en base a datos medidos con un impactor de cascada teniendo forma rectangular

y presentando un análisis dimensional relacionando la eficiencia de colección de las etapas del Impactor con las variables designadas a éste. Laskin (1949) adicionó un filtro al impactor que May había designado para coleccionar las partículas que pasan en la última etapa de impactación.

First et al. (1952) y Gussman y Gordon (1966) desarrollaron una modificación al Impactor tradicional conocido como Fraccionador Casella. Brink (1958) usó un Impactor en línea de 5 etapas para partículas de 0.3 a 3 μm . El desarrollo de un Impactor de Cascada Lineal de 6 etapas fue reportado por Mitchell y Plicher (1957) (42). Cohen y Montan (1967) evaluaron un Impactor de Cascada Múltiple de 8 etapas que es fácil de operar.

Andersen (1958) desarrolló un Impactor de Velocidad Múltiple de 6 etapas para medir bacterias del aire (2). Lippmann (1961) desarrolló un Impactor de Cascada Rectangular para 4 etapas. Parker et al. (1968) usaron un Impactor de Cascada de baja presión designado para medir partículas de 0.01 μm . Couchman y Mosely (1967) idearon un método simplificado para determinar las eficiencias del Impactor de Cascada.

La teoría de impactación inercial de partículas ha sido estudiada extensivamente. Sell (1931) determinó las trayectorias alrededor de varios objetos formados. Albrecht (1931) calculó la eficiencia de colección de partículas de simples cuerpos asumiendo una velocidad de fluido potencial en aire experimental. De aquí que los estudios de impactación inercial han sido relacionados con simples cuerpos geométricos (cilindros,

esferas y rectángulos). La teoría de eficiencia de colección de partículas para impactores ha sido estudiadas por Davies y Aylward (1951) y Ranz y Wong (1952) (42).

Tapley y Wilson señalaron que la proporción de las partículas de polvo y gotas que llegan al pulmón por inhalación dependen principalmente del tamaño de las partículas. Wells discute la importancia del tamaño de las partículas como causantes de infecciones respiratorias. El Impactador de Cascada es un instrumento sencillo diseñado para coleccionar partículas del aire de acuerdo a su tamaño.

Los primeros muestreadores Andersen consistían de 4 etapas con un filtro milipore ajustado por debajo de la 4a. etapa. Los diámetros de los orificios de cada etapa tenían un tamaño entre 0.2083 y 0.0343 cm.

Los siguientes muestreadores Andersen consistieron de 5 etapas y de un filtro milipore, con un tamaño de diámetro de los orificios en las diferentes etapas de 0.2000 a 0.0343 cm, el cual es utilizado en la actualidad.

La sensibilidad del muestreador Andersen ha sido demostrada por trabajos de campo realizados en 1955 donde se aislaron por primera vez microorganismos del aire en función del tamaño de las partículas suspendidas, siendo de gran valor en estudios de contaminación por polvos, smog fotoquímico, esporas de hongos y bacterias, polen, etc., ya que pueden ser coleccionadas todas estas partículas y sujetas a exámenes por medios químicos y físicos.

Además de ser enumerados, coleccionados y medidos los

aerosoles biológicos, el Muestreador Andersen tiene una gran eficiencia de colección, ya que por ejemplo, la humidificación del aire dentro del muestreador y la impactación suave de partículas directamente en el medio permite que un número mayor de microorganismos puedan sobrevivir a condiciones de desecación y algunas otras que puedan tener algún efecto letal en los organismos colectados (2).

Objetivos.-

Dada la gran importancia que tiene la contaminación ambiental, debido a la serie de trastornos de diferente índole que ocasiona, entre los que se ubican las enfermedades infecciosas causadas por microorganismos presentes en el aire asociados a diversos tipos de partículas en suspensión, produciendo daño al huésped, lo que principalmente repercute sobre la economía del país.

De acuerdo a estos antecedentes, han inducido a plantear en el presente trabajo los siguientes objetivos:

-Obtener información cuantitativa y cualitativa de los microorganismos en el aire en varios sitios de la zona Metropolitana de la Ciudad de México.

-Realizar un estudio preliminar de la microflora del aire asociada con las partículas suspendidas, tratando de establecer una metodología aplicable, para futuras investigaciones, como por ejemplo las de tipo epidemiológico y/o alergológico.

-Relacionar por medio del Impactor de Cascada tipo Andersen, el espectro de la distribución del tamaño de partículas suspendidas en el aire y su asociación con bacterias y hongos.

-Determinar que parámetros ambientales específicos, se relacionan con la viabilidad y distribución de microorganismos (variables meteorológicas, tipo de fuente de emisión de contaminantes y actividad desarrollada en los diferentes sitios de estudio, etc).

Material y Métodos.-

Los muestreos de partículas y microorganismos se realizaron en 4 diferentes puntos de la zona Metropolitana de la Ciudad de México (Tlalnepantla, Centro, Tacubaya y Cd. Universitaria), seleccionados de acuerdo al tipo de actividad desarrollada en dichos sitios; el primero de actividad industrial, el segundo de tráfico vehicular y actividad urbana, el tercero de tráfico vehicular en forma más importante y el cuarto de áreas verdes con baja actividad. (Fig. No. 4)

La toma de muestras se realizó en forma simultánea, en los 4 puntos; considerando que las concentraciones de partículas del aire dependen de las variaciones en emisión y en las condiciones meteorológicas (Temperatura, Dirección de los Vientos, Humedad Relativa, lluvia, Horas de Insolación, Obstáculos cercanos al flujo de aire libre, etc).

Se realizaron un total de 7 muestreos durante los meses de Enero a Abril de 1982.

El estudio se efectuó de la siguiente forma: Se utilizaron 4 impactores de cascada tipo Andersen (Air-Samplers modelc 2,000 INC. Atlanta, Ga. 30320 U.S.A.) uno para cada sitio (2 de los impactores de 8 etapas y los otros 2 de 5 etapas), esterilizados previamente con una solución antiséptica (Benzaldheído NF 5% Merck) y posteriormente en olla de presión durante 15 minutos a 121 °C,

151 lb/pulg.².

En condiciones de esterilidad se les colocaron con pinzas discos de vidrio de 8.2 cm. de diámetro en cada una de las etapas. (fig. No. 5)

Los muestreadores se protegían para evitar contaminación externa antes de la toma de productos.

Para la colección de partículas se utilizaron discos de papel aluminio de 8.2 cm. de diámetro (Gelman; Instrument Company, Ann Arbor, Michigan), previamente acondicionados a humedad relativa (26%) durante 24 horas en un desecador; con el objeto de que se encontraran a peso constante.

Antes y después de efectuar el muestreo se tomaba el peso inicial y final de los discos de papel aluminio.

Una vez colocados los impactores en cada sitio de muestreo se procedía a la recolección de las muestras.

El tiempo empleado para el aislamiento de microorganismos durante la recolección fué de 30 minutos; junto al aparato se colocó una caja de Petri con medio de cultivo (Agar-Sangre, Merck) abierta, para determinar si la flora aislada en las distintas etapas del aparato correspondían a la que se observaba en dicha caja.

Al tiempo que se realizaba el muestreo se media la temperatura ambiental y se establecieron las condiciones climáticas imperantes.

Después de haber sido tomada la muestra; los discos de vidrio se transferían a cajas de Petri en condiciones de esterilidad (utilizando mechero de alcohol) y en su lugar se colocaban los discos de papel aluminio manteniendo en estas condiciones los aparatos durante 24 horas para la colección de partículas.

Inmediatamente después de la recolección, las muestras se transportaban al laboratorio.

Los discos de aluminio conteniendo la muestra de 24 horas eran colocados nuevamente en el desecador para llevarlos a peso constante para poder establecer por diferencia en el peso final de las partículas colectadas.

Aislamiento Microbiano.-

A las cajas de Petri conteniendo los discos de vidrio con la muestra, se les adicionó 1 ml. de solución salina al 0.85% estéril y 20 ml. de Agar Nutritivo (Merck) enfriado a 37 °C.

Con el medio solidificado, las muestras se incubaron por 48 horas a temperatura de 37 °C. Transcurrido este lapso de tiempo las colonias de hongos y bacterias, se cuantificaron en cada etapa, utilizando un cuentacolonia (marca Quebec). (fig. No. 6)

El número total de colonias se graficó contra los días de muestreo, tomando en consideración el flujo de aire en m^3 por el tiempo de exposición.

Identificación Morfológica de bacterias.-

Inicialmente se procedió a diferenciar las colonias tanto de hongos como de bacterias, tomando en consideración la morfología colonial (aspecto, color, forma, viscosidad, etc).

El siguiente paso consistía en hacer frotis y tinción de Gram para establecer forma y agrupamiento bacteriano y orientar a que grupo pertenecían.

Identificación Morfológica de hongos.-

En el caso de los hongos aislados, se utilizaban, en la identificación, la morfología colonial (Apéndice No. 1) y la tinción de Azul de Algodón para observar las diferentes características morfológicas y estructurales.

Caracterización Bioquímica.-

Se practicaron las siguientes pruebas bioquímicas; de acuerdo a las características tintoriales, a los cocos Gram positivos se les fueron probados para conocer su capacidad para degradar el peróxido de hidrógeno (Catalasa), para separarlos en 2 grupos; Catalasa Positivos y Catalasa Negativos, sometiendo a cada grupo a diferentes pruebas bioquímicas.

Cada una de las colonias eran resembradas en medios de cultivo selectivo; en el caso de Bacilos Gram Negativos, fueron resembrados en medios diferentes como el

Agar EMB (Eosina- Azul de Metilero; Merck) ó en medio de MacConkey (Agar; Merck), se utilizó Agar Selectivo para Estafilococos No. 110 (según Chapman; Merck).

Dentro del agrupamiento bacteriano en el grupo de los Bacilos se efectuaron 2 pruebas estructurales (esporas y cápsula) siguiendo las técnicas de Tinción de Cápsula y Tinción de Esporas. *

Se observó también motilidad

Pruebas Bioquímicas (Efectuadas para cada uno de los microorganismos aislados, Bacterianos)

Tipo de Microorganismo; BACILOS GRAM POSITIVOS (Tabla II)

1.- Arabinosa (D-Arabinosa 0.5% y Base de Rojo de Fenol 0.5%)

2.- Citrato de Simmons

3.- Hidrólisis de Almidón

4.- Manitol (base de Rojo de Fenol 2.5% y Agar Manitol 1.5%)

5.- Gelatina (licuefacción)

6.- MR-VP (Prueba Voges Proskauer)

7.- Nitratos (Reducción de Nitratos a Nitritos)

8.- Oxidación-Fermentación de glucosa

9.- S.I.M. (Espectol-Metil-Indol)

10.- Xilosa (D-Xilosa 0.5% y Base de Rojo de Fenol 0.5%)

11.- Fenilalanina

12.- Cloruro de Sodio al 7 y 5% (NaCl y Agar Nutritivo)

13.- Urea-Agar-Base

Tipo de microorganismo: COCOS GRAM POSITIVOS, (Catalasa Positiva (Tabla III)

- 1.- Aminoácidos; Arginina
- 2.- Coagulasa (Plasma humano y cloruro de sodio 0.85%, 1:4)
- 3.- MR-VP (Prueba de Voges Proskauer)
- 4.- Manitol (Base de Rojo de Fenol 2.5% y Agar Manitol 1.5%)
- 5.- Nitratos (Reducción de nitratos a nitritos)
- 6.- Oxidación-Fermentación de glucosa
- 7.- Medio M₃ (Acetoína; Acetil-Metil-Carbinol)

- * Tinción de Cápsula: a.- Tinta China (recién filtrada)
b.- Cristal violeta ó azul de metileno

- Tinción de Esporas: a.- Verde de malaquita al 5%
b.- Safranina 0.5%

Tipo de microorganismo: BACILOS GRAM NEGATIVOS (Tablas IV y V)

- 1.- Arabinosa
- 2.- Citrato de Simmons
- 3.- Hidrólisis de Almidón
- 4.- Manitol
- 5.- Gelatina
- 6.- MR-VP
- 7.- Nitratos
- 8.- Oxidación-Fermentación
- 9.- S.I.M.
- 10.- Xilosa
- 11.- Kligler (Agar-Hierro, 2 Azúcares, según Kligler: Merck)

12.-Carbohidratos: Sacarosa y Maltosa 1% y Jase de Rojo -
Fenol 0.5%

13.-Aminoácidos: Arginina, Ornitina y Lisina (con base de -
Müller)

Tipo de microorganismo: COCOS GRAM NEGATIVOS

- 1.- Aminoácido: Arginina
- 2.- Coagulasa (plasma humano)
- 3.- MR-VF
- 4.- Maritol
- 5.- Nitratos
- 6.- Oxidación-Fermentación
- 7.- Prueba de Oxidasa (Dimetil-p-Fenil diamina-Acido clorhídrico)
- 8.- Medio M₃ (acetoina): Acetil- Metil-Carbinol

Algunas pruebas adicionales fuéron : BACILOS GRAM POSITIVOS
(Nocardias)

- 1.- Hidrólisis de Caseína

Enterobacterias:

- 1.- Urea-Agar-Base

Algunos hongos y bacterias:

- 1.- Medio Sabouraud-Dextrosa-Agar (Difco)

PRUEBAS QUÍMICAS (efectuadas para cada uno de los microorganismos aislados: hongos) (Ver Apéndice No.1)

- 1.- Medio de Agar-harina de maíz
- 2.- Hidrólisis de Caseína
- 3.- Medio de Saboraud-Dextrosa-Agar
- 4.- Hidrólisis de Tirosina
- 5.- Hidrólisis de Xantina
- 6.- Gelatina
- 7.- Medio de B.H.I.
- 8.- Nitratos (Difco)
- 9.- Agar-Urea (BBI.)
- 10.- Papa-Dextrosa-Agar

Para la conservación de las cepas aisladas se utilizó:

Agar-Bactopeptona (Agar-Agar 1.5% y Bactopeptona 2%), Difco.

Análisis de la Distribución de Partículas Suspendidas.-

El análisis de la distribución del tamaño de partículas se obtiene de acuerdo al propuesto en el manual de operación del muestreador Andersen (3). El cuál consiste en determinar:

- 1.- Peso Neto de partículas por etapa (peso final de los discos con la muestra de partículas menos el peso inicial, en microgramos).
- 2.- Peso Neto Acumulativo (suma del peso neto de la etapa superior; 0 ó 1 cuándo no existe la primera con el peso neto -

de la etapa 2 y así sucesivamente hasta llegar a la última fracción

3.- Porcentaje de la masa de partículas ó porcentaje de acumulación (peso neto acumulativo de cada etapa/100, dividido entre la suma del peso neto acumulativo de todas las etapas):

$$\% \text{ de acumulación: (I)} = \frac{\text{Peso Acumulativo (Etapa } i/100)}{\text{Peso Acumulativo (suma de las 8 etapas)}}$$

4.- Diferencia del % de acumulación (Resta del 100% del porcentaje de acumulación de cada etapa).

5.- El tamaño de partícula fraccionada se determina de acuerdo a estudios hechos por Mercer-Ranz-Worg (32), en los que se toma en cuenta el diámetro de Corte Efectivo (ECD) en un para cada etapa del impactor y puede ser determinado por parámetros de dimensiones inerciales que pueden ser denotados por ψ la cuál tiene la siguiente fórmula:

$$a) \sqrt{\psi} = \frac{V_j C D_e^2}{18 n D_j}$$

V_j = Velocidad de partícula

e = Densidad de partícula

C = Factor de Corrección de Cunningham

n = Viscosidad del Medio

D_j = Diámetro del aire (chozo de aire)

D_e = Diámetro de partícula

b) Para la velocidad del aire a través de orificios redondos (de cada etapa) se toma en cuenta la distancia del cho-

ro a la superficie de colección ($S/D_j > 2$) en el muestreador Andersen; para lo cual se tiene una constante de Impactación Inercial que equivale a $\psi^{1/2} = 0.36$, de este modo, el diámetro de corte efectivo es la cantidad $(C^{1/2}/De)$ y fué calculado para varios flujos que equivalen a cada muestreador utilizado en los diferentes sitios de estudio, en base a la velocidad de succión de la bomba utilizada de acuerdo a su capacidad.

El parámetro de Impactación Inercial proporciona valores para el diámetro de corte efectivo a tales flujos.

La variación del diámetro de corte efectivo con la proporción de flujo para cada etapa del Impactador Andersen en los diferentes sitios de estudio es ejemplificada en el Apéndice No. 2 .

c) Finalmente el diámetro de corte efectivo es determinado a partir del promedio del flujo descrito anteriormente, quedando por lo tanto: $ECD = C(1) \sqrt{R}$ donde; ECD (1) = diámetro de corte efectivo para la etapa 1 (de la etapa 1 a la etapa 7).

$C(1)$ = Constante relacionada a la etapa 1; R = Proporción de flujo de aire en CFM (Apéndice No. 2):

$$R = C / CFM$$

6.- Volúmen de aire (en base al flujo respectivo de los 4 muestreadores utilizados; multiplicados por el tiempo de operación en cada muestreo, es decir, durante 24 horas tomando en consideración el flujo de aire en m^3).

7.- Concentración total de partículas (suma de los pesos-netos acumulativos de las diferentes etapas entre el volumen de aire muestreado en cada uno de los Impactores Andersen durante 24 horas expresada en microgramos por metro-cúbico. (Ejemplo Tabla I).

8.- Una curva de distribución es trazada por el logaritmo del diámetro de corte efectivo para cada etapa como una - función de la masa del porcentaje acumulativo del mayor al menor de cada etapa en una escala de Probabilidad normal.

Como el tamaño del total de partículas - suspendidas es cercano a la distribución Log-Normal, el diámetro de masa media es encontrado al 50% del punto de masa acumulativo. (Ver gráfica en la Tabla I).

Resultados.-

La cuantificación de microorganismos (bacterias y hongos/ m^3) en los diferentes sitios de estudio se resume en la Tabla II figuras 7,8 y9 en las que se aprecia, el promedio y porcentaje de bacterias y hongos encontrando que en Tacubaya los valores son más altos en ambos parámetros, con respecto a los otros tres sitios.

Así se tiene que, las bacterias, se localizan en mayor proporción en; 2.- El Centro, 3.- Cd. Universitaria, 4.- Tlalnepantla.

En cuanto al grupo de los hongos, el orden de proporción decreciente es el siguiente: 2.- Cd. Universitaria, 3.- Centro y 4.- Tlalnepantla.

Las diferencias en la distribución de bacterias y hongos con su error estándar, se aprecian en las figuras 7 y 8.

El análisis de varianza no muestra diferencias significativas ($p > 0.05$) en la distribución de ambos tipos de microorganismos entre los diferentes sitios de estudio. (13).

En la figura No. 9 se observa la relación del porcentaje de bacterias con respecto a hongos en los diferentes sitios de estudio, encontrándose una distribución similar para hongos y bacterias.

En la Tabla III se analiza el diámetro de partículas - en cada una de las etapas del Impactor de Cascada Andersen para cada uno de los sitios de estudio, observándose que el diámetro de partícula promedio predominante es de - 12.56 μm (etapa 0) a 0.60 μm (etapa 7) con su respectivo error estándar. (3) (32).

La figura No. 10 representa la distribución del tamaño de partícula tomando en cuenta el promedio del diámetro de esta en los 4 sitios de estudio con respecto - al diámetro de partícula en las diferentes etapas del muestreador.

El análisis estadístico para partículas indica que si hay diferencias significativas ($p < 0.001$) en las distintas etapas del muestreador Andersen. (13).

En la Tabla IV, figuras 11 y 12 se presentan los valores promedio de microorganismos y su respectivo porcentaje en las diferentes etapas del Impactor de Cascada Andersen; observándose decremento en el número de colonias al disminuir el diámetro de los orificios de cada etapa, excepto en las fracciones 1 y 6 para bacterias así como 0 y 2 en hongos. En las figuras 11 y 12 muestran el error estándar para cada etapa en las que se relaciona la distribución del tamaño de partículas con bacterias y hongos; el análisis de varianza no presenta diferencias significativas ($p > 0.10$) para dichos microorganismos.

Las Tablas V, VI, VII, VIII, presentan la -

caracterización bioquímica de los microorganismos, realizadas para la identificación de especies bacterianas aisladas en el estudio; dichas tablas se dividen de acuerdo al tipo de familia con sus respectivos géneros según las pruebas determinativas de Bergey's y Mac Faddin (9)(33). - Identificándose un total de 6 familias, 9 géneros y 22 - especies diferentes de 214 cepas aisladas. 198 cepas se - identificaron hasta especie.

En la identificación de hongos se utilizan las claves de Barnett (5); Hoing D. Larone (28), mostrando se en el apéndice No. 1.

Se realiza la identificación de 31 géneros de 197 colonias de hongos aislados (Tabla IX). En todos los muestreos el género de bacterias, que se aísla con mayor - frecuencia es Bacillus spp. y para el grupo de hongos el género Aspergillus spp.

También se determina el número y porcentaje de géneros de bacterias y hongos aislados más frecuentemente en los diferentes sitios de estudio (Tabla X).

En las Tablas XI y XII se señalan los diferentes géneros de bacterias y hongos identificados de acuerdo a los sitios de estudio; en el primer grupo se observa que los géneros Staphylococcus spp. , Micrococcus spp. y Bacillus spp. se presentan con mayor proporción en el Centro. En lo que respecta a los hongos, se tiene que el género que se aísla más frecuentemente es Aspergillus spp.-

encontrado en Cd. Universitaria. Se observan además - filamentos blancos con cierta frecuencia, aunque en menor proporción que el anterior, hecho que ocurre en Tacubaya. Un tercer grupo de hongos encontrado es el género Rhodotórula sp. que se aísla la mayoría de las veces, en los muestreos del Centro de la Ciudad.

La Tabla XIII muestra el número total y - porcentaje de bacterias y hongos aislados en cada una de las etapas del Impactor Andersen; observándose un mayor número de ambos en la etapa 1 y en las etapas restantes no se encuentra relación con el número de bacterias y hongos aislados.

En la Tabla XIV se observa que en las diferentes etapas del Impactor Andersen, el género Bacillus spp. predomina en todas las etapas a excepción de la etapa 6.

La Tabla XV por su parte muestra que se encuentra más frecuentemente el género de hongo Aspergillus spp., excepto en las etapas 0 y 7.

La Tabla XIV resume el porcentaje de bacterias aisladas e identificadas hasta especie que ocurren con mayor frecuencia en los diferentes sitios de estudio; Observándose que, la especie aislada un mayor número de veces en el Centro de la Ciudad es Micrococcus varians; en Tlalnepan-tla y Tacubaya Micrococcus luteus, en Cd. Universitaria es Bacillus circulans.

El porcentaje en la frecuencia de especies bacterianas para cada una de las etapas del Impactor de Cas-

cada Andersen, se muestran en la Tabla XVII, en donde M. luteus y M. varians son frecuentes, seguidos por B. circulans, en el promedio de las etapas, mostrando por otro lado un mayor número de bacterias en la etapa 1 y 2,

En cuanto a partículas, la figura No. 13 y las Tablas XVIII y XIX presentan la relación de la Concentración total de partículas suspendidas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) y el número de microorganismos en los diferentes sitios de estudio tomando en consideración los días de muestreo.

La mayor concentración de partículas en suspensión registrada es de $377.96 \mu\text{g}/\text{m}^3$ del día 24 de Marzo de 1982, en Tlalnepantla y con menor concentración; el Centro, Tacubaya y Cd. Universitaria.

En las gráficas del día 24 de Marzo se registra la mayor concentración de partículas suspendidas.

Existen variaciones en el número de microorganismos (bacterias y hongos) en los diferentes sitios de muestreo, en relación con la concentración total de partículas, estas diferencias pueden verse en las figuras No. 14, 15, 16 y 17.

Así mismo, en Tlalnepantla; se observa una ligera relación entre el número de colonias de hongos con la concentración de partículas suspendidas, las cuales al mismo tiempo aumentan ó disminuyen. Sin embargo la gráfica de bacterias para este sitio, no muestra ninguna relación,

El Centro, Tacubaya y Cd. Universitaria; se observa una relación directa en la concentración de partículas con la curva de distribución de colonias de bacterias, - esto se puede ver en las gráficas 14, 15, 16, y 17, donde - estas 2 curvas van más ó menos a la par y las curvas de las colonias de hongos llevan un sentido inverso al de las otras 2.

De acuerdo a los datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional (Observatorio Nacional de Tacubaya)- en lo referente a las condiciones climáticas, es posible - elaborar gráficas de porcentaje de humedad relativa, temperatura, horas de insolación, volúmen pluvial y rosas de vientos; mostrando las direcciones predominantes. Utilizando los promedios por día de muestreo calculados.

En la figura No. 18 se muestra el porcentaje de humedad relativa contra el promedio de microorganismos y se observa que hay una relación más ó menos constante; al - aumentar la humedad relativa disminuye el número de microorganismos (bacterias y hongos), excepto en el día 21 de - Abril de 1982, en el que las 3 curvas se incrementan.

La gráfica de temperatura ambiente promedio y media mostrada en la figura 19 y 20 no indica relación - alguna con el número de microorganismos en los diferentes días de muestreo.

En la figura No. 21 se puede notar una relación proporcionada tanto de bacterias como de hongos en el número de horas de insolación por día de muestreo.

Así mismo, se observa una cierta relación entre el volúmen de lluvia y la cantidad de microorganismos; cuando hay registro pluvial disminuye el número de bacterias y hongos ; por el contrario, cuándo no hay, aumenta el número de estos. (fig. No. 22)

La temperatura promedio de los cuatro sitios de estudio, es mostrada en la figura 23.

Por último las rosas de vientos, en las figuras No. 24 a la 31 muestran rosas de vientos obtenidas para Tacubaya durante los días de muestreo.

La primera de ellas (fig. No. 24) señala la interpretación de estas gráficas de representación de vientos que son registrados en estaciones meteorológicas, así es posible apreciar que las figuras siguientes muestran las diferentes direcciones y frecuencias con las que provienen los vientos.

Las figuras 32 y 33 son rosas de vientos de microorganismos, en las que se trata de mostrar de acuerdo a la frecuencia de vientos y a la cuantificación de microorganismos, su posible relación respecto a la dirección en la cuál provienen estos. Tomando en consideración que solo se obtuviéron valores de Tacubaya.

Se tomó el viento dominante para períodos de 24 horas, durante los días en que fueron realizados los muestreos.

Discusión y Conclusiones.-

La cuantificación de microorganismos (bacterias y hongos) en los diferentes sitios de estudio, muestra una mayor cantidad en Tacubaya.

El promedio de microorganismos en Tacubaya se puede explicar en parte por las corrientes convectivas del Norte y Noroeste, que predominan en los meses de Febrero-Abril; aunado a esto, la velocidad del viento que se incrementa en los meses de Febrero a Marzo (tiempo de muestreo) (45). Por lo que es posible que la distribución de microorganismos esté ligada preponderantemente con las condiciones de los vientos. El lugar en el cuál se encontraron menor número de microorganismos fué en Tlalnepantla (bacterias y hongos respectivamente). La proporción menor en Tlalnepantla, puede ser debida entre otras causas a la gran cantidad de fuentes de emisión localizadas en este sitio que pueden influir en la viabilidad de los organismos y que solamente puedan sobrevivir las especies más resistentes.

Dicho sitio es el punto de mayor importancia de concentración industrial, comprende la parte Norte de el Distrito Federal y algunos municipios del Edo. de México, se localizan allí varias fuentes fijas de contaminación atmosférica. Se considera ésta, la zona donde hay mayor cantidad de contaminantes por fuentes fijas. (15).

