

COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE MITOSPORAS DE *Alternaria* EN LA ATMOSFERA DE SANTIAGO DE COMPOSTELA (GALICIA, ESPAÑA)

(Temporary behaviour of *Alternaria* mitospore in the atmosphere of Santiago de Compostela (Galicia, Spain))

* M.J. Aira, *M. Hervés, **V. Jato

* Departamento de Botánica, Facultad de Farmacia, Universidad de Santiago (España)

** Departamento de Biología Vegetal y Ciencias del Suelo, Universidad de Vigo (España)

Palabras clave: Mitosporas fúngicas, atmósfera, *Alternaria*, Santiago de Compostela, España.

Key words: Fungal mitospores, atmosphere, *Alternaria*, Santiago de Compostela, Spain.

RESUMEN

Mediante un sistema de captación volumétrico no viable, se presenta el recuento de mitosporas de poblaciones de *Alternaria* en la atmósfera de Santiago de Compostela (Galicia, España) durante el periodo 1997-2003.

Los totales de mitosporas anuales variaron entre 439/m³ en el año 2001 y 3.107/m³ en 1997, localizándose los máximos mensuales en julio o septiembre según el año. El máximo diario fue de 653 /m³ (9 julio de 1997) y el comportamiento intradiario señala una mayor abundancia de estas entre las 17h y las 20h.

Las correlaciones con los parámetros meteorológicos señalan una influencia negativa de la lluvia y la humedad y positiva del grado de insolación y la temperatura, siendo ésta última la más influyente en el contenido atmosférico de mitosporas.

INTRODUCCION

Alternaria, es un hongo cosmopolita que incluye a unas 50 especies saprófitas y parásitas que se desarrollan sobre una gran variedad de sustratos (Simonds, 1992, 1993; Rotem, 1994). Además de su importancia como fitopatógeno, sus mitosporas han sido citadas como causantes de distintas enfermedades respiratorias de tipo alérgico. Ambas razones justifican el interés de conocer las concentraciones que pueden alcanzar en la atmósfera de

ABSTRACT

By means of a non viable volumetric capture system, the count of mitospores of *Alternaria* in the atmosphere of Santiago de Compostela (Galicia, Spain) during the 1997-2003 period is presented.

Yearly mitospore totals ranged from 439/m³ in 2001 and 3,107/m³ in 1997, monthly maximum readings being registered in July or September according to the year. Daily maximum was 653/m³ (9 July 1997) while the intradaily behaviour reveals a higher abundance of the former from 17h to 20h.

Correlations with meteorological parameters indicate a negative influence of rain and humidity and a positive one of the degree of isolation and temperature, the latter being the most influential in the atmospheric content of mitospore.

diferentes zonas del planeta (Caretta, 1992; Srivastava & Wadhvani, 1992; Hjelmroos, 1993; Cadman *et al.*, 1997; Infante *et al.*, 1999; Downs *et al.*, 2001; Levetin, 2002; Lipiec, 2003).

La exposición a esporas fúngicas se diferencia de la de polen, tanto en la cantidad como en la duración, ya que su concentración en el aire puede llegar a ser hasta 10.000 veces superior y su permanencia no está limitada, como ocurre en las plantas superiores, a las características intrínsecas de la especie vegetal que condicionan la polinización. En este sentido, la exposición intensa y pro-

longada de los integrantes del grupo de *Alternaria alternata* complex, se asemejan más a la de restos epidérmicos de animales o a los ácaros del polvo que a la de polen, lo que contribuye a la severidad de la respuesta alérgica (Pontón *et al.*, 2002).

La composición antigénica de las esporas fúngicas ha revelado que, por lo general, se trata de proteínas hidrosolubles que son extraídas por los fluidos mucosos de las vías respiratorias. Su caracterización es un tema complejo, ya que distintas cepas de las misma especie pueden mostrar perfiles alergénicos diferentes y algunas especies de *Cladosporium* y *Alternaria*, presentan alergenitos comunes (Vijay *et al.*, 1991). La respuesta a los alergenitos difiere según la edad, sexo, mapa genético y estado de salud de las personas, así como de la cantidad y grado de exposición al antígeno (Bardana, 2003). A pesar de que la concentración de mitosporas de *Cladosporium* en el aire es muy superior a la de *Alternaria*, hay muchas más personas alérgicas a este hongo que a *Cladosporium* y con una respuesta mucho más severa, asociándose con episodios graves de rinitis y asma (Lipiec, 2003).

El asma y la rinitis alérgica se han incrementado en las últimas décadas, sobre todo en el Reino Unido, Australia y Nueva Zelanda, pero también se han detectado niveles elevados en Chile, estimándose que entre el 1% y el 20% de los niños y adultos jóvenes tienen asma y alrededor del 20% de individuos de cualquier edad, desarrollan rinitis alérgica (Robertson *et al.*, 1993; Lundback, 1998). En España la población asmática con sensibilización a hongos es del 41,97%, aunque varía según el área de estudio; alrededor de un 5% de los individuos pueden tener una alergia a hongos a lo largo de su vida y casi todos los alérgicos, sufren de rinitis, asma, sinusitis y obstrucción nasal (Soriano, *et al.*, 1999).

Diferentes autores han citado la implicación de especies de *Alternaria* en el desarrollo de enfermeda-

des respiratorias de tipo alérgico a través del grado de sensibilización a sus antígenos (Green *et al.*, 2003; Kurup *et al.*, 2003; Corden & Millington, 2001; Downs, *et al.*, 2001; Beaumont, *et al.*, 1985). En varias localidades del sur de la Península Ibérica, el porcentaje de reactividad oscila entre el 9% y el 32%, pero en cualquier caso es superior al de *Cladosporium* (Sánchez & Bush, 2001). En Cataluña es de un 18% (Belmonte *et al.*, 2003) y en el litoral mediterráneo es la principal causa de sensibilización a hongos (Escudero *et al.*, 1993). Por su parte, en la comunidad gallega, únicamente se dispone de datos en la ciudad de Ourense, en donde se han detectado un 2% de pacientes sensibles a *Alternaria* (Arenas *et al.*, 1996). En Italia, Cosentino *et al.* (1995), lo citan como el hongo que produce más reacciones cutáneas positivas, seguido de *Cladosporium*. En el distrito de Wuhan, China, ocupa un segundo lugar después de *Rhizopus* en la alergia a hongos, con un 44,7% de sensibilización (Zhong *et al.*, 1999), en la India el porcentaje de reactividad oscila entre un 17,5% a un 44,37% según la localidad (Srivastava & Wadhwani, 1992) y en Corpus Christi, Texas, un 17,3% de los pacientes atópicos han dado positivo a los extractos de *Alternaria* (Dixit *et al.*, 2000).

