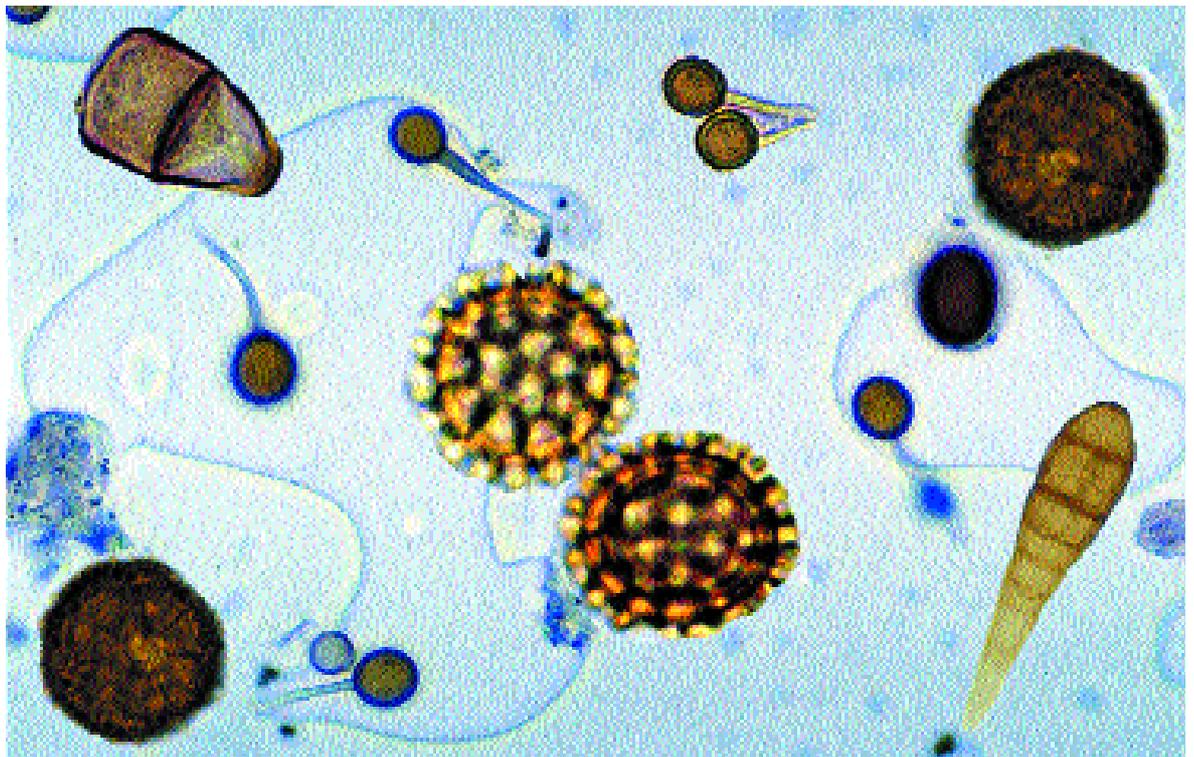




Esporas atmosféricas en la Comunidad de Madrid





Esporas atmosféricas en la Comunidad de Madrid

ÍNDICE

Presentación

- José Ignacio Echániz Salgado. Consejero de Sanidad de la Comunidad de Madrid
 - Enrique Gil López. Director General del Instituto de Sanidad Pública
-

1	Introducción	9
	• Las esporas fúngicas en el proceso aerobiológico	9
	• Generalidades sobre los hongos	10
2	Estado actual de las investigaciones	13
	• Antecedentes	13
	• Problemas metodológicos y de identificación	15
	• El futuro de los estudios aerobiológicos	16
3	Las esporas atmosféricas de Madrid	19
	• Resumen/Summary	19
	• Material y métodos	20
	• Tipos morfológicos identificados	
	• Variaciones diarias de Esporas totales, de <i>Alternaria</i> y de <i>Cladosporium</i>	21
	• La influencia de algunos factores meteorológicos	30

4	Características generales y morfología de las esporas	33
	• Ordenación sistemática	33
	• Descripciones e ilustraciones	35
<hr/>		
5	Láminas	51
<hr/>		
6	Referencias bibliográficas	83



Autoras

Concepción Sáenz Laín

Real Jardín Botánico de Madrid (Consejo Superior de Investigaciones Científicas)

Montserrat Gutiérrez Bustillo

Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid

Agradecimientos

Las autoras agradecen al Instituto de Salud Pública de la Comunidad de Madrid la financiación de este estudio. Asimismo, quieren expresar su reconocimiento a todos aquellos que de algún modo han contribuido a su realización y publicación, especialmente a María Rubio y Emiliano Aránguez, que desde la Comisión Regional de Asma y la Red Palinológica de la Comunidad de Madrid, respectivamente, han apoyado siempre su trabajo. Agradecen asimismo a Félix Infante, de la Universidad de Córdoba, y a Carlos Lado, del Real Jardín Botánico, su ayuda en la determinación de los tipos de esporas. A Pedro Cuesta, del Centro de Cálculo de la UCM, su contribución al estudio estadístico; a José Pizarro, de la Facultad de Farmacia de la UCM, la realización de los dibujos de las láminas, y a Bernardo Fernández, del Real Jardín Botánico de Madrid, la composición del texto.

www.madrid.org/polen

Tirada: 6.000

Edición: 05/03

Depósito legal: M-18450-2003

I.S.B.N.: 84-451-2469-2

Imprime: **Industrias Graficas MAE**

Presentación

Nuevamente tenemos la oportunidad de presentar un trabajo de la Red Palinológica de la Comunidad de Madrid, sistema de vigilancia que ya ha cumplido diez años proporcionando información a las personas que padecen procesos alérgicos y a los profesionales sanitarios, que fue puesto en funcionamiento por la Consejería de Sanidad con el apoyo de la Universidad Complutense, los Ayuntamientos de Alcalá de Henares, Alcobendas, Aranjuez, Coslada, Getafe, Leganés y Madrid y el Centro de Asma y Alergia.

Este libro, como el anterior "Polen atmosférico en la Comunidad de Madrid", viene a demostrar que el trabajo de la Red no se agota en capturar la información con los mejores instrumentos y profesionales y ofrecerla a los usuarios con los medios más idóneos que ofrece la tecnología de la información, sino que se preocupa del análisis en profundidad de la información y de la mejora continua de sus aportaciones a la ciencia aerobiológica aplicada a la Salud Pública.

En este caso, el protagonista no es el polen, sino otro importante agente ambiental con efectos de tipo alérgico, las esporas de hongos, cuyas características y distribución temporal en Madrid se analizan en estas páginas. Esperamos que el conocimiento que se transmite en ellas contribuya de manera eficaz a mejorar la consecución del objetivo último de la Salud Pública, esto es, la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos mediante la prevención de la aparición de efectos indeseables en su salud producidos, en lo que aquí nos ocupa, por agentes ambientales.

José Ignacio Echániz Salgado

CONSEJERO DE SANIDAD DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Presentación

La importancia del polen como aeroalergeno llevó a la creación en 1992 de la Red Palinológica de la Comunidad de Madrid, en el marco de la Comisión Regional de Prevención y Control del Asma, con la intención de conocer puntualmente los niveles de polen en el aire de la Comunidad de Madrid. El objetivo se ha cumplido holgadamente y en la actualidad la Comunidad de Madrid dispone de un instrumento consolidado de medida de la exposición y de información a la población sobre niveles de polen atmosférico de probada eficiencia.

Sin embargo, el polen no es el único alergeno de origen natural que está en el aire. La propia Comisión Regional se planteó la conveniencia de indagar cualitativa y cuantitativamente la presencia de esporas de hongos en los niveles inferiores de la troposfera en dos etapas.

En primer lugar, aprovechando las muestras ya recogidas en los captadores volumétricos de la Red y conservadas en las correspondientes palinotecas, se debía leer el contenido de esporas de un año completo en un captador.

Posteriormente, y en función de que los resultados de la primera fase fueran relevantes, se valoraría la conveniencia de incorporar la medida de esporas de forma sistemática a los trabajos que realiza la Red Palinológica de la Comunidad de Madrid.

El documento que ahora presentamos recoge los resultados de la primera fase desarrollada por dos de las máximas autoridades científicas en la materia: Concepción Sáenz Laín y Montserrat Gutiérrez Bustillo que han realizado el estudio para la Consejería de Sanidad.

Como valor añadido de este trabajo, el Instituto de Salud Pública ha decidido incorporar la medida sistemática de esporas fúngicas en la atmósfera en uno de los captadores de la Red Palinocam, el de la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid, convirtiendo de hecho el sistema de vigilancia polínica en un sistema de vigilancia aerobiológico.

Enrique Gil López

DIRECTOR GENERAL DEL INSTITUTO DE SALUD PÚBLICA

INTRODUCCIÓN

- **Las esporas fúngicas en el proceso aerobiológico**

De toda la variedad de microorganismos presentes en la atmósfera, las esporas de hongos representan el grupo más numeroso, contándose hasta cientos de miles en las muestras de aire analizadas. Les siguen en importancia numérica los granos de polen, habiéndose comprobado en algunas de todas estas partículas su capacidad alergénica. El tamaño de las esporas de hongos puede variar de 3 a 100 μm , aunque lo más frecuente es que sean menores de 20 μm .

Como ejemplo de las proporciones relativas de polen y de esporas en la atmósfera, citaremos que, en Barcelona, se recogieron un total anual de 55.950 granos de polen por m^3 en 1998, mientras el total de esporas alcanzó la cifra de 309.904 esporas por m^3 , de las que el 40% pertenecían a *Cladosporium*. En el año 2000, en la Ciudad Universitaria de Madrid, se recogieron 46.706 granos de polen y el número de esporas ascendió a 128.973 por m^3 , de las que el 49% correspondieron a *Cladosporium*.

Las esporas, como las demás partículas biológicas atmosféricas, se hallan inmersas en lo que denominamos "proceso aerobiológico", que comienza por la producción de las partículas desde la fuente originaria, su dispersión en la atmósfera, su transporte, deposición e impacto sobre cualquier objeto. Aun cuando la mayoría de las esporas aéreas procede de fuentes cercanas al lugar donde se recogen las muestras,

también hay un aporte procedente de las esporas trasladadas por las corrientes atmosféricas. Las esporas pequeñas y de baja densidad, por tanto con mínimo peso, pueden ser transportadas a largas distancias y a diversas alturas. La temperatura, la fuerza del viento y la pluviosidad parecen ser factores decisivos en este proceso (SÁENZ LAÍN & GUTIÉRREZ BUSTILLO, 2001).

Un cuerpo fructífero de *Ganoderma applanatum* puede descargar 30.000 millones de esporas en un día, un grano de trigo infectado con *Tilletia caries* puede contener 12.000 millones de esporas, una colonia de *Penicillium* de 2,2 cm de diámetro puede producir 400 millones de esporas (GRANT, 1990). Naturalmente, estas cifras se diluyen durante el transporte aéreo. Según CARETTA (1992), las esporas fúngicas aéreas pueden llegar a alcanzar concentraciones medias diarias de hasta 20.000 por metro cúbico de aire.

La velocidad del viento actúa como factor de dispersión, mientras que los cambios en la humedad relativa del aire provocan la contracción de los conidióforos y facilitan la liberación de las esporas. Millones de esporas invaden el aire después de un día de lluvia y, sin embargo, están ausentes en un día seco. Como, por otra parte, la lluvia ejerce un efecto limpiador de la atmósfera, en pocos minutos las concentraciones de esporas pueden disminuir drásticamente. La influencia de los diversos factores meteorológicos sobre la estacionalidad y los niveles aéreos de esporas fúngicas ha sido estudiada por FERNÁNDEZ GONZÁLEZ & al. (1993), GONZÁLEZ

MINERO & al. (1994), MUNUERA (1995), MÉNDEZ & al. (1997) entre otros.

Los hongos se multiplican mediante muchas clases de células germinales o esporas. Las formadas de modo exógeno, y que generalmente sirven para la multiplicación vegetativa, reciben el nombre de conidios. Las esporas pueden formarse después de procesos sexuales y de meiosis (meyósporas) o de mitosis (mitósporas). Algunos hongos se multiplican por descomposición del micelio en células aisladas (oidios). En los ciclos vitales de los hongos se producen fases o estados asexuales y sexuales.

La fase asexual y las esporas que produce se denominan **anamorfas**, mientras que la fase sexual, sus estructuras reproductoras y las esporas producidas se denominan **teleomorfas**. Las esporas de la fase anamorfa y teleomorfa de un ciclo pueden ser morfológicamente muy diferentes. Las esporas de origen sexual (meyósporas), se clasifican en función del esporangio que las produce (por ej., asco o basidio) y de la estructura en la que éstos se originan (esporocarpio, cuerpo fructífero), como las setas de los hongos agaricales.

Por su volumen en la atmósfera y por su pequeño tamaño, las partículas fúngicas (esporas y fragmentos de hifas) pueden ejercer un importante papel en las alergias respiratorias. Entre todas las esporas fúngicas atmosféricas, las más importantes, por su presencia casi constante en el exterior y por su posible alergenicidad, son las atribuidas a ocho géneros: *Alternaria*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Drechslera* (incluido *Helminthosporium*), *Epicoccum*, *Fusarium*, *Nigrospora* y *Stemphylium* (KENDRICK, 1990).

A estos hay que añadir los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*, presentes en la atmósfera externa, pero mucho más abundantes en el interior de los edificios. Como la mayoría de las especies de hongos vive sobre vegetales o sus restos, la concentración de esporas es mucho mayor en ambientes rurales que en las ciudades.

A continuación incluimos la Tabla I, tomada de D'AMATO & SPIEKMA (1995), que reúne información procedente de publicaciones de los últimos años sobre la incidencia atmosférica de las prin-

cipales esporas fúngicas en los ambientes del exterior de casi toda Europa, pero no de España.

Tabla I

Lista provisional de los diez tipos de esporas fúngicas atmosféricas más frecuentes en Europa, con estimación del rango de presencia relativa (en porcentaje) y la suma anual de las concentraciones medias diarias (número de esporas por metro cúbico de aire).

TIPO DE ESPORA	Rango de presencia relativa (%)	Suma anual de concentraciones diarias (esporas/m ³)
<i>Cladosporium</i>	40-80	600.000
Basidiósporas	5-30	25.000
Ascósporas	5-20	15.000
<i>Aspergillus/Penicillium</i>	2-20	15.000
<i>Botrytis</i>	2-20	12.000
Levaduras, <i>Sporobolomyces</i>	2-20	10.000
<i>Alternaria</i>	1-10	7.500
<i>Didymella</i>	1-10	7.500
<i>Fusarium</i>	1-10	7.500
<i>Ustilago</i>	1-10	7.500

Como puede observarse, los conidios de *Cladosporium* son los más abundantes, pero no solo en Europa, sino que parece ser así en todo el mundo. Basidiósporas y ascósporas son tipos muy amplios que comprenden las esporas de origen sexual, meyósporas, procedentes de muchos hongos y que son también muy abundantes en la atmósfera.

Estos mismos autores citan como tipos menos abundantes, en su mayoría con porcentajes de representación inferiores al 5 %, pero observados con regularidad: *Aerobasidium*, *Chaetomium*, *Curvularia*, *Drechslera*, *Entomophthora*, *Erysiphe*, *Ganoderma*, *Leptosphaeria*, *Mucor*, *Paecilomyces*, *Phoma*, *Pithomyces*, *Pleospora*, *Polythrincium*, *Rhizopus*, *Rhodotorula*, *Scopulariopsis*, *Stemphylium*, *Tilletiopsis*, *Torula*, *Tricoderma*, *Ulocladium*, *Urocystis*, *Uredinales* y muchos otros.

• Generalidades sobre los hongos

La ciudad de Micenas, según la leyenda, debe su nombre a que el héroe griego Perseo la fundó en el lugar en que había comido unas setas (mykes, hongo) de muy buen sabor. El estudio

de los hongos se desarrolló con la invención del microscopio y Pier Antonio Micheli, botánico italiano del siglo XVII, publicó sus investigaciones sobre esta materia en la obra *Nova Plantarum Genera*, que puede considerarse el punto de partida de la micología como ciencia.

En la actualidad, los organismos que llamamos hongos constituyen un reino independiente de seres vivos (Reino Fungi) difícil de definir por su heterogeneidad. El *Dictionary of the Fungi* de AINSWORTH & BISBY (9.ª ed. 2001), considera como hongos aquellos organismos con células provistas de núcleo (eucariotas), carentes de pigmentos fotosintéticos y de plastos, con paredes celulares de quitina y β -glucanos; unicelulares o filamentosos (micelio); que se reproducen de forma asexual y sexual y en sus ciclos vitales la diplofase suele ser corta; se nutren por absorción y pueden ser saprobios, mutualistas o parásitos.

