

INFLUENCIA DE LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS EN LA CONCENTRACIÓN DE BASIDIOSPORAS EN LA ATMÓSFERA DE SEVILLA

Julia MORALES GONZÁLEZ *, Pilar CANDAU FERNÁNDEZ-MENSAQUE*, Francisco GONZÁLEZ-MINERO*, María José CUADRI DUQUE***, Leoncio GARCÍA BARRÓN** y Arturo SOUSA MARTÍN*

*Dpto. Biología Vegetal y Ecología. ** Dpto. de Física Aplicada II. *** Escuela Universitaria de Enfermería Virgen del Rocío.
Universidad de Sevilla

RESUMEN

Los Basidiomicetes producen una gran cantidad de esporas que son dispersadas por el viento a largas distancias, muchas de estas esporas son aeroalérgenos importantes que intervienen en procesos asmáticos y rinitis alérgicas. La concentración de estas basidiosporas en el aire está influenciada por los factores meteorológicos. En Sevilla, en un estudio realizado durante dos años consecutivos usando un captador tipo Hirst, hemos obtenido un comportamiento muy dispar entre los distintos tipos de basidiosporas estudiados. Así, un aumento de la temperatura y un incremento de las horas de sol trajeron consigo un aumento de la concentración en el aire de *Ganoderma* y *Ustilago*. Las lluvias y un aumento de la humedad relativa favorecieron la presencia de esporas de *Agaricus*, *Agrocybe* y *Coprinus* en el aire. En cuanto al viento, estas basidiosporas se vieron favorecidas con vientos de baja intensidad procedentes del noroeste.

Palabras clave: Climatología, Aerobiología, Basidiosporas, Sevilla.

ABSTRACT

The Basidiomycetes produce a large amount of spores that are wind dispersed to long distances, many of those spores are important aeroallergens that are involved in asthma and allergic rhinitis. The concentration of these basidiospores in the air is influenced by the meteorological factors. In a survey carried out in Seville during two consecutive years, using a Hirst type spore trap, we have found different behavioural patrons of the studied basidiospore types. So, a temperature and hours of sunshine increase brought about a *Ganoderma* and *Ustilago* spores air concentration increase. Rainfall and the relative humidity increase favoured the presence in the air of *Agaricus*, *Agrocybe* and *Coprinus* spores. As for the wind, the presence of these basidiospores was favoured by light north-western winds.

Key words: Climatology, Aerobiology, Basidiospores, Seville.

1. INTRODUCCIÓN

Los hongos son organismos vivos, eucarióticos y sin clorofila que se reproducen mediante esporas. Uno de los grupos más importantes de hongos son los Basidiomicetes, ya que a este grupo pertenecen especies dañinas para las plantas como son los “tizones” y las “royas” que producen grandes pérdidas económicas en la agricultura, otras parasitan árboles forestales,

ornamentales e incluso pueden aparecer sobre cualquier objeto de madera. Sin embargo, algunos basidiomicetos presentan aspectos positivos por su capacidad de formar micorrizas o por la importancia gastronómica de sus cuerpos fructíferos (la mayoría de las setas comestibles están incluidas en este grupo).

Las esporas de este grupo reciben el nombre de basidiosporas, se producen abundantemente y son dispersadas por el viento a largas distancias; algunas especies llegan a liberar miles de millones de esporas al día. Muchas de estas esporas son importantes aeroalérgenos que intervienen en procesos asmáticos y rinitis alérgicas. De hecho, según LEHRER y HORNER (1990), del 20 al 30% de los pacientes con síntomas alérgicos de tipo respiratorio presentan tests cutáneos positivos a las basidiosporas.

La concentración de esporas de hongos en el aire en un determinado momento y lugar va a depender de la localización de la fuente emisora y de los factores que afectan a su liberación y a su dispersión. En este sentido, los factores meteorológicos tienen una influencia importante sobre todo el proceso aerobiológico. Según EMBERLIN (2001), los principales factores meteorológicos que afectan a la dispersión de esporas son la velocidad y dirección del viento y las precipitaciones; la temperatura y la humedad relativa son importantes para la producción y liberación de esporas.

