



# Contribución al estudio aeromicológico de la atmósfera de la ciudad de Granada (S. España): variaciones estacionales e intradiarias

Silvia Sabariego, Consuelo Díaz de la Guardia y Francisca Alba Sánchez

Departamento de Biología Vegetal, Universidad de Granada, España

## Resumen

Se presenta un estudio sobre la variación estacional e intradiaria de las concentraciones de determinadas esporas fúngicas en la atmósfera de la ciudad de Granada (Sur de España). El muestreo se ha realizado durante el año 1994 utilizando un captador volumétrico tipo Hirst. Las esporas analizadas corresponden a los géneros *Alternaria*, *Cladosporium* (tipo *cladosporioides* y tipo *herbarum*), *Fusarium*, *Stemphylium* y *Ustilago*. La variación estacional indica que la mayoría de estas esporas son muy frecuentes a lo largo de todo el periodo anual, excepto las de *Fusarium* que alcanzan cantidades poco significativas. Las concentraciones máximas de *Alternaria*, *Cladosporium* y *Stemphylium* se obtienen en primavera y otoño con picos muy acusados, mientras que los valores mínimos se detectan en los meses estivales e invernales; las esporas de *Fusarium* y *Ustilago* aparecen principalmente en otoño e invierno. Aunque los patrones de variación intradiaria difieren de unos taxones a otros, generalmente los niveles horarios más elevados se alcanzan a partir de las 12 horas con registros máximos por la tarde.

## Palabras clave

Aerobiología, Variaciones estacionales y diarias, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Stemphylium*, *Ustilago*, Granada, España

## Contribution to the aeromycological study in the atmosphere of the city of Granada (South of Spain): seasonal and daily variations

## Summary

The seasonal and daily variations in the concentrations of certain fungal spores in the atmosphere of the city of Granada (South of Spain) have been studied. Sampling was carried out in 1994 using a Hirst-type volumetric spore trap. The spores analysed correspond to the genera *Alternaria*, *Cladosporium* (*Cladosporium cladosporioides* and *Cladosporium herbarum*), *Fusarium*, *Stemphylium* and *Ustilago*. The seasonal-variation data obtained indicate that most of these spores are abundant throughout the year, with the exception of *Fusarium*, which was only present in trace amounts. The maximum concentrations of *Alternaria*, *Cladosporium* and *Stemphylium* are obtained during two sharp peaks in spring and autumn, with the minimum values being recorded during the summer and winter months; *Fusarium* and *Ustilago* spores are most abundant in autumn and winter. Although intradiurnal-variation models vary from one taxon to the next, the highest levels are generally recorded after 12:00 hours, with maximum levels being obtained in the afternoon.

## Key words

Aerobiology, Seasonal and daily variations, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Stemphylium*, *Ustilago*, Granada, Spain

### Dirección para correspondencia:

Dra. Silvia Sabariego  
Departamento de Biología Vegetal  
Facultad de Ciencias  
Universidad de Granada  
C/ Severo Ochoa, s/n  
18071 Granada, España  
Fax: +34 958 243 254  
E-mail: falba@goliat.ugr.es

Aceptado para publicación el 1 de octubre de 1999

En los últimos años han sido numerosos los trabajos que sobre flora aérea fúngica se han llevado a cabo en distintas zonas urbanas, debido a las elevadas concentraciones que alcanzan en la atmósfera algunas esporas fúngicas y a los frecuentes casos de alergia que éstas provocan en la población [1-6]. Concretamente las esporas de *Alternaria* y *Cladosporium* han sido citadas por diversos autores como neuroalérgenos responsables de determinadas sensibilizaciones alérgicas [3,7,8].