Este grupo taxonómico es muy amplio y poco conocido, cercano al millón y medio de especies según los citados autores, estimándose que hay diez veces más especies conocidas de hongos que de plantas verdes. Son en su mayoría terrestres, aunque existe un pequeño porcentaje de hongos acuáticos. Viven como saprófitos sobre una gran cantidad de sustratos, como parásitos sobre gran diversidad de organismos y también en asociación simbiótica con algas (líquenes) y plantas (micorrizas). Colonizan una enorme cantidad de sustratos y desarrollan estrategias de adaptación al medio muy variadas. Por su modo de vida muchas especies de hongos son ubiquistas y cosmopolitas, por lo que sus esporas se hallan en casi todos los lugares de la tierra.

Los hongos se encuentran en cualquier lugar con calor, humedad, oxígeno y nutrientes. En las áreas boscosas viven sobre el suelo, troncos podridos y hojas caídas, especialmente en zonas húmedas y sombrías. En los jardines viven sobre el césped, los montones de compost, ciertas semillas o forrajes almacenados y en los invernaderos. Ciertas esporas de hongos sobreviven en condiciones extremas de humedad y temperatura, llegando a conservarse muchos años en las colecciones de los museos o durante miles de años en los glaciares.

En el interior de las casas pueden vivir sobre los suelos y las paredes húmedas de baños y cocinas así como en cualquier lugar en que se almacene comida fresca. Los humidificadores, cubos de desperdicios, colchones, tapicerías, almohadas de gomaespuma, maderas, baldosas y en general todos aquellos lugares en que haya materiales húmedos de celulosa que puedan servirles de alimento, son sus hábitats. Desde el momento en que el hongo, en estadio vegetativo, encuentra una fuente alimenticia como las citadas, sobrevive dispuesto a desarrollarse tan pronto como consiga la humedad adecuada y solamente pueden destruirlo los desinfectantes, cuando éstos alcanzan el sustrato en el que vive.

Cuando el micelio del hongo encuentra temperaturas frías o toxinas producidas por especies competitivas, detiene su crecimiento y emplea todo su contenido citoplasmático en la formación de los cuerpos fructíferos y de las células productoras de esporas. El tiempo que cada especie emplea en liberar las esporas forma parte de su estrategia reproductora. Fructificación y esporulación son las respuestas del estadio vegetativo ante la llegada de condiciones desfavorables para el crecimiento.

La capacidad de germinación de las esporas fúngicas es variable, pues mientras los conidios de *Penicillium* pueden conservarla después de 25 años, en *Mucor* mucedo este periodo se restringe a dos meses. La sequedad es el mayor enemigo de su viabilidad, pero otros factores ambientales, como la temperatura, también pueden ser importantes. Por ejemplo, las teleutósporas de *Puccinia graminis*, que parasita los cereales, solamente germinan en primavera después de un invierno riguroso. En cambio las ascósporas de *Neurospora* necesitan una estimulación de 90 °C para germinar.

Aunque para la supervivencia de las especies de los hongos es importante que las esporas estén vivas cuando caen a tierra, desde el punto de vista de la alergia éste es irrelevante, ya que esta enfermedad es una reacción a ciertos compuestos químicos presentes en las esporas, que se conservan aunque la espora no sea viable. El aire también contiene pequeños fragmentos de

hifas, que pueden ser viables o no y que también podrían tener capacidad alergénica, pero que raramente pueden ser identificados.

Las setas, que son los cuerpos fructíferos (basidiocarpos) de los hongos agaricales, presentan un sombrerillo o pileo, sostenido por un pie y son conocidas desde antiguo por ser comestibles o venenosas, pero el campo de acción de los hongos es muchísimo más amplio, pues son responsables de gran parte de la descomposición de la materia orgánica, afectan por tanto a la destrucción de alimentos, tejidos o cuero. En el biodeterioro intervienen especies de *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Aureobasidium*, *Phoma*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Stachybotrys*, *Trichoderma*, *Ulocladium*.

Además de estos efectos, los hongos causan la mayor parte de las enfermedades de las plantas. Los nombres vulgares con que se conocen los hongos parásitos de los cultivos: mohos, mildius, oidios, royas, carbonos, tizones, acreditan el extenso conocimiento que de ellos tiene la población. Mohos especialmente patógenos de las plantas cultivadas, bien sea por la destrucción que causan en los frutos o sobre las partes verdes, son: *Fusarium verticilloides*, *F. saccharii*, *Geotrichum candidum*, *Verticillium*, *Trichoderma* sp., *Arthrobotrys oligospora*.

Algunas de las esporas presentes en el aire pueden causar fenómenos de alergia cuando se inhalan. En algunos casos, la enfermedad es del tipo ocupacional, bien sea temporal, como la que padecen los segadores y trilladores de temporada, o crónica, como la que sufren los trabajadores de los silos, que mantienen un contacto bajo, pero constante, con las esporas alergénicas.

Las personas que desarrollan su actividad en ambientes cerrados, con sistemas de aire acondicionado, pueden presentar la sintomatología propia de las alergias de origen fúngico, debidas al crecimiento masivo de algunos de estos microorganismos en las instalaciones del lugar de trabajo (síndrome del "edificio enfermo" o Sick Building Syndrome, SBS). Los hongos más frecuentes en el interior de los hogares o en los ambientes hospitalarios, son saprófitos procedentes del exterior, cuyas esporas han sido introducidas por el agua corriente o por el aire

de los sistemas de ventilación, pues los filtros no evitan el paso de partículas del tamaño de las esporas. Como mohos frecuentes en los edificios se han citado: *Acremonium*, *Aspergillus versicolor*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Sphaerosporium*, *Penicillium*, *Paelomyces varioti*, *Stachybotrys chartarum*, *Ulocladium*.

En algunas personas los síntomas de la alergia empeoran con la ingestión de ciertos alimentos como el queso, en cuya manufacturación intervienen los hongos. El hongo *Stachybotrys*, que es el único que causa una enfermedad irreversible debida a la toxicidad de sus esporas, no se ha descrito en España. El libro de SAMSON & al. (1994) reúne información sobre muchos aspectos de las esporas fúngicas en ambientes de interior y sus implicaciones en la salud humana.

La rinitis alérgica sugerida por el historial de síntomas que parecen obedecer a un patrón estacional, no debe ser asumida sin la confirmación de los apropiados tests para Ig E de laboratorio, bien sean directos sobre la piel o de tipo RAST. Aunque los autocuidados y la precaución de aislar temporalmente a los pacientes de las posibles fuentes de sensibilización, sean un alivio para la sintomatología, la opción correcta es investigar la naturaleza del alérgeno y encontrar los medios para combatirlo. Pero aunque se han descrito los tipos más frecuentes de esporas alergénicas, todavía falta mucha información al respecto.

Otras enfermedades que afectan a los seres humanos pueden estar inducidas por la ingestión de unos metabolitos secundarios (micotoxinas) que como las aflatoxinas producidas por algunos hongos (*Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*), son carcinogénicas.

Los hongos también pueden ser beneficiosos, pues algunas especies de hongos mitospóricos, como *Aspergillus niger*, *Trichoderma viride*, *Penicillium camembertii* o *Penicillium roquefortii*, constituyen la base de diversos procesos industriales de fermentación, como los que intervienen en la elaboración de pan, vino, cerveza y queso. Por otra parte, la producción de antibióticos a partir de especies de *Aspergillus*, *Penicillium* o *Acremonium*, es un importante aspecto de su aprovechamiento por el hombre.

ESTADO ACTUAL DE LAS INVESTIGACIONES

• Antecedentes

NILSSON (1984) resume la incidencia y biología de los hongos más comunes en varios países de Europa, tanto en los ambientes interiores como exteriores: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Botrytis*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Mucor*, *Penicillium*, *Phoma*, *Rhizopus*, *Trichoderma*. Un estudio realizado en Leiden (Holanda) a lo largo de 25 años, identificó como más frecuentes las siguientes esporas de hongos: *Cladosporium*, *Botrytis*, *Ustilago*, *Alternaria*, *Epicoccum*, *Erysiphe*, *Entomophthora*, *Torula*, *Stemphylium* y *Polythrincium* (NIKKELS & al., 1996).

En espacios interiores el número de tipos de esporas fúngicas en el aire depende sobre todo de la presencia de fuentes de dispersión. Aparecen con mayor frecuencia *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Mucor*, *Rhizopus* y *Oidiodendron* (CARETTA, 1992).

Utilizando el método de muestreo gravimétrico sobre medio de cultivo, INFANTE & al. (1992) identificaron hasta 128 táxones en la atmósfera de Córdoba (sur de España), concluyendo que las mayores concentraciones atmosféricas de esporas, se producían en primavera y que los conidios más abundantes en ambientes de interior eran los de *Aspergillus* y los de *Cladosporium*, en el exterior.

Entre los hongos mitospóricos capaces de crecer en cultivos de laboratorio, lo que permite su correcta identificación, al menos 18 géneros se

han descrito como capaces de inducir la producción de Ig E: *Acremonium*, *Alternaria alternata*, *Aureobasidium pullulans*, *Aspergillus*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Drechslera*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Monilia*, *Phoma*, *Paelomyces*, *Penicillium*, *Stemphylium*, *Torula*, *Trichotecium*, *Trichoderma* y otros.

INFANTE & al. (2000a y 2000b) han compilado los resultados de la incidencia de *Cladosporium* y *Alternaria* durante cinco años, en cinco ciudades españolas: Barcelona, Córdoba, Granada, León y Orense, mediante la recogida de las muestras por el método volumétrico con captadores tipo Burkard. Respecto a *Cladosporium*, sus esporas están presentes durante todo el año en todas las estaciones, aunque en niveles más bajos durante el invierno en León y Orense. El pico máximo anual se produjo en Córdoba con 49.536 esporas. El pico mínimo en Barcelona con 2.607 esporas/m³.

Las esporas de *Alternaria* alcanzan menores concentraciones: los máximos anuales corresponden a Córdoba, siendo el pico mayor de 1.152 y el menor de 25 esporas/m³ en León. La información que aportan resulta especialmente interesante por el área geográfica que cubre y porque los datos fueron obtenidos utilizando la metodología normalizada por la Red Española de Aerobiología (REA). Se comenta más adelante.

Los primeros estudios sobre el contenido de esporas en el aire de Madrid se deben a CANTO & JIMÉNEZ DÍAZ (1945) que durante un año reco-

gieron esporas de hongos exponiendo placas de Petri con un medio de cultivo adecuado, unas en campo abierto y otras en zona de bosque, haciendo luego resiembras para observar el desarrollo de los hongos. De este modo determinaron la presencia de *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Monilia*, *Marcosporium*, *Helminthosporium* y *Stysanopsis*. La mayor frecuencia correspondía a *Alternaria*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Penicillium* y *Aspergillus*, presentes casi todo el año, con dos máximos en primavera y en otoño, fechas que coincidían con el aumento de casos de asma bronquial, probablemente debido a hongos.

Para los autores, con experiencia clínica en pacientes de varios lugares de España, el asma por hongos aparece principalmente en zonas de costa, donde son frecuentes los cultivos de huerta parasitados, como el de tomate, por *Alternaria*, o en lugares en que pueden producirse asma profesional (molinerías, labradores) debidas a *Ustilago*, *Puccinia* o *Tilletia* que parasitan las harinas y productos hortícolas.

A todo esto hay que añadir el asma por sensibilización a hongos presentes en muebles y interiores de las viviendas. Los autores opinan que, en las sensibilidades a los hongos, no hay especificidad que alcance a la especie, por lo que consideran suficiente la identificación del género. De las esporas abundantes en Madrid, otorgan un importante papel sensibilizante a las de *Penicillium* y de *Aspergillus*.

SUBIZA & al. (1983) realizaron un estudio de las esporas recogidas con el método volumétrico en el centro de Madrid. Identificaron numerosos táxones que corresponden a los principales tipos de esporas fúngicas aéreas, como *Chaetomium*, *Fusarium*, *Leptosphaeria*, *Tilletia*, *Puccinia*, *Sporobolomyces*, *Stemphylium*, *Pleospora*, *Botrytis*, *Epicoccum*, *Bovista*, *Helminthosporium*, *Torula* y analizaron las variaciones diarias de los más frecuentes: *Cladosporium*, *Alternaria* y *Ustilago*, durante el año 1980, concluyendo que los volúmenes primaverales se prolongaban durante el verano.

PAYA VICENS (1983) estudió la micoflora atmosférica de Madrid mediante métodos gravimétrico y volumétrico, así como sus relaciones con

las variables meteorológicas y contaminantes químicos.

MUÑOZ & al. (1988) y MUÑOZ (1988) estudiaron, con el método gravimétrico, las esporas aéreas en Madrid y su relación con las alergias de origen fúngico. Las muestras fueron recogidas durante un año sobre cajas de Petri, con los medios de cultivo habituales, situadas en dos zonas, una en el centro urbano y otra en el extrarradio. En esta segunda, tanto en el exterior como en el interior de viviendas. Se identificaron, en orden de frecuencia, colonias de: *Cladosporium*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Mucor*, *Drechslera*, *Ulocladium*, *Acremonium*, *Stemphylium*, *Cylindrocarpon*, *Phoma*, *Monilia*, *Aphanoclaudium*, *Absidia* y *Rhizopus*. Un elevado porcentaje del total de los hongos aislados estuvo constituido por levaduras, hifas incoloras e hifas pigmentadas.

Relacionaron algunos datos climáticos: temperatura, velocidad del viento, humedad relativa, días de lluvia y presión atmosférica con la presencia de las esporas. Pudieron concluir la mayor influencia de la humedad relativa, seguida de las lluvias, de la presión atmosférica y en último lugar de la temperatura. En las muestras recogidas en el ambiente exterior predominaban *Cladosporium* y *Alternaria*, mientras que *Penicillium* y *Aspergillus* eran los hongos más frecuentes en los medios intradomiciliarios.

Efectuaron pruebas cutáneas a hongos (intradérmica) y la cuantificación de Ig E sérica específica, utilizando ensayo de inmunoadsorción (RAST) y ensayo de inmunoadsorción fluorescente (FAST) a *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus* y *Mucor*. Los hongos más frecuentes en el ambiente de Madrid, según los autores, no necesariamente reflejan los tipos de hongos que con mayor frecuencia producen sensibilización.

La relación entre la exposición a esporas de *Alternaria* y los síntomas, en pacientes sensibilizados a este hongo, fue estudiada por VIGARAY (1997), que confirmó su relevancia clínica. Los recuentos de polen y esporas se efectuaron durante un año, mediante la técnica volumétrica, con un captador Burkard situado en el centro de Madrid. Según los resultados, la presencia de *Alternaria* es elevada durante los meses

de mayo hasta octubre, con picos máximos en julio y en agosto.

Efectuadas pruebas de test cutáneos y oftalmoprovocación en pacientes con asma o rinitis por sensibilización a *Alternaria* y/o a algunos tipos polínicos, pudo definir tres tipos de sensibilización en los pacientes estudiados: a) monosensibilización a *Alternaria*, b) a *Alternaria* juntamente con polen, c) a polen solamente. Concluye que hay una correlación entre esporas y síntomas durante los meses de máxima exposición atmosférica. Sin embargo, apunta que los pacientes mantenían su sintomatología en invierno.

● Problemas metodológicos y de identificación

La identificación de los hongos transportados por el aire se realiza únicamente por la observación de las esporas aisladas y no por el resto de las estructuras de su ciclo vital o de su hospedante. Aunque procedan de diversas especies, muchas de las esporas fúngicas tienen una apariencia similar cuando se observan microscópicamente, pero siempre hay alguna característica, además de su contorno, tamaño u ornamentación, que las distingue, como son las diferentes densidades, la humedad superficial, la carga eléctrica o la capacidad adhesiva. Aun así, quedan algunas que no pueden identificarse debido a malformaciones, pérdida de partes de su estructura, oscurecimientos en las muestras aéreas, etc.