La temperatura y la humedad relativa influyen en el comportamiento estacional y diurno de los hongos. Una humedad relativa entre el 60-65 % favorece la formación de esporas. Las temperaturas óptimas de los hongos más interesantes desde el punto de vista alérgico, están comprendidas entre los 20 y 30 °C. La luz también es un factor que influye en el crecimiento de ciertas especies. El viento es fundamental en la dispersión de esporas, aunque también puede inducir la liberación de éstas; según CALDERÓN (1997) se necesitan vientos flojos para que se liberen las esporas de algunas especies de Basidiomicetes. También la lluvia puede tener un efecto positivo o negativo sobre el contenido de esporas en el aire. Al principio las gotas de lluvia que caen sobre la vegetación seca incrementan el número de algunos tipos de esporas, pero cuando las lluvias se prolongan producen un efecto de lavado de la atmósfera.

El objetivo que nos planteamos al realizar este estudio era conocer de qué manera afectaban los distintos parámetros meteorológicos a las concentraciones en el aire de las basidiosporas, segundo grupo más abundante de esporas fúngicas en la atmósfera de Sevilla (MORALES, 2004).

2. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Área de estudio

Cuando se quiere conocer el comportamiento aeromicológico de un determinado lugar, uno de los primeros pasos que hay que dar es el estudio del clima, de la composición de la flora y del tipo de agricultura existente en la zona, ya que todo esto va a afectar notablemente al contenido de esporas en el aire (GOVI, 1992).

La zona donde se ha realizado este estudio se localiza en el suroeste de la Península Ibérica, concretamente en la ciudad de Sevilla. De acuerdo a los datos de la estación meteorológica situada en el aeropuerto (San Pablo, Sevilla) para el período 1971-2000 la mayor parte de las

precipitaciones se distribuyen durante el otoño (46 %), seguido del invierno y la primavera; con una precipitación media anual de 534 mm.

Los meses más calurosos son julio y agosto, con temperaturas máximas de 35,3 °C y 35 °C respectivamente, el mes más frío es enero con una temperatura mínima de 5,2 °C. La variación de las temperaturas a lo largo del año es muy moderada, tan solo 16,7 °C entre la temperatura media del mes más cálido y la temperatura media del mes más frío.

El valor medio de la humedad relativa anual es de 61%, el valor máximo de humedad se obtiene durante el otoño (noviembre y diciembre presentan respectivamente el 71 y 75%) y el mínimo se presenta durante el mes de julio con un 47%. Por tanto hay un descenso progresivo de la humedad desde el mes de enero hasta llegar al mínimo en el mes de julio, para volver a ascender hasta alcanzar los registros máximos de humedad durante el mes de diciembre.

En cuanto al régimen de vientos, los más frecuentes son aquellos que soplan del primer y tercer cuadrante. Fundamentalmente los vientos del primer cuadrante (dirección nordeste) aparecen durante el invierno y otoño, mientras que los del tercer cuadrante (dirección suroeste) son más frecuentes durante la primavera y el verano. La velocidad del viento presenta unos valores medios mensuales constantes a lo largo del año, los meses que presentan una mayor velocidad son mayo, junio y julio con un valor máximo de 19 km/h, y el mes menos ventoso es noviembre con 13 km/h.

El promedio anual de horas de sol en Sevilla es de 2.905, es decir el 63,4% de la insolación teórica. El mes con mayor número de horas de sol es julio con 351 (78,2 % de la insolación teórica) horas y el de menor insolación es diciembre con 154 horas (51,5 % de la insolación teórica). En general se puede decir que hay una importante oscilación en los valores mensuales de insolación, del orden de 5 y 11 horas diarias de sol.

2.2. Muestreador de partículas aerobiológicas

Para el muestreo de las esporas se empleó un captador volumétrico tipo Hirst que se colocó en la azotea de la Facultad de Farmacia de Sevilla, a una altura de 15 m, de este modo se consigue muestrear una zona más amplia. Según FAEGRI e IVERSEN (1975) un captador situado a esta altura puede llegar a cubrir una zona de 50 km. de radio.