El objetivo de este trabajo es conocer los niveles de mitosporas de las poblaciones de *Alternaria* en la atmósfera de la ciudad de Santiago de Compostela, con el fin de valorar el nivel de riesgo para la población alérgica.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se llevó a cabo en la ciudad de Santiago de Compostela (Galicia, España) situada a 260 metros de altitud sobre el nivel del mar. En términos biogeográficos el área de estudio pertenece a la Región Eurosiberiana, provincia Cántabro-Atlántica, sector Galaico-Portugués, subsector Compostelano (Izco,

Tabla 1.- Datos climáticos en el periodo de estudio

	Temperatura			Precipitación		Humedad	Insolación
	máxima	Media	mínima	M m	nº días	%	horas
1997	19,8	15,0	10,2	2.059	177	80,5	5,2
1998	19,2	14,3	9,5	1.646	159	79,8	5,7
1999	18,4	14,1	9,8	2.070	171	81,3	5,4
2000	18,4	13,9	9,4	2.472	187	77,5	4,8
2001	18,5	14,1	9,5	2.414	158	78,3	5,5
2002	18,6	14,3	9,9	2.416	175	78,4	4,4
2003	19,3	14,6	9,9	1.866	187	82,7	4,9
Promedio	18,8	14,3	9,7	2.135	173	79,7	5,1

1987), cuyo estadio climax está representado por el robledal termófilo de *Quercus robur* L., hoy en día muy mermado por la intensa actividad humana, la repoblación forestal con *Pinus pinaster* Aiton, *Pinus radiata* D. Don y *Eucalyptus globulus* Labill., y la destrucción que provocan los incendios forestales.

La caracterización climática indica un régimen ombrotérmico subhúmedo templado (Martínez & Pérez, 1999). En el periodo de estudio, la precipitación media anual fue del orden de 2.135 mm recogida en unos 173 días. El año más cálido correspondió a 1997 con temperaturas máxima de 19,8°C, medias de 15°C y mínimas de 10,2°C de promedio, mientras que el año 2000 fue el más frío con 18,4°C de temperatura máxima, como media de las temperaturas máximas, 13,9°C de las medias y 9,4 °C de las mínimas. En cuanto a la humedad relativa el promedio fue de 79,7% y el grado de insolación del orden de 5 horas (Tabla 1).

Las mitosporas de *Alternaria* se recogieron de la atmósfera durante 7 años (1997-2003) de forma ininterrumpida, con la ayuda de un sistema de captación volumétrico no viable. Este sistema a pesar de que no permite el cultivo del hongo, tiene como ventaja, sobre los métodos gravimétricos, poder conocer la concentración de mitosporas y meiosporas en un volumen de aire, por ello se utiliza de forma habitual en este tipo de estudios. La estación aerobiológica (modelo Lanzoni VPPS-2000), se encuentra ubicada en la terraza de uno de los edificios universitarios del Campus sur de la ciudad, a una altura de 8 metros sobre el suelo.

Las mitosporas u otros tipos de propágulos fúngicos, impactan sobre un tambor cilíndrico cubierto con una cinta impregnada con solución de silicona al 2%, que gira a una velocidad constante y completa una vuelta en 7 días. De esta forma, la cinta recogida 1 vez a la semana se corta en 7 trozos equivalentes a cada día y sobre ella se realiza el recuento de las mitosporas seleccionadas. Las concentraciones medias diarias o semanales se expresan como mitosporas /m³, mientras que los valores totales o anuales son expresados como mitosporas.

Tabla 2. Datos generales de las mitosporas de *Alternaria*

Año	Total anual	Ausencia días	Valor máximo	Fecha máxima
1997	3.107	177	653	9/ VII
1998	1.510	75	57	5/ IX
1999	1.942	204	350	11 / VII
2000	506	240	24	31/ VII
2001	439	244	17	28 / IX
2002	1.740	159	97	16/ VII
2003	1.466	195	76	15 / IX

Tabla 3.- Datos del P.E.P. de mitosporas de *Alternaria*

Año	Total P.E.P.	Fecha inicio-fin	Duración días	Valor medio
1997	2.772	3/V- 6/X	157	18
1998	1.364	27/III- 6/XI	225	6
1999	1.741	23/VI-9/X	109	16
2000	459	31/V-18/X	141	3
2001	399	21/V-31/X	164	2
2002	1.550	30/III-15/X	200	8
2003	1.315	8/VI - 4/X	119	11

Para conocer el periodo de esporulación principal (P.E.P.) de *Alternaria*, se ha seguido el método propuesto por Nilsson & Persson (1981), eliminando el 5% de la concentración de esporas al inicio y final del año, y por tanto, reflejando el periodo en que este tipo de propágulo representa un 90% del total anual en la atmósfera. Debido a que tanto las variables meteorológicas como las concentraciones de esporas no cumplen la condición de normalidad, se aplicó el test de correlación no paramétrico de Spearman, utilizando el programa estadístico *Statistica* y estableciendo cuatro niveles de significación (99%, 95%, 90%, y no significativo).

Para probar si la presencia de mitosporas anemófilas se relaciona con los factores meteorológicos, se efectuó un análisis de correlación utilizando las concentraciones diarias durante el P.E.P. de cada año y del total del periodo estudiado.

RESULTADOS

En el periodo de estudio se contabilizaron un total de 10.710 mitosporas de *Alternaria* en la atmósfera de Santiago (Son mitosporas totales o sea la suma de todos los totales anuales del muestreo) oscilando entre las 439 contabilizadas en el año 2001 y las 3.107 recogidas en el año 1997. La ausencia atmosférica de este tipo conidial, valorada en número de días, fue elevada con excepción del año 1998 y el máximo valor diario correspondió al 9 de julio de 1997, en el que se contabilizaron 653 mitosporas/m³ (media del total diario) (Tabla 2).

En cuanto a la distribución a lo largo del año, el máximo mensual se localizó en julio o en septiembre según el año, con niveles máximos de 1.941 mitosporas (Promedio o total de esporas en el mes) y 1.013 contabilizadas en julio del año 1997 y 1999 respectivamente (Figura 1).