Se encontró además, que de acuerdo al análisis de varianza no existen diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los cuatro sitios de muestreo en la distribución de organismos; sin embargo las gráficas (7,8, y 9) muestran que en Tacubaya existe una mayor concentración de colonias de hongos y bacterias que los otros 3 sitios de estudio explicado en parte por las condiciones mencionadas anteriormente.

Las bacterias mostraron una dispersión igual que los hongos en la cuantificación en todos los sitios de muestreo.

Con lo que respecta al diámetro de partícula hay una relación entre este y las diferentes etapas del impactor Andersen, de manera que conforme decrece cada una de las etapas (0-7) disminuye el tamaño de la partícula. Por lo que estadísticamente se observaron diferencias significativas ($p < 0.001$) con un error estándar muy pequeño.

Por medio del impactor Andersen fueron colectadas partículas viables de una muestra de aerosol y se observó que no hay relación alguna entre el número de microorganismos cuantificados y el tamaño de la partícula en las diferentes etapas del impactor, existiendo un predominio de bacterias en las etapas 2 (19%), 3(16.8%) y 4 (16.9%), con un diámetro de 5.51 a 2.32 μm siendo este el tamaño promedio aproximado que tienen las bacterias. (9)

El porcentaje de bacterias va disminuyendo conforme se reduce el diámetro de los orificios de las etapas, sin embargo, en la etapa 7 se presenta un aumento en el número de bacterias (de 2.7% a 14.8%). Esto se puede deber a que quizás existan bacterias unidas a partículas más pequeñas que el diámetro de los orificios de la última etapa, lo que ocasiona que se sedimenten en ésta, no pudiendo depositarse en fracciones finas, por no estar en el impactor.

Los hongos presentan un predominio en las etapas 1 (23.1%) y 3 (20.1%) y al igual que las bacterias es posible que se asocien con mayor frecuencia a partículas con diámetros de 8.09 a 3.49 μm , los hongos tienen un diámetro aproximado de 1-100 μm , mucho más grande que el diámetro de las bacterias. (20).

Por lo tanto no hay una distribución decreciente entre el tamaño de partícula y el número de organismos cuantificados por etapas, el análisis de varianza no mostró diferencias significativas entre bacterias y hongos ($p > 0.10$).

Hay una serie de evidencias que pueden demostrar que el diámetro de microorganismos no va relacionado con el tamaño de partícula, ya que pueden ir asociados gran número de bacterias y hongos a una sola partícula (aunque esta no corresponda al tamaño de cada microorganismos).

mo. Esto en parte se puede explicar de acuerdo a las propiedades aerodinámicas de las partículas como son forma, densidad, tamaño e higroscopicidad y algunas otras propiedades físicas que causan que los microorganismos sean atraídos por partículas de diferentes diámetros. (14).

Otro factor importante que puede influir en la viabilidad y por consiguiente en el número de organismos, es que, al impactarse las bacterias y hongos chocan en las superficies, en este caso cada etapa del impactador, las cuales son sólidas sin un medio adecuado (como por ejemplo un medio de cultivo que les permita crecer), por lo que la viabilidad va a depender de la resistencia de cada organismo para sobrevivir a condiciones adversas, incluyendo desecación y humedad. (41).

En razón de haber utilizado dos diferentes tipos de impactores, el diámetro de partícula en los sitios de estudio no fué homogéneo. Se utilizaron impactores Andersen de cinco etapas en Tacubaya y Cd. Universitaria operados a flujos de aire de 4.45 y 4.53 m³ y en Tlalnepantla y el Centro, impactores Andersen de 7 etapas, operados a flujos de aire de 0.55 y 0.7614 m³.

De acuerdo al tamaño de partícula, los dos impactores utilizados de cinco etapas correspondieron a las etapas 3 y 7 del impactador de 7 etapas, con un diámetro de partícula de 3.29 a 0.62 μm y los otros dos impactores de 7 etapas colectaron partículas de 11.02 a 13.77 μm de-

diámetro en la primera etapa, hasta 0.52 a 0.62 μm en la fracción inferior (etapa 7), mostrando además un diámetro de partícula en los 4 sitios un intervalo de 12.56 a 0.60 μm por lo que el diámetro de partícula promedio en los cuatro sitios de estudio fué de 3.49 a 0.60 μm (con un error estándar de 0.75 a 0.01 μm).

La caracterización de especies bacterianas por medio de las pruebas bioquímicas efectuadas así como la identificación de géneros de hongos por medio de claves; proporcionaron el conocimiento sobre los organismos del aire que pueden estar asociados a algún tipo de enfermedad infecciosa; esto ayuda además a obtener la relación entre la distribución de los mismos y el tamaño de partícula en varios sitios de la Ciudad estudiados.

Los géneros predominantes fueron Bacillus spp., Micrococcus spp., Staphylococcus spp., Aspergillus spp., y levaduras pigmentadas. Este hecho quizás se deba a que los microorganismos difieren en su susceptibilidad a los agentes físicos y químicos. En general, son más susceptibles - las formas vegetativas en crecimiento, mientras que las formas esporuladas de algunos de los microorganismos antes mencionados son más resistentes, por su capacidad para sobrevivir en condiciones adversas. (41).

El centro presentó mayor variedad de géneros de bacterias y hongos identificados, debido quizás a la -

actividad desarrollada en dicho sitio por ser zona comercial, lo que provoca aglomeraciones, tráfico vehicular y por la construcción de grandes edificios que -obstruyen el paso de corrientes de aire, impidiendo la dispersión a grandes distancias de tales microorganismos.

Por otro lado, a este punto convergen corrientes de aire de Tacuba provocando que se concentren las partículas en suspensión en dicho lugar. (29)(45).

Es probable que el predominio de hongos en Cd. Universitaria sea explicado por la extensa zona de áreas verdes, lo que ocasiona que existan mayor número de esporas de hongos suspendidas y dispersas en el aire.

La mayoría de las especies bacterianas y los géneros de hongos especificados son del medio ambiente principalmente y del suelo. Algunos se encuentran dentro de los patógenos denominados oportunistas, es decir, organismos que utilizan la oportunidad ofrecida por mecanismos de defensa débiles para provocar daño al hospedero (como el caso de Staphylococcus aureus, Nocardia brasiliensis y otros.

Un microorganismo identificado de importancia médica fué: Actynomadura madurae es potencialmente patógeno, la puerta de entrada es el pulmón ó la piel, -produciendo micetomas (gránulos de colonias compactas)-provocando un padecimiento pulmonar oportunista. La inha-

lación de éstos, puede originar una neumonitis alérgica. (30).

Son los principales agentes etiológicos. (Fig. No. 34).

Cladosporium, Monilia, Aureobasidium, Helminthosporium, Fusarium, Penicillium, Alternaria, Mucor, Paecilomyces, Gliocladium, Rhodotórula, Rhizopus, son considerados como contaminantes saprófitos y/óaeroalergenos asociados también con otras enfermedades. Cephalosporium y Monosporium producen micetomas (maduromicosis) ó infecciones crónicas caracterizadas por la presencia de tumores encontrados en cualquier parte expuesta del cuerpo, - huesos, cerebro, pulmones, etc. Phialophora es causante de cromoblastomicosis que es una enfermedad crónica de la piel caracterizada por el desarrollo de nódulos y masas tumorales, las lesiones generalmente se desarrollan en las - extremidades inferiores y tejido muscular. Scopulariopsis, está ocasionalmente asociado con lesiones granulomatosas, - sin ser el causante directo de la enfermedad. (28).

En lo que respecta a las especies bacterianas identificadas que pueden producir algún tipo de enfermedad se tienen; Nocardia brasiliensis, su principal característica es que pueden ser inhibidas por la presencia de antibiótico en el medio de crecimiento, además fermentan los carbohidratos y son positivos a la acción -

de la ureasa producen micetomas en el pulmón y la piel. (Fig. No. 35).

Neisseria spp; algunas son patógenas (Neisseria gonorrhoea y Neisseria meningitidis), pudiendo producir laringitis - exudativa. (30). Streptococcus spp; son patógenos potenciales, se encuentran en la nariz y las vías respiratorias, el grupo piógeno es el más frecuente de éste, pudiéndose encontrar tanto en humanos como en animales. Las vías de entrada son la orofaringe, piel, etc. (24).

S. aureus; patógeno invasivo que provoca diversas infecciones como abscesos, septicemias, endocarditis, artritis, etc. Metabólicamente es muy activo ya que elabora una gran cantidad de metabolitos de significancia patológica. (24)(30).

B. anthracis; es un patógeno que penetra en el organismo a través de la piel y además infecta mucosas lesionadas y ataca principalmente a animales, provoca el antrax - pulmonar. B. subtilis, B. cereus, B. licheniformis, - han sido implicados como agentes de infección en los ojos en tejidos suaves, heridas, articulaciones, etc. son organismos saprófitos que prevalecen en el aire.

La distribución de géneros y especies de bacterias y hongos en las diferentes etapas del impactor Andersen, no mostró diferencias significativas, lo cuál indica que no hay relación alguna entre géneros y especies con el diámetro de partícula.

La relación entre las especies y los géneros identificados en las etapas del impactor Andersen, muestran que la mayor proporción se concentró en las etapas 1 y 2. En las cuáles predominaron los géneros Staphylococcus spp y el hongo Aspergillus spp.

Tomando en consideración que el tamaño de partículas que se depositan en el tracto respiratorio humano comprende un diámetro de 0.40 a 2.75 μm y es la fracción que tiene efectos directos sobre la salud, ya que es un tamaño muy fino de partícula que puede llegar a los alveolos y pulmones.

Se encontró que, el porcentaje de especies bacterianas y géneros de hongos identificados en las diferentes etapas del impactor correspondieron al tamaño equivalente de las etapas 4 a 7, con un porcentaje relativamente bajo, en el caso de las bacterias, las etapas 4(25%), 5(24%), 6(9%) y 7(14%); los hongos presentaron en las etapas 4(17.7%), 5(15.8%), 6(4.8%) y 7(5.4%).

Tales datos pueden ser usados en conjunto con parámetros epidemiológicos de la salud para refinar un estándar de partículas respirables en el futuro. (39)

La contaminación atmosférica por partículas en suspensión en el Area Metropolitana de la Cd, de Méx. es más elevada en el Centro y Tlalnepantla debido a las actividades desarrolladas mencionadas anteriormente. Pre

sentándose una mayor concentración de partículas en los cuatro sitios el día 24 de Marzo; Tlalnepantla obtuvo un valor de $377.96 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La concentración de $306.05 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se registró en el Centro y si considerámos que $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$, es la norma primaria de salud ó los límites máximos permisibles de calidad de aire en E.U.A. tales concentraciones pueden ser perjudiciales sobre los organismos. (35).

Analizando la concentración total de partículas con microorganismos del aire en los diferentes sitios de estudio; se resume que, en los 4 sitios hay una relación directa entre la concentración de partículas y la distribución de bacterias. Lo cuál no ocurre con hongos.

La relación de la concentración de partículas suspendidas con bacterias en los sitios de muestreo Centro, Tacubaya y Cd. Universitaria indican que probablemente es debido a que el transporte atmosférico converge hacia el Centro y noroeste de la Ciudad debido a que los puntos de entrada de las corrientes de aire a la cuenca del Valle de México están al Norte y las montañas que lo rodean producen circulaciones ladera abajo, lo que pueden ser la causa de las direcciones predominantes. (15). Además esa relación se puede explicar por el tamaño pequeño de las bacterias, lo que

les permite adherirse con mayor facilidad a las partículas y por lo que pueden viajar grandes distancias. Por el contrario los hongos no tienen ninguna relación con la concentración de partículas suspendidas tal vez debido a su tamaño y densidad que es grande.

Por otro lado, los datos experimentales obtenidos, mostraron que, la humedad relativa tiene una relación inversamente proporcional con el número de microorganismos; es decir, cuando la humedad aumenta el promedio de microorganismos disminuye en los diferentes días de muestreo.

Los resultados, muestran que, la relación de humedad relativa con respecto al promedio de microorganismos del aire, en los diferentes días de muestreo en los que se observaron humedades relativas de un 45 a 70%. Aunque se esperaban, humedades más altas; las áreas urbanas son secas, en relación con el campo, ya que existen pocas superficies de evaporación (excepto algunas áreas verdes, del Valle de México. (29).

Se ha demostrado, que el efecto de la humedad relativa sobre la sobrevivencia de los microorganismos, en el valor de 20 a 90% influye proporcionalmente, observándose, que a humedades más bajas de 70% significan una reducción en la supervivencia de estos. (21). El efecto de la humedad en microorganismos fué atribuido por -

Webb, 1959. a cambios en la estructura proteínica de la célula debido al intercambio de moléculas de agua entre el aire y la proteína celular.

Webb(1960) sugirió que varios aditivos, como azúcares aumentan el efecto en la supervivencia de bacterias sujetas a humedades adversas.

Por otro lado se ha demostrado que las atmósferas húmedas (cerca del 50%) son más letales para los microorganismos que las atmósferas secas (20% a 80%) (22).

Las humedades registradas en el presente estudio caen en el valor de reducción en la supervivencia de microorganismos según Ehrlich (21), por lo que la proporción es menor de microorganismos. Si se hubieran registrado atmósferas más húmedas (más del 70%) se podrían haber obtenido mayor número de microorganismos.

Con lo que respecta a la relación de la temperatura promedio de los 4 sitios de estudio en los diferentes días de muestreo se observaron que la temperatura promedio y media no afecta la viabilidad de las bacterias y hongos. Esto se ve reflejado en las gráficas correspondientes, Nos. 19 y 20, en las cuales no hay ningún tipo de relación.

La temperatura en los diferentes sitios de estudio no varía mucho de lugar a lugar, aunque se pueden observar pequeñas diferencias en cada uno de los sitios, registrándose en Tlalnepantla la temperatura más elevada -

(26 °C aproximadamente) y en el Centro la más baja (23 °C).

Por lo que se advierte en general, las temperaturas registradas máximas en la capital no difieren tan apreciablemente de las que se registran en la periferia, como es el caso de las temperaturas mínimas en los suburbios. Las temperaturas máximas en el Centro y Tlalnepantla se reducen un poco, ya que una parte apreciable de la radiación solar es interceptada por la nube de impurezas (29).

Se ha demostrado que la supervivencia de la mayoría de los organismos decrece más a temperaturas menores a los 20°C y mayores a los 49°C (20).

El clima de las áreas del Centro de la Ciudad se ha vuelto menos extremo debido principalmente a la influencia de la bruma urbana y en menor medida a la multiplicación de las fuentes de calor dentro de la Ciudad (29).

Relacionando el promedio de horas de insolaración por día de muestreo con los microorganismos del aire identificados, se observó que la viabilidad de los microorganismos se relaciona con la radiación solar en la cual, al aumentar o disminuir las horas de sol en los diferentes sitios de muestreo, las bacterias y hongos lo hacen de manera más o menos proporcional. El número de hongos y bacterias está en función directa de la radiación solar, es

decir, la luz solar influye en la viabilidad de tales microorganismos y se ve reflejado en dichos resultados donde se nota que al existir mayor número de horas de sol, - aumenta la proporción de bacterias y hongos. La insolación mayor se presenta en los meses de marzo y mayo. La irradiación solar es letal a numerosos microorganismos (45).

Las Rosas de Vientos al relacionarlas con el número de microorganismos, dan una idea del transporte de partículas en algunos puntos de la Ciudad de México. En el presente trabajo sólo fué posible obtener datos del Servicio Meteorológico Nacional (Tacubaya) debido a que no se cuentan con los aparatos necesarios para haber podido establecerlos en los otros sitios de estudio. Tales Rosas de Vientos para el sitio de Tacubaya mostraron que las direcciones predominantes en el estudio fueron "NW" y "NE", como se observa en las gráficas 25 a 31. Es probable que este hecho sea la causa de que en Tacubaya se hayan concentrado mayor número de microorganismos con respecto a los otros sitios de estudio. Se encontró una relación entre la velocidad del viento y el número de colonias de hongos. Sin embargo las bacterias no presentaron ninguna relación. Las Rosas de Vientos mostraron un 50% de calmas. Sin embargo, al haber un porcentaje tan elevado de calmas no se puede asumir que la distribución de microorganismos esté relacionada con la velocidad del viento (en este caso).

Por otro lado las direcciones de vientos pre

dominantes durante el estudio son la causa de un transporte atmosférico que viene del norte del Valle de México, convergiendo hacia el noroeste como se ha mencionado anteriormente.

Por último, se puede referir que el realizar este tipo de estudios del aire dan lugar al diseño de modelos experimentales destinados a desarrollar metodologías relacionadas con el estudio de microorganismos del aire. Las metodologías implementadas pueden ser utilizadas bajo nuestras condiciones ambientales para trabajos alergológicos y epidemiológicos en la Ciudad de México.

Debido a que no existen normas de calidad del aire, no se cuenta con bases para establecer el grado de comparación con otros países. Por lo que no es posible relacionar los datos obtenidos con los de otros lugares, pues no se cuentan con las mismas condiciones climáticas y topográficas. Sin embargo se puede hacer comparación entre cada punto muestreando, y representar los sitios con mayor número de microorganismos en el Valle de México en relación al tipo de Fuente de Contaminación.

El presente trabajo es sólo el inicio de una serie de investigaciones a realizar en el campo de la Aerobiología, como son las interrelaciones de los parámetros analizados en este trabajo con análisis químicos, como podrían ser, la identificación de contaminantes originados de fuentes de emisión tanto fijas como móviles para

saber de una manera más exacta algunos de los factores que pueden influir en la supervivencia de los microorganismos. Otra interrelación sería el análisis de microorganismos estacionalmente (anualmente) para determinar la incidencia de tales microorganismos según la estación, en relación, por ejemplo, a enfermedades respiratorias y alérgicas lo que permitiría establecer un cuadro clínico más exacto y confiable. Por otro lado, los estudios epidemiológicos para conocer modos de transmisión de enfermedades a través del aire, pueden ser simplificados si son conocidos los enfoques a los contenidos microbiológicos del aire en lugares donde ha sido detectada cualquier tipo de enfermedad para, de ésta manera, poder prevenirla.

REFERENCIAS

- 1 ANDERSEN, A.A. (1956). Developmental work on the Andersen Prouing Ground, Utah. Aerosol Technology Branch Project Order 001579.
- 2 ANDERSEN, A.A. (1958) New sampler for the collection, sizing and enumeration of viable airborne particle. J. Bacteriol., 76, 471-484.
- 3 ANDERSEN, 2000 INC. (1976) Operating Manual for Andersen-2000 INC. Atlanta, Georgia 30320, I:21
- 4 ANDERSEN, SAMPLERS INC. (1981). Particle Fractionating-Samplers. Bulletin . Atlanta, Georgia U.S.A. - 30336, 173-6.
- 5 BARNETT, H.C. y HUNTER, B. (1972). Illustrated genera of Imperfect Fungi.- Third Edition, Burgess Publishing Company, U.S.A. 241.
- 6 BARREAU, A. (1971). Constituants Microbiologiques de L'atmosphère; Pollution Fongique de L' Atmosphère Bordelaise. Pollution Atmosphérique, París 52,-293-300.
- 7 BRACHMAN, P.S. y ERLICH, et. al. (1964). Standard sampler for assay of airborne microorganisms. Science., 144: 3624, 1295.
- 8 BRAVO, A.H. y TORRES, J.R. (1980). Diseño de Normas de calidad de aire para el Area Metropolitana de la Cd. de México. Ier. Congreso sobre problemas ambientales de México.

- 9 Bergey's, (1974). Manual of determinative Bacteriology. 8^o Ed. Williams & Wilkins Company, - U.S.A. 1268.
- 10 COLE, R.W. (1962). Quantitative air sampling; a contrast with the setting-plate, Method for the study of bacterial air contamination in operating rooms. Surgery 658-662.
- 11 COOPER, N.L. (1969). An introduction to the meaning and structure of physics. A Harper International Edition. U.S.A. 746 pp.
- 12 COUTIÑO, B.B. (1979). Importancia de los hongos en las alergias de tipo respiratorio y su estudio en México. Bol. Soc. Mex. Mic., 13, 215-222.
- 13 CROXTON, E.F. (1959). Elementary Statistics; with applications in medicine and the biological sciences. Ed. Dover Publications, Inc. New York. 376.
- 14 DIMMICK, R.L. y Akers, A.B. (eds) (1969). An Introduction to experimental Aerobiology. Wiley- Interscience, New York. 494.
- 15 DIRECCION GENERAL DE ECOLOGIA URBANA (1978). Diagnóstico de la calidad atmosférica del Valle de México Subsecretaria de Asentamientos Humanos. 85 pp.
- 16 DONELL, O'. H. et. al. (1970). Routine of the particle size-weight distribution of urban aerosols. Atm. Envir. Pergamon Press., 4, 1-7p.

- 17 DRUETT, H.A., et. al (1953). Studies on respiratory infection; the influence of particle size on respiratory infection with anthrax spores. J. Hyg. Camb., 53, 359-371.
- 18 DRUETT, H.A. and PACKMAN, P. (1968). Sensitive microbiological detector for air pollution, Nature., 218:699.
- 19 DuBuy, H.G. and Crisp, L.R. (1944). A Sieve device for sampling airborne microorganisms. Pub. Health, Rep., 59:25, 829- 832.
- 20 EDMONDS, L.R. (1979). Aerobiology (The Ecological systems approach). Dowden, Hutchinson & Ross Inc. U.S.A. 386 pp.
- 21 EHRLICH, R. et. al. (1964). Effects of enviromental factors on the survival of airborne T-3 Coliphage, Appl. Microbiol., 12:6 479- 482.
- 22 FROBISHER, M. et. al. (1968). Fundamentals of Microbiology Ed. W.B. Saunders Co. ,Philadelphia. U.S.A. 724-731 p.
- 23 GORDON, G.E., et. al. (1973). Problems with the use of Cascade Impactors. Aptic-66., No. 084318, 138-145.
- 24 GRAEVENITZ, V.A. (1977). The role of opportunistic bacteria in human disease. Ann. Rev. Microbiol., 31:447-471.
- 25 HABLE, A.K. (1971). Bacterial and Viral throat flora. Clinical Pediatrics 10:4. 199-203.

- 26 HARPER, G.J. and MORTON, J.D. (1953). The respiratory retention of bacterial aerosols; experiments with radioactive spores. *Microbiol, Resp. Dep.* 7:98. 372-385.
- 27 HELD, L.J. et. al. (1979). Theoretical investigation of the effects of relative humidity on aerosol respirable fraction. *Atmospheric environmental.* 12: 1419-1425.
- 28 HOING, D.L. (1976). *Medically important fungi (A Guide to Identification)*. Harper and Row Publishers, Hagerstown, Maryland, U.S.A. 156 p.
- 29 JAUREGUI, O.E. (1971). *Mesomicroclima de la Ciudad de México*. Inst. Geografía, U.N.A.M. 1^a Ed. 87 p.
- 30 JAWETZ, E. et. al. (1981) *Manual de Microbiología Médica*. Ed. Manual Moderno, 9^o Ed. México. 595pp.
- 31 JIMENEZ, G.C. (1979). *Estudios de protección en la Infección experimental por Nocardia brasiliensis*. Tesis de Maestría en C. Biomédicas. Fac. de Medicina, U.N.A.M.
- 32 LEE, E.R. (1972). *Cascade Impactor Network*. Environmental Protection Agency. , North Carolina, U.S.A. A. 119 p.
- 33 MACFADDIN, J.F. (1976). *Biochemical tests for identification of medical bacteria*, Ed. Williams & Wilkins - Company, U.S.A. 310 p.p.

- 42 PILAT, J.M. et. al. (1970). Source test cascade impactor. Atm. Envir. Pergamon Press, Great Britain., 4:671-679 p.
- 43 REYNOLDS;H.Y., THOMPSON, R.E. (1973). Pulmonary host defenses, II:Interaction of respiratory antibodies with Pseudomonas aeruginosa and alveolar macrophages. J. Immunol., III: 369-380 p.
- 44 RISPOLI, A.J. (1973). Daños a la salud humana producidos por la contaminación ambiental. Asoc. Arg. Cont. Contam. 13: 669. 75-85 p.
- 45 SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS (1963). Climatología. III; Hidrología de la Cuenca del Valle de México. Tomo II, Ed.S.A.H.R.H.
- 46 SAYER, J.W. et.al. (1969). Estimation of airborne fungal flora by the Andersen sampler versus the gravity setting culture plate. J. Allergy., 44:4, 215-227p.
- 47 SOLOMON, R.W. (1970). A simplified application of the Andersen sampler to the study of airborne fungus particles. J. of Allergy., 45:1, 1-13 p.
- 48 SPICER, S.W. et. al. (1966). Effects of environment upon respiratory function. Arch. Environ, Health., 13: 753- 762 p.
- 49 TAULBEE, B.D. (1977). A theory of predicting respiratory tract deposition of inhaled particles in Man. Ann occup. Hyg., 20: 198- 213-p.
- 50 WOOD, R. et. al. (1975). Pseudomonas aureginosainfections Persisting problems and currents research to find new therapies. Ann. Int. Med., 82: 819-831 p.

- 34 MARQUEZ, M.E. (1973). El medio ambiente, 1ra. Ed. Archivo del Fondo de Cultura Económica, México., 100p.
- 35 MARQUEZ, M.E. (1977). Muestreo de grandes volúmenes de aire en el Valle de México para determinar concentración de partículas en suspensión. Salud Pública de México., Epoca V- XIX;2. 263-272 p.
- 36 MAY, K.R. (1964). Calibration of a modified Andersen bacterial aerosols sampler. Appl. Microbiol. - 12: 37-48.
- 37 MAY, K.R., DRUETT.H.A. (1968). A microthread technique for studying the viability of microbes in a simulated airborne state. J. Gen. Microbiol., 51: 353-366 p.
- 38 MICHAELSON, G.S., Vesley, D. (1966). Dissemination of airborne microorganisms in an Institutional Environment. Pergamon Press, New York , 285-292 p.
- 39 MILLER, J.F. et. al. (1979). Size considerations for establishing a standard for inhalable particles. Journal of the air Pollution Control Association., 29: 6 610-615 p.
- 40 PHAREN, H.J.(1979). Wastewater aerosols and disease. Office of research and development U.S. Envir. Prot. Agen. Cincinnati, Ohio 45268.
- 41 PECICZAR, R. (1970). Microbiología. 2^o Ed. Mc. Graw Hill, México., 349-410 pp.

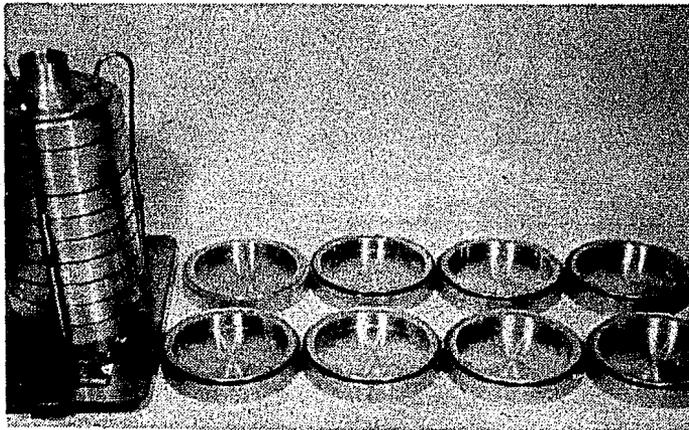
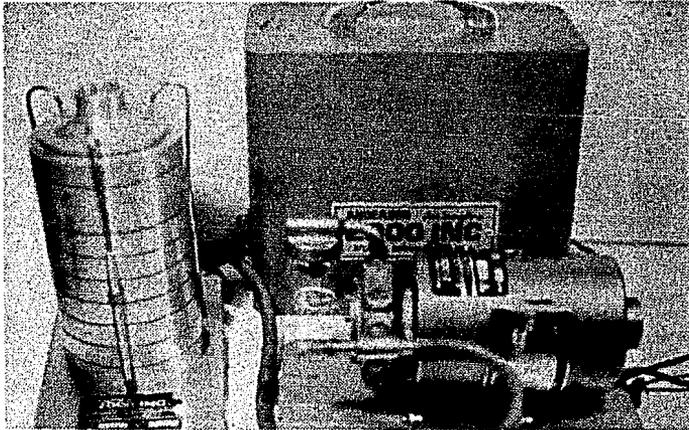


Fig. No. 1. IMPACTOR DE CASCADA
ANDERSEN, formado por 8 etapas, de acero in-
oxidable colocadas en serie, operado por una -
bomba pequeña al vacío. (3).

