

# DETERMINACIÓN DE POLEN Y ESPORAS EN AIRE INTERIOR

M<sup>a</sup> Carme Martí Solé / Rosa M<sup>a</sup> Alonso Espadalé / Angelina Constans Aubert  
Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. Barcelona - I.N.S.H.T.

## INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, los contaminantes químicos y las energías peligrosas para la salud (contaminantes físicos) han sido ampliamente estudiados, tanto en el medio laboral como en el medio ambiente en general. Sin embargo, la presencia de los contaminantes biológicos no venía recibiendo la misma atención hasta hace pocos años, cuando la identificación de la legionelosis como una enfermedad causada por un "contaminante biológico" y el incremento de respuestas alérgicas por parte de la población en general, ha provocado un aumento en los esfuerzos destinados al estudio de estos contaminantes, especialmente dentro de lo que se viene denominando "calidad del aire interior", término con el que se suele designar a los ambientes interiores no industriales: edificios de oficinas, edificios públicos (escuelas, hospitales, teatros, restaurantes, etc.) y residencias particulares.

En los últimos años, los problemas de contaminación biológica en ambientes interiores han recibido una importante atención, admitiéndose que los microorganismos presentes en el aire interior pueden causar problemas de naturaleza infecciosa y alérgica. Los microorganismos crecen en los reservorios de los humidificadores sucios y desagües de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) y posteriormente pasan al aire que es el encargado de su transporte.

El conjunto de microorganismos presentes en el aire interior, que se denomina también carga microbiana, comprende virus, bacterias, hongos (incluidos los mohos) y levaduras. Algunos autores incluyen también Protozoos (Ameba, por ejemplo) acerca de los cuales se dispone de poca información en la actualidad.

Los virus se transmiten generalmente por contacto personal, aunque en ocasiones pueden propagarse a través del aire recirculante de los sistemas HVAC o bien por la propia ventilación natural del edificio, pudiendo dar lugar a la aparición de un número de sujetos enfermos anormalmente alto.

Una variada gama de bacterias y hongos se desarrollan saprofiticamente en el interior de los edificios y pueden crecer en las superficies húmedas de recubrimiento de paredes, suelos y lugares donde se acumula polvo y en los sistemas HVAC, liberando esporas y células en el aire. Las bacterias predominantes son las Micrococáceas. Los hongos comprenden levaduras y mohos. **Cladosporium** y **Penicillium** son los mohos más abundantes. Los Actinomicetes y los hongos Xerofílicos se asocian con rinitis y asma. Puesto que la inhalación de micotoxinas de esporas fúngicas puede afectar seriamente a las funciones, entre otras, de los macrófagos de los pulmones, es necesaria una mayor investigación sobre los efectos toxigénicos de los hongos en la salud respiratoria. Otra área que requiere investigación es la producción de compuestos volátiles microbianos y su posible papel en la salud respiratoria.

La cualificación y cuantificación de los organismos presentes en el aire es un tema relativamente solucionado en el estudio de la calidad del aire interior. En cambio, su evaluación, entendiéndolo como tal la emisión de una opinión basándose en su comparación con valores (concentraciones) de referencia es hoy en día incompleta por la ausencia de referencias contrastadas. Según la Comisión para los bioaerosoles de la ACGIH (USA), existen por el momento sobradas razones para no establecer un valor tipo TLV para los bioaerosoles. Éstas se basan en la gran diferencia, cualitativa y cuantitativa, de los efectos patológicos de los bioaerosoles en el hombre, desde la inocuidad hasta las enfermedades más graves, así como en el hecho de que distintos procedimientos de medición producen resultados muy diferentes entre sí y sin olvidar, finalmente, la propia susceptibilidad individual que, aunque siempre debe ser considerada, en el caso de los bioaerosoles es especialmente importante.

Además de los contaminantes microbiológicos en aire interior que se han citado, deben tenerse en cuenta otros factores bióticos en la búsqueda de causas para las enfermedades relacionadas con los edificios, como son las partículas biológicas de transmisión aérea que producen síntomas alérgicos como el pelo de ciertos animales, diferente material derivado de insectos y ácaros y sus productos de excreción, así como polen y esporas fúngicas.

Los insectos son fuentes adicionales de partículas. Los fragmentos de pulgas de gato, polillas de la ropa y cucarachas, también pueden causar alergias, aunque el número de casos en que están implicadas estas partículas es

pequeño. La presencia de ácaros en ambientes donde se acumula polvo es siempre relevante y constituye una de las causas principales de alergias en grupos de población social y económicamente menos favorecidos.

El polen y las esporas son elementos reproductores de las plantas fanerógamas y los hongos, respectivamente, que son liberados de las anteras y esporangios por dehiscencia de estos órganos. Esta liberación puede ser de forma explosiva, de una sola vez, o de forma gradual, dependiendo de la planta de que se trate. Por ello, se puede considerar a las plantas como centros emisores de partículas, en este caso de partículas biológicas.

El polen se origina principalmente en las plantas de exterior y su concentración en el interior de edificios es normalmente mucho más baja que en el exterior debido al denominado efecto escudo de los edificios. En consecuencia, problemas respiratorios, asociables a la presencia de polen en interiores, aparecerán en situaciones de elevada concentración exterior. En los edificios cerrados la presencia de polen en el aire interior pondrá de manifiesto un mal funcionamiento del sistema de filtración del aire de renovación, o bien que hay aberturas al exterior no controladas, aunque también puede llegar a través de las personas o materiales procedentes del exterior.

Las cantidades de polen liberadas por las plantas fanerógamas son considerables. Un estambre de haya (**Fagus**), por ejemplo, puede liberar más de 2000 granos; una simple flor, más de 10.000 granos; una rama de 10 años, unos 30 millones; y un árbol normal de aliso (**Alnus glutinosa**) puede producir unos 365 billones de granos de polen.

En la actualidad, se estima que existen entre 250.000 y 300.000 especies de hongos. Los hongos crecen en todos los climas de la tierra. Viven en medios acuáticos o en ambientes húmedos y también en condiciones de relativa sequedad. La única condición para el crecimiento de los hongos en la naturaleza es la presencia, previa o simultánea, de otros organismos. Por ello los hongos pueden encontrarse prácticamente en todas partes.

Distintos autores, Calvo et al., (1980-1981), Suárez-Cervera y Seoane (1985), Roses et al. (1992), han llevado a cabo estudios de la concentración de polen y esporas en la atmósfera de la ciudad de Barcelona, existiendo constancia de que la presencia de esporas en el aire urbano de esta ciudad es especialmente elevada.