Cuando se inicia el estudio de las esporas aéreas, las primeras que atraen la atención del aerobiólogo son las que ostentan formas raras. Sin embargo, éstas no suelen ser tan importantes alérgenos, lo que es el objetivo de nuestro trabajo, como otras de apariencia más anodina. Las pocas esporas que realmente pueden reconocerse en las muestras aéreas son comunes en todas las regiones de la tierra: *Cladosporium*, *Alternaria*, *Phythomyces*, *Epicoccum*, *Aspergillus/Penicillium*, *Stachybotrys*, *Ganoderma*, *Coprinus*, *Leptosphaeria* o similares, basidiósporas hialinas, ascosporas bicelulares, u otras ascosporas. (según B. Escamilla & J. Haines: Twelve most common spores. Mycology of the

air. A workshop manual for sampling and identifying Airborne Fungus Spores. 2000)

El método ideal de muestreo de las esporas fúngicas sería aquel que combinase el muestreo continuo volumétrico con la posibilidad real de identificar de forma precisa todas las esporas atmosféricas. Actualmente tal método no existe. Las técnicas llamadas "no viables", basadas en captadores de tipo Hirst (como el comercializado por Burkard), realizan un muestreo continuo y permiten obtener resultados cuantitativos (número de esporas por metro cúbico de aire), mediante el análisis microscópico de las muestras. Los métodos "viables" son aquellos que permiten el posterior cultivo de las esporas (por ejemplo, métodos gravimétricos o volumétricos sobre medio de cultivo). Ambos métodos tienen ventajas y desventajas, algunas de las cuales comentamos a continuación:

Los métodos viables recogen las esporas en placas de Petri con un medio de cultivo. Las placas se incuban, las esporas germinan y desarrollan colonias, que pueden ser identificadas y enumeradas. Este método está fundamentalmente limitado por el hecho de que no todas las esporas crecen en un medio de cultivo. Es eficaz para los hongos imperfectos (anamórficos) pero las ascósporas y basidiósporas no son viables en cultivo. Además puede producirse competencia e inhibición del crecimiento entre diferentes hongos; por ejemplo, el crecimiento de *Alternaria*, que parece ser inhibido por la presencia de *Aspergillus flavus* y *Aspergillus niger*. Debido a ello las colonias enumeradas podrían no ser representativas de las esporas presentes en el aire.

Otro inconveniente es que las placas de cultivo se saturan rápidamente, por lo cual solo estarán representadas las esporas correspondientes a periodos de tiempo muy cortos (10-30 minutos). Además, muchas colonias pueden haberse originado a partir de fragmentos de hifas, no de esporas. La principal ventaja de los métodos viables reside en la posibilidad de diferenciar y cuantificar *Penicillium* y *Aspergillus*, lo que no es posible mediante el análisis microscópico directo, pero los resultados del cultivo dependen del medio elegido y de la temperatura de incubación.

Los métodos no viables requieren la identificación visual de las esporas al microscopio óptico, a través de su morfología (color, forma, tamaño, etc.). Una de sus principales ventajas sobre el cultivo es que aumenta la diversidad de esporas registradas y permite estudiar las tendencias estacionales de las variaciones diarias. Han puesto de manifiesto las altas concentraciones de ascósporas y basidiósporas presentes en el aire, que por no ser viables, no se registraban mediante el cultivo. El principal inconveniente de la identificación visual de las esporas es que la mayoría de las veces solo puede hacerse a nivel de género y en algunos casos, las semejanzas morfológicas solo nos permiten referirnos a grupos muy amplios como es el caso de *Aspergillus*/*Penicillium*. Finalmente, muchas esporas pequeñas e hialinas son difíciles de apreciar.

En el caso de las alergias producidas por esporas, la identificación del tipo esporal goza de la ventaja, contrariamente a lo que sucede con el polen, de que al ser las esporas ubiquistas, es decir, no estar adscritas a localidades concretas, el número de estaciones aerobiológicas desde las que se realice la recogida, recuento e identificación del taxon, puede ser mucho menor. En otras palabras, y para ceñirnos a la Comunidad de Madrid, la Red PALINOCAM podría proporcionar información suficiente sobre la presencia atmosférica de esporas, con dos o tres de las estaciones aerobiológicas en funcionamiento.

En este trabajo, efectuado por el método volumétrico, hemos podido identificar la mayoría de las formas esporales presentes a lo largo del año, excepto en el caso de las esporas unicelulares de tamaño menor de 10 μm y de contorno redondeado, que son muy frecuentes pero de difícil identificación a nivel taxonómico inferior al de familia, como es el caso de las *Aspergillaceae*, en donde se incluyen los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*, a los que las experiencias clínicas otorgan un importante papel en las alergias de origen fúngico.

Aparte de las diferencias nomenclaturales (por ejemplo, *Drechslera* S. Ito = *Bipolaris* Schoemaker), algunas otras encontradas al comparar nuestros datos con otros ya publicados, se debe a los diferentes nombres aplicados a las fases del ciclo vital de un hongo, por ejemplo, *Pleos-*

pora teleomorfo de *Stemphylium*, o que el nombre de *Oidium* (teleomorfo *Erysiphe*) haya sido usado para algunas especies de *Monilia*.

También creemos que los frecuentes cambios en la vegetación cultivada próxima, sobre la que se desarrollan los hongos, pueden ser parcialmente responsables de las variaciones temporales experimentadas por la aereomicoflora de un determinado punto. En definitiva, nuestros resultados sobre la composición de la aereomicoflora de exteriores en Madrid, coinciden en gran medida con los publicados anteriormente para la ciudad (CANTO & JIMÉNEZ DÍAZ, 1945; SUBIZA & al., 1983).

• El futuro de los estudios aerobiológicos

Desde un punto de vista sanitario, tan importante como la determinación botánica del tipo morfológico de espора, es la concentración diaria con que se halla en la atmósfera y su estacionalidad, así como la difusión de esta información a los sectores interesados, para la que existe cada vez mayor demanda. Por tanto pensamos que, paulatinamente, se irá incrementando el número de estaciones aerobiológicas que realicen análisis rutinarios del contenido atmosférico de esporas fúngicas, como de hecho está sucediendo en nuestro país (actualmente 11 estaciones de la Red Española de Aerobiología realizan estos análisis y difunden los resultados a través de Internet).

Dadas las dificultades de identificación de las esporas atmosféricas, que anteriormente hemos comentado, pensamos que los análisis de aereomicoflora mediante metodología volumétrica, deberían centrarse en el recuento e identificación de los tipos esporales que sean fácilmente reconocibles al microscopio óptico, de elevada incidencia (dato apreciado en principio por el presente estudio) y potencialmente alergénicas. Estos tipos esporales serían: *Alternaria*, *Aspergillaceae* (incluidos los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*), *Cladosporium cladosporioides* y *Cladosporium herbarum*, *Chaetomium*, *Drechslera* (incluido *Helminthosporium*), *Epicoccum*, *Leptosphaeria*, *Stemphylium* y *Ustilago*.

Una información completa para la Comunidad de Madrid sería la suministrada por tres estacio-

nes aerobiológicas que cubrieran la diversidad del territorio (zona norte, Madrid ciudad, zona sur) y durante un periodo de tiempo suficientemente largo como para poder confeccionar el consiguiente calendario. El posterior estudio de las series temporales de datos en correlación con las variables meteorológicas, podría llevar a la obtención de un modelo predictivo, como ya ha sucedido en el caso del polen de gramíneas.

Para la correcta determinación de la especie de hongo a que pertenece cada espora (el Código Internacional de Nomenclatura Botánica es la norma oficial para situarlas en su categoría taxonómica) sería conveniente aplicar una metodología mixta que uniera, a la volumétrica, el cultivo posterior de las esporas para su germinación y esporulación. Este método (realizado con el aparato denominado Andersen) consiste, en esencia, en utilizar un colector que

recoge un caudal determinado de aire y lo hace incidir directamente sobre placas de cultivo, separando las partículas por tamaños.

Como complemento de estos análisis está la posibilidad de identificar las especies por el estudio de su ADN. Esto puede hacerse a partir de las muestras recogidas con el método Andersen, mediante su posterior cultivo, re-siembra y obtención de cultivos monospóricos, secuenciación del ADN, comparación con el banco de datos (Gen Bank/EMBL, Heidelberg) e identificación rigurosa de los táxones.

Finalmente, debería realizarse una investigación clínica con las muestras esporales resultantes de los estudios aerobiológicos anteriormente descritos, que permitiera el máximo rigor en la clínica y poder ofrecer a la población las medidas de prevención a adoptar.

LAS ESPORAS ATMOSFÉRICAS DE MADRID

Resumen

Mediante el método volumétrico continuo no selectivo (Burkard) se han estudiado las esporas fúngicas de la atmósfera de la ciudad de Madrid durante el año 2000 y se han realizado recuentos diarios del total de esporas fúngicas, de *Alternaria* y de *Cladosporium*.

Se han identificado los siguientes tipos de esporas: Aspergillaceae (incluidos *Aspergillus* y *Penicillium*), *Alternaria*, *Arthrinium*, *Botrytis*, *Bovista*, *Cercospora*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Coprinus*, *Curvularia*, *Drechslera*, *Epicoccum*, *Ganoderma*, *Helminthosporium*, *Leptosphaeria*, *Myxomycetes*, *Nigrospora*, *Oidium*, *Passalora*, *Plasmopara*, *Pleospora*, *Polythrincium*, *Puccinia*, *Septonema*, *Spondilocladiella*, *Sporormiella*, *Stemphyllium*, *Tilletia*, *Torula*, *Ustilago* y *Xylariaceae*.

Se confirma la presencia atmosférica durante todo el año de *Cladosporium* y *Alternaria*, que representan respectivamente, el 49% y el 5% del total de esporas fúngicas. Se muestran las variaciones estacionales de las concentraciones medias diarias de las esporas y se analiza su relación con algunas variables meteorológicas, mediante el cálculo de los coeficientes de correlación de Spearman. Se encontró una correlación significativa entre los niveles atmosféricos de esporas, las temperaturas máxima y mínima y la humedad relativa, positiva para las temperaturas y negativa para la humedad.

Summary

Airborne fungal spores in the city of Madrid (Spain) were studied during 2000 using a Burkard spore-trap.

The main morphological types of spores identified were: Aspergillaceae (included *Aspergillus* and *Penicillium*), *Alternaria*, *Arthrinium*, *Botrytis*, *Bovista*, *Cercospora*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Coprinus*, *Curvularia*, *Drechslera*, *Epicoccum*, *Ganoderma*, *Helminthosporium*, *Leptosphaeria*, *Myxomycetes*, *Nigrospora*, *Oidium*, *Passalora*, *Plasmopara*, *Pleospora*, *Polythrincium*, *Puccinia*, *Septonema*, *Spondilocladiella*, *Sporormiella*, *Stemphyllium*, *Tilletia*, *Torula*, *Ustilago* and *Xylariaceae*.

The total fungal spores of *Alternaria* and *Cladosporium* conidia have been counted daily. *Cladosporium* and *Alternaria* atmospheric presence in the air is confirmed throughout the whole year and they represent, respectively, 49% and 5% of the total fungal spores. The seasonal variations of daily mean concentrations of the spores are presented and their relation with the weather variables is analysed by means of the Spearman rank correlation coefficient method. A significant relationship was found among the spores atmospheric levels, maximum and minimum temperature and relative humidity, positive with temperatures and negative with humidity.

• Material y métodos

Los datos sobre la presencia atmosférica de esporas fúngicas, durante el año 2000, proceden de la estación de Ciudad Universitaria (40°27' N, 3°45' W, 637 m.a.s.l.) perteneciente a la Red Palinológica de la Comunidad de Madrid (ARÁNGUEZ & ORDÓÑEZ, 2001), que genera la información aerobiológica para la zona noroeste de la capital. El campus universitario y las zonas próximas, aunque de carácter urbano, albergan extensos parques y zonas ajardinadas, con predominio de árboles ornamentales y céspedes urbanos. Biogeográficamente pertenece a la región mediterránea y al piso bioclimático Meso-Mediterráneo (RIVAS-MARTÍNEZ, 1987).

Las muestras se han recogido con un captador de tipo Hirst (Burkard), situado en la terraza de la Facultad de Farmacia, a 18 metros de altura. El procedimiento seguido para la toma de muestras y el montaje de las mismas, ha sido el recomendado por la Red Española de Aerobiología (DOMÍNGUEZ & al., 1991).

Se han identificado al microscopio óptico los distintos tipos de esporas presentes y se han cuantificado las variaciones diarias de Esporas totales y de conidios de *Alternaria* y de *Cladosporium*. Los resultados se expresan en número de esporas/m³. Elegimos *Alternaria* y *Cladosporium* por su alergenicidad (RESANO & al., 1998) y para poder comparar nuestros datos con los ya publicados sobre otras ciudades españolas (INFANTE & al., 2000a y 2000b). También hemos comparado los datos de presencia atmosférica de esporas y de polen en la misma estación durante el mismo año.

Para la identificación de los tipos morfológicos de esporas hemos consultado principalmente las publicaciones generales de BARNETT & HUNTER (1972), NILSSON (1983) y GRANT SMITH (1990). Para la terminología botánica hemos seguido a FONT QUER (1953).

La información meteorológica utilizada para estudiar la correlación entre los niveles atmosféricos de esporas y algunos factores meteorológicos nos ha sido suministrada por el Instituto Nacional de Meteorología y procede de la estación de Ciudad Universitaria, muy próxima al

captador. El análisis estadístico se ha efectuado mediante el cálculo de las correlaciones de rangos de Spearman entre:

1. Datos diarios de las tres variables aerobiológicas (concentración media de Esporas totales, de *Alternaria* y de *Cladosporium*) y de cuatro variables meteorológicas (precipitación, humedad relativa media y temperaturas máxima y mínima).
2. Valores medios semanales de las mismas variables.
3. Valores medios semanales de las tres variables aerobiológicas y valores medios de la semana anterior en el caso de las variables meteorológicas.

• Tipos morfológicos identificados

Los tipos de esporas identificados en este trabajo son aquellos cuya morfología característica se aprecia directamente al microscopio óptico en las muestras diarias procedentes del captador Burkard. El símbolo que acompaña a cada uno (* ocasional, ** frecuente, ***permanente) expresa nuestras observaciones sobre su grado de presencia atmosférica. El dato sobre alergenicidad (A) procede de la bibliografía (Tabla II). Obviamente, dada la imposibilidad de identificar todas las esporas utilizando solo un método de estudio (NIKKELS, 1996), resta un porcentaje de esporas sin identificar que no corresponde a los tipos más frecuentes ni más abundantes en Madrid.

Los tipos de esporas fúngicas pueden corresponder a táxones de rango muy diverso, en la mayoría de los casos al género, en algunos a la familia (Xylariaceae) y en otros a la clase (Myxomycetes). Como ya hemos comentado, las esporas unicelulares de tamaño menor de 10 µm, que son muy frecuentes en las preparaciones microscópicas, son de difícil identificación a nivel taxonómico inferior al de familia, por eso nos referimos a Aspergillaceae, incluyendo en este tipo esporal los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*. Diversas especies de ambos géneros ha sido identificadas en Madrid, mediante cultivo, por RAMÍREZ & MARTÍNEZ (1980) y MUÑOZ & al. (1988).

Tabla II	
Tipos morfológicos identificados: * ocasional, ** frecuente, *** permanente, (A) alergénico	
MYXOMYCETES sp. pl. **	DEUTEROMYCETES (=Fungi Imperfecti =Hongos mitospóricos) Alternaria *** A Arthrinium * Aspergillaceae (incl. Aspergillus & Penicillium)*** A Botrytis * Cercospora * Cladosporium *** A Curvularia * A Drechslera *** A Epicoccum ** A Helminthosporium ** Nigrospora * A Oidium * Passalora * Polythrincium ** Septonema * Spondilocladiella * Stemphyllium ** A Torula * A
OOMYCETES Plasmopara *	
BASIDIOMYCETES Bovista* Coprinus * Ganoderma * Puccinia ** Tilletia ** Ustilago *** A	
ASCOMYCETES Chaetomium ** A Leptosphaeria ** A Pleospora ** Sporormiella* Xylariaceae* A	

• **Variaciones diarias de esporas totales, de Alternaria y de Cladosporium**

En el año 2000, el total anual de esporas fue de 128.973, con una media diaria de 355,29 esporas/m³, cifra muy próxima a las 374 esporas/m³ de media diaria obtenida por PAYA VINCENS (1983). El máximo correspondió al mes de mayo (3.335 esporas/m³ el día 22), con otro periodo

de cantidades elevadas en otoño-invierno. Al comparar los registros de esporas con los de granos de polen, se aprecia que las primeras son mucho más abundantes que el polen, siendo el total anual de polen inferior a la mitad del total anual de esporas. Por otra parte, el polen desaparece casi por completo durante el invierno (tablas III y IV; fig. 1).