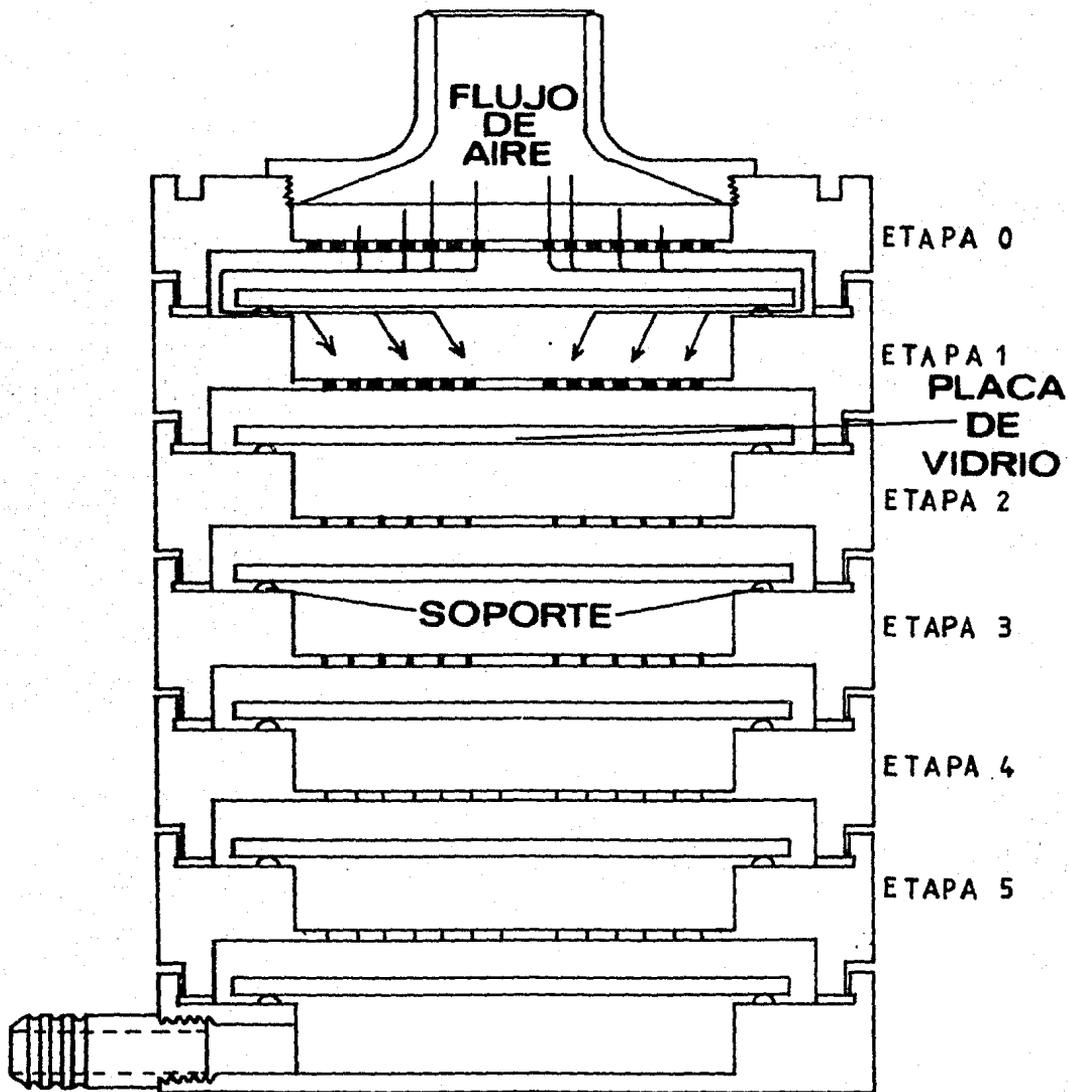
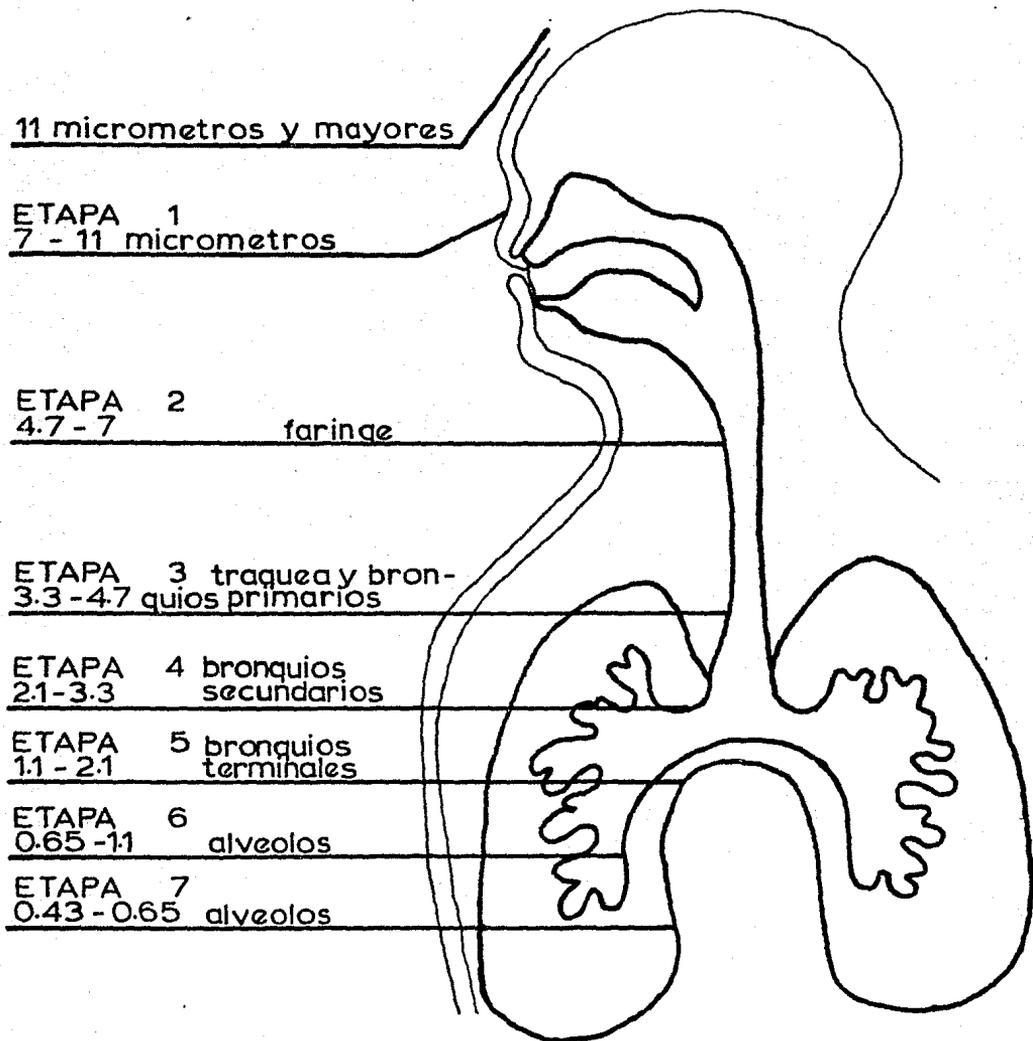


Fig. No. 2. SECCION TRANSVERSAL DEL IMPACTOR DE CASCADA ANDERSEN (2).



EL MUESTREADOR ANDERSEN SIMULA
AL SISTEMA RESPIRATORIO HUMANO.(2)
FIG. No. 3

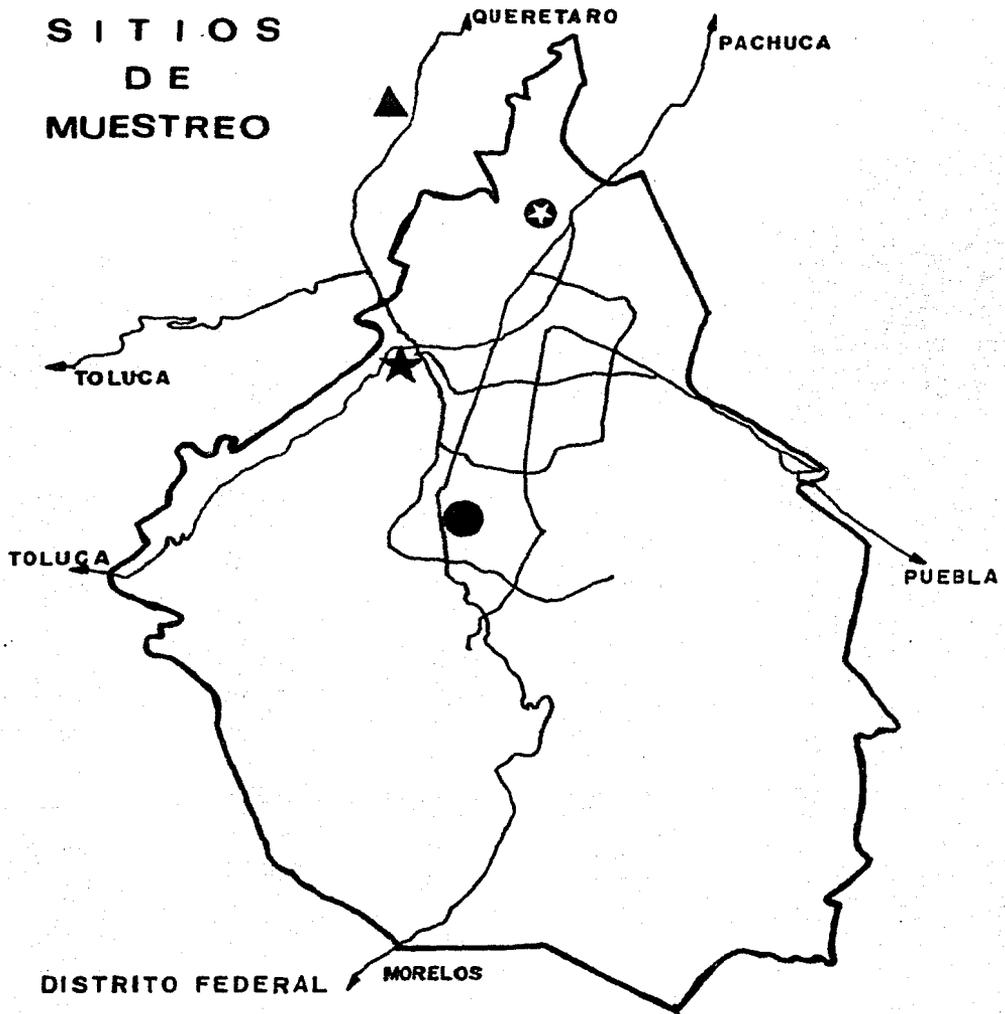


FIG No. 4. MOSTRANDO LA LOCALIZACION DE LOS 4 SITIOS DE ESTUDIO

- ▲ TLALNEPANTLA
- ★ C E N T R O
- ★ T A C U B A Y A
- C D. UNIVERSITARIA

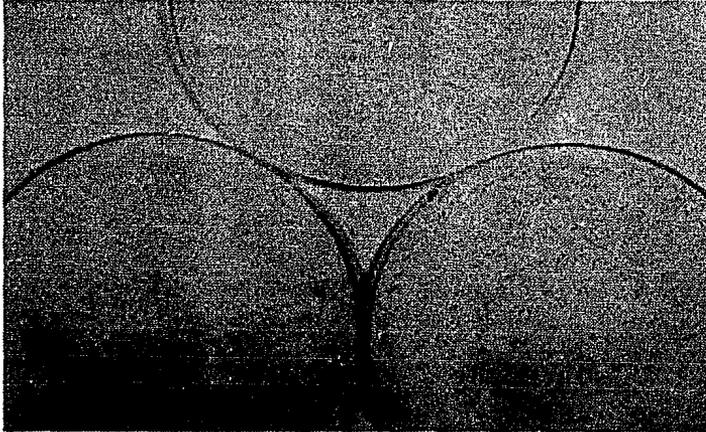


Fig. No. 5. Discos -
colectores de vidrio, en donde éran-
impactadas las partículas suspendi-
das en el aire contenidos en las di-
ferentes etapas del IMPACTOR ANDER _
SEN.

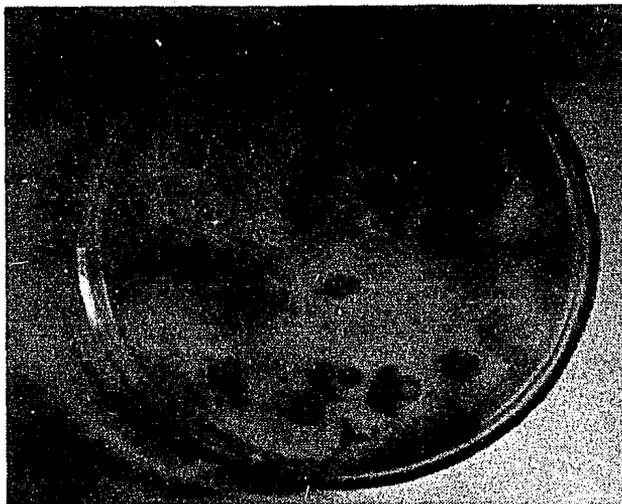


Fig. No. 6 . Muestras de colonias de bacterias y hongos después de haber sido incubadas durante 48 horas a 37 °C. en medio de Agar-Nutritivo y solución salina al 0.85%.

TABLA I. ANALISIS DE DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE PARTICULAS SUSPENDIDAS EN EL IMPACTOR DE CASCADA ANDERSEN.

ETAPA	PESO NETO	PESO NETO ACUMULATIVO	PORCENTAJE DE ACUMULACION	DIFERENCIA DE % DE ACUMULACION	DIAMETRO DE CORTE EFECTIVO.
0	1500	1500	8.98	91.01	13.77
1	1200	2700	16.16	83.83	8.76
2	2300	5000	29.94	70.05	5.97
3	2200	7200	43.11	56.88	4.10
4	1900	9100	54.49	45.50	2.66
5	1600	10700	64.07	35.92	1.70
6	1700	12400	74.25	25.74	1.08
7	2200	14600	87.42	12.57	0.62

FLUJO= 0.68 CFM = 0.018 m^3

VOLUMEN DE AIRE = 69.32 m^3

CONCENTRACION TOTAL DE PARTICULAS = $240.91 / \text{m}^3$

DIAMETRO MEDIO DE MASA = 2.08 microns

LUGAR : TLALNEPANTLA

FECHA: 8 - MARZO - 1982.

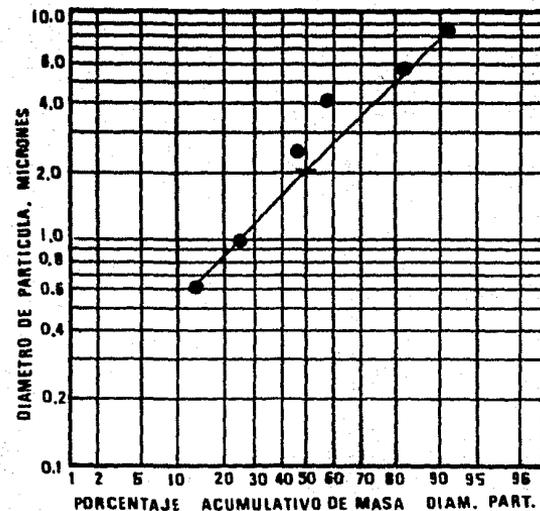


TABLA II

PROMEDIO DE MICROORGANISMOS (CUENTA TOTAL DE COLONIAS DE BACTERIAS Y HONGOS/M³) Y SU PORCENTAJE RESPECTIVO EN LOS DIFERENTES SITIOS - DE ESTUDIO.

SITIO DE ESTUDIO	BACTERIAS					HONGOS				
	\bar{X}	\pm	E.S.	%	# (n)*	\bar{X}	\pm	E.S.**	%	# (n)*
TLALNEPANTLA	57	\pm	20	12.20	55	22	\pm	5	9.7	54
C E N T R O	94	\pm	22	20.12	55	35	\pm	8	15.48	56
TACUBAYA	242	\pm	82	51.82	33	119	\pm	20	52.65	32
C. U.	74	\pm	16	15.84	34	50	\pm	10	22.12	33
T O T A L	467					226				

* \pm Error Standard

n = Número de muestras

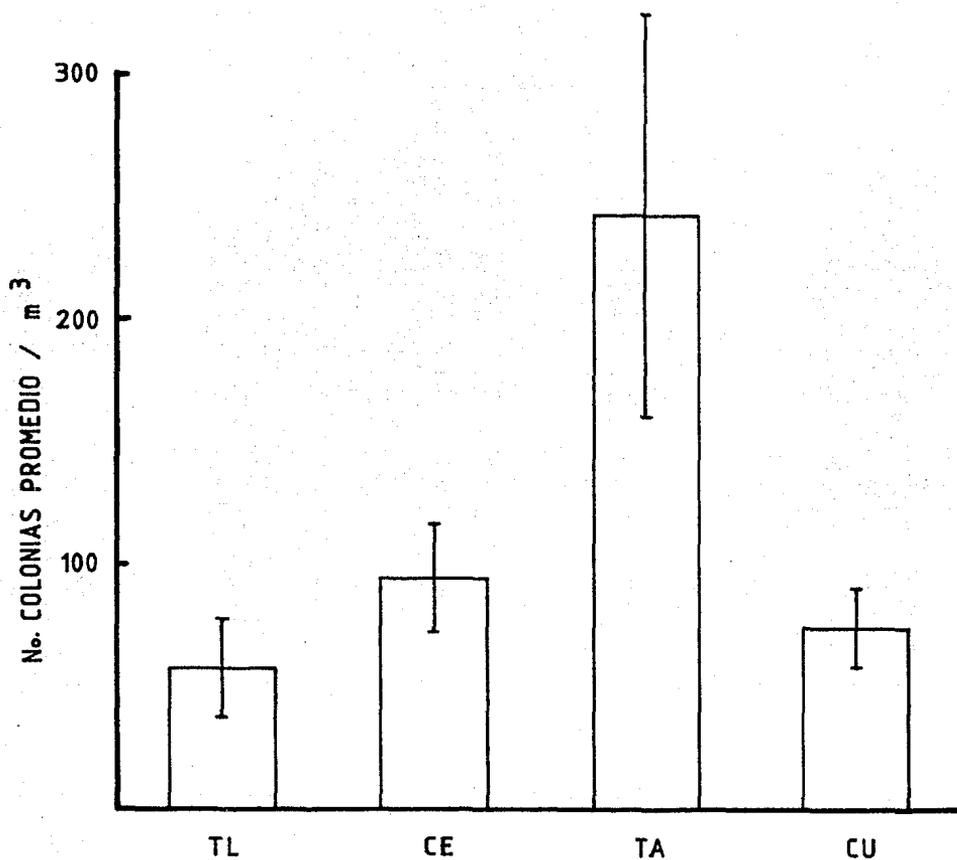


fig. No. 7 DISTRIBUCION DE BACTERIAS POR SITIO DE MUESTREO

análisis de varianza: $P > 0.05$ No hay diferencias significativas ± Error Standard

TL = TLALNEPANTLA

TA = TACUBAYA

CE = CENTRO

CU = CD UNIVERSITARIA

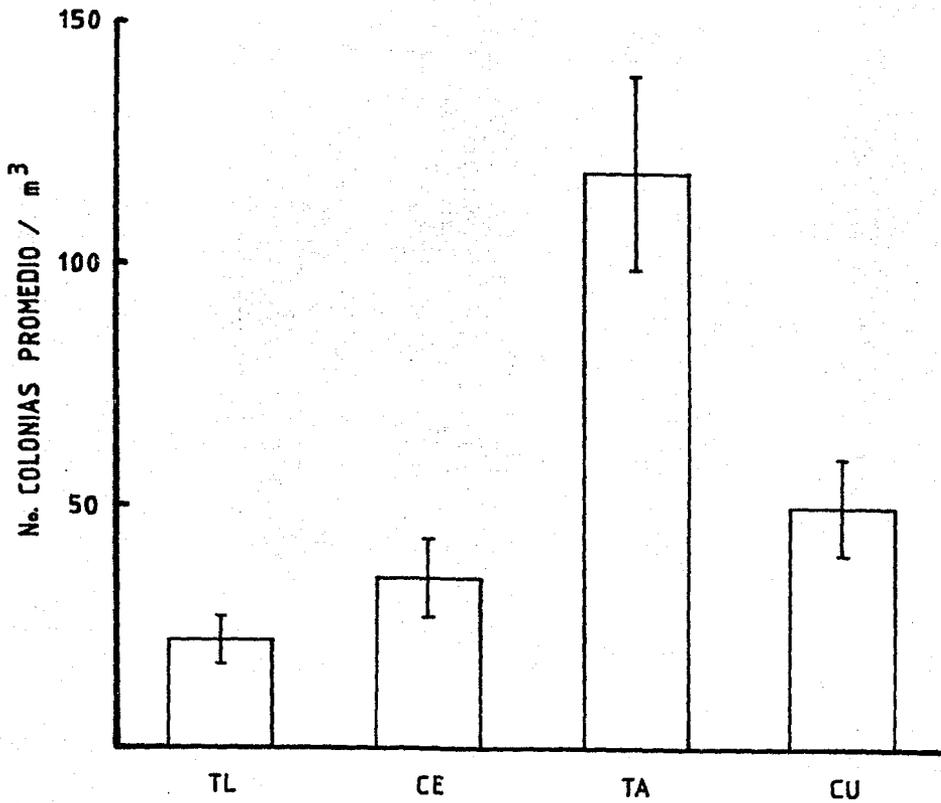


Fig. No.8. DISTRIBUCION DE HONGOS POR SITIO DE MUESTREO (\bar{x})
 NUMERO DE COLONIAS / M³

analisis de varianza : $P > 0.05$ No hay diferencias
 significativas
 + Error Standard

TL = Tlalnepantla

TA = Tacubaya

CE = Centro

CU = Cd. Universitaria

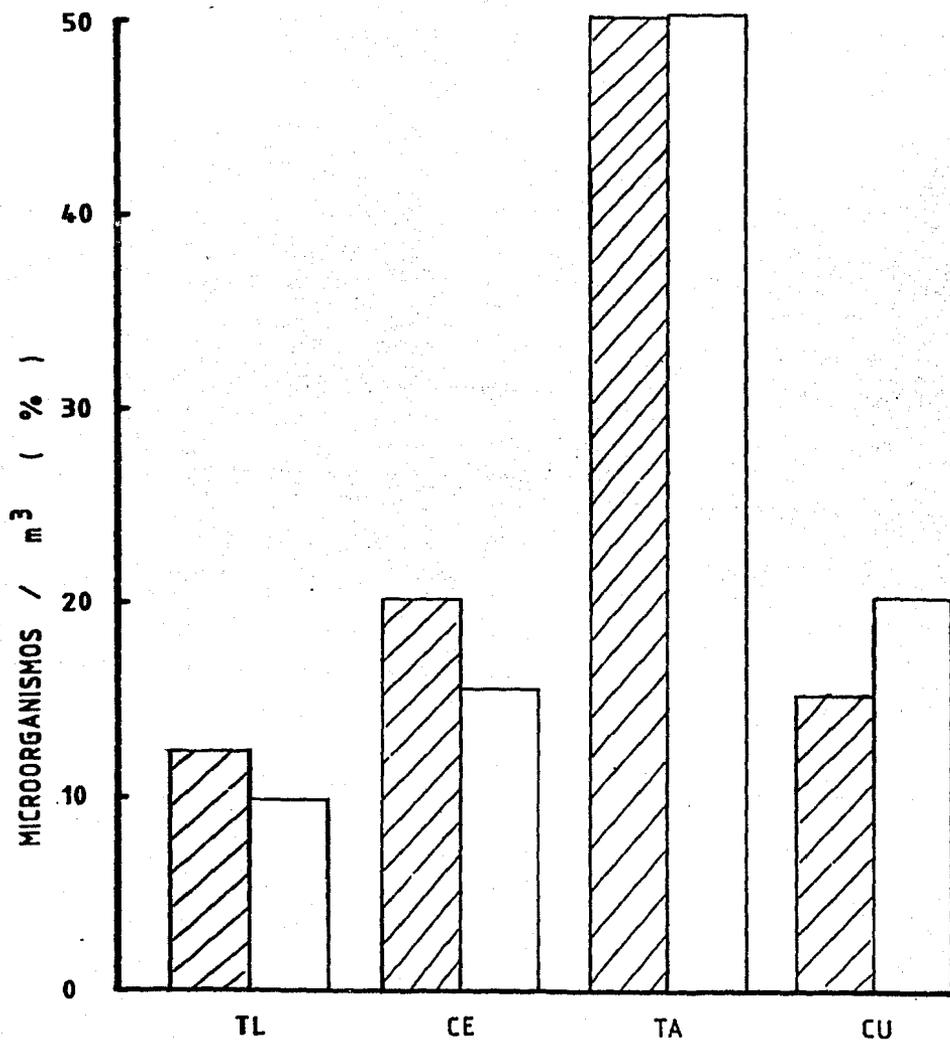


Fig. No. 9. PORCENTAJE DE MICROORGANISMOS / M³ EN VARIOS SITIOS DE LA CD. DE MEXICO



Bacterias: P > 0.05



Hongos: P > 0.05

No hay diferencias significativas

Y A B L A III

PROMEDIO DEL DIAMETRO DE PARTICULAS EN CADA UNA DE LAS ETAPAS EN LOS
DIFERENTES SITIOS DE ESTUDIO UTILIZANDO EL IMPACTOR DE CASCADA ANDERSEN *

E T A P A	RANGO DEL DIAMETRO (ϕ) DE PARTICULAS (μm) TEORICO.	SITIOS DE ESTUDIO **				N	ERROR STANDARD E. S.	PROMEDIO DEL DIAMETRO DE PAR- TICULAS, EN LOS 4 SITIOS DE ES- TUDIO.
		TL	CE	TA	C.U.			
0	> 11	13.77	11.02			5	0.75	12.56
1	7.0- 11	8.76	7.43			10	0.23	8.09
2	4.7- 7.0	5.97	5.06			10	0.15	5.51
3	3.3- 4.7	4.1	3.3	3.29	3.29	20	0.08	3.49
4	2.1- 3.3	2.66	2.25	2.2	2.2	20	0.04	2.32
5	1.1- 2.1	1.70	1.44	1.5	1.5	20	0.02	1.53
6	0.65- 1.1	1.08	0.71	1.1	1.1	20	0.03	1.00
7	0.43-0.65	0.62	0.52	0.62	0.62	20	0.01	0.60

* FLUJO DE MUESTREO= 1 FT³/ MIN. (VER APENDICE No. 2)

** TL : TLALNEPANTLA
CE : CENTRO
C.U. : CIUDAD UNIVERSITARIA
TA : TACUBAYA

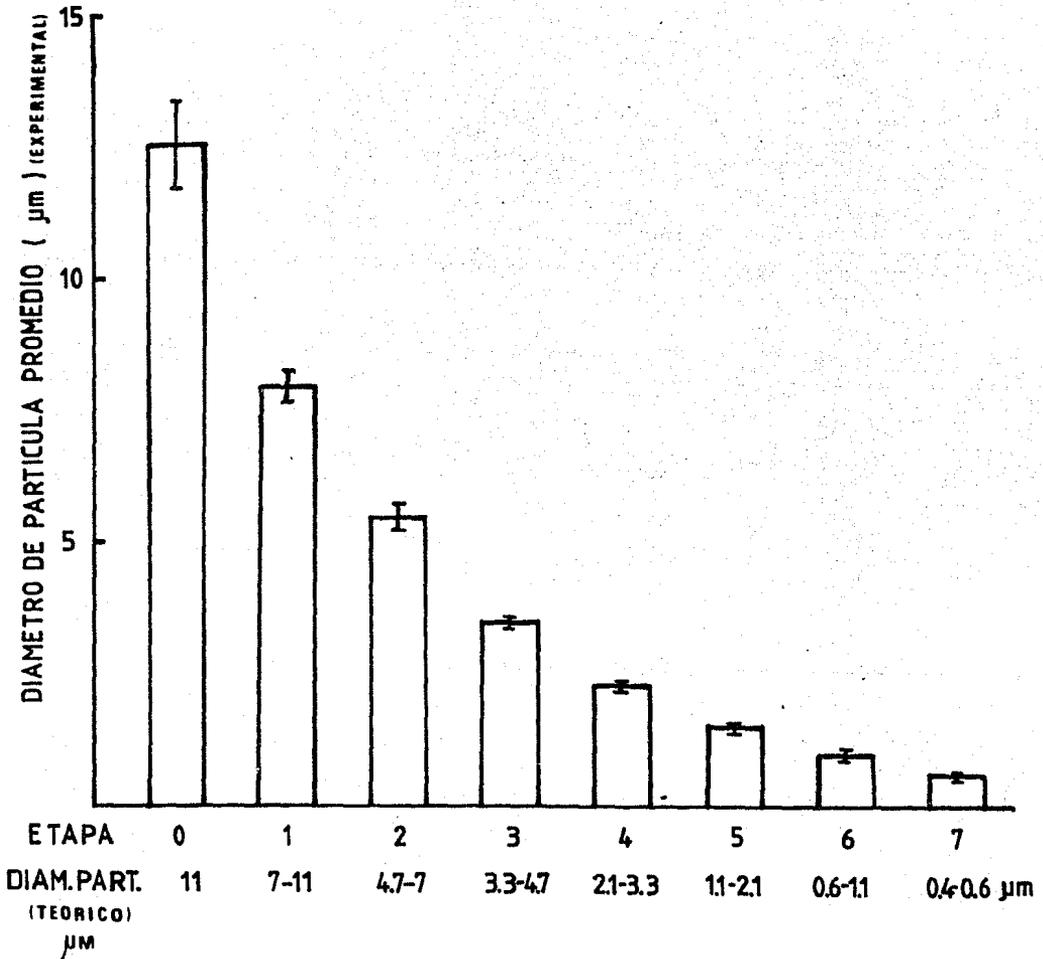


fig. No. 10. PROMEDIO DEL DIAMETRO DE PARTICULA POR ETAPAS EN LOS DIFERENTES SITIOS DE ESTUDIO UTILIZANDO EL IMPACTOR DE CASCADA ANDERSEN

* ± Error standard

P < 0.001

Si hay diferencias significativas

TABLA IV

PROMEDIO DE MICROORGANISMOS (CUENTA TOTAL DE COLONIAS DE BACTERIAS Y HONGOS /m³) Y SU PORCENTAJE - RESPECTIVO EN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL IMPACTOR DE CASCADA ANDERSEN.