La abundancia de mitosporas durante el P.E.P. disminuye en los periodos de lluvia, ya que es precisamente

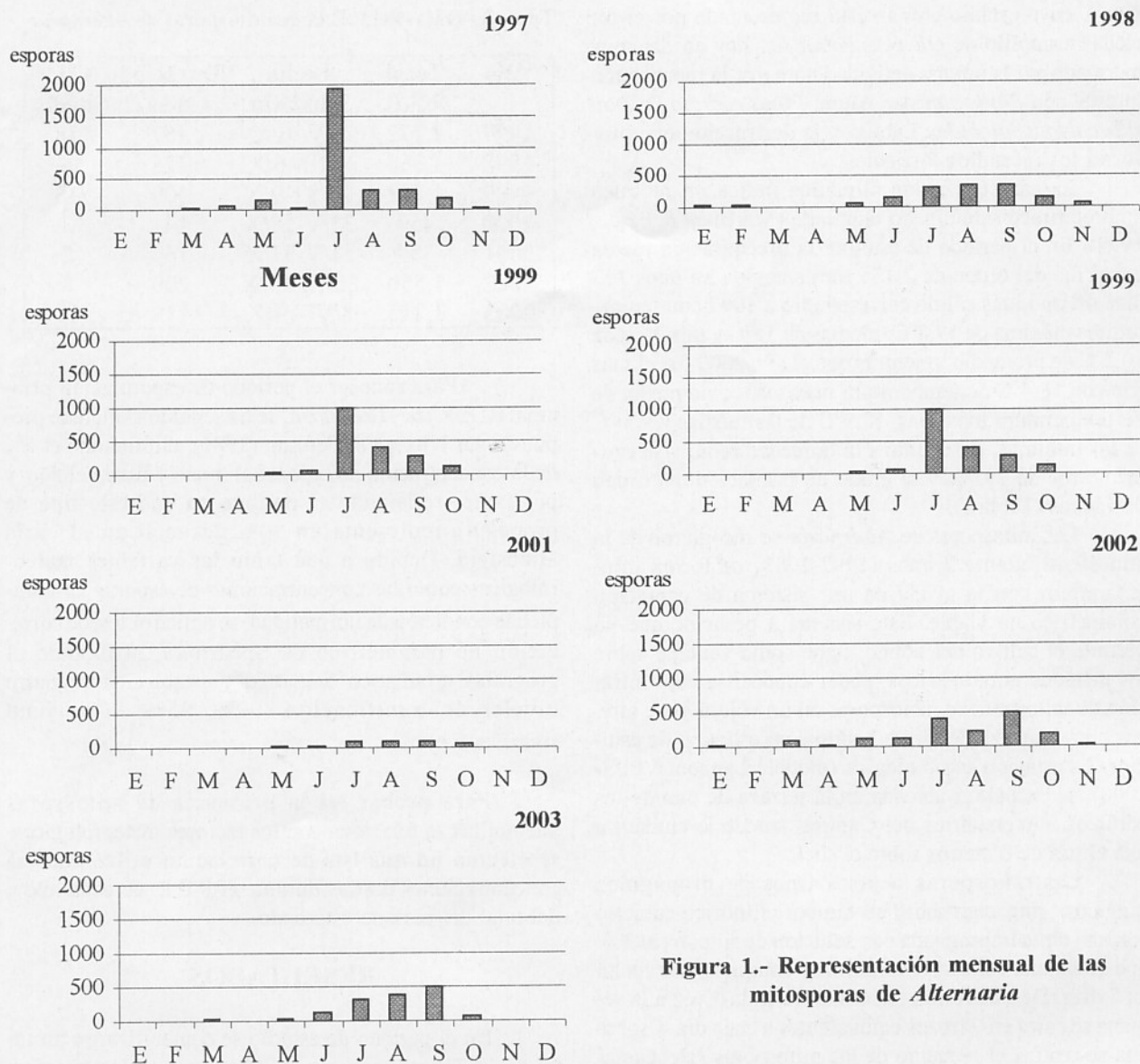


Figura 1.- Representación mensual de las mitosporas de *Alternaria*

en tiempo seco cuando han sido más abundante (Figura 2).

Como se observa en la Tabla 3, el P.E.P. suele comenzar entre finales de marzo (años 1998 y 2002) a mayo-junio y finalizar en octubre o noviembre, teniendo en cualquiera de los años una duración superior a 100 días y la media de las concentraciones osciló durante este período entre 2 y 18 mitosporas/m³.

Para el estudio del comportamiento intradiario se ha seguido la propuesta de Galán *et al.*, (1991). Como se aprecia en la Figura 3, la mayor abundancia de mitosporas de *Alternaria*, se produce durante la tarde con valores máximos localizados entre las 17h y las 20h. A partir de entonces se produce una disminución gradual, con niveles bajos durante la mañana y mínimos en la madrugada.

La temperatura y las horas de sol, favorecen la

concentración de esporas en todos los años analizados (Tabla 4). El parámetro más influyente ha sido la temperatura, principalmente la máxima y la media, tanto en los análisis estadísticos realizados año a año como en el total del periodo de estudio, destacando también la influencia de la humedad en el año 2003.

DISCUSION

Las diferencias cuantitativas en la concentración de propágulos atmosféricos en las distintas zonas del planeta se deben a múltiples razones, pero entre las más importantes se pueden citar las condiciones meteorológicas y biogeográficas propias de la zona, que de alguna manera limitan o favorecen el desarrollo de distintas es-