Tabla III					
Resultados principales de los recuentos de esporas fúngicas y polen en la Ciudad Universitaria durante el año 2000					
PARTÍCULAS	Total anual	Valor medio anual	Pico	Fecha del pico	N.º días concentración superior a la media
Alternaria	6.194	17,06	218	17/05	111
Cladosporium	62.777	17,94	2.884	22/05	85
Esporas totales	128.973	355,29	3.335	22/05	107
Polen total	46.706	129,00	1.479	22/03	85

El total anual de esporas del tipo *Alternaria* fue de 6.194 esporas/m³, con una media diaria de 17,06 esporas/m³. La fecha en que se alcanzó el valor máximo fue el 17 de mayo. Los días que excedieron el valor medio fueron 111. La presencia de esporas de *Alternaria* (que representan el 5% de las totales) fue constante a lo largo de todo el año, los meses de mayor incidencia fueron mayo y junio, y los de menor, enero y febrero (tablas III, V, VII, figs. 2 y 3). Estos resultados pudieran proporcionar una explicación a la observación publicada por VIGARAY (1997) de que algunos pacientes sensibilizados a *Alternaria* mantenían los síntomas en invierno, ya que también en esta época están presentes los conidios de *Alternaria*,

aunque su concentración atmosférica sea baja.

El total anual de esporas del tipo *Cladosporium* fue de 62.777 esporas/m³, con una media diaria de 172,94 esporas/m³. La fecha en que se alcanzó el valor máximo de 2.884 esporas /m³, fue el 22 de mayo. Los días que excedieron el valor medio fueron 85. La presencia de estos conidios es constante a lo largo del año, las concentraciones mayores se produjeron en primavera y las menores durante los meses invernales (tablas III, VI, VII, figs. 2 y 3). Representan el 49% del total de esporas, siendo por tanto el tipo más abundante en nuestra atmósfera, tal como había sido observado por los autores anteriormente citados.

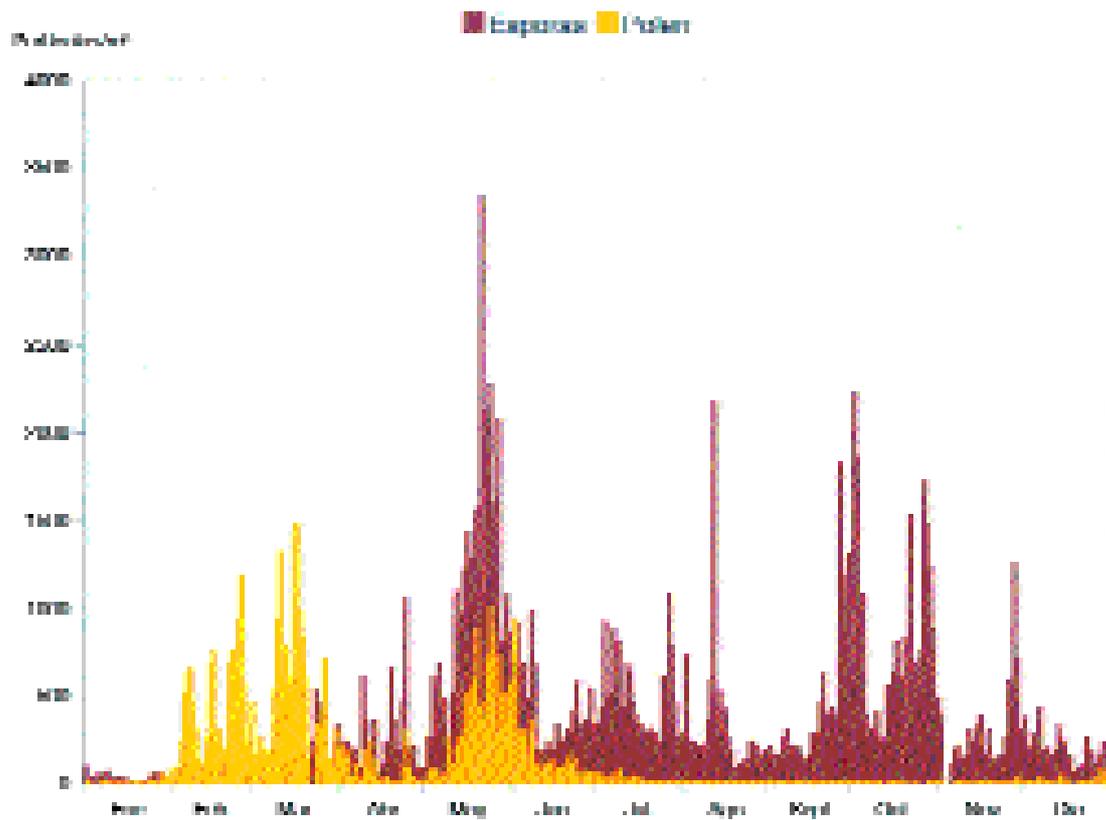


Figura 1.-Polen total y esporas totales.

Tabla IV

Resultados de los recuentos diarios de esporas totales en la Ciudad Universitaria durante el año 2000

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
1	84	5	78	343	84	849	227	233	125	583	495	313
2	99	50	86	231	86	685	333	294	199	2.223	393	372
3	15	41	67	125	264	596	326	730	151	1.862		190
4	28	44	71	235	181	907	432	190	73	676		197
5	48	34	37	102	603	596	918	244	168	1.082		279
6	50	30	73	199	266	674	408	229	112	389	104	248
7	48	48	45	188	687	462	497	199	248	257	175	441
8	60	123	28	84	309	486	886	158	305	320	214	184
9	69	31	22	84	473	974	531	220	151	231	132	162
10	73	60	41	611	190	693	814	45	205	400	123	197
11	32	26	37	359	264	175	393	356	199	246	162	164
12	19	32	32	233	512	37	432	585	205	205	300	127
13	30	89	212	214	1.093	184	672	2.164	153	246	229	177
14	35	60	37	361	816	194	624	251	84	557	184	322
15	32	95	2	30	968	244	456	521	134	497	324	246
16	41	78	35	60	1.216	181	391	261	158	624	376	231
17	17	67	54	110	1.421	119	283	421	283	814	168	171
18	13	45	71	233	1.082	337	337	257	283	596	121	156
19	4	48	43	229	1.283	197	276	184	285	613	307	58
20	6	71	132	652	1.564	235	227	84	447	823	145	54
21	0	104	121	359	1.004	268	320	39	629	248	104	73
22	4	67	32	192	3.335	313	235	112	395	1.536	145	97
23	4	39	244	93	1.074	294	281	95	259	577	153	93
24	13	37	540	471	2.119	419	229	130	426	693	48	261
25	28	24	462	1.048	2.268	572	119	89	261	516	257	69
26	67	76	268	207	1.534	335	598	244	376	754	590	173
27	37	37	246	188	1.601	153	341	227	1.814	1.715	527	106
28	58	24	54	218	2.080	356	1.074	199	868	1.484	1.244	93
29	52	28	89	60	788	309	778	73	1.184	1.220	698	158
30	9		52	93	797	544	447	151	1.309	875	218	240
31	19		238		1.074		264	175		447		80
	1.097	1.513	3.549	7.614	31.035	12.390	14.148	9.161	11.491	23.311	7.934	5.730

Tabla V

Resultados de los recuentos diarios de Alternaria en la Ciudad Universitaria durante el año 2000

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
1	6	0	17	30	13	112	19	28	11	17	6	2
2	11	9	2	50	2	73	15	24	24	19	19	6
3	0	7	9	19	17	76	17	67	11	35		0
4	2	9	9	0	48	149	17	11	9	26		6
5	2	3	4	0	32	54	15	19	6	58		2
6	0	3	4	0	19	56	32	19	15	24	6	11
7	4	3	2	9	9	48	24	4	15	2	0	35
8	2	6	2	17	48	58	32	17	17	6	2	0
9	6	4	0	9	15	112	13	9	30	6	2	0
10	11	11	0	43	6	58	24	2	22	15	2	2
11	0	1	2	26	15	15	11	26	15	15	2	4
12	0	2	2	15	26	0	9	28	4	2	9	4
13	0	0	6	11	52	2	32	32	15	4	6	6
14	6	2	6	50	30	19	19	9	6	4	0	13
15	2	4	0	2	48	13	11	13	9	13	2	9
16	0	11	0	2	56	26	22	32	0	15	9	11
17	0	9	6	4	218	19	32	30	11	17	0	0
18	0	4	2	6	52	45	6	19	24	24	2	4
19	0	4	11	9	52	30	6	4	24	35	19	0
20	0	6	50	11	56	30	9	9	9	17	0	4
21	0	11	32	9	125	43	4	4	6	0	2	11
22	0	6	9	17	39	37	9	11	9	9	9	11
23	0	6	22	4	19	19	32	4	13	11	4	0
24	0	13	22	19	84	32	9	13	22	11	0	13
25	0	6	19	22	76	60	4	13	15	9	4	4
26	13	2	15	2	37	50	9	13	24	9	0	4
27	9	4	24	9	71	22	13	9	15	22	4	6
28	0	4	6	19	73	28	32	6	24	37	22	0
29	0	9	13	9	30	13	45	6	13	13	24	11
30	2		6	9	28	56	15	11	26	19	4	41
31	0		32		37		15	9		11		0
	78	163	337	432	1.434	1.359	555	503	443	505	162	222

Tabla VI

Resultados de los recuentos diarios de Cladosporium en Ciudad Universitaria durante el año 2000

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
1	17	0	4	212	22	575	41	95	41	350	117	114
2	4	32	13	93	24	1.093	56	130	76	1.823	117	143
3	2	17	4	45	123	836	32	436	95	1.374		32
4	11	11	9	186	37	348	48	89	30	337		63
5	9	13	15	50	419	1.210	475	134	63	471		76
6	11	13	15	99	102	609	110	84	32	216	35	54
7	13	14	6	93	367	393	233	108	76	48	32	136
8	13	39	2	13	145	384	281	41	48	147	35	39
9	6	9	2	41	397	458	231	60	50	48	37	43
10	6	23	9	410	138	611	257	22	60	190	50	35
11	4	15	9	184	69	22	216	89	56	58	69	39
12	4	6	9	76	359	24	242	372	22	91	145	56
13	2	15	11	45	460	58	413	2.002	37	108	71	22
14	4	15	0	91	430	138	326	134	9	145	80	168
15	9	41	0	2	283	181	201	378	60	227	162	143
16	6	28	0	11	266	266	214	108	24	454	147	112
17	4	4	4	24	296	257	50	179	65	428	67	54
18	2	9	2	58	534	212	89	114	117	251	48	56
19	2	6	2	78	482	162	97	69	52	207	73	24
20	2	17	13	372	598	158	45	6	335	207	80	19
21	0	9	48	216	302	52	73	11	553	28	24	39
22	2	13	4	37	2.884	91	50	45	207	1.387	56	48
23	0	9	136	45	715	117	32	24	112	380	86	32
24	2	4	400	151	1.128	184	63	22	194	408	0	28
25	2	4	285	428	495	175	41	19	63	255	132	17
26	9	4	194	130	480	114	367	95	69	320	363	65
27	4	6	151	97	840	43	125	127	48	687	147	41
28	11	0	13	67	836	84	737	67	318	788	957	13
29	11	9	22	13	225	69	460	28	970	305	335	54
30	0		28	50	298	99	264	37	1.076	521	125	26
31	2		149		484		134	117		99		50
	177	386	1.560	3.415	14.234	9.022	6.003	5.242	4.955	12.355	3.588	1.840

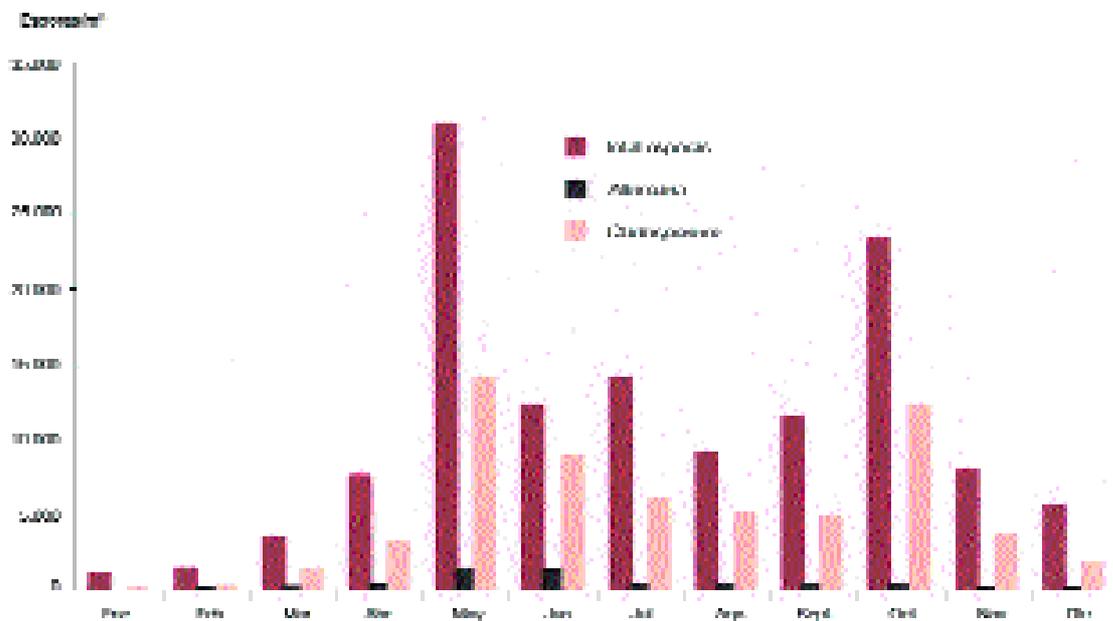


Figura 2.–Suma mensual de las concentraciones diarias de esporas totales de Alternaria y de Cladosporium.

Tabla VII				
Suma mensual de esporas totales de <i>Alternaria</i> , <i>Cladosporium</i> y de polen durante el año 2000				
Año 2000	Esporas totales	<i>Alternaria</i>	<i>Cladosporium</i>	Polen
Enero	1.097	78	177	213
Febrero	1.513	163	386	11.072
Marzo	3.549	337	1.560	14.841
Abril	7.614	432	3.415	2334
Mayo	31.035	1.434	14.234	10.687
Junio	12.390	1.359	9.022	5.623
Julio	14.148	555	6.003	807
Agosto	9.161	503	5.242	324
Septiembre	11.491	443	4.955	175
Octubre	23.311	505	12.355	88
Noviembre	7.934	162	3.588	104
Diciembre	5.730	222	1.840	438
Total año	128.973	6.194	62.777	46.706

Los estudios sobre presencia atmosférica de *Alternaria* en otras ciudades españolas (tabla VIII) dan valores medios de 18,82 esporas/m³ en Barcelona, 37,53 esporas/m³ en

Córdoba, 38,04 esporas /m³ en Granada, 9,55 esporas/m³ en León y 6,03 esporas/m³ en Orense. Los valores de Madrid, 17,06, son próximos a los de Barcelona.