El presente estudio se basa en la presencia de partículas biológicamente activas, polen y esporas, en aire exterior e interior, incluyendo tanto aspectos cualitativos como cuantitativos. Para ello se evaluó semanalmente la presencia de estas partículas en cuatro puntos, uno exterior y tres interiores, de un edificio ubicado en la parte alta de la ciudad de Barcelona, durante un período de doce meses entre 1992 y 1993, abarcando las cuatro estaciones del año, a fin de comprobar las fluctuaciones de la concentración a lo largo del tiempo.

### ALERGIAS RELACIONADAS CON EL AIRE

Se define la alergia como una reacción de hipersensibilidad. Las reacciones de hipersensibilidad son consecuencia de la exposición a materiales del ambiente que actúan a modo de antígenos, estimulando la producción de anticuerpos específicos.

La Aerobiología estudia las partículas vivas, o biológicamente activas, constituyendo una parcela más del control del medio ambiente. El polen y las esporas fúngicas presentes en la atmósfera son partículas vivas, dispersas en el aire, que entran en contacto con el organismo a través de las mucosas, durante el proceso de respiración. Su estudio en el aire comprende la parte de la Aerobiología denominada Aeropalinología, que por otra parte presenta los casos más corrientes de Aerobiología.

La Aeropalinología es una ciencia que está cobrando un gran interés en la actualidad, aunque ya era conocida desde el siglo pasado, cuando se descubrió que los granos de polen presentan una gran actividad al entrar en contacto con las mucosas humanas. Los fenómenos derivados de tal actividad se conocen con el nombre de Polinosis, que constituye un conjunto de afecciones producidas por el polen y las esporas con una importancia clínica y social de primer orden. La alergia polínica es una de las enfermedades más molestas y persistentes entre las no fatales, estando relacionada, tanto con la presencia en el aire de determinados granos de polen y espo-

ras, como con la concentración de los mismos. La etiología de dichas afecciones se debe a determinadas sustancias, existentes en las estructuras de los propios granos de polen y esporas, capaces de desencadenar procesos anafilácticos en las personas con una capacidad de reacción específica alterada frente a las mismas.

Se considera que las leyes que rigen la dispersión y sedimentación del polen y las esporas aerovagantes son idénticas a las que rigen la dispersión y sedimentación de las partículas en general, por lo que los procedimientos de captación diferirán escasamente de los tradicionales aplicados al polvo atmosférico. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que el grano de polen posee unas características intrínsecas diferentes, como son las ligadas a la harmometangia, hidratación o secado en función de las condiciones atmosféricas, que se traduce en una fuerte sedimentación en condiciones de humedad elevada (lluvia, rocío, niebla), mientras que en condiciones de baja humedad, el polen se hace menos denso y su permanencia y dispersión en la atmósfera puede ser mucho mayor.

Las condiciones para que granos de polen y esporas sean considerados potencialmente alergógenos son: que contengan alérgenos capaces de desencadenar un fenómeno anafiláctico, que sean principalmente anemófilos, que vivan relativamente cerca de los habitats humanos, que el polen y las esporas floten fácilmente.

## MÉTODOS DE CAPTACIÓN

Para investigar las posibles relaciones entre esporas y granos de polen en aire interior y los efectos que producen, la elección del muestreo y de los métodos de cultivo es determinante.

Para la captación del polen y esporas presentes en el aire existen diferentes procedimientos agrupables en procedimientos pasivos (gravimétricos y de impacto pasivo) y procedimientos activos o volumétricos (de impacto activo y filtración activa).

Los procedimientos activos de impacto y filtración son los únicos que permiten expresar los resultados cuantitativamente, por unidad de volumen, relacionable con el volumen de aire respirado por la persona susceptible de padecer reacciones alérgicas. Por este motivo solamente se hará referencia a ellos.

### Captación por impacto activo. Captador Burkard

Este método se basa en el impacto de una masa de aire sobre una superficie captadora que se desplaza con lentitud. La corriente de aire, en este caso, es activa gracias a una bomba de aire colocada debajo del colector. Este método fue ideado en 1952 por Hirst y posteriormente comercializado por Burkard.

El aire entra por un orificio anterior de 14 x 1,7 mm e impacta sobre una superficie dispuesta verticalmente, constituida por una cinta transparente de 2 cm de ancho (Melinex), impregnada por sustancias adhesivas. La cinta puede permanecer durante una semana expuesta al aire. Gracias a los dispositivos mecánicos del aparato, el movimiento lento de la misma permite separar las capturas diarias y, también, hacer una aproximación horaria de las mismas. La cinta se corta en tantas porciones como días ha estado expuesta y cada porción se coloca sobre un portaobjetos y se monta en glicero-gelatina jelly para su observación a microscopía óptica. Debe tenerse especial precaución en el montaje, evitando la formación de burbujas y no preparar montajes demasiado gruesos.

### Captación por impacto activo. SAS compact

El aire a examinar es aspirado a una velocidad fijada, durante un tiempo variable, a través de una cubierta de diseño especial.

El flujo de aire es dirigido sobre la superficie de una cápsula de Petri del tipo "Rodac", que contiene el medio cultivo determinado, según se pretenda valorar bacterias u hongos. Posteriormente se procede a la incubación a una temperatura adecuada y finalmente se efectúa el recuento de colonias expresando el resultado en ufc/m<sup>3</sup> (unidades formadoras de colonias por metro cúbico)

El aparato es transportable, funciona con batería recargable y el control del tiempo de funcionamiento es

programable. Este método útil para la captación de bacterias y hongos es el que se ha venido empleando en el INSHT para estos microorganismos (ver NTP-299), pero no es válido para la captación de granos de polen y solamente permite captaciones puntuales. Por ello en este estudio se ha empleado el captador MCV que se comenta a continuación.

### Captación por filtración activa. Captador MCV

Se realiza mediante un captador de aire, modelo CPV-1, que se basa en la filtración activa del aire, a través de un filtro de acetato de celulosa (Millipore). Este tipo de filtro permite la identificación inmediata de las partículas ya que se transparenta con aceite de inmersión. Consta de una cámara filtradora con dispositivo de veleta, una bomba electromagnética de membrana para la aspiración de aire a bajo volumen, un contador de gas y un temporizador horario. Este método fue diseñado por Suárez-Cervera & Seoane-Camba (1983) y comercializado por MCV (Barcelona).