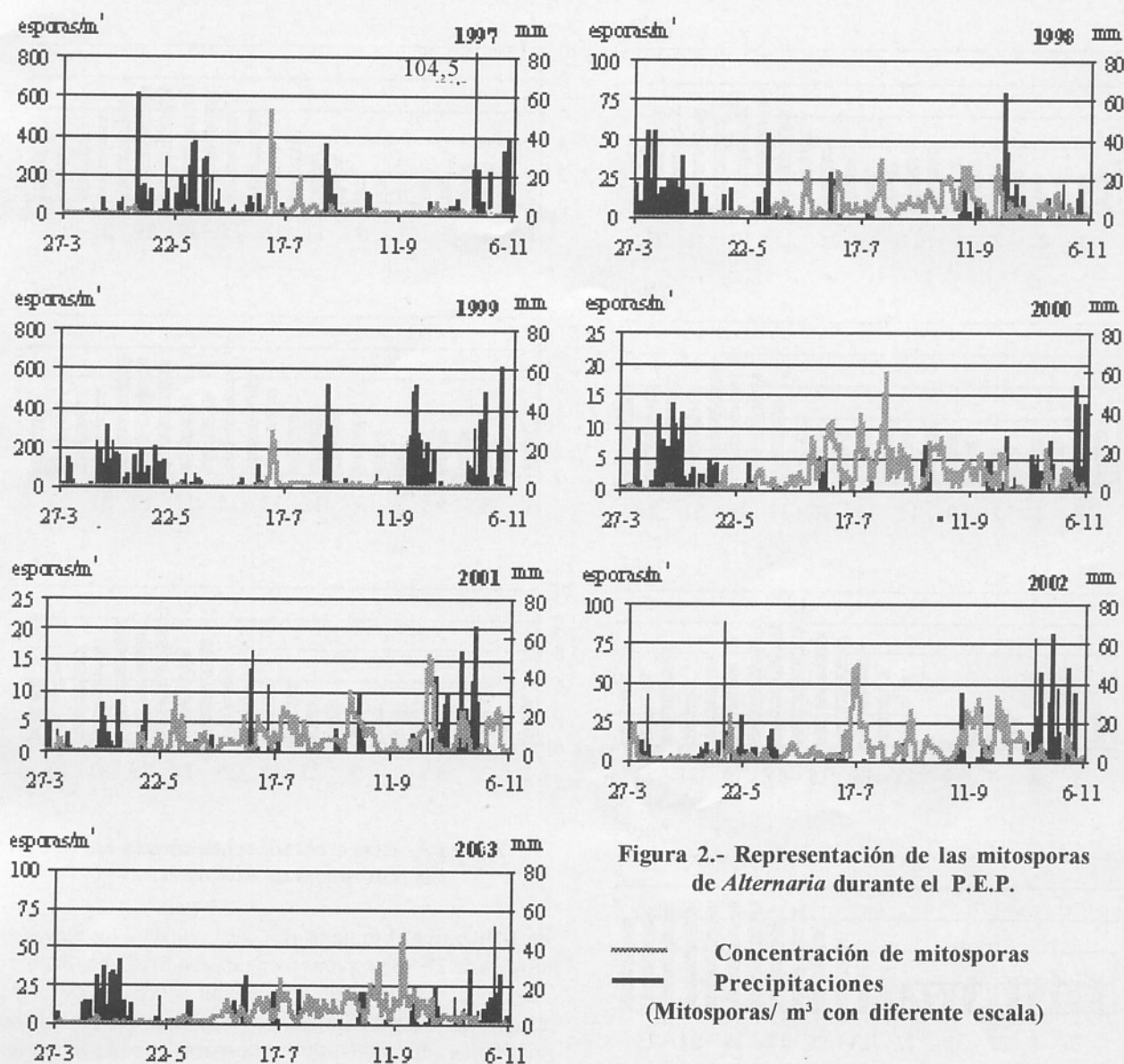


Figura 2.- Representación de las mitosporas de *Alternaria* durante el P.E.P.

pecies fúngicas, con sus propios requerimientos de temperatura, humedad, etc. para su desarrollo y esporulación. Así, muchas especies de *Alternaria* prefieren zonas secas y áridas, por tanto sus mitosporas serían más abundantes en el área mediterránea, mientras que en las áreas rurales de agricultura intensiva predominarían las fitopatógenas. En las estaciones aerobiológicas que forman la Red Aerobiológica de Galicia (www.usc.es/aerobio), los promedios anuales de mitosporas de *Alternaria* han oscilado entre 2.417 y 1.135 (Tabla 5), observándose una mayor abundancia en las localidades alejadas de la costa.

Valores similares se han observado en la provincia de León, colindante con Galicia, donde son del orden de 2.798 de promedio anual (Fernández *et al.*, 1998). Por el contrario en ciudades del centro y sur de la Península Ibérica, como Salamanca, Córdoba o Granada (Pérez *et al.*,

2003; Galán *et al.*, 1998; Sabariego *et al.*, 2000), los promedios anuales de mitosporas de *Alternaria* superan las 13.000 mitosporas y en Barcelona, Madrid, Tarragona o Almería los niveles oscilan entre 5.550 y 7.416 (Belmonte & Roure, 2002; Belmonte *et al.*, 2002; Sabariego *et al.*, 2002; Sáenz & Gutiérrez, 2003). Los registros anuales más elevados de mitosporas de *Alternaria* a nivel peninsular corresponden a la ciudad de Córdoba con 33.392, contabilizadas el año 1997 (Galán *et al.*, 1998) y a Salamanca con un registro de 26.276 en el año 1995 (Pérez *et al.*, 2003).

En Holanda, los valores medios de mitosporas de *Alternaria* alcanzan las 17.800 anuales (Nikkeels *et al.*, 1996), mientras que en Estocolmo, Suecia, varían entre 677 a 4.238 según el año (Hjelmroos, 1993), en Italia entre 9.522 y 15.310 mitosporas/año según la localidad