Tabla VIII					
Datos comparativos con las ciudades de referencia. Tomados de INFANTE & al. (2000a y 2000b)					
Ciudades	Temperatura media (°C)	Pp anual (mm)	Medias diarias Cladosporium	Medias diarias Alternaria	Años
Barcelona	16,5	595	337,02	18,82	1995-98
Córdoba	18,0	600	991,29	37,53	1993-97
Granada	15,0	400	690,60	38,04	1994-98
León	10,0	550	513,78	9,55	1994-95 y 98
Orense	14,0	818	493,99	6,02	1993-96
Madrid	14,7	463	172,94	17,06	2000

Comparando las concentraciones atmosféricas de *Cladosporium* registradas en otras ciudades españolas (tabla VIII) observamos que las menores concentraciones se produjeron en Bar-

celona con una media de 337,02 esporas/m³ y las más altas en Córdoba con 991,29 esporas/m³. La máxima concentración diaria fluctuaba entre los 49.536 conidios de Córdoba en 1996 y los 2.607

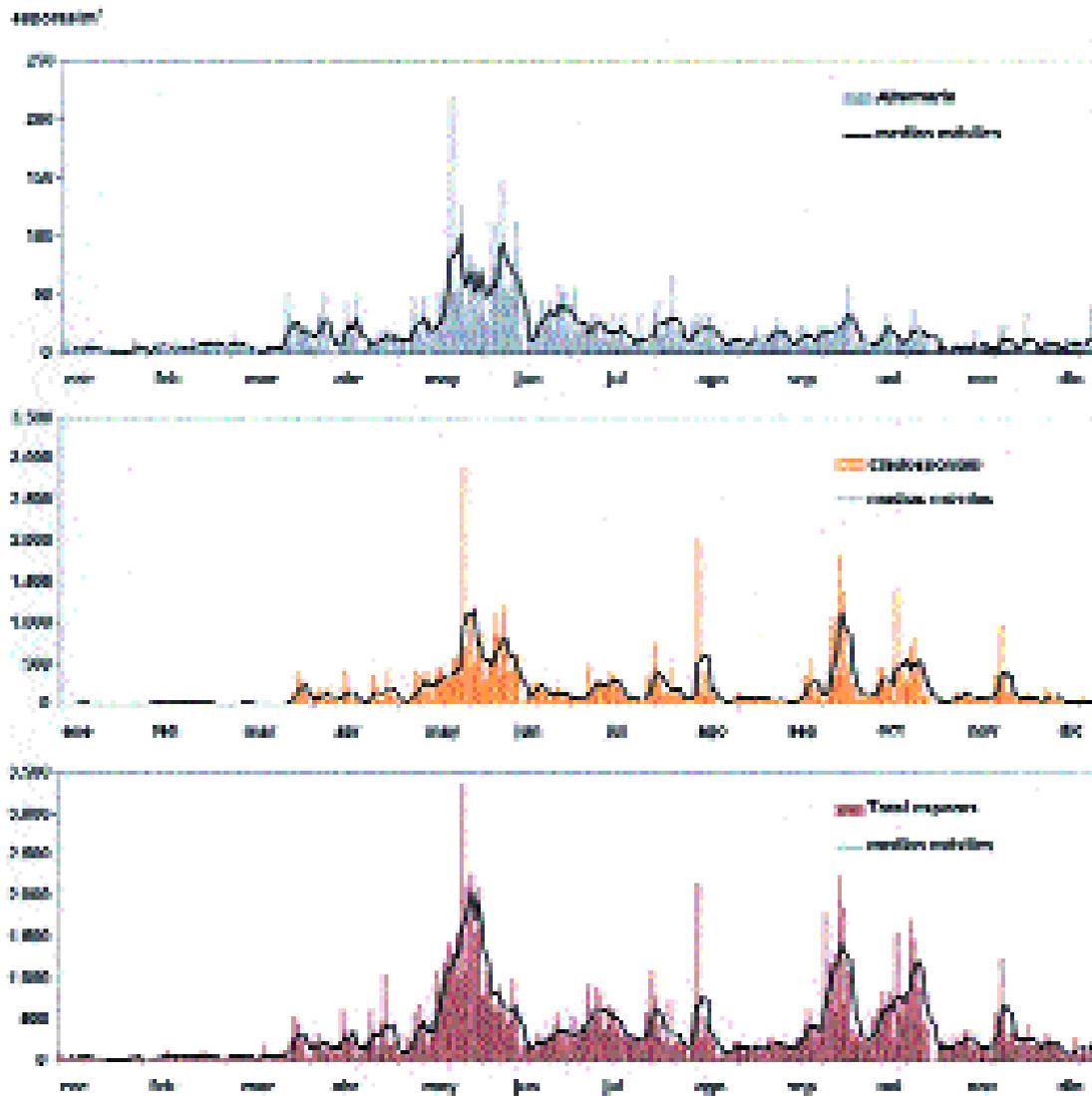


Figura 3.—Concentraciones medias diarias y línea de tendencia (medias móviles de cinco días) de Alternaria, de Cladosporium y de esporas totales

de Barcelona el mismo año. En cuanto a la estacionalidad, Barcelona es la que refleja variaciones mucho menores de las concentraciones de *Cladosporium* a lo largo del año, ya que en León u Orense las variaciones fueron mayores, con valores invernales muy bajos. Nuestros resultados, aunque las concentraciones son menores, muestran un patrón estacional similar al de estas dos últimas ciudades.

De estos datos parece deducirse que en la atmósfera de los grandes núcleos urbanos, como Barcelona y Madrid, hay menos esporas de *Cladosporium* que en la atmósfera de ciudades más pequeñas y con un entorno próximo de carácter rural como es el caso de Córdoba o Granada.

- **La influencia de los factores meteorológicos**

En la fig. 4 se representan las concentraciones medias semanales de las variables aerobiológicas consideradas en este estudio y los valores medios semanales de temperatura máxima y mínima, así como la precipitación total semanal. En ella puede verse que en verano, con ausencia de precipitaciones y temperaturas elevadas, la concentración de esporas es menor que en primavera y otoño. La menor presencia atmosférica de esporas se produjo en los meses invernales, semanas 1-10, periodo en el que apenas hubo precipitaciones y las temperaturas fueron muy bajas, las mínimas por debajo de cero grados.

Los resultados del cálculo de las correlaciones de rangos de Spearman de las tres variables aerobiológicas con las cuatro variables meteorológicas, en los tres casos planteados en la metodología, aparecen recogidos en la Tabla IX. Aunque en todos los casos los resultados muestran un patrón similar, se observa una mayor correlación con las variables meteorológicas de la semana anterior. Esta correlación es positiva en el caso de las temperaturas y negativa para la humedad relativa, variables meteorológicas mutuamente dependientes. El coeficiente de correlación mayor es el de los datos semanales medios de *Alternaria* y la media de las temperaturas mínimas de la semana anterior, con un valor de 0,731 y un nivel de significación de $p < 0,0001$. La correlación con la precipitación no es significativa, salvo en el caso de las concentraciones atmosféricas de *Cladosporium* y las precipitaciones de la semana anterior, que resulta positiva.

Estos resultados, aunque insuficientes por corresponder a un año únicamente, concuerdan, en líneas generales, con los de los numerosos estudios que abordan la relación entre los factores meteorológicos y la presencia atmosférica de *Alternaria* (HJELMROOS, 1993; HASNAIN, 1993; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ & al., 1993; GONZÁLEZ MINERO & al., 1994; MUNUERA & al., 1995; HERRERO & ZALDÍVAR, 1997; MUNUERA & al., 2001). En todos ellos se pone de manifiesto la importancia de la temperatura y la humedad relativa en la emisión y dispersión atmosférica de las esporas fúngicas.

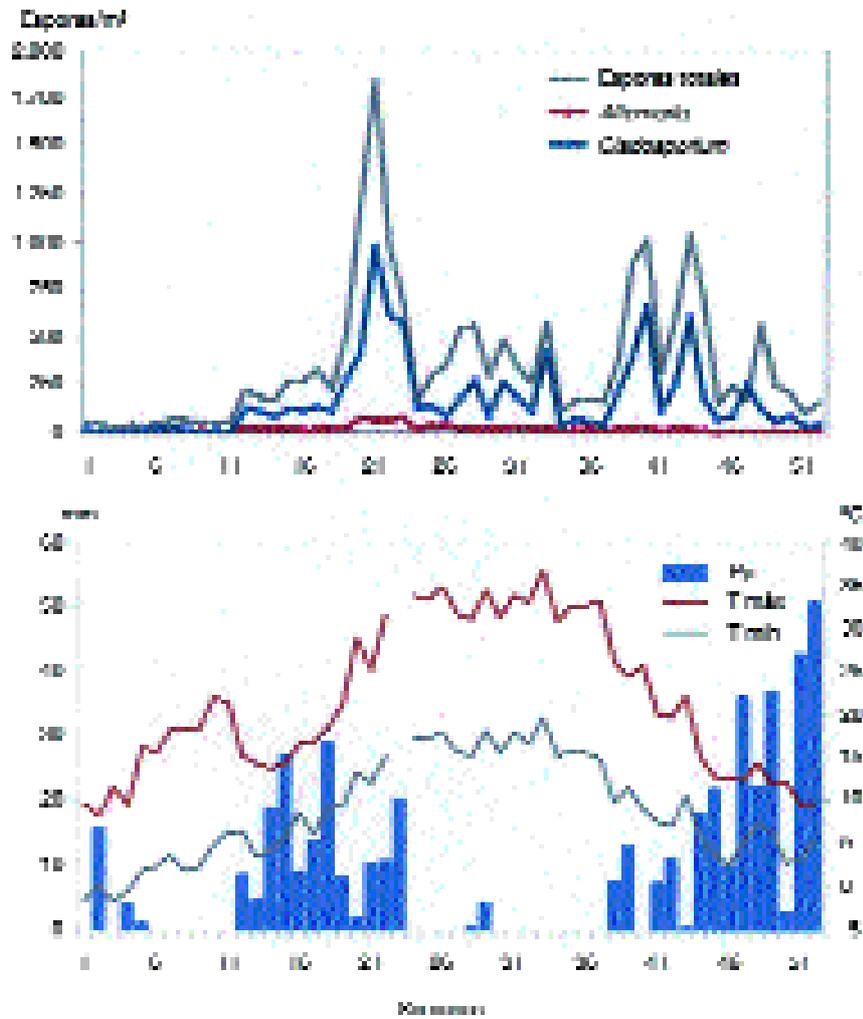


Figura 4.—Concentraciones medias semanales de esporas totales, Cladosporium y Alternaria y datos meteorológicos semanales [media de la temperatura máxima (T máx), media de la temperatura mínima (T mín), precipitación ttotal semanal (Pp)]

Tabla IX									
Coeficientes de correlación de Spearman. Aparecen reflejados los coeficientes calculados, el grado de probabilidad y el número de observaciones. Pp , precipitación; Hum. rel , humedad relativa media; T. max , temperatura máxima; T. mín , temperatura mínima									
	Datos diarios			Datos semanales			Variables meteorológicas de la semana anterior		
	Alt/m³	Clad/m³	Total/m³	Alt/m³	Clad/m³	Total/m³	Alt/m³	Clad/m³	Total/m³
Pp	0.06262 0.2406 353	0.05530 0.3001 353	0.08779 0.0996 353	-0.01135 0.9364 52	0.18715 0.1840 52	0.17441 0.2162 52	0.05415 0.7059 51	0.26600 0.0592 51	0.19830 0.1630 51
Hum. rel	0.36399 <0.0001 353	-0.22105 <0.0001 353	-0.23311 <0.0001 353	-0.49997 0.0002 52	-0.25775 0.0651 52	-0.28666 0.0394 52	-0.52984 <0.0001 51	-0.31508 0.0243 51	-0.35825 0.0098 51
T. max.	0.52131 <0.0001 349	0.42256 <0.0001 349	0.44920 <0.0001 349	0.63542 <0.0001 52	0.47161 0.0004 52	0.50031 0.0002 52	0.64930 <0.0001 51	0.46914 0.0005 51	0.54671 <0.0001 51
T. mín.	0.57944 <0.0001 349	0.51477 <0.0001 349	0.54195 <0.0001 349	0.70807 <0.0001 52	0.60178 <0.0001 52	0.63240 <0.0001 52	0.73133 <0.0001 51	0.60232 <0.0001 51	0.66700 <0.0001 51

CARACTERÍSTICAS GENERALES Y MORFOLOGÍA DE LAS ESPORAS

• Ordenación sistemática

La ordenación sistemática del conjunto de los hongos es una cuestión sumamente controvertida. Las divergencias entre los diversos autores son numerosas y afectan sobre todo a las categorías de mayor rango, incluida la inicial. Así, los organismos tradicionalmente llamados hongos fueron considerados por primera vez un reino independiente (Fungi) por WHITTAKER (1969). Por tratarse de una cuestión que excede a nuestros objetivos, no entramos en los diferentes planteamientos y presentamos los tipos morfológicos de esporas identificados ordenados según los criterios de la 9.^a edición del "Dictionary of the Fungi" de AINSWORTH & BISBY (2001), que se apoya en los últimos avances del conocimiento sobre la ultraestructura, la bioquímica y la biología molecular de estos organismos.

En primer lugar aparecen los mixomicetes (hongos plasmodiales o mucilaginosos) que se caracterizan por presentar una fase vegetativa de vida libre (fig. 5) constituida por una masa plasmática plurinucleada (plasmodio), que puede desplazarse sobre el sustrato y que se nutre por ingestión de partículas orgánicas (fagotrofia). Los plasmodios diferencian esporocarpos, que contienen numerosas esporas unicelulares de paredes celulósicas o quitinosas, que son relativamente frecuentes en la atmósfera.

A continuación aparece el género *Plasmodium* perteneciente a los Oomycota, que son organismos terrestres o acuáticos, saprófitos o parási-

tos (muchos de ellos de cultivos económicamente importantes) con talo unicelular o micelio de hifas cenocíticas, sin tabiques y con paredes celulares de glucano-celulosa. Producen células reproductoras flageladas, zoósporas con flagelos desiguales. En la atmósfera pueden aparecer los esporangios, que se diseminan por el viento como los conidios de otros hongos. En la obra de referencia se incluyen en el reino Chromista por los caracteres mencionados.

La mayoría de las esporas identificadas pertenecen al grupo de los Deuteromycotina (hongos imperfectos, hongos mitospóricos), que reúne un elevado número de hongos (aproximadamente 15.000 especies) de importancia económica y sanitaria y que tienen en común la aparente falta de reproducción sexual.

Es un grupo artificial, polifilético, que no se considera como una categoría taxonómica de rango determinado. Se trata de un conjunto heterogéneo en el que se sitúan algunos hongos levaduriformes, además de micelio estéril y todos los hongos con hifas septadas, pero sin estructuras reproductoras sexuales, que se multiplican activamente mediante esporas asexuales originadas por mitosis y denominadas conidios (figs. 6-B y 7).

Sin embargo, resulta bastante claro, por la morfología de las hifas septadas y de las formas conidiales, que la mayor parte de los hongos mitospóricos representan los estados o fases no sexuales (anamorfos) de hongos cuyos estados

de reproducción sexual (teleomorfos) son característicos de Ascomycotina y Basidiomycotina (fig. 6-A). En varias especies se han observado recientemente etapas sexuales típicas de ascomicetos.

Los hongos imperfectos se dividen en grupos de inferior categoría, atendiendo principalmente a caracteres morfológicos, sobre todo de los conidios (septación, forma, tamaño, color) y al proceso de formación de los mismos (ontogenia).

El resto de esporas identificadas pertenecen a una de las dos divisiones de hongos, Ascomycota o Basidiomycota. El grupo de los ascomicetos es el más numeroso de los hongos, con representantes saprófitos, parásitos y simbiontes de raíces (micorrizas) y algas (líquenes). Se caracterizan principalmente por los esporangios de tipo asco (meyosporangios en cuyo interior se forman generalmente de cuatro a ocho ascósporas que son meyósporas endógenas).

Los basidiomicetos se caracterizan por la presencia de basidios, meyosporangios que originan de modo exógeno cuatro basidiósporas, unidas al esporangio por los esterigmas (figs. 8, 9 y 10). Son muy conocidos los Agaricales por sus cuerpos fructíferos característicos (setas).

Reino Protozoa

División Myxomycota

Clase Myxomicetes

Reino Chromista

División Oomycota

Clase Oomycetes

Orden Peronosporales

Familia Peronosporaceae

Plasmopara J.Schröt.

Reino Fungi

Deuteromycotina (Fungi imperfecti, hongos mitospóricos)

Clase Hyphomycetes

Orden Hyphomycetales

Amerosporous genera

Aspergillus Link/Penicillium Link

Cladosporium Link

Botrytis P. Micheli ex Pers.

Arthrinium Kunze

Nigrospora Zimm.

Oidium Link

Dyctyosporous genera

Alternaria Nees

Stemphylium Wallr.

Epicoccum Link

Polythrincium Kunze

Passalora Fr.

Phragmosporous genera

Cercospora Fresen.

Curvularia Boedijn

Drechslera S. Ito

Helminthosporium Link

Passalora Fr.

Torula Pers.

Septonema Corda

Spondylocladiella Linder

División Ascomycota

Clase Ascomycetes

Orden Sphaeriales

Familia Melanosporaceae

Chaetomium Kunze

Familia Xylariaceae

Orden Pleosporales

Familia Pleosporaceae

Leptosphaeria Ces. & De Not.

Pleospora Rabenh. Ex Ces. & De Not.

Familia Sporormiaceae

Sporormiella De Not.

División Basidiomycota

Clase Teliomycetes

Orden Uredinales

Familia Pucciniaceae

Puccinia Pers.

Orden Ustilaginales

Familia Tilletiaceae

Tilletia Tul. & C. Tull.

Familia Ustilaginaceae

Ustilago (Pers.) Roussel

Clase Hymenomycetes

Orden Aphyllophorales

Familia Ganodermataceae

Ganoderma P. Karst.

Orden Agaricales

Familia Coprinaceae

Coprinus Pers.

Clase Gasteromycetes

Orden Lycoperdales

Familia Lycoperdaceae

Bovista Pers.

• Descripciones e ilustraciones

Alternaria

Anamorfo de *Lewia*.

El género *Alternaria* incluye alrededor de 50 especies ubiquistas, cosmopolitas, ampliamente distribuidas sobre todo en las regiones templadas. Las más comunes son *A. alternaria*, *A. triticina*, *A. brassicae*, *A. cucumerina*, *A. dendritica* y *A. solani*.

Conidios (esporas) muy característicos, que se forman en el ápice de las células conidiógenas. Tamaño de 10-50 x 5-14 µm, que frecuentemente presentan un apéndice apical simple o dividido (de longitud hasta 20 µm), de forma general variable, elíptica u ovoide, a menudo rostrada, típicamente con septos transversales y longitudinales, frecuentemente también oblicuos (*Dictyospora*). Paredes gruesas con la superficie lisa o verrucosa, de color marrón pálido u oscuro. A menudo con una pequeña cicatriz en la base. Diferente número de células según la especie (láms. 1-3).

