

Botanica Complutensis
2001, 25, 83-91

ISSN: 0214-4565

Concentración de esporas de Alternaria, Cladosporium y Fusarium en la atmósfera de Santiago de Compostela (1996)

Angeles DOPAZO MARTÍNEZ, María HERVÉS GARCÍA &
M.^a Jesús AIRA RODRÍGUEZ

Departamento de Biología Vegetal. Laboratorio de Botánica. Facultad de Farmacia.
Campus Sur. 15706- Santiago de Compostela.

Resumen

DOPAZO, A. & AIRA, M.J. 2001. Concentración de esporas de *Alternaria*, *Cladosporium* y *Fusarium* en la atmósfera de Santiago de Compostela (1996). *Bot. Complutensis*, 25: 83-91.

En este trabajo se analizan los primeros resultados del recuento aerobiológico de tres tipos de esporas fúngicas (*Alternaria*, *Cladosporium* y *Fusarium*) presentes en la atmósfera de Santiago de Compostela durante el año 1996. En dicho período se han identificado 143.642 esporas; de estos tres tipos un 98% correspondieron al tipo *Cladosporium*, mientras que *Alternaria* y *Fusarium* supusieron un 1%, en cada caso, del total contabilizado. La concentración de esporas de estos tres géneros-forma aumentó gradualmente a partir del mes de mayo, alcanzando sus picos máximos en la atmósfera en los meses de julio y agosto, a partir de entonces se produjo un descenso hasta finalizar el año. La relación que existe entre los valores de concentración atmosférica y los parámetros meteorológicos (humedad, precipitación, temperatura máxima, media y mínima y horas de sol) se ha determinado estadísticamente, obteniéndose resultados con un alto valor de significación. La precipitación y la humedad mostraron una correlación negativa con las concentraciones de esporas de *Alternaria* y *Cladosporium* y positiva para *Fusarium*; la temperatura siempre ha influido de forma positiva en la presencia de estos tres tipos esporales en el aire. En cuanto a su distribución intradiaria se ha observado una mayor representación de esporas de *Fusarium* a primeras horas de la mañana, *Cladosporium* a media tarde y *Alternaria* alrededor de las 20 horas.

Palabras clave: *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium*, Aerobiología, Santiago de Compostela.

Abstract

DOPAZO, A. & AIRA, M.J. 2001. *Alternaria*, *Cladosporium* and *Fusarium* spore concentration in the atmosphere of Santiago de Compostela (1996). *Bot. Complutensis*, 25: 83-91.

In this work we analyse the first results of aerobiology count of three types of fungal spores (*Alternaria*, *Cladosporium* and *Fusarium*) which were found in the atmosphere of Santiago de Compostela during 1996. In that period we identified 143.642 spores, of which

98% corresponded to *Cladosporium* type, whereas *Alternaria* and *Fusarium* type represented 1% in each case. The spore concentration of these three form-genera has increased gradually from May, reaching its maximum peak in the atmosphere in July and August; since then there has been a fall till the end of the year. The relationship existing between the values of atmospheric concentration and the ones of the meteorological parameters (humidity, rainfall, maximum, average and minimum temperature and hours of sunshine) has been determined statistically, obtaining results with a high significance value. The precipitation and humidity showed a negative correlation with the spore concentrations of *Alternaria* and *Cladosporium* and positive to *Fusarium*; the temperature has always influenced positively in the presence of these three types of spores in the air. As regards their intradiurnal distribution it has been observed that there is a higher representation of *Fusarium* spores in the first hours in the morning, *Cladosporium* at mid afternoon and *Alternaria* at 20 hours.

Keywords: *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium*, Aerobiology, Santiago de Compostela.

INTRODUCCIÓN

La identificación de las esporas fúngicas y su cuantificación en la atmósfera tiene gran interés tanto desde el punto de vista clínico —ya que muchas especies son inductoras de reacciones alérgicas (Caretta, 1992; Emberlin *et al.*, 1995)— como fitosanitario. No obstante, en Galicia los estudios realizados en este campo son todavía escasos (Díaz *et al.*, 1998; Méndez & Iglesias, 1998). Distintos autores han citado también una aplicación urbanística, ya que pueden afectar al biodeterioro de las fachadas de numerosos monumentos (Petushkova & Kandyba, 1999; Pitzurra *et al.*, 1999).

