

Original

Estudio aeromicológico de la ciudad de Badajoz: Periodos de mayo a agosto de 1993 y 1994

M. A. Gonzalo¹, J. F. Martínez², R. Tormo², A. F. Muñoz², M. M. Paredes², I. Silva²

¹Hospital Universitario Infanta Cristina. Badajoz.

²Escuela de Ingenierías Agrarias de Badajoz. Universidad de Extremadura

El objetivo de este trabajo ha sido describir la composición (cuantitativa y cualitativa) en esporas fúngicas de la atmósfera de Badajoz durante los meses de mayo a agosto de 1993 y 1994, y analizar su relación con parámetros meteorológicos que de alguna forma favorecen el desarrollo de los hongos y/o influyen en la concentración atmosférica de esporas. Se han observado 27 tipos de esporas fúngicas. La mayoría son conidios y clamidosporas de hongos ascomycetos y deuteromicetos; el resto son ascosporas (*Leptosphaeria*, *Pleospora* y *Venturia*) y esporas de hongos basidiomicetos (uredosporas de *Puccinia*, teliosporas de *Tilletia* y *Ustilago*, y basidiosporas). La concentración media fue cercana a las 3.000 esporas/m³ en los dos periodos estudiados, siendo los meses de mayo y junio los de mayores concentraciones. Destacó el mes de mayo de 1994, al alcanzarse medias diarias cercanas a las 20.000 esporas/m³. El tipo que aparece con mayor frecuencia es *Cladosporium* (entre el 60 y el 70% de las esporas observadas), seguido de *Ustilago*, basidiosporas, *Alternaria* y *Drechslera*. Las variables meteorológicas se han correlacionado de forma estadísticamente significativa (positiva o negativa) con la presencia de ciertos tipos de esporas. Además de la humedad, las precipitaciones y la temperatura, también la dirección del viento ha sido un parámetro asociado a la aparición de algunas esporas.

PALABRAS CLAVE: Aeromicrología/Atmósfera/Badajoz/España/Esporas/Factores meteorológicos/Hongos

Aeromycological study of Badajoz city: Periods from may to august for 1993 and 1994

Airborne fungal spores (AFS) are potential allergens. They have been implicated in both asthma and allergic rhinitis, and other health symptoms. The atmosphere in Badajoz city (located in the southwest of Spain) was monitored to determine the concentration, seasonal occurrence, and identity of AFS, and environmental factors responsible for AFS dispersion (temperature, relative humidity, speed and wind direction and rainfall). Atmospheric sampling was carried out with a Burkard Volumetric Spore Trap from May to August during 1993 and 1994. The occurrence of AFS was calculated hourly and daily. Twenty-seven spore types and hyphae could be identified (Table II). Mean spore concentrations were about 3,000/m³. The spores of *Cladosporium* were dominant (60-70%) followed by *Ustilago*, Basidiospores, *Alternaria* and *Drechslera*. The highest AFS concentrations were observed in May-June (Fig 1). *Cladosporium* spores reached peak levels about 20,000/m³. We have found statistical association among the presence of some AFS types and biometeorological factors. Finally, circadian patterns of darkness and sunlight influence on certain AFS; thus, most of them were diurnal, and only ascospores of *Leptosphaeria* and *Venturia* were nocturnal.

KEY WORDS: Air microbiology/Atmosphere/Badajoz/Fungal spores/Fungi/Meteorological factors/Moulds/Spain

INTRODUCCION

La existencia de enfermedades alérgicas producidas por hongos es un hecho bien conocido. Sin embargo, también son conocidas las dificultades para su estudio, no sólo en lo referente a la captación e identificación de los aeroalergenos fúngicos,

sino también de cara al diagnóstico, debido a la ausencia de estándares con actividad biológica definida^{1,4}.

