

VARIACIÓN DEL CONTENIDO EN ESPORAS DE *ALTERNARIA*, *CLADOSPORIUM* Y *FUSARIUM* EN LA ATMÓSFERA DE LA CIUDAD DE OURENSE (AÑOS 1993-1994)

Méndez, J.*; Iglesias, M.I.*; Jato, M.V.* & Aira, M.J.**

* Facultad de Ciencias de Ourense. Edificio Politécnico.
Campus As Lagoas. 32004 Ourense.

** Facultad de Farmacia. Departamento Biología Vexetal.
15706 Santiago de Compostela.

Manuscrito recibido el 28 octubre 1996, aceptado el 23 Abril de 1997

RESUMEN: Durante los años 1993 y 1994 se ha llevado a cabo el estudio de la micoflora de la ciudad de Ourense, con especial atención a los géneros *Cladosporium*, *Alternaria* y *Fusarium*, dado su marcado carácter alergénico y su abundancia en el aire de nuestra ciudad. Los valores de la concentración media diaria de cada tipo conidial se relaciona con los parámetros meteorológicos, precipitación, humedad y temperatura máxima, media y mínima, obteniéndose correlaciones significativas fundamentalmente con la temperatura y la precipitación.

PALABRAS CLAVE: esporas, aeromicrología, Ourense.

SUMMARY: From 1993 to 1994 was carried out in Ourense (NW of Spain) a mycological study, with special attention to *Cladosporium*, *Alternaria* and *Fusarium*, three genera with important presence in our atmosphere and important allergenic implications. Daily mean concentration values of conidial type were related to meteorological parameters. Rainfall, relative humidity, maximum, minimum and mean temperature were considered, finding significant correlations with temperature and rainfall.

KEY WORDS: spores, air-borne fungi, Ourense.

INTRODUCCIÓN

La capacidad alergénica de las esporas de los hongos ha sido citada por BLACKLEY en 1873, quien definió por primera vez el "catarro bronquial" provocado por inhalación de esporas de un cultivo de *Penicillium*. Desde entonces se conocen numerosos casos de problemas asmáticos como reacción a la presencia de esporas de *Fusarium* (BURGE, 1986)

de *Alternaria* o *Cladosporium* (PÉREZ-SANTOS Y MORENO, 1992) ambos tipos frecuentes en la atmósfera (BALLEIRO Y COL. 1992, GONZÁLEZ Y COL, 1993, HASNAIN, 1993, HALWAGY, 1994, HERRERO, 1994),

El incremento durante los últimos años del número de personas afectadas, explica el desarrollo de los estudios de aeromicrología (INFANTE, 1987, FER-

NÁNDEZ, 1990, PÉREZ-SANTOS Y MORENO, 1992, GONZÁLEZ, 1993, DAMES Y CADMAN, 1994, HALWAGY, 1994, MÉNDEZ, 1994, COMTOIS Y PADILLA, 1995), con el fin de facilitar a los médicos la información necesaria (tipo y cantidad de esporas fúngicas en el aire) que ayude a realizar un diagnóstico preciso en las personas sensibles a estos alérgenos (MIDDLETON Y COL., 1983, YOUSSEF Y KARAN EL-DIN, 1988; SOBHY Y COL., 1989, GRANT SMITH, 1990).

Los estudios aerobiológicos que se han realizado en Galicia hasta el momento, se han centrado principalmente en el polen aerovagante (IGLESIAS Y COL., 1988, IGLESIAS, 1990, IGLESIAS Y COL., 1993, IGLESIAS Y COL., 1995, LOSADA, 1994) iniciándose a partir de 1993 los estudios sobre esporas fúngicas (MÉNDEZ, 1994).

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la captura de los conidios, durante los años 1993 y 1994, se ha utilizado un captador volumétrico LANZONI VPPS 2000, provisto de un tambor de cambio semanal y basado en el modelo de captación por impacto activo de Hirst. Dicho captador se ha situado en la azotea de la Residencia Sanitaria Cristal-Piñor, a unos 20 metros sobre el nivel del suelo. Este edificio se encuentra ubicado en la parte alta de la ciudad, en una zona abierta, sin edificios colindantes que impidan la libre circulación del aire.