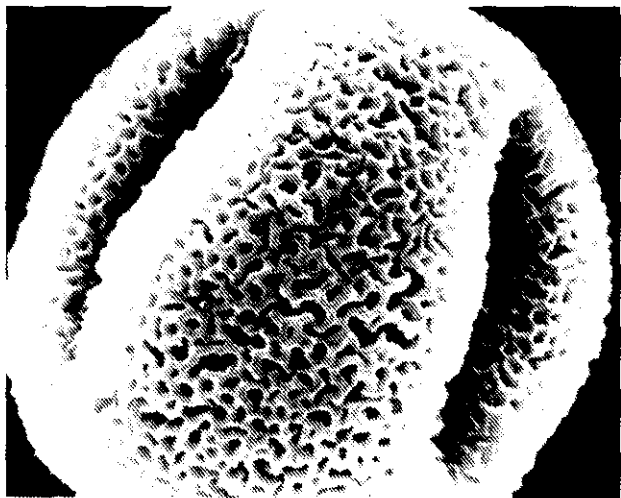
El aire aspirado por la bomba entra en la cámara filtradora a través de un orificio de 3 mm de diámetro, e incide perpendicularmente sobre el filtro, que está dispuesto en sentido horizontal. El diseño de la cámara permite que sobre el filtro queden retenidas tanto las partículas directamente aspiradas por la bomba, como aquellas que, por efecto de la turbulencia, pudieran quedar en suspensión en la cámara. El aparato se pone en marcha 24 horas, transcurridas las cuales se procede al cambio de filtro. Éste fue el método que se empleó en el presente trabajo ya que permitía captar esporas y granos de polen.

### Métodos de análisis e identificación

Se ha seguido el método recomendado por Suárez-Cervera y Seoane (1990). Con las muestras obtenidas con el captador MCV se procede de la siguiente manera:

Cada filtro correspondiente a una muestra se divide en dos mitades, una de las cuales se dispone sobre dos portaobjetos con aceite de inmersión. Sobre el filtro, que debe quedar completamente transparente, se colocan dos cubreobjetos de 24 x 60 mm, cortando el filtro por la línea del portaobjetos y quedando así la preparación lista para ser observada al microscopio óptico (MO) y archivada por tiempo indefinido. Esta preparación permite efectuar la identificación y recuento de granos de polen y determinadas esporas, que se hallan dispersos en el filtro, y a partir del cual se procede al cálculo del número de granos de polen y esporas por m<sup>3</sup> de aire. El resultado se basa en un barrido completo de todo el portaobjetos, lo cual es un proceso extremadamente lento.

La otra mitad del filtro se subdivide a su vez en dos partes y cada una de ellas se dispone en una placa de Petri conteniendo Agar Sabouraud como medio de cultivo y a continuación se incuba durante cinco días a una



Granos de polen de *platanaceae* al M.E.



Granos de polen de *cupressaceae* al M.E.

temperatura de 25°C. Transcurrido este tiempo se procede al recuento del número total de hongos que han crecido en cada siembra y se resuelve mediante resiembras posteriores en diferentes medios la identificación morfológica.

En la preparación y montaje de las muestras se han de conseguir preparaciones limpias de manera que la observación no se vea alterada por gotas de aire, portaobjetos sucios o cualquier otro artefacto originado por una manipulación incorrecta.

Para la identificación del polen y las esporas es totalmente imprescindible utilizar un objetivo de inmersión para obtener determinaciones exactas. Dado que se trata de un trabajo laborioso y diariamente debe procederse al recuento de muchos granos de polen y esporas, es aconsejable utilizar un objetivo de pequeño aumento (por ejemplo de 32x) para hacer los recuentos rutinarios, mientras que para resolver algunos casos se requerirán otros de mayor aumento.

Cuando se trate de polen, los análisis deben ser contrastados con el material de la palinoteca. Es fundamental que en el material de referencia se encuentren las plantas del entorno a analizar, propias del paisaje vegetal de la región y las plantas exóticas, frecuentemente cultivadas como ornamentales en las ciudades. Las características diferenciadoras de los granos de polen, forma, número de aperturas, disposición de las mismas, ornamentación y tamaño, permiten separar unos de otros. Es necesario mover el micrómetro y reconstruir toda la superficie del grano de polen, teniendo en cuenta que se trata de un objeto tridimensional.

En cuanto al recuento de esporas, algunas tienen forma característica y particular y por lo tanto es fácil diferenciarlas; pero también hay otras que, aunque se trate de géneros distintos, presentan la misma forma, por lo que no se puede diferenciar la variedad a la que pertenecen englobándose de forma genérica en los apartados

siguientes: esporas de color, esporas hialinas, didimosporas de color, didimosporas hialinas, fragmosporas de color y fragmosporas hialinas.

### MATERIAL

Todos los reactivos y productos deben tener como mínimo la especificación para análisis y el agua utilizada ha de ser bidestilada o de calidad equivalente. Como medio de cultivo sólido específico para hongos se emplea Agar Sabouraud con cloranfenicol y como aceite de inmersión se emplea el específico para Microscopía, otros materiales son los filtros de éster de celulosa (Millipore) de 5 mm de poro y 7 cm de diámetro, portaobjetos (76 x 26 mm) y cubreobjetos y placas de Petri.

Como instrumental se emplea el captador MCV, ya descrito, un microscopio óptico con objetivo de 32x, y objetivos de inmersión de 50x y de 100x, estufas de cultivo a 25°C de temperatura, para los hongos y a 37°C, para pruebas de esterilización de placas. Es importante trabajar en una campana de Seguridad Biológica de tipo II A. También debe disponerse de un contador de colonias para los recuentos en placa, un autoclave y contenedor para residuos biológicos.

### TOMA DE MUESTRAS

Se eligieron cuatro puntos de toma de muestra de un edificio situados respectivamente en un despacho en la tercera planta junto a un laboratorio, en este mismo laboratorio, y un almacén, ubicado en una planta subterránea. Como referencia de exterior se tomaron también muestras en la azotea del edificio.

Cada uno de estos lugares se muestreó con una periodicidad semanal, realizando muestreos correlativos en el punto exterior y los tres interiores a lo largo de la

semana. El tiempo de muestreo fue de 24 horas y el volumen de aire muestreado de 7 m<sup>3</sup>.

## CÁLCULOS

Se efectúa al M.O. un recuento del número de granos de polen y esporas existentes en la parte del filtro empleada para el recuento y, conocido el volumen de muestreo, los resultados se obtienen según la siguiente exp

$$n^{\circ} \text{ total de GP} = \frac{\text{RPG (o RE)} \times 1,7}{V}$$

n° total de GP: número de granos de polen por m<sup>3</sup>

RGP (o RE): n° de granos de polen (o esporas) hallados en el recuento de mitad de filtro.