En este estudio se analiza el comportamiento aerobiológico de las esporas de *Alternaria*, *Cladosporium* (tipo *cladosporioides* y tipo *herbarum*), *Fusarium*, *Stemphylium* y *Ustilago*; se trata de géneros que viven como saprófitos o parásitos sobre una gran variedad de sustratos, lo que provoca que su presencia en el aire de esta ciudad sea bastante frecuente y que en determinados períodos estacionales se alcancen niveles muy elevados en el aire [9]. Esta incidencia prácticamente permanente hace que de 466 historiales clínicos estudiados en la población infantil de Granada el 5,6% presentaban manifestaciones clínicas por sensibilización a antígenos de estas especies [10].

Por todo esto, y debido a las diferencias tan acusadas que hay en las variables meteorológicas entre las horas nocturnas y diurnas en esta ciudad, en este trabajo presentamos un análisis de la evolución estacional de estas esporas así como sus patrones de variación intradiaria a fin de establecer en que horas del día se alcanzan los mayores niveles de esporas en el aire.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La ciudad de Granada se localiza al sur-sureste de la Península Ibérica (37° 11' N, 3° 35' W), ocupa el sector oriental de la depresión del Genil y está rodeada por sierras pertenecientes a las cordilleras Bética y Subbética. Su clima es mediterráneo continental con grandes contrastes térmicos y pluviométricos [11]. Presenta una temperatura media anual de 15,3°C y precipitaciones medias de 400 mm anuales, con una distribución de lluvias principalmente en otoño, invierno y principios de primavera. La humedad relativa media anual es del 60%, con máximos valores en los meses invernales.

El muestreo de las esporas se ha realizado diariamente durante el año 1994 con un captador volumétrico [12], modelo "seven-day-recording" (Burkard Manufacturing, England), instalado en una de las terrazas de la Facultad de Ciencias a una altura de 23 m; este edificio se localiza en el núcleo urbano de la ciudad. Siguiendo la metodología propuesta para la Red Española de Aerobiología [13], las muestras diarias se analizan al microscopio óptico con el objetivo de 40x haciendo dos barridos horizontales de izquierda a derecha. Con objeto de poder estudiar las variaciones intradiarias, el recuento se ha efectuado hora a hora con la ayuda de una plantilla impresa sobre papel de acetato.

Para la identificación de las esporas estudiadas nos hemos basado en las ilustraciones, claves y descripciones de diversos autores [14-16].

En la elaboración de las gráficas de variación estacional se ha utilizado la media móvil de cinco días, expresando los datos diarios en esporas/m<sup>3</sup> de aire.

El período principal de emisión de esporas (PPE) se ha determinado acumulando el 80% de las esporas totales anuales [17]. A partir del PPE se han hallado los patrones intradiarios de cada uno de los tipos de esporas analizados. Para ello se seleccionan los días cuya concentración media diaria es igual o superior a la concentración media estacional, excluyendo los días con precipitaciones; a continuación, se confeccionan matrices en cuyas filas aparecen los días y en las columnas las concentraciones horarias. Los recuentos de esporas correspondientes a cada columna se suman y se expresan en valores relativos con respecto al total. Para la representación gráfica se utilizan los datos porcentuales registrados cada hora.

## RESULTADOS

Los datos del período principal de emisión de esporas (PPE) durante el año de estudio (Tabla 1) muestran que de todos los géneros, *Fusarium* es el que presenta un período de emisión de esporas más largo, teniendo como fecha de inicio el día 5 de enero y finalizando el 7 de diciembre (336 días); le sigue *Ustilago* que comprende del 29 de enero al 25 de noviembre (300 días). En *Stemphylium* y *Cladosporium* tipo *herbarum* el PPE supera los 200 días, mientras que *Alternaria* junto con *Cladosporium* tipo *cladosporioides* son los táxones que presentan un período principal de emisión de esporas más corto, con 192 y 193 días respectivamente.