Como material adhesivo se ha utilizado una solución de silicona y como medio de montaje glicero-gelatina teñida con fuchsina. Se ha realizado el recuento de tres tipos conidiales, *Cladosporium*, *Alternaria* y *Fusarium*, mediante un microscopio Nikon ophthiphot, con el objetivo de 40x, sobre 2 barridos por preparación y extrapolado los resultados obtenidos al total de la muestra según la metodología propuesta para la R.E.A. (DOMÍNGUEZ Y COL., 1991). Para la identificación de las esporas se ha utilizado la bibliografía específica (GRANT SMITH, 1990, BARNETT Y HUNTER, 1972, ELLIS, 1971, ELLIS, 1976).

Con los datos obtenidos se ha realizado el análisis de correlación entre los diferentes parámetros climáticos (precipitación, humedad relativa, temperatura máxima, media y mínima) y la concentración de conidios por cada m³ de aire, utilizando para ello el coeficiente de correlación de Spearman.

Los datos meteorológicos han sido facilitados por la Estación de Ourense del Instituto Nacional de Meteorología, situada en las cercanías del captador.

RESULTADOS

En la Figura 1 se representan gráficamente los resultados obtenidos para cada taxon. Los datos meteorológicos registrados durante el periodo de estudio se reflejan en la Figura 2.

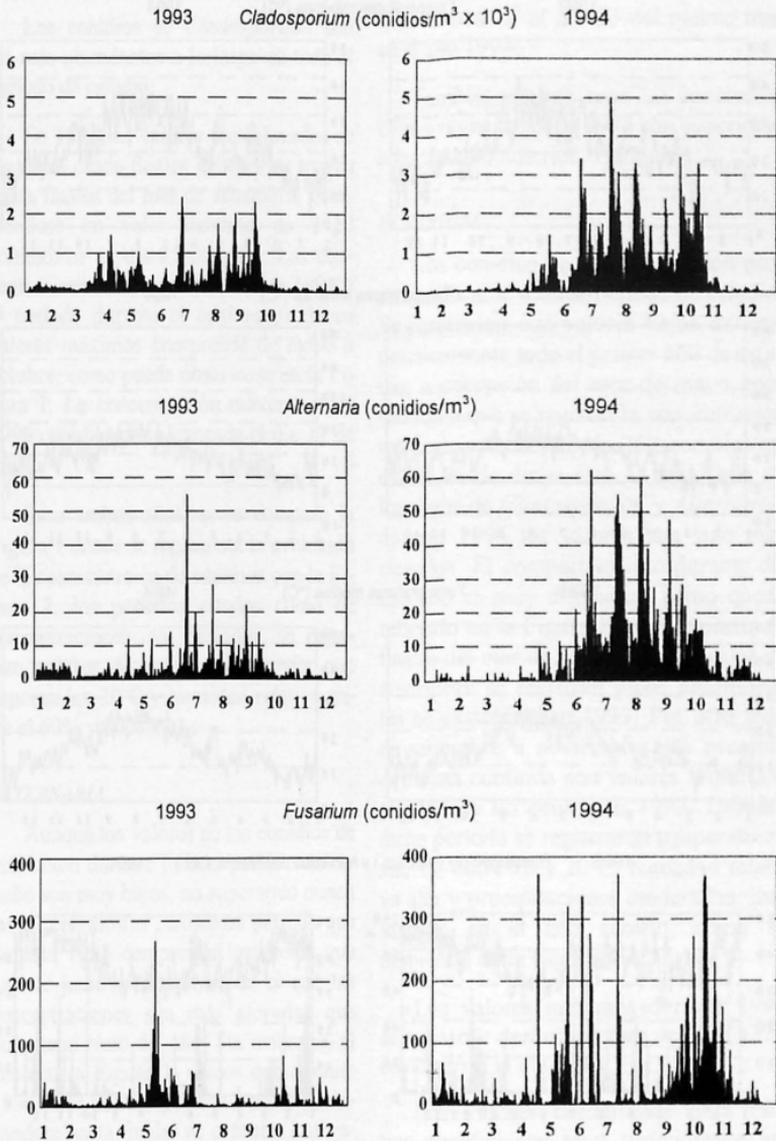


FIGURA 1. Variación de la concentración de conidios durante el período de estudio.