Los captadores empleados en el estudio de la aeromicroflora pueden ser clasificados en 2 grupos: los gravimétricos (la recogida de esporas se realiza mediante la sedimentación de éstas por

acción de la gravedad) y los volumétricos (se interceptan de forma activa las partículas transportadas por el aire, teniendo en cuenta el volumen del mismo durante el tiempo de exposición). Cada uno de ellos, a su vez, tiene distintas modalidades según que el depósito de las partículas tenga lugar sobre medio inerte (métodos no viables), o sobre un medio de cultivo (métodos viables). Teniendo en cuenta el ámbito del muestreo, distinguimos los estudios que analizan el contenido de la atmósfera de exteriores de los de interiores. El decidirse por uno u otro método depende del objetivo del estudio, siendo aconsejable en algunos casos el combinar 2 o más de ellos^{2,4}.

A pesar de sus limitaciones, los estudios aeromicológicos aportan una valiosa información, no sólo en el campo de la Medicina, sino también para la Agricultura, Veterinaria, Botánica, etc.

El objetivo de este trabajo ha sido describir la composición (cuantitativa y cualitativa) en esporas fúngicas de la atmósfera de Badajoz durante los meses de mayo a agosto de 1993 y 1994, y analizar su relación con parámetros meteorológicos que de alguna forma favorecen el desarrollo de los hongos y/o influyen en la concentración atmosférica de esporas.

MATERIAL Y METODOS

Características geo-climáticas de Badajoz

La ciudad de Badajoz está situada en el suroeste de la Península Ibérica, a una altitud de 186-200 m sobre el nivel del mar. Tiene un clima mediterráneo con fuertes contrastes térmicos entre el verano y el invierno. La temperatura media anual oscila entre 8.8-25.9 °C. El mes más frío es enero (con temperaturas máximas de 13.1 °C y mínimas de 4.5 °C). El mes más caluroso es julio (con temperaturas máximas de 34 °C y mínimas de 17.8 °C). Los vientos dominantes proceden del oeste. La precipitación media anual es de 497 mm. La vegetación natural de la zona está dominada por los encinares y matorrales de degradación (jarales, retamales, etc) en las zonas más térmicas; y en las zonas algo más elevadas y húmedas, por alcornoques sustituidos por breza-

les y madroñales. La vegetación de las riberas de los ríos aparece representada por saucedas, fresnedas, olmedas y alisedas, acompañadas por choperas naturales o cultivadas y plantaciones de eucaliptos. Los cultivos (que constituyen el 70% de la vegetación) son fundamentalmente de regadío, siendo los cereales (trigo, cebada y maíz) y las hortalizas (tomate, sobre todo) los que ocupan mayor extensión. Con menor extensión se pueden también destacar los de soja, girasol y alfalfa. En estos campos abundan en los meses de verano especies de Chenopodiaceas y Amarantáceas. De los cultivos leñosos se destaca el olivo, que ocupa el 1% del área circundante, localizándose sobre todo en el sur y noroeste de la ciudad. En las dehesas y pastizales se encuentran especies de gramíneas, Plantagináceas y compuestas⁵.

Recogida de la muestra

Las muestras han sido recogidas con un captador volumétrico modelo Burkard Spore-Trap, ubicado en Badajoz, en la azotea de la Escuela de Ingenierías Agrarias, a una altura de 6 m. Dicho edificio se encuentra a las afueras de la ciudad, alejado de bosques, edificios altos o parques.

El periodo de estudio abarca desde el 13 de mayo hasta el 31 de agosto para los años 1993 y 1994. Se eligieron estos meses por ser, según la bibliografía consultada, los de mayor incidencia de esporas fúngicas^{1,4}. Además, pretendíamos realizar un muestreo continuo que nos permitiera precisar la distribución horaria y diaria de las esporas fúngicas aerovagantes, por lo que preferimos delimitar el tiempo de estudio, con el fin de profundizar en el análisis de los datos obtenidos. Se llevaron a cabo 5328 conteos (24 horas x 111 días x 2 años). El análisis de las muestras se realizó con microscopía óptica a 1000 aumentos. La identificación de las esporas estuvo basada en sus caracteres morfológicos, según los trabajos de Smith, Gregory y Nilsson^{6,9}. Debido a que los fragmentos de micelios pueden contener alérgenos, también se han contabilizado las hifas aparecidas en las muestras^{2,4}. Finalmente, se relacionó la influencia de algunos parámetros meteorológicos (precipitación media, temperaturas máxima, mínima y media, humedad relativa, recorrido del viento, calmas y dirección del viento) con las

variaciones diarias observadas en la concentración de esporas.