ETAPA	BACTERIAS (No. COLONIAS/ m ³)				HONGOS (No. COLONIAS/ m ³)				
	\bar{X}	\pm E. S.	%	N	\bar{X}	\pm E. S.	%	N	
0	207	67	15.4	14	54	15	8.8	14	
1	87	43	12.4	27	74	24	23.1	27	
2	128	69	19	28	52	14	15	25	
3	117	56	16.8	27	62	16	20.1	28	
4	114	51	16.9	28	51	14	15.2	26	
5	91	42	12	25	36	8	11.8	28	
6	36	22	2.7	14	21	6	3.4	14	
7	65	24	14.8	14	16	7	2.4	13	

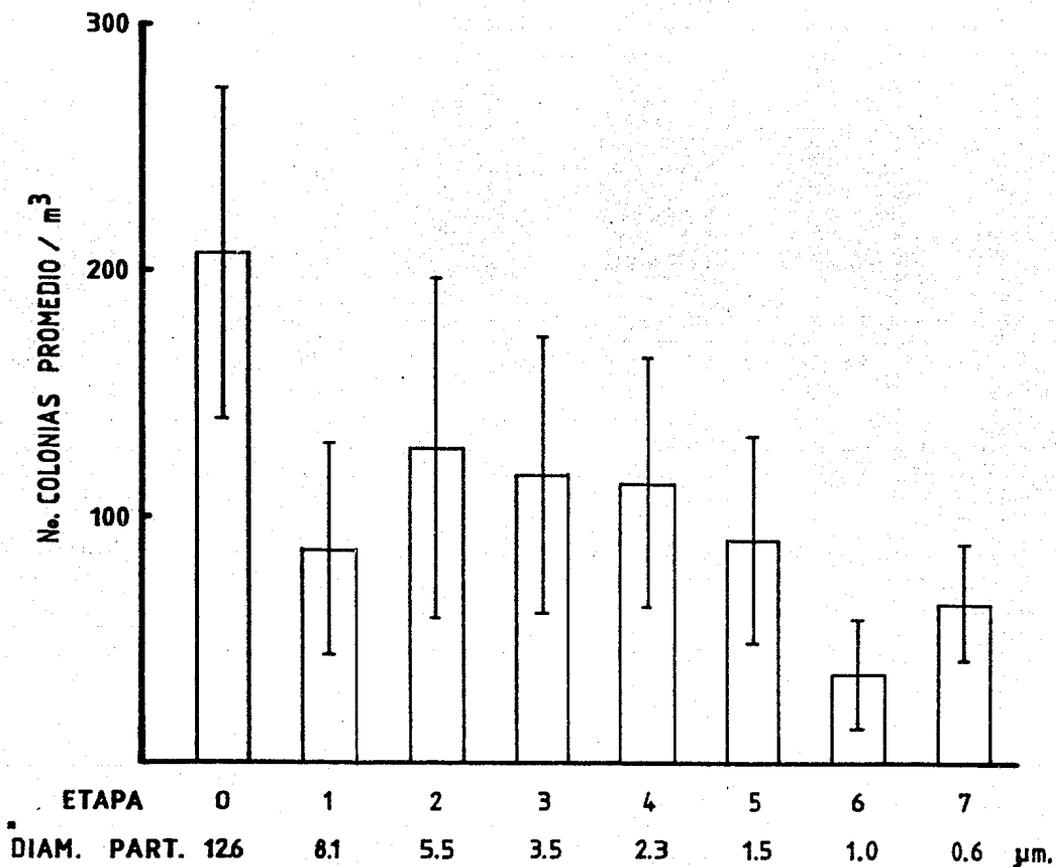


Fig. No. 11. RELACION DE LA DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE PARTICULAS SUSPENDIDAS EN EL AIRE CON BACTERIAS .

* Promedio del diámetro de partícula en las diferentes etapas del impactor Andersen. Experimental
 análisis de varianza: Partículas P < 0,001 hay dif. significativas
 Bacterias P > 0,10 no hay diferencias
 + Error standard

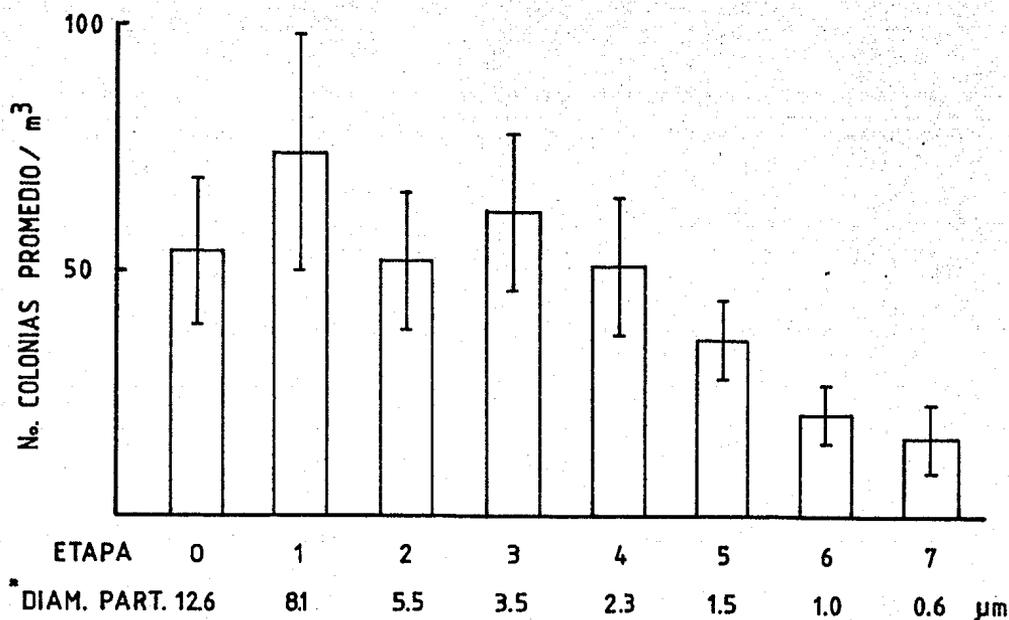


Fig. No.12. RELACION DE LA DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE PARTICULAS SUSPENDIDAS EN EL AIRE CON HONGOS

* Promedio del diámetro de partícula en las diferentes etapas del impactor Andersen, Experimental.
 analisis de varianza: Partículas $P < 0.001$ hay dif. significativas
 Hongos $P > 0.10$ no hay diferencias

± Error standard

TABLA V. CUADROS DE PRUEBAS BIOQUIMICAS PARA LA IDENTIFICACION DE ESPECIES AISLADAS EN EL ESTUDIO. *

ORGANISMOS	GRAM	CATALASA	CAPSULA	ESPORA	HEMOLISIS	OXIDACION GLUCOSA	FERMENTACION	MANITOL	NITRATOS	M R P	CITRATO	GELATINA	ARABINOSA	XILOSA	H. DE ALMIDON	H. DE CASEINA	SABOURAUD	ACETOINA	MOVILIDAD	INDOL	NACL 7 %	NACL 5 %	FENILALANINA	UREASA	DIAMETRO		# DE CEPAS AIS- LADAS.
																									A	L	
<i>B. anthracis</i>	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	1.0 1.2	3.5	5
<i>B. brevis</i>	+	+	-	+	α	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	0.6 0.9	1.5 4	4
<i>B. cereus</i>	+	+	-	-	β	-	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	1.0 1.2	3-5	5
<i>B. circulans</i>	+	+	+	+	β	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	0.5 0.7	2-5	20
<i>B. coagulans</i>	+	+	-	+	β	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	0.6 1.0	2.5 5	6
<i>B. laterosporus</i>	+	+	-	+	α	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	0.5 0.8	2.5	6
<i>B. lentus</i>	+	+	-	-	β	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	0.6 0.9	1.2 4	8
<i>B. licheniformis</i>	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	0.6 0.8	1.5 3	1
<i>B. macerans</i>	+	+	+	+	α	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	0.5 0.7	2.5 5	1
<i>B. polymyxa</i>	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	0.6 0.8	2-5	8
<i>B. pulvifaciens</i>	+	+	-	+	α	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	0.5 0.6	1.5 6	7
<i>B. pumilus</i>	+	+	-	-	α	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	0.6 0.7	2-3	3
<i>B. sphaericus</i>	+	+	-	+	α	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	0.6 1	1.5 5	13
<i>B. subtilis</i>	+	+	-	-	β	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	0.7 0.8	2-3	6

FAMILIA: BACILLACEAE
GENERO: *Bacillus* spp.

* BERGEY'S Y MACFADIN

TABLA VI. CUADROS DE PRUEBAS BIOQUIMICAS UTILIZADAS PARA
LA IDENTIFICACION DE ESPECIES AISLADAS EN EL ESTUDIO. *

ORGANISMO	GRAM	CATALASA	HEMOLISIS	OXIDACION	FERMENTACION	MANITOL	ACETOINA	NITRATOS	MOVILIDAD	ARGININA	COAGULASA	DIAMETRO	# DE CEPAS AISLADAS
				GLUCOSA									
<u>M. luteus</u>	+	+	β α	+	-	-	-	-	-	-	-	1.0 2.0	30
<u>M. roseus</u>	+	+	β α	+	-	-	-	+	+	-	-	1.0 2.5	2
<u>M. varians</u>	+	+	β α	+	-	-	-	+	-	+	-	1.0 2.5	30
<u>S. aureus</u>	+	+	β α	-	+	+	+	+	-	+	+	0.5 1.5	12
<u>S. epidermis</u>	+	+	β α	-	+	+	+	+	-	+	-	0.5 1.5	20

FAMILIA: MICROCOCCACEAE

GENERO : Micrococcus spp.

GENERO : Staphylococcus spp.

* BERGEY'S y MAC FADDIN

TABLA VII. CUADROS DE PRUEBAS BIOQUIMICAS UTILIZADAS PARA LA IDENTIFICACION DE LOS DIFERENTES GENEROS AISLADOS EN EL ESTUDIO. *

ORGANISMO	GRAM	CATALASA	OXIDASA	NITRATOS (NO ₂)	MOVILIDAD	O- F GLUCOSA	GELATINA	INDOL	CITRATO SIMONS	UREASA	ROJO DE METILO	VOGES PROSKAVER	CAPSULA	ESFORA	MANTOL	SACAROSA	LACTOSA	ARABINOSA	XILOSA	ARGININA	LISINA	ORNITINA	PENTILANINA	# DE CEPAS AISLADAS
<u>Enterobacter</u> spp.	-	+	-	+	+	F	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	2
<u>Edwardsiella</u> spp.	-	+	-	+	+	F	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	1
<u>Serratia</u> spp.	-	+	-	+	+	F	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	4

FAMILIA: ENTEROBACTERIACEAE

GENERO : Enterobacter spp.

Edwardsiella spp.

Serratia spp.

ORGANISMO	GRAM	CATALASA	OXIDASA	NITRATOS	MOVILIDAD	O- F GLUCOSA	GELATINA	INDOL	CITRATO SIMONS	UREASA	ROJO DE METILO	VOGES PROSKAVER	CAPSULA	ESFORA	# DE CEPAS AISLADAS
<u>Lactobacillus</u> spp.	+	-	-	-	+	F	+	+	+	+	+	+	+	-	1

FAMILIA : LACTOBACILLACEAE

GENERO : Lactobacillus spp.

* ERGEY'S MAC FADDIN

TABLA VIII, CUADROS DE PRUEBAS BIOQUIMICAS UTILIZADAS PARA LA IDENTIFICACION

DE LAS DIFERENTES ESPECIES AISLADAS EN EL ESTUDIO. *

FAMILIA: PSEUDOMONADACEAE

GENERO : Pseudomonas spp.

ORGANISMO	GRAM	CATALASA	CAPSULA	HEMOLISIS	OXIDACION GLUCOSA	FERMENTACION	CITRATO	GELATINA	ARABINOSA	XILOSA	H. ALMIDON	H. CASEINA	ARGININA	LISINA	ORNITINA	SACAROSA	FRUCTUOSA	MALTOSA	KLIGLER	NITRATOS	DIAMETRO <i>mm</i>	# DE CEPAS	
<u>P. cepacia</u>	-	+	+	-	+	+	+	-	1+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	0.8 1.0	1.6 3.2	1
<u>P. mallei</u>	-	+	+	β	+	+	+	+	-	+	1+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	0.5 1.0	1.5 3.0	2

FAMILIA: NEISSERIACEAE

GENERO: Neisseria spp.

ORGANISMO	GRAM	CATALASA	CAPSULA	HEMOLISIS	OXIDACION GLUCOSA	FERMENTACION	CITRATO	GELATINA	ARABINOSA	XILOSA	S I N	OXIDASA	KLIGLER	NITRATOS	H. ALMIDON	ARGININA	DIAMETRO <i>mm</i>	# DE CEPAS.
<u>N. flavescens</u>	-	+	-	β	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	0.6 1.0	1

* BERGEY'S y MAC FADDIN

** X DE UN TOTAL DE SIETE MUESTREOS

TABLA IX

GENEROS DE BACTERIAS Y HONGOS IDENTIFICADOS CON MAYOR
 FRECUENCIA EN LOS DIFERENTES MUESTREOS. *

BACTERIAS	%	HONGOS	%
<u>Bacillus spp.</u>	44.39	<u>Aspergillus spp.</u>	20.32
<u>Micrococcus spp.</u>	25.70	Filamentos blancos	12.67
<u>Staphylococcus spp.</u>	21.96	<u>Rhodotorula spp.</u>	8.85
<u>Streptococcus spp.</u>	1.86	Levaduras pigmentadas	7.84
Otros	6.03	Hongo demateaceo	7.44
		<u>Alternaria spp.</u>	6.43
		<u>Bliecladium spp.</u>	6.03
		<u>Paecilomyces spp.</u>	5.43
		<u>Penicillium spp.</u>	5.23
		Filamentos pigmentados	3.42
		Levaduras blancas	3.21
		<u>Actinomycete spp.</u>	2.61
		<u>Monosporium spp.</u>	1.81
		<u>Rhizopus spp.</u>	1.60
		<u>Helmintosporium spp.</u>	1.20
		Otros	5.8

* \bar{X} TOTAL DE SIETE MUESTREOS.

TABLA X
 NUMERO Y PORCENTAJE DE GENEROS DE HONGOS Y BACTERIAS AISLADOS MAS FRECUENTEMENTE EN LOS DIFERENTES SITIOS DE ESTUDIO.

	BACTERIAS		HONGOS	
	No.	%	No.	%
CENTRO	79	36.91	150	30.18
TLALNEPANTLA	56	26.16	91	18.30
TACUBAYA	37	17.28	124	24.94
C. U.	42	19.62	132	26.55
<u>TOTAL</u>	214	99.97	497	99.97

TABLA XI
 PORCENTAJE DE GENEROS BACTERIANOS IDENTIFICADOS POR SITIO DE MUESTREO

GENERO	CENTRO	TLALNEPANTLA	TACUBAYA	C. U.	TOTAL % todos los géneros
<u>Staphylococcus spp.</u>	40.42	17.02	19.14	23.40	21.96
<u>Micrococcus spp.</u>	45.45	30.90	10.90	12.72	25.70
<u>Bacillus spp.</u>	35.78	27.36	18.94	17.89	44.39
<u>Streptococcus spp.</u>		25.00	25.00	50.00	1.86
O t r o s :					
<u>Enterobacter spp.</u>				100.00	
<u>Neisseria spp.</u>			100.00		
<u>Pseudomonas spp.</u>		25.00	25.00	50.00	
<u>Serratia spp.</u>	25.00	25.00	25.00	25.00	
<u>Lactobacillus spp.</u>		100.00			
<u>Edwardsiella spp.</u>		100.00			6.03
T O T A L	36.91	26.16	17.28	19.62	99.94

TABLA XII

PORCENTAJE DE GENEROS DE HONGOS AISLADOS POR SITIO DE MUESTREO

G E N E R O	CENTRO	TLALNEPANTLA	TACUBAYA	%	
				C. U.	T O T A L todos los g.
* <u>Actinomyces</u> sp.	61.53	7.69		30.76	2.61
<u>Alternaria</u> sp.	43.75	9.37	21.87	25.00	6.43
<u>Aspergillus</u> spp.	16.83	17.82	31.69	33.66	20.32
<u>Aureobasidium</u> spp.			100.00		0.20
<u>Botrytis</u>				100.00	0.40
<u>Candida</u> spp.	100.00				0.20
<u>Cladobotryum</u>		50.00	50.00		0.40
<u>Cladosporium</u> sp.	100.00				0.20
<u>Cephalosporium</u> sp.		100.00			0.20
<u>Curvularia</u> sp.	100.00				0.20
Filamentos blancos	20.63	19.04	33.33	26.98	12.67
Filamentos pigmentados	23.52	23.52	23.52	29.41	3.42
<u>Fusarium</u> sp.		50.00		50.00	0.40
<u>Gliocladium</u> sp.	23.33	16.66	33.33	26.66	6.03
<u>Gliomastix</u>				100.00	0.20
Hongo demateáceo	27.02	18.91	35.13	18.91	7.44
<u>Helmintosporium</u> sp.	16.66		16.66	66.66	1.20
Levaduras blancas	43.75	37.5		18.75	3.21
Levaduras pigmentadas	53.84	30.76	2.56	12.82	7.84
<u>Menmonniella</u>			100.00		0.20
<u>Monilia</u> sp.	20.00		60.00	20.00	1.00
<u>Monosporium</u> sp.	33.33	11.11	33.33		1.81
<u>Mucor</u> sp.	33.33	33.33	33.33		0.60
<u>Paecilomyces</u> sp.	33.33	14.81	25.92	25.92	5.43
<u>Penicillium</u> sp.	19.23		34.61	46.15	5.23
<u>Phialophora</u> spp.	33.33	33.33	33.33		0.60
<u>Phicomycete</u> sp.		66.66		33.33	0.60
<u>Rhizopus</u> sp.	50		37.5	12.5	1.60
<u>Rhodotorula</u> sp.	45.45	25	9.09	20.45	8.85
<u>Scopulariopsis</u> sp.			100.00		0.20
<u>Ulocladium</u> sp.	100.00				0.20
T O T A L %	30.18	18.30	24.94	26.55	99.89

* Hongo con características de Bacterias (MAC FADDIN, BERGEY'S)

TABLA XIII

NUMERO TOTAL Y PORCENTAJE DE GENEROS DE HONGOS Y BACTERIAS AISLADOS POR CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL IMPACTOR DE CASCADA ANDERSEN.

ET A P A	B A C T E R I A S	Z	H O N G O S	%
0	24	11.21	36	7.24
1	39	18.22	95	19.11
2	35	16.35	76	15.29
3	33	15.42	72	14.48
4	29	13.55	88	17.70
5	29	13.55	79	15.89
6	8	3.73	24	4.82
7	17	7.94	27	5.43
T O T A L	214	99.94	497	99.89

TABLA XIV

PORCENTAJE DE GENEROS BACTERIANOS IDENTIFICADOS EN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL IMPACTOR ANDERSEN.

G E N E R O	0	1	2	3	4	5	6	7	(todos los géneros)
									T O T A L %
<u>Staphylococcus</u> spp.	4.25	21.27	17.02	14.89	12.76	14.89	4.25	10.63	21.96
<u>Micrococcus</u> spp.	12.72	16.36	18.18	10.90	16.36	12.72	5.45	7.27	25.70
<u>Bacillus</u> spp.	13.68	20.00	15.78	14.73	12.63	11.57	3.15	8.42	44.39
<u>Streptococcus</u> spp.			25.00	50.00		25.00			1.86
Otros	15.38	7.69	7.69	30.76	15.38	23.07			6.07
T O T A L %	11.21	18.22	16.35	15.42	13.55	13.55	3.73	7.94	99.94

TABLA XV

PORCENTAJE DE GENEROS DE HONGOS AISLADOS EN CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL IMPACTOR ANDERSEN

G E N E R O	(todos los géneros)								
	0	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL %
* <u>Actinomyces</u> spp.	15.38	15.38		15.38	23.07	15.38	7.69	7.69	2.61
<u>Alternaria</u> sp.	9.37	25.00	18.75	12.5	12.5	12.5	3.12	6.25	6.43
<u>Aspergillus</u> spp.	4.95	19.80	17.82	12.87	18.81	16.83	5.94	2.97	20.32
<u>Aureobasidium</u> spp.				100.00					0.20
<u>Botrytis</u>					50.00	50.00			0.40
<u>Candida</u> spp.					100.00				0.20
<u>Cladobotryum</u>					50.00	50.00			0.40
<u>Cladosporium</u> sp.								100.00	0.20
<u>Cephalosporium</u> sp.			100.00						0.20
<u>Curvularia</u> sp.	100.00								0.20
Filamentos blancos	6.34	20.63	15.87	17.46	15.87	15.87	4.76	3.17	12.67
Filamentos pigmentados		23.52	23.52	11.76	11.76	17.64	11.76		3.42
<u>Fusarium</u> sp.	50.00				50.00				0.40
<u>Gliocladium</u> sp.	6.66	13.33	10.00	10.00	13.33	30.00	6.66	10.00	6.03
<u>Gliomastix</u>					100.00				0.20
H. demateaceo	2.70	24.32	18.91	13.51	5.40	24.32	5.40	5.40	7.44
<u>Helminthosporium</u> sp.		16.66	33.33	16.66	16.66	16.66			1.20
Levaduras blancas		18.75	6.25	12.5	37.5	12.5	6.25	6.25	3.21
Levaduras pigmetadas	15.38	20.51	10.25	20.51	10.25	10.25	5.12	7.69	7.84
<u>Monilia</u> sp.		80.00		20					1.00

* HONGO CON CARACTERISTICAS DE BACTERIAS (MAC FADDIN, BERGEY'S)

TABLA XV
 PORCENTAJE DE GENEROS DE HONGOS AISLADOS EN CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL IMPACTOR ANDERSEN

G E N E R O								(todos los géneros)	
	0	1	2	3	4	5	6	7	T O T A L %
<u>Menmoniaella</u>					100.00				0.20
<u>Monosporium</u> sp.	11.11	22.22	22.22	11.11	22.22	11.11			1.81
<u>Mucor</u> sp.		66.66		33.33					0.60
<u>Paecilomyces</u> sp.	3.70	14.81	14.81	14.81	18.51	14.81	3.70	14.81	5.43
<u>Penicillium</u> sp.		3.84	15.38	23.07	38.46	15.38		7.69	5.23
<u>Phialophora</u> spp.		33.33				66.66			0.60
<u>Phicomycete</u> sp.	33.33	33.33	33.33						0.60
<u>Rhizopus</u> sp.			25.00	25.00	50.00				1.60
<u>Rhodotorula</u> sp.	13.63	15.90	18.18	9.09	15.90	11.36	6.81	9.09	8.85
<u>Scopulariopsis</u> sp.		100.00							0.20
<u>Ulocladium</u> sp.	100.00								0.20
T O T A L %	7.24	19.11	15.29	14.48	17.70	15.89	4.82	5.43	99.89

* Algunos géneros agrupados por sus características morfológicas, tintoriales y estructurales, entre los Procariontes (Bacterias), como Nocardia brasiliensis .

TABLA XVI
 PORCENTAJE DE GENEROS Y ESPECIES BACTERIANAS IDENTIFICADOS CON
 MAYOR FRECUENCIA EN CADA UNO DE LOS SITIOS DE ESTUDIO.