*Alternaria*. Las esporas de *Alternaria* (Figura 1) aparecen durante todo el año en la atmósfera de esta ciudad presentando dos períodos de máxima incidencia, uno de gran intensidad en los meses de mayo-junio y otro más irregular en otoño (octubre-noviembre). Las concentraciones más elevadas se registran en la segunda quincena de mayo, siendo el 28 el día pico, con 301 esporas/m<sup>3</sup>; a lo largo del verano se registran valores medios y durante el invierno y principios de primavera se obtienen los niveles más bajos de estas esporas. El número total de conidios de *Alternaria* en el año 1994 es de 9.474, lo que representa el 3,09% de las esporas contabilizadas (Tabla 2).

En el patrón intradiario (Figura 2) se observa que las esporas de *Alternaria* están presentes durante todo el día con valores superiores al 3%. Aunque este modelo es muy homogéneo, presenta un intervalo de máxima incidencia entre las 18-20 h en el que se concentra el 15,2% del total diario. El pico horario se logra a las 19 h con valores relativos del 5,2%. Los niveles mínimos se obtienen en las últimas horas de la noche (23-24 horas) y entre las 5-10 h de la mañana.

*Cladosporium*. En Granada tanto las esporas de *Cladosporium* tipo *cladosporioides* como las de *Cladosporium* tipo *herbarum* se caracterizan por encontrarse en el aire de forma constante y con concentraciones muy elevadas durante todo el año (Figura 1). Ambos tipos de esporas presentan una variación estacional similar con

**Tabla 1.** Datos característicos del período principal de emisión (PPE) de las esporas fúngicas analizadas durante el año 1994 en Granada.

	<i>Alternaria</i>	<i>C. cladosporioides</i>	<i>C. herbarum</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Stemphylium</i>	<i>Ustilago</i>
Fecha inicio/fin del PPE	6 May/14 Nov	23 Abr/2 Nov	26 Mar/29 Oct	5 Ene/7 Dic	5 Feb/12 Nov	29 Ene/25 Nov
Duración del PPE	192	193	217	336	284	300
Total esporas (granos/m <sup>3</sup> )	7.569	187.765	39.604	217	2.137	9.236
Nº esporas/m <sup>3</sup> del día pico	301	6.982	2.000	30	212	806
Fecha día pico	28 May	2 Octubre	16 Octubre	5 Enero	26 Mayo	26 Octubre

