

# Influencia de los factores climáticos en la aparición y desarrollo de *Microsphaera diffusa* Ck. et Pk. en soya.

Odalys Barrios, Zoila Fundora, Humberto Díaz y J.L. García.

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt".

## RESUMEN

Se estudió durante tres años la influencia de los factores climáticos en la aparición y desarrollo de la *Microsphaera diffusa* 12 días antes de la manifestación de los síntomas y durante el desarrollo de la enfermedad, empleando el método multivariado: análisis de componentes principales. Los resultados obtenidos indican que las variables climáticas que más influyeron en la aparición del patógeno fueron la humedad relativa media y máxima; y las temperaturas media y máxima, así como la humedad relativa mínima y la temperatura media en la etapa de desarrollo de la epidemia. El 55% de los genotipos mostraron caracteres de resistencia; por lo que ofrecen posibilidades para su uso ulterior en programas de mejoramiento para la resistencia frente al patógeno. Este, es un método sencillo para pronosticar enfermedades fúngicas y bacterianas en cualquier sistema planta-patógeno y conocer el desarrollo e intensidad con que se manifestará una epidemia.

## ABSTRACT

The influence of climatic variables on the appearance and development of *Microsphaera diffusa* was studied during three years, 12 days before the appearance of the symptoms and during the development of the disease, using the multivariate methods: principal component analysis. The obtained results showed that the most important climatic variables, with the higher influence in pathogen appearance were mean and maximum relative humidity, and the mean and maximum temperature, while minimum relative humidity and mean temperature were important for the developmental stage of the disease. 55% of the genotypes showed resistance offering possibilities for ultimate use in breeding programmes for improving the resistance against this pathogen. This is a simple method for pathogen-plant system in order to prognose the fungus and bacterial epidemics.

## INTRODUCCION

La soya *Glycine max* (L.) Merr. es uno de los diez cultivos más importantes en la agricultura mundial; ocupa en la actualidad un área que supera los 52 millones de hectáreas. En Cuba dentro del Programa Estatal de Frijol y Soya donde participan diversas instituciones, se han efectuado investigaciones que posibilitan maximizar el aprovechamiento de nuevos cultivares, entre las que figuran: nutrición mineral, riego, mecanización, producción de semilla élite, incidencia y control de plagas y enfermedades y otras que permiten conformar un manejo integral de la soya (Díaz et al., 1992).

Sin embargo el normal desarrollo del cultivo se ve afectado en época de invierno por la presencia de *Microsphaera diffusa* Ck. y Pk. (*Oidium* sp.), hongo causante del mildiú polvoriento de la soya, con una rápida dispersión, afectando hojas, tallos y vainas, ofreciendo un campo contaminado, la impresión de una epifitotia de grandes proporciones; este patógeno presenta un comportamiento diferencial en condiciones de infección natural cada año. (García et al., 1984).

Por tal motivo se realizaron estudios tendientes a conocer la influencia de los factores climáticos en la aparición y desarrollo del mildiú polvoriento, seleccionando las variedades para las cuales la respues-

ta a la enfermedad fue buena, lo que nos permitirá elevar la eficiencia en los programas de mejora para la resistencia a *Oidium* sp.

## MATERIALES Y METODOS

Los experimentos se realizaron en el Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt", sobre suelo ferralítico rojo, en tres campañas de invierno (años 1, 2 y 3, respectivamente); se evaluaron 91 variedades de soya procedentes del banco de germoplasma del propio instituto.

Se sembraron parcelas de tres surcos por variedad, para un área total de 9 m<sup>2</sup>, no se realizaron aplicaciones de fungicidas con el fin de lograr el libre desarrollo de la enfermedad.

Las evaluaciones se efectuaron con una periodicidad semanal a partir de la manifestación de los primeros síntomas, sobre 10 plantas por variedad. El porcentaje de infección se determinó sobre la base de la media de las parcelas, empleando la escala valorativa de Wenzl (tomado de Unterstenhoefer, 1976).

En cada año de estudio se tomaron las siguientes variables climáticas: humedad relativa promedio

(HRx), humedad relativa máxima (HRmáx), humedad relativa mínima (HRmín), temperatura media (Tx), temperatura máxima (Tmáx), temperatura mínima (Tmín), y precipitaciones promedio (Ppx), 12 días antes de la manifestación de la enfermedad (previamente fue determinado este período en condiciones controladas) y durante el tiempo de desarrollo de la misma.

Se efectuó un análisis de componentes principales con los datos obtenidos, según Molina-Cano (1977), asumiendo como variables los datos climatológicos y el índice de infección en todas las variedades analizadas.

### RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla I se muestran los resultados del análisis de componentes principales. En los dos primeros componentes se acumuló el 78% de la variabilidad del experimento, donde la HRx1, Tx1 y Tmáx1 en la primera componente y la HRmáx1, Tmín1, HRmáx2, HRmín2, Tx2 y Ppx2 en la segunda componente fueron las que mayor contribución aportaron.

Tabla I.

Valores y vectores propios de las variables climáticas analizadas en el período previo a la aparición de los síntomas y en el período de desarrollo de la enfermedad.

	Componente 1	Componente 2
Varianza	7,17	4,45
% Contribución	47,8	29,7
% Acumulado	47,8	77,5
Vectores propios	Coefficientes	Coefficientes
	Período Previo	
% Infección	0,06	0,52
HRx1	0,31	0,25
HRmáx1	0,26	0,33
HRmín1	0,28	-0,16
Tx1	0,36	-0,10
Tmáx1	0,35	0,12
Tmín1	0,26	-0,34
PPx1	0,27	-0,28
	Período de Desarrollo	
HRx2	-0,13	0,12
HRmáx2	0,20	-0,40
HRmín2	0,27	0,32
Tx2	0,24	0,35
Tmáx2	0,21	-0,26
Tmín2	0,18	0,09
PPx2	-0,29	0,33

Entre las variables climáticas y el índice de infección, se observaron correlaciones significativas al 5% para la HRx1 (0,169\*), HRmáx1 (0,163\*), Tx1

(0,141\*), Tmáx1 (0,148\*) y Tx2 (0,159\*), estando estos factores directamente relacionados con el índice de infección alcanzado por las variedades, de igual forma las precipitaciones promedio en el segundo período se correlacionaron negativamente con el porcentaje de la enfermedad con valor de -0,163\*.

En el período previo a la aparición de los síntomas, la HRmáx1 se correlacionó negativamente con la Tmín1; este resultado nos permite explicar que, en la primera etapa de la enfermedad donde la germinación de las conidias para el desarrollo de la infección primaria es importante, valores elevados de humedad relativa entre 75 y 93% son favorables, sin embargo, cuando las temperaturas descienden por debajo de 16°C, se inhibe la germinación de las mismas (Tabla II).

Tabla II.

Variables climáticas que más aportaron a la variabilidad del experimento.

Años	Período Previo				Período de Desarrollo			
	HRx1	Hrmáx1 (%)	Tx1	Tmáx1 Tmín1 (°C)	HRmáx2 HRmín2 (%)	Tx2 (°C)	PPx2 (mm)	
1	76,9	93,1	22,7	28,1 18	89	55	22,1 25,4	
2	75	91	20,7	25,1 16,9	87,1	69	21,8 22,1	
3	72	82	19,1	23,4 14,4	93	59	20 52	

Yarwood (1943) consideró las *Erysiphaceae* como xerófitas, pues en muchas especies sus conidias pueden germinar a 0% de humedad relativa y en otras sólo lo hacen cuando esta alcanza valores elevados. Estudios realizados por Brodie (1945), corroboraron lo anteriormente expuesto, precisando, además, que la germinación de las conidias de los mildiú polvorientos se vio beneficiada por humedades relativas por encima de 90%.

Las temperaturas medias y máximas constituyeron factores de importancia para propiciar el ulterior desarrollo del patógeno en condiciones naturales de infección; resultó significativo el peso de la temperatura máxima como elemento básico para la germinación de las conidias, si se tiene en cuenta que *Oidium* sp., requiere de condiciones invernales para su manifestación, sin embargo, temperaturas que oscilen entre 20 y 28 °C se consideran óptimas en este período.

Trabajos de Yarwood et al. (1957), reflejan que, epidemiológicamente, es importante el número de conidias que en condiciones de calor y clima seco aparecen y se diseminan con el viento. Stenzel (1959) hizo referencia a que la viabilidad de las

conidias de estos hongos se pierde con las temperaturas altas de 30°C o aire seco.

Un indicador definitorio del período de desarrollo de la enfermedad lo constituyó el peso negativo de la HR<sub>máx2</sub>, producto de que el aumento en sus valores se vio favorecido por la influencia directa de las precipitaciones, que provocaron un efecto mecánico negativo, al lavar con facilidad las conidias que permanecen sobre las hojas, debido al carácter ectoparásito del hongo. Si se tienen en cuenta los valores reflejados en la tabla II, se observa que el año 3 registró la mayor cantidad de precipitaciones caídas (52 mm promedio), año en que se enferma el menor número de variedades.