En estudios realizados en diferentes países y ciudades españolas se ha comprobado que las esporas del tipo *Cladosporium* son las más frecuentes en muestras aerobiológicas (Rosas *et al.*, 1997; Rutherford *et al.*, 1997; Fernández *et al.*, 1998; Mediavilla *et al.*, 1998). Dentro de este tipo se engloban unas 40 especies, la mayoría saprófitas sobre plantas o materia orgánica del suelo; algunas son fitopatógenas, pero la mayoría destacan por su importancia alergógena debido a las altas concentraciones que alcanzan sus conidios tanto en el interior de edificios como en exteriores (Emberlin *et al.*, 1995; Angulo *et al.*, 1999).

Las esporas de *Alternaria* y *Fusarium* son mucho menos abundantes en los recuentos aerobiológicos. El género *Alternaria* incluye unas 50 especies de distribución cosmopolita, fitoparásitas o saprófitas capaces de colonizar y degradar numerosos sustratos. Por su parte, el género *Fusarium* se encuentra tanto como saprófito sobre el suelo o como parásito de plantas. Ambos tienen interés clínico como patógenos humanos, al ser productores de asma y presentar reactividad cruzada con otros hongos imperfectos (Caretta, 1992).

En este trabajo se presentan los primeros resultados obtenidos en el área de Santiago de Compostela, correspondientes al recuento de esporas fúngicas de estos tres géneros-forma de la Clase Hyphomycetes, *Alternaria* C.G.D. Neess ex Wallroth, *Cladosporium* Link ex E.M. Fries y *Fusarium* Link ex E.M. Fries, durante el año 1996. Además de su carácter saprófito, todos son considerados como patógenos hu-

manos, pues es frecuente encontrarlos en muestras clínicas procedentes de pacientes con afecciones respiratorias (infecciones pulmonares, sinusitis), actuando como oportunistas en infecciones corneales o sistémicas (Cosentino & Palmas, 1996).

MATERIAL Y MÉTODOS

La ciudad de Santiago de Compostela, situada en la parte noroccidental de la Península Ibérica a unos 40 km. del Océano Atlántico, presenta un clima marítimo-templado con humedad alta, la temperatura media anual es del orden de 13°C y las precipitaciones son superiores a 1200 mm. anuales (Carballeira *et al.*, 1983). Los datos meteorológicos proporcionados por el Observatorio Astronómico Ramón María Aller, muestran para el año 1996 un total de 1759,2 mm. anuales, con una humedad media del 82%. El mes que registró las precipitaciones más elevadas fue enero, con 356 mm., mientras que junio resultó ser el más seco, con tan sólo 8 mm. en todo el mes. La temperatura para dicho año ha oscilado entre los 3,3°C de mínima y los 26,4°C de máxima, alcanzándose estos valores en los meses de febrero y julio, respectivamente.

Las muestras se han recogido con un captador volumétrico tipo Hirst (modelo Lanzoni VPPS-2000), situado en el campus sur de la Universidad de Santiago a una altura de 27 m. sobre el nivel del suelo. Para su procesamiento se ha seguido la metodología habitual en este tipo de muestreos, propuesta por la Red Española de Aerobiología (Domínguez *et al.*, 1991). La identificación de los tres tipos fúngicos se ha basado mayoritariamente en la aparición de las esporas o conidios, apareciendo ocasionalmente en el campo del microscopio otras partes del hongo, como parte del micelio o de los conidióforos. Para la identificación de las esporas se ha recurrido a preparaciones actuales de dichas esporas de hongos, así como a material bibliográfico.

La relación existente entre las concentraciones atmosféricas de esporas y los parámetros meteorológicos del año 1996 se ha analizado con el paquete informático *Estatística*, aplicando el test de Spearman.

RESULTADOS

La cantidad total de estos tres tipos esporales ha sido de 143.642 esporas identificadas en todo el año 1996. El género-forma *Cladosporium* ha sido el más representado, contabilizándose 141.328 esporas anuales, que suponen un 98% del total; 644 esporas se identificaron como género-forma *Alternaria* y 1.670 esporas como *Fusarium*.