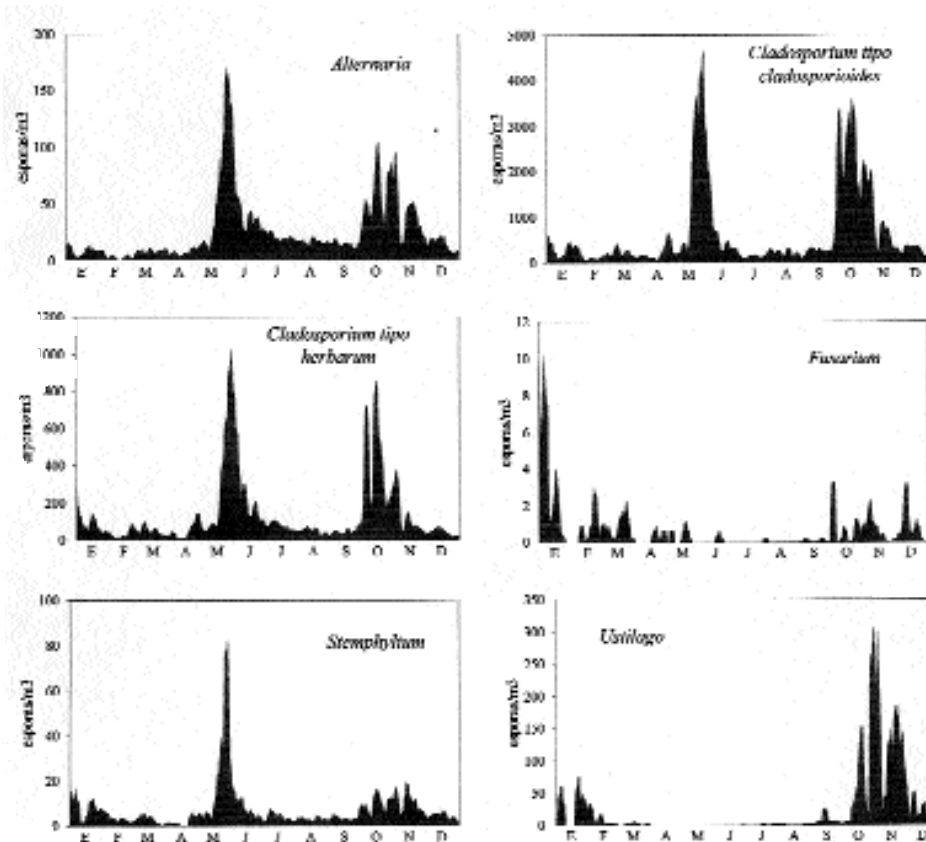


Figura 1. Media móvil de cinco días de las concentraciones diarias de *Alternaria*, *Cladosporium* (tipo *cladosporioides* y tipo *herbarum*), *Fusarium*, *Stemphylium* y *Ustilago*.

dos períodos de máximos niveles, uno en primavera y otro en otoño, aunque siempre del tipo *herbarum* se registran unas cantidades mucho más bajas que del tipo *cladosporioides*. En los meses de mayo y octubre se detectan las mayores cantidades anuales de esporas del género *Cladosporium*, obteniéndose el día 2 de octubre el pico más alto (6.982 esporas/m<sup>3</sup>) para el tipo *cladosporioides* y el día 16 del mismo mes (2.000 esporas/m<sup>3</sup>) para el tipo *herbarum*. El total de esporas de *Cladosporium* tipo *cladosporioides* cuantificadas durante este período anual en la atmósfera de Granada, alcanzaron un valor extremadamente alto, 235.383 esporas/m<sup>3</sup> (76,79% de total), mientras que de *Cladosporium* tipo *herbarum* se han recogido 49.515 esporas/m<sup>3</sup>, lo que representa un porcentaje del 16,15% (Tabla 2).

Tabla 2. Valores absolutos y relativos de las esporas estudiadas en la atmósfera de Granada.

Tipos de esporas	Total anual	%
<i>Alternaria</i>	9.474	3,09
<i>Cl. tipo cladosporioides</i>	235.383	76,79
<i>Cl. tipo herbarum</i>	49.515	16,15
<i>Fusarium</i>	242	0,07
<i>Stemphylium</i>	2.674	0,87
<i>Ustilago</i>	9.236	3,01
TOTAL	306.525	100,00

El patrón intradiario de *Cladosporium* tipo *cladosporioides* (Figura 2) es bastante homogéneo aunque en él se observa también un intervalo de mayores concentraciones entre las 17-20 h (21,8%), logrando el valor máximo (5,77%), igual que *Alternaria*, a las 19 h; a partir de este

momento comienzan a descender los niveles apareciendo los registros más bajos durante la madrugada y primeras horas de la mañana (3-10 h) con un porcentaje inferior al 3,6%.

*Cladosporium* tipo *herbarum* (Figura 2) presenta un patrón intradiario más irregular, con notables diferencias con respecto al tipo *cladosporioides*. Las mayores concentraciones se alcanzan de 11 a 16 h (22% del total diario), con un máximo a las 13 h (4,77%), a partir de la cual se observa un descenso en los niveles de esporas que permanecen bajos durante toda la tarde. Los mínimos registros se obtienen de 3 de la madrugada a 10 de la mañana con valores inferiores al 2,5%.