La HR<sub>mín</sub> en esta etapa no resultó extremadamente baja, fluctuó entre 55 y 69%; estos valores moderados se consideran de importancia en el desarrollo del ciclo del hongo. Según Blumer (1967), los mildiús polvorientos se incrementan con el desarrollo de la planta, intensidad lumínica media y humedad del aire.

Finalmente, en esta etapa de manifestación de la epidemia, el aumento en el índice de infección de las variedades estuvo favorecido por las temperaturas medias entre 21 y 22°C. De este análisis se derivó la clasificación de los genotipos de acuerdo con el grado de resistencia que presentaron.

Para cada año se formaron dos grupos bien diferenciados, uno con aquellos materiales que ofrecieron total y relativa resistencia (R) y otro que reunió los cultivares muy susceptibles (MS), (Fig. 1). En el año 1 existieron 34 cultivares que presentaron índices de infección que oscilaron desde 4 a 29% y 21 materiales que alcanzaron de 36 a 69% de infección. En el segundo año se constató la poca variación de las condiciones ambientales con respecto al primero, lo que reflejó un comportamiento varietal semejante al anterior; se agruparon 28 cultivares con valores de infección que fluctuaron entre 2 y 28% y 27 variedades con porcentajes de infección entre 30 y 50%. Si bien en este año el número de materiales seriamente afectados sumó seis más que el año anterior, éstos alcanzaron porcentajes menos elevados, lo que puede tener una relación directa con la leve reducción de los valores de las variables climáticas en el año. En el tercer año se agruparon 47 materiales con índices de afectación desde 1 a 16% y sólo ocho cultivares resultaron altamente susceptibles, cuatro con valores entre 40 y 55% y cuatro con índi-

ces que fluctuaron entre 60 y 66%.

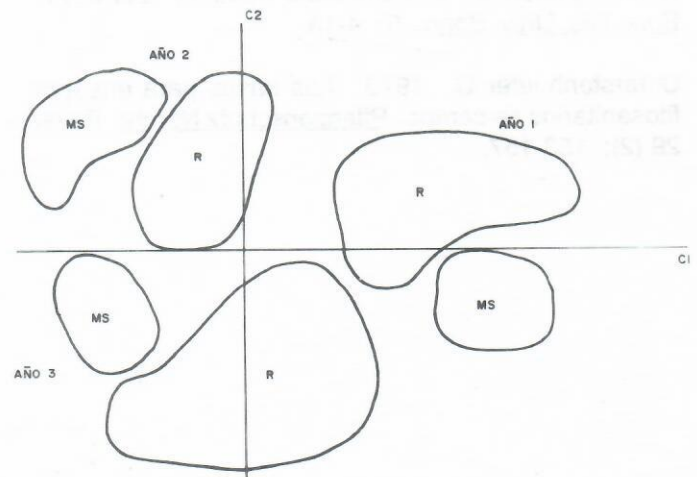


Fig. 1. Clasificación de las variedades evaluadas para *Oidium* durante tres años

### CONCLUSIONES

El período previo a la aparición de la enfermedad requiere de humedades relativas entre 75 y 93% y temperaturas entre 20 y 28°C.

Las precipitaciones ejercen un efecto negativo en el período de desarrollo de la epidemia; para esta etapa se consideran óptimas las humedades entre 55 y 69% y las temperaturas entre 21 y 22°C.

Más del 50% de los materiales probados resultan de interés en los programas de mejora genética para la resistencia al mildiú polvoriento.

### BIBLIOGRAFIA

- Blumer S. 1967. Echte MehltauPilze (Erysiphaceae). Verlag Jena: VEB Gustav Fischer. 436 p.
- Brodie HJ. 1945. Further observations on the mechanism of germinations of the conidia of various species of powdery mildew at low humidity, *Cand. J. Bot. Res.* 23: 198-211.
- Díaz H, Velázquez O, González J, Busto I, Fernández M y Ortega J. 1992. El cultivo de la soya para granos y forrajes. CIDA. MINAGRI. 16p.
- García JL, Díaz H y González LA. 1984. Mildiú polvoriento en soya. *Cien. Agr.* 18: 17-21.

Molina-Cano JL. 1977. Introducción a la taxonomía numérica. Madrid Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. 80p.

Stenzel M. 1959. Untersuchungen zur Keimungsbiologie von *Ucinola necator*. Schwerin. Burs. Dis. Univ. Bonn. 9: 4-13.

Unterstenhoefer G. 1976. Las bases para ensayos fitosanitarios en campo. Pflanzenschutz Narchr. Bayer 29 (2): 153-157.

Yarwood CE. 1943. