

RELACIÓN ENTRE LA CONCENTRACIÓN DE ALGUNAS ESPORAS FÚNGICAS EN EL AIRE DE SEVILLA (ESPAÑA), Y LOS ÍNDICES BIOCLIMÁTICOS

Julia MORALES GONZÁLEZ; Pilar CANDAU FERNÁNDEZ-MENSAQUE y
Francisco José GONZÁLEZ MINERO
Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Universidad de Sevilla

RESUMEN

Se han estudiado las relaciones de las variables climáticas e índices bioclimáticos con los principales géneros de esporas fúngicas en la ciudad de Sevilla, con el objetivo de comprobar si el uso de éstos supondría una ventaja para la elaboración de modelos que predijesen la concentración de esporas de hongos en la atmósfera. En ambos casos se obtuvieron unas relaciones muy intensas. Tanto el índice de termicidad como el de productividad primaria en función de la temperatura presentaron coeficientes de correlación más altos que las variables meteorológicas a excepción de la temperatura mínima. Las ecuaciones obtenidas tras el análisis de regresión nos explican más del 50% de la variación observada en la concentración de esporas.

Palabras clave: Índices bioclimáticos, variables climáticas, esporas fúngicas, Sevilla.

ABSTRACT

The relationship among the climate variables and the bioclimatic indices with the main fungus spore genera in the city of Seville have been studied with the aim of testing if the use of the latter would be an advantage to the model making in order to forecast the spores concentration in the atmosphere. In both cases very intense relations were found. Both the thermicity and the temperature-depending primary productivity index showed higher correlation coefficients than those of the weather variables except for the minimum temperature. The obtained equations after the regression analysis explain more than 50% of the observed variation in the spore concentration.

Key words: Bioclimatic indices, climate variables, fungus spores, Seville.

1. INTRODUCCIÓN

Las esporas de los hongos están siempre presentes en el aire en gran cantidad y variedad. En ocasiones originan enfermedades respiratorias en algunas personas, a veces durante una exposición al aire libre, y otras mediante exposiciones intensas de carácter ocupacional (especialmente en la agricultura e industrias donde se manejan productos almacenados). Los cultivos agrícolas, también se ven afectados por enfermedades producidas por la germinación de las esporas de hongos aerotransportadas, lo que puede ocasionar grandes pérdidas económicas.

La concentración de esporas en el aire está influenciada por un gran número de factores biológicos y medioambientales que interaccionan entre ellos, de este modo cada localidad presenta su propia aeromicroflora.

Tradicionalmente se ha venido estudiando cuál es la relación de los distintos parámetros meteorológicos, tratados individualmente, con la concentración en la atmósfera de los granos de

polen, y en menor medida con la concentración de las esporas fúngicas. Esto es posible ya que los vegetales responden al efecto conjunto de algunas de estas variables meteorológicas, muchas de las cuales se integran al mismo tiempo en los llamados índices bioclimáticos.

En este sentido VALENCIA-BARRERA *et al.* (2002), han demostrado que los índices bioclimáticos pueden ser una herramienta muy eficaz a la hora de realizar previsiones polínicas. Por eso en este estudio se pretende demostrar si también lo son cuando los aplicamos a las esporas de hongos.

La obtención de unos modelos predictivos fiables, que nos permitan conocer previamente el contenido fúngico de la atmósfera de un determinado lugar y cuáles son las condiciones meteorológicas adecuadas para la esporulación de determinados tipos fúngicos patógenos, puede permitir prever la aparición de plagas fúngicas y reducir así el uso de fungicidas. En los últimos años son muchos los trabajos realizados para conocer tanto la presencia como la dispersión de esporas fúngicas patógenas en los cultivos (VITTAL y KRISHNAMOORTHY, 1981; DAVIES y MAIN, 1986; RAJASAB y CHAWDA, 1995; UDDIN y CHAKRAVERTY, 1996; BURT *et al.*, 1998). Además desde el punto de vista clínico, un conocimiento previo de las concentraciones de las esporas de hongos en la atmósfera, que según GRAVENSEN (1979) pueden afectar a más del 30% de la población alérgica, permitirá realizar al alergólogo un diagnóstico correcto, así como un uso más racional de la medicación y sobre todo una terapia preventiva.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio

La estación de muestreo se localiza en Sevilla, en la zona central del valle medio del Guadalquivir. En ella se distinguen 4 comarcas naturales, la Sierra Norte, la Marisma del Guadalquivir, la Campiña y la plataforma del Aljarafe, como se aprecia en la figura 1.