Las mayores concentraciones de estos tres tipos de esporas en conjunto se han registrado en los meses de verano, principalmente en el mes de julio (Figura 1). En general, la concentración atmosférica de esporas ha ido en aumento a medida que las condiciones meteorológicas mejoraban, alcanzándose temperaturas más ele-

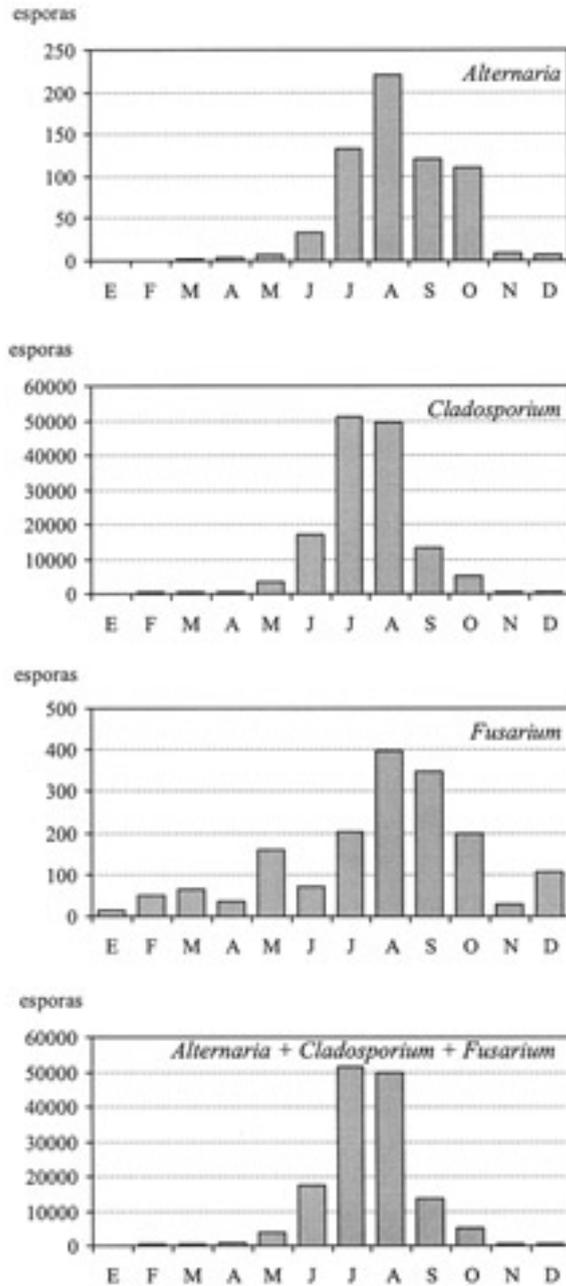


Figura 1.—Total mensual de esporas de *Alternaria*, *Cladosporium* y *Fusarium* en Santiago de Compostela durante el año 1996.

vadas y precipitaciones más escasas. Las esporas de *Alternaria* alcanzaron su máximo atmosférico en el mes de agosto, con un total mensual de 225 esporas; en los meses pre- y post-pico se identificaron valores próximos a 125 esporas, mientras que en el resto del año el registro ha sido prácticamente nulo. Las esporas del género-forma *Cladosporium* han tenido un comportamiento similar, alcanzando valores máximos durante los meses de julio y agosto, con 51.023 y 49.167 esporas respectivamente. La distribución anual del género-forma *Fusarium* ha sido más dispersa, registrándose máximos en los meses de agosto y septiembre (con 398 y 348 esporas respectivamente), aunque también aparecen picos secundarios de menor importancia en octubre y diciembre y al final de la primavera.

En la gráfica de distribución anual (Figura 2), en la que se representan los valores totales semanales así como la temperatura media semanal, se puede observar que las esporas de *Alternaria* son más abundantes en verano aunque su representación se extiende hasta el otoño; en el caso de las esporas de *Cladosporium*, su representación se centra en la época estival, mientras que las esporas de *Fusarium* presentan sus máximos a finales de verano y principios de otoño.

