

ANÁLISIS DE ESPORAS FÚNGICAS ALERGÉNICAS EN LA ATMÓSFERA DE LEÓN, MIRANDA DE EBRO Y ZAMORA (ESPAÑA)

*Analysis of allergenic fungal spores in the atmosphere of León,
Miranda de Ebro and Zamora (Spain)*

GONZÁLEZ PARRADO, Z.; FUERTES RODRÍGUEZ, C. R.; DE CASTRO ALFAGEME, S.;
VEGA MARAY, A. M.; FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, D. & VALENCIA-BARRERA, R. M.

*Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental (Botánica). Universidad de León.
Campus de Vegazana, s/n. 24071 León. España. zgonp@unileon.es*

Recibido: 2009-11-24; Aceptado: 2010-01-20

RESUMEN: Se ha realizado un análisis de distintos tipos de esporas fúngicas en la atmósfera de las localidades de León, Miranda de Ebro y Zamora, desde el 1 de agosto hasta el 31 de octubre de 2006 con captadores volumétricos tipo Hirst. El tipo fúngico mayoritario en las tres localidades estudiadas ha sido *Cladosporium* con un porcentaje superior al 70%. Las máximas cantidades de esporas se recogieron el día 21 de agosto en León y Zamora con 4.864 esporas/m³ y 4.654 esporas/m³ respectivamente, y el día 13 de septiembre en Miranda de Ebro con 8.489 esporas/m³. La temperatura y la humedad relativa fueron los factores meteorológicos más influyentes en la concentración de la mayoría de los tipos esporales estudiados.

PALABRAS CLAVE: aerobiología, aeromicología, León, Miranda de Ebro, Zamora.

SUMMARY: An analysis of different fungal spore types was carried out in the atmosphere of León, Miranda de Ebro and Zamora from August 1st to October 31st in 2006 using a volumetric sampler type Hirst. The majority fungal type in the three localities was *Cladosporium* with a percentage more of 70%. The maximum values of spores were recorded on August 21st for León and Zamora with 4,864 spores/m³ and 4,654 spores/m³ respectively,

and on September 13rd in Miranda de Ebro with 8,489 spores/m³. The temperature and relative humidity were the meteorological factors with more influence in the concentration of the most of fungal spore types studied.

KEYWORDS: aerobiology, aeromycology, León, Miranda de Ebro and Zamora.

INTRODUCCIÓN

El incremento de los procesos alérgicos en los últimos años ha llevado a un notable aumento en el número de estudios sobre las partículas aerobiológicas. Dentro de la gran variedad de microorganismos que aparecen en la atmósfera, las esporas de hongos representan el grupo más numeroso, con recuentos de hasta cientos de miles en las muestras de aire analizadas en numerosas localidades de todo el mundo (D'AMATO & SPIEKSMAN, 1995; WAISEL *et al.*, 1997; AIRAUDI & MARCHISIO, 1997; CHAKRABORTY *et al.*, 2001; DE ANTONI *et al.*, 2004; MORALES, 2004; AIRA *et al.*, 2006; NOÉ *et al.*, 2006). Son varios los géneros-tipo de esporas descritos hasta el momento relacionados con procesos alérgicos: *Alternaria*, *Aspergillus-Penicillium*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Coprinus*, *Curvularia*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Ganoderma*, *Dreschlera-Helminthosporium*, *Leptosphaeria*, *Nigrospora*, *Stemphylium*, *Torula* y *Ustilago* entre otros (D'AMATO *et al.*, 1997; SÁENZ LAÍN & GUTIÉRREZ BUSTILLO, 2003; MORALES, 2004; DE ANTONI, 2005; HERVÉS, 2005; ARMENTIA & DE CASTRO, 2007).

La concentración de esporas de hongos en la atmósfera está enormemente

influenciada por factores biológicos, antrópicos y medioambientales que interaccionan entre ellos; de este modo cada núcleo urbano presenta su propia aeromicroflora. Por esta razón es muy importante conocer el elenco de esporas fúngicas presentes en el aire de cada localidad o región, antes de realizar cualquier suposición de posibles problemas respiratorios o infecciones agrícolas provocadas por hongos. Dentro de la Península Ibérica, en Castilla y León son muy escasos los estudios aeromicológicos realizados hasta el momento (FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 1993, 1998; PÉREZ GORJÓN *et al.*, 2003; SÁNCHEZ REYES *et al.*, 2007, 2009), por ello, el objetivo general de este estudio ha sido la identificación y cuantificación de esporas fúngicas que aparecen en la atmósfera de tres localidades de Castilla y León, con interés en los procesos alérgicos y la influencia que ciertos factores meteorológicos ejercen sobre las mismas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para realizar este estudio se han elegido tres localidades de la Comunidad de Castilla y León (Fig. 1):

1. León, situada en el Noroeste de la comunidad ($42^{\circ} 34' N$ $5^{\circ} 35' O$) a 830 m.s.n.m. Su temperatura media anual es de $10,8^{\circ} C$ y la precipitación anual ronda los 561 mm.
2. Miranda de Ebro está situada en la depresión del Ebro, al noreste de la provincia de Burgos ($42^{\circ} 34' N$, $2^{\circ} 57' O$) a una altitud de 520 m.s.n.m. Su temperatura media anual es de $11,9^{\circ} C$ y la precipitación anual es de unos 550 mm.
3. Zamora se encuentra situada a $41^{\circ} 30'$ de latitud norte y $5^{\circ} 45'$ de longitud oeste, y a una altitud de 667

m.s.n.m. La temperatura media anual es de $12,6^{\circ} C$ y su precipitación anual es de 417 mm.

El muestreo aerobiológico se ha realizado con captadores volumétricos tipo Hirst, colocados entre 10 y 20 metros de altura, sin pantallas arquitectónicas que impidan la llegada de masas de aire, desde el día 1 de agosto hasta el 31 de octubre de 2006. Durante este periodo, los captadores se han mantenido en funcionamiento de manera ininterrumpida, excepto en los casos de Miranda de Ebro (faltan datos de 11 días: del 21 al 27 de agosto y del 31 de agosto al 4 de