E S P E C I E	C E N T R O	(todas las spp)			T O T A L %
		TLALNEPANTLA	TACUBAYA	C. U.	
<u>B. anthracis</u>		20	60	20	2.61
<u>B. brevis</u>	50	25	25		2.09
<u>B. cereus</u>	40	20	20	20	2.61
<u>B. circulans</u>	30	35	5	30	10.47
<u>B. coagulans</u>	66.66		16.66	16.66	3.14
<u>B. laterosporus</u>	33.33	33.33	16.66	16.66	3.14
<u>B. lentus</u>	37.50	25		37.50	4.18
<u>B. licheniformis</u>	100.00				0.52
<u>B. macerans</u>	100.00				0.52
<u>B. polymyxa</u>	62.50	25		12.50	4.18
<u>B. pulvifaciens</u>		14.28	71.42	14.28	3.66
<u>B. pumilus</u>	66.66		33.33		1.57
<u>B. sphaericus</u>	23.07	30.76	30.76	15.38	6.80
<u>B. subtilis</u>	16.66	33.33	33.33	16.66	3.14
<u>M. luteus</u>	33.33	36.66	16.66	13.33	15.70
<u>M. roseus</u>	50		50		1.04
<u>M. varians</u>	60	20	3.33	16.66	15.70
<u>S. aureus</u>	58.33	16.66	8.33	16.66	6.28
<u>S. epidermidis</u>	45	15	20	20	10.47
<u>P. cepacia</u>				100	0.52
<u>P. mallei</u>		50	50		1.04
<u>N. flavescens</u>			100		0.52
T O T A L	40.31	24.08	17.80	17.80	99.99

TABLA XVII

PORCENTAJE DE ESPECIES DE BACTERIAS CARACTERIZADAS EN CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL IMPACTOR ANDERSEN

E S P E C I E S	(todas las especies)							T O T A L %	
	0	1	2	3	4	5	6		7
<u>B. anthracis</u>	20	20	20	20	20				2.61
<u>B. brevis</u>	25	25		25		25			2.09
<u>B. cereus</u>	20		20	40	20				2.61
<u>B. circulans</u>	25	15	10	20	10	10		10	10.47
<u>B. coagulans</u>		16.66	16.66	16.66	16.66	16.66	16.66		3.14
<u>B. laterosporus</u>	33.33	16.66		33.33	16.66				3.14
<u>B. lentus</u>		37.5	25	12.5					4.18
<u>B. licheniformis</u>	100							25	0.52
<u>B. macerans</u>							100		0.52
<u>B. polymyxa</u>	12.5			12.5	50		12.5	12.5	4.18
<u>B. pulvifaciens</u>	14.28		42.85			42.85			3.66
<u>B. pumilus</u>					66.66	33.33			1.57
<u>B. sphaericus</u>		15.38	38.46			36.76	7.69	7.69	6.80
<u>B. subtilis</u>	16.66		33.33	16.66	16.66	16.66			3.14
<u>M. luteus</u>	16.66	20	20	10	13.33	10	6.66	3.33	15.70
<u>M. roseus</u>			50		50				1.04
<u>M. varians</u>	10	16.66	20	10	13.33	13.33	3.33	13.33	15.70
<u>S. aureus</u>	8.33	16.66	16.66	16.66	8.33	16.66	8.33	8.33	6.28
<u>S. epidermidis</u>	10	35	10	15	10	5	5	10	10.47
<u>P. cepacia</u>			100						0.52
<u>P. mallei</u>	50	50							1.04
<u>N. flavescens</u>					100				0.52
T O T A L %	13.61	18.32	17.27	13.08	13.08	12.56	4.71	7.32	99.9

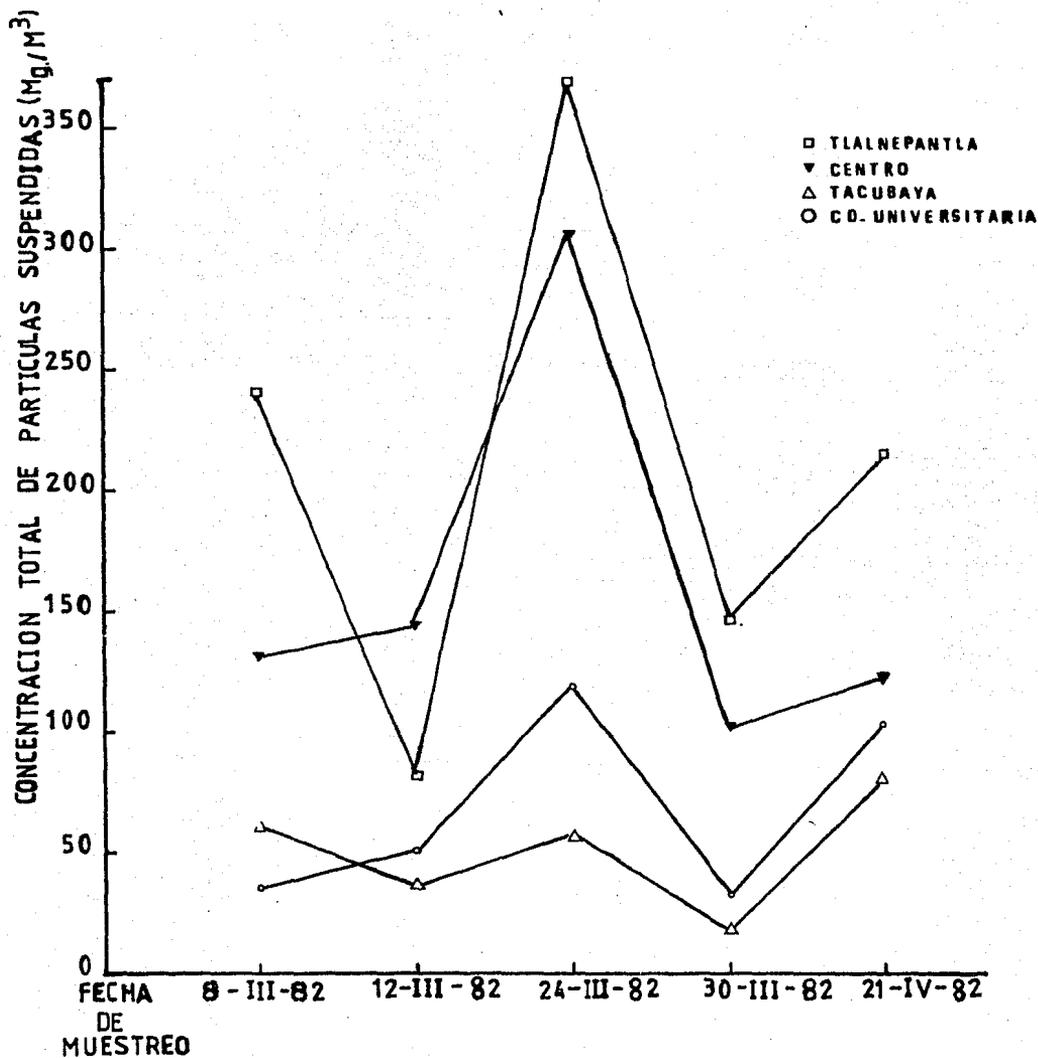


Fig. No. 13. RELACION DE LA CONCENTRACION TOTAL DE PARTICULAS SUSPENDIDAS EN EL AIRE, EN LOS DIFERENTES SITIOS DE ESTUDIO

TABLA XVIII

CONCENTRACION TOTAL DE PARTICULAS SUSPENDIDAS EN RELACION AL NUMERO (\bar{X}) DE MICROORGANISMOS (HONGOS) EN LOS DIFERENTES SITIOS DE ESTUDIO

SITIO DE ESTUDIO	VOLUMEN DE AIRE EN 24 HORAS (m ³)	FECHA DE MUESTREO	CONCENTRACION TOTAL DE PARTICULAS (mg/m ³)	No. HONGOS \bar{X} (m ³)
TLALNEPANTLA	69.32	8- III- 82	240.91	53.22
	69.32	12- III- 82	83.67	14.17
	69.32	24- III- 82	377.96	44.55
	69.32	30- III- 82	147.12	34.42
	69.32	21- IV- 82	213.5	9.2
C E N T R O	96.34	8- III- 82	132.76	64.8
	96.34	12- III- 82	144.27	40.5
	96.34	24- III- 82	306.05	30.37
	96.34	30- III- 82	103.37	26.3
	96.34	21- IV- 82	123.52	68.85
TACUBAYA	248	8- III- 82	35.89	315.9
	248	12- III- 82	50.20	119.8
	248	24- III- 82	118.15	68.04
	248	30- III- 82	30.24	29.16
	248	21- IV- 82	113.31	145.8
C. U.	250	8- III- 82	62.40	109
	250	12- III- 82	36	64.8
	250	24- III- 82	57.6	28.35
	250	30- III- 82	17.2	64.8
	250	21- IV- 82	78	19.44

TABLA XIX

CONCENTRACION TOTAL DE PARTICULAS SUSPENDIDAS EN RELACION AL NUMERO (\bar{X}) DE MICROORGANISMOS (BACTERIAS) EN LOS DIFERENTES SITIOS DE ESTUDIO

SITIO DE ESTUDIO	VOLUMEN DE AIRE EN 24 HORAS (m ³)	FECHA DE MUESTREO	CONCENTRACION TOTAL DE PARTICULAS (mg/m ³)	No. BACTERIAS \bar{X} (m ³)
TLALNEPANTLA	69.32	8- III- 82	240.91	8.1
	69.32	12- III- 82	83.67	8.1
	69.32	24- III- 82	377.96	12.15
	69.32	30- III- 82	147.12	78.97
	69.32	21- IV- 82	213.50	231.42
C E N T R O	96.34	8- III- 82	132.76	36.45
	96.34	12- III- 82	144.27	30.37
	96.34	24- III- 82	306.05	121.5
	96.34	30- III- 82	103.37	164.02
	96.34	21- IV- 82	123.52	50.91
TACUBAYA	248	8- III- 82	35.89	103.6
	248	12- III- 82	50.20	139.3
	248	24- III- 82	118.15	1053
	248	30- III- 82	30.24	3.4
	248	21- IV- 82	113.31	6.48
C. U.	250	8- III- 82	62.40	100.4
	250	12- III- 82	36	35.64
	250	24- III- 82	57.60	68.04
	250	30- III- 82	17.20	2.26
	250	21- IV- 82	78	93.15

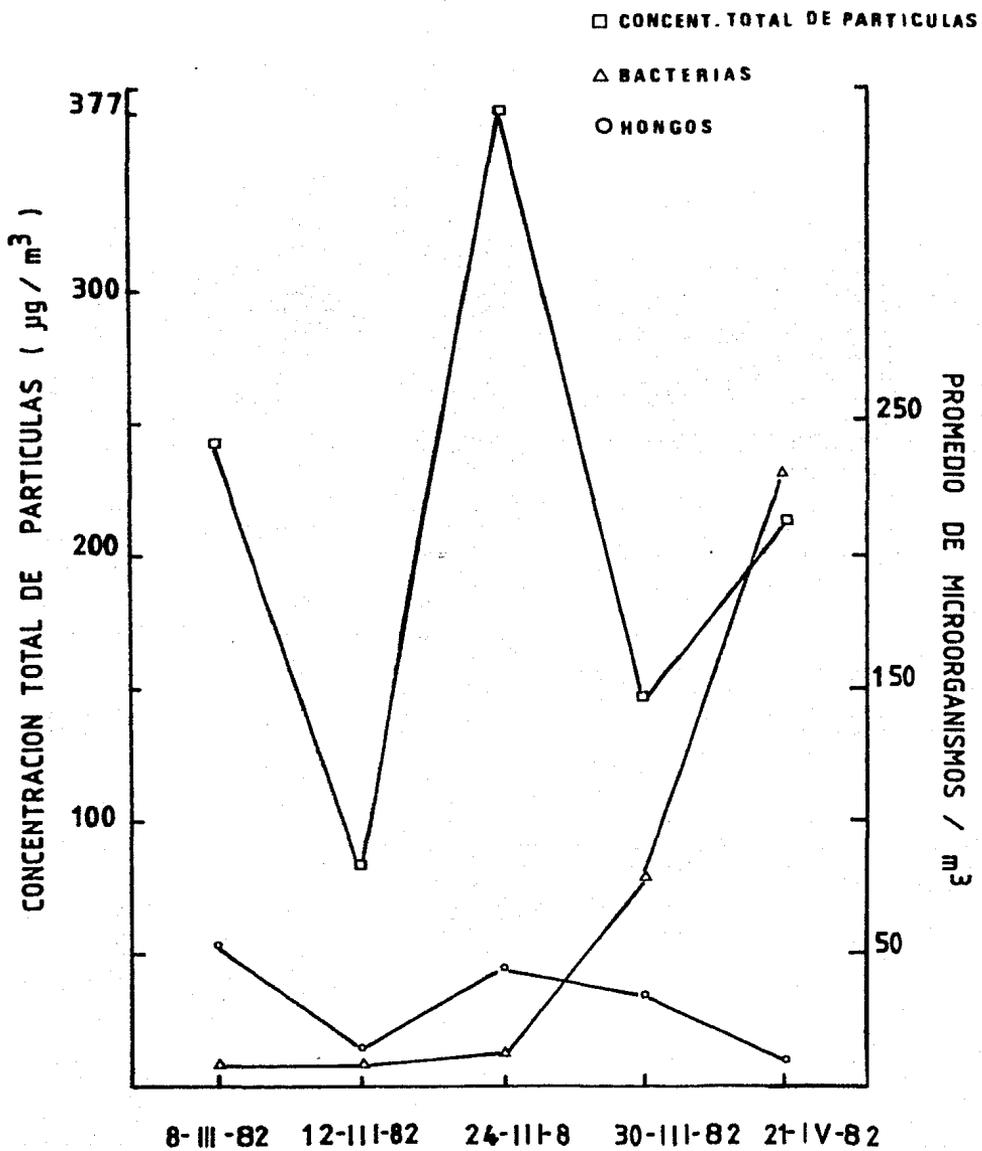


Fig. No. 14. RELACION DE LA CONCENTRACION TOTAL DE PARTICULAS SUSPENDIDAS CON MICROORGANISMOS DEL AIRE EN LOS DIFERENTES DIAS DE MUESTREO
SITIO : TLALNEPANTLA

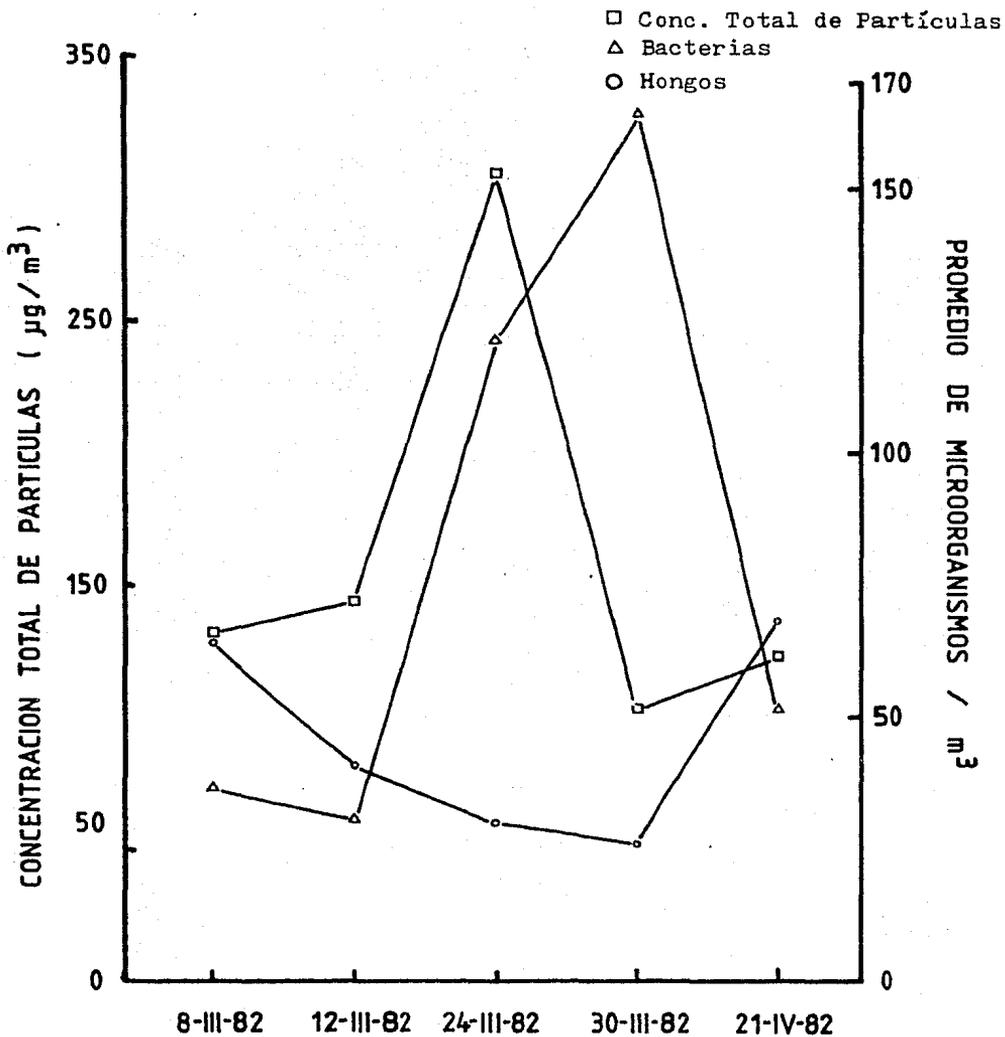


Fig. No 15. RELACION DE LA CONCENTRACION DE PARTICULAS SUSPENDIDAS CON MICRO - ORGANISMOS DEL AIRE EN LOS DIFERENTES DIAS DE MUESTREO
SITIO : CENTRO

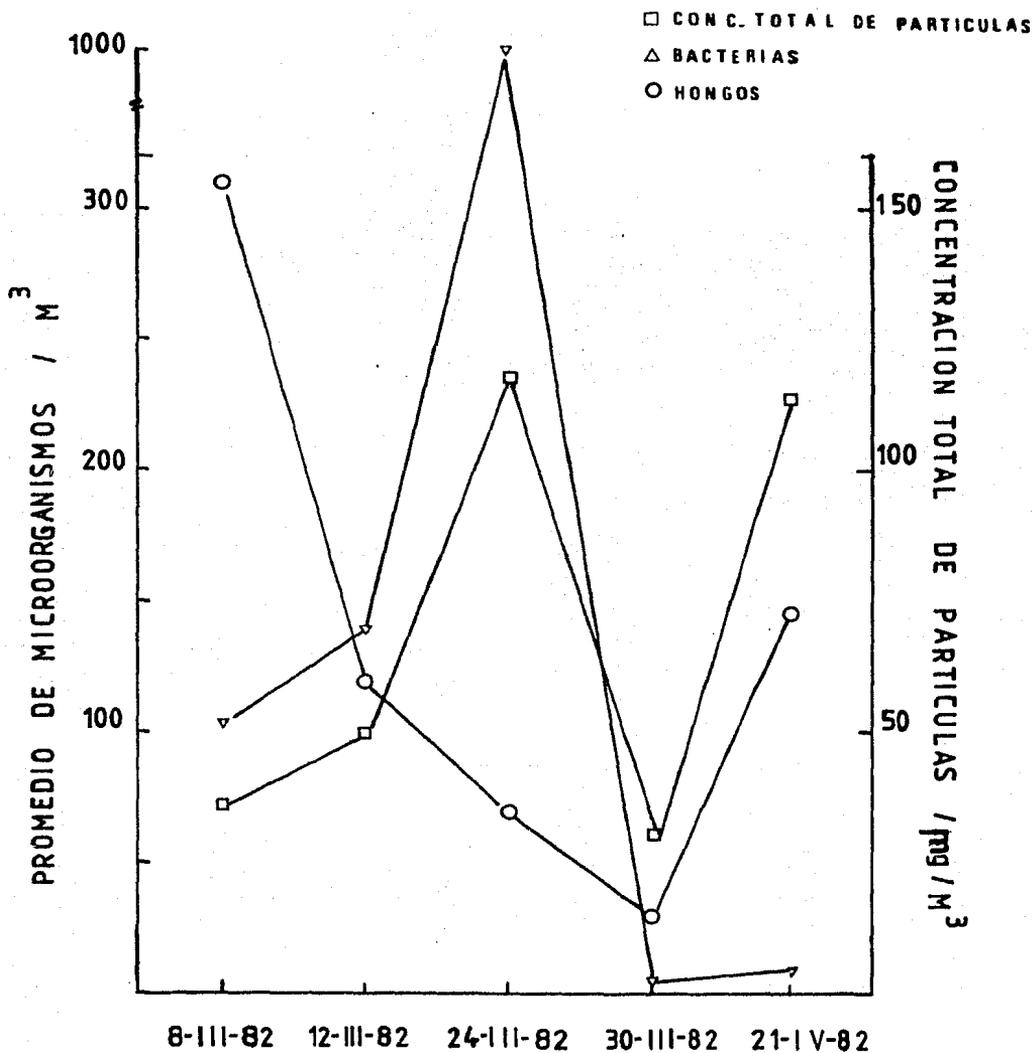


Fig. No. 16. RELACION DE LA CONCENTRACION TOTAL DE PARTICULAS SUSPENDIDAS EN EL AIRE CON MICROORGANISMOS DEL AIRE EN LOS DIFERENTES DIAS DE MUESTREO. SITIO : TACUBAYA

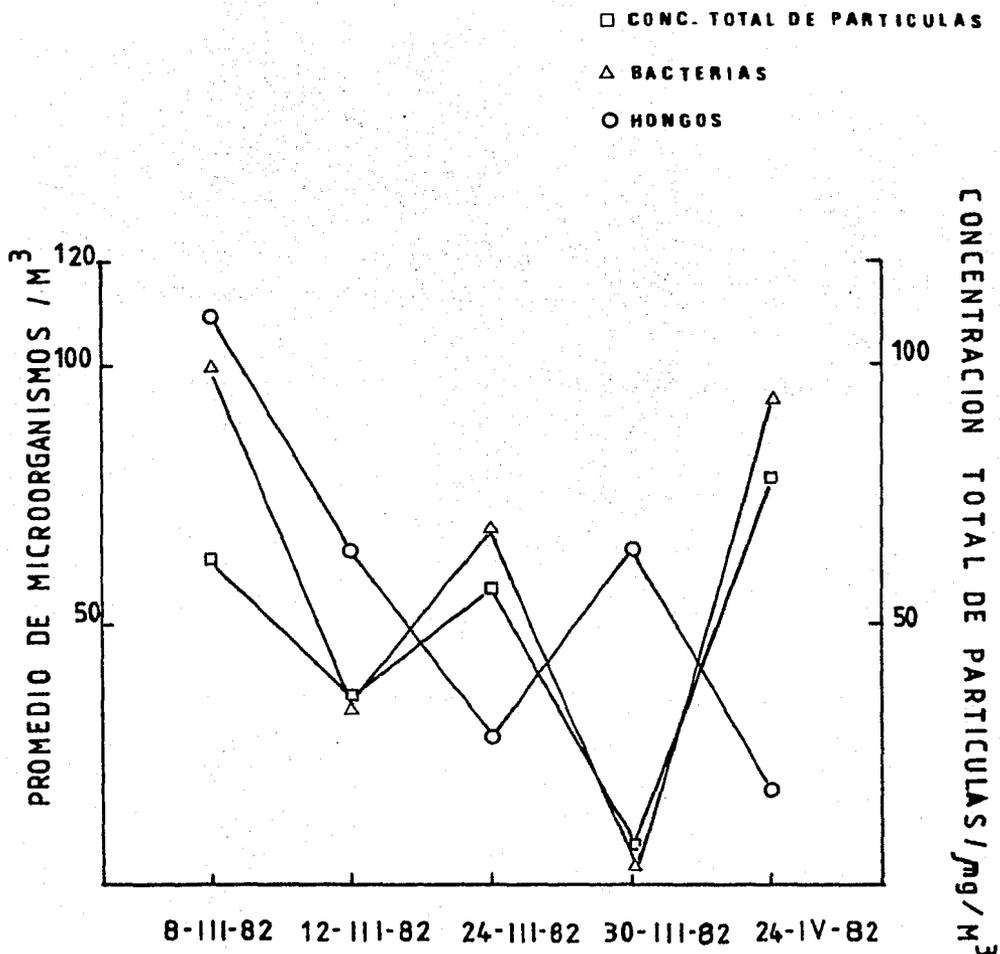


Fig. No. 17. RELACION DE LA CONCENTRACION TOTAL DE PARTICULAS SUSPENDIDAS CON MICRO-ORGANISMOS DEL AIRE EN LOS DIFERENTES DIAS DE MUESTREO.
 SITIO: CIUDAD UNIVERSITARIA