*Fusarium*. La evolución estacional de *Fusarium* refleja que estas esporas aparecen de forma irregular y con concentraciones muy bajas en la atmósfera (Figura 1). Durante el otoño e invierno se aprecia como los valores son más altos y constantes, alcanzando su máxima incidencia en el mes de enero (día 5 con 30 esporas/m<sup>3</sup>). En los meses primaverales también contamos con la presencia de este taxon, desapareciendo casi por completo de la atmósfera en verano. El total anual fue de 242 esporas/m<sup>3</sup>, lo que equivale a un porcentaje muy pequeño (0,07%) respecto al total de esporas contabilizadas (Tabla 2).

El patrón intradiario de *Fusarium* (Figura 2) es bastante heterogéneo con marcadas diferencias entre los valores máximos y mínimos horarios. El intervalo de mayor incidencia comprende de 1-8 h, alcanzando a las 5 h el 10,9% del total diario. Desde las 9 hasta las 12 de la mañana las concentraciones son altas (superiores al 4%) y constantes, a partir de esa hora comienzan a descender los niveles de esporas, registrando los mínimos entre las 17-23 h con cifras inferiores al 2%.

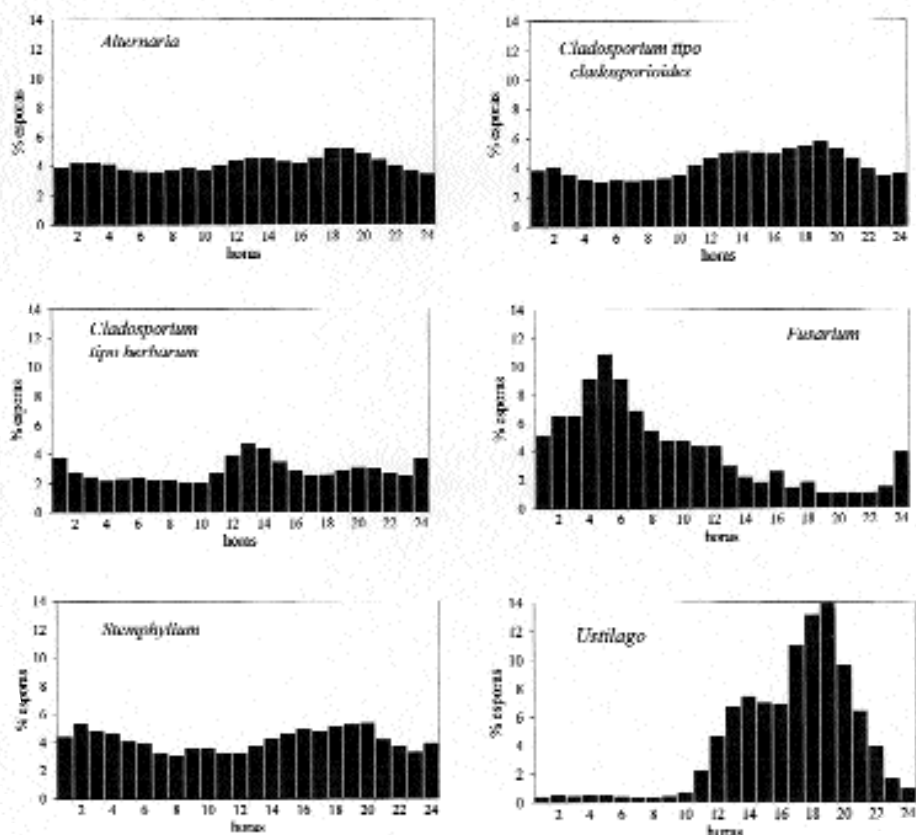


Figura 2. Patrones de variación intradiaria de *Alternaria*, *Cladosporium* (tipo *cladosporioides* y tipo *herbarum*), *Fusarium*, *Stemphylium* y *Ustilago*.