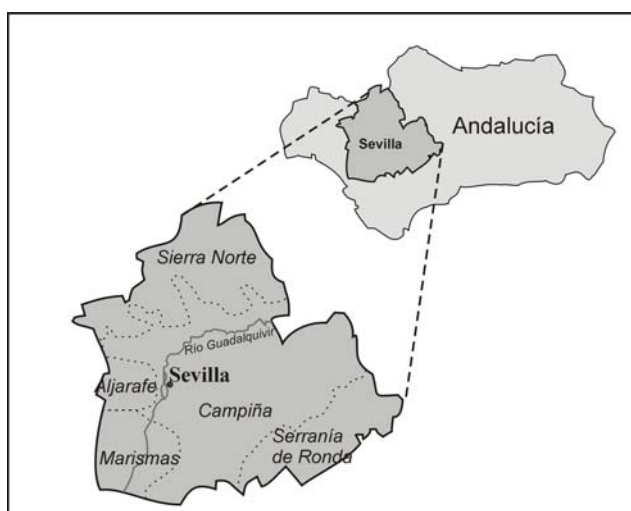


Fig. 1. Localización del área de estudio y las comarcas naturales

La zona de estudio presenta un clima Mediterráneo con cierto matiz continental, caracterizado por inviernos suaves con carencia de nieve y heladas, y veranos sumamente calurosos. La temperatura media de las mínimas del mes más frío es de 5°C, la temperatura media de las máximas del mes más caluroso 35°C y las precipitaciones medias: 534mm.

2.2. Muestreador

Se pueden emplear distintos métodos para el estudio de las partículas biológicas presentes en el aire, en nuestro caso se eligió un método volumétrico sobre medio inerte, siguiendo los criterios de la Red Española de Aerobiología (R.E.A.; DOMÍNGUEZ *et al.*, 1991). Concretamente se empleó un captador de partículas tipo Hirst (Burkard Manufacturing Co.), que funciona ininterrumpidamente durante los 7 días de la semana y succiona un volumen de aire de 10 l/m, cantidad similar a la que aspira el hombre. El captador se situó en la azotea de la Facultad de Farmacia a una altura aproximada de 15 m, de este modo se consigue muestrear una zona más amplia y se disminuyen las interferencias y el efecto pantalla de los edificios. El muestreo se realizó durante dos años consecutivos (1997 y 1998) obteniéndose un total de preparaciones de 730 que se identificaron y cuantificaron con la ayuda de un microscopio y con el objetivo de 40 aumentos.

2.3. Índices bioclimáticos

Los índices bioclimáticos que vamos a relacionar con la concentración de esporas fúngicas en el aire son aquellos que se basan en el movimiento del agua entre los vegetales y la atmósfera (evapotranspiración), en la relación entre la temperatura y la disponibilidad de agua, y en la productividad primaria en función de parámetros meteorológicos como la temperatura, precipitación o evapotranspiración.

a) Índice de Blaney y Criddle (ETE_T)

Es uno de los índices más sencillos que relaciona la evapotranspiración con la temperatura media mensual mediante la fórmula:

$$ETE_T = K \times F$$

K, es una constante cuyo valor es 0,75; F, es un factor mensual cuyo valor viene dado por $F = T \times h$; T es la temperatura media mensual y h el porcentaje de horas de sol para el periodo considerado en relación con el total anual. Según CHAMAYOU (1994), este es un índice adaptado al clima mediterráneo.