El muestreo se realizó diariamente durante dos años consecutivos (1997 y 1998). El tamaño de las basidiosporas oscila entre 4-18µm x 3-24µm por lo que es necesario para su cuantificación el empleo de un microscopio óptico con un aumento de x 40. De cada una de las muestras se realizaron dos barridos por el método de campos tangenciales horizontales. Es decir, contamos todas las basidiosporas que aparecen en un campo completo y se va pasando sucesivamente a los campos siguientes.

Los datos diarios de los distintos parámetros meteorológicos empleados en este estudio han sido proporcionados por el Centro Meteorológico Territorial en Andalucía Occidental y Ceuta, y fueron los siguientes: temperatura máxima, temperatura media, temperatura mínima, horas de sol, precipitación total, dirección y velocidad del viento.

Para la realización de los análisis estadísticos se empleó el programa informático SPSS 10.0 para Windows. Estos análisis se llevaron a cabo con 7 tipos diferentes de basidiosporas (*Agaricus*, *Agrocybe*, *Coprinus*, *Ganoderma*, *Tilletia*, *Uredospora* y *Ustilago*) elegidos en virtud de su mayor frecuencia o poder patógeno, y con el grupo de Basidiosporas Totales

formado por el resto de basidiosporas cuya concentración fue tan baja y su presencia tan esporádica que no se consideró oportuno tratar individualmente; además se incluyeron en este grupo todas aquellas esporas que sólo pudieron identificarse como esporas de Basidiomicetes. Se realizaron análisis de correlación para conocer si ambas variables cuantitativas, parámetros meteorológicos y concentración de basidiosporas, estaban ligadas de algún modo empleando para ello el coeficiente de correlación no paramétrico de Spearman. Estos análisis se realizaron para 1997 y 1998 independientemente y considerados en conjunto.

3. RESULTADOS

3.1. Comportamiento meteorológico de los dos años de muestreo

El comportamiento de algunos de los parámetros meteorológicos estudiados mostró diferencias significativas durante los dos años que duró el estudio. Aunque la diferencia más llamativa fue la presentada por las precipitaciones: el total de precipitaciones registrado durante 1997 fue de 706,2 mm, en cambio durante 1998 tan solo se recogieron 409,3 mm, cantidad inferior a la media registrada en Sevilla en los últimos 30 años. Pero también se apreciaron diferencias en la distribución de estas precipitaciones, de tal manera que en 1997 el 65,5 % de la precipitación total anual se produjo durante el otoño siendo noviembre el mes más lluvioso; la primavera se presentó seca concentrándose en ella sólo el 7,3 % del total anual. Por el contrario, durante el otoño de 1998 sólo se recogió el 12,4 % de la precipitación total anual, mientras que la primavera fue más lluviosa con el 30,3% del total, siendo en esta ocasión el mes de febrero el mes más lluvioso de ese año.

3.2. *Agaricus*

Cuando correlacionamos las concentraciones recogidas de *Agaricus* en la atmósfera de Sevilla con los distintos parámetros meteorológicos obtuvimos que con las temperaturas las relaciones obtenidas eran negativas, igual que con las horas de sol durante el año 1998 y para todo el periodo muestreado. Con las precipitaciones se obtuvieron correlaciones positivas sólo para el año 1998 y para ambos años en conjunto..

VARIABLES	Año 1997	Año 1998	Años 1997-1998
Temperatura. Máx.	-0,300**	-0,316**	-0,287**
Temperatura. Mín.	-0,336**	-0,274**	-0,270**
Temperatura. Med.	-0,312**	-0,308**	-0,280**
Precipitaciones totales	0,055	0,141**	0,105**
Velocidad del Viento	-0,124*	-0,086	-0,066
Frecuencia NE	0,050	0,078	0,060
Frecuencia SE	-0,054	0,031	0,022
Frecuencia SO	-0,065	-0,129*	-0,080*
Frecuencia NO	0,017	-0,093	-0,032
Frecuencia Calmas	0,023	0,171**	0,038
Humedad relativa	0,140**	0,320**	0,190**
Horas de sol	-0,069	-0,216**	-0,135**