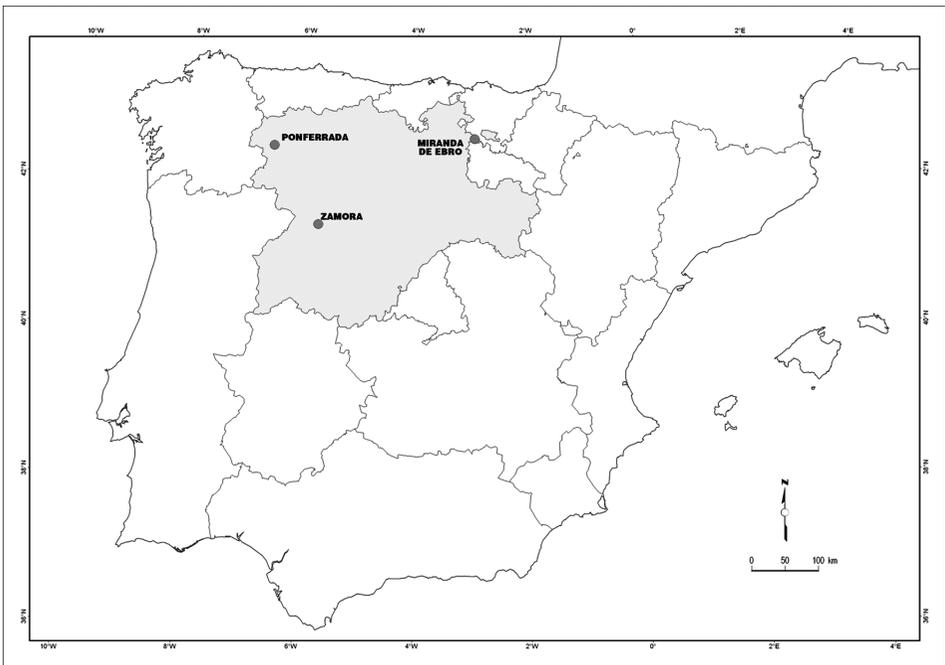


FIGURA 1. Mapa de situación de las tres localidades donde se ha realizado el estudio.

septiembre) y de Zamora (faltan datos del 12 al 15 de octubre). Las muestras se analizaron siguiendo la metodología propuesta por la Red Española de Aerobiología (GALÁN *et al.*, 2007).

Las esporas han sido identificadas usando las siguientes publicaciones: NILSSON *et al.* (1977), GRANT SMITH (1986, 1990), SÁENZ LAÍN & GUTIÉRREZ BUSTILLO (2003), MORALES (2004), DE ANTONI (2005) y LACEY & WEST (2006) y se han realizado los recuentos de esporas de los siguientes géneros-tipo: *Alternaria*, *Aspergillus-Penicillium*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Coprinus*, *Fusarium*, *Dreschlera-Helminthosporium*, *Leptosphaeria*, *Nigrospora*, *Puccinia* y *Torula*.

Los datos meteorológicos correspondientes a las distintas localidades de Castilla y León estudiadas han sido facilitados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

Por último, se ha realizado un estudio estadístico de correlaciones no paramétricas aplicando el test de Spearman (mediante el programa informático SPSS 15.0), entre las concentraciones de los

distintos tipos de esporas y las variables meteorológicas: temperaturas, precipitación y humedad relativa.

RESULTADOS

La localidad donde se ha registrado el mayor número de esporas fue Miranda de Ebro con un índice anual de 136.314, seguido de León con 118.977 y Zamora con 107.427.

Los meses en los que se contabilizó un mayor número de los géneros-tipo de esporas estudiados fueron octubre, en Miranda de Ebro y León con valores de 62.849 (46,1% del total) y 49.178 (41,3% del total) respectivamente, y agosto en Zamora con 36.706 (39% del total) (Fig. 2).

En la localidad de León los tres tipos más frecuentes de esporas fueron *Cladosporium* (73,6%), *Coprinus* (9,1%) y *Aspergillus-Penicillium* (7,7%) (Tabla 1). La mayor parte de los tipos de esporas analizados en León (*Aspergillus-Penicillium*, *Botrytis*, *Coprinus*, *Fusarium* y

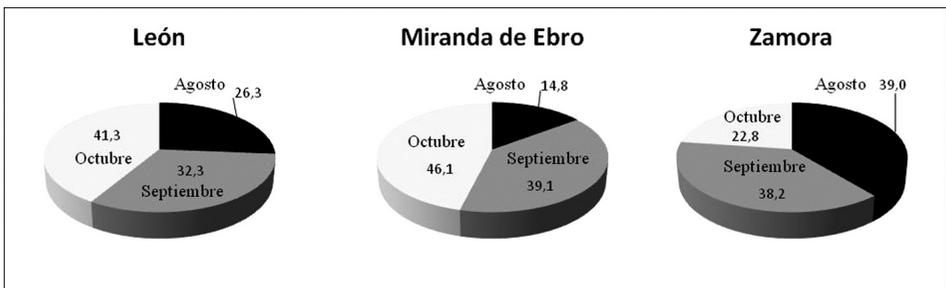


FIGURA 2. Porcentajes mensuales de los géneros-tipo de esporas en cada una de las localidades de estudio.

Leptosphaeria) alcanzaron las concentraciones más altas durante el mes de octubre, a excepción de *Cladosporium*, *Dreschlera-Helminthosporium* y *Puccinia* que lo hicieron durante el mes de septiembre. Los géneros-tipo *Alternaria*, *Nigrospora* y *Torula* aparecen principalmente en agosto (Fig. 3a, Tabla 2). El día con la concentración más alta de esporas fue el 27 de septiembre (4.864 esporas/m³).

En Miranda de Ebro los tres tipos principales fueron *Cladosporium* (78,2%), *Fusarium* (6,1%) y *Coprinus* (5,4%) (Tabla 1). En esta localidad las concentraciones más altas de esporas de la mayoría de tipos fúngicos estudiados se alcanzaron en octubre (*Alternaria*, *Aspergillus-Penicillium*, *Cladosporium*, *Coprinus*, *Fusarium*, *Leptosphaeria* y *Puccinia*), sin embargo, *Botrytis* y *Nigrospora* predominan en el mes de septiembre y *Dreschlera-Helminthosporium* y *Torula* en el mes de agosto (Fig. 3b, Tabla 2). El valor máximo de concentración de esporas diario se observó el 13 de septiembre (8.489 esporas/m³).

En Zamora los más frecuentes han sido *Cladosporium* (86,9%), *Aspergillus-Penicillium* (2,7%) y *Alternaria* (2,6%) (Tabla 1) y agosto el mes con mayor contenido en esporas fúngicas de: *Alternaria*, *Aspergillus-Penicillium*, *Cladosporium*, *Dreschlera-Helminthosporium*, *Nigrospora* y *Torula*; en septiembre, *Botrytis* y *Puccinia*, y en octubre son más abundantes *Coprinus*, *Fusarium* y *Leptosphaeria* (Fig. 3c, Tabla 2). La máxima concentración diaria se registró el 21 de agosto (4.654 esporas/m³).

Durante este periodo la suma de la concentración del género-tipo de

Alternaria superó el valor de 1.850. Los días con mayor concentración se produjeron a finales de agosto en León y Zamora, mientras que en Miranda de Ebro fue un mes después (Tabla 1). Los valores de los índices de correlación fueron significativos y positivos, aunque bajos con las temperaturas en las tres localidades. En la localidad de Zamora, hemos obtenido correlación positiva con la precipitación y negativa con la humedad relativa (Tabla 3).