Hongos generalmente saprófitos o parásitos sobre muchos tipos de plantas hortícolas y sobre otros substratos, como papel, cuero, tapicerías, etc. Algunas especies pueden descomponer azúcares, pectina y lignina, así como contaminar los alimentos con micotoxinas.

Alergénico, parece ser que *Alternaria* actúa sinérgicamente con otros hongos y con el polen de gramíneas, con los cuales comparte antígenos.

Se ha observado su presencia durante todo el año con máximos durante los meses de mayo-junio, aunque siempre en pequeñas cantidades diarias.

Arthrimum

Anamorfo de *Apiospora*.

Conidios que se forman de uno en uno, con una pequeña cicatriz basal. Unicelulares, de 15-18 x 10 µm de tamaño, ovoides, cuspidados, fusiformes, a menudo con un surco germinal longitudinal en cuyo extremo se sitúa la cicatriz (recuerda un grano de café). Superficie lisa, color marrón oscuro (láms. 4).

Hongos saprófitos sobre restos vegetales

Se han observado esporas de *Arthrimum* de abril a junio y de julio a septiembre.

Aspergillus

Anamorfo de *Eurotium*, *Neosartorya*, *Emericella*.

El género consta de unas 170 especies ubiquistas, cosmopolitas. Las más frecuentes en las muestras aéreas, entre otras, son: *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. niger*, *A. ochraceus*, *A. terreus*, *A. versicolor*, *A. wentii* (INFANTE, 1992). *Aspergillus* es uno de los tipos más frecuentes en la aereomicoflora de espacios interiores y exteriores, durante todo el año y en todo el mundo.

Cuando se cultiva el hongo aparecen las colonias verde oscuro (*A. glaucus*), marrón (*A. niger*) y marrón dorado (*A. terreus*), amarillo (*A. ochraceus*) o blanco (*A. candidus*). Conidióforos no septados, erectos sobre el micelio, surgiendo de células del micelio de paredes engrosadas y alargadas y terminando en un engrosamiento o vesícula, que puede ser globosa, subglobosa, en forma de bastón o porra, o hemisférica. Las esporas se producen en cadenas basípetas, en los extremos de las células conidiógenas, que tienen forma de botella.

Conidios (esporas) de 3-7 µm de diámetro, unicelulares, esféricos, hialinos o coloreados, lisos o equinados.

Las especies de *Aspergillus* poseen gran variedad de enzimas que les permiten vivir prácticamente sobre cualquier sustrato húmedo. Son frecuentes sobre alimentos, fibras textiles no manufacturadas, cuero, harinas etc. Algunas especies son productoras de micotoxinas (*A. flavus* produce aflatoxina en alimentos mal almacenados). Otras especies son patógenas para el hombre y los animales, ocasionando manifestaciones clínicas genéricamente conocidas como asma bronquial, aspergilosis alérgica broncopulmonar, alveolitis alérgica extrínseca, aspergiloma y aspergilosis invasiva.

Las actividades de las especies de *Aspergillus* no son únicamente destructivas, sino que varias especies se emplean por su gran poder fermentativo con fines comerciales. *A. niger* en la pro-

ducción de ácidos cítrico y glucónico; *A. oryzae* para hacer la bebida japonesa "saké"; *A. fumigatus* productor de un antibiótico.

Se han observado durante todo el año esporas unicelulares de pequeño tamaño, abundantes en todas las preparaciones, algunas de las cuales podrían ser de *Aspergillus* (láms. 5-14).

Botrytis

Anamorfo de *Botryotinia*.

Incluye alrededor de 50 especies, cosmopolitas, cuyas esporas aparecen en la mayoría de las muestras aéreas

Conidióforos erguidos, simples o ramificados, delgados, largos (10-30 μm). Los conidios no forman cadenas, sino que aparecen en grupos, unidos de uno en uno a la célula conidiógena por un corto esterigma.

Las esporas (conidios) son unicelulares (ocasionalmente con 1-2 septos), de 5-10 x 7-18 μm de tamaño, de forma ovoide, elipsoidal o subesférica, con cicatriz basal. Pueden ser hialinos o en algunas especies brillantemente coloreados, de paredes delgadas y superficie lisa (láms. 15-16).

Hongos saprofitos o parásitos importantes de diferentes plantas hortenses (lechugas, tomates, ajos), de ornamentales (peonías, tulipanes) y de algunas frutas (uvas, manzanas, fresas), sobre las que origina el llamado "moho gris". Las especies más frecuentes son: *B. allii*, *B. cinerea*, *B. paeoniae*, *B. tulipae*.

Se han observado esporas de *Botrytis* en las muestras correspondientes al periodo de otoño-invierno.

Bovista

Género de gasteromicetes con unas 46 especies ampliamente distribuidas, que crecen sobre todo en praderas y pastizales. Los cuerpos fructíferos de los gasteromicetes, después de la maduración de las esporas, se rompen o explotan ruidosamente (estas setas se conocen vulgarmente como "cuescos de lobo") liberando enormes masas de esporas.

Basidiósporas de forma esférica u ovoide, de color marrón, que aparecen unidas a un largo pedicelo hialino. Pequeñas, con un diámetro inferior a 5 μm y un pedicelo de hasta 10 μm de largo. Cubierta granulosa o lisa (láms. 17-18 y 86).

Se han observado estas esporas en invierno.

Cercospora

Anamorfo de *Mycosphaerella*.

Hasta 2000 nombres de especies se han incluido en este género, pero muchos de ellos son probablemente sinónimos tal vez debido a que los fitopatólogos tienen tendencia a describir una nueva especie en cada planta parasitada. De distribución muy amplia, muchas de sus especies son parásitas.

Conidióforos oscuros, sencillos, macizos, sobresaliendo del tejido foliar.

Esporas largas, filamentosas, con varias células, superficie lisa, color claro. Tamaño variable en función de los cambios de humedad 25-65 (200 x 4-6 μm) (láms. 19-20).

Parásitos de vegetales como plátanos, tabaco, cacahuetes, remolacha, apio. A la especie *C. cladosporioides* (*Mycocentrospora cladosporioides*) se le atribuye el "emplomado" del olivo, una micosis aérea que en verano ataca las hojas de estos árboles.

Se han observado esporas de *Cercospora* en invierno, primavera y verano.

Chaetomium

Género de ascomicetes, con unas 180 especies de amplia distribución, saprófitas sobre madera, papel húmedo, algodón, sus hifas atacan la pared secundaria de las traqueidas y de las fibras leñosas. Algunas especies producen micotoxinas. Un antibiótico, "chaetomina", se ha aislado de *Ch. cochlioides*.

Ascósporas de color marrón oscuro u oliváceo, con ambos extremos apiculados, cuya forma recuerda la de un limón, sin septos, con la pared

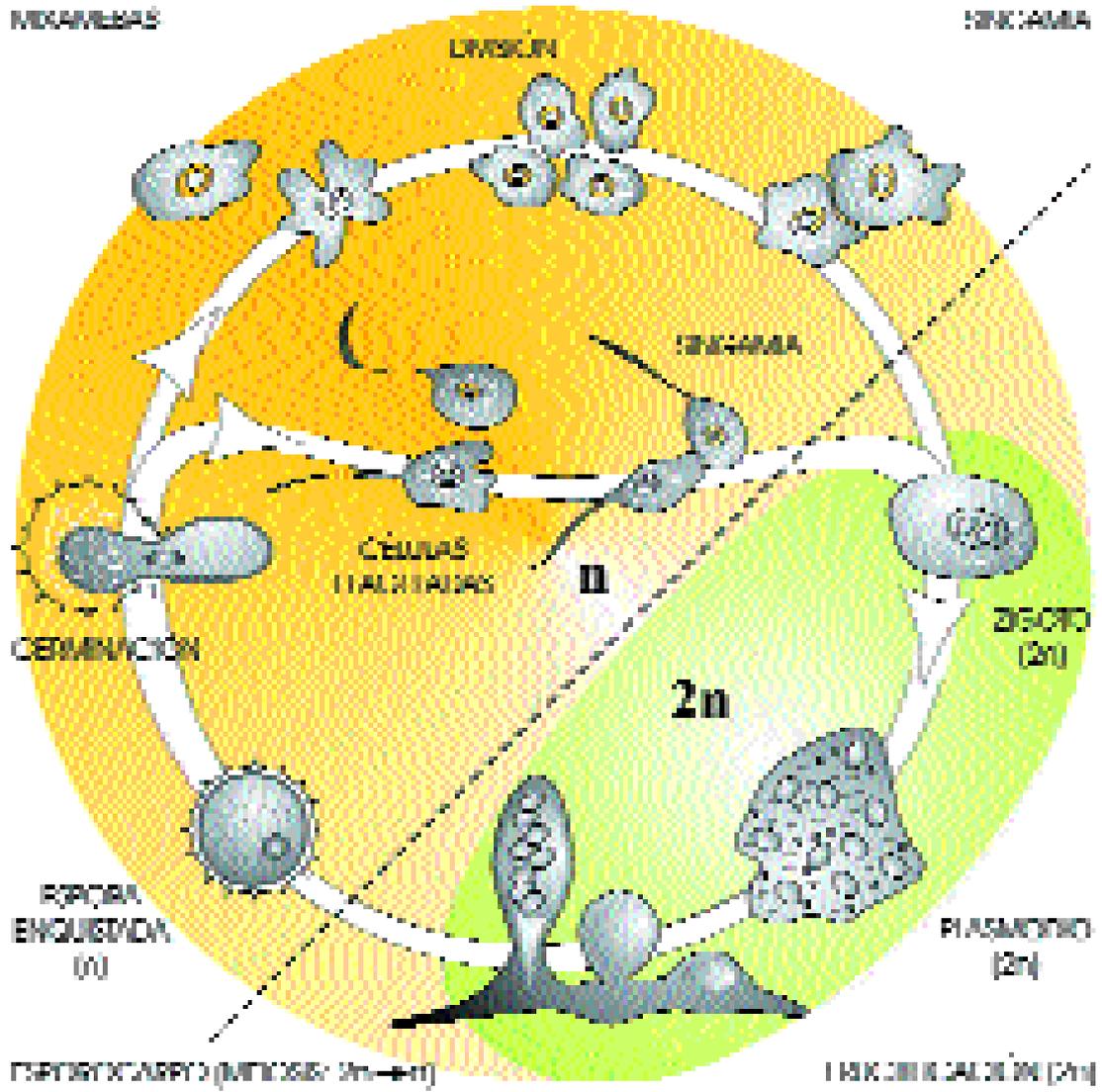


Figura 5.-Ciclo vital de un hongo plasmodial (Myxomycetes).

lisa o ligeramente verrucosa, sin vaina. Tamaño 10-15 x 8-10 μm (láms. 21 y 31).

Se han observado esporas de *Chaetomium* de abril a junio y de julio a septiembre.

Cladosporium

Anamorfo de *Mycosphaerella*.

Las especies del género *Cladosporium* son ubi-
quistas y cosmopolitas. Sus esporas son las más
frecuentes en la atmósfera del exterior de los
edificios. Por la morfología de los conidios se
pueden diferenciar fácilmente las dos especies
más comunes: *C. herbarum* y *C. cladosporioides*.

Los conidios se originan sobre las células con-
diógenas en cadenas acrópetas, a menudo rami-
ficadas, que se separan fácilmente y que suelen
presentar cicatrices claramente protuberantes.

Conidios uni o bicelulares, de forma elipsoidal,
elongada, cilíndrica u oblonga. Pared gruesa con
la superficie claramente verrugosa o equinu-
lada, de color marrón claro o verde oliva.
Tamaño 8-25 x 4-10 μm en *C. herbarum* (láms.
8 y 22-25).

Conidios uni o bicelulares, de forma globosa,
subglobosa, ovoide, o cilíndrica. Pared con la
superficie lisa o muy débilmente verrucosa,
de color hialino a marrón-oliváceo claro. Tamaño
3-15 x 2-6 μm en *C. cladosporioides*
(láms. 26-28).

Generalmente, saprófito o parásito de plantas
muy diferentes, alguna de sus especies puede
descomponer la celulosa, la pectina y la lignina.

Alergénico, está ampliamente descrito como
productor de asma, e incluso de intervenir en
procesos micóticos pulmonares, producir crom-
blastomicosis y lesiones neurotrópicas.

Se ha observado su presencia durante todo el
año muy abundante, aunque algo menos en
invierno.

Coprinus

Género de agaricales con unas 350 especies,
ampliamente distribuidas, saprófitas, que crecen

en los suelos húmicos de bosques y jardines,
sobre excrementos y sobre restos vegetales. Los
basidiocarpos de algunas especies son comesti-
bles cuando jóvenes (*C. comatus*, llamado vul-
garmente "matacandil"), ya que cuando enveje-
cen las laminillas del himenio se desintegran por
delicuescencia, produciendo un líquido negruzco
con aspecto de tinta de escribir.

Basidiósporas asimétricas de color marrón oscu-
ro y tamaño de 7-11 μm unicelulares, de forma
aovada, con un poro germinal. Superficie lisa
(láms. 30-31).

Se han observado esporas de *Coprinus* de abril
a junio.

Curvularia

Anamorfo *Cochliobolus*.

Se incluyen en este género unas treinta espe-
cies, ampliamente distribuidas de hongos pará-
sitos de plantas cultivadas, como el arroz.

Conidióforos erectos, oscuros, sencillos, filamen-
tosos, alguna vez ramificados, de cuyo ápice se
desprenden las esporas.

Esporas más o menos fusiformes, tamaño de
18-32 x 12 μm , típicamente curvadas, de tres a
cinco células, las centrales de mayor tamaño.
Con una cicatriz basal protuberante. Superficie
lisa, de color oscuro (lám. 21).

Se han observado esporas de *Curvularia* desde
abril hasta septiembre.

Drechslera

Anamorfo de *Pyrenophora*.

Es un género ampliamente distribuido, con
especies saprófitas o parásitas de muchos tipos
de plantas, especialmente gramíneas y cereales.
Las más comunes son *D. sativa*, *D. gramínea*,
D. avenacea, *D. bisetata*, *D. cactivora*, *D. pa-
pendorfi*, *D. phlei*, *D. poae*.

Conidióforo recto o flexuoso, liso, marrón, gene-
ralmente sin ramificar, que origina apicalmente
el primer conidio y una vez formado éste, el
conidióforo puede seguir desarrollando conidios,

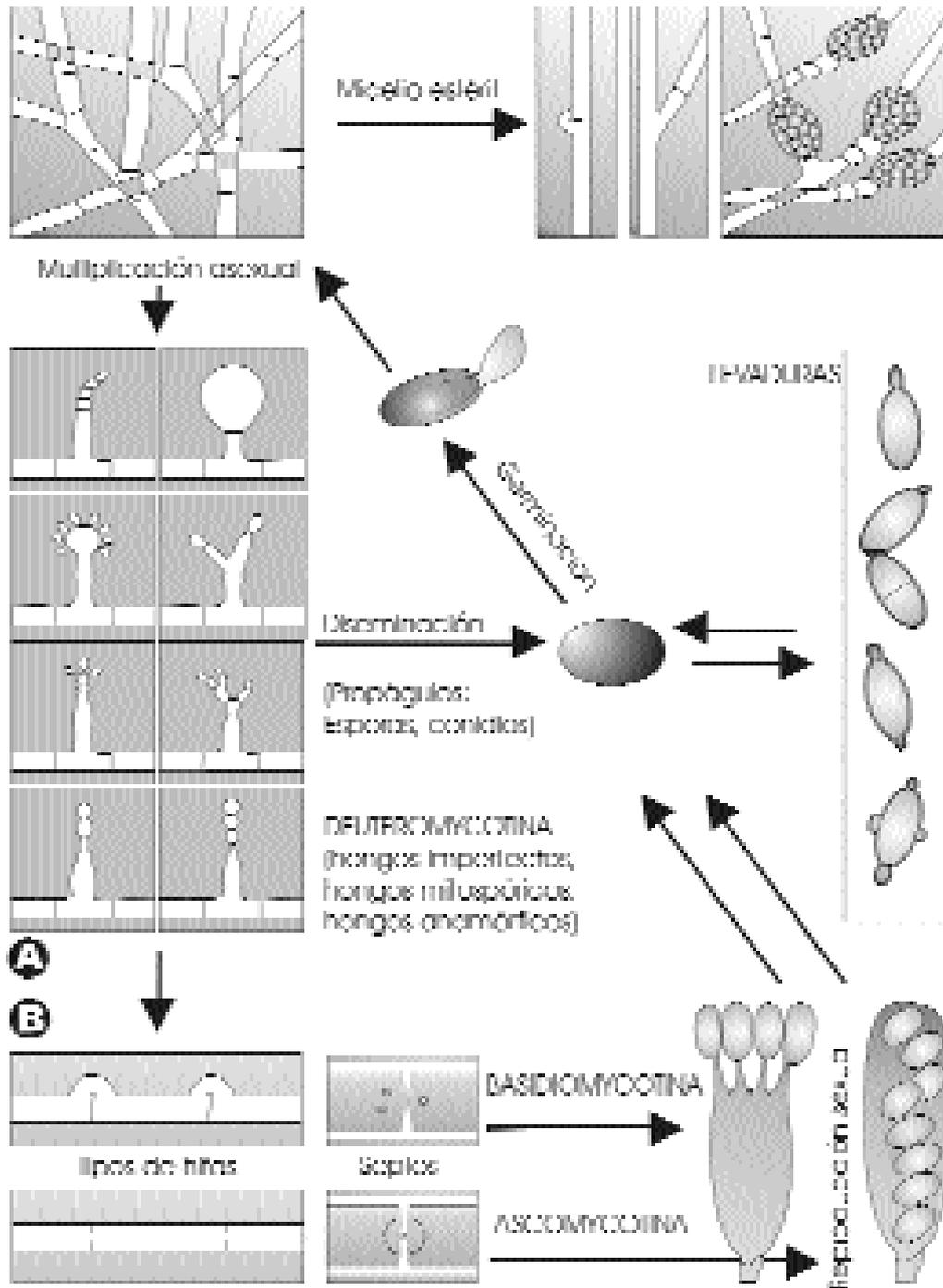


Figura 6.–A: Multiplicación asexual y diseminación de propágulos en hongos mitospóricos o imperfectos. B. Estados fúngicos que producen meyósporas relacionadas con las fases anamorfas (los teleomorfos).

apical o lateralmente, sobre la cicatriz del primero.