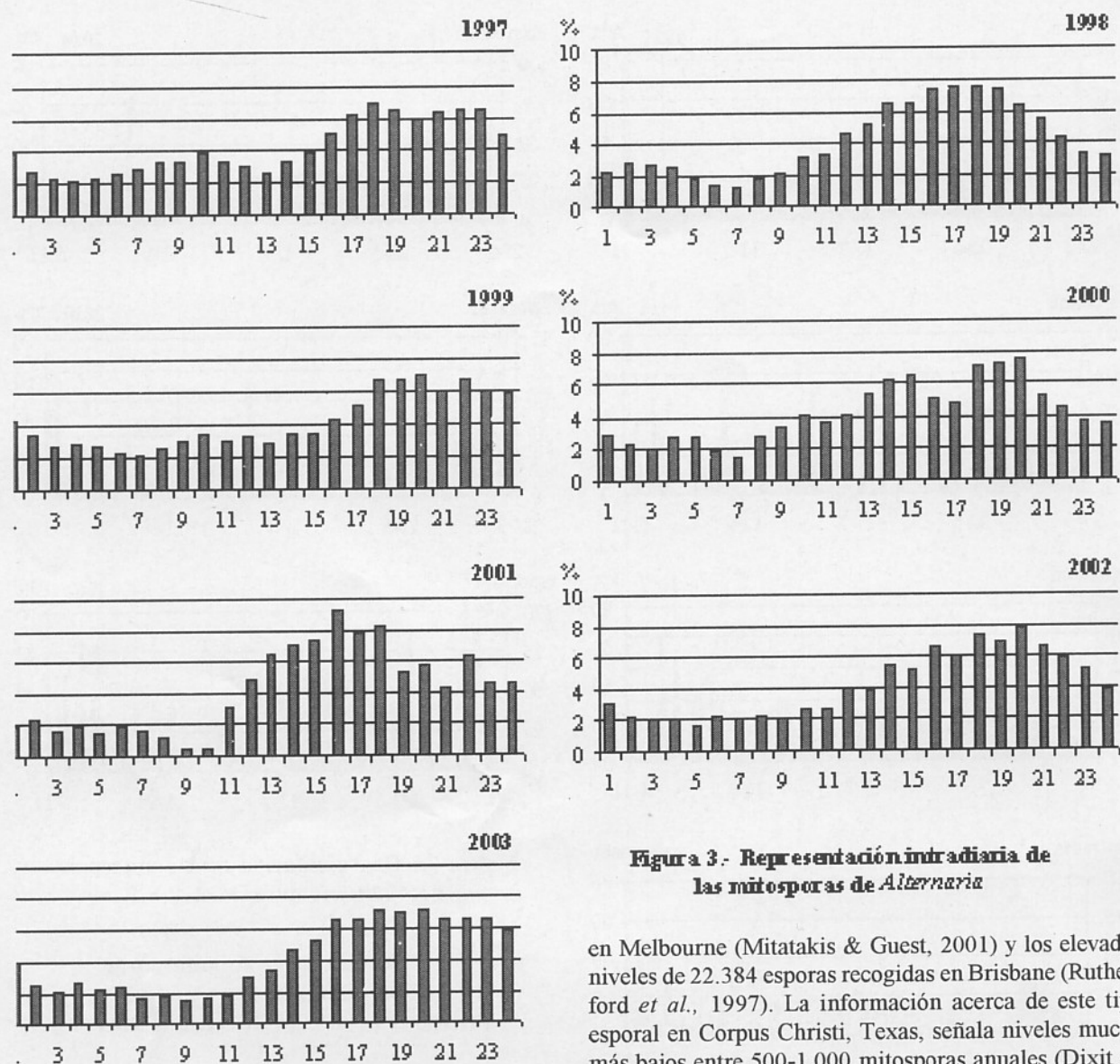


Figura 3.- Representación intradiaria de las mitosporas de *Alternaria*

(Ballero *et al.*, 1992) y en varias ciudades polacas varían entre 1.139 y 32.615 por año (Corden *et al.*, 2003).

Alternaria también es frecuente en la India, siendo el género predominante en 11 localidades de las 37 en las que se realiza el recuento sistemático de este tipo esporal; su concentración atmosférica es más elevada en el norte del país, como en Lucknow donde se registran entre 1.626 a 1.897 mitosporas/año (Srivastava & Wadhvani, 1992). También en Israel los niveles anuales son diferentes según la localidad, oscilando entre 1.770 y 6.390 mitosporas/año (Waisel *et al.*, 1997), ampliamente superados por los registrados en Amman, Jordania, donde se contabilizaron 40.282 (Shaheen, 1992).

En el continente australiano, las concentraciones anuales varían entre las 6.228 mitosporas contabilizadas

en Melbourne (Mitatakis & Guest, 2001) y los elevados niveles de 22.384 esporas recogidas en Brisbane (Rutherford *et al.*, 1997). La información acerca de este tipo esporal en Corpus Christi, Texas, señala niveles mucho más bajos entre 500-1.000 mitosporas anuales (Dixit *et al.*, 2000).

Con respecto a la localización del máximo mensual, en todas las estaciones del norte peninsular, se localiza entre julio y octubre (Fernández *et al.*, 1998; Belmonte & Roure, 2002), sin embargo, en ciudades más septentrionales como Madrid y Murcia (Munuera *et al.*, 2001; Sáenz & Gutiérrez, 2003) y en el sur peninsular (Galán *et al.*, 1998; Sabariego *et al.*, 2000), se observa un comportamiento bimodal con dos picos máximos en el año por lo general bien definidos, uno localizado en primavera (mayo-junio) y otro en otoño (septiembre-octubre).

Estas diferencias entre el norte y sur peninsular podrían estar relacionadas con los factores climáticos, ya que la temperatura es uno de los que más influye en la abundancia de este tipo de propágulos en la atmósfera, tal

Tabla 4.- Correlaciones de la concentración de mitosporas de *Alternaria* con los parámetros meteorológicos

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	97-03
Lluvia	-0.473***	-0.271***	-0.417***	-0.135ns	-0.073ns	-0.328***	-0.249***	-0.272***
Humedad	-0.445***	-0.244***	-0.407***	-0.180**	-0.067ns	-0.304***	-0.390***	-0.229***
Tª máxima	0.687***	0.412***	0.643***	0.297***	0.301***	0.541***	0.330***	0.461***
Tª mínima	0.476***	0.413***	0.387***	0.243***	0.147*	0.448***	0.031ns	0.348***
Tª media	0.671***	0.447***	0.619***	0.306***	0.289***	0.542***	0.245***	0.470***
Sol	0.326***	0.269***	0.399***	0.118ns	0.028ns	0.272***	0.242***	0.211***
	*** 99%		** 95%		* 90%		ns no significativo	

como se comprobó estadísticamente en este trabajo, y por lo tanto, las ciudades situadas más al sur alcanzan temperaturas más elevadas. También la disponibilidad del sustrato, que se produce en otoño con la descomposición de las hojas, es uno de los factores biológicos que pueden influir en la presencia de mitosporas en la atmósfera en esta época del año.

La temperatura tiene una gran influencia sobre el desarrollo fúngico y la esporulación, sin embargo, en áreas de latitudes bajas con clima tropical o desértico, la temperatura no es un factor limitante, pero sí la precipitación y la humedad por lo que estas mitosporas parecen disminuir en los meses veraniegos y tienden a aparecer en los meses previos o posteriores a esta estación (Goodman *et al.*, 1996; Satheesh & Rao, 1994). Así, en Egipto, la presencia fúngica es más elevada en invierno que en verano (Yousseff & Karam, 1988), mientras que en países de clima frío como Holanda o Suecia, la mayor abundancia de esporas atmosféricas se da en verano (Hjelmroos, 1993; Nikkeels *et al.*, 1996).