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral). * La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 1: COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN ENTRE LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS DIARIOS RESPECTO A LA CONCENTRACIÓN DIARIA DE *AGARICUS*

INFLUENCIA DE LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS EN LA CONCENTRACIÓN DE
BASIDIOSPORAS EN LA ATMÓSFERA DE SEVILLA

También apareció una asociación positiva con la humedad relativa. Con la velocidad del viento prácticamente no hubo relación, tan solo se presentó una correlación negativa al 95% en 1997, igual que para los vientos procedentes del suroeste en el año 1998 y durante el periodo total de muestreo. Con la frecuencia de las calmas apareció una correlación positiva sólo durante 1998. Todo esto se recoge en la tabla 1

3.3. *Agrocybe*

Con el género *Agrocybe* obtuvimos asociaciones positivas para la humedad relativa, precipitaciones y frecuencia de las calmas. En el caso de las dos últimas variables, no hubo asociación en el año 1998. Un incremento de las temperaturas así como de las horas de sol, tuvo una influencia negativa en los niveles de estas basidiosporas. Sin embargo, las variables del viento no parecían tener una gran influencia sobre *Agrocybe*: la velocidad del viento influyó negativamente durante el año 1997 y con una menor significación en los dos años de estudio en conjunto, y el viento del sureste presentó una débil relación también negativa en 1997, como se recoge en la tabla 2.

Variables	Año 1997	Año 1998	Años 1997-1998
Temperatura. Máx.	-0,365**	-0,188**	-0,274**
Temperatura. Mín.	-0,228**	-0,081	-0,146**
Temperatura. Med.	-0,322**	-0,142**	-0,224**
Precipitaciones totales	0,195**	0,094	0,156**
Velocidad del Viento	-0,192**	-0,008	-0,093*
Frecuencia NE	-0,006	0,017	0,006
Frecuencia SE	-0,124*	-0,028	-0,063
Frecuencia SO	-0,064	-0,080	-0,067
Frecuencia NO	0,037	-0,093	-0,022
Frecuencia Calmas	0,220**	0,071	0,134**
Humedad relativa	0,414**	0,320**	0,369**
Horas de sol	-0,291**	-0,121*	-0,219**

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral). * La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 2: COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN ENTRE LOS
PARÁMETROS METEOROLÓGICOS DIARIOS RESPECTO A LA CONCENTRACIÓN
DIARIA DE *AGROCYBE*.

3.4. *Coprinus*

Con las temperaturas se obtuvieron pocas correlaciones (tabla 3). Con la temperatura máxima sólo se presentó correlación negativa con un valor de significancia del 95% durante 1997, por el contrario, con la temperatura mínima se obtuvieron correlaciones positivas, también al 95%, durante el año 1998 y los dos años de muestreo.

Un aumento de las precipitaciones y de la humedad relativa influyó positivamente en la concentración de *Coprinus*, fundamentalmente la humedad relativa. En cuanto al viento, un aumento de la velocidad tuvo una influencia negativa en el año 1997 y durante los dos años en conjunto. Los vientos del este, también influyeron negativamente y los del suroeste positivamente. Con las calmas existió una relación positiva en el primer año de estudio y en los dos a la vez. Por último, se obtuvieron correlaciones negativas con la insolación en el año 1997 y durante el periodo 1997-1998.

VARIABLES	AÑO 1997	AÑO 1998	AÑOS 1997-1998
Temperatura. Máx.	-0,105*	-0,004	-0,071
Temperatura. Mín.	0,042	0,126*	0,082*
Temperatura. Med.	-0,054	0,067	-0,002
Precipitaciones totales	0,080	0,148**	0,129**
Velocidad del Viento	-0,255**	0,115	-0,099**
Frecuencia NE	-0,105*	-0,179**	-0,133**
Frecuencia SE	-0,204**	-0,017	-0,079*
Frecuencia SO	0,066	0,125*	-0,096**
Frecuencia NO	0,082	-0,011	0,038
Frecuencia Calmas	0,288**	-0,009	0,111**
Humedad relativa	0,428**	0,321**	0,365**
Horas de sol	-0,216**	-0,074	-0,156**

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral). * La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 3: COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN ENTRE LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS DIARIOS RESPECTO A LA CONCENTRACIÓN DIARIA DE *COPRINUS*.