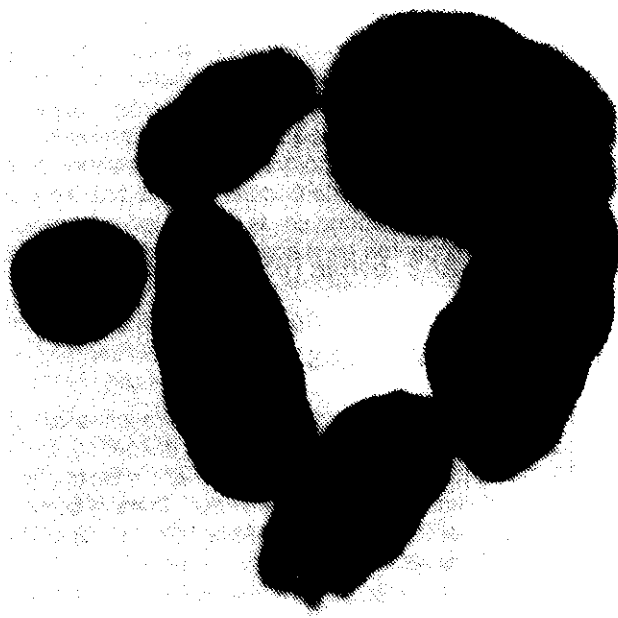
1,7: Factor de corrección.

V: Volumen de aire muestreado expresado en m<sup>3</sup>

## RESULTADOS

### Resultados cuantitativos

Los resultados que se presentan a continuación corresponden a las muestras recogidas desde el 16 de noviembre de 1992 al 18 de noviembre de 1993, exceptuando el período comprendido entre el 22 de julio y el 13 de septiembre y que han sido analizadas desde el inicio del estudio hasta el 31 de marzo de 1994. Durante este período se han tomado 167 muestras que han generado 870 análisis de identificación, recuentos al microscopio y resiembras.



Esporas de *alternaria* al M.O.

### Polen

Los valores medios y rangos de concentraciones obtenidos de granos de polen en aire se presentan en la tabla 1.

TABLA 1

Exterior:	44,80 GP/m <sup>3</sup> (0,49-429,39).
Despacho:	0,24 GP/m <sup>3</sup> (0-1,35).
Laboratorio:	0,27 GP/m <sup>3</sup> (0-2,76).
Almacén:	0,26 GP/m <sup>3</sup> (0-4,52).

La figura 1 corresponde a las mediciones efectuadas en el exterior del edificio. En el eje de ordenadas se representa la concentración de pólenes y, en abscisas, la semana en que se realizó la captación. En la figura 2 se representan los mismos resultados cronológicos, pero haciendo referencia a los tres puntos muestreados en el interior: despacho, laboratorio y almacén.

### Esporas

Los valores medios y rangos de concentraciones obtenidos de esporas en aire se presentan en la tabla 2.

La figura 3 corresponde a las mediciones efectuadas en el exterior del edificio. En el eje de ordenadas se representa la concentración de esporas y, en abscisas, la semana en que se realizó la captación. En la figura 4 se representan los mismos resultados cronológicos, pero haciendo referencia a los tres puntos muestreados en el interior: despacho, laboratorio y almacén.



Esporas de *cladosporium*.