Esporas con una cicatriz prominente. Tamaño muy variable, algunas especies pueden sobrepasar las 150 µm de longitud, pero la mayoría tienen un tamaño comprendido entre 50-75 x 5-30 µm. Forma variada: clavada, cilíndrica redondeada en el extremo, elipsoidal, fusiforme. Superficie lisa, raramente verrucosa, de color pajizo, marrón pálido a oscuro o marrón verdoso, algunas células pueden estar desigualmente coloreadas y las células intermedias generalmente más pálidas. Con septos transversales en número variable diferente (2-14) según las especies (láms. 33-35).

Posiblemente alergénico.

Se ha observado su presencia durante todo el año.

Epicoccum

Anamorfo de Ascomycetes

El género incluye especies cosmopolitas, ubiquistas, ampliamente distribuidas y frecuentes en las muestras aéreas. La especie más común es *E. nigrum* (= *E. purpurascens*). Se trata de un invasor secundario extremadamente común de muchos tipos de plantas, muy frecuente sobre maderas en descomposición.

Esporas de forma subsférica o piriforme, multicelulares, con septos entrecruzados, intersectados en más de un plano (*Dictyospora*). Tamaño 15-25 (40) µm de diámetro. Superficie rugosa, con una pared opaca y gruesa de color oscuro o marrón dorado (Láms. 36-39).

Posiblemente alergénico.

Se han observado esporas de *Epicoccum* en los meses de enero a septiembre.

Ganoderma

Género de basidiomicetes, cosmopolita, con unas 50 especies lignícolas, algunas de ellas parásitos importantes de árboles forestales y ornamentales. En la Península Ibérica las espe-

cies más comunes son *G. applanatum* (yesquero aplanado) y *G. lucidum* (pipa, ganoderma brillante). La primera vive parásita sobre árboles caducifolios, hayas sobre todo, por lo que es muy frecuente en la mitad norte y más raramente en la mitad sur. La segunda, que puede vivir parásita sobre una gran variedad de árboles (encinas, robles, sauces, hayas, castaños, etcétera), es común en toda España.

Sobre los troncos y las ramas gruesas de los árboles parasitados, se desarrollan los cuerpos fructíferos (basidiocarpos) que son persistentes, coriáceos, en forma de repisa y pueden alcanzar un diámetro de 50 cm o más. El himenio, en forma de tubos, se desarrolla en su parte inferior y descarga a la atmósfera enormes cantidades de esporas durante un periodo largo, generalmente de mayo a septiembre.

Las esporas, que se forman de modo exógeno en los basidios (basidiósporas), son asimétricas, aovadas o elípticas, truncadas en el ápice. De color marrón y tamaño de 8-14 x 5-8 µm. Con la pared doble, la capa externa hialina rodea a la interna de color marrón y con la superficie foveolada (láms. 40-41).

Se han observado esporas de *Ganoderma* desde julio a septiembre.

Helminthosporium

Anamorfo de Splanchnonema.

El género *Helminthosporium* Link (cf. *Bipolaris*, *Drechslera*) es incluido por algunos autores en *Drechslera*. Reúne unas 20 especies, ampliamente distribuidas, lignícolas. El micelio diferencia conidióforos de longitud variable, septados, simples, más o menos curvados. Conidios (porósporas) que se desarrollan lateralmente, mientras el ápice del conidióforo sigue creciendo.

Esporas (conidios) grandes, de 40-60 x 80-150 µm de tamaño, de forma cilíndrica o elipsoidal, a veces ligeramente arqueadas, con los ápices redondeados, fragmósporas pseudoseptadas, con cicatriz basal prominente. Superficie lisa de color variable, desde subhialina a marrón (láms. 42-44).

Se han observado esporas de *Helminthosporium* durante los meses de abril a diciembre.

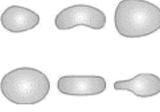
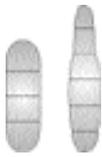
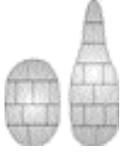
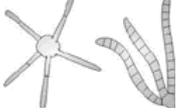
Forma	Septación	Tipo de espora	Color	
			Conidio hialino o brillante (hialo-)	Conidio coloreado y oscuro (feo-)
Elipsoidal	Aseptada	Ameróspora 	Hialóspora	Feóspora
	Monoseptada	Didimóspora 	Hialodidimóspora	Feodidimóspora
	22-multiseptada	Fragmóspora 	Hialofragmóspora	Feofragmóspora
Filiforme	muriforme, septos transversales y longitudinales	Dictióspora 	Hialodictióspora	Feodictióspora
	largas y delgadas	Escolecóspora 		
Helicoidal		Helicóspora 		
Ramificadas		Estauróspora 		

Figura 7.–Principales tipos morfológicos de esporas por su forma, tipo de septación y color.

Leptosphaeria

Teleomorfo de Coniothyrium y Phoma.

Género de ascomicetes con unas 100 especies de amplia distribución.

Ascósporas de color hialino o marrón muy claro, pared lisa, 4-6 células, con septos transversales, algunas veces elongadas, otras con vaina. Tamaño 30-40 x 5-10 µm (láms. 45-48).

Las especies *L. avenae*, *L. maculans*, *L. bondari*, *L. herpotrichoides* viven saprófitas o necrotróficas, sobre hojas y tallos de limoneros, fresas, trigo, etc. Abundante en tiempo lluvioso.

Alergénico.

Se han observado esporas de *Leptosphaeria* desde abril hasta diciembre.

Myxomycetes

Los mixomicetes u hongos mucilaginosos son organismos de distribución cosmopolita, cuya fase vegetativa diploide es una masa plasmática ameboide, plurinucleada o plasmodio. En determinadas condiciones ambientales el plasmodio desarrolla uno o varios esporocarpos. A partir del esporocarpo, mediante meiosis, se forman las esporas de resistencia o esporas enquistadas, generalmente en gran número, que mediante las corrientes de aire se dispersan en la atmósfera aisladamente o reunidas en masas. Se desarrollan fundamentalmente sobre madera vieja y restos vegetales en descomposición.

Las esporas son generalmente esféricas o subesféricas, su diámetro puede variar de 8-15 µm. La superficie de la pared puede ser lisa, espinoza o fuertemente reticulada y su color variable, desde incoloras a amarillas, pardas o de color púrpura (láms. 49-51).

Se han observado esporas que pudieran ser de *Myxomycetes*, con un tamaño de unas 10 µm de diámetro, en la primavera.

Nigrospora

Anamorfo de *Khuskia*.

Hongos saprófitos o parásitos, principalmente de monocotiledóneas cultivadas como maíz, plá-

tano y arroz. Entre sus especies más comunes, *N. oryzae* y *N. sphaerica*.

Conidióforos cortos, con células conidiógenas hialinas, infladas.

Esporas solitarias, esféricas, algo deprimidas en los polos, de 10-20 µm de tamaño, de color negro y superficie lisa (láms. 52-53).

Se han observado esporas de *Nigrospora* en las muestras de primavera.

Oidium

Anamorfo de *Erysiphe*. El nombre ha sido usado para especies de *Monilia*.

Hongos parásitos de una gran variedad de plantas, comunmente llamados oidios. El hongo produce en la superficie de las plantas parasitadas gran cantidad de conidióforos y conidios que confieren a la superficie un aspecto pulverulento y blanquecino ("oidio de la vid").

Conidióforos largos, erguidos, hialinos, con una célula conidiógena de la que van desprendiéndose los conidios de uno en uno, sin formar cadenas.

Conidios unicelulares, 20-30 x 12-15 µm de tamaño, de forma cilíndrica u ovoide, hialinos, de superficie lisa, que se encuentran en el aire durante todo el año, excepto en periodos muy fríos o de sequedad extrema, reapareciendo cuando hay condiciones adecuadas de humedad y temperatura (láms. 54.56).

Se han observado esporas de *Oidium* en las muestras de enero a marzo y de abril a junio.

Passalora

Anamorfo de *Mycosphaerella* y *Microcyclus*.

Género que incluye unas 15 especies de Europa y Norteamérica. La especie más común *P. graminis*, produce manchas en las hojas de cereales y gramíneas.

Conidióforos emergiendo de los estomas en haces, simples o ramosos, coloreados, con conidios terminales.

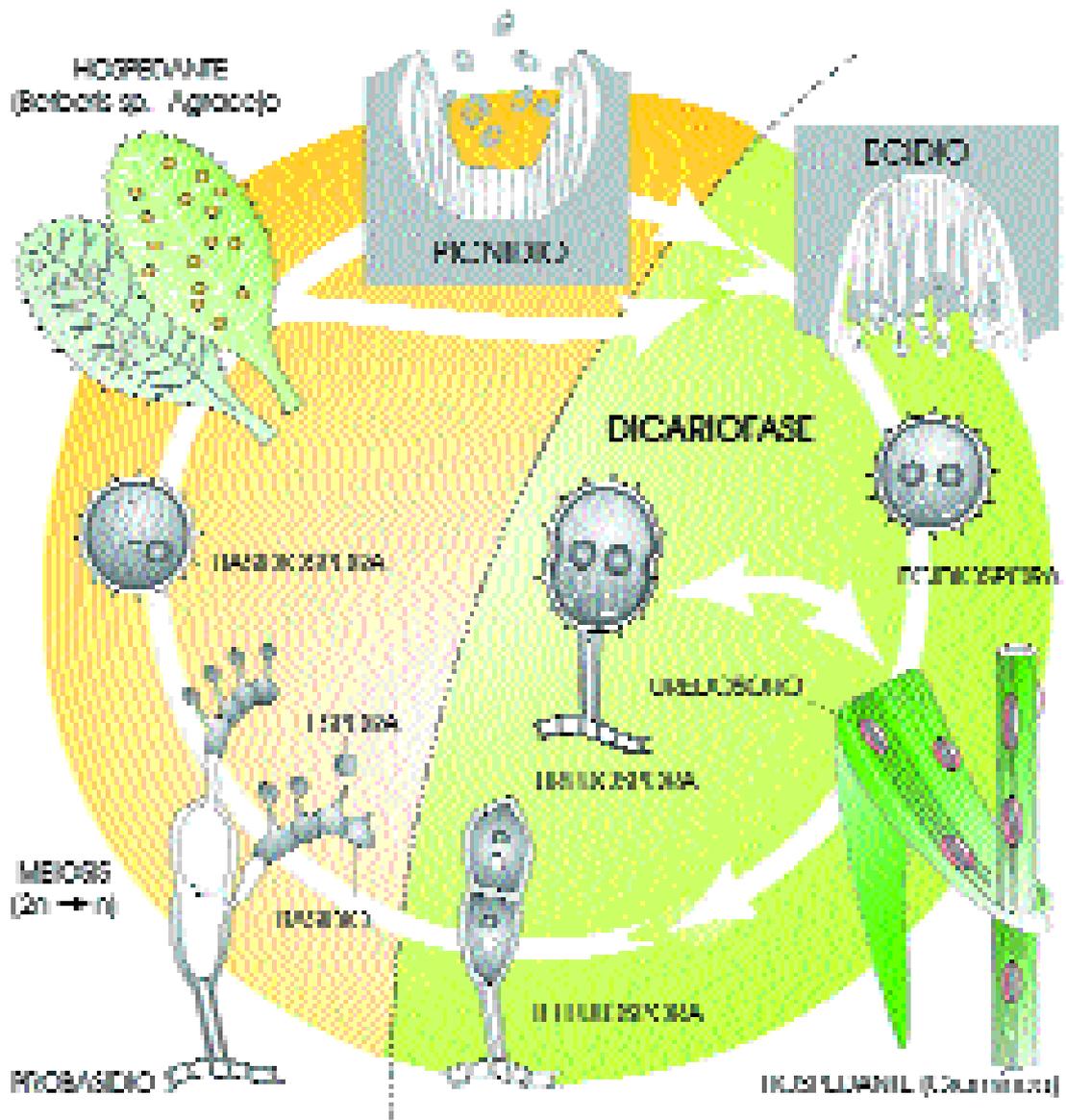


Figura 8.-Ciclo vital de la roya del trigo *Puccinia graminis* (Uredinales, Teliomycetes).

Las esporas son bicelulares, de color variable desde subhialino a marrón, de forma alargada, con un extremo adelgazado. Tamaño 35-45 x 10 µm (la parte más ancha) y 5 µm (la más estrecha) (láms. 57-58).

Se han observado esporas de *Passalora* en los meses de abril a junio.

Penicillium

Anamorfo de *Eupenicillium*, *Talaromyces*

Penicillium es un género forma muy amplio, con unas 200 especies ubiquestas, cosmopolitas, tan comunes como los *Aspergillus*. Son los mohos verdes y azules. Sus esporas son un componente habitual de la aeromicroflora de interiores y exteriores.

En los cultivos, sus colonias presentan color verde o blanco. Conidióforos más o menos largos, erguidos, septados, hialinos, lisos o de pared rugosa, simples o ramificados en su parte superior en forma de pincel. La ramificación múltiple del conidióforo termina en un grupo de células conidiógenas de las que surgen largas cadenas de esporas.

Conidios (esporas) de 2-5 µm de diámetro, unicelulares, esféricos o subesféricos, elípticos o cilíndricos, hialinos, azul verdosos o amarillentos en masa, de superficie lisa o equinada (láms. 7-14).

Por su contenido en enzimas son agentes de degradación frecuentes de casi todos los materiales orgánicos. Sus conidios, como los de *Aspergillus*, están en todas partes, en el aire y en el suelo, sus colonias se desarrollan sobre alimentos (frutas, especialmente cítricos, mermeladas, pan, textiles, papel, paredes, madera).

Ocasionalmente, algunas especies pueden comportarse como patógenos, causando alergia, asma y alveolitis alérgica. Muchas especies se utilizan para la producción de ácidos orgánicos (cítrico, fumárico, oxálico), pero su mayor importancia industrial es la fabricación de quesos (*P. roquefortii* y *P. camembertii*) y de antibióticos (*P. chrysogenum*, *P. nonatum*, *P. griseofulvum*).

Las especies más frecuentes en las muestras aéreas son: *P. chrysogenum*, *P. decumbens*, *P. expansum*, *P. glabrum*, *P. italicum*, *P. rugulosum* (INFANTE, 1992).

Se han observado esporas unicelulares, abundantes durante todo el año, que podrían pertenecer a *Penicillium*.

Plasmopara

Este género incluye unas 109 especies de hongos, ampliamente distribuidas, que son parásitos obligados de plantas vasculares, produciendo la enfermedad conocida como "mildiu", bien sea de la vid (*P. viticola*), de la cebolla (*P. destructor*), del girasol (*P. halstedii*). Sobre los extremos ramificados de las hifas, (esporangióforos con ramificación característica en ángulo recto), se diferencian esporangios más o menos redondeados, que se desprenden y diseminan por el viento como si fueran conidios y que germinan sobre las plantas, bien mediante un tubo de germinación (*P. pygmaea*) o produciendo zoósporas biflageladas que penetran por los estomas del hospedante.