3.5. *Ganoderma*

Los análisis de correlación (tabla 4) nos mostraron una correlación positiva con la temperatura máxima, mínima y media. Las precipitaciones presentaron una asociación negativa con las concentraciones de *Ganoderma*. Los vientos y la humedad relativa no parecían influir mucho sobre este tipo. Durante el periodo de muestreo analizado globalmente se obtuvo una relación negativa muy débil con la velocidad del viento. Sin embargo, la frecuencia de las calmas presentó una correlación positiva aunque sólo para el año 1997, igual que las horas de sol, con las que además, se obtuvo una correlación positiva para ambos años a la vez.

VARIABLES	AÑO 1997	AÑO 1998	AÑOS 1997-1998
Temperatura. Máx.	0,418**	0,382**	0,391**
Temperatura. Mín.	0,472**	0,411**	0,433**
Temperatura. Med.	0,458**	0,413**	0,424**
Precipitaciones totales	-0,107*	-0,125*	-0,114**
Velocidad del Viento	-0,081	-0,075	-0,083*
Frecuencia NE	-0,048	-0,048	-0,044
Frecuencia SE	-0,010	0,038	0,011
Frecuencia SO	0,035	0,102	0,068
Frecuencia NO	0,064	0,042	0,052
Frecuencia Calmas	0,191**	-0,059	0,065
Humedad relativa	-0,055	0,025	-0,014
Horas de sol	0,140**	0,093	0,111**

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral). * La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 4: COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN ENTRE LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS DIARIOS RESPECTO A LA CONCENTRACIÓN DIARIA DE *GANODERMA*.

INFLUENCIA DE LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS EN LA CONCENTRACIÓN DE BASIDIOSPORAS EN LA ATMÓSFERA DE SEVILLA

3.6. *Tilletia*

Con el género *Tilletia* sólo se obtuvo una débil correlación negativa durante 1998 con las precipitaciones, y la influencia de la humedad relativa fue dispar (tabla 5).

VARIABLES	AÑO 1997	AÑO 1998	AÑOS 1997-1998
Temperatura. Máx.	-0,064	0,032	-0,016
Temperatura. Mín.	0,038	-0,094	-0,060
Temperatura. Med.	-0,023	-0,023	-0,041
Precipitaciones totales	0,046	-0,138**	-0,070
Velocidad del Viento	0,050	-0,033	-0,011
Frecuencia NE	-0,057	0,052	0,008
Frecuencia SE	-0,073	-0,057	-0,078
Frecuencia SO	0,058	-0,089	0,039
Frecuencia NO	0,041	0,055	0,043
Frecuencia Calmas	-0,062	0,054	0,027
Humedad relativa	0,126*	-0,161**	-0,031
Horas de sol	-0,102	0,081	0,008

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral). * La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 5: COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN ENTRE LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS DIARIOS RESPECTO A LA CONCENTRACIÓN DIARIA DE *TILLETIA*.

3.7. *Uredospora*

Las temperaturas no parecen ejercer ninguna influencia sobre estas basidiosporas, y el incremento de las horas de sol influyó muy débilmente durante 1997 y en ambos años. Las precipitaciones totales mostraron una correlación positiva al 99% durante 1997 y al 95% de significación en 1997-1998, igual que la humedad relativa.

VARIABLES	AÑO 1997	AÑO 1998	AÑOS 1997-1998
Temperatura. Máx.	0,004	0,018	0,013
Temperatura. Mín.	-0,084	-0,006	-0,041
Temperatura. Med.	-0,026	0,012	-0,006
Precipitaciones totales	-0,164**	0,004	-0,085*
Velocidad del Viento	-0,062	0,104*	0,024
Frecuencia NE	0,085	0,128*	0,108**
Frecuencia SE	0,064	0,043	0,061
Frecuencia SO	-0,109*	-0,128*	-0,116**
Frecuencia NO	-0,013	-0,061	-0,033
Frecuencia Calmas	0,052	-0,067	-0,017
Humedad relativa	-0,087	-0,060	-0,074*
Horas de sol	0,111*	0,055	0,081*

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral). * La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 6: COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN ENTRE LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS DIARIOS RESPECTO A LA CONCENTRACIÓN DIARIA DE *UREDOSPORA*.