b) Índice de Turc ($ETE_{T,P}$)

Se trata de un índice que relaciona la evapotranspiración con la temperatura y las precipitaciones del modo siguiente:

$$ETE_{T,P} = P \times [0,9 + (P^2 \times L^{-2})]^{-1/2}$$

P, es la precipitación total para el periodo considerado; L, es un coeficiente que representa la mitad del calor latente de evaporización del agua y que se calcula mediante la fórmula $L = 300 + 2,5 \times T + 0,05 \times T^3$; T es la temperatura media para el periodo considerado.

c) Factor de pluviosidad de Lang (RF)

Es la razón entre la precipitación media y la temperatura media del periodo considerado.

$$RF = P / T$$

d) Índice de aridez de Martonne (AI)

Para evitar que debido a valores de temperatura media inferiores a 0°C se obtenga un índice negativo, como puede ocurrir con el factor pluviosidad de Lang, en la fórmula se añade a la temperatura media el valor 10. Para calcular el índice de aridez para un mes en particular se utiliza la expresión (C.E.O.T.M.A., 1984):

$$AI = 12 \times P / (T + 10)$$

P y T son respectivamente la precipitación media y la temperatura media del mes considerado.

e) Cociente pluviotérmico de Emberger (PR)

Se trata de un índice ideado para caracterizar las comarcas mediterráneas.

$$PR = 2 \times P / (T_{\max}^2 - T_{\min}^2)$$

P, es la precipitación total del periodo considerado; T_{\max} , es la media de las temperaturas máximas del periodo considerado; T_{\min} , es la media de las temperaturas mínimas del periodo considerado.

f) Balace hídrico de Thornthwaite (HB)

Es la diferencia entre la evapotranspiración, que podemos calcular mediante el índice de Blaney y Criddle o bien el de Turc, y la precipitación total.

$$HB = ETE - P$$

g) Índices relacionados con la productividad primaria de Lieth y Whittaker

Con la temperatura media (PP_T): $PP_T = 3000 / [1 + \exp (1,315 + 0,119 \times T)]$

Con la precipitación media (PP_P): $PP_P = 3000 \times [1 - \exp (-0,000664 \times P)]$

Con la evapotranspiración (PP_{etp}): $PP_{\text{etp}} = 3000 \times [1 - \exp [-0,0009695 \times (ETE - 20)]]$

h) Índice de continentalidad de Rivas-Martínez *et al.* (CI)

Expresa la diferencia entre la temperatura máxima y la temperatura mínima para el periodo considerado.

$$CI = T_{\max} - T_{\min}$$

i) Índice de termicidad de Rivas-Martínez *et al.* (TI)

Se obtiene una vez que sumamos las temperaturas medias, la media de las temperaturas mínimas y la media de las temperaturas máximas del periodo que estamos considerando.

$$TI = T + T_{\min} + T_{\max}$$

j) Índice ombrotérmico de Rivas-Martínez et al. (OI)

Se obtiene por medio del cociente entre la precipitación y la temperatura, pero en esta ocasión emplea valores umbrales.

$$OI = 10 \times P_p / T_p$$

Donde, P_p es la suma de las precipitaciones de los días con una temperatura media superior a 0°C y T_p es la suma de las temperaturas medias superiores a 0°C, para el periodo considerado.

2.4. Recuentos fúngicos y parámetros meteorológicos

Las esporas cuya relación con los parámetros meteorológicos y en particular con los índices bioclimáticos queremos comprobar en este estudio han sido aquellas que pertenecen a los géneros *Alternaria* y *Cladosporium*, ambos de una gran importancia por su capacidad para producir trastornos alérgicos en el hombre y diversas patologías en cultivos, además de su elevada concentración, especialmente en el caso del género *Cladosporium*. Los recuentos de estas esporas se realizaron diariamente aunque a la hora de realizar las correlaciones se emplearon datos mensuales de concentración.

Los parámetros meteorológicos empleados en este estudio han sido proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología, en su centro de Sevilla. La medida de dichos parámetros se realizó en el aeropuerto de Sevilla a una altura de 31 m. Dichos parámetros han sido: temperatura máxima, mínima y media, horas de sol, precipitación total, dirección del viento y velocidad del viento.

Con los datos de concentración de esporas obtenidos y los valores calculados de los índices bioclimáticos, realizamos en primer lugar un test de Spearman para comprobar si existe o no una relación entre ambas variables. Posteriormente se realizó un análisis de regresión por pasos sucesivos que nos va a explicar parte de la variación de la variable dependiente (concentración de esporas en el aire), en función de la variación de la variable independiente (parámetros meteorológicos) e incluso nos va a permitir predecir, con un margen de error, el valor de una variable en función de la otra. Para la realización de los análisis estadístico se ha empleado el programa informático SPSS 10.0 para Windows.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aunque la variabilidad diaria de esporas es considerable, y su número presenta valores bastante elevados a lo largo de todo el año, el total de esporas aerovagantes tiene un patrón de prevalencia estacional con dos épocas de máxima concentración, la primavera y fundamentalmente el otoño. Del total de esporas de hongos, los conidios son los que presentan un porcentaje mayor, el 85%; le siguen las basidiosporas con un 9%, las ascosporas con un 4% y por último el grupo formado por los Mixomicetes, Oomicetes y Zigomicetes con el 2% restante (MORALES, 2004).

La concentración de los diferentes tipos de esporas de hongos encontrados en el aire de Sevilla se representa en la figura 2 en forma de porcentajes.

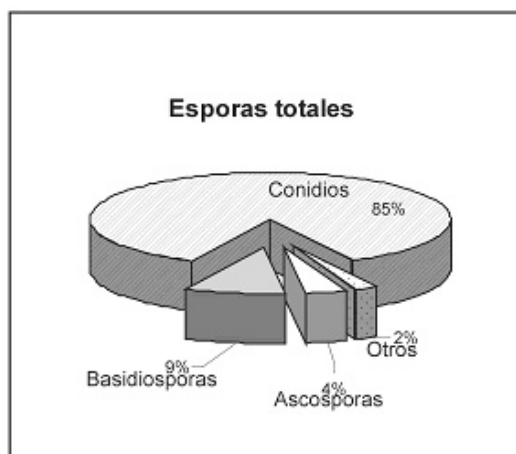


Fig. 2. Porcentajes de los distintos grupos de esporas de hongos muestreados en la atmósfera de Sevilla

Como podemos ver en la figura 2, los conidios o esporas de los hongos imperfectos son las más abundantes en la mayor parte del mundo (VITTAL y KRISHNAMOORTI, 1988; PALMA y CONSENTINO, 1990; RUTHERFORD, 1997; DÍAZ, 1999) y en particular el género *Cladosporium*, género cosmopolita saprofito y patógeno de plantas que representa el 72,7% del total de esporas en la atmósfera de Sevilla y cuyas medias diarias son de 2.557 esporas/m³. Estas medias ascienden hasta las 7.264 esporas/m³ durante el otoño, niveles que superan con creces el umbral de 3.000 esporas/m³ a partir del cual se producen trastornos respiratorios alérgicos (CARETTA, 1992). De *Cladosporium* podemos distinguir, por sus diferencias morfológicas, dos de sus especies más importantes *C. cladosporioides* y *C. herbarum* que vamos a tratar por separado en este estudio.

Con unos registros muy inferiores al género anterior se encuentra *Alternaria* que representa el 3,1% del total de esporas fúngicas y tiene una concentración media diaria de 109 esporas/m³. Durante la primavera y el otoño estas medias son más elevadas, pero sin llegar a sobrepasar el umbral de 1.200 s/m³ capaz de producir síntomas alérgicos (CARETTA, 1992).

Algunos autores como TEE *et al.* (1987) y VIJAY *et al.* (1991) han demostrado que existe una reactividad cruzada entre ambos géneros. Este hecho junto con las elevadas concentraciones alcanzadas por *Cladosporium* potenciará la respuesta inmunológica de aquellas personas sensibles a *Alternaria*.

Por ello nos vamos a centrar en las relaciones entre estos dos géneros con los índices bioclimáticos y las variables meteorológicas simples.

3.1. *Cladosporium cladosporioides*

3.1.a. Análisis de correlación

Las mejores asociaciones encontradas con los índices bioclimáticos, se obtuvieron con el índice de termicidad, relación positiva; y con la productividad primaria en función de la temperatura media cuya influencia es negativa sobre la concentración de *C. cladosporioides*. Las otras asociaciones encontradas con un nivel de significación del 95%, fueron con el índice de Blaney y Criddle y con la productividad primaria calculada usando la evapotranspiración. En cuanto a las variables

meteorológicas, tanto las temperaturas como los vientos que proceden del oeste mostraron una relación positiva con la concentración de estos conidios. Sin embargo un aumento de la frecuencia con la que aparece el viento del nordeste hace que el nivel de *C. cladosporioides* disminuya.

Tabla 1. Coeficientes de correlación de Spearman entre los índices bioclimáticos y los parámetros meteorológicos respecto a la concentración de *C. Cladosporioides*

ÍNDICES BIOCLIMÁTICOS			PARÁMETROS METEOROLÓGICOS		
Variables	ρ de Spearman	Sig.	Variables	ρ de Spearman	Sig.
ETE _T	0,473*	0,020	T _{MAX}	0,615**	0,001
ETE _{T,P}	-0,146	0,495	T _{MIN}	0,667**	0,000
RF	-0,234	0,272	T _{MED}	0,631**	0,001
AI	-0,197	0,356	P	-0,146	0,495
PR	-0,218	0,306	VV	-0,037	0,865
HB	0,350	0,094	NE	-0,442*	0,031
PP _{etp}	0,473*	0,020	SE	-0,125	0,560
PP _p	-0,129	0,548	SO	0,430*	0,036
PP _T	-0,631**	0,001	NO	0,606**	0,002
CI	0,140	0,514	HR	-0,121	0,574
TI	0,631**	0,001	HS	0,257	0,226
OI	-0,234	0,272			

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

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

3.1.b. Análisis de regresión

Son tres los regresores que intervienen en el modelo obtenido para las concentraciones de *C. cladosporioides*, la productividad primaria calculada en función de la temperatura, el viento del sureste y el índice de Blaney y Criddle. Con este modelo se obtiene un porcentaje de predicción de la concentración de *C. cladosporioides* bastante elevado, el 74%, la ecuación predictoria quedaría de la manera siguiente:

$$Y = -1,29E-2 \times PP_T - 0,162 \times SE - 5,59E-3 \times ETE_T + 5,546$$

3.2. *Cladosporium herbarum*

3.2.a. Análisis de correlación

Se obtuvieron asociaciones positivas intensas con el índice de termicidad, con la productividad primaria empleando para su cálculo la evapotranspiración y con el índice de Blaney y Criddle, y moderadas con el balance hídrico. Sólo se presentó una correlación negativa con la productividad primaria calculada mediante las temperaturas. También se obtuvieron asociaciones positivas intensas con las temperaturas y el viento del suroeste y moderadas con el viento del noroeste, las horas de sol y la velocidad del viento. Un aumento de la frecuencia del viento del nordeste, y en menor medida de la humedad relativa, provocaron un descenso en los niveles de *C. herbarum* en el aire.