Por lo general en Europa, las concentraciones más elevadas se encuentran en los meses de verano. En distintas ciudades italianas los valores máximos de *Alternaria* se observaron entre junio y septiembre (Picco, 1992; Ricci *et al.*, 1995) mientras que en el Valle del Po, está presente en la atmósfera desde mayo a octubre con las concentraciones más elevadas en septiembre (Zanca, 2003). En Inglaterra, *Alternaria* presenta por lo general su valor máximo mensual en el mes de agosto y en localidades polacas entre julio y agosto (Corden & Millington, 2001). En el continente australiano, los máximos de *Alternaria* se localizan en primavera y verano, entre abril y mayo (Rutherford *et al.*, 1997; Mitatakis & Guest, 2001).

En cuanto al valor diario de *Alternaria* registrado en Santiago de Compostela el 9 de julio de 1997 (653 mitosporas/m³), representa el máximo a nivel regional, ya que en el resto de las localidades gallegas, oscilaron entre 87 del 26 de julio del 2003 en Lugo y las 449 del 31 de julio del 2001 en Viveiro. En comparación con otras estaciones aerobiológicas españolas, estos valores son

muy inferiores a los de la ciudad de Córdoba, con 1.152 mitosporas contabilizadas el 4 de octubre de 1997 y 876 el 1 de junio de 1994 (Angulo *et al.*, 1999; Infante *et al.*, 1999) o a los de Salamanca con 795 el 23 de julio de 1995 (Pérez *et al.*, 2003), mientras que en otras ciudades como Murcia, Granada y Barcelona los máximos diarios rondan las 350 y por tanto son más próximos a los obtenidos en Galicia (Munuera *et al.*, 2001; Sabariego *et al.*, 2000; Belmonte *et al.*, 2002).

En cuanto a la variación intradiaria, en Santiago de Compostela, se observa una tendencia general al aumento de las concentraciones a partir del mediodía, localizándose las más elevadas por la tarde, moderadas por la noche y bajas durante la madrugada y la mañana. Estos modelos coinciden con otras localidades gallegas como Coruña y Lugo, donde las mitosporas de *Alternaria* presentan una marcada tendencia a la dispersión diurna, al igual que ocurre en otras ciudades del sur de España, como en Granada o Córdoba (Angulo *et al.*, 1999; Sabariego *et al.*, 2000), en Extremadura, León, Murcia y Tenerife (Paredes *et al.*, 1997; Domínguez & La-Serna, 1998; Fernández *et al.*, 1998; Munuera *et al.*, 2001; Díaz *et al.*, 2001). Por el contrario, en ciudades como Almería, la representación atmosférica de *Alternaria* es mucho

Tabla 5.- Promedios anuales de mitosporas de *Alternaria* en Galicia

Localidad	Periodo de estudio	Promedio anual
Verín	2002-2003	2.417
Lugo	2001-2003	2.050
Ourense	1993-96 y 2001-03	2.026
Vigo	2002-2003	1.603
Viveiro	2001-2003	1.560
Trives	2002-2003	1.500
Santiago	1997-2003	1.419
A Coruña	2001-2003	1.135

más homogénea y sin apenas oscilaciones a lo largo del día (Sabariego *et al.*, 2002) coincidiendo con los resultados obtenidos para Viveiro. En otras ciudades europeas, se han señalado uno o dos picos máximos a lo largo del día, relacionando las variaciones horarias con el progresivo aumento y descenso de la temperatura y de la humedad ambiental (Rantio *et al.*, 1991; Hjelmroos, 1993; Corden & Millington, 2001).

En Santiago de Compostela la correlación estadística entre los parámetros meteorológicos y los niveles atmosféricos de propágulos fúngicos ha resultado siempre negativa con las precipitaciones y la humedad, al contrario de lo que ocurre con la temperatura e insolación, que favorece su presencia en la atmósfera. La marcada influencia de la temperatura en la abundancia de este tipo conidial en la atmósfera explica que el año de mayor abundancia de éstas (3.107 mitosporas en el año 1997), coincida con el más caluroso de todo el período, así como la mayor abundancia durante el verano (julio, agosto y septiembre). También el efecto de lavado de la lluvia se hace notar, coincidiendo los años de menor registro (2000 y 2001) con dos de los más lluviosos.

El efecto positivo de la temperatura y negativo de la humedad ha sido señalado en otras ciudades del sur peninsular (Angulo *et al.*, 1999; Sabariego *et al.*, 2000) en donde la temperatura es la variable climática que más favorece la liberación y dispersión de propágulos fúngicos. En distintas ciudades europeas, también se ha estudiado la influencia de los parámetros meteorológicos (Nolard *et al.*, 2001; Morin, 2001). Por lo general, independientemente del tipo esporal, las correlaciones son positivas con la temperatura y negativas con la humedad, lo cual pone de manifiesto que para la liberación de las mitosporas en la atmósfera es necesario un cierto grado de sequedad ambiental, lo cual se obtiene cuando au-

menta la temperatura.

Dicha influencia meteorológica también ha sido citada en diferentes zonas geográficas, como en Inglaterra donde los niveles diarios de *Alternaria* presentan correlaciones negativas con la lluvia y positivas con la temperatura máxima (Corden *et al.*, 2003) o en USA, donde los picos de este tipo esporal se relacionan con el aumento de la presión del aire y la temperatura (Burch & Levetin, 2002).

Finalmente, aunque los niveles de exposición mínimos que producirían síntomas alérgicos varían, entre otros factores según el área de estudio, algunos autores han propuesto valores de riesgo para los principales tipos fúngicos. En el caso de *Alternaria* las cotas que desencadenan reactividad alérgica son del orden de 1.200 mitosporas/m³ diarios (Caretta, 1992), aunque valores superiores a 100 por m³, son suficientes para que comiencen los primeros síntomas alérgicos (Ebner & Hasekwandter, 1992). Además, la mitad de las crisis respiratorias de tipo alérgico en pacientes asmáticos, coincide con picos de más de 500 esporas/ m³ de aire (Beaumont *et al.*, 1985), lo cual hace referencia a la reactividad cruzada entre los antígenos fúngicos.

Teniendo en cuenta estos criterios, la incidencia clínica de las mitosporas de *Alternaria* en Santiago de Compostela, podría ser considerada potencialmente baja, ya que ningún día superó valores de 1.200 por m³ y son pocos, los días que sobrepasa los niveles de 100 por m³. Sin embargo, al tener en cuenta de forma conjunta los niveles diarios de *Cladosporium* y *Alternaria*, el riesgo aumentaría de forma considerable, ya que ambos superan las 500 mitosporas/m³, por lo menos en una cuarta parte de cada año de estudio.