Aspergillus-Penicillium fue uno de los tipos mayoritarios. Así, por ejemplo, en León el índice estacional de esporas alcanzó el valor de 9.165, llegando a triplicar la concentración obtenida en el resto de localidades. No se ha observado similitud en cuanto a los días pico en las tres localidades estudiadas (Tabla 1). Los índices de correlación significativos fueron pocos y bajos, el valor más alto y negativo se obtuvo con la humedad relativa en Zamora (Tabla 3).

El recuento total de esporas de *Botrytis* ha sido superior a 2.000 en León y en Miranda de Ebro, mientras que en Zamora solo se contabilizaron 362. Los días pico se produjeron a finales de octubre en León, en la primera quincena de septiembre en Miranda de Ebro y a finales de septiembre en Zamora (Tabla 1). Los valores de las correlaciones fueron bajos (Tabla 3).

Cladosporium fue el género-tipo mayoritario en la atmósfera de las tres localidades estudiadas con un porcentaje frente al total de esporas contabilizadas superior al 70%. En León y en Miranda de Ebro los días pico se produjeron en septiembre, mientras que en Zamora se alcanzaron a finales de agosto (Tabla 1).

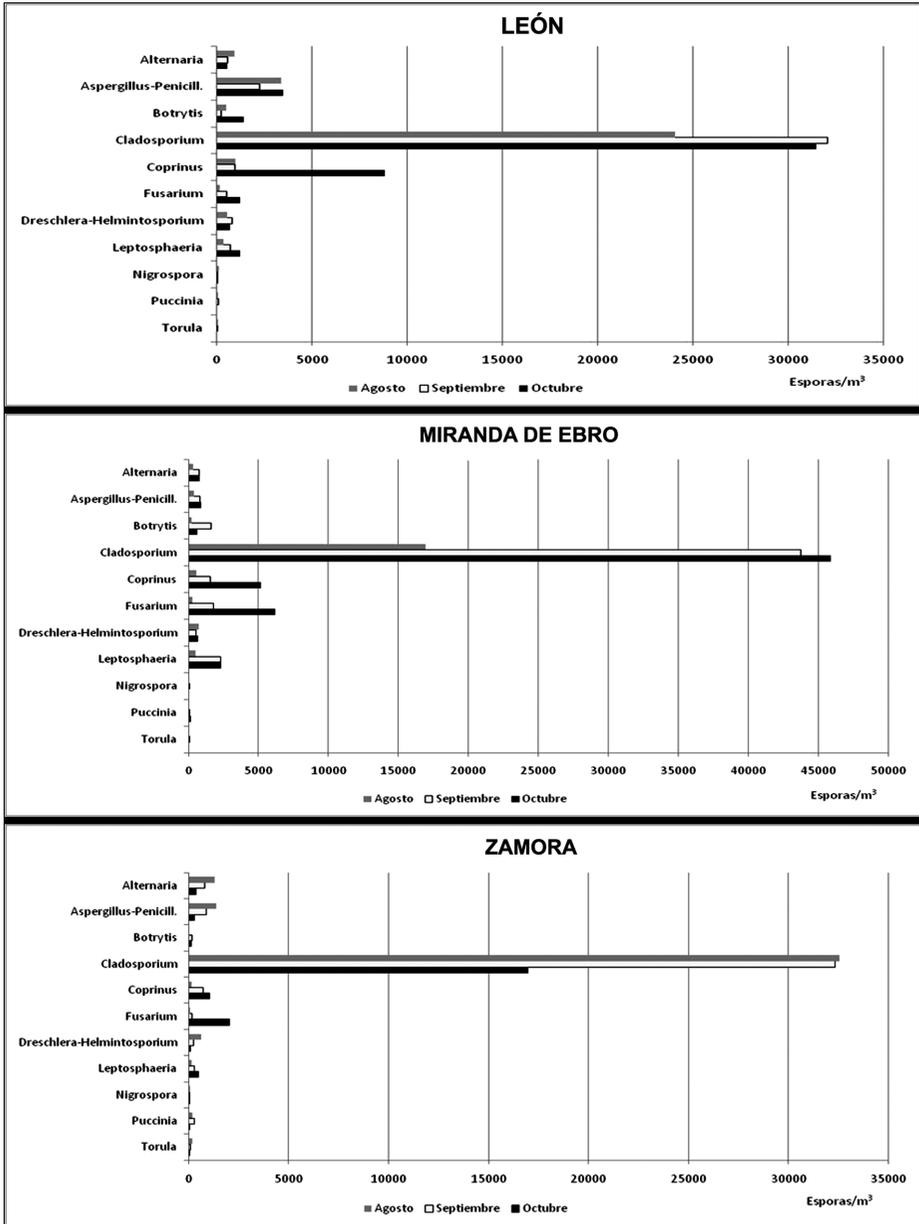


FIGURA 3. Evolución mensual de los géneros-tipo de esporas fúngicas en las localidades objeto de estudio. A: León; B: Miranda de Ebro y C: Zamora.

Desde el punto de vista estadístico, no se observa un comportamiento claro en función de las variables meteorológicas, los valores de correlación significativos fueron pocos y bajos (Tabla 3).

Coprinus tuvo su mayor representación en León, con un índice estacional de esporas que superó las 10.000, seguido de Miranda de Ebro con más de 7.000 y por último Zamora (2.157). Los días de máxima concentración se observaron a principios y finales de octubre en León y Miranda de Ebro, respectivamente, y a finales de septiembre en Zamora (Tabla 1). Las correlaciones significativas fueron bajas, siendo, en general, negativas con las temperaturas y positivas con la humedad relativa (Tabla 3).

Del género-tipo *Dreschlera-Helminthosporium* se registraron cantidades totales de esporas entre 1.129 (1,1%) en Zamora y 2.119 (1,8% del total) en León (Tabla 1). Los días de máxima concentración se observaron a finales de septiembre en León, principios de agosto en Miranda de Ebro y finales de agosto en Zamora (Tabla 1). Los valores de correlación significativos más elevados y positivos fueron en general con las temperaturas, en cambio, con la precipitación y con la humedad relativa los valores fueron negativos (Tabla 3).

Fusarium alcanzó la concentración más alta en Miranda de Ebro (6,1% del total). En León y Zamora el índice de esporas superó el valor de 1.900 con porcentajes del 1,7% y del 2,4%, respectivamente. Los días pico se produjeron a principios de octubre en todas las localidades (Tabla 1). Presenta valores de correlación significativos negativos y altos con las temperaturas, la precipitación y la humedad relativa

influyen positivamente en la presencia en la atmósfera de este tipo de esporas, de manera importante (Tabla 3).

En Miranda de Ebro *Leptosphaeria* alcanzó el 3,8% sobre el total. Además, fue el cuarto tipo en orden de importancia en León y en Miranda de Ebro, mientras que en Zamora ocupó el sexto lugar. Los valores máximos diarios se registraron a finales de octubre en León y en Zamora, mientras que en Miranda de Ebro se produjeron en la primera quincena de septiembre (Tabla 1). La influencia de las variables meteorológicas sobre este tipo de esporas es similar a *Fusarium* (Tabla 3).

El recuento de esporas de *Nigrospora* fue muy bajo en los tres lugares de estudio. En ninguno de ellos llegó a alcanzar el 1% frente al total de esporas contabilizadas. Los días de mayor concentración se observaron a principios de agosto en León, en la segunda quincena de septiembre en Miranda de Ebro y a principios de agosto y finales de octubre en Zamora (Tabla 1). *Nigrospora* no ha presentado valores de correlación significativos altos con ninguno de los factores meteorológicos analizados (Tabla 3).

En cuanto al género-tipo *Puccinia* la suma de las concentraciones de esporas fue muy baja en las tres localidades, el mayor valor se obtuvo en Zamora (581). Los días pico se apreciaron en septiembre en León, a mediados de octubre en Miranda de Ebro y a mediados de agosto en Zamora (Tabla 1). Se obtuvieron muy pocas correlaciones significativas y además bajas (Tabla 3).

Las esporas de *Torula* aparecen en bajas cantidades en la atmósfera de las localidades estudiadas (Tabla 1). La

influencia de las temperaturas fue positiva en la concentración en el aire de este tipo de esporas. Asimismo, se obtuvieron correlaciones significativas negativas con la humedad relativa (Tabla 3).

DISCUSIÓN

Los tipos de esporas de hongos analizados en el presente estudio se corresponden con hongos muy frecuentes y de amplia distribución debido a su carácter saprófito y parásito.

Los elevados recuentos de esporas en los meses analizados concuerdan con los descritos por otros autores en otras ciudades españolas (INFANTE *et al.*, 2000a,b; SÁENZ LAÍN & GUTIÉRREZ BUSTILLO, 2003).

Miranda de Ebro, a pesar de tener menor número de días de muestreo, resultó ser la localidad con mayor número de esporas contabilizadas, lo cual puede deberse a que su humedad relativa media fue más alta durante los tres meses de estudio, ocasionando que los tipos esporales *Leptosphaeria* y *Fusarium* tuvieran una concentración mayor.

La concentración de esporas de *Alternaria* en la atmósfera de las tres localidades estudiadas ha sido más elevada que en otras ciudades españolas, como Santiago de Compostela o Madrid (DOPAZO MARTÍNEZ *et al.*, 2003; MORALES, 2004), y algo menor que en la atmósfera de Sevilla (MORALES, 2004). Sin embargo, en Palencia fue bastante más elevada (HERRERO *et al.*, 1995), en esta localidad *Alternaria* fue uno de los tipos mayoritarios (9%). Los picos de concentración se produjeron a finales de agosto

o septiembre, coincidiendo con otros autores que señalan que la concentración en el aire de *Alternaria* es más elevada entre julio y octubre porque hay muchos taxa saprófitos de cereales, de Solanáceas y parásitos, pero aparecen en los medios de cultivo desde agosto a diciembre, probablemente como consecuencia de bajas cantidades de esporas de otros grupos que compiten con ella (HONDA, 1969; TANAKA & AKAI, 1963). Asimismo, GINER *et al.* (2001) relacionan las concentraciones de *Alternaria* con Poaceae y Chenopodiaceae, ya que sugieren que estas plantas realizan un importante papel como hospedadoras del hongo.

Los resultados de los análisis estadísticos coinciden, en general, con los encontrados en estudios anteriores (HJELMROOS, 1993; DOPAZO MARTÍNEZ *et al.*, 2003). En ellos se indica que las temperaturas máximas y medias afectan positivamente a las cantidades de esporas de este hongo y negativamente la precipitación y la humedad relativa (MORALES, 2004). Sin embargo, en un trabajo realizado en Santiago de Compostela con *Alternaria* no tuvieron correlaciones significativas con ningún parámetro (AIRA *et al.*, 2003).

El tipo esporal *Aspergillus-Penicillium* ha sido estudiado por muchos autores. Así, por ejemplo, para SÁENZ LAÍN & GUTIÉRREZ BUSTILLO (2003) estas esporas son abundantes durante todo el año. Sin embargo, MORALES (2004) encontró en la atmósfera de Sevilla distribuciones irregulares. FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ *et al.* (1993) destacan su presencia en verano y otoño en la ciudad de León.

Las correlaciones con los parámetros meteorológicos han sido muy diferentes, así, por ejemplo, para HASNAIN (1993) no existe correlación alguna; para GAMBALE *et al.* (1983) el aumento de la humedad hace elevar la concentración de estas esporas, al contrario que lo que ocurre en nuestro trabajo; y para FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ *et al.* (1993) en un estudio realizado en la ciudad de León, las máximas concentraciones ocurren cuando la temperatura máxima y mínima son elevadas, y disminuyen con la lluvia, resultados que no coinciden con los de este estudio, posiblemente debido al periodo analizado.

El recuento de *Botrytis* ha sido ligeramente superior al recogido en otras localidades como Santiago de Compostela (AIRA *et al.*, 2003) o Sevilla (MORALES, 2004). En general, no hallamos índices de correlación significativos con los distintos parámetros meteorológicos como ocurre también en Sevilla (MORALES, 2004).

El género-tipo *Cladosporium* es el principal componente del contenido fúngico atmosférico en las tres localidades del estudio, al igual que ocurre en otros muchos lugares, tanto de las regiones templadas como de los trópicos; pues se trata de un género cosmopolita, saprófito y patógeno de plantas. Además, este tipo esporal incluye numerosas especies, cuyas esporas son pequeñas y la ornamentación de pared es poco manifiesta lo que favorece la dispersión por el viento. Hay algún trabajo en el que este tipo no ha sido el mayoritario, este es el caso de HURTADO & RIEGLER-GOIHMAN (1986), que en Caracas (Venezuela) no aislaron conidios de *Cladosporium*, y HASNAIN (1993) en Auckland (Nueva

Zelanda) señala que estos conidios tampoco fueron los más frecuentes, siendo más abundantes esporas de ambientes húmedos como *Leptosphaeria*.

El porcentaje de este tipo fúngico es similar al obtenido por otros autores: PÉREZ-GORJÓN *et al.* (2003) en Salamanca, PEPELJNAK *et al.* (2003) en Croacia, MORALES (2004) en Sevilla y NIETO LUGILDE (2008) en Granada. Sin embargo, hay otros muchos autores que obtienen porcentajes mucho más bajos, este es el caso de SIMERAY *et al.* (1993) en Francia, HERRERO *et al.* (1996a) en Palencia, MITAKAKIS *et al.* (1997) en Australia y DE ANTONI (2005) en Brasil.