Los datos meteorológicos fueron facilitados por el Centro Meteorológico de Badajoz y la estación meteorológica de la base aérea de Talavera La Real (Tabla I).

Tratamiento informático

Para el tratamiento informático de los datos se utilizó el programa BMDP del Servicio de Informática de la Universidad de Extremadura. Se ha calculado el coeficiente de correlación de Pearson para los datos de concentración diaria de esporas/m³ y los datos diarios de los parámetros meteorológicos reflejados en la Tabla I.

RESULTADOS

Se han observado 27 tipos de esporas fúngicas (Tabla II). La mayoría son conidios y clamidosporas de hongos ascomicetos y deuteromicetos; el resto son ascosporas (*Leptosphaeria*, *Pleospora* y *Venturia*) y esporas de hongos basidiomicetos (uredosporas de *Puccinia*, teliosporas de *Tilletia* y *Ustilago*, y basidiosporas -de las cuales se han separado las del tipo *Bovista* que pertenece al grupo de los gasteromicetos-). Las esporas de *Ustilago* se han separado en 3 tipos en base a su ornamentación: tipo A, completamente lisa; tipo

B, tuberculada con un área diferenciada por su menor densidad de tubérculos; y tipo C, uniformemente tuberculada. *Aspergillus*, *Penicillium* y otros géneros afines presentan esporas indiferenciables, por lo que se han contabilizado de forma conjunta bajo la denominación *Aspergillus*. Los esporangios de *Peronospora* se han incluido también en el recuento total como un tipo de espóra. Además, se han cuantificado los fragmentos de hifas.

La concentración media de esporas fúngicas en la atmósfera de Badajoz fue cercana a las 3.000 esporas/m³ en los dos periodos estudiados, siendo los meses de mayo y junio los de mayores concentraciones. Destacó el mes de mayo de 1994, al alcanzarse medias diarias cercanas a las 20.000 esporas/m³ (Figura 1). En la Tabla II se muestran las concentraciones medias de los periodos estudiados, así como las medias mensuales para cada uno de los tipos de esporas identificados.

El tipo que aparece con mayor frecuencia es *Cladosporium* (entre el 60 y el 70% de las esporas observadas), seguido de *Ustilago*, basidiosporas, *Alternaria* y *Dreschlera*.

Teniendo en cuenta la concentración máxima alcanzada distinguimos 4 grupos: I) > 1000 esporas/m³ (*Cladosporium*); II) 500-1000 esporas/m³ (*Alternaria*, *Dreschlera*, *Leptosphaeria*, *Ustilago* tipo A y C y *Venturia*); III) 100-500 esporas /m³ (*Botrytis*, *Pleospora*, *Puccinia* y *Torula*); y IV) < 100 esporas /m³ (*Curvularia*, *Peronospora*, *Stemphyllium* y *Tilletia*).

Tabla I. Valores meteorológicos de la estación de Badajoz en 1993 y 1994

	1993				1994			
	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Mayo	Junio	Julio	Agosto
P	58.6	18.2	0.0	12.6	75.0	4.6	0.6	0.0
Tmax	22.3	29.4	36.1	33.7	24.4	31.6	35.2	34.5
Tmin	10.7	15.0	17.2	16.7	11.7	15.1	16.1	16.8
Tmed	16.5	22.2	26.6	25.2	18.1	23.4	25.7	25.7
C0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.0	0.2
C1	1.8	4.0	5.1	3.1	1.3	6.1	0.8	1.3
C2	3.4	2.1	2.0	2.9	1.5	1.6	0.4	0.8
C3	13.2	9.7	6.1	9.9	13.7	6.9	8.0	9.5
C4	5.4	8.1	10.1	7.9	7.3	9.1	14.8	11.5
R	725.3	746.6	841.1	765.2	908.7	786.3	858.8	782.5

T: temperaturas medias mensuales en °C; P: precipitaciones totales mensuales en mm; C0: media diaria de número de horas decimales de calmas; C1: media diaria de número de horas decimales con viento en la dirección del primer cuadrante (NE); C2: media diaria de número de horas decimales con viento en la dirección del segundo cuadrante (SE); C3: media diaria de número de horas decimales con viento en la dirección del tercer cuadrante (SO); C4: media diaria de número de horas decimales con viento en la dirección del cuarto cuadrante (NO); R: recorrido del viento en km.

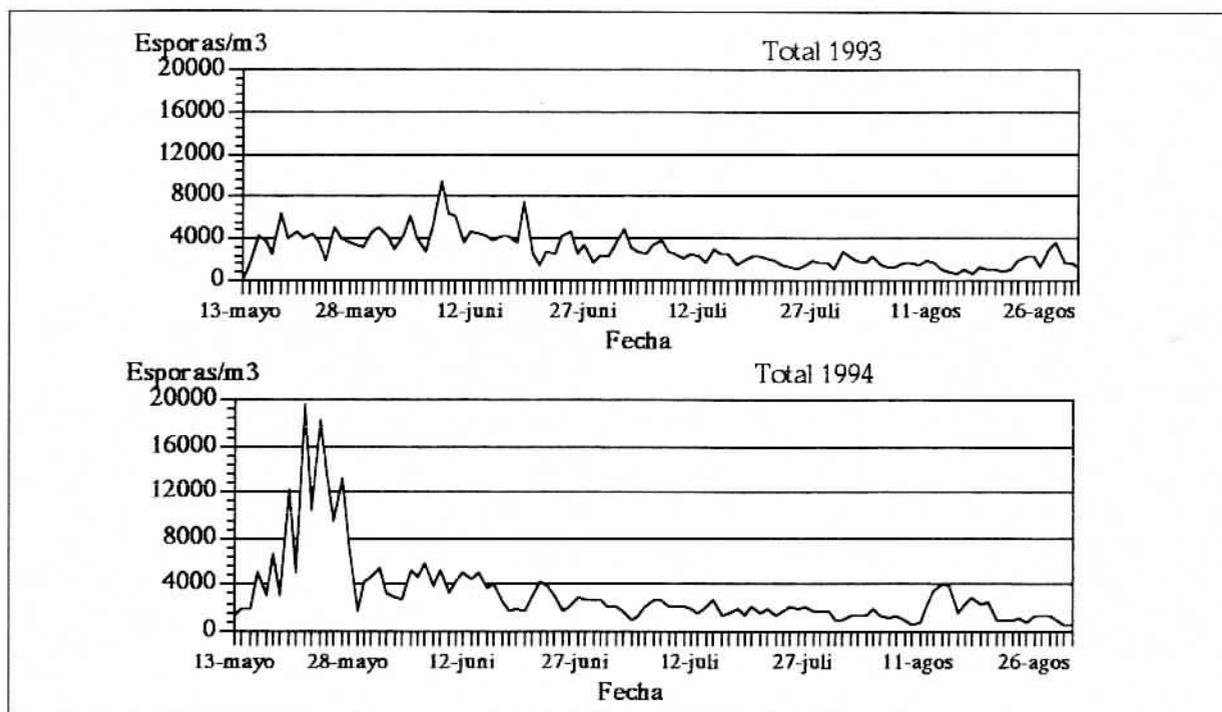


Fig. 1. Concentraciones medias diarias de esporas/m³.