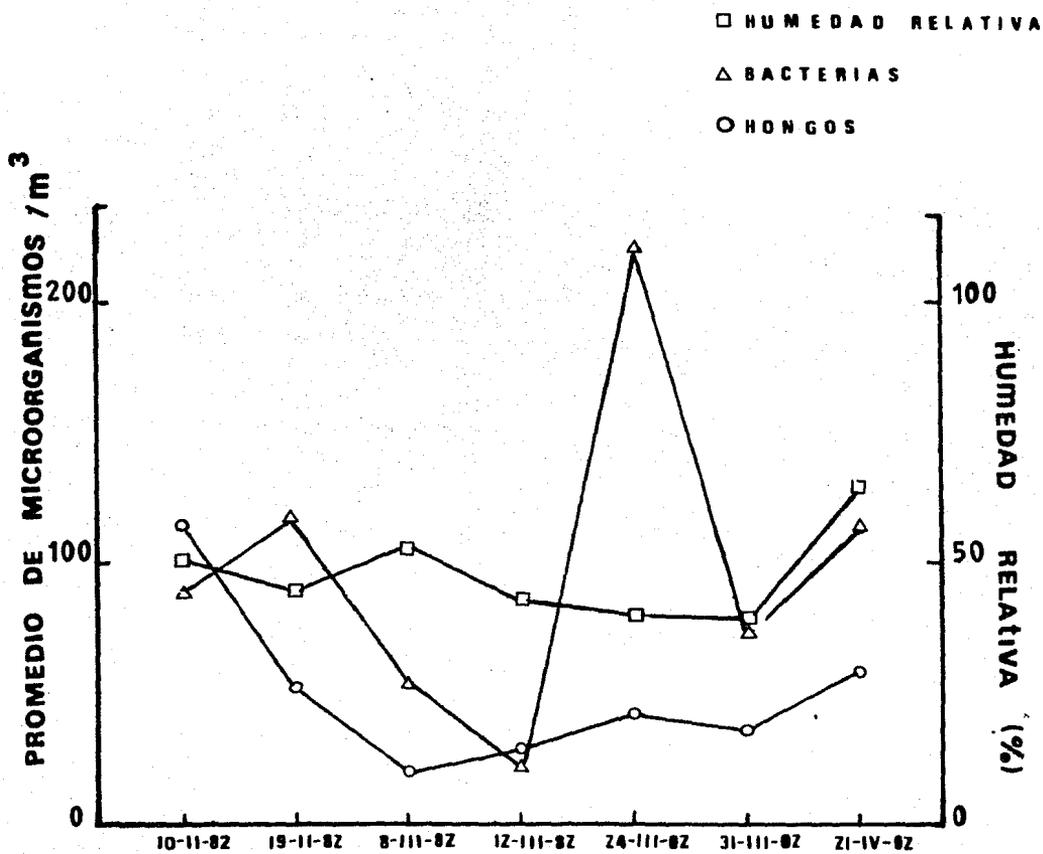


fig-No 18. RELACION DE LA HUMEDAD RELATIVA CON EL PROMEDIO DE MICROORGANISMOS DELAIREEN LOS DIFERENTES DIAS DE MUESTREO

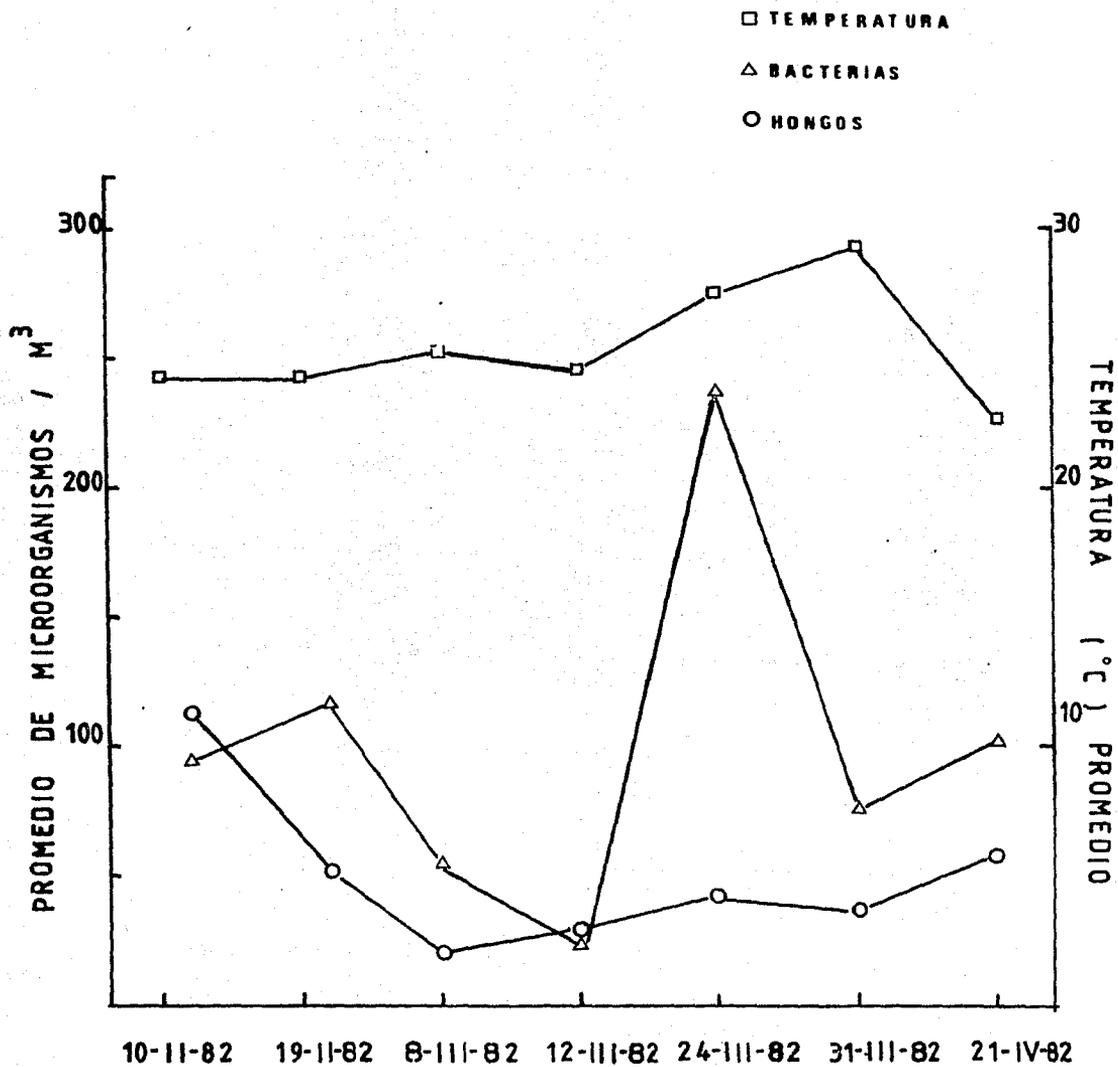


Fig. No. 19. RELACION DE LA TEMPERATURA PROMEDIO DE LOS 4 SITIOS DE ESTUDIO CON MICROORGANISMOS DEL AIRE EN LOS DIFERENTES DIAS DE MUESTREO

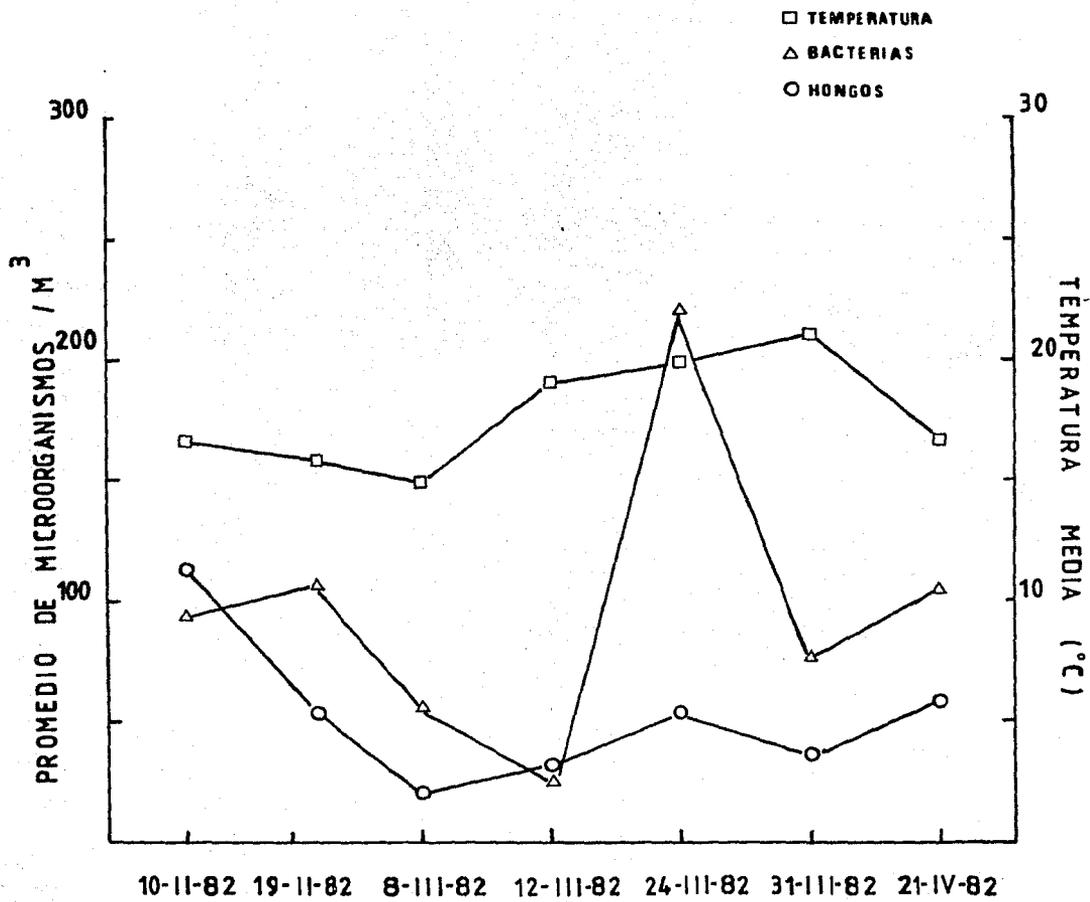


fig. No. 20. RELACION DE LA TEMPERATURA MEDIA CON MICROORGANISMOS EN LOS DIFERENTES DIAS DE MUESTREO

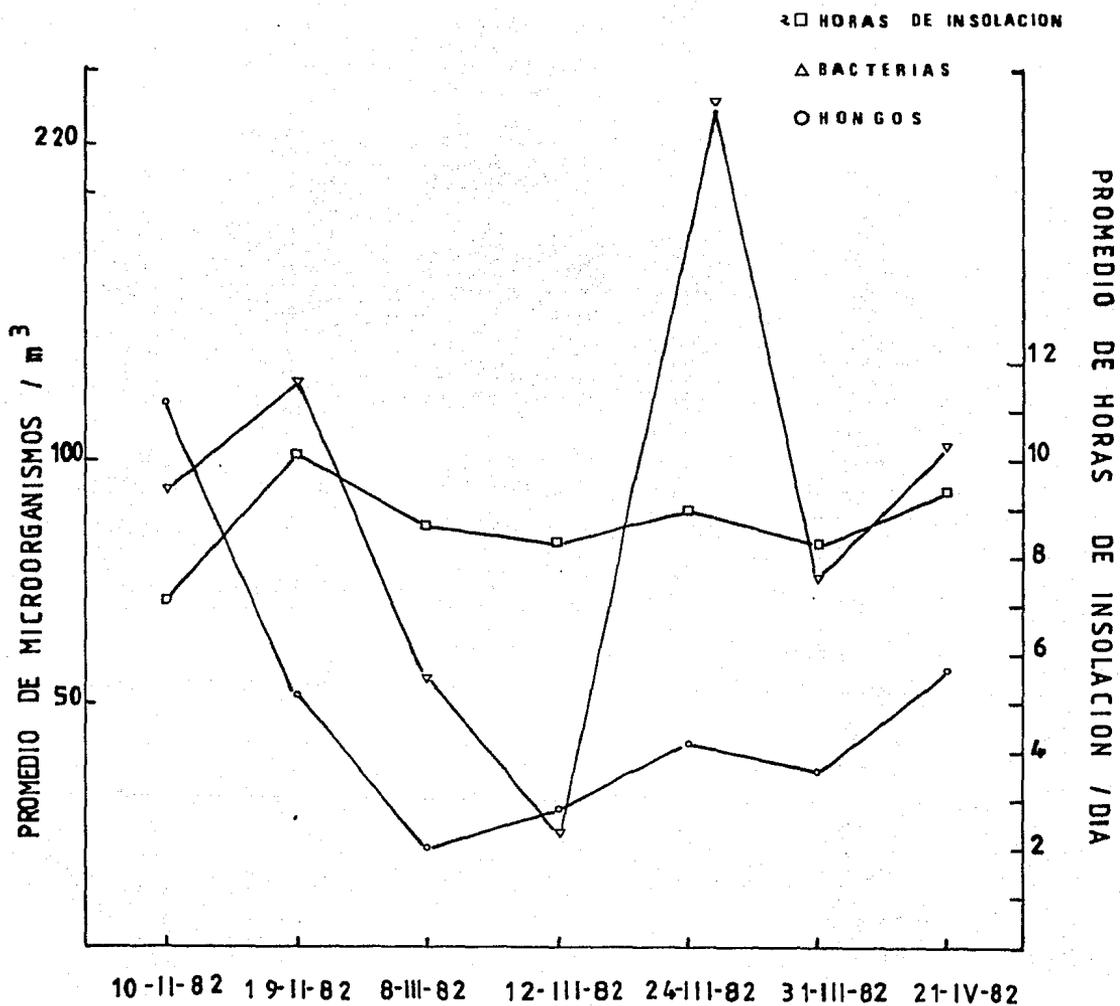


fig. No. 21. RELACION DEL PROMEDIO DE HORAS DE INSOLACION
 POR DIA DE MUESTREO CON MICROORGANISMOS
 DEL AIRE

□ deducidos de Heliogramas

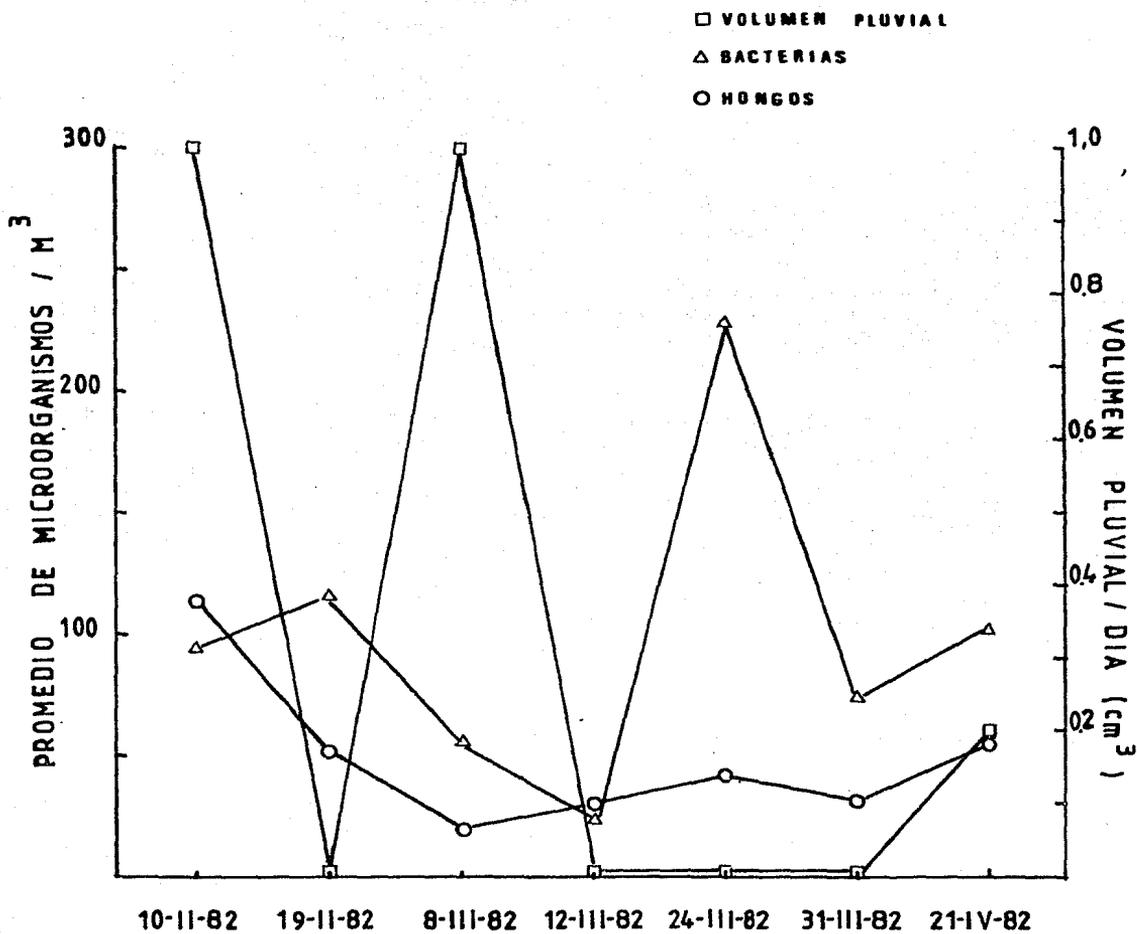


fig. No. 22. RELACION DEL VOLUMEN PLUVIAL CON MICRO-
 ORGANISMOS DEL AIRE EN LOS DIFERENTES
 DIAS DE MUESTREO

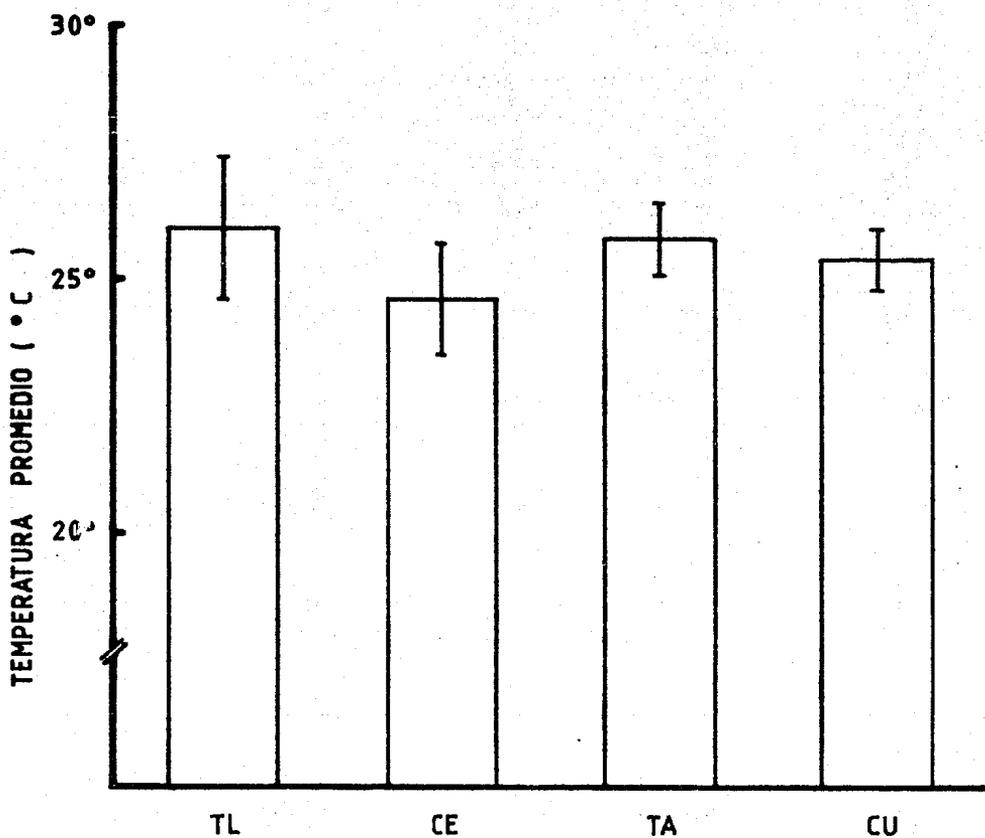
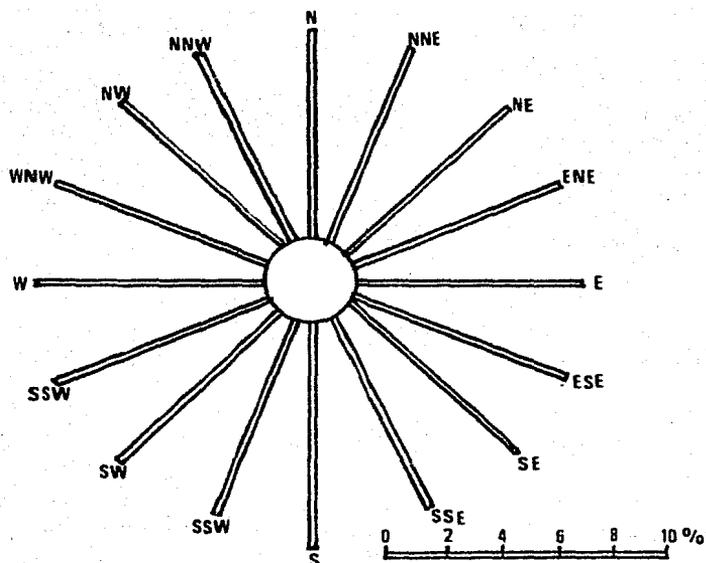


Fig. No. 23. TEMPERATURA PROMEDIO (\pm error standard) DURANTE LA TOMA DE LA MUESTRA PARA CADA UNO DE LOS SITIOS DE MUESTREO



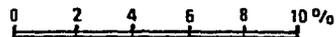
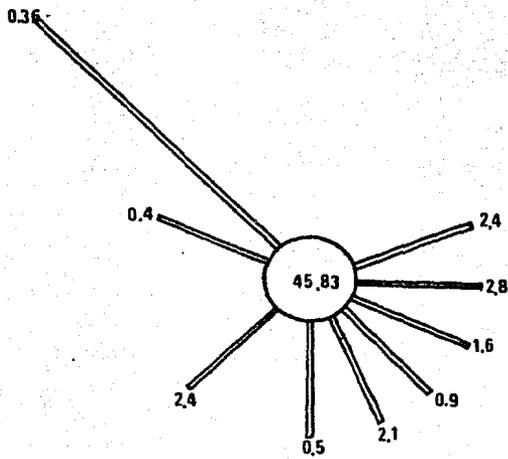
ESCALA DE PORCENTAJE DE FRECUENCIAS

VELOCIDAD PROMEDIO EN EL EXTREMO DE LAS BARRAS EN M/S

PORCENTAJE DE FRECUENCIA DE CALMAS EN EL CENTRO DEL CIRCULO

SITIO: TACUBAYA
 FECHA: 82

Fig. No.24 SIMBOLOGIA DE ROSAS DE VIENTOS



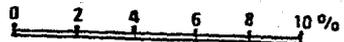
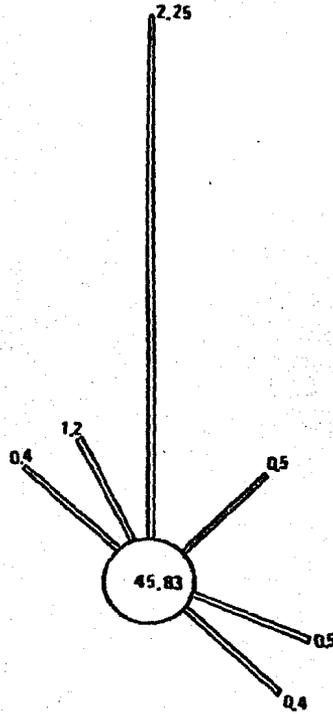
ESCALA DE PORCENTAJE DE FRECUENCIAS

VELOCIDAD PROMEDIO EN EL EXTREMO DE LAS BARRAS EN M/S

PORCENTAJE DE FRECUENCIA DE CALMAS EN EL CENTRO DEL CIRCULO

SITIO: TACUBAYA
FECHA: 10-11-82

fig. No. 25
Frecuencia y Dirección del Viento en periodos de 24 horas



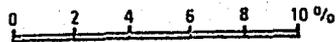
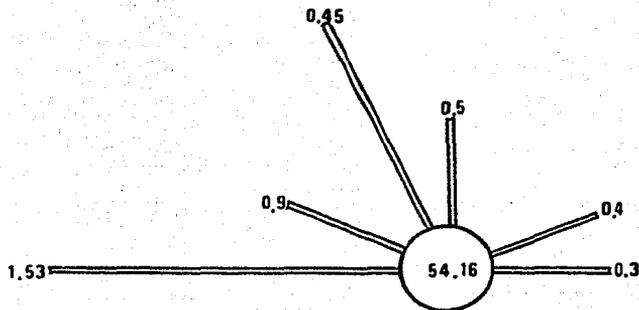
ESCALA DE PORCENTAJE DE FRECUENCIAS

VELOCIDAD PROMEDIO EN EL EXTREMO DE LAS BARRAS EN M/S

PORCENTAJE DE FRECUENCIA DE CALMAS EN EL CENTRO DEL CIRCULO

SITIO: TACUBAYA
FECHA: 19-11-82

Fig. No. 26
Frecuencia y Dirección del Viento en periodos de 24 horas



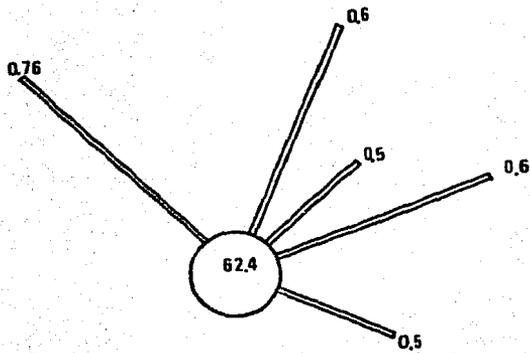
ESCALA DE PORCENTAJE DE FRECUENCIAS

VELOCIDAD PROMEDIO EN EL EXTREMO DE LAS BARRAS EN M/S

PORCENTAJE DE FRECUENCIA DE CALMAS EN EL CENTRO DEL CIRCULO

SITIO: TACUBAYA
FECHA: 12-III-82

fig. No. 27
Frecuencia y Direccion del Viento en periodos de 24 horas



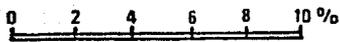
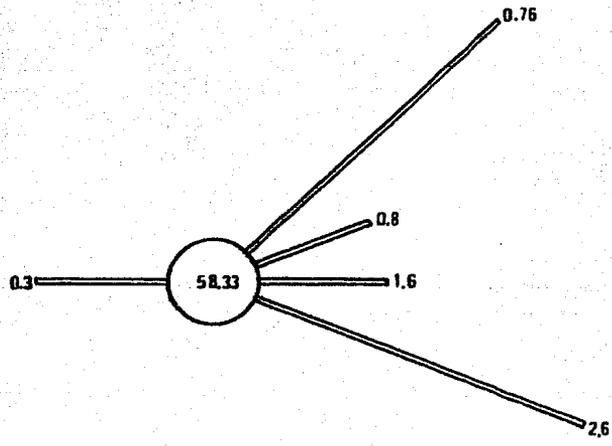
ESCALA DE PORCENTAJE DE FRECUENCIAS

VELOCIDAD PROMEDIO EN EL EXTREMO DE LAS BARRAS EN M/S

PORCENTAJE DE FRECUENCIA DE CALMAS EN EL CENTRO DEL CIRCULO

SITIO: TACUBAYA
FECHA: 8-III-82

fig. No. 28
Frecuencia y Dirección del Viento en períodos de 24 horas



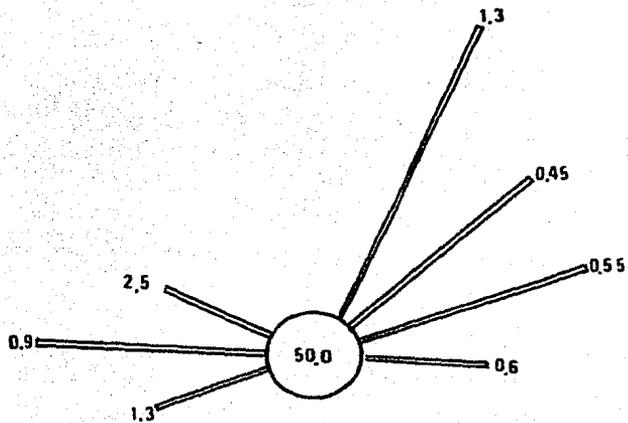
ESCALA DE PORCENTAJE DE FRECUENCIAS

VELOCIDAD PROMEDIO EN EL EXTREMO DE LAS BARRAS EN M/S

PORCENTAJE DE FRECUENCIA DE CALMAS EN EL CENTRO DEL CIRCULO

SITIO: TACUBAYA
FECHA: 24-III-82

Fig. No. 29
Frecuencia y Dirección del Viento en periodos de 24 horas



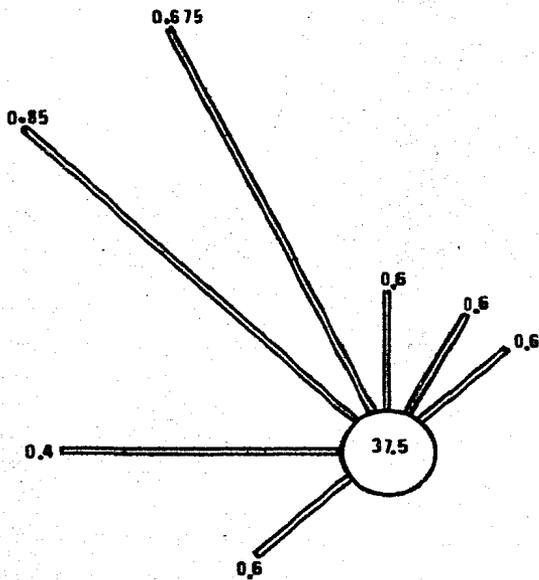
ESCALA DE PORCENTAJE DE FRECUENCIAS

VELOCIDAD PROMEDIO EN EL EXTREMO DE LAS BARRAS EN M/S

PORCENTAJE DE FRECUENCIA DE CALMAS EN EL CENTRO DEL CIRCULO

SITIO: TACUBAYA
FECHA: 31-III-82

fig. No. 30 Frecuencia y Dirección del Viento en periodos de 24 horas



ESCALA DE PORCENTAJE DE FRECUENCIAS

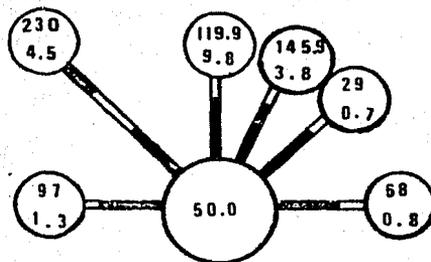
VELOCIDAD PROMEDIO EN EL EXTREMO DE LAS BARRAS EN M/S

PORCENTAJE DE FRECUENCIAS DE CALMAS EN EL CENTRO DEL CIRCULO

SITIO: TACUBAYA
FECHA: 21-IV-82

fig. No. 31

Frecuencia y Dirección del Viento en periodos de 24 horas



TACUBAYA



ESCALA DE PORCENTAJE DE FRECUENCIA DE VIENTOS

SIMBOLOGIA

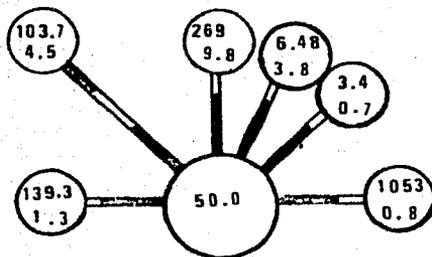


PROMEDIO DE COLONIAS DE HONGOS

VELOCIDAD VIENTO PROMEDIO m/s

Fig. No. 32

RELACION DE LAS ROSAS DE VIENTOS
CON HONGOS



TACUBAYA



ESCALA DE PORCENTAJE DE FRECUENCIA DE VIENTOS

SIMBOLOGIA



PROMEDIO DE COLONIAS DE BACTERIAS

VELOCIDAD VIENTO PROMEDIO m/s

fig No.33

RELACION DE LAS ROSAS DE VIENTOS
CON BACTERIAS

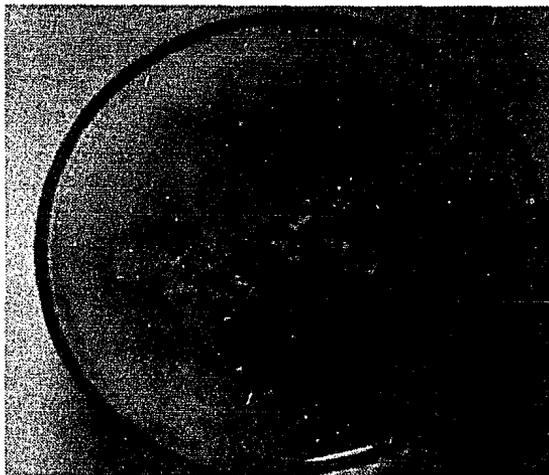


Fig. No. 34. Actinomyces madurae. Microorganismo de importancia médica responsable de padecimientos graves en el Hombre.