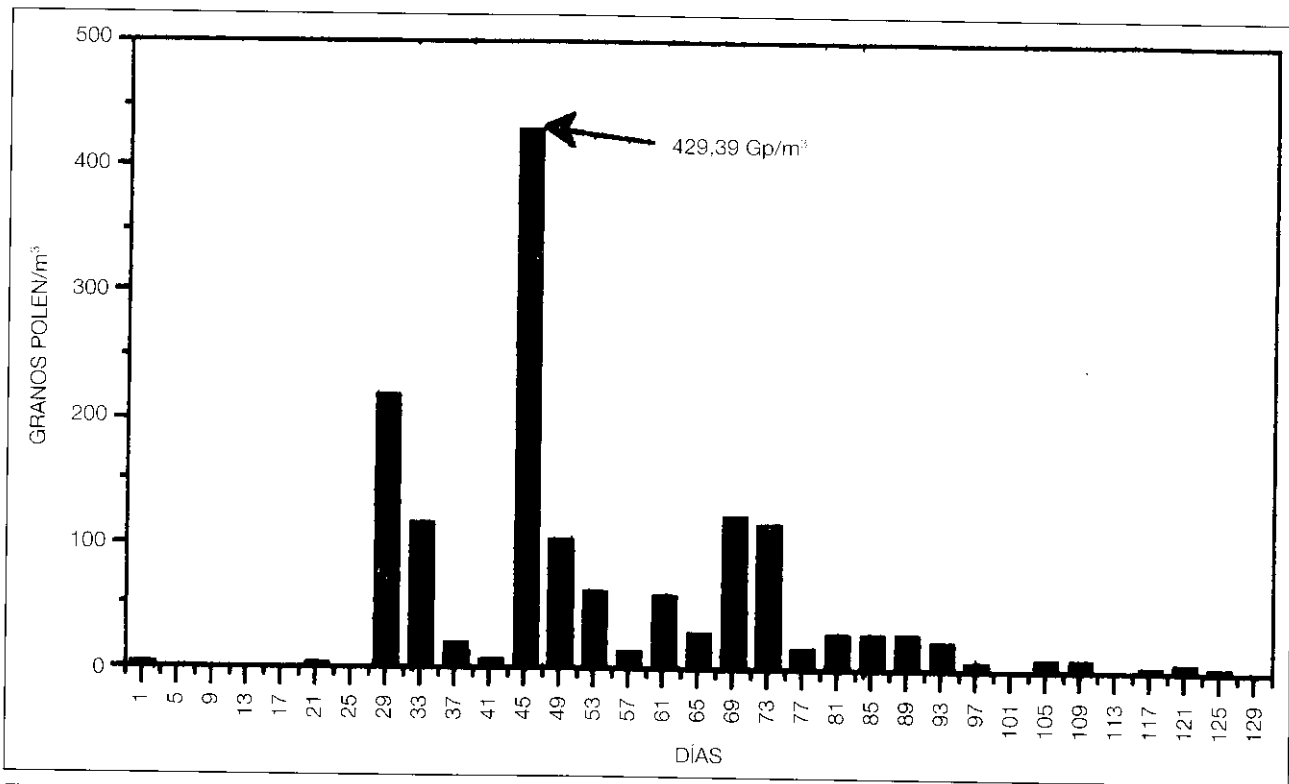


Figura 1

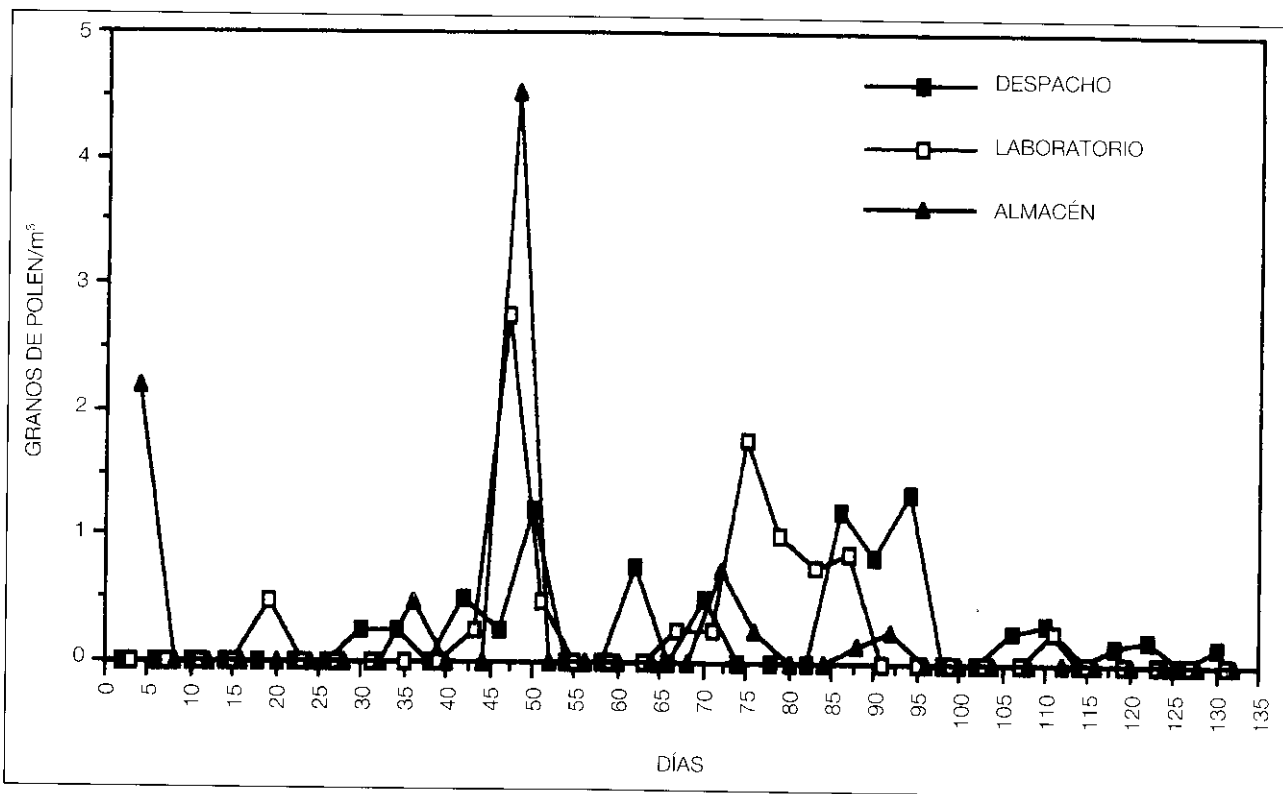


Figura 2

**TABLA 2**

Exterior:	47,68 E/m <sup>3</sup> (4,90-267,39).
Despacho:	5,66 E/m <sup>3</sup> (0,99-19,20).
Laboratorio:	4,48 E/m <sup>3</sup> (1,45-10,62)
Almacén:	2,00 E/m <sup>3</sup> (0,25-6,65)

**TABLA 3**

Aceraceae
Asteraceae
Betulaceae
Chenopodiaceae-Amaranthaceae
Cupressaceae
Ericaceae
Euphorbiaceae
Fagaceae
Hippocastanaceae
Magnoliaceae
Mimosaceae
Myrtaceae
Oleaceae
Pinaceae
Plantaginaceae
Platanaceae
Poaceae
Poligonaceae
Salicaceae
Ulmaceae
Urticaceae

## Resultados cualitativos

### Polen

Se identificaron pólenes alergógenos pertenecientes a las familias que se indican en la *tabla 3*. En la familia Asteraceae el carácter alergógeno sólo se halla comprobado en *Artemisa vulgaris*, el resto de especies de esta familia se consideran como "probables alergógenos", al igual que las familias Magnoliaceae y Pinaceae.

En los meses de octubre, noviembre y diciembre predominó la presencia de polen del género *Cupressus*. En los meses de febrero, marzo, abril y mayo los géneros arbóreos predominantes fueron: *Pinus* y *Cupressus*, empezando a aparecer polen de plantas herbáceas de las familias Urticáceas (mayoritariamente *Parietaria officinalis*) y Euforbiáceas (*Mercurialis annua*). Estas especies son responsables de la mayor parte de los procesos alérgicos en las zonas mediterráneas, especialmente el polen de *Parietaria officinalis*.