Dichos valores máximos fueron alcanzados en junio por la mayoría de los tipos; el resto lo hacen en mayo (basidiosporas, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Leptosphaeria* y *Venturia*), julio (*Arthrinium*, *Pithomyces* y *Torula*) o agosto (*Spegazzinia* y *Tilletia*).

Se ha podido establecer el horario de aparición de las esporas y su ritmo de dispersión en 12 de los tipos. Así, serían tipos diurnos *Alternaria*, *Cladosporium*, *Dreschlera*, *Pleospora*, *Peronospora*, *Puccinia* y *Ustilago*. Entre los nocturnos sólo se encuentran las ascosporas de *Venturia* y *Leptosphaeria*.

Las variaciones en la temperatura se correlacionan de forma estadísticamente significativa con la presencia de ciertos tipos de esporas. Dicha correlación es positiva para *Torula* y *Ustilago* tipo C; y es negativa para *Cladosporium*, *Dreschlera*, *Leptosphaeria*, *Pleospora*, *Peronospora* y *Venturia*. El nivel de humedad y las precipitaciones se correlacionan positivamente con los tipos *Cladosporium*, *Leptosphaeria*, *Pleospora* y *Venturia*, y negativamente con *Torula* y *Ustilago* tipo C. Los vientos

del cuadrante 1 (dirección Norte a Este) se correlacionan de forma positiva con la presencia de *Ustilago* y *Torula*; los del cuadrante 3 (dirección Sur a Oeste) se correlacionan negativamente con *Torula*; y los del cuadrante 4 (dirección Oeste a Norte) con *Leptosphaeria* (también de signo negativo). Para los del cuadrante 2 (dirección de Este a Sur) no se ha encontrado ninguna correlación significativa.

DISCUSION

Presentamos los resultados parciales del primer estudio aeromicológico realizado en Badajoz. La época seleccionada para el muestreo, que coincide con la de mayor incidencia de especies fitopatógenas, ofrece fuertes contrastes climáticos. El agradable ambiente primaveral de mayo y 1ª mitad de junio nada tiene que ver con las altas temperaturas y la sequedad ambiental del verano.

Los tipos de esporas observados son superponibles a los de otros estudios realizados tanto en nuestro país como en otros países. Se han iden-

Tabla II. Concentraciones medias de esporas/m³ de aire en la atmósfera de Badajoz: Periodos de mayo a agosto de 1993 y 1994