En cuanto al análisis de correlación entre los distintos parámetros meteorológicos y la concentración de esporas de *Cladosporium*, no muestra un comportamiento claro. El valor más alto del índice de correlación obtenido ha sido con la humedad relativa en León, factor que le afecta de forma negativa, lo que también ha sido señalado por HASNAIN (1993); HERRERO *et al.* (1996b); FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ *et al.* (1998); DOPAZO MARTÍNEZ *et al.* (2003); MORALES (2004); DE ANTONI (2005). De la misma forma, muchos autores han señalado una influencia positiva de las temperaturas en la concentración de esporas de este género-tipo (FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 1998; MORALES, 2004; DE ANTONI, 2005), sin embargo, en nuestro estudio no lo hemos observado.

Las esporas de *Coprinus* ocupan el segundo lugar en importancia en este estudio, lo que también es frecuente en otras ciudades (CALDERÓN *et al.*, 1995). Las esporas de *Coprinus* son abundantes en los estudios aerobiológicos debido a

la alta capacidad de producción de esporas de los hongos de la familia Coprinaceae y también debido a su alto grado de dispersión en el aire (LEVETIN, 1990).

Hemos encontrado las cantidades mayores en el mes de octubre, coincidiendo con otros autores que indican su importancia durante el final del verano y el otoño (MORALES, 2004). En otras localidades como Madrid, SÁENZ LAÍN & GUTIÉRREZ BUSTILLO (2003) observaron esporas de abril a junio. En Santiago de Compostela son las esporas más frecuentes en el periodo invernal, superando a *Cladosporium* (AIRA *et al.*, 2003).

La correlación negativa entre la concentración de esporas del género-tipo *Coprinus* y las temperaturas contrasta con lo observado por HASNAIN (1993) en la ciudad de Auckland (Nueva Zelanda), quien observa correlación positiva con las temperaturas. No hemos encontrado índices de correlación positivos con la precipitación, a diferencia de lo observado por AIRA *et al.* (2003); pero sí con la humedad relativa, hecho también observado por otros autores (DE ANTONI, 2005), lo que viene a explicar la necesidad que tienen muchos basidiomicetos de la presencia de agua en el sustrato para el desarrollo de los carpóforos y la producción de esporas (HASNAIN, 1993; CALDERÓN *et al.*, 1995).

Dreschlera-Helminthosporium aparece en concentraciones moderadas en las tres localidades estudiadas, al igual que en otras ciudades como Motril (NIETO LUGILDE, 2008) o Sevilla (MORALES, 2004). Este género-tipo aparece durante todo el periodo de estudio. En Sevilla se han encontrado valores máximos en primavera y otoño (MORALES,

2004), esta estacionalidad también ha sido observada por otros autores, los cuales distinguieron los picos más elevados en otoño (PAREDES *et al.*, 1996; RUTHERFORD *et al.*, 1997; MITAKAKIS & GUEST, 2001). La presencia del género-tipo *Dreschlera-Helminthosporium* en la atmósfera está influenciada positivamente por las temperaturas, como también lo indica DE ANTONI (2005) en Caxias Do Sul (Brasil).

Los porcentajes contabilizados de esporas de *Fusarium* fueron superiores a lo encontrado por HERRERO *et al.* (1995) en un estudio realizado en Palencia y por MORALES (2004) en Sevilla. Se trata de un género que se ha asociado a las precipitaciones y a las condiciones frías (PADY, 1957; VON WAHL & KERSTEN, 1991; SHAHEEN, 1992), de modo que los días pico se producen a principios de octubre en todas las localidades, al igual que en Sevilla, donde las concentraciones más elevadas de esta espora se registran en otoño y en invierno, lo que coincide también con DÍAZ *et al.* (1996) en Granada, en cambio, MÉNDEZ *et al.* (1997) registran las mayores cantidades en abril.

Las temperaturas máximas y medias demostraron tener influencia negativa sobre los niveles de esta espora en el aire; por el contrario, las precipitaciones y la humedad relativa influyeron de manera positiva, lo mismo que han observado otros autores para este tipo fúngico (MORALES, 2004; VON WAHL & KERSTEN, 1991). Esto es lo contrario a lo que ocurre en Santiago de Compostela (AIRA *et al.*, 2003).

Las fechas en las que se registraron los valores máximos diarios de *Lep-tosphaeria* coinciden con los resultados

obtenidos en Sevilla por MORALES (2004), donde se registraron dos momentos de máximas concentraciones, que coinciden con la primavera y el otoño. Un comportamiento similar a este género-tipo se obtuvo en Nueva Zelanda por PENNYCOOK (1980) con máximos en otoño. Los índices de correlación fueron altos y positivos con los periodos de lluvia, pero negativos con las altas temperaturas, lo cual coincide con lo observado por otros autores (HASNAIN, 1993; AIRA *et al.*, 2003; MORALES, 2004; DE ANTONI, 2005).

Las cantidades contabilizadas de esporas de *Nigrospora*, así como sus concentraciones máximas diarias fueron similares a las registradas en Sevilla (MORALES, 2004) y en Caxias do Sul (Brasil) (DE ANTONI, 2005). VITTAL & KRISHNAMOORTHY (1988) señalan que es una espora frecuente en los meses de verano y otoño. No hemos observado una influencia clara de las variables meteorológicas sobre la presencia de esta espora en la atmósfera, pues según indican MORALES (2004) y DE ANTONI (2005) la disponibilidad de sustrato juega un papel muy importante en la cantidad de este tipo de espora en el aire.

Los porcentajes recogidos de *Puccinia* han sido muy bajos, coincidiendo con lo indicado por MORALES (2004) y DE ANTONI (2005); cuyas mayores concentraciones se dan en los meses de verano, ya que está ligado a actividades agrícolas (FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 1993; HERRERO *et al.*, 1995; MORALES, 2004; DE ANTONI, 2005; NIETO LUGILDE, 2008). Como también señala DÍAZ (1999) la mayor concentración de estas esporas se ha asociado a temperaturas elevadas y ausencia de precipitación.

Torula es otro de los género-tipo minoritarios, lo cual ya ha sido observado por otros autores (DIXIT *et al.*, 2000; ELVIRA-RENDUELES *et al.*, 2001; JOTHISHI & NAYAR, 2004; DE ANTONI, 2005; NIETO LUGILDE, 2008). DÍAZ IGLESIAS *et al.* (1998) consideran a esta espora propia de la estación seca. Esto puede explicar que las concentraciones más altas se hayan recogido en el mes de agosto en Zamora, localidad que tuvo la temperatura máxima más elevada de todas las localidades del estudio.

CONCLUSIONES

Se ha observado que generalmente la temperatura máxima influye positivamente en los tipos fúngicos estudiados, excepto en *Coprinus*, *Fusarium* y *Leptosphaeria* cuya influencia fue negativa.

La humedad relativa y la precipitación han sido parámetros que, en la mayoría de los casos, tuvieron una clara influencia negativa en las concentraciones de los tipos fúngicos analizados, excepto para *Coprinus*, *Fusarium* y *Leptosphaeria* que influyeron de forma positiva en la concentración de estas esporas en la atmósfera.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco de un Convenio de colaboración entre la Universidad de León y la Agencia de Protección de la Salud y Seguridad Alimentaria de la Consejería de Sanidad de la Junta de Castilla y León.