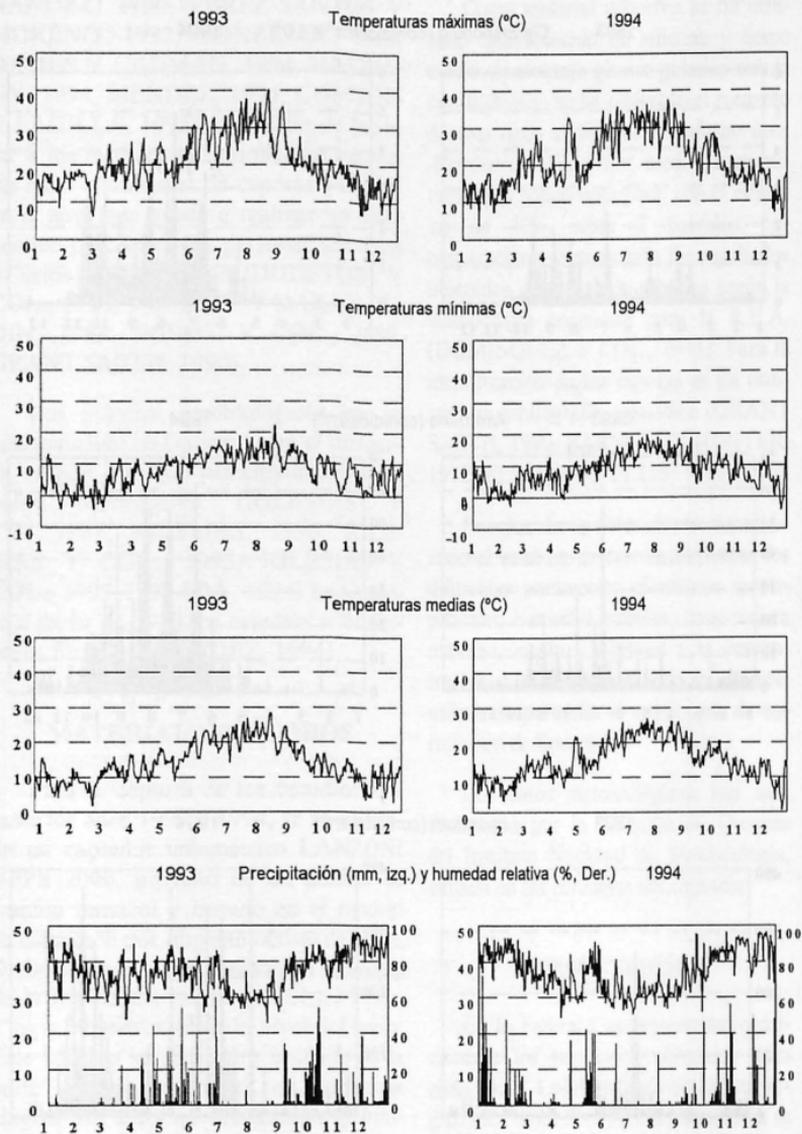


FIGURA 2. Variación de los parámetros meteorológicos considerados durante 1993 y 1994.

CLADOSPORIUM

Los conidios de *Cladosporium* son los más abundantes a lo largo de todo el período de estudio.

En 1993 los valores más elevados se registran desde finales del mes de marzo hasta finales del mes de setiembre, obteniéndose un valor máximo de 2410 conidios/m³ el día 25 de junio. Las concentraciones son más elevadas en 1994 y el período durante el cual se producen valores máximos comprende de mayo a octubre, como puede observarse en la Figura 1. La concentración máxima es de 4990 conidios/m³, alcanzada el día 17 de julio.

Para ambos años, si se compara la Figura 1 donde se representa la evolución de la concentración de conidios con la Figura 2, los períodos citados como de concentraciones más elevadas, se registran valores de temperatura media que superan los 20°C y humedad relativa entre el 60% y 80%.

ALTERNARIA

Aunque los valores de los conidios de este taxon durante todo el período de estudio son muy bajos, no superando nunca las 62 conidios/m³, existe un período que durante 1993 comprende los meses que van de junio a setiembre, en el que las concentraciones son más elevadas que durante el resto del año. Sin embargo, al analizar la Figura 1, vemos que durante 1994, este período es más amplio prolongándose hasta finales de octubre. Los valores máximos alcanzados han sido de 52

conidios/m³ el 27 de junio de 1993 y de 62 conidios/m³ el día 23 del mismo mes en el año 1994.

También en este caso las concentraciones registradas en 1994 son superiores a las del año anterior, 1993.

FUSARIUM

Los conidios de *Fusarium* están presentes durante todo el período de estudio. Se mantienen con valores bajos durante prácticamente todo el primer año de estudio, a excepción del mes de mayo, momento en que se registra la concentración máxima; siendo ésta de 269 conidios/m³ el día 16 de dicho mes. Al igual que en los casos de *Cladosporium* y *Alternaria*, durante 1994 los valores han sido más elevados. El comportamiento durante dicho año es muy diferente, como queda reflejado en la Figura 1, ya que partir de finales del mes de abril y hasta finales de noviembre se registran picos intermitentes no existentes en 1993. Por otro lado de setiembre a noviembre está presente de forma continua con valores importantes, lo que no ocurre en 1993. Durante dicho período se registraron temperaturas suaves, entre 10 y 20°C, humedad relativa alta y precipitaciones moderadas, inexistente en el año anterior, como se desprende de la Figura 2.

Los valores máximos durante 1994 se registran durante el mes de abril (372 conidios/m³ el día 23).

Los valores encontrados para este tipo conidial son muy superiores a los encontrados por FERNANDEZ, 1990,

para la atmósfera de León, donde no registran valores superiores a los 37 conidios/m³. En esta ciudad el período de mayor presencia en la atmósfera de este tipo conidial se registra más avanzado el año.

RELACIONES CON LA METEOROLOGÍA

Con los resultados obtenidos para cada taxon se ha tratado de conocer la existencia o no de independencia entre ellos y los factores meteorológicos (precipitación, humedad relativa y temperatura). Para ello, al no ajustarse los datos a una distribución normal, se ha aplicado el test no paramétrico de Spearman, tan-

to a cada uno de los dos años por separado, como al conjunto de ambos.

La concentración de conidios de *Cladosporium* tan sólo mantiene la independencia con respecto a la precipitación durante el año 1993 (Tab. 1), siendo en 1994 (Tab. 1), y para el conjunto de los dos años la correlación con la precipitación negativa con un nivel de confianza del 99%, como se expresa en la Tabla 2. La correlación es positiva con las temperaturas y negativa con la humedad relativa, estableciendo el nivel de confianza en el 99%, tanto cuando se analizan los dos años de forma independiente, como cuando se hace de forma conjunta. Esto explica su comportamiento a lo largo del año y la existencia de máximas concentra-

	<i>Cladosporium</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Fusarium</i>
1.993			
Precipitación	0	-0.238*	0.286**
Humedad	-0.422**	-0.444**	0.270**
Temp. máxima	0.592**	0.588**	-0.09
Temp. media	0.584**	0.495**	0
Temp. mínima	0.483**	0.380**	0.08
1.994			
Precipitación	-0.174**	-0.295**	0.328**
Humedad	-0.451**	-0.453**	0.193**
Temp. máxima	0.687**	0.691**	-0.02
Temp. media	0.713**	0.697**	0.06
Temp. mínima	0.641**	0.594**	0.139**

Tabla 2. Valores del coeficiente de Correlación de Spearman, para los dos años de muestreo por separado. (*Valores significativos al 95%, ** Valores significativos al 99%).

ciones durante el período estival. Esta dependencia de la temperatura es señalada por un gran número de autores, INFANTE Y COL. (1988), PALMAS Y COSENTINO (1990), HASNAIN (1993), GONZALEZ Y COL. (1993b), HERRERO (1994), MEDIAVILLA (1995).

El efecto negativo de la humedad, para *Cladosporium*, ha sido citado por HAWKE Y MEADOWS (1989). Otros autores, sin embargo, observan incrementos de este tipo conidial en períodos calurosos y húmedos (INA'AM SHAHEEN, 1992), aunque, como en nuestro caso los mayores valores se registran con humedades en torno al 70%.

Los resultados obtenidos nos llevan a rechazar la hipótesis de independencia entre los factores meteorológicos considerados y las concentraciones de conidios de *Alternaria*. La correlación es negativa con la precipitación y la humedad relativa y positiva en los casos de la temperatura, ya sea ésta máxima media o mínima. Los resultados son coincidentes para cada año (Tab. 1), y para el conjun-

to de los dos años (Tab. 2). INFANTE Y COL (1987), PALMAS Y COSENTINO (1990), BALLERO Y COL. (1992), RICCI Y COL. (1995), encuentran también esta dependencia con la temperatura. La relación de dependencia encontrada explica que sea el período comprendido entre junio y octubre cuando existe una mayor concentración de conidios de este taxon en la atmósfera. HAWKE Y MEADOWS (1989) han descrito relaciones entre la presencia de esporas fúngicas de este tipo conidial y la humedad relativa, similares a las encontradas en nuestro trabajo.

En el caso de *Fusarium* se acepta la hipótesis de independencia con riesgo 0,01, entre la concentración de esporas y la temperatura, ya sea ésta máxima, media o mínima durante 1993, según los valores obtenidos y que se representan en la Tabla 1. Durante el segundo año de muestreo, y al igual que para el conjunto de los dos años, valores representados en la Tabla 2, rechazamos esta hipótesis en los casos de la precipitación, la humedad relativa y la temperatura mínima. Así pues su comportamiento difiere de los

1993/1994	<i>Cladosporium</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Fusarium</i>
Presipitación	-0.127**	-0.268**	0.286**
Humedad	-0.461**	-0.434**	0.212**
T. máxima	0.674**	0.628**	-0.02
T. media	0.678**	0.599**	0.06
T. mínima	0.585**	0.486**	0.124**

TABLA 2. Valores del coeficiente de Correlación de Spearman utilizando los dos años de forma conjunta. (Valores significativos al 95%, ** Valores significativos al 99%).

dos tipos conidiales anteriores. Su relación con la temperatura es menor, siendo tan sólo significativa con la temperatura mínima durante 1994, debido a su preferencia por las temperaturas comprendidas entre los 10 y los 20° C (VON WHAL Y KERSTEN, 1991), produciéndose descensos importantes en su concentración en la atmósfera al sobrepasar estos límites.

Su relación es positiva con la precipitación y la humedad relativa, al contrario de lo que sucede con los otros tipos conidiales considerados que la presentan negativa.

La existencia, durante los años que ha durado el presente estudio, de períodos donde las condiciones atmosféricas antes reseñadas, favorecedoras para este tipo conidial, hacen elevar los valores del mismo, llegando a aparecer dos picos claramente diferenciados durante el segundo año de muestreo.

CONCLUSIONES

La meteorología favorable, con temperaturas más elevadas durante 1994, ha provocado un incremento importante en el número de conidios presentes en el aire de nuestra ciudad.

Los valores máximos se producen dentro del período primaveral o estival, siendo *Fusarium* el tipo conidial que registra los máximos anuales con mayor antelación. En 1994, existe un período con concentraciones importantes, para

este taxon, en los meses de octubre y noviembre, inexistente durante 1993.

Cladosporium es el tipo conidial más abundante en la atmósfera de nuestra ciudad. De igual modo ha sido citada su abundancia por un gran número de autores, tanto en otros países como en diferentes puntos de la geografía española, entre otros, en León (FERNÁNDEZ, 1990), en Huelva (GONZÁLEZ, 1993), en Palencia (HERRERO, 1994), en Nueva Zelanda (HASNAIN, 1993), en Perugia (BALLERO Y COL., 1992), o en Kuwait (HALWAGY, 1994).