	Año	Media periodo	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Total Esporas	93	2701,41	3822,78	3848,35	2195,23	1446,52
	94	2998,11	7461,89	3229,70	1605,26	1430,97
Hifas	93	150,75	74,72	207,27	147,06	143,87
	94	207,93	65,37	308,27	255,32	150,81
Alternaria	93	104,15	75,11	143,87	135,61	51,13
	94	99,37	141,74	134,27	92,35	46,65
Arthrimum	93	1,07	0,00	0,10	2,84	0,88
	94	1,36	0,16	1,41	2,04	1,36
Aspergillus	93	1,91	9,12	0,00	0,29	1,18
	94	22,89	20,80	34,13	19,80	16,27
Basidiosporas	93	227,20	561,11	235,06	125,94	126,95
	94	213,37	644,10	168,72	86,53	119,55
Botrytis	93	24,28	25,15	37,27	24,11	11,37
	94	22,42	35,50	26,23	9,70	23,42
Bovista	93	31,39	16,44	37,33	34,68	31,03
	94	21,68	16,84	28,80	12,23	27,19
Cladosporium	93	1567,39	2331,78	2289,23	1112,45	879,94
	94	2141,80	5964,16	2027,57	1065,23	986,19
Curvularia	93	0,33	0,50	0,50	0,19	0,19
	94	0,30	0,32	0,70	0,00	0,19
Drechslera	93	104,12	131,28	203,96	53,61	41,36
	94	73,55	163,90	103,30	27,83	35,09
Epicoccum	93	27,23	31,56	41,42	23,22	14,99
	94	25,12	49,41	29,75	13,43	17,44
Leptosphaeria	93	65,35	174,53	108,36	15,09	10,58
	94	30,11	121,21	23,29	5,49	5,49
Nigrospora	93	29,59	19,78	39,43	40,13	15,23
	94	32,63	17,68	59,23	28,55	20,13
Peronospora	93	4,86	2,87	11,75	3,23	0,98
	94	0,82	1,12	1,72	0,49	0,10
Pithomyces	93	2,04	2,03	1,71	3,33	1,07
	94	3,72	1,44	9,32	2,34	1,07
Pleospora	93	19,07	24,68	33,47	12,39	9,16
	94	8,71	24,63	9,53	5,13	1,74
Polythrincium	93	3,25	6,00	6,20	1,55	0,48
	94	1,08	1,58	2,30	0,29	0,39
Puccinia	93	25,41	12,49	52,66	27,25	4,70
	94	14,51	6,56	32,00	14,99	1,96
Spegazzinia	93	2,33	0,33	1,60	2,71	3,81
	94	1,07	0,47	0,97	1,16	1,45
Sporomiella	93	0,08	0,00	0,30	0,00	0,00
	94	0,11	0,00	0,20	0,00	0,19
Stemphyllium	93	12,37	12,32	16,10	13,62	7,55
	94	12,54	8,63	17,93	13,13	9,11
Tilletia	93	0,71	0,67	0,00	0,39	1,74
	94	0,68	0,16	1,00	0,68	0,68
Torula	93	43,20	18,40	41,52	79,09	23,33
	94	33,50	11,67	52,05	37,54	24,89
Uncinula	93	0,22	0,00	0,80	0,00	0,00
	94	0,16	0,00	0,50	0,00	0,10
Ustilago tipo A	93	78,50	121,53	110,79	74,09	26,66
	94	56,17	28,36	145,63	33,03	10,68
Ustilago tipo B	93	44,41	32,41	48,61	66,06	25,68
	94	31,09	44,05	51,24	24,70	11,47
Ustilago tipo C	93	159,84	73,93	232,12	236,29	63,31
	94	106,03	36,29	184,01	142,70	37,93
Venturia	93	46,40	86,25	84,97	23,82	8,53
	94	21,46	98,66	11,04	2,55	3,14

Se han señalado en negrita los tipos más frecuentes

tificado esporas de la mayoría de los tipos relevantes como aeroalergenos: *Alternaria*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Dreschlera*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Puccinia*, *Ustilago*, *Botrytis*, *Stemphylium* y basidiomicetos. También se han identificado otros tipos con potencial alergénico, como las ascosporas de *Leptosphaeria*, *Pleospora* y *Venturia*^{1-4,10-13}

Los resultados cuantitativos obtenidos son difícilmente comparables con los de otros trabajos, bien porque el captador empleado es diferente, o bien porque el tratamiento matemático de los datos no lo permite. Los valores medios mensuales más altos (casi 3.000 esporas/m³) corresponden a los meses de mayo y junio, siendo especialmente elevados (hasta 20.000 esporas/m³) en 1994. Las temperaturas más suaves y la mayor incidencia de precipitaciones durante esos meses podrían justificar estas diferencias. Destacamos las elevadas concentraciones de *Cladosporium* frente al resto de los tipos y las bajas concentraciones de *Aspergillus* y *Penicillium* (debido, sin duda, a su predilección por los interiores de los edificios para desarrollarse)^{2-4,14}. *Cladosporium* no sólo es el tipo que aparece como el más frecuente en la mayoría de los estudios realizados a nivel mundial, sino que además es el que alcanza los picos más altos^{2-4,10-13}; en nuestro caso hasta casi 20.000 esporas/m³.