REFERENCIAS

- Angulo, J.; Mediavilla, A. & Domínguez, E. (1999). Conidia of *Alternaria* in the atmosphere of the city of Córdoba, Spain, in relation to meteorological parameters. *Int. J. Biometeorol.* 43:45-49
- Arenas, L.; González, C.; Tabares, J.; Iglesias, I.; Méndez, J. & Jato, V. (1996). Sensibilización cutánea a pólenes en pacientes afectados de rinoconjuntivitis-asma en la población de Ourense en el año 1994-95. 1st Symposium on Aerobiology. Santiago de Compostela. España
- Ballero, M.; De Gioannis, N.; Goretta, G.; Lombardini, S. & Frenguelli, G. (1992). Comparative study about airborne spores in Cagliari and Perugia. *Aerobiologia* 8:141-147
- Bardana, E.J. (2003). Indoor air quality and health does fungal contamination play a significant role?. *Immunol. Allergy Clin. North. Am.* 23:291-309
- Beaumont, F.; Kauffman, F.; Shuiter, H. & De Vries, K. (1985). Sequential sampling of fungal air spores inside and outside the homes of mould sensitive, asthmatic patients: a search for a relationship to obstructive reactions. *Ann. Allergy* 55:740-746
- Belmonte, J. & Roure, J.M. (2002). Aerobiología en Catalunya: Estación de Tarragona (2000-2001). *REA* 7: 161-166
- Belmonte, J.; Gabarra, E. & Roure, J.M. (2002). Aerobiología en Cataluña: Estación de Barcelona (2000-2001). *REA* 7: 131-136
- Belmonte, J.; Bartra, J. & Torres, J.M. (2003). Airborne fungal spores and hypersensitivity to moulds in Catalonia. 3th European Symposium in Aerobiology, Worcester, U.K., pp.23
- Burch, M. & Levetin, E. (2002). Effects of meteorological conditions on

spore plumes. Int. J. Biometeorol. 46:107-117

Cadman, A.; Dames, J.F.; Terblanche, P.S. & Nel, R. (1997). The Airkern study in Gauteng, South Africa. The role of the airspore in an industrial urban environment. Grana 36:175-179

Caretta, G. (1992). Epidemiology of allergic disease: the fungi. Aerobiologia 8:439-445

Corden, J.M. & Millington, W.M. (2001). The long-term trends and seasonal variation of the aeroallergen *Alternaria* in Derby, UK. Aerobiologia 17:127-136

Corden, J.M.; Stepalska, D.; Stach, A.; Millington, W.M.; Jackson, F.A.; Myszkowska, D. & Josefiak, M. (2003). Seasonal variation in *Alternaria* spore concentrations in three European cities, Derby, U.K., Cracow and Poznan in Poland (1995-2002). 3th European Symposium in Aerobiology, Worcester, U.K., pp.19

Cosentino, S., Fadda, M.E. & Palmas, F. (1995). Pollen and mould allergy in southern Sardinia (Italy): Comparison of skin-test frequencies and air sampling data. Grana 34:338-344

Díaz, G.; Tormó, R.; Silva, I. & Muñoz, A.F. (2001). Esporas de *Cladosporium* y *Alternaria* en la atmósfera de la ciudad de Cáceres. En: Fombella et al., eds., Palinología: Diversidad y Aplicaciones, pp.277-286

Dixit, A.; Lewis, W.; Baty, J.; Crozier, W. & Wedner, J. (2000). Deuteromycetes aerobiology and skin-reactivity patterns. A two year concurrent study in Corpus Christi, Texas, USA. Grana 39:209-218

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

Downs, S.H.; Mitatakis, T.Z.; Marks, G.B.; Car, N.G.; Belousova, E.G.; Leujner, J.D.; Xuan, W.; Downie, S.R.; Tobias, A. & Peral, J.K. (2001). Clinical importance of *Alternaria* exposure in children. Am.J. Respir. Crit. Care Med. 164:455-459

Ebner, M.R. & Hasekwandter, K. (1992). Indoor and outdoor incidence of airborne fungal allergens at low and high altitude alpine environments. Mycological Research 96:117-124

Escudero, A.I.; Sánchez, I.M.; Mora, A.M.; Soriano, V.; López, J.D.; Gracia, F.J.; Negro, J.M.; Hernández, J. & Pagán, J.A. (1993). Cost-effectiveness of various methods of diagnosing hypersensitivity to *Alternaria*. Allergol. et Immunopathol. 21:153-157

Fernández, D.; Valencia, R.; Molnar, T.; Vega, A. & Sagiés, E. (1998). Daily and seasonal variations of *Alternaria* and *Cladosporium* airborne spores in León (North-West, Spain). Aerobiologia 14:215-220

Galán, C.; Tormo, R.; Cuevas, J.; Infante, F. y Domínguez, E. (1991). Theoretical daily variations patterns of airborne pollen in South-West of Spain. Grana 30:201-209

Galán, C.; Carriñanos, P.; Alcázar, P.; Infante, F.; Castro, A. & Domínguez, E. (1998). Aerobiología en Andalucía: Estación de Córdoba (1997). REA 4:21-24

Goodman, D.H.; Northey, W.T.; Leathers, C.R. & Savage, T.H. (1996). A study of airborne fungi in the Phoenix, Arizona, metropolitan area. J. Allergy 38:56-62

Green, B.J.; Mitakakis, T.Z. & Tovey, E.R. (2003). Allergen detection from once fungal species before and after germination. J. All. Clin. Immunol. 111:285-289

Hjelmroos, M. (1993). Relationship between fungal spore presence and weather variables. Grana 32:40-47

Infante, F.; Alba, F.; Caño, M.; Castro, A.; Domínguez, E.; Méndez, J.; & Vega, A. (1999). A comparative study of the incidence of *Alternaria* conidia in the atmosphere of five spanish cities. Polen 10: 7-15

Izco, J. (1987). Galicia. En: Peinado, M. & Rivas-Martínez, S. eds.: La Vegetación de España. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alcalá de Henares. España.