Con los datos que hemos obtenido podemos afirmar que la temperatura, ya sea media o máxima, es el factor que tiene una mayor influencia, tanto en el caso de *Cladosporium*, como en el de *Alternaria*, si bien su influencia se encuentra modificada por otros parámetros como la humedad relativa o las precipitaciones.

El comportamiento de *Fusarium* difiere de los dos anteriores, existiendo una clara influencia lineal y positiva de la humedad relativa y la precipitación, siendo estos dos parámetros determinantes para su presencia en la atmósfera (VON WHAL Y KERSTEN, 1991, INA'AM SHANEEN, 1992). La relación existente entre *Fusarium*, la precipitación y la humedad relativa es explicable dado el modo de dispersión de esta especie, ya que necesita o bien de una alta humedad relativa, o bien que una gota de agua impacte sobre él para poder liberar sus conidios (GREGORY, 1973)

AGRADECIMIENTOS

Los autores del trabajo quieren expresar su agradecimiento al Dr. Paul Comtois, por su inestimable ayuda en el tratamiento estadístico de los datos.

Quisiéramos expresar también nuestro agradecimiento a la Estación de Ourense del Instituto Nacional de Meteorología, siempre a nuestra disposición para la obtención de los datos meteorológicos indispensables para llevar a cabo nuestro trabajo.

Este trabajo ha sido realizado bajo la subvención de la DGICYT, con el proyecto número PB92-0814-C04-04.

BIBLIOGRAFÍA

- BALLERO, M.; DE GIOANIS, N.; GORETTI, G.; LOMBARDINI, S. & FRENGURILLI, G. (1992). Comparative study about airborne spores in Cagliari and Perugia. *Aerobiol.* 8: 141-147.
- BARNET, H.L. & HUNTER, B.B. (1972). *Illustrated genera of imperfect fungi*. Burgess Publ. Co. Minnesota.
- BLACKLEY, C.H. (1873). *Experimental researches on the causes and Nature of Catarrhus. Assivus*. Londres.
- BURGE, H.A. (1986). Some comments on the aerobiology of fungus spores. *Grana* 25:143-146.
- COMTOIS, P. & PADILLA, H. (1995). Pollen survival and spore dispersal on an altitudinal cline: the case of Popocatepelt volcano, Mexico. *Aerobiol.* 11(2):111-119.
- DOMÍNGUEZ, E.; GALÁN, C.; VILLAMANDOS, F. & INFANTE, F. (1991). Handling and evaluation of the data from the aerobiological sampling. *Monografías REA.* 1:1-18
- ELLIS, M.B. (1971). *Dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute. England.
- ELLIS, M.B. (1976). *More Dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute. England.
- FERNÁNDEZ, M.D. (1990). *Estudio del contenido de polen y esporas de la atmósfera de la ciudad de León*. Tesis doctoral. Universidad de León.
- GONZALEZ MINERO, F.J. (1993). *Calendario polínico de Huelva y su relación con la polinosis y la agricultura*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.
- GONZALEZ MINERO, F.J.; CANDAU, P. & GONZÁLEZ ROMANO, M.L. (1993). Variación estacional de esporas fúngicas en el aire de Huelva de abril de 1989 a abril de 1991. *Ann. Asoc. Palinol. Leng. Esp.* 6:5-15.
- GRANT SMITH, E. (1990). *Sampling and identifying allergenic pollens and molds*. Blewstone Press. San Antonio.
- GREGORY, P.H. (1973). *The microbiology of the atmosphere*. Leonard Hill Books. Aylesbury.
- HALWAGY, M.H. (1994). Fungal airspora of Kuwait city, Kuwait. 1975-1987. *Grana* 33:340-345.
- HASNAIN, S.M. (1993). Influence of meteorological factors on the airspora. *Grana* 32:184-189.
- HAWKE, P.R. & MEADOWS, M.E. (1989). Winter airspora spectra and meteorological conditions in Cape Town, South Africa. *Grana* 28:187-192.
- HERRERO, B. (1994). *Estudio del contenido de polen y esporas en el aire de la ciudad de Palencia*. Tesis doctoral. Universidad de León.
- IGLESIAS, I.; JATO, V.; IZCO, J. (1988). Contenido polínico de la atmósfera de la ciudad de Ourense. Primeros resultados (marzo 1986- marzo 1987) *Ann. Asoc. Palinol. Leng. Esp.* 4:54-63.
- IGLESIAS, I. (1990). *Estudio del contenido polínico de la atmósfera de la ciudad de Ourense*.

- Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Santiago de Compostela.
- IGLESIAS, I.; JATO, V.; ALVAREZ, E.; AIRA, M.J. & SEGURA, A. (1993). Variaciones anuales y diarias de la concentración de polen en la atmósfera de la ciudad de Orense. *Ann. Asoc. Palinol. Leng. Esp.* 6:103-112.
- IGLESIAS, I.; JATO, V. & IZCO, J. (1995). Aeropalinología en Galicia. I. Estación de Orense. *Boletín de la REA* 1:109-115.
- INA'AM SHAHEEN. (1992). Aeromycology of Amman area, Jordan. *Grana* 31:223-228.
- INFANTE, F. (1987). **Identificación, cuantificación y variación estacional de microhongos aerovagantes de interior y exterior en hogares de la ciudad de Córdoba.** Tesis doctoral. Universidad de Córdoba.
- INFANTE, F.; DOMÍNGUEZ, E.; RUÍZ DE CLAVIJO, E. & GALÁN, C.; (1987). Incidence of *Alternaria* Nees ex Fries in dwellings of Cordoba city. *Allergol. et Immunopathol.* 15:221-224.
- INFANTE, F.; GALÁN, C.; DOMÍNGUEZ, E. & RUÍZ DE CLAVIJO, E. (1988). Contribución al estudio aeromicológico de la atmósfera de la ciudad de Córdoba. Género *Cladosporium* Link ex Fr. *Revi. Ib. Micol.* 5:118-126.
- LOSADA, L. (1994). **Estudio del contenido polínico de la atmósfera de Santiago de Compostela durante el año 1993.** Tesis de licenciatura. Universidad de Santiago de Compostela.
- MEDIAVILLA, A. (1995). **Modelos de variación intradiurna y estacional de la concentración en la atmósfera del género *Cladosporium*.** Tesis doctoral. Universidad de Córdoba.
- MÉNDEZ, J. (1994). **Variación estacional del contenido en esporas del aire de la ciudad de Ourense.** Tesis de Licenciatura. Universidad de Santiago de Compostela.
- MIDDLETON, E.; RED, C.E.; ELLIS, E.F.; ADKINSON, F. & YUNGINGER, W. (1992). **Alergia. Principios y práctica. Tomo I.** Salvat, S.A. Barcelona.
- PALMAS, F. & COSENTINO S. (1990). Comparison between fungal airspores concentration at two different sites in the south of Sardinia. *Grana* 29:87-95.
- PÉREZ-SANTOS, C. & MORENO, G. (1992). **Hongos y Alergia.** Química farmaceutica Bayer. Barcelona.
- RICCI, S.; BRUNI, M. & MERIGI, M.G. (1995). Aerobial monitoring of *Alternaria* fungal spores: a comparison between surveys in 1992 and 1993 and local meteorological conditions. *Aerobiol.* 11(3):195-201.
- SOBHI, J.; ABDEL-HAFEZ, J. & AHMED H.M. EL-SAID (1989). Seasonal variations of airborne fungi in Wadi Quena, Eastern Desert, Egypt. *Grana* 28(3):193-203.
- VON WAHL, P. & WERNER KERSTEN (1991). *Fusarium* and *Didymella*-neglected spores in the air. *Aerobiol.* 7:111-117.
- YOUSSEF, A.; YOUSEEF, A. & KARAM EL-DIN, A. (1988). Airbone spores of opportunistic fungi in the atmosphere of Cayro, Egypt. I. Mould fungi. *Grana* 27:89-92.
- YOUSSEF A.; YOUSEEF, A. & KARAM EL-DIN, A. (1988). Airbone spores of opportunistic fungi in the atmosphere of Cayro, Egypt. II. Yeast fungi. *Grana* 27:247-250.