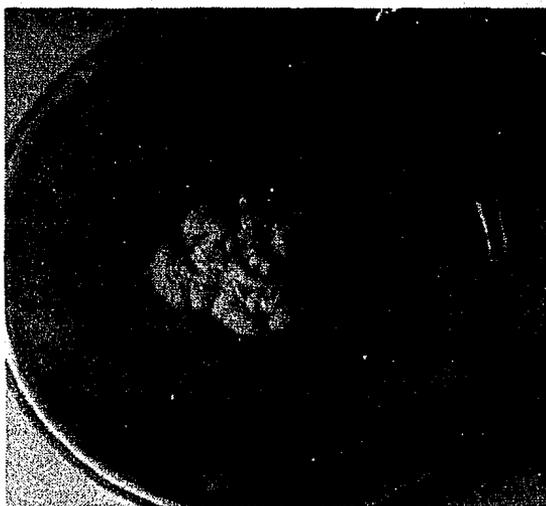


Fig. No. 35. Nocardia brasiliensis. Bacteria superficialmente parecida a hongo. Causante de los conocidos comunmente como "micetomas", encontrados en piel, heridas y pulmones del Hombre.

Tales actinomicetos fuéron aislados en Cd. Universitaria - (Centro de Ciencias de la Atmósfera) el día 9 de Marzo de 1982.

A P E N D I C E No. 1

CLAVES PARA LA IDENTIFICACION DE GENEROS DE HONGOS

ACTINOMYCETE: Catalasa (-), Gram (+), Espora (-), Nitratos (+). Verdadera bifurcación.

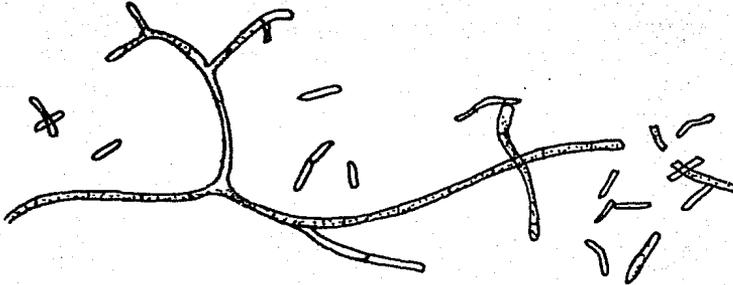
PROPORCION DE CRECIMIENTO: Moderadamente rápido, madura de 5-7 días a - 37 °C. Sabouraud- Dextrosa- Agar (-), Gelosa Sangre (+).

MORFOLOGIA COLONIAL: En medio de Agar BHI las colonias son pequeñas, -- blancas, planas, convexas, con un borde plano, la morfología varía con -- la especie.

MORFOLOGIA MICROSCOPICA: En preparaciones húmedas, masas enrolladas finas (1 μ m ó menos en diámetro), son vistos filamentos ramificados. El -- Gram revela (+) filamentos ramificados ó difteroides pleomórficos con -- bastones, dependiendo de la especie. Estas especies no son todas ácidas -- firmemente --.

PRUEBAS BIOQUIMICAS UTILIZADAS PARA LA IDENTIFICACION DE ACTINOMYCETOS DE IMPORTANCIA MEDICA.

ORGANISMO	COLONIA EN SABOURAUD- DEXTROSA- AGAR.	FRAGMENTACION DE HIFAS	ACIDO CTE.	UREASA	CRECIMIENTO EN GELATINA 0.4 %	H. CASEINA	H. TYROSINA	H. XANTHINA	# DE CEPAS
<u>Nocardia brasiliensis</u>	Blanca a rosa ó naranja, lisa, arrugada, polvorienta.	+	+	+	+	+	+	-	1
<u>Actinomadura madurae</u>	Blanca- tostada, rosa ó naranja, lisa, arrugada, fuertemente adherente.	-	-	-	+	+	+	+	1 - 14%



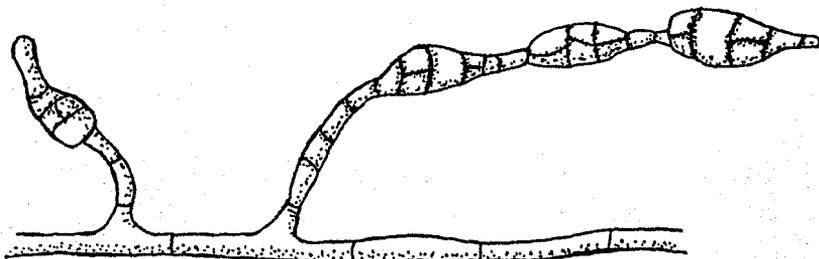
Alternaria sp. :

Maduración rápida, menos de 5 días.

MORFOLOGIA COLONIAL: Superficie grisácea, blanca y lanosa, más tarde se convierte en verdosa-negra ó café con borde claro, que eventualmente comienza a ser cubierta con hifas aéreas. El reverso es negro.

MORFOLOGIA MICROSCOPICA: Micelio septado y a menudo obscuro.

Conidióforos cortos ó largos y septados. Los conidios son grandes, cafés, - tienen ambas septaciones transversas y longitudinales, algunas veces produce tubos germinales que se encuentran sólo ó en cadenas; son más bien redondas al final, cercanas al conidióforo, en tanto que se angosta en el final formándose como círculos.

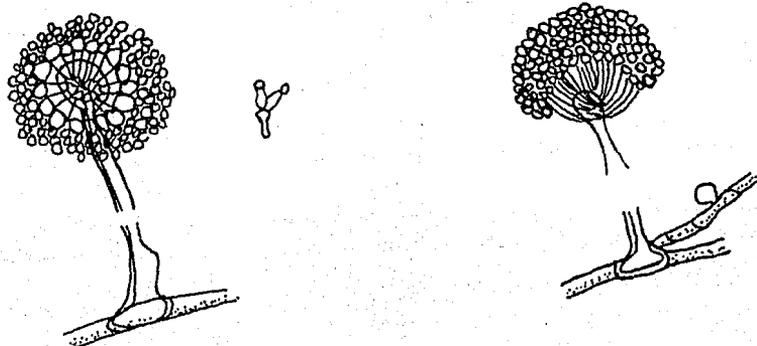


Aspergillus spp. :

PROPORCION DEL CRECIMIENTO: Generalmente rápido, madura dentro de 3 días;- algunas especies crecen lentamente.

MORFOLOGIA COLONIAL: Superficie primero blanca, después con cualquier matiz de amarillo, verde, café ó negro, dependiendo de las especies. La textura es algodonada; reverso blanco, oro, negro ó café.

MORFOLOGIA MICROSCOPICA: Hifas septadas; conidióforos no septados levántanse de células especializadas del pie. Los conidióforos son agrandados de acuerdo al tipo, formando una vesícula alrededor. Esas vesículas son completamente ó parcialmente cubiertas con forma de botella esterigmata que produce cadenas redondas, algunas veces quebradas. Conidios.



IDENTIFICACION DE LAS ESPECIES MAS COMUNES DE ASPERGILLUS SPP.

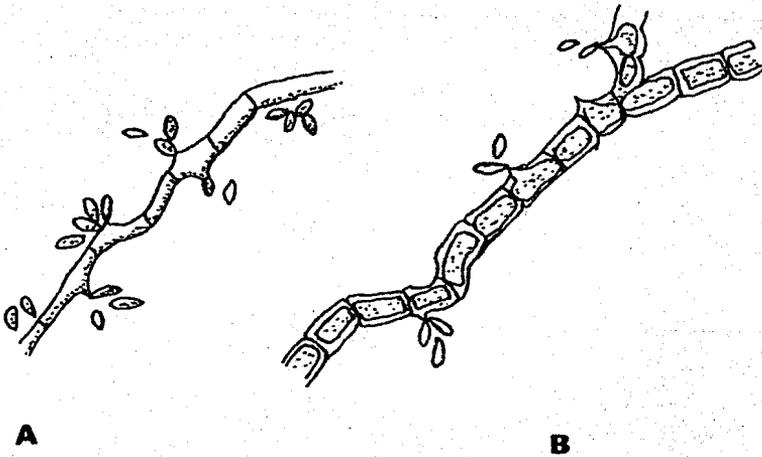
<u>A. fumigatus</u>	<u>A. niger</u>	<u>A. flavus</u>	<u>A. terreus</u>
<p>MORFOLOGIA MACROSCOPICA: En un principio blanca, - cambia a verde- café tos- tada.</p> <p>MORFOLOGIA MICROSCOPICA: Conidióforos menores de - 30 Micras. Sterigmata, generalmente- sólo a la mitad por debajo de la vesícula paralelo al eje del pedúnculo.</p>	<p>Lanosa, primero de blanca- a amarilla, se torna café oscuro a negro. Reverso blanco a amarillo.</p> <p>Longitud variable. Planas Doble, cubre por entero la vesícula formando una cabe- za radiada.</p>	<p>Aterciopelada, amarilla a verde ó café. Reverso dorado a rojo café.</p> <p>Longitud variable. Duras, agujeradas, torcidas Simples y dobles, cubren - por entero la vesícula, -- apuntando hacia todas direc- ciones.</p>	<p>Generalmente aterciopel- ladas, color canela a -- café. Reverso blanco a café.</p> <p>Conidióforos más cortos de 250 Micras. Planas. Dobles, compactamente - columnares (Círculo de- células hyalinas ó mico- lio sumergido en agar.</p>

Aureobasidium spp. :

PROPORCION DE CRECIMIENTO: La colonia es primero blanca pero cuando madura es negra, lustrosa, con un borde grisáceo. El reverso es negro.

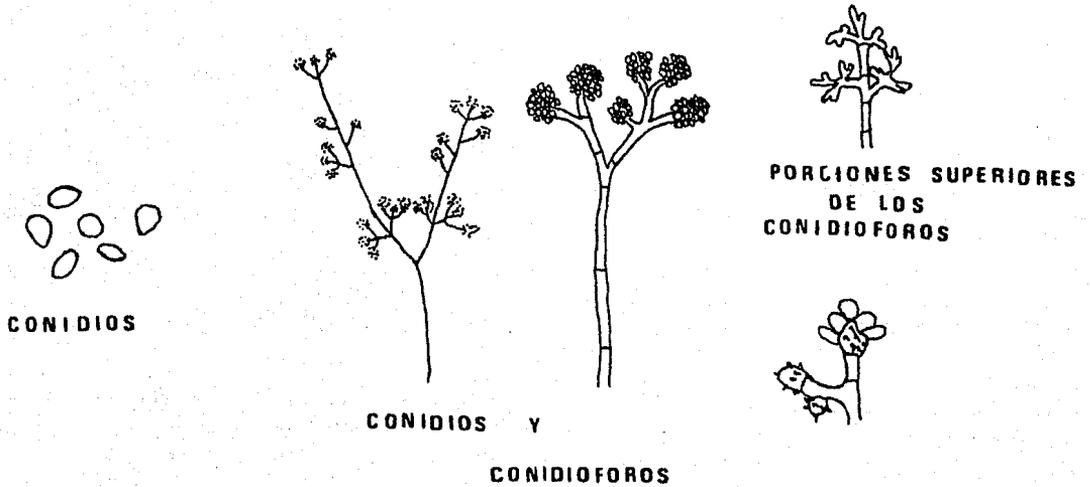
MORFOLOGIA MICROSCOPICA: 2 tipos de hifas : a) Una larga, delicada con paredes delgadas, produciendo conidios elongados directamente de las paredes de ciertos puntos fértiles. b) Paredes gruesas, oscuras, separadas cerradamente, con algunas células germinativas, formando tubos cortos que brotan de conidios elípticos pequeños.

Saprotíficos ó parasíticos; comunes en el suelo.



Botrytis :

Conidióforos largos, delgados, hialinos ó pigmentados, ramificados, algunas veces dicotómicos cerca del apéndice, las células apicales agrandadas ó redondeadas, sostienen racimos de conidios en corto sterigmata, conidios (botryblastoporos) hialinos ó coloreados cenizos, grises en masa, células ovoides; sclerotia negra irregular producida frecuentemente.

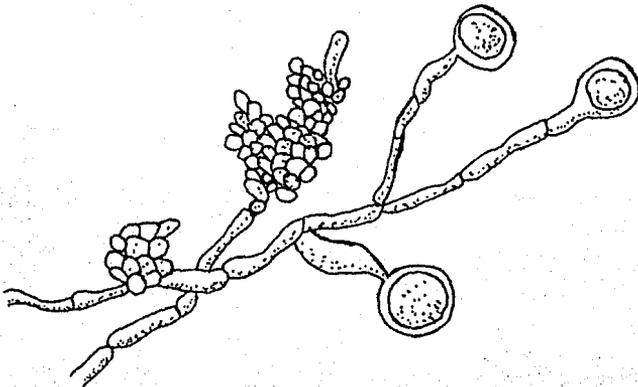


Candida spp.:

PROPORCION DEL CRECIMIENTO: Rápida, madura a los 3 días.

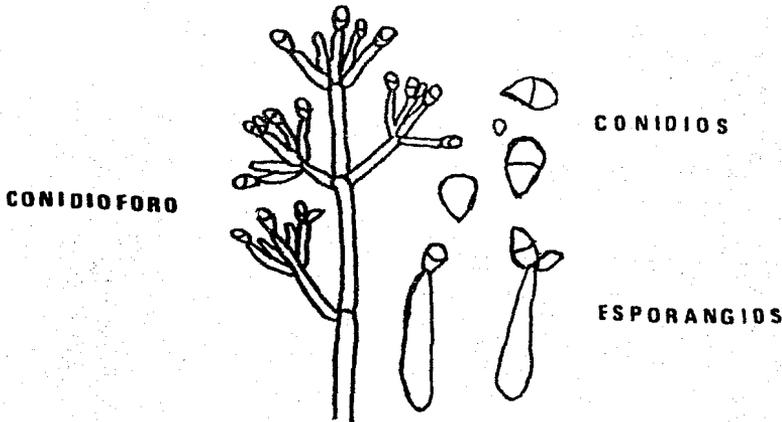
Micelio no extensivo; conidios (blastosporas) hyalinas, células ovoides ó - fusoides, formando cortas cadenas, producidas apicalmente ó lateralmente en micelio; la mayoría son saprófitos.

Frecuentemente son considerados como levaduras filamentosas. Para diferenciarlas entre especies se utiliza el medio de Agar y Harina de maíz a 25 °C- por 72 horas .



Cladobotryum :

Conidióforos erectos, hyalinos, a menudo se levantan de micelios aéreos, ramificándose irregularmente ó verticalmente y repetidamente, terminaciones en grupos de phialidos los cuales se afilan hacia el apéndice; los conidios -- (phialosporas) hyalinos, la mayoría 2 células (algunas veces más), ovoides a oblongos, teniendo juntas en cadenas irregulares ó enrolladas, estado imperfecto de Hypomices, saprofíticos.

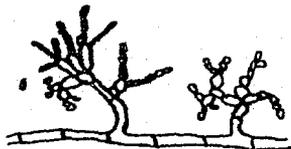


Cladosporium sp. :

PROPORCION DE CRECIMIENTO: Moderadamente rápido, madura en 7 días a 25 °C, - no hay crecimiento a 37 °C.

MORFOLOGIA COLONIAL: Superficie verdosa-café ó negra con ligero aterciopelamiento, comienza amontonándose y se dobla ligeramente. El reverso es negro.

MORFOLOGIA MICROSCOPICA: Hifas septadas; los conidióforos son oscuros, ramificados, varían en longitud y generalmente producen 2 ó más cadenas de conidios. Los conidios forman ramificaciones de cadenas como árboles, son ova-les y fácilmente descolgados, muestran sitios oscuros al punto donde fueron adheridos al conidióforo u otro conidio.

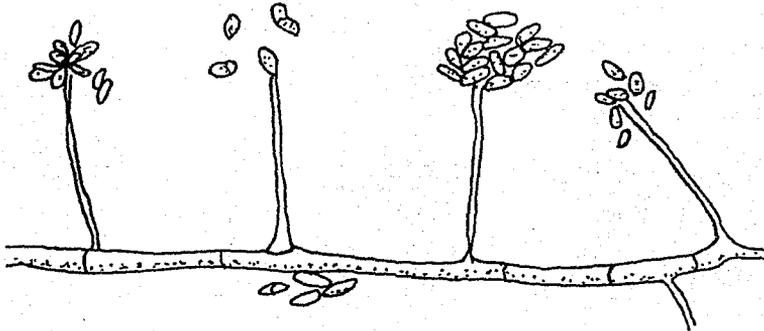


Cephalosporium sp. :

PROPORCION DE CRECIMIENTO: Rápidamente, maduran en 5 días.

MORFOLOGIA COLONIAL: Primero son compactos, doblados, entonces empiezan a crecer rápidamente, sueltas, hifas algodonadas blancas. Pueden ser blancas, grises ó rosadas en el color. El reverso es de colores, rosado ó amarillo pálido.

MORFOLOGIA MICROSCOPICA: Hifas septadas, erectas, conidióforos no ramificados. Los conidios son oblongos, generalmente 1 célula pero ocasionalmente son divididos en 2 ó más células. Los conidios forman racimos disturbados.

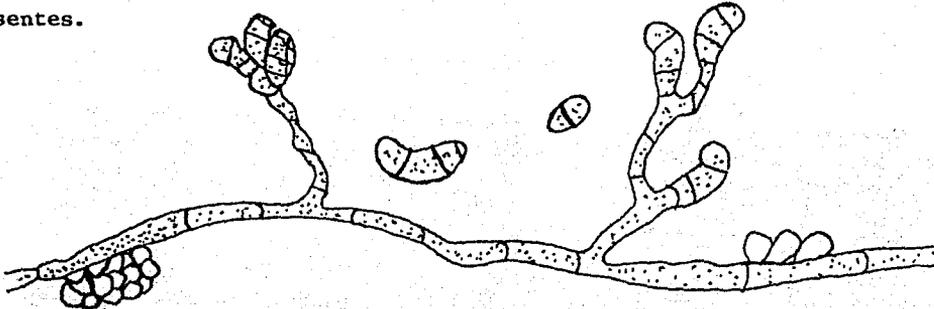


Curvularia sp.:

PROPORCION DE CRECIMIENTO: Rápido, madura dentro de 5 días.

MORFOLOGIA COLONIAL: Superficie lanosa; grisácea con matiz rosa cuando es muy joven y rojizo cuando es viejo. Puede ser también café a negro. El reverso es oscuro.

MORFOLOGIA MICROSCOPICA: Micelio septado. Conidióforos simples ó ramificados y más tarde torcidos. Macroconidios grandes, oscuros que aparecen curvados debido a la hinchazón de una célula central y generalmente contiene no más de 4 células. Pequeñas cadenas de clamidosporas pigmentadas a menudo están presentes.



Filamentos Blancos y Filamentos Pigmentados :

Grandes, cilíndricos como hilos, forman hifas.

Ausencia ó presencia de pigmento.

Fusarium sp. :

PROPORCION DE CRECIMIENTO: Rápido, madura dentro de 4 días.

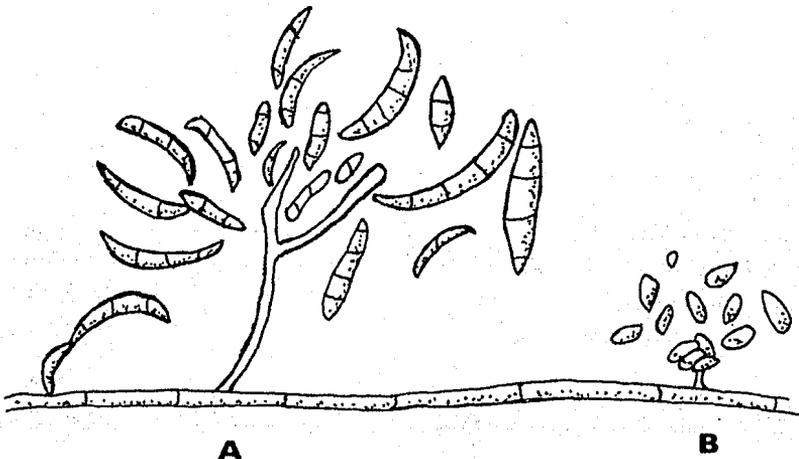
MORFOLOGIA COLONIAL: Primero blanca y algodonosa, pero a menudo desarrolla un centro rosa ó violeta con una periferia luminosa.

Algunas especies permanecen blancas ó se tornan tostadas.

Reverso es luminoso.

MORFOLOGIA MICROSCOPICA: Hifas septadas, dos tipos de esporulación :

- a) Una grande en forma de hoz ó canoa, macroconidios multiseptados en un conidióforo ó conidióforos septados que algunas veces forman verticilios.
- b) Cortos, conidióforos simples orientados, pequeños, ovales, una célula del conidio simple.

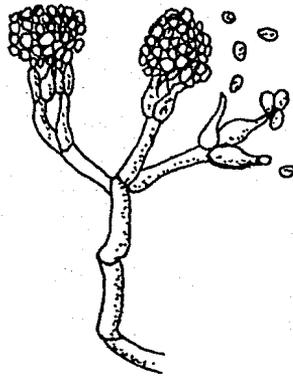


Gliocladium sp. :

PROPORCION DE CRECIMIENTO: Rápido, madura dentro de 4 días.

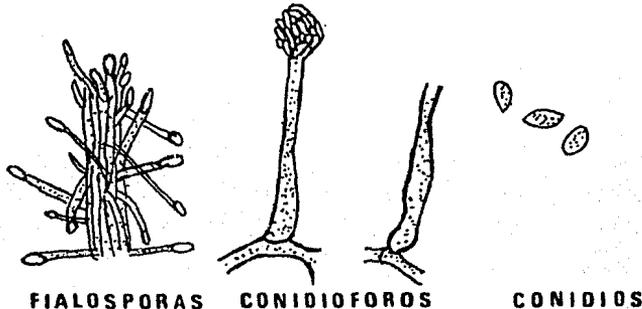
MORFOLOGIA COLONIAL: Superficie primero blanca y después el centro comienza a tornarse verde oscuro. Extendidos bajo la placa en una semana con pelusas en el crecimiento. Algunos se tornan rosáceos. El reverso es blanco.

MORFOLOGIA MICROSCOPICA: Las hifas, conidióforos y sterigmata son similares a los de Penicillium , pero en éstos los conidios no permanecen en cadenas - pero el grupo junto con las esporas de sterigmata adyacentes forman grandes racimos ó bolas



Gliomastix :

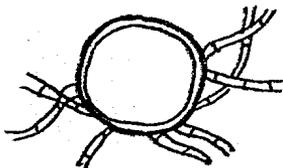
Micelio hialino a obscuro, formando cuerdas aéreas en el cultivo; conidióforos la mayoría reducidos a simples phialidas, hyalino u obscuro, delgado, afilado hacia el apéndice; conidios (phialosporas) oscuras, 1 célula, globosa a ovoide a elipsoide, formada en cadenas basipétalas sin agregados, sarrófitos.



H. demateáceo :

Aterciopelado, bordes hialinos ó blancos.

Reverso café obscuro. Conidio con una célula (Amerosporas), globosa a cilíndrica, corta, conidios ramificados.

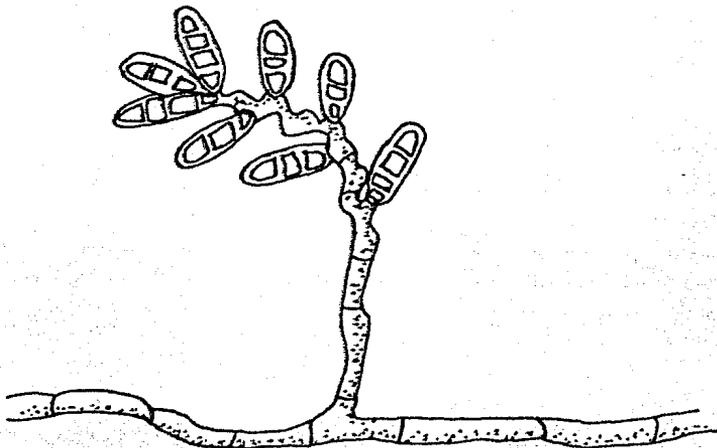


Helmintosporium sp. :

PROPORCION DE CRECIMIENTO : Madura rápido; dentro de 5 días.

MORFOLOGIA COLONIAL: Superficie primero gris-café ó verdosa y a menudo formas negras, el centro igualado con la periferia grisácea. El reverso es luminoso u obscuro.

MORFOLOGIA MICROSCOPICA: Hifas septadas, conidióforos septados, algunas veces ramificados, oscuros, apariencia torcida y al final los conidios ramificados. Los conidios son cafés, elongados y contienen 4 ó más células.



Levaduras blancas y Levaduras pigmentadas :

Colonias suaves y pastosas, blancas, cremosas ó rosadas.

Generalmente no filamentosas, el crecimiento puede ser observado macroscópicamente.