BIBLIOGRAFÍA

- AIRA, M. J.; LA SERNA, I. & DOPAZO, A. (2003): Identification of fungal spores in the atmosphere of Santiago de Compostela (NW Spain) in the winter period. *Polen*, 12: 65-76.
- AIRA, M. J.; RODRÍGUEZ-RAJO, F. J. & JATO, V. (2006): Comportamiento temporal de las mitosporas de *Cladosporium* en la atmósfera de Galicia (España). *Boletín Micológico*, 21: 19-26.
- AIRAUDI, D. & MARCHISIO, V. F. (1997): Fungal biodiversity in the air of Turin. *Mycopathologia*, 136(2): 95-102.
- ARMENTIA, A. & DE CASTRO, S. (2007): Los hongos y la alergia. *Aten. Primaria*, 39 (Supl 2): 97-98.
- CALDERÓN, C.; LACEY, J.; MCCARTNEY, H. A. & ROSAS, I. (1995): Seasonal and diurnal variation of airborne basidiomycetes spore concentrations in Mexico City. *Grana*, 34: 260-268.
- CHAKRABORTY, P.; GUPTA, S.; CHOWDHURY, I.; MAJUMDAR, M. & CHANDA, S. (2001): Differences in concentrations of allergenic pollens and spores different heights on an agricultural farm in West Bengal, India. *Ann. Agric. Environ. Med.*, 8(2): 123-130.
- D'AMATO, G.; CHATZIGEORGIOU, G.; CORSICO, R.; GIOULEKAS, D.; JAGËR, L.; JAGËR, S. *et al.* (1997): Evaluation of the prevalence of skin prick test positivity to *Alternaria* and *Cladosporium* in patients with suspected respiratory allergy. *Allergy*, 52: 711-716.
- D'AMATO, G. & SPIEKMA, F. T. M. (1995): Aerobiologic and clinical aspects of mould allergy in Europe. *Allergy*, 50: 870-877.
- DE ANTONI, B. C. (2005): *Caracterización del contenido fúngico atmosférico de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil*. Tesis doctoral. Universidad de León.
- DE ANTONI, B. C.; FERNÁNDEZ, D.; VERGAMINI, S. M. & VALENCIA, R. M. (2004): Predominating fungal spores in atmospheric aerosol in the city of Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brazil during 2001 and 2002. *Polen*, 14: 366.
- DÍAZ, C.; SABARIEGO, S. & ALBA, F. (1996): Variación anual del contenido de esporas en la atmósfera de Granada. Datos de 1994. In: M. J. AIRA *et al.* (eds.), *Programme and Summaries 1st European Symposium on Aerobiology*: 144. Santiago de Compostela.
- DÍAZ, M. R. (1999): *Aplicación de la Aerobiología en la agricultura. Control de enfermedades fúngicas y producción de Vitis vinífera*. Tesis doctoral. Universidad de Vigo.
- DÍAZ IGLESIAS, M. R.; IGLESIAS, I. & JATO, V. (1998): Seasonal variation of airborne fungal spore concentrations in a vineyard of North-West Spain. *Aerobiologia*, 14: 221-227.
- DIXIT, A.; LEWIS, W.; BATY, J.; CROZIER, W. & WEDNER, J. (2000): Deuteromycete aerobiology and skin-reactivity patterns-A two years concurrent study in Corpus Christi, Texas, USA. *Grana*, 39(4): 209-218.
- DOMÍNGUEZ, E.; GALÁN, C.; VILLAMANDOS, F. E. & INFANTE, F. (1992): Handling and evaluation the data from the aerobiological sampling. *Monografías REA*, 1: 1-18.
- DOPAZO MARTÍNEZ, A.; HERVÉS-GARCÍA, M. & RODRÍGUEZ, A. (2003): Niveles atmosféricos de esporas fúngicas en dos años de monitoreo aerobiológico. *Polen*, 13: 261-269.
- ELVIRA RENDUELLAS, M. L. B.; GRAU, S. M.; BAYO, J.; MORENO, J.; ANGOSTO, J. & CLAVEL, J. M. (2001): Evolución de las principales esporas fúngicas en la atmósfera de Cartagena durante los inviernos de los años 1994 a 1997. In: M. A. FOMBELLA BLANCO *et al.* (eds.), *Palinología: Diversidad y Aplicaciones*: 269-276. Ed. Universidad de León. León.
- FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, D.; SUÁREZ-CERVERA, M.; DÍAZ-GONZÁLEZ, T. & VALENCIA-BARRERA, R. M. (1993): Airborne pollen and spores of León (Spain). *Int. J. Biometeorol.*, 37: 89-95.

- FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, D.; VALENCIA-BARRERA, R. M.; MOLNÁR, T.; VEGA, A. M. & SAGÜÉS, E. (1998): Daily and seasonal variations of *Alternaria* and *Cladosporium* airborne spores in León (North-West, Spain). *Aerobiologia*, 14: 215-220.
- GALÁN SOLDEVILLA, C.; CARIÑANOS GONZÁLEZ, P.; ALCÁZAR TENO, P. & DOMÍNGUEZ VILCHES, E. (2007): *Manual de Calidad y Gestión de la Red Española de Aerobiología*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. Córdoba.
- GAMBALE, W.; PURCHIO, A. & PAULA, C. (1983): Influência de fatores abióticos na dispersão aérea de fungos na cidade de São Paulo. *Brasílian Review Microbiology*, 14(3): 204-214.
- GINER, M. M.; GARCÍA, J. S. C. & CAMACHO, C. N. (2001): Airborne *Alternaria* spores in SE Spain (1993-98). *Grana*, 40 (3): 111-118.
- GRANT SMITH, E. (1986): *Sampling and identifying allergenic pollens and moulds*. Blewstone Press. San Antonio, Texas.
- GRANT SMITH, E. (1990): *Sampling and identifying allergenic pollens and moulds*. Blewstone Press. San Antonio, Texas.
- HASNAIN, S. M. (1993): Influence of meteorological factors on the air spore. *Grana*, 32: 184-188.
- HERRERO, B.; FOMBELLA, M. A.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, D. & PASCUAL, I. (1995): Variación anual de esporas en el aire de la ciudad de Palencia, de 1990 a 1992. *Polen*, 7: 50-58.
- HERRERO, B.; FOMBELLA-BLANCO, M. A.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, D. & VALENCIA-BARRERA, R. M. (1996a): Aerobiological study of fungal spores from Palencia (Spain). *Aerobiologia*, 12: 27-35.
- HERRERO, B.; FOMBELLA-BLANCO, M. A.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, D. & VALENCIA-BARRERA, R. M. (1996b): The role of meteorological factors in determining the annual variation of *Alternaria* and *Cladosporium* spores in the atmosphere of Palencia, 1990-1992. *Int. J. Biometeorol.*, 39: 139-142.
- HERVÉS, M. (2005): *Estudio aerobiológico en cuatro localidades gallegas. Análisis comparativo y modelos de pronóstico*. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.
- HJELMROOS, M. (1993): Relationship between airborne fungal spores presence and weather variables. *Cladosporium and Alternaria*. *Grana*, 32: 40-47.
- HONDA, Y. (1969): Studies on the effects of light on the sporulation of *Helminthosporium oryzae*. *Bull. Inst. Agric. Res. Toboku. Univ.*, 21: 63-132.
- HURTADO, I. & RIEGLER-GOIHMAN, M. (1986): Air-sampling studies in a tropical area. II. Fungus spores. *Grana*, 25: 69-73.
- INFANTE, F.; ALBA, F.; CAÑO, M.; CASTRO, A.; DOMÍNGUEZ, E. & MÉNDEZ, J. (2000a): A comparative study of the incidence of *Alternaria* conidia in the atmosphere of five Spanish cities. *Polen*, 10: 7-15.
- INFANTE, F.; CASTRO, A.; DOMÍNGUEZ, E.; GUARDIA, A.; MÉNDEZ, J.; SABARIEGO, S. & VEGA, A. (2000b): A comparative study of the incidence of *Cladosporium* conidia in the atmosphere of five Spanish cities. *Polen*, 10: 17-25.
- JOTHISHI, P. S. & NAYAR, T. S. (2004): Airborne fungal spores in sawmill environment in Palakkad District, Kerala, India. *Aerobiologia*, 20(1): 75-81.
- LACEY, M. E. & WEST, J. S. (2006): *The air spore: a manual for catching and identifying airborne biological particles*. Springer. Dordrecht, The Netherlands.
- LEVETIN, E. (1990): Studies on airborne basidiospores. *Aerobiologia*, 6: 229-234.
- MÉNDEZ, J.; IGLESIAS, M. I.; JATO, V. & AIRA, M. J. (1997): Variación estacional de esporas de *Alternaria*, *Cladosporium* y *Fusarium* en la atmósfera de Ourense (años 1993-1994). *Polen*, 8: 79-88.
- MITAKAKIS, T. Z. & GUEST, D. I. (2001): A fungal spore calendar for the atmosphere of

- Melbourne, Australia, for the year 1993. *Aerobiologia*, 17: 171-176.
- MITAKAKIS, T.; ONG, E. K.; STEVENS, A.; GUEST, D. & KNOX, R. B. (1997): Incidence of *Cladosporium*, *Alternaria* and fungal spores in the atmosphere of Melbourne (Australia) over three years. *Aerobiologia*, 13: 83-90.
- MORALES, J. (2004): *Estudio aerobiológico de las esporas de hongos en la atmósfera de Sevilla y su variación con las variables climáticas*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.
- NIETO LUGILDE, D. (2008): *Estudio aerobiológico de la zona costera de la provincia de Granada (Motril): Evolución de las concentraciones de polen y esporas*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- NILSSON, S.; PRAGLOWSKI, J. & NILSSON, L. (1977): *Atlas of air-borne pollen grains and spores in Northern Europe*. Ed. Natur och Kultur. Stockholm.
- NOÉ, A.; GUTIÉRREZ, M.; DÍEZ, A. & SABARIEGO, S. (2006): Aerobiología de los 10 tipos de esporas fúngicas más frecuentes en la atmósfera de Madrid. *Polen*, 16: 118-119.
- PADY, S. M. (1957): Quantitative studies of fungus spores in the air. *Mycologia*, 49: 339-353.
- PAREDES, M. M.; MARTÍNEZ, F. J.; SILVA, I.; MUÑOZ, A. F. & TORMO, R. (1996): Contenido de esporas fúngicas en la atmósfera de Badajoz durante 1994. In: M. J. AIRA et al. (eds.), *Programme and Summaries 1st European Symposium on Aerobiology*: 142-143. Santiago de Compostela.
- PENNYCOOK, S. R. (1980): The air spore Auckland city, New Zealand. Seasonal and diel periodicities. *N. Z. J. Sci.*, 23: 27-37.
- PEPELJNJK, S.; KOSALEC, I.; KALODERA, Z. & KUŠTRAK, D. (2003): Natural antimycotics from Croatian plants. In: M. RAI & D. MARES (eds.), *Plant-Derived Antimycotics*: 49-81. Ed. Binghampton. The Haworth Press.
- PÉREZ-GORJÓN, S.; RODRÍGUEZ DE LA CRUZ, D.; SUÁREZ-GONZÁLEZ, R. & SÁNCHEZ-SÁNCHEZ, J. (2003): Variación anual de esporas en la atmósfera de Salamanca durante los años 1995 y 2000. *Polen*, 13: 289-297.
- RODRÍGUEZ-RAJO, F. J.; IGLESIAS, I. & JATO, V. (2005): Variation assessment of airborne *Alternaria* and *Cladosporium* spores at different bioclimatical conditions. *Mycological Research*, 109: 497-507.
- RUTHERFORD, S.; OWEN, J. A. K. & SIMPSON, R. W. (1997): Survey of airspora in Brisbane, Queensland, Australia. *Grana*, 36: 114-121.
- SÁENZ LAÍN, C. & GUTIÉRREZ BUSTILLO, M. (2003): *Esporas atmosféricas en la Comunidad de Madrid*. Documentos Técnicos de Salud Pública. Instituto de Salud Pública. Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid.
- SÁNCHEZ REYES, E.; RODRÍGUEZ DE LA CRUZ, D. & SÁNCHEZ SÁNCHEZ, J. (2007): Contenido atmosférico de esporas de *Ganoderma* P. Karst en la atmósfera de Valladolid. *Polen*, 17: 39-49.
- SÁNCHEZ REYES, E.; RODRÍGUEZ DE LA CRUZ, D.; SANCHÍS MERINO, M. E. & SÁNCHEZ SÁNCHEZ, J. (2009): Meteorological and agricultural effects on airborne *Alternaria* and *Cladosporium* spores and clinical aspects in Valladolid (Spain). *Ann. Agric. Envir. Med.*, 16(1): 55-64.
- SHAHEEN, I. (1992): Aeromicrology of Amman area, Jordan. *Grana*, 31: 223-228.
- SIMERAY, J.; CHAUMONT, J. P. & LÉGER, D. (1993): Seasonal variation in the airborne fungal spore population of the East of France (Franche-comté). Comparison between urban and rural environment during two years. *Aerobiologia*, 9: 201-206.
- TANAKA, H. & AKAI, S. (1963): On the influence of some nutritional elements on the susceptibility of *Helminthosporium* leaf spot of rice plants. *Ann. Phytopath. Soc. Jpn.*, 28: 144-152.
- VITTAL, B. P. R. & KRISHNAMOORTHY, K. (1988): A census of airborne mould species in the

atmosphere of the city of Madras, India. *Annals of Allergy*, 60: 99-101.