Esporangios de contorno más o menos circular, unicelulares, con la superficie lisa, de color hialino. Tamaño, sobre las 10 µm de diámetro (láms. 59-60).

Se han observado conidios de *Plasmopara* en primavera y otoño

Pleospora

Teleomorfo de *Stemphyllium*.

Género con 50 especies ampliamente distribuidas. Hongos saprófitos o necrotróficos, sobre hojas y tallos de vegetales como el trébol, la alfalfa, las judías, las lechugas y también sobre frutos almacenados.

Ascósporas marrones, septadas, a veces muriformes, a menudo con vaina gelatinosa. Tamaño 18-25 x 8-10 µm (láms. 61-64).

Se han observado esporas de *Pleospora* en los meses de abril a septiembre.

Polythrincium

Anamorfo de *Cymadothea*.

El género *Polythrincium* solo incluye dos especies frecuentes en las regiones templadas, ge-

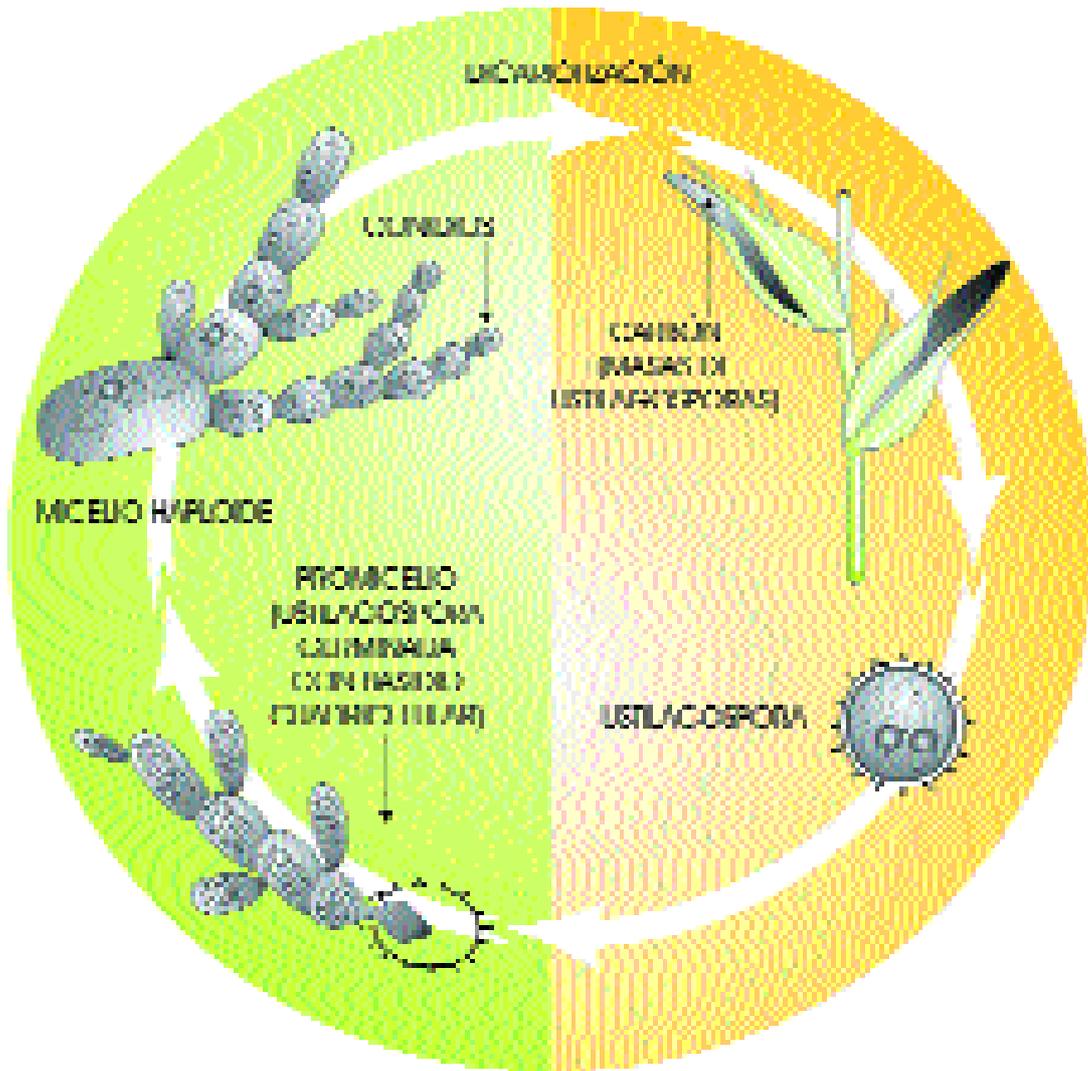


Figura 9.-Ciclo vital de los carbones Ustilago (Ustilaginales, Teliomycetes).

neralmente parásitas de las hojas de los tréboles (*Trifolium*).

Conidióforos sin ramificaciones o con varias que surgen del mismo punto, regularmente curvadas, con una apariencia de bucle causado por un crecimiento sucesivo simpodial, de color marrón pálido, de 100 µm de longitud. Células conidiógenas poliblasticas, integradas.

Las esporas tienen forma típicamente cuneiforme o piriforme, con un septo transversal que separa dos células desiguales. Tamaño 13-24 µm en la parte más ancha, 4-5 µm en la base y 17-24 µm de longitud. La superficie es lisa o verrucosa, de color hialino o marrón claro (láms. 65-66).

Se han observado esporas de *Polythrincium* durante todo el año excepto en los meses de octubre a diciembre.

Puccinia

Género de basidiomicetes que reúne cerca de 4000 especies parásitas de plantas superiores, conocidas como "royas", que causan grandes pérdidas en los cultivos de cereales y de ahí su importancia económica. Por ejemplo, *P. graminis*, roya del trigo, cuyos ciclos, muy complejos, se desarrollan sobre uno o más hospedantes y se producen muchos tipos de esporas que presenta un ciclo heteroico (se desarrolla sobre dos hospedantes, el agracejo y el cereal) y macrocliclo (con cinco fases reproductoras y cinco tipos de esporas diferentes). Las especies, *P. hordei*, *P. coronata*, *P. malvacearum*, *P. asparagi* son parásitas frecuentes de varios cultivos.

En las muestras aéreas hemos identificado uredósporas de *Puccinia*, que corresponden a la llamada "fase de repetición de las royas" ya que se producen varias "cosechas" en un solo periodo vegetativo de la planta hospedante.

Uredósporas unicelulares, binucleadas, pedunculadas, de forma globosa o elipsoide y color amarillo, con cubierta gruesa y superficie espinulosa, con la superficie granulosa, de color amarillento. Tamaño 5-30 µm de diámetro (láms. 67-69).

Se han observado esporas de *Puccinia* de julio a septiembre.

Septonema

Anamorfo de Dothideales.

Género con unas 10 especies, de amplia distribución, saprófitas o parásitas.

Conidióforos oscuros, simples o ramificados, de longitud variable, que forman conidios en cadenas acrópetas.

Esporas (blastósporas) apicales, de forma variable desde cilíndrica a fusiforme, de 30-40 x 8-12 µm de tamaño, con 3-5 septos. Superficie gruesa, de color oscuro (lám. 70).

Se han observado esporas de *Septonema* en las muestras de dos periodos, uno de abril a junio y otro de octubre a diciembre.

Spondylocladiella

Anamorfo de Ascomycetes.

Hongos saprófitos.

Conidióforos oscuros, sencillos o con varias ramificaciones cortas en los ápices.

Conidios (esporas) de 7-15 µm de longitud, oblongos, con 3(5) septos, de color marrón oscuro y superficie granulosa (láms. 71-72).

Se han observado esporas de *Spondylocladiella* de abril a junio y de octubre a diciembre.

Sporormiella

Género con cerca de 70 especies ampliamente distribuidas, en su mayoría coprófilas, frecuentes sobre estiércol animal. Se ha usado como indicador de megafauna en depósitos lacustres del Cuaternario.

Ascósporas usualmente de color marrón oscuro, con 4 células rodeadas por una cubierta mucilaginosa, fuertemente constreñidas en los septos, que cuando se rompen dan lugar a 4 células individuales, cada una de ellas capaz de germinar. Tamaño 40-60 x 8-10 µm (láms. 73-74).

Se han observado estas esporas en noviembre.

PIZARRO 2002

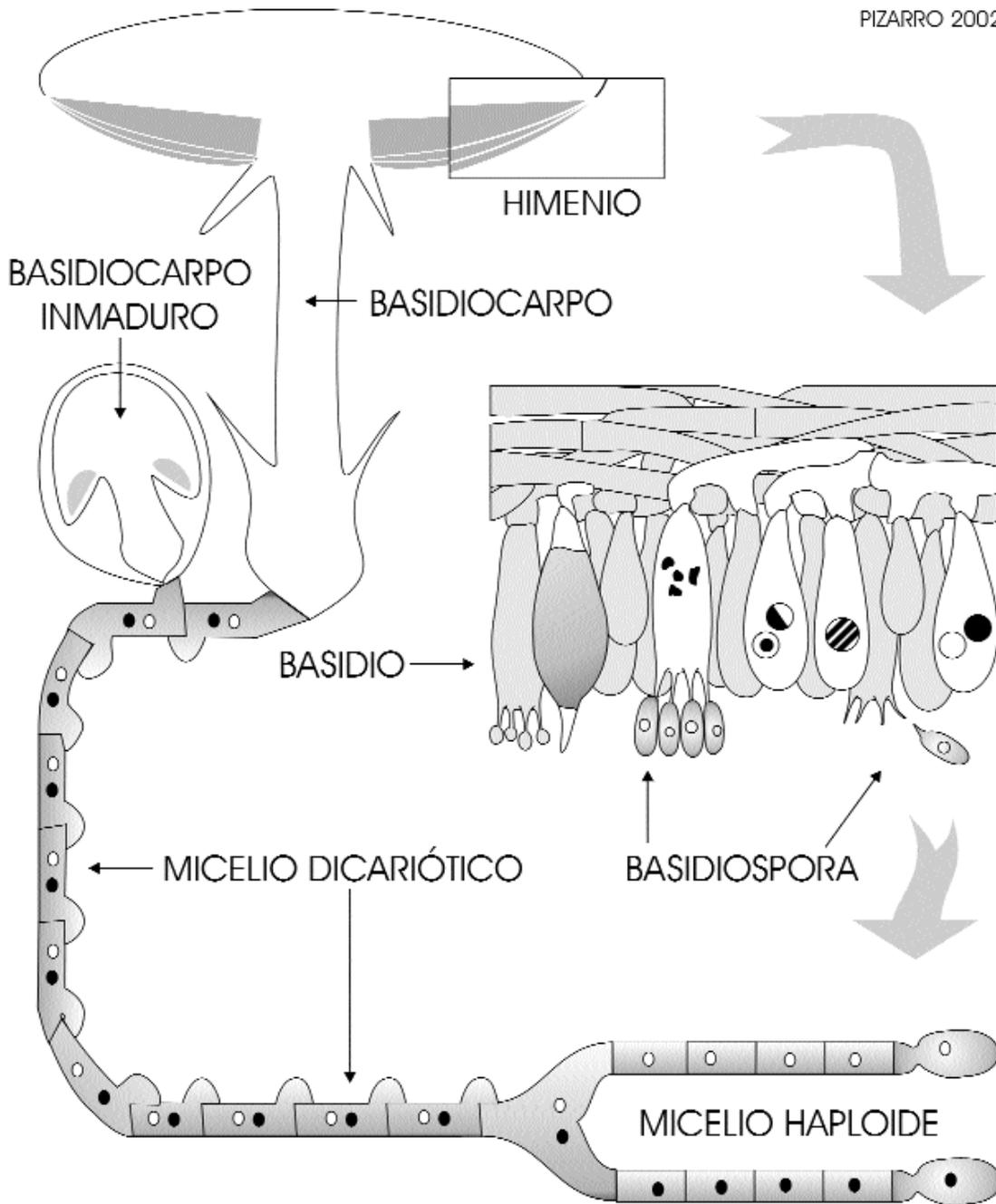


Figura 10.-Ciclo vital de un hongo agarical (Agaricales, Hymenomycetes).

Stemphylium

Anamorfo de Pleospora.

Es un género cosmopolita, que consta de unas 20 especies, las más comunes son: *S. botryosum*, *S. sarciniforme*, *S. solani*, *S. radicinum*. Hongos generalmente saprófitos o parásitos de raíces de plantas, como las patatas y las zanahorias.

Esporas (conidios) solitarias, con una cicatriz en la base. Tamaño 15-35 x 20-55(70) μm . Forma oblonga, redondeada en el extremo, elipsoidal, subclavada o subesférica. Con septos transversales y longitudinales, a veces oblicuos (*Dictyospora*), típicamente constreñidas en uno o más de los septos transversales. De pared gruesa, superficie ligeramente verrucosa o equinulada, de color que varía desde marrón dorado o verdoso pálido, a marrón oscuro. Algunas especies con un ápice cónico. Varía el número de células de unas especies a otras (láms. 75-76).

Se han observado esporas de *Stemphylium* en las muestras correspondientes a los meses de julio a septiembre.

Tilletia

Género de basidiomicetes con unas 125 especies de distribución amplia que parasitan principalmente gramíneas (*T. tritici*, "caries del trigo"). En las muestras atmosféricas se han identificado esporas de resistencia o clamidósporas.

Clamidósporas globosas o subglobosas, de color pardo oscuro, de tamaño 10-22 μm , con la superficie reticulada, con muros de hasta 2,5 μm de altura y amplias lagunas (láms. 77-79).

Se han observado de marzo a septiembre.

Torula

Anamorfo de Ascomycetes.

Género ampliamente distribuido, aunque más frecuente en las regiones templadas. Incluye 6 especies, las más comunes en las muestras aéreas son *T. herbarum*, *T. graminis* y *T. ligniperda*.

Conidióforos cortos o ausentes, que originan cadenas erectas, simples o ramificadas de conidios.

Esporas (blastósporas), de 5-11 x 10-70 μm de tamaño, constreñidas en los septos, cuyo número varía de uno a 10. Forma diversa, de cilíndrica a subesférica, con los extremos redondeados. La superficie es lisa, verrucosa o equinada, de color marrón, marrón verdoso u oliváceo (láms. 80-81).

Saprófito, común sobre tallos herbáceos muertos. También causa decoloración en la madera de las frondosas.

Alergénico.

Se han observado conidios de *Torula* en los meses de abril a junio.

Ustilago

En este género se incluyen cerca de 230 especies de hongos patógenos, ampliamente distribuidos. Se desarrollan sobre una gran variedad de plantas, principalmente cereales, como maíz (*U. maydis*), avena (*U. avenae*), trigo (*U. tritici*), o cebada (*U. nuda*). Vulgarmente se conocen como "tizones" o "carbones", ya que producen masas de esporas negras, de aspecto polvoriento, que quedan sobre la superficie de las plantas parasitadas. Las agallas o tumoraciones desarrolladas por *U. sculenta* y *U. maydis*, son comestibles y se consumen en algunos lugares de Méjico.

Las ustilagósporas, que son esporas de resistencia, están constantemente presentes en el aire de las ciudades. Las especies más comunes en muestras aéreas son: *U. avenae*, *U. maydis*, *U. nuda*, *U. segetum*, *U. spgazzinii*.

Las ustilagósporas son unicelulares, de forma globosa, o subglobosa y de tamaño pequeño 4-16 μm . Aisladas, aparecen de color verde oliva, marrón amarillento, marrón rojizo o marrón oscuro. Negras en masa. La superficie está ornamentada con pequeños tubérculos o espículas (láms. 82-84).

Posiblemente alergénico.

Se han observado esporas de *Ustilago* de enero a marzo.

Xylariaceae

Familia de ascomicetes con 48 géneros y 386 especies que producen cuerpos fructíferos (peritecios) hundidos en un estroma muy desarrollado y que se abren al exterior, en la superficie del estroma, por un poro u ostiolo. En el interior de los peritecios se desarrollan ascos cilíndricos, de gruesas paredes.

Entre sus especies, *Xylaria polymorpha*, *Hypoxylon serpens* y *Daldinia concentrica*, son parásitos y saprófitos comunes sobre hojas y

maderas en descomposición de fresnos, abedules, tojos, etc.

Las ascósporas, usualmente asimétricas, son de color marrón oscuro, sin septos y a menudo con una célula hija hialina. Con un poro germinal y a veces con una vaina mucilaginosa (lám. 85). Tamaño 15-18 x 10 μm

Posiblemente alergénico

Se han observado estas esporas en primavera-verano.