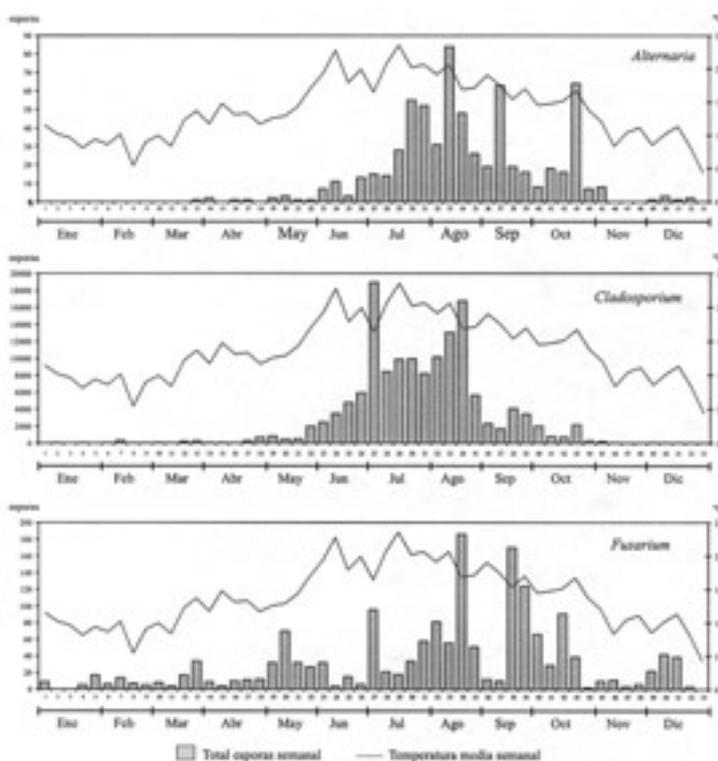


Figura 2.—Representación semanal de *Alternaria*, *Cladosporium* y *Fusarium* y de la temperatura media en el año 1996.

En la Tabla 1 se representan diversos datos relacionados con el período principal de esporulación (P.P.E.). Las esporas del género-forma *Fusarium* han permanecido en la atmósfera 261 días en todo el año, mientras que *Alternaria* y *Cladosporium* se han mantenido durante 135 y 116 días respectivamente. En este tiempo el valor máximo diario alcanzado ha sido de 48 esporas/m³ para *Fusarium*, 30 esporas/m³ para *Alternaria* y 5.762 esporas/m³ para *Cladosporium*, valores muy dispares si tenemos en cuenta además que el valor medio diario ha sido de 6, 5 y 1.095 esporas/m³, respectivamente.

Tabla 1
Datos del Período Principal de Esporulación (P.P.E.)
de los tres tipos esporales estudiados

	<i>Alternaria</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Fusarium</i>
Total esporas en el año 1996	644	141.328	1.670
Inicio PPE	12-jun	06-jun	24-mar
Fin PPE	24-oct	29-sep	09-dic
N.º días PPE	135	116	261
Total esporas PPE	598	127.077	1.505
Media esporas/m ³ PPE	5	1.095	6
N.º días PPE superiores a la media	40	47	79
Valor máximo PPE	30	5.762	48
Días de máximo valor PPE	13-ago y 23-oct	4-jul	25-ago

La relación entre las concentraciones de esporas en la atmósfera y los parámetros meteorológicos ha sido analizada aplicando el test de Spearman (Tabla 2). Los resultados obtenidos han sido altamente significativos (99%) para los tres tipos esporales. La precipitación y la humedad influyeron negativamente en la presencia de esporas de *Alternaria* y *Cladosporium*, mientras que para *Fusarium* esta relación ha

Tabla 2
Correlaciones entre la concentración atmosférica de esporas
y los parámetros meteorológicos

	<i>Alternaria</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Fusarium</i>
Precipitación	-0.291***	-0.361***	+0.142***
Humedad	-0.238***	-0.366***	+0.195***
Horas de sol	+0.311***	+0.431***	-0.069 ^{N.S.}
Temperatura	máxima	+0.600***	+0.197***
	mínima	+0.585***	+0.369***
	media	+0.638***	+0.804***

*** 99%. N.S. no significativo.

sido positiva, aunque con valores de correlación muy bajos. En cuanto a las temperaturas máxima, mínima y media, en todos los casos se ha obtenido una correlación positiva con un alto grado de significación. De nuevo se han obtenido valores de correlación mucho más elevados para *Cladosporium* y *Alternaria* que para *Fusarium*.

Para determinar la distribución intradiaria (Figura 3) se han seguido dos modelos diferentes propuestos por Galán *et al.* (1991), que excluyen los días de lluvia, y Domínguez & La-Serna (1998), que toman la totalidad de los datos. Los resultados han sido muy similares; los tres tipos esporales han estado presentes en la atmósfera las 24 h. del día, aunque la probabilidad de encontrar esporas de *Fusarium* en el aire es mayor a primeras horas de la mañana, entre las 4 y las 9 h., mientras que *Alternaria* y *Cladosporium* se concentran mayoritariamente a partir del mediodía, entre las 14 h. y las 20 h. En *Alternaria* aparece un pico secundario a las 6 de la mañana.