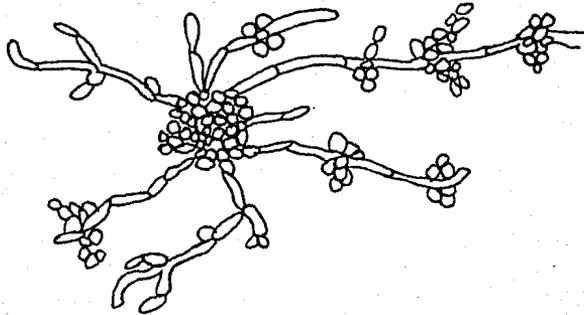
Colonias de apariencia bacteriana.

Para la identificación se realizan las siguientes pruebas:

- 1.- Prueba de tubo-germen (si es negativo) continuar con el paso 2.
- 2.- Enlistar placas de sangre para verificar pureza; cuando el cultivo es puro, inocular:
 - a) Medio de harina de maíz
 - b) Fermentación y asimilación del medio
 - c) Saboraud-Dextrosa- Agar
 - d) Agar- Urea inclinada

PROPORCION DE CRECIMIENTO: Rápido; en 3 días.

MORFOLOGIA MICROSCOPICA: Pseudohifas septadas con ramificaciones alrededor de las blastosporas y los septos .

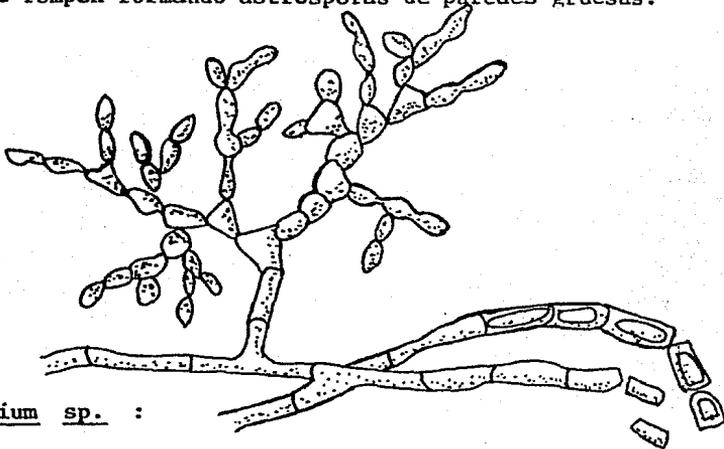


Monilia sp. :

PROPORCION DE CRECIMIENTO: Rápido, madura dentro de 3 días.

MORFOLOGIA COLONIAL: Primero blanca y después se colorea salmón. Delgadas pelusas rápidamente se alargan bajo la superficie de agar.

MORFOLOGIA MICROSCOPICA: Micelio septado, conidióforos simples producen cadenas ramificadas de conidios ovales por continuos botones. Los micelios viejos se rompen formando astrosporas de paredes gruesas.

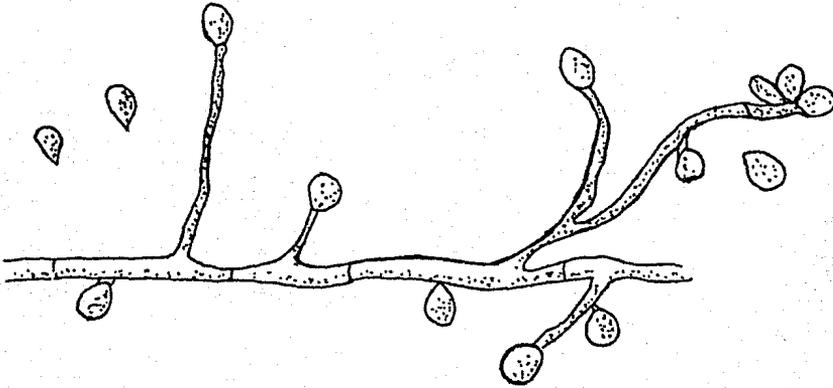


Monosporium sp. :

PROPORCION DE CRECIMIENTO: Moderadamente rápido, madura dentro de 7 días.

MORFOLOGIA COLONIAL: Superficie alargada, blanca, micelio aéreo algodonado, más tarde vira a gris ó café. El reverso primero es blanco pero generalmente se vuelve gris ó negro.

MORFOLOGIA MICROSCOPICA: Hifas septadas con conidióforos simples, largos ó cortos, los conidios se orientan solos ó en pequeños grupos. Los conidios son unicelulares, ovales con el final grande hacia el apéndice y aparece cortado en la base. Se torna obscuro con la edad. En la fase sexual grande, café, cleistothecia, 50 a 200 μ m de diámetro, se forman y liberan ascosporas elípticas cuando se rompen. La etapa sexual algunas veces es inducida por cultivos en agar- harina de maíz y papa- dextrosa- agar.

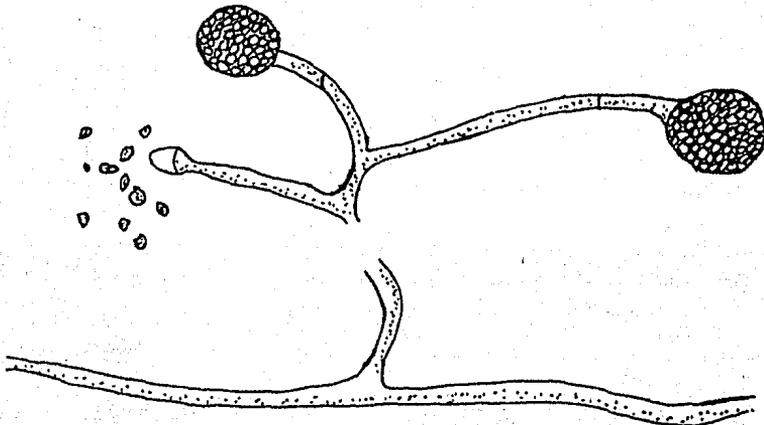


Mucor sp. :

PROPORCION DE CRECIMIENTO: Rápido, madura dentro de 4 días.

MORFOLOGIA COLONIAL: Rápidamente cubre la superficie de agar con pelusa blanca y más tarde se torna gris. El reverso es blanco.

MORFOLOGIA MICROSCOPICA: Hifas no septadas. Esporangióforos son largos, a menudo ramificados y con una terminal sostenida alrededor, esporas abundantemente en los esporangios. La pared del esporangio se rompe fácilmente, las esporas son luminosas oblongas y revelan la columnela. No son vistos rizoides.

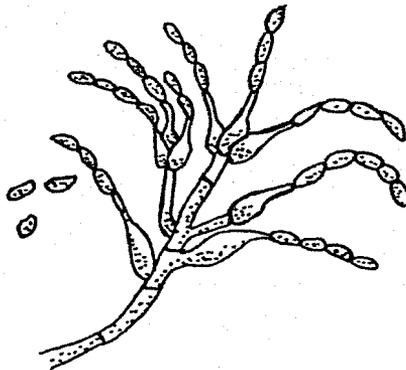


Paecilomyces sp. :

PROPORCION DE CRECIMIENTO: Rápido, madura en tres días.

MORFOLOGIA COLONIAL: Superficie lisa, polvosa ó aterciopelada, generalmente amarilla- café.

MORFOLOGIA MICROSCOPICA: El sterigmata de Paecilomyces es más elongada, tubo delgado, dando la forma de diez alfileres; se curvan lejos del eje del conidióforo y a menudo aparecen simples a lo largo de las hifas. Los conidios son elípticos u oblongos, aparecen en cadenas no ramificadas.



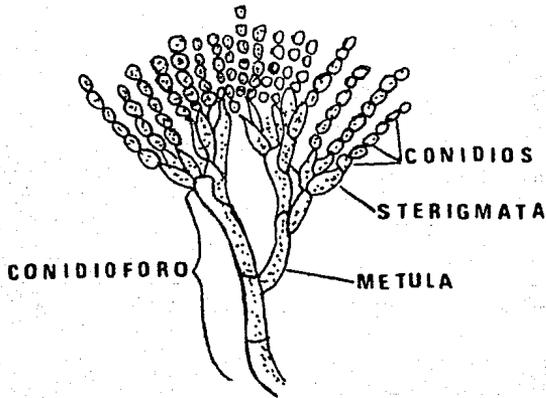
Penicillium sp. :

PROPORCION DE CRECIMIENTO: Rápido, madura dentro de 4 días.

MORFOLOGIA COLONIAL: Superficie primero blanca, comienza muy polvosa, verde con el borde blanco. Algunas especies menos comunes difieren en gran parte en la apariencia. El reverso es blanco.

MORFOLOGIA MICROSCOPICA: Hifas septadas con conidióforos ramificados ó no ramificados que tienen ramas secundarias conocidas como métulas. Las métulas se arreglan en perlas, el sterigmata tiene forma de botella que sostiene cadenas no ramificadas en torno a los conidios.

Toda la estructura forma la apariencia característica de penicilios ó cerdas.



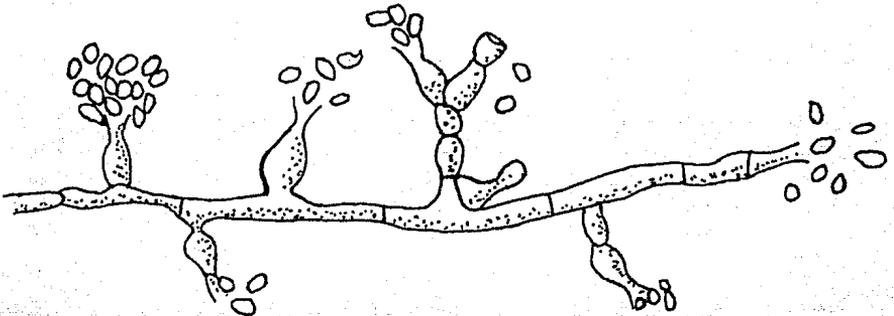
Phialophora spp. :

PROPORCION DE CRECIMIENTO: Lento, madura en 14 días.

MORFOLOGIA COLONIAL: Superficie oscura verde- café a negro, como esfera, mi celio olivo a gris.

Las colonias se embeben en el medio. El reverso es negro.

MORFOLOGIA MICROSCOPICA: En cultivo, las hifas son cafés, septos ramificados con sólo la forma de vaso ó jarrón. Tipo conidióforos, los conidióforos son- simples ó multiples, lateral ó terminal, se sostienen facilmente en masas desordenadas de conidios ovales.

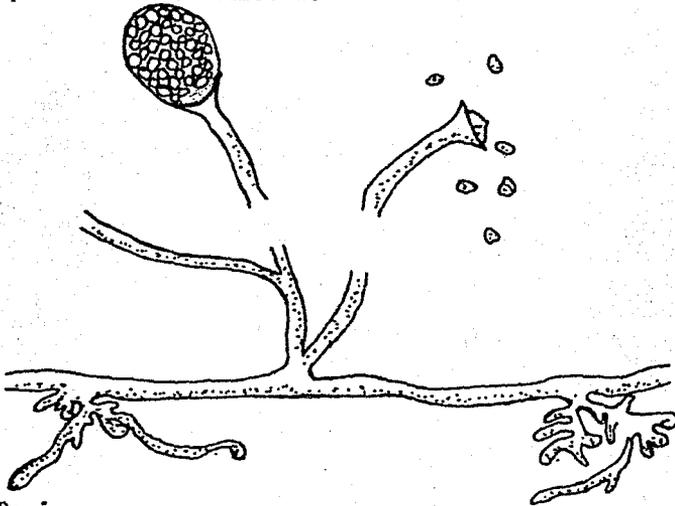


Phicomycete sp. :

PROPORCION DE CRECIMIENTO: Rápido, madura dentro de 4 días.

MORFOLOGIA COLONIAL: Superficie gris- lanosa, gruesa; rapidamente se cubre en declive. El reverso es blanco.

MORFOLOGIA MICROSCOPICA: Hifas no septadas; los esporángioforos se encuentran en un punto del stolón que está entre los rizoides y no opuestos a los esporangióforos que a menudo aparecen ramificados y los esporangios se ven en forma de pera ó esfera luminosa.

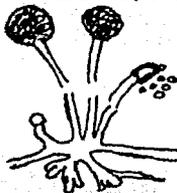


Rhizopus sp. :

PROPORCION DE CRECIMIENTO: Rápido, madura dentro de 4 días. (Las especies más patógenas crecen mejor que algunos saprófitos a 37 °C).

MORFOLOGIA COLONIAL : Rapidamente cubre la superficie de agar, con micelio denso algodonoso que primero es blanco y después es verde ó café amarilloso. El reverso es blanco.

MORFOLOGIA MICROSCOPICA: No tienen ó muy pocos septos. Los numerosos estolones corren entre los grupos conectados a los micelios de esporangióforos- largos que generalmente no se ramifican. En el punto donde los esporángioforos y estolones se encuentran se producen las hifas como raíz (rizoides). Los esporangióforos no se ramifican. Un esporangióforo redondo contiene una columella y muchos son ovales. Las esporas son cafés ó coloreadas.



Rhodotorula sp.:

MORFOLOGIA MICROSCOPICA
EN AGAR HARINA DE MAIZ-
A 25 °C.

ORGANISMO		FERMENTACION					CRE. EN SABOURAUD DEXTROSA AGAR	UREASA 25 °C	CAPSULA	CREC. A 25 °C CON CICLO HEXAMIDA	TUBOS GERMINALES
		D E X T R O S A	M A L T O S A	S A C A R O S A	L A C T O S A	G A L A C T O S A					
<u>Rhodotorula sp.</u>	NO HAY GENERALMENTE - PSEUDOHIFAS	-	-	-	-	-	NO HAY CREC. EN LA SUPER- FICIE	+	++		

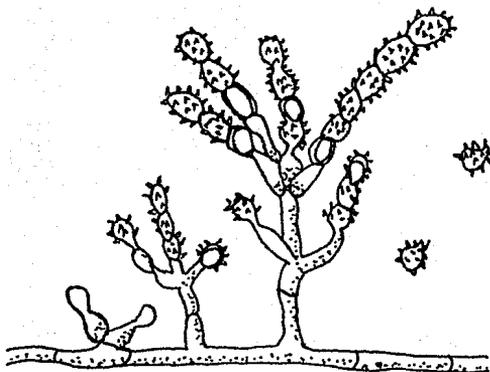


Scopulariopsis sp. :

PROPORCION DE CRECIMIENTO: Rápido, madura dentro de 5 días.

MORFOLOGIA COLONIAL: Superficie primero blanca y lisa, se torna generalmente café luminosa polvosa, con una luz periférica dorada. El reverso es dorado con el centro café.

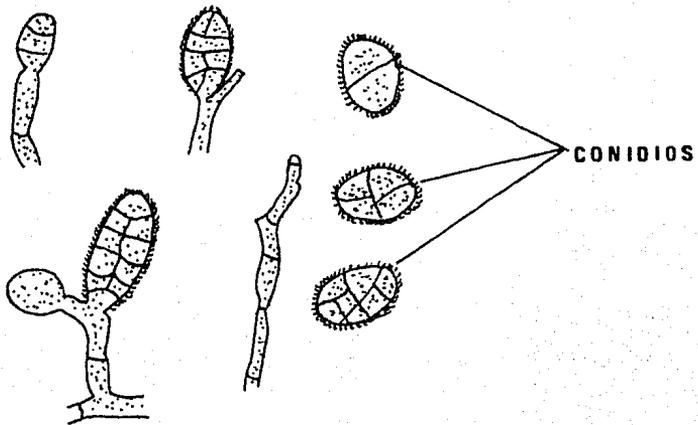
MORFOLOGIA MICROSCOPICA: Hifas septadas, pero tienen conidióforos cortos y algunas veces simples, los conidios son grandes, a menudo paredes gruesas, forma de limón punteados a un lado de la terminal y cortados del otro lado. Los conidios maduros son muy quebradizos y con espinas.



Ulocladium sp. :

Los conidióforos se levantan como ramas derechas del micelio, oscuras, la mayoría simples, septadas; conidios oscuros (poroesporas), dictioesporas, generalmente sin constricción, la mayoría septados, puntos apicales y crecimiento de nuevos simpodios; saprofiticos.

CONIDIOFOROS
MOSTRANDO DE-
SARROLLO DE
CONIDIOS



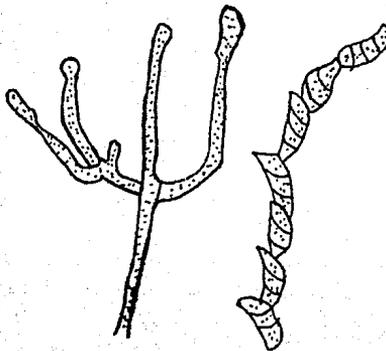
CONIDIOFOROS

Menmonielliella :

Conidióforos delgados en el apéndice; fiálicas gruesas.

Conidios algunas veces curvados, a menudo con apéndices.

Son hongos pertenecientes a los demateaceos; 3 ó más células, cilíndricas, -
formadas en cadenas, cada conidio se adhiere junto a otro conidio; son sapró-
fitos ó de plantas.



A P E N D I C E No. 2

CALCULO DEL DIAMETRO DE CORTE EFECTIVO PARA PARTICULAS SUS-
PENDIDAS EN CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL IMPACTOR ANDERSEN.

CTE. DE IMPACTACION INERCIAL	ETAPA	TL: 0.68	M U E S T R E A D O R F L U J O (C F M).		
			CE: 0.94	TA: 5.5	C.U.: 5.6
	0	13.77	11.02		
7.22 / $\sqrt{\text{CFM}}$	1	8.76	7.43	3.2	3.2
4.92 / $\sqrt{\text{CFM}}$	2	5.97	5.06	2.2	2.2
3.38 / $\sqrt{\text{CFM}}$	3	4.10	3.29	1.5	1.5
2.19 / $\sqrt{\text{CFM}}$	4	2.66	2.25	1.1	1.1
1.40 / $\sqrt{\text{CFM}}$	5	1.70	1.44	0.62	0.62
	6	1.08	0.71		
	7	0.62	0.52		

G L O S A R I O

ARTHROSPORA.- Espora asexual formada por el rompimiento de una hifa al punto de septación. El resultado celular es en forma rectangular ó de baril.



ASCOSPORA.- Espora sexual producida en una estructura como saco, conocida como ascus (saco elongado, conteniendo de 4 a 8 ascosporas. El ascus está a menudo formado dentro de un cuerpo fructífero).



ASEXUAL.- Reproducción en un organismo por división ó redistribución del núcleo, pero sin fusión nuclear, no por la unión de 2 núcleos. Conocida como estado imperfecto.

BASIDIOSPORA.- Espora sexual formada en una estructura conocida como basidium. Característica de Basidiomycetes.

BLASTOSPORA.- Espora formada por las yemas alrededor de las hifas, pseudohifas ó simples células, como en las levaduras.

GEMACION (YEMAS).- Proceso de reproducción asexual en el que las nuevas células desarrollan un crecimiento hacia afuera de la célula más vieja. Característica de levaduras y hongos parecidos a bacterias.



CAPSULA.- Coloreada, transparente, cubierta de mucopolisacárido en la pared de una célula ó espora.

CLAMIDOSPORA.- Célula alargada de pared gruesa que contiene comida almacenada. Está localizada al final de las hifas (intercaladas, simples ó encadenas, característicamente es más grande en diámetro que las hifas de las que nació. No se separan propiamente de las hifas como lo hacen los conidios y artrosporas.



CLEISTOTECIO.- Grande, redondo, cerrado con muchas estructuras celulares en las cuales el ascus y las ascosporas están formadas.



COLUMELLA.- Elongada, tipo esporangióforo que se extiende en el esporangio, en forma de cúpula. A menudo el esporangio estalla dejando la columella visible bajo el examen microscópico.



CONIDIOFORO.- Estructura especializada de las hifas que sirve como un tallo en el que los conidios se forman (esporas). La forma de los conidióforos y los conidios es característica de un género. El sufijo phora, significa "acarrear" y se agrega a la palabra que denota que es acarreado. Los conidióforos soportan los conidios y los esporangióforos, los esporangios.

CONIDIO.- Espora asexual que se forma del lado ó al final de la hifa ó conidióforo, consiste de una ó más células, el tamaño y forma son característicos del organismo. Siempre brotan externamente, no encerrados dentro de un saco como el esporangio. Los conidios son pequeños y generalmente simples.



FILAMENTOS.- Largos, cilíndricos, formando hifas, como hilos.

FRAGMENTACION.- Rompimiento de la hifa en piezas, cada una de las cuales es capaz de formar un nuevo organismo.



HONGO.- Planta relativamente simple, que es filamentosa, unicelular. No está diferenciada en raíz, tallo y hojas, no necesita clorofila. Poseen núcleos verdaderos encerrados en una membrana que tiene celulosa ó quitina ó ambas en la pared celular.

FUSIFORME.- Forma de hoja, comienza ancha y en medio se angosta hacia el final.



TUBO GERMINAL.- Un tubo que crece hacia afuera de una espora en los comienzos de una hifa.



HIFAS.- Estructura tubular de los hongos, como hebra. Muchas componen el micelio.

MACROCONIDIO.- Grandes, de 2 tipos de conidios que producen grandes y pequeñas esporas; simples células.

MICROCONIDIO.- Pequeños, de 2 tipos de conidios que producen grandes y pequeñas esporas; generalmente células simples alrededor, ovoides, en forma de pera.

MOHO.- Hongo compuesto de filamentos que generalmente forman una colonia que es aterciopelada y polvorienta ó relativamente plana.

MICELIO.- Una hifa aterciopelada que forma la colonia del hongo.

CUERPO NODULAR.- Estructura como nudo formada por una hifa.



PECTINADA.- Parecido a la forma de un peine.



PELICULA.- Una firme masa como botón, formada en medio líquido por algún hongo.

PERITECIO.- Estructura grande en forma de pera que tiene una abertura en un extremo que contiene a las ascosporas.



PLEOMORFISMO.- La ocurrencia de 2 ó más formas en el ciclo de vida de un organismo, con reducida esporulación.

PSEUDOHIFAS.- Cadenas de células formadas por las yemas que, cuando son elongadas, forman verdaderas hifas.

PSEUDOMICELIO.- Masa de pseudohifa.

RIZOIDE.- Como raíz, hifas ramificadas que se extienden en el medio.



SEPTADO.- Paredes divididas.



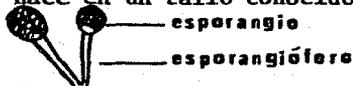
ETAPA SEXUAL.- La porción del ciclo de vida en el que el organismo, se reproduce por la unión de 2 núcleos. También conocido como Estado Perfecto.

HIFAS ESPIRALES.- Hifas que forman rollos, como detapador.



ESPORANGIOFORO.- Hifa especializada ramificada ó tallo relacionado a un esporangio.

ESPORANGIO.- Estructura cerrada, como saco en el cual las esporas se forman. El esporangio nace en un tallo conocido como esporangióforo.



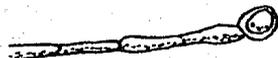
ESPORA.- Célula ó unidad de varias células, producidas por hongos y capaces de funcionar como semillas, desarrollando en hongos maduros; unidad de diseminación ó reproducción.

ESTERIGMA O ESTERIGMATA.- Generalmente pequeña, angosta, puntualizada ó en forma de botella, estructura secundaria que soporta las esporas.

ESTOLON.- Hifa horizontal que crece en la superficie del medio, a menudo forma rizoides que penetran al medio y esporangióforos que salen al aire.

TALLO.- Cuerpo entero de un hongo.

TERMINAL.- Final de la serie de células; ocurren al final de las hifas ó pseudohifas; generalmente se refiere a clamidosporas terminales.



VESICULA.- Estructura agrandada al final del conidióforo, comunmente vista en especies de Aspergillus , sostiene al esterigmata que a su vez sostiene a los conidios.



COLONIAS COMO LEVADURAS.- Suaves, blancas y cremosas, colonias rosadas. Usualmente no filamentosas, su crecimiento puede ser observado macroscopicamente.

AEROSOL.- Partículas en Suspensión, generadas ó manejadas en un cuerpo de aire dado. Pueden ser partículas menores de 0.5 μ m y mayores de 20 μ m de diámetro, siendo el tamaño de importancia el de 1 a 10 μ m. Las partículas del aire se mezclan en el aerosol.

AEROSOL BIOLÓGICO.- Una suspensión de partículas viables en un medio gaseoso.

CORRECCION DE CUNNINGHAM.- Factor aplicado a la velocidad de caída de las partículas pequeñas para corregirla de la deposición entre las moléculas de aire.

DIÁMETRO MEDIO DE MASA.- (Experimental); Un diámetro calculado, usado para caracterizar una colección de partículas de tamaño heterogéneo, 50% de la masa total de las partículas colectadas está dentro del valor en el tamaño más pequeño que el diámetro medio de masa. Es determinado por la gráfica de masa acumulativa contra el diámetro de partícula.

EFICIENCIA DE COLECCION.- Grado en el que cualquier aparato de muestreo es capaz de atrapar y coleccionar partículas de un aerosol.

HUMEDAD RELATIVA.- La relación de la cantidad de vapor presente con la mayor cantidad de vapor que puede existir a una temperatura dada; generalmente expresada en porcentaje.

IMPACTACION.- La captura de partículas de un aerosol sobre una superficie sólida dentro de un aparato muestreador, después de que las partículas han sido aceleradas hasta altas velocidades, forzando el flujo a través de un orificio.

IMPACTOR DE CASCADA.- Un muestreador para partículas de aerosoles que tienen varias etapas de Impactación en serie.

INFECCION POR AIRE CONTAMINADO.- Acto de transmitir una enfermedad de una persona a otra por partículas de aire - conteniendo microorganismos. Capacidad del aire para infectar.

ISOCINETICA.- Si el aire es colectado por medio de ductos, el tubo de la muestra pasa a la misma velocidad; a velocidades bajas predominarán partículas grandes, y viceversa a velocidades grandes partículas pequeñas.

DIAMETRO PROMEDIO DE MASA.- Un diámetro calculado, usado para caracterizar una colección de partículas de tamaño heterogéneo. Si el total de la masa del material en todas las partículas fueran igualmente distribuidas a un número "n" de partículas, cada partícula tendría un diámetro medio de masa: $dm = \frac{\sqrt[3]{\sum [(n)(d^3)]}}{N}$

$$dm = \frac{\sqrt[3]{\sum [(n)(d^3)]}}{N}$$

PARTICULAS DEL AIRE.- Partículas suspendidas en un medio gaseoso y pueden ser generadas por el viento ó generadas artificialmente por medio de equipo de Laboratorio.

PARAMETRO DE IMPACTACION.- Medida adimensional de las características de colección de una etapa del Impactor. Determinado en parte por el tamaño y la densidad de las partículas colectadas.

PARAMETRO INERCIAL.- Una medida de la inercia de las partículas. Generalmente determinada por la eficiencia de cole-

cción en una etapa calibrada del impactor ó por la Ley de Stokes.

PARTICULADO.- En forma de partículas finas.

PARTICULAS VIABLES.- Una partícula del aire que contenga al menos un microrganismo viviente. Término que proviene del hecho de que algunas partículas del aire (ejemplo; un aerosol ó el colectado por un muestreador) no contiene - microbios, los microbios no viven ó si están presentes - permanecen viables.

S.C.F.M. .- Medida de flujo, Pie Cúbico Por Minuto.

TAMAÑO AERODINAMICO DE PARTICULAS.- Tamaño de partículas- medidas por sus parámetros inerciales, asumiendo a la partícula esférica, usualmente por unidad de densidad.

Algunas veces llamado "Diámetro de Stoke" ó diámetro de-equivalente medio.