Tabla 2. Coeficientes de correlación de Spearman entre los índices bioclimáticos y los parámetros meteorológicos respecto a la concentración de *C. herbarum*

ÍNDICES BIOCLIMÁTICOS			PARÁMETROS METEOROLÓGICOS		
Variables	ρ de Spearman	Sig.	Variables	ρ de Spearman	Sig.
ETE _T	0,728**	0,000	T _{MAX}	0,728**	0,000
ETE _{T,P}	-0,341	0,103	T _{MIN}	0,789**	0,000
RF	-0,394	0,057	T _{MED}	0,763**	0,000
AI	-0,368	0,077	P	-0,341	0,103
PR	-0,398	0,054	VV	0,480*	0,018
HB	0,578**	0,003	NE	-0,723**	0,000
PP _{etp}	0,728**	0,000	SE	0,329	0,117
PP _p	-0,330	0,115	SO	0,740**	0,000
PP _T	-0,763**	0,000	NO	0,606**	0,002
CI	0,290	0,169	HR	-0,439*	0,032
TI	0,763**	0,000	HS	0,597**	0,002
OI	-0,394	0,057			

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

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

3.2.b. Análisis de regresión

El modelo estadístico resultante del análisis de regresión, eligió las siguientes variables independientes: la productividad primaria calculada mediante la temperatura, la frecuencia con la que sopla el viento del nordeste y el índice de continentalidad; y es capaz de predecir el 77% de la variabilidad de la concentración de *C. herbarum* en el aire. La ecuación es la siguiente:

$$Y = -6,58E-3 \times PP_T + 3,72E-2 \times NE - 5,71E-2 \times CI + 3,662$$

3.3. *Alternaria*

3.3.a. Análisis de correlación

Una vez más se encuentran asociaciones positivas con el índice de termicidad, con la productividad primaria en función de la evapotranspiración y con el índice de Blaney y Criddle; y una asociación negativa con la productividad primaria calculada empleando la temperatura media. Con los parámetros meteorológicos se obtiene un número mayor de correlaciones, así se encontraron asociaciones positivas con las temperaturas, y los vientos procedentes del oeste; sin embargo el viento del nordeste parece tener una influencia negativa sobre la concentración de este conidio en el aire.

Tabla 3. Coeficientes de correlación de Spearman entre los índices bioclimáticos y los parámetros meteorológicos respecto a la concentración de *Alternaria*

ÍNDICES BIOCLIMÁTICOS			PARÁMETROS METEOROLÓGICOS		
Variables	ρ de Spearman	Sig.	Variables	ρ de Spearman	Sig.
ETE _T	0,533**	0,007	T _{MAX}	0,634**	0,001
ETE _{T,P}	-0,063	0,769	T _{MIN}	0,718**	0,000
RF	-0,154	0,473	T _{MED}	0,668**	0,000
AI	-0,119	0,580	P	-0,063	0,769
PR	-0,138	0,520	VV	0,220	0,302
HB	0,365	0,079	NE	-0,621**	0,001
PP _{ctp}	0,533**	0,007	SE	-0,118	0,583
PP _p	-0,057	0,791	SO	0,609**	0,002
PP _T	-0,668**	0,000	NO	0,619**	0,001
CI	0,090	0,674	HR	-0,173	0,419
TI	0,668**	0,000	HS	0,344	0,099
OI	-0,154	0,473			

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

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

3.3.b. Análisis de regresión

No aparece ningún índice bioclimático en la ecuación predictiva. El modelo tomó como variables independientes a la temperatura mínima y a la frecuencia con la que sopla el viento del sureste, explicando un 58% de la concentración de *Alternaria* observada.

$$Y = 6,156E-2 \times T_{MIN} - 0,119 \times SE + 1,426$$

4. CONCLUSIONES

En el caso de los dos géneros estudiados se obtuvieron coeficientes de correlación muy similares tanto para las variables meteorológicas como para los índices bioclimáticos. Los índices que presentaron unos coeficientes más elevados fueron el índice de termicidad y el de productividad primaria calculado en función de la temperatura cuyos valores oscilaron entre 0,63 y 0,76; éstos fueron mayores que los de las variables meteorológicas a excepción de la temperatura mínima, que en todos los casos dio el valor más alto (0,67-0,79). En general un aumento de las temperaturas va a favorecer tanto la producción como la liberación de conidios a la atmósfera, por lo tanto podemos decir que las mejores relaciones se presentaron con aquellos índices que se basan en la temperatura, seguidos por los basados en la evapotranspiración.