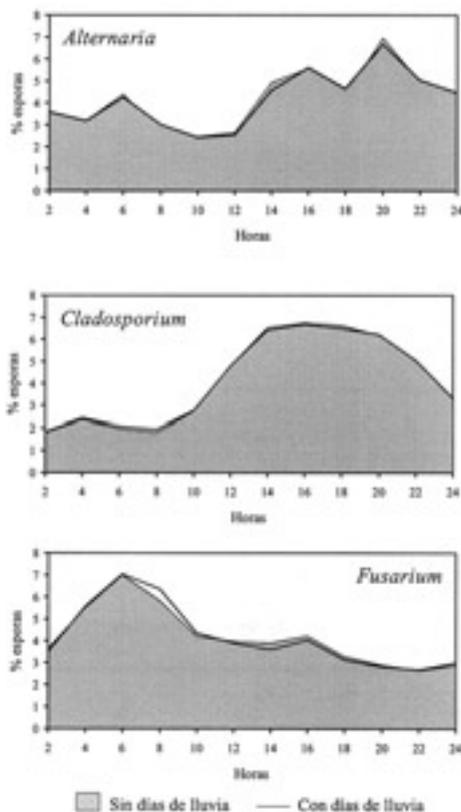


Figura 3.—Distribución intradiaria de *Alternaria*, *Cladosporium* y *Fusarium* en Santiago de Compostela durante el año 1996.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con los datos de otras ciudades gallegas (Méndez *et al.*, 1999), aunque las condiciones microclimáticas pueden variar sensiblemente las concentraciones totales alcanzadas. El incremento de esporas de *Alternaria* y *Cladosporium* en época primaveral se relaciona con el aumento de las temperaturas a partir del mes de marzo (Emberlin *et al.*, 1995), registrándose valores máximos de junio a octubre, de acuerdo con los resultados obtenidos por otros autores (Larsen & Gravesen, 1991). Los máximos de esporas de *Fusarium* se han producido con temperaturas entre 8 y 23 °C, con resultados similares a los señalados por Wahl & Kersten (1991).

La influencia negativa de las precipitaciones y de la humedad en la concentración de esporas de *Alternaria* también ha sido citada en zonas gallegas de viñedo (Díaz, 1999), al igual que el efecto positivo de la temperatura y negativo de la humedad relativa en la concentración de esporas de *Cladosporium* (Mediavilla *et al.*, 1998), que también ha sido señalado para el período invernal del año 1998 en la ciudad de Santiago (Aira & La-Serna, 1999).

En cuanto a la representación intradiaria, diversos autores señalan que la mayor concentración de esporas de *Alternaria* se registra a partir de las 12 h., mientras que la curva de distribución intradiaria de *Fusarium* muestra los máximos valores durante las primeras horas de la mañana (Domínguez & La-Serna, 1998; Mediavilla *et al.*, 1998), coincidiendo con los resultados de este estudio. Por su parte, los máximos registrados en la concentración de esporas de *Cladosporium* entre las 14 y las 20 h. también han sido citados en otras ciudades españolas, concretamente las esporas de *Cladosporium herbarum* son más abundantes entre las 13 y las 15 h. y las de *Cladosporium cladosporioides* a partir de las 19 h. (Mediavilla *et al.*, 1998).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIRA, M. J. & LA-SERNA, I. (1999). Concentration de spores fongiques dans l'atmosphère de Saint-Jacques de Compostelle (Espagne) au cours de la période hivernale 1997-1998 . *16^{ème} Symposium de l'APLF* . Bélgica.
- ANGULO, J.; MEDIAVILLA, I.; BUSTOS, I. & DOMÍNGUEZ, E. (1999). Especies fúngicas aisladas de las hojas de encina (*Quercus rotundifolia*) en el Parque Natural de Hornachuelos (Córdoba) . *XIII Simposio de Botánica Criptogámica* . Madrid.
- CARBALLEIRA, A.; DEVESA, C.; RETUERTO, R.; SANTILLÁN, E. and UCIEDA, F. (1983). *Bio-climatología de Galicia* . Fundación Pedro Barrié de la Maza. La Coruña.
- CARETTA, G. (1992). Epidemiology of allergic disease: the fungi . *Aerobiologia* 8: 439-445.
- COSENTINO, S. & PALMAS, F. (1996). Occurrence of fungal spores in the respiratory tract and homes of patients with positive skin test to fungi . *Aerobiologia* 12 (3): 155-160.
- DÍAZ, R. (1999). *Aplicación de la aerobiología en la agricultura. Control de enfermedades fúngicas y producción de Vitis vinifera* . Tesis doctoral. Santiago de Compostela.
- DÍAZ, R.; IGLESIAS, I. & JATO, V. (1998). Seasonal variation of airborne fungal spore concentration in a vineyard of North-West Spain . *Aerobiologia* 14 (2,3): 221-227.