Un incremento en la velocidad del viento durante 1998 tuvo una ligera influencia sobre las concentraciones de *Uredospora*, del mismo modo influyó el viento del nordeste, presentando además una correlación positiva al 99% durante los dos años en conjunto. Por último, la frecuencia con la que sopla el viento de componente suroeste mostró una asociación negativa (tabla 6).

3.8. *Ustilago*

Prácticamente *Ustilago* obtuvo correlaciones con todos los parámetros estudiados salvo con la velocidad del viento, como se recoge en la tabla 7. Un aumento de las temperaturas y de las horas de sol tuvo un efecto positivo sobre las concentraciones de estas esporas, a diferencia de las precipitaciones totales y de la humedad relativa, cuyo aumento provocó descensos en los niveles de *Ustilago*. Ya hemos mencionado que la velocidad del viento no presentó ningún tipo de asociación, pero sí existió con las direcciones. Así, durante 1998 hubo una correlación negativa con el viento de componente nordeste y positiva con las demás componentes. Durante el periodo completo de muestreo sólo existió una correlación positiva con los vientos del sur. Las calmas influyeron negativamente en 1998.

VARIABLES	Año 1997	Año 1998	Años 1997-1998
Temperatura. Máx.	0,533**	0,530**	0,518**
Temperatura. Mín.	0,340**	0,460**	0,377**
Temperatura. Med.	0,480**	0,517**	0,479**
Precipitaciones totales	-0,386**	-0,125*	-0,286**
Velocidad del Viento	-0,075	0,070	-0,014
Frecuencia NE	0,098	-0,247**	-0,072
Frecuencia SE	0,092	0,140**	0,098**
Frecuencia SO	-0,071	0,327**	0,118**
Frecuencia NO	0,000	0,150**	0,067
Frecuencia Calmas	0,062	-0,166**	-0,030
Humedad relativa	-0,481**	-0,357**	-0,431**
Horas de sol	0,423**	0,410**	0,433**

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral). * La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 7: COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN ENTRE LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS DIARIOS RESPECTO A LA CONCENTRACIÓN DIARIA DE *USTILAGO*.

3.9. Basidiosporas Totales

Con las temperaturas se obtuvieron unos resultados heterogéneos. La temperatura máxima presentó una débil relación negativa durante 1997, en 1998 resultó ser positiva con un nivel de significación del 99%, para terminar siendo positiva con una significación del 95% cuando estudiamos todo el periodo de muestreo. La temperatura mínima y media presentaron correlaciones positivas en el año 1998 y durante todo el periodo completo. La humedad relativa presentó una mayor asociación con las concentraciones de basidiosporas que las precipitaciones totales; éstas sólo mostraron una correlación positiva en el primer año de estudio. La velocidad del viento tuvo una influencia negativa durante 1997 y durante los dos años en conjunto. También los vientos procedentes del este tuvieron una influencia negativa, mientras que los del oeste influyeron positivamente. Con las calmas se obtuvo una relación

INFLUENCIA DE LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS EN LA CONCENTRACIÓN DE
BASIDIOSPORAS EN LA ATMÓSFERA DE SEVILLA

positiva durante 1997 y en ambos años a la vez, e igual ocurrió durante los mismos periodos con el número de horas de sol, pero en este caso la correlación fue negativa (tabla 8).