*Stemphylium*. Las esporas de este género aunque están presentes durante todo el año en la atmósfera de Granada (Figura 1) tienen un claro comportamiento estacional. Aparecen sobre todo en el período primaveral (abril-junio) con valores máximos a finales del mes de mayo (día 26 con 212 esporas/m<sup>3</sup>); en otoño también se observan niveles significativos de estas esporas (octubre-noviembre) con registros que oscilan entre 20-30 esporas/m<sup>3</sup>. Los meses de invierno y verano se caracterizan por presentar concentraciones muy bajas. El total anual de esporas cuantificadas es de 2.674 esporas/m<sup>3</sup> lo que representa el 0,87% de las esporas totales contabilizadas (Tabla 2).

El patrón intradiario de *Stemphylium* (Figura 2) es muy homogéneo detectándose esporas en la atmósfera durante todas las horas del día. Presenta, sin embargo, dos leves intervalos de mayor incidencia, el primero durante la madrugada, de 1 a 5 h con un máximo a las 2, y el segundo entre 14-21 h, con un pico a las 8 de la tarde, concentrándose en ambos intervalos un 5,4% del total diario. Las concentraciones más bajas se detectan entre las 7-12 h y entre las 22-24 h.

*Ustilago*. *Ustilago* comienza a detectarse de forma significativa en el mes de septiembre aunque las concentraciones máximas no se alcanzan hasta los meses de octubre y noviembre, prolongándose en la atmósfera hasta el mes de febrero (Figura 1). Este género presenta por lo tanto un comportamiento aerobiológico fundamentalmente otoñal. Las máximas concentraciones anuales se obtienen en octubre y el día pico se registró el 26 con 806 esporas/m<sup>3</sup>. El total anual de *Ustilago* es de 9.236 esporas/m<sup>3</sup>, lo que supone un 3,01% de la aeromicroflora anual contabilizada (Tabla 2).

El patrón intradiario de *Ustilago* (Figura 2) es muy heterogéneo mostrando un claro intervalo de mayores concentraciones entre las 13-21 h, en el que se acumula el 82% del total diario. La hora pico se logra a las 19 h con un 14% del total del día. Es a partir de las 21 h cuando la concentración comienza a descender registrando las mínimas desde las 24 horas hasta las 10 de la mañana con valores muy bajos y homogéneos que apenas superan el 0,5 del total diario.

## DISCUSIÓN

Aunque Granada es una ciudad situada en el interior sus características climáticas y ecológicas propician el que seancen elevadas concentraciones de esporas fúngicas en el aire (Tabla 2). Las esporas del género *Cladosporium* son las más abundantes del espectro aéreo, esto es debido al elevado número de especies que se incluyen en este género, la mayoría de ellas ubiquestas, y al tamaño tan pequeño de sus esporas que le permiten una mayor dispersión por el viento. Este resultado es similar al de muchas ciudades peninsulares como Huelva [2], Córdoba [18], etc.; le siguen en orden de importancia las esporas de *Alternaria* y *Ustilago*.

La dinámica estacional que presentan los diferentes tipos de esporas es semejante, en algunos casos, a la que se produce en otras áreas muestreadas, así el período de mayor concentración de esporas de *Alternaria* y *Cladosporium* coincide con el obtenido en Córdoba [1,18,19]. Sin embargo, el comportamiento aerobiológico de algunos géneros en la ciudad de Granada ha sido distinto al establecido en otras ciudades con climatología diferente. Así *Stemphylium* muestra una clara estacionali-



dad, apareciendo en mayor cantidad en los últimos días de mayo, esto difiere de la tendencia descrita para este género en la ciudad de Huelva [20]. Los conidios de *Ustilago* son detectados principalmente en los meses de octubre y noviembre, resultados diferentes a los registrados en la ciudad de Palencia [21], donde estas esporas se presentan en todos los meses del año. Por último, las esporas de *Fusarium* aparecen con más frecuencia durante el otoño-invierno, estando ausentes de la atmósfera en algunos períodos; la evolución estacional de este taxon también se ha estudiado en la ciudad de Orense [4] donde éste género alcanza sus máximos niveles en primavera. Estas diferencias en la variación anual que presentan algunos táxones están en relación con la influencia que ejercen, como han demostrado numerosos autores [22-24] determinadas variables meteorológicas (temperatura, humedad, precipitación, velocidad y dirección del viento) en la producción, emisión y concentración de esporas fúngicas en el aire.