- DOMÍNGUEZ, E.; GALÁN, C.; VILLAMANDOS, F. & INFANTE, F. (1991). *Manejo y evaluación de los datos obtenidos en los muestreos de los datos aerobiológicos*. Monografías REAN/EAN 1:1-8.
- DOMÍNGUEZ, M. D. & LA-SERNA, I. (1998). Variación anual y diaria del contenido en esporas de *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium* y *Stemphylium* en la atmósfera de La Laguna (Tenerife; Islas Canarias). *Bot. Macaronésica* 23: 105-117.
- EMBERLIN, J.; NEWMAN, T. & BRYANT, R. (1995). The incidence of fungal spores in the ambient air and inside homes: evidence from London. *Aerobiologia* 11: 253-258.
- FERNÁNDEZ, D.; VALENCIA, R. M.; MOLNAR, T.; VEGA, A. & SAGÜES, E. (1998). Daily and seasonal variations of *Alternaria* and *Cladosporium* airborne spores in León (North-West, Spain). *Aerobiologia* 14 (2,3): 215-220.
- GALÁN, C.; TORMO, R.; CUEVAS, J.; INFANTE, F. & Domínguez, E. (1991). Theoretical daily variations patterns of airborne pollen in South-West of Spain. *Grana* 30: 201-209.
- LARSEN, L. & GRAVESEN, S. (1991). Seasonal variation of outdoor airborne viable microfungi in Copenhagen, Denmark. *Grana* 30: 467-471.
- MEDIAVILLA, A.; ANGULO, J.; INFANTE, F.; COMTOIS, P. & DOMÍNGUEZ, E. (1998). Preliminary statistical modeling of the presence of two conidial types of *Cladosporium* in the atmosphere of Córdoba, Spain. *Aerobiologia* 14(2,3): 229-234.
- MÉNDEZ, J. & IGLESIAS, I. (1998). Variación intradiaria de *Cladosporium* y *Alternaria* en el período 1993-1996 Ourense (NO España). *XII Simposio de Palinología*. León.
- MÉNDEZ, J.; SEJO, C. & IGLESIAS, I. (1999). Evolución del contenido de macroconidios de *Fusarium* en el aire de la ciudad de Ourense. NO de España. *XIII Simposio de Botánica Criptogámica*. Madrid.
- PETUSHKOVA, J. & KANDYBA, P. (1999). Aeromicrobiological studies in the Moscow cathedrals. *Aerobiologia* 15 (3): 193-201.
- PITZURRA, L.; BELLEZZA, T.; GIAMMARIOLI, M.; GIRALDI, M.; SBARAGLIA, G.; SPERA, G. & BISTONI, F. (1999). Microbial environmental monitoring of the refectory in the monastery of St. Anna in Foligno, Italy. *Aerobiologia* 15 (3): 203-209.
- ROSAS, I.; CALDERÓN, C.; MARTÍNEZ, L.; ULLOA, M. & LACEY, J. (1997). Indoor and outdoor airborne fungal propagule concentrations in Mexico city. *Aerobiologia* 13 (1): 23-30.
- RUTHERFORD, S.; OWEN, J. A. K. & SIMPSON, R. W. (1997). Survey of airspora in Brisbane, Queensland, Australia. *Grana* 36: 114-121.
- WAHL, P. G. & KERSTEN, W. (1991). *Fusarium* and *Didymella* neglected spores in the air. *Aerobiologia* 7: 111-117.

Original recibido: 2 de Enero de 2001

Versión final recibida: 4 de Junio de 2001