Kurup, B.P.; Vijay, H.M.; Kumar, V.; Castillo, L.; Elms, N. (2003). IgE binding synthetic peptides of Alt a 1, a major allergen of *Alternaria alternata*. Peptides 24: 179-185

Levetin, E. (2002). Bioaerosols in agricultural and outdoor settings. En: Bitton, G., ed: Encyclopedia of Environmental Microbiology, 404-416

Lipiec, A. (2003). *Alternaria* and *Cladosporium* sensitization in allergic rhinitis sufferers. 3th European Symposium in Aerobiology, Worcester, U.K., pp.24

Lundback, B. (1998). Epidemiology of rhinitis and asthma. Clin. Exp. Allergy 28 suppl.2:3-10

Martínez, A. & Pérez, A. (1999). Atlas climático de Galicia. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela. España.

Mitatakis, T.Z. & Guest, D.I. (2001).- A fungal spore calender for the atmosphere of Melbourne, Australia for the year 1993. Aerobiologia 17:171-176

Morin, O. (2001).- Airborne moulds in Nantes. Effect of climatic factors. Allerg. Immunol. 33:100-101

Munuera, M.; Carrión, J. S. & Navarro, C. (2001). Airborne *Alternaria* spores in SE Spain(1993-98). Occurrence patterns, relationship with weather variables and prediction models. Grana 40:111-118

Nikkeels, A.H.; Terstegge, P. & Spielsma, F.Th.M. (1996). Ten types of microscopically identifiable airborne fungal spores at Leiden, The Netherlands. Aerobiologia 12:107-112

Nilsson, S. & Persson, S. (1981). Three pollen spectra in the Stockholm region (Sweden) 1973-1980. Grana 20: 179-182

Nolard, N.; Beguin, H. & Chausser, C. (2001). Mould allergy: 25 years of indoor and outdoor studies in Belgium. Allerg. Immunol. 33:101-102

Paredes, M.; Martínez, F.J.; Silva, I.; Muñoz, A.F. & Tormo, P. (1997). Influencia de los parámetros meteorológicos en la dispersión de esporas de las especies de *Alternaria* Nees ex Fr. Bol. San. Veg. Plagas 23:541-549

Pérez, S.; Rodríguez, D.; Suarez, R. & Sánchez, J. (2003). Variación anual de esporas en la atmósfera de Salamanca durante los años 1995 y 2000. Polen 13:289-297

Picco, A.M. (1992). Presence in the atmosphere of vine and tomato pathogens. Aerobiologia 8:459-463

Pontón, J.; Moragues, M.D.; Gené, J.; Guarro, J. & Quindós, G. (2002). Hongos y actinomicetos alérgicos. Revista Iberoamericana de Micología,

pp.42

- Rantio, A.; Linnea, M. & Pessi, A.M. (1991). Circadian periodicity of airborne pollen and spores, significance of sampling high. *Aerobiologia* 7:129-135
- Ricci, S.; Bruni, M.; Meriggi, A. & Corsico, R. (1995). Aerobiological monitoring of *Alternaria* fungal spores. A comparison between surveys in 1992 and 1993 and local meteorological conditions. *Aerobiologia* 11:195-199
- Robertson, C.F.; Bishop, J.; Sennhauser, F.H. & Mallol, J. (1993). International comparison of asthma prevalence in children: Australia, Switzerland, Chile. *Pediatr. Pulmonol.* 16:219-226
- Rotem, J. (1994). The genus *Alternaria*. APS Press, San Paul, Minnesota.
- Rutherford, S. ; Owen, J.A.K. & Simpson, R.W. (1997).- Survey of airspora in Brisbane, Queensland, Australia. *Grana* 36: 114-121
- Sabariego, S.; Diaz, C. & Alba, F. (2000). The effect of meteorological factors on the daily variation of airborne fungal spores in Granada (Southern Spain). *Int. J. Biometeorol.* 44:1-5
- Sabariego, S., Díaz de la Guardia, C.; Alba, F. & Mota, F.J. (2002). *Aerobiología en Andalucía: Estación de Almería (2000-2001)*. REA, 7: 33-38
- Sáenz, C. & Gutiérrez, M. (2003). Esporas atmosféricas de la comunidad de Madrid. Documentos Técnicos de Salud Pública. nº 83. Instituto de Salud Pública, 86 pp.
- Sánchez, H. & Bush, R.K. (2001). A review of *Alternaria* sensivity. *Rev. Iberoam. Micol.* 18:56-59
- Satheesh, R.P. & Rao, G.R. (1994). Fungal spore concentration in the air at Tiruchirapalli (India) 1987-1988. *Aerobiologia* 1(10):71-77
- Shaheen, I. (1992). Aeromycology of Amman area, Jordan. *Grana* 31:223-228
- Simonds, E.G. (1992). *Alternaria* taxonomy: Current status, view-point, challenger. In: *Alternaria biology, plant diseases and metabolites* (J.Chelkowski & A. Visconti, Eds.) Elsevier, Amsterdam. pp. 1-35
- Simonds, E.G. (1993). *Alternaria* themes and variations(63-72). *Mycotaxon* 48:91-107
- Soriano, J.B.; Anto, J.M.; Sunyer, J.; Tobias, A.; Kogevinas, M.; Almar, E.; Muniozguren, N.; Sanchez, J.L.; Palenciano, L. & Burney, P. (1999). Risk of asthma in the general spanish population to specific immunoresponse. *International Journal of Epidemiology* 28:728-734
- Srivastava, K. & Wadhvani, K. (1992). Dispersión and allergenic manifestations of *Alternaria* airspora. *Grana* 31:61-66
- Vijay, H.H.; Burton, M. & Young, N.M. (1991). Cross-reactivity of extracts of *Cladosporium* species and *Alternaria alternata*. *J. All. Clin. Imm.* 87:180
- Waisel, Y. ; Canor, E. ; Gilkman, M. ; Epstein, V. & Brenner, Sh. (1997). Airborne fungal spores in the coastal plain of Israel: A preliminary survey. *Aerobiologia* 13:269-273
- Youssef, Y.A. & Karan, E.D. (1988). Airborne spores of opportunistic fungi in the atmosphere of Cairo, Egypt. *Grana* 27:89-92
- Zanca, M. (2003).- Aerobiological survey on Deuteromycetes from 1999 to 2002 of Mantua's area (Po Valley-North Italy). 3th European Symposium in Aerobiology, Worcester, U.K., pp.118.
- Zhong, L.; Li, M. & Yin, Y. (1999). The study of allergy to airborne fungus. *Hubei Yikedaxue Xuebao* 20: 212-213