Aunque el PPE se ha hallado al 80%, en general, todos los tipos de esporas estudiadas han presentado un período principal de emisión muy largo (próximo a los 200 días), ocupando en el caso de *Fusarium* y *Stemphylium* prácticamente todo el año, por lo que estimamos que en el caso de las esporas fúngicas y a diferencia de lo que ocurre con el polen no se puede hablar de un PPE claramente definido.

Los modelos de variación intradiaria obtenidos muestran unas diferencias muy acusadas entre los distintos tipos de esporas, así *Alternaria*, *Cladosporium* tipo *cladosporioides*, *Cladosporium* tipo *herbarum* y

*Stemphylium* presentan un patrón homogéneo [25], donde aparecen esporas durante todas las horas del día y las diferencias entre los picos máximos y mínimos horarios son inferiores a un 3%. Por el contrario, para *Fusarium* y *Ustilago*, a pesar de que alcanzan concentraciones medias diarias más bajas que los otros táxones, hemos observado la existencia de un patrón muy heterogéneo ya que hay horas del día en las que apenas se registran esporas y otras en la que los niveles son más elevados.

A pesar de que los picos máximos se han detectado en diferentes horas, la mayoría de los géneros estudiados registran sus niveles más altos en las primeras y últimas horas de la tarde, *Cladosporium* tipo *herbarum* a las 13 h, *Alternaria*, *Cladosporium* tipo *cladosporioides* y *Ustilago* a las 19 h y *Stemphylium* a las 20 h, coincidiendo con los valores diarios más elevados de temperatura y con los mínimos de humedad; los resultados obtenidos para *Cladosporium* estarían de acuerdo con los observados en la ciudad de Córdoba [18], por el contrario el pico horario de *Alternaria* en Granada no coincide con el que algunos autores indican para la ciudad de León [27], debido a las diferencias climáticas que hay en ambas ciudades.

Por último destacar que aunque la desigualdad horaria de los dos tipos de esporas de *Cladosporium* no ha sido muy significativa, ésta podría deberse al distinto comportamiento en cuanto a la emisión de esporas de las especies que se incluyen en ambos grupos.

Los autores agradecen la financiación para este estudio al proyecto I+D (AMB97-0457-CO7-04) concedido por la DGICYT.

## Bibliografía

- Infante F, Ruiz de Clavijo E, Galán C, Domínguez E. Estudio comparativo de *Alternaria* Nees ex Fr. en el aire de exterior e interior en la ciudad de Córdoba. An Asc Palinol Leng Esp 1987; 3: 5-11.
- González Minero FJ, Candau P, Cepeda JM. Presencia de esporas de *Alternaria* en el aire (SO de España) y su relación con factores meteorológicos. Rev Iberoam Micol 1994; 11: 92-95.
- Munuera M, Carrion JS. Daily variations of *Alternaria* spores in the city of Murcia (semi-arid southeastern Spain). Int J Biometeorol 1995; 38: 176-179.
- Méndez J, Iglesias MI, Jato MV, Aira MJ. Variación estacional de esporas de *Alternaria*, *Cladosporium* y *Fusarium* en la atmósfera de Ourense (año 1993-1994). Polen 1997; 8: 79-88.
- Rosas I, Escamilla B, Calderón C, Mosiño P. The daily variations of airborne fungal spores in Mexico City. Aerobiología 1990; 6: 153-158.
- Ballerio M, Gioannis N, Goretti G, Lombardini S, Frenguelli G. Comparative study about airborne spores in Cagliari and Perugia. Aerobiología 1992; 8: 141-147.
- Gravesen S. On the connection between the occurrence of airborne microfungi and allergy symptoms. Grana 1981; 20: 225-227.
- Martínez J, Martínez A, Eraso E, Guisantes J, Palacios R. Estudio de reactividad cruzada entre *Alternaria alternata* y otros mohos de interés alergológico. Rev Iber Micol 1994; 11: 68-70.
- Sabariego S, Díaz de la Guardia C, Alba F. Contaminación biótica de la atmósfera de Granada. Modelos evolutivos estacionales. Granada: II Congreso Internacional de Universidades por el Desarrollo Sostenible y el Medio Ambiente 1997: 27-36.
- Martínez-Cañavate A, Valenzuela A, Moreno C, Díaz de la Guardia C, Rueda J, Infante E, Martínez M, Rojo A. Epidemiology of allergic respiratory pathologies in our hospital area. Portugal: VIII Annual Congress of the European Society of Pediatric Allergy and Clinical Immunology 1997: 132.
- Capel Molina JJ. Los climas de España. Barcelona, Ed. Oikos-tau, S.A., 1981.
- Hirst JM. An automatic volumetric spore-trap. Ann Appl Biol 1952; 39: 257-265.
- Domínguez E, Galán C, Villamandos de la Torre F, Infante F. Manejo y evaluación de los datos obtenidos en los muestreos aerobiológicos. Córdoba, Monografías REA/EAN 1991; 1: 1-18.
- Barnett HL, Hunter BB. Illustrated genera of imperfect fungi (3rd Ed.). Minneapolis, Burgess Publishing Company, 1972.
- Wilken-Jensen K, Gravesen S. Atlas of moulds in Europe causing respiratory allergy. Copenhagen, Denmark Foundation for Allergy Research in Europe. A.S.K., 1984.
- Grant Smith E. Sampling and identifying allergenic pollens and mold. Vol II. San Antonio, Texas, Blewstone Press, 1986.
- Pathirane L. Graphical determination of the main pollen season. Pollen et Spores 1975b; 17: 609-610.
- Mediavilla A, Angulo J, Domínguez E, Castro A, Infante F. Annual and diurnal incidence of *Cladosporium* conidia in the atmosphere of Córdoba, Spain. J Invest Allergol Clin Immunol 1997; 7: 179-182.
- Infante F, Galán C, Domínguez E, Angulo J, Mediavilla A. Air spore microfungi in dwellings of South of Spain. Aerobiología 1992; 8: 245-253.
- González Minero FJ, Candau P, González ML. Variación estacional de esporas fúngicas en el aire de Huelva de abril de 1989 a abril de 1991. An Asoc Palinol Leng Esp 1993; 6: 5-15.
- Herrero B, Fombella MA, Fdez-González D, Pascual, I. Variación anual de esporas en el aire de la ciudad de Palencia, de 1990 a 1992. Polen 1995; 7: 50-58.
- Al-Doory Y, Domson JF, Howard WA, Michael R. Airborne fungi and pollens of the Washington, D.C., Metropolitan area. Ann Allerg 1980; 45: 360-367.
- Rubulis J. Airborne fungal spores in Stockholm and Eskilstuna central Sweden. 5<sup>th</sup> Nord Symp Aerobiol 1983: 85-93.
- Hjelmroos M. Relationship between airborne fungal spore presence and weather variables. *Cladosporium* and *Alternaria*. Grana 1993; 32: 40-47.
- Galán C, Tormo R, Cuevas J, Infante F, Domínguez E. Theoretical daily variation patterns of airborne pollen in the South-West of Spain. Grana 1991; 30: 201-209.
- Fernández D, Valencia RM, Molnár T, Vega A, Sagués E. Daily and seasonal variations of *Alternaria* and *Cladosporium* airborne spores in León (North-West, Spain). Aerobiología 1998; 14: 215-220.