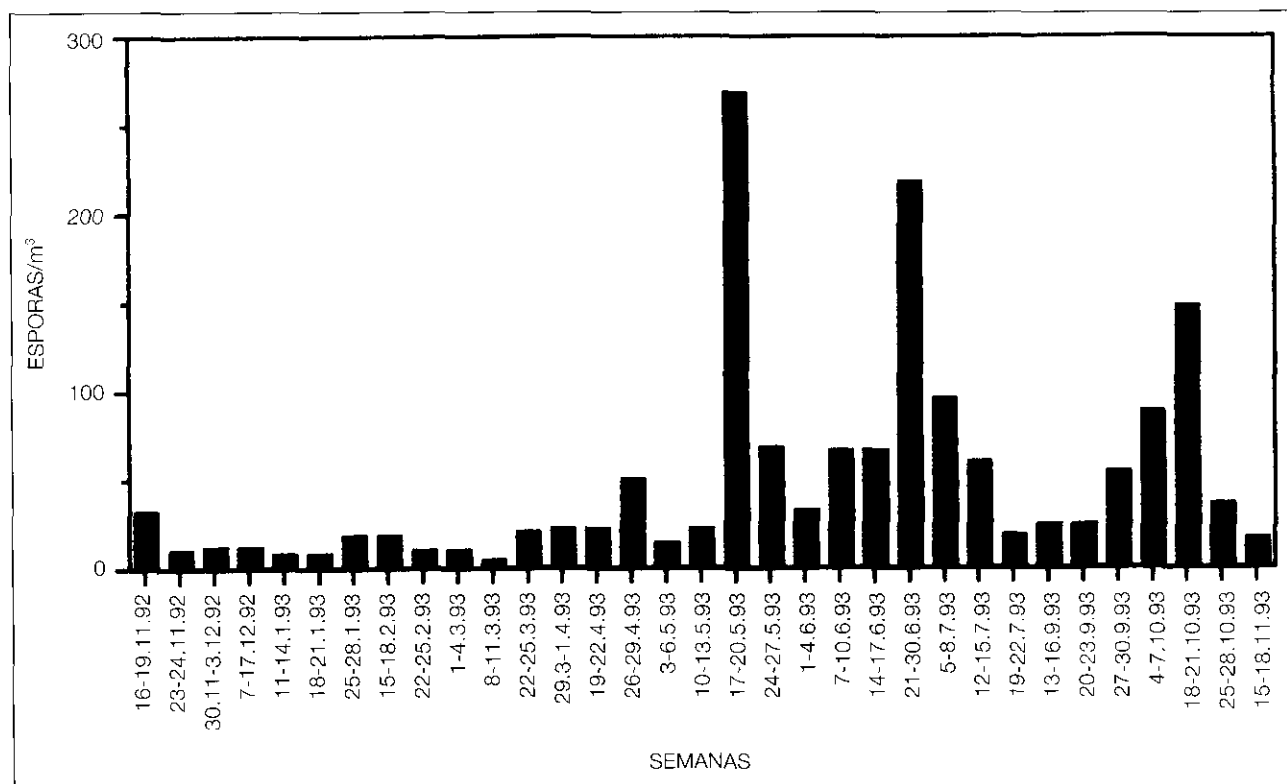


Figura 3

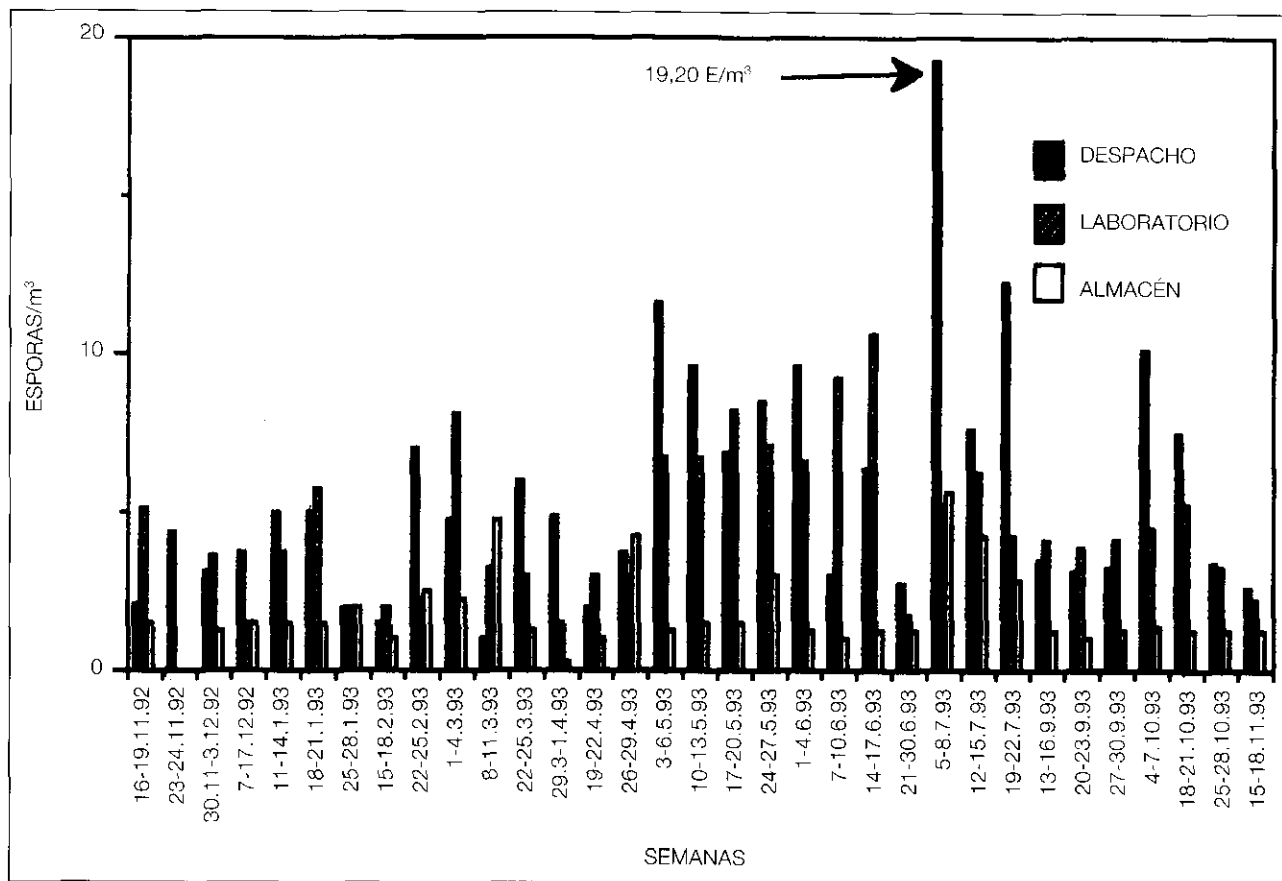


Figura 4

En los meses siguientes hasta julio, continuaron apareciendo los pólenes nombrados en el párrafo anterior con la presencia de otras familias como Fagaceas (género *Quercus*), Oleáceas y Chenopodiáceas.

**Esporas**

Se identificaron esporas de 10 géneros diferentes, que se indican en la tabla 4.

**TABLA 4**

Alternaria
Cladosporium
Oidium
Peronospora
Periconia
Pleospora
Stemphylium
Puccinia
Dreschlera
Polythrictim

También se identificaron 5 categorías de esporas, que engloban distintos géneros de hongos, todas ellas potencialmente alergógenas.

Durante la primavera y el verano, coincidiendo con la apertura de las ventanas y, por lo tanto, procedentes del exterior, aumentaron considerablemente las concentraciones de los géneros *Cladosporium*, *Alternaria* y variedades de basidiomicetes, siendo el género *Alternaria* particularmente alergógeno. En el exterior, además de los géneros anteriormente citados, mención especial merece *Monilia citófila* causante de la podredumbre de determinados frutos como los albaricoques, cuya presencia fue constante en la época preestival.

**TABLA 5**

Basidiospora
Espora color
Espora hialina
Didimospora color
Didimospora hialina
Fragmospora color
Fragmospora hialina



## COMENTARIOS

La concentración más elevada en cuanto a granos de polen/m<sup>3</sup> en el exterior se alcanzó el día 26 de marzo con un total de 429,39 granos de polen/m<sup>3</sup> según se observa en la figura 1.

En los tres puntos interiores aparecen prácticamente sólo esporas, siendo los recuentos de granos de polen muy bajos (ver figura 2). Los valores más altos de granos de polen en el despacho y laboratorio coinciden con aquellos muestreos durante los cuales las ventanas permanecieron abiertas durante un tiempo. Asimismo, en las mediciones efectuadas en el almacén, se obtuvieron recuentos nulos en 26 determinaciones y positivos en siete, incluyendo una medición de 2,20 y otra de 4,52 GP/m<sup>3</sup>. Dado que se trata de un lugar alejado del exterior y con muy escasa aireación, cabe suponer que dichos resultados son consecuencia de la introducción de polen adherido a la superficie de alguna mercancía o ropa.