Las ecuaciones predictivas obtenidas nos explican entre un 58 y un 77% de la variabilidad en la concentración de estas esporas en la atmósfera; sólo *Alternaria* no presentó ningún índice bioclimático en su modelo estadístico.

De todo lo visto anteriormente se deduce que tanto para el género *Cladosporium* como para *Alternaria* las variables meteorológicas y los índices bioclimáticos son fundamentales para la

elaboración de modelos predictivos, si bien el empleo de los índices bioclimáticos no parece aportar una mejora considerable en relación al uso de las variables climáticas simples. Tal vez el motivo sea que estos índices no se adaptan totalmente a la fisiología de los hongos ya que se elaboraron pensando más en la fisiología de las plantas.

5. REFERENCIAS

- BURT, P.J.A.; RUTTER, J. and RAMÍREZ, F. (1998). "Airborne spore loads and mesoscale dispersal of the fungal pathogens causing Sigatoka diseases in banana and plantain". *Aerobiologia*, 14, pp. 209-214.
- CARETTA, G. (1992). "Epidemiology of allergic disease: The fungi". *Aerobiologia*, 8, pp. 439-445.
- CHAMAYOU, H. (1994). *Éléments de Bioclimatologie*. Techniques vivantes. Presses Universitaires de France, Paris.
- DAVIES, J.M. and MAIN, C.E. (1986). "Applying atmospheric trajectory to problems in epidemiology". *Plant disease*, 70 (6), pp. 490-497.
- DÍAZ, M.R. (1999). *Aplicación de la Aerobiología en la agricultura. Control de enfermedades fúngicas y producción de Vitis vinifera*. Tesis Doctoral. Universidad de Vigo.
- DOMÍNGUEZ VILCHES, E. et al. (1991). *Handling and evaluation of the data from the aerobiological sampling*. Monografía REA/EAN. Universidad de Córdoba.
- GRAVESEN, S. (1979). "Fungi as a cause of allergic disease". *Allergy*, 34, pp. 135-154.
- 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.
- PALMAS, F. and CONSENTINO, S. (1990). "Comparison between fungal airspore concentration at two different sites in the south of Sardinia". *Grana*, 29, pp. 87-95.
- RAJASAB, A.H. and CHAWDA, H.T. (1995). "Dispersal of the conidia of *Colletotrichum gloeosporioides* by rain and the development of anthracnose on onion". *Grana*, 33, pp. 162-165.
- RUTHERFORD, S.; OWEN, J.A.K. and SIMPSON, R.W. (1997). "Survey of airspora in Brisbane, Queensland, Australia". *Grana*, 36, pp. 114-121.
- TEE, R.D.; GORDON, D.J. and NEWMAN, A.J. (1987). "Cross reactivity between antigens of fungal extracts studied by RAST inhibition and immunoblot technique". *J. All. Clin. Imm.*, 64, pp. 43-49.
- UDDIN, N. and CHAKRAVERTY, R. (1996). "Pathogenic and non-pathogenic mycoflora in the air and phylloplane of *Triticum aestivum* L.". *Aerobiologia*, 12, pp. 257-268.
- VALENCIA-BARRERA, R.M.; COMTOIS, P. and FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, D. (2002). "Bioclimatic indices as a tool in pollen forecasting". *Int. J. Biometeorol.*, 46, pp. 171-175.
- VITTAL, B.P.R. and KRISHNAMOORTHY (1981). "Air spora of an agricultural farm in Madras, India". *Grana*, 20, pp. 61-64.
- VITTAL, B.P.R. and KRISHNAMOORTHY (1988). "A census of airborne mold spores in the atmosphere of the city of Madras, India". *Annals of Allergy*, 60, pp. 99-101.
- VIJAY, H.M.; BURTON, M. and YOUNG, N.M. (1991c). "Cross reactivity of extracts of *Cladosporium* species and *Alternaria alternata*". *J All Clin. Imm.*, 87, pp. 180.