VARIABLES	Año 1997	Año 1998	Años 1997-1998
Temperatura. Máx.	-0,108*	0,282**	0,076*
Temperatura. Mín.	0,061	0,375**	0,219**
Temperatura. Med.	-0,041	0,340**	0,144**
Precipitaciones totales	0,141**	-0,057	0,052
Velocidad del Viento	-0,196**	-0,078	-0,136**
Frecuencia NE	-0,072	-0,142**	-0,102**
Frecuencia SE	-0,244**	-0,047	-0,141**
Frecuencia SO	0,000	0,144**	0,069
Frecuencia NO	0,154**	0,028	0,089*
Frecuencia Calmas	0,367**	0,013	0,187**
Humedad relativa	0,419**	0,265**	0,348**
Horas de sol	-0,224**	-0,027	-0,131**

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral). * La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 8: COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN ENTRE LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS DIARIOS RESPECTO A LA CONCENTRACIÓN DIARIA DE BASIDIOSPORAS.

4. DISCUSIÓN

Los distintos tipos de basidiosporas estudiados presentaron un comportamiento muy dispar en cuanto a la temperatura. Así, *Ganoderma*, *Ustilago* y el grupo de Basidiosporas Totales, mantuvieron una relación positiva con las temperaturas, de hecho a las esporas del género *Ustilago* se las considera esporas de dispersión por aire seco. *Coprinus* sólo presentó una asociación positiva con la temperatura mínima, sin embargo HASNAIN (1993) obtuvo correlaciones intensas con la temperatura media y máxima. Para *Agaricus* y *Agrocybe* esta influencia fue negativa, a medida que aumentaron las temperaturas, disminuyeron las concentraciones de ambos tipos. Por último, los niveles de *Tilletia* y *Uredospora* no se vieron afectados en ningún sentido por la temperatura. CALDERÓN *et al.* (1995) y GONZALO *et al.* (1997), obtuvieron correlaciones negativas entre la temperatura y la concentración de basidiosporas.

Los únicos géneros que presentaron correlaciones positivas con las precipitaciones fueron *Agaricus*, *Agrocybe* y *Coprinus*. De hecho *Coprinus*, cuyas basidiosporas son las más abundantes en el aire de Sevilla (MORALES *et al.*, 2006) tuvo un comportamiento interanual distinto debido a la distribución de estas precipitaciones. En el primer año de estudio alcanzó un 46 % más de concentración, año con un otoño muy lluvioso y en el que se localizaron el mayor número de estas basidiosporas. Sin embargo, la primavera de 1998 fue más lluviosa que el otoño, y es mayo el mes en el que se alcanzaron los valores máximos de concentración. PALMAS y CONSENTINO (1990) y CALDERÓN *et al.* (1995) obtuvieron correlaciones positivas entre la lluvia y las basidiosporas aunque estudiaron todos los géneros incluidos en esta clase globalmente, sin establecer diferencias entre los distintos tipos. Pero no todos se comportan de igual manera, y así en este estudio *Ganoderma*, *Ustilago* y, en menor medida, *Uredospora* disminuyeron sus niveles en presencia de lluvias, alcanzando sus concentraciones más altas durante el verano.

La humedad relativa es un factor importante para la producción y liberación de esporas. Como en el caso de las precipitaciones un aumento de la humedad relativa se asocia a un incremento en los niveles de *Agaricus*, *Agrocybe*, *Coprinus*, y las Basidiosporas Totales, coincidiendo nuevamente con PALMAS y CONSENTINO (1990) y CALDERÓN *et al.* (1995). *Ustilago* y *Uredospora* presentan concentraciones más bajas cuando la humedad relativa es alta.

El comportamiento de la concentración de esporas respecto al viento es particular de cada tipo. La dirección del viento determina la trayectoria que siguen las esporas desde su fuente hasta el captador y una mayor o menor velocidad influirá en que estén más o menos diluidas en la atmósfera y que se transporten a distancias más o menos largas.

Los vientos de dirección suroeste son los únicos que afectaron negativamente a la concentración de *Agaricus* en el aire. Los niveles más altos de *Agrocybe* los encontramos en días de calma. *Coprinus* también aumentó su concentración en los días de calma y disminuyó con vientos fuertes y con vientos de componente sur y este. *Ganoderma* sufrió un descenso de sus niveles cuando aumentó la intensidad del viento apareciendo más diluidas en la atmósfera, lo mismo obtiene HASNAIN (1993). *Uredospora* aumentó con vientos del noreste y disminuyó con los del cuadrante opuesto. *Ustilago* se correlacionó positivamente con los vientos del sur. En general, las basidiosporas las encontramos con mayor frecuencia en el aire en días de calma, con vientos de baja intensidad que proceden del noroeste. CALDERÓN *et al.* (1995), también obtienen una correlación negativa entre la velocidad del viento y el número de basidiosporas en el aire.