En el exterior, que corresponde a la azotea, se han obtenido cifras elevadas tanto de granos de polen como de esporas, comparativamente con los de los puntos interiores, hallazgo lógico, por otra parte, teniendo en cuenta lo señalado al principio de este apartado.

Para los granos de polen, la relación media entre los valores de exterior e interior oscila entre 0,54% y 0,60%,

siendo la concentración promedio en los tres puntos interiores prácticamente la misma.

Para las esporas, la relación media oscila entre 4,2% y 11,9%, de lo que se deduce que hay mayor entrada de esporas que de granos de polen.

En la figura 4 se observa que la concentración más elevada en interior se encontró en la muestra tomada en el despacho el día 6 de julio con un número total de 19,20 esporas/m<sup>3</sup>, mientras que el día de máxima concentración de esporas en el exterior fue el 20 de mayo, con el resultado de 267,39 esporas/m<sup>3</sup> (ver figura 5).

En la identificación morfológica de los hongos que crecieron después del cultivo del filtro en Agar-Sabouraud, se encontraron mayoritariamente los géneros: *Penicillium*, *Cladosporium* y, en menor cantidad, *Aspergillus* (*A. niger*), *Rhizopus* y *Alternaria*, aumentando notablemente la presencia de *Cladosporium* y *Alternaria* en las épocas de primavera y verano por la contaminación exterior.

En los valores obtenidos de esporas en el interior se observan dos situaciones diferentes; por un lado, presencia constante de esporas durante todo el año, y, por otro, ligero incremento del número de esporas coincidente con la apertura de las ventanas. El hecho de que, aun con las ventanas cerradas, se detectara siempre la presencia de esporas induce a pensar que forman parte de la propia contaminación del edificio dada la facilidad de

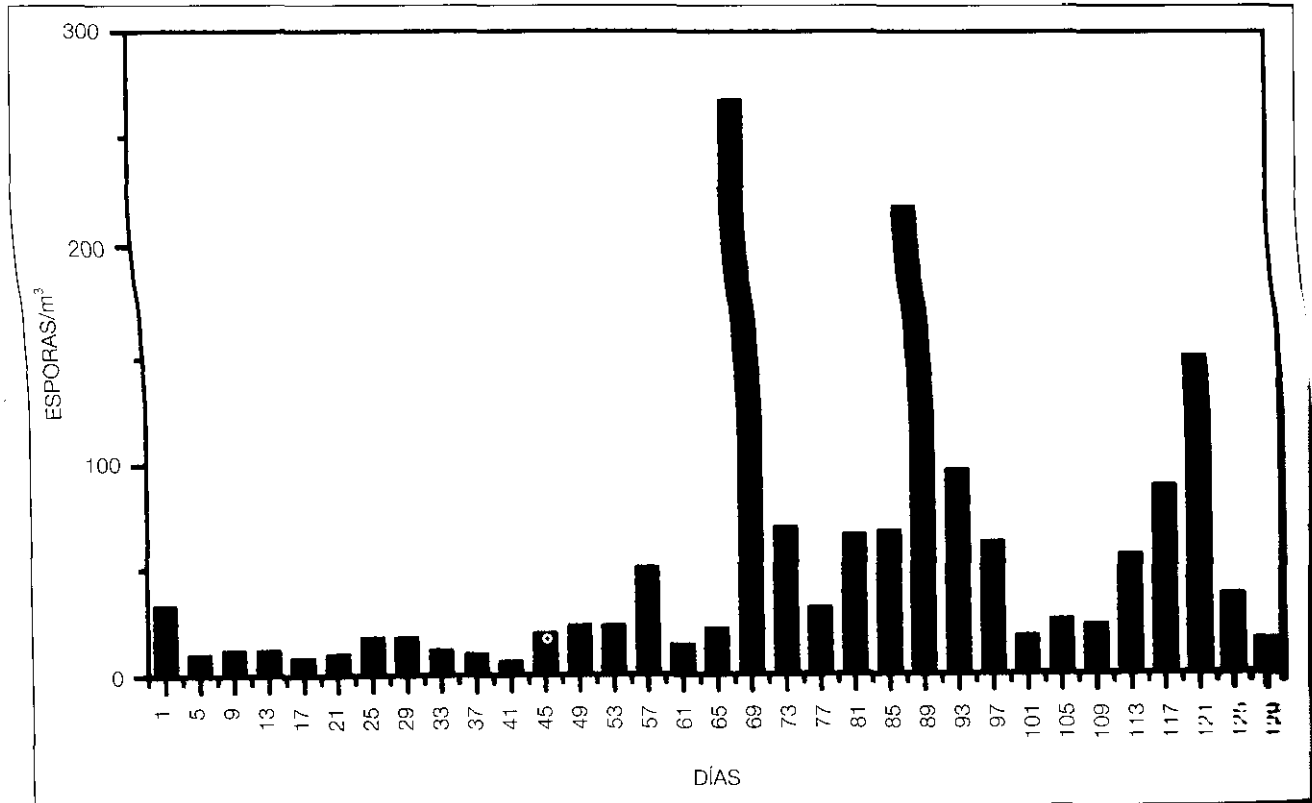


Figura 5

crecimiento que presentan la mayoría de los hongos. La presencia constante de estas esporas fúngicas puede relacionarse con los resultados cualitativos de los estudios efectuados en el aire interior de edificios por Flannigan (1992). Los resultados cuantitativos no pueden relacionarse ya que Flannigan utiliza el sistema de muestreo SAS Compact.

### GLOSARIO

**ÁCARO:** Arácnido traqueal, parásito.

**AEROVAGANTE:** Elemento o partícula transportada por el aire.

**ANTERA:** Parte del estambre de las flores que contiene el polen.

**ANTICUERPO:** Sustancia que se produce en el organismo y que se opone a la acción de elementos patógenos. También se puede definir como sustancia específica de los animales inmunes, producida como reacción a la presencia de un antígeno y que ejerce una acción antagónica específica sobre la sustancia por cuya influencia se ha formado. Es el agente de la inmunidad.

**ANTÍGENO:** Sustancia que, introducida en el organismo, estimula la formación de anticuerpos.

**BACTERIA:** Microorganismo celular que se reproduce por escisión.

**DEHISCENCIA:** Apertura de forma natural de las anteras de las flores para dar salida al polen. Se emplea también para denominar la apertura del polipario de un fruto para expulsar la semilla.