VON WAHL, P. G. & KERSTEN, W. (1991): *Fusarium* and *Didymella* neglected spores in the air. *Aerobiologia*, 7: 111-117.

WASEL, Y.; GANOR, E.; GLIKMAN, M.; EPSTEIN, V. & BRENNER, S. (1997): Airborne fungal spores in the coastal plain of Israel: A preliminary survey. *Aerobiologia*, 13: 281-287.

Tipo esporal	Localidad	Total	% sobre total	Día pico	Esporas/m ³ -día pico
<i>Alternaria</i>	León	2.150	1,8	21/08	98
	Miranda de Ebro	1.859	1,4	20/09	120
	Zamora	2.846	2,6	22/08	108
<i>Aspergillus-Penicillium</i>	León	9.165	7,7	31/10	1.105
	Miranda de Ebro	2.148	1,6	20/09	82
	Zamora	2.916	2,7	06/08	119
<i>Botrytis</i>	León	2.143	1,8	27/10	125
	Miranda de Ebro	2.484	1,8	10/09	198
	Zamora	362	0,3	29/09	22
<i>Cladosporium</i>	León	87.603	73,6	27/09	4.531
	Miranda de Ebro	106.606	78,2	13/09	7.777
	Zamora	93.306	86,9	21/08	4.393
<i>Coprinus</i>	León	10.839	9,1	10/10	717
	Miranda de Ebro	7.289	5,4	27/10	530
	Zamora	2.157	2,0	27/09	259
<i>Dreschlera-Helminthosporium</i>	León	2.119	1,8	27/09	136
	Miranda de Ebro	1.956	1,4	07/08	125
	Zamora	1.129	1,1	22/08	54
<i>Fusarium</i>	León	1.957	1,7	07/10	125
	Miranda de Ebro	8.280	6,1	07/10	712
	Zamora	2.583	2,4	09/10	525
<i>Leptosphaeria</i>	León	2.320	2,0	26/10	100
	Miranda de Ebro	5.156	3,8	11/09	316
	Zamora	1.051	1,0	22/10	136
<i>Nigrospora</i>	León	306	0,3	07/08	19
	Miranda de Ebro	133	0,1	19/09	10
	Zamora	176	0,2	11/08; 23/10	9
<i>Puccinia</i>	León	241	0,2	11/09	12
	Miranda de Ebro	249	0,2	17/10	18
	Zamora	581	0,5	16/08	49
<i>Torula</i>	León	134	0,1	08/08	10
	Miranda de Ebro	154	0,1	28/08	17
	Zamora	320	0,3	06/08	41

TABLA 1. Valores totales de los géneros-tipo de esporas fúngicas y su porcentaje frente al total y días de máxima concentración durante los meses analizados.

Tipo esporal	León			Miranda de Ebro			Zamora		
	Agosto	Septiembre	Octubre	Agosto	Septiembre	Octubre	Agosto	Septiembre	Octubre
<i>Alternaria</i>	579	607	965	775	744	339	386	802	1.305
<i>Aspergillus-Penicillium</i>	3.497	2.252	3.416	913	813	421	292	870	1.383
<i>Botrytis</i>	1.413	232	498	628	1.625	231	113	175	30
<i>Cladosporium</i>	31.492	32.062	24.049	45.873	43.761	16.973	16.964	32.347	32.530
<i>Coprinus</i>	8.854	991	995	5.177	1.567	545	1.036	712	147
<i>Dreschlera-Helminthosporium</i>	731	820	568	688	549	719	93	251	642
<i>Fusarium</i>	1.231	551	175	6.196	1.794	290	2.042	177	58
<i>Leptosphaeria</i>	1.222	746	351	2.351	2.306	499	482	295	144
<i>Nigrospora</i>	94	78	134	48	63	22	29	37	87
<i>Puccinia</i>	37	108	96	157	57	36	46	282	180
<i>Torula</i>	28	33	73	44	44	67	4	75	198

TABLA 2. Valores mensuales de los géneros-tipo de esporas fúngicas de las tres localidades analizadas.

	Localidad	Alternaria	Asperg./Penicil.	Botrytis	Cladosporium	Coprinus	Dresch./Helm.	Fusarium	Leptosphaeria	Nigrospora	Puccinia	Tonilia
Tª máxima	León	0,23*	0,24*	-0,03	-0,18	-0,33**	0,13	-0,78**	-0,72**	0,19	0,33**	0,42**
	Miranda	0,57**	0,31**	0,17	0,28*	0,04	0,59**	-0,42**	-0,21	0,33**	0,30**	0,41**
	Zamora	0,49**	0,45**	-0,23*	0,20	-0,39**	0,62**	-0,69**	-0,48**	0,26*	0,27*	0,60**
Tª mínima	León	0,28**	0,20	0,07	0,09	-0,15	0,28**	-0,48**	-0,40**	0,08	0,29**	0,28**
	Miranda	-0,13	-0,04	-0,02	-0,19	-0,05	-0,23*	-0,19	-0,18	-0,17	-0,14	0,13
	Zamora	0,21*	0,21*	-0,18	0,07	-0,43**	0,26*	-0,50**	-0,34**	0,19	-0,14	0,35**
Tª media	León	0,29**	0,25*	-0,00	-0,09	-0,32**	0,21*	-0,75**	-0,67**	0,20	0,35**	0,42**
	Miranda	0,34**	0,17	0,09	0,09	0,01	0,27*	-0,46**	-0,28*	0,14	0,11	0,42**
	Zamora	0,50**	0,45**	-0,20	0,23*	-0,44**	0,60**	-0,68**	-0,45**	0,31**	-0,23*	0,60**
Precipitación	León	-0,09	-0,07	0,08	0,28**	0,12	-0,04	0,60**	0,63**	-0,17	-0,12	-0,17
	Miranda	-0,14	0,04	0,24*	0,00	-0,06	-0,31**	0,40**	0,46**	-0,14	-0,06	-0,16
	Zamora	0,36**	-0,13	0,12	-0,12	0,04	-0,37**	0,35**	0,42**	-0,32	0,26*	-0,21*
Humedad relativa	León	-0,18	-0,27**	0,12	-0,31**	0,40**	-0,06	0,80**	0,76**	-0,20	-0,32**	-0,38**
	Miranda	-0,15	-0,02	0,10	0,08	-0,04	-0,29**	0,49**	0,44**	-0,19	0,07	-0,36**
	Zamora	-0,41**	-0,54**	-0,29**	-0,08	0,46**	-0,52**	0,76**	0,55**	-0,33**	0,13	-0,59**

TABLE 3. Valores del índice de correlación de Spearman entre las variables meteorológicas y las concentraciones de esporas fúngicas. **: 99% nivel de significación, *: 95% nivel de significación.