Aunque tanto la velocidad del viento como su dirección son fundamentales para el desplazamiento de la masa de esporas en la atmósfera, su relación con la concentración de estas esporas es muy variable. Hay autores que no encuentran ningún tipo de asociación con las basidiosporas (FREY *et al.*, 1960; TURNER, 1966), otros encuentran correlaciones negativas (LYON *et al.*, 1984), mientras que otros obtienen correlaciones positivas entre basidiosporas y las calmas (GONZALO *et al.*, 1997).

Por último, un aumento de las horas de sol se relacionó negativamente con la concentración en el aire de *Agaricus*, *Agrocybe* y *Coprinus*. Sin embargo con *Ganoderma*, *Uredospora* y *Ustilago* las correlaciones fueron positivas. HAMILTON (1959) obtuvo que la concentración de *Ustilago* y *Tilletia* aumentaban con la insolación.

5. BIBLIOGRAFÍA.

- CALDERON, M.C., J. LACEY, H.A. McCARTNEY y ROSAS, I. (1995). "Seasonal and diurnal variation of airborne basidiomycete spore concentrations in Mexico City". *Grana*, 34, pp. 260-268.
- CALDERON, M.C. (1997). *Estudio aerobiológico de propágulos fúngicos en la atmósfera de una región tropical de altura: Ciudad de México*. Tesis doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México.
- EMBERLIN, J. (2001). Meteorological aspects of particle dispersal. *5th European Course on Basis Aerobiology*. Perugia.
- FAEGRI, K. y IVERSEN, J. (1975). *Textbook of pollen analysis*. Blackwell Scientific Publications. Oxford.
- FREY, D. y DURIE, E.B. (1960). "The incidence of airborne fungus in Sydney". *Mycopathologia et Mycologica Applicata*, 13, pp. 93-99.

INFLUENCIA DE LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS EN LA CONCENTRACIÓN DE
BASIDIOSPORAS EN LA ATMÓSFERA DE SEVILLA

- GONZALO, M.A., PAREDES, M.M., MUÑOZ, A. F., TORMO, R. y SILVA, I. (1997). “Dinámica de dispersión de basidiosporas en la atmósfera de Badajoz”. *Revista Española de Alergología e Inmunología Clínica*, 12, pp. 294-300.
- GOVI, G. (1992). “Aerial diffusion of phytopathogenic fungi”. *Aerobiologia*, 8, pp. 84-93.
- HAMILTON, E.D. (1959). “Studies on the airspora”. *Acta Allergologica*, 13, pp. 143-175.
- HASNAIN, S.M. (1993). “Influence or meteorological factors on the air spore”. *Grana*, 32, pp. 184-188.
- LEHRER S. y HORNER E. (1990). “Allergic reactions to basidiospores: identification of allergens”. *Aerobiologia*, 6, pp. 181-186.
- LYON, F.L, KRAMER, C.L. y EVERSMEYER, M.G. (1984). “Variation of airspora in the atmosphere due to weather conditions”. *Grana*, 23, pp. 177-181.
- MORALES, J. (2004). *Estudio Aerobiológico de las esporas de hongos en la atmósfera de Sevilla y su relación con las variables climáticas*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- MORALES, J., GONZÁLEZ-MINERO, F.J., CARRASCO, M., OGALLA, V. M. y CANDAU, P. (2006). “Airborne basidiospores in the atmosphere of Seville (South Spain)”. *Aerobiologia* (en prensa).
- PALMAS, F. y CONSENTINO, S. (1990). “Comparison between fungal airspore concentration at two different sites in the south of Sardinia”. *Grana*, 29, pp.87-95.
- TURNER, P.D. (1966). “The fungal air spora of Hong Kong as determined by the agar plate method”. *Transactions of the British Mycological Society*, 49, pp. 255-267.