**DIDIMOSORA:** Espora fragmentada en dos porciones.

**ENDOTOXINA:** Toxina retenida en el cuerpo vivo de las bacterias, que no se separa de ellas sino por disgregación de las mismas.

**ESPORANGIO:** Fruto o cápsula que contiene las esporas libres en su interior.

**ESTAFILOCOCO:** Nombre dado a ciertas bacterias de forma redondeada, que se agrupan como en racimos.

**ESTAMBRE:** Órgano sexual masculino de las plantas fanerógamas, que se halla hacia el centro de las flores.

**ESTIGMA:** Cuerpo glanduloso, colocado en la parte superior del pistilo de la flor.

**ESTREPTOCOCO:** Nombre dado a ciertas bacterias de forma redondeada que se agrupan en forma de cadena.

**FANERÓGAMA:** Plantas cuyos órganos sexuales se distinguen a simple vista.

**FRAGMOSORA:** Espora dividida en diferentes porciones.

**HARMOMETANGIA:** Término usado para definir la hidratación o el secado del grano de polen.

**HONGO:** Cualquiera de las plantas acotiledóneas o celulares, desprovistas de clorofila, y de consistencia esponjosa, carnosa o gelatinosa.

**INSECTO:** Animal artrópodo, con respiración traqueal, cabeza provista de antenas, tres pares de patas y, generalmente, dos pares de alas. El cuerpo está dividido en cabeza, tórax y abdomen.

**LEVADURA:** Organismo unicelular, de la familia de los blastomicetos, que se reproduce por gemación.

**MICOTOXINA:** Sustancia tóxica secretada por hongos microscópicos.

**MICROORGANISMO:** Organismo microscópico.

**MOHO:** Depósito o capa que se presenta en las sustancias orgánicas por el desarrollo de diferentes hongos de los géneros *Mucor*, *Penicillium*, *Aspergillus*, etc.

**PALINOTECA:** Colección científica de granos de polen, normalmente de la zona a estudiar.

**PROTOZOO:** Orden inferior del reino animal, comprende generalmente organismos unicelulares.

**SAPROFITO:** Microorganismo vegetal, especialmente bacteria, que vive a expensas de la materia orgánica descompuesta y no en el organismo vivo. El término se emplea también como sinónimo de parásito no patógeno.

**VIRUS:** Cualquiera de los agentes infecciosos más pequeños que las formas corrientes de bacterias, algunas apenas visibles y otras invisibles con el microscopio ordinario, que pasan a través de los filtros, de un tamaño entre 0,2 y 0,01  $\mu$ m. Se multiplican en el cuerpo animal pero no pueden ser cultivados en medios inertes sino que requieren células vivas.

### BIBLIOGRAFÍA

1. ACGIH, *Committee Activities and Reports. Guidelines for the assessment of bioaerosols in the indoor environment.* ACGIH, Cincinnati, Oh. USA, (1989).
2. ACGIH. 1993-1994. TLVs. *Valores límites para sustancias químicas y agentes físicos en el ambiente de trabajo. BEIs. Índices biológicos de exposición.* ACGIH, Cincinnati, Oh. USA, (1993). Versión española. Generalitat Valenciana. Conselleria de Treball i Afers Socials. Valencia, (1994).
3. ANTÓ M., SUNYER J., RODRÍGUEZ R., SUÁREZ-CERVERA M., VÁZQUEZ L. *Community Outbreaks of Asthma Associated with Inhalation of Soybean Dust.* N. Eng. J. Med.: 320 (17), 1097-1102 (1989).
4. INEGOLD S., BARON E. *Diagnóstico Microbiológico (Bayley and Scott).* Ed. Médica Panamericana, 7ª Edición. (1989).

5. BERENGUER M.J., HERNÁNDEZ A., MARTÍ M.C., NOGAREDA C., SOLÉ M.D., GUARDINO X. *El Síndrome del edificio enfermo. Guía para su evaluación.* Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Madrid, (1994).
6. Directiva 90/679/CEE. *Directiva del Consejo sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo (Séptima Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE).* Diario Oficial de Comunidades Europeas L 374, 1-12, (31-12-90).
7. FERNÁNDEZ D., SUÁREZ-CERVERA M., DÍAZ T., VALENCIA R.M. *Airborne pollen spores of León (Spain).* Int. J. Biometeorol. 37: 89-95 (1993).
8. FLANNIGAN B. *Indoor Microbiological Pollutants-Sources, Species, Characterisation and Evaluation, in Chemical, Microbiological, Health and Comfort Aspects of Indoor Air Quality-State of the Art in SBS,* de Knöppel, H. y Wolkoff, P., editores. Kluwer Academic Publishers (for the CEC). Dordrecht, (1992).
9. INSTITUT PASTEUR PRODUCTION. *Culture Media and Laboratory Reagents Pasteur.* 2ª Edición. Institute Pasteur. Paris (1982).
10. LENNETTE E., BALOWS A., HAUSLER W., SHADOMY H. *Manual de Microbiología Clínica,* 4ª Edición. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. (1987).
11. MAC FADDIN J.F. *Biochemical Test for Identification of Medical Bacteria,* 2nd Edition. Ed. Williams & Wilkins (1980).
12. MARTÍ M.C. *Determinación de contaminantes biológicos en ambientes cerrados.* Proc. I Conferencia Nacional de Higiene Industrial. Valencia, 16-18, Noviembre (1988).
13. MULLER E., LOEFFLER W. *Micología.* 1ª Edición. Ediciones Omega, S.A., Barcelona (1976).
14. ROSES M., SUÁREZ-CERVERA M., MÁRQUEZ J., TORRES J. *An aerobiological study of pollen grains and fungal spores of Barcelona (Spain).* Aerobiología 8: 255-265 (1992).
15. SUÁREZ-CERVERA M., MORENO S., MÁRQUEZ J., ROSIQUE C. *Caracterización aerobiológica de la atmósfera de Cartagena en Contaminación atmosférica y salud en Cartagena.* Región de Murcia. Consejería de Sanidad. Cartagena (1991).
16. SUÁREZ-CERVERA M., MÁRQUEZ J. *Manual de aerobiología.* Departamento de Productos Naturales. Biología Vegetal Sanitaria y Edafología: Unidad de Botánica. Universidad de Barcelona. Barcelona (1990).
17. SUÁREZ-CERVERA M., SEOANE J. *Sobre el sistema de filtración automática en aerobiología.* An Asoc. Palinol. Leng. Esp. 2: 307-317.(1985).
18. WEBERLING F., SCHWANTES H. *Botánica Sistemática.* 2ª Edición. Ediciones Omega, S.A., Barcelona (1976).