Para algunas esporas se ha podido establecer su horario de aparición y ritmo de dispersión; la mayoría de ellas son diurnas, sólo las ascosporas de *Venturia* y *Leptosphaeria* son nocturnas. Este hecho depende no sólo del momento en que se produce la esporulación, sino también de las condiciones climáticas²⁻⁴.

Las variables meteorológicas se han correlacionado de forma estadísticamente significativa (positiva o negativa) con la presencia de ciertos tipos de esporas. Además de la humedad, las precipitaciones y la temperatura, también la dirección del viento ha sido un parámetro asociado a la aparición de algunas esporas. La interacción de estos factores proporciona el ambiente apropiado para unos tipos u otros^{1-4,15-16}; así, en nuestro caso, las temperaturas más altas y el menor índice de precipitaciones favorecerían la presencia de *Ustilago* tipo C y *Torula*; mientras que la situación opuesta sería favorable para *Cladosporium*, *Leptosphaeria*, *Pleospora* y *Venturia*.

En resumen, se ha realizado una descripción cualitativa y cuantitativa de las esporas de la atmósfera de Badajoz, durante los meses de mayo a agosto de 1993 y 1994, correlacionando dichos hallazgos con parámetros meteorológicos. Este trabajo se enmarca dentro de un proyecto más amplio que pretende el análisis aeromicológico durante un periodo de 3 ciclos anuales.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por la Junta de Extremadura y el Fondo Social Europeo a través de la Consejería de Educación y Juventud (Proyecto EIB94-12).

BIBLIOGRAFIA

1. Burge HA. Some comments on the aerobiology of fungus spores. *Grana* 1986; 25: 143.
2. D'Amato G, Spiekma FThM. Aerobiologic and clinical aspects of mould allergy in Europe. *Allergy* 1995; 50: 870-7.
3. Solomón WR, Mathews KP. Aerobiología y alérgenos inhalables. En: Middleton E Jr, Reed CE, Ellis EF, Adkinson NF Jr, Yunginger JW (Eds). *Alergia: Principios y práctica*. Barcelona: Salvat, 1992: 324-36.
4. Pérez-Santos C, Moreno AG. *Hongos y alergia*. Dome/Hollister-Stier (Ed). Madrid, 1992.
5. M.A.P.A. (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). *Mapa de cultivos y aprovechamientos de Badajoz*. Dirección General de la Producción Agraria (Ed). Madrid, 1985.
6. Smith EG. *Sampling and identifying allergenic pollens and molds*. Blewstone Press. San Antonio, Texas, 1984.
7. Smith EG. *Sampling and identifying allergenic pollens and molds*. Volume 2. Blewstone Press. San Antonio, Texas, 1986.
8. Gregory PH. *Microbiology of the atmosphere*. Leonard Hil Books. Plymouth, 1973.
9. Nilsson S. *Atlas of airborne fungal spores in Europe*. Springer-Verlag. Berlin 1983.
10. Nilsson S. Regional and global distribution of aeroallergens. *Rev Palaeobot Palynol* 1990; 64: 29-34
11. Caretta, G. Epidemiology of allergic disease: the fungi. *Aerobiologia* 1992, 8(3): 439-45.
12. Bush RK. Aerobiology of pollen and fungal allergens. *J Allergy Clin Immunol* 1989; 84 (6): 1120-3.
13. Burge HA. Airborne allergenic fungi: classification, nomenclature and distribution. *Immunol Allergy Clin North Am* 1989; 9: 307-19.

14. Burge HA. Bioaerosols: prevalence and health effects in the indoor environment. *J Allergy Clin Immunol* 1990; 86: 687-701.
15. Hasnain SM. Influence of meteorological factors on the air spora. *Grana* 1993; 32: 182-7.
16. Lyon FL, Kramer CL, Eversmeyer MG. Variation of airspora in the atmosphere due to weather conditions. *Grana* 1984; 23: 177-81.

M^a Angeles Gonzalo Garijo
Sección de Alergología
Hospital Universitario Infanta Cristina
Ctra. de Portugal, s/n
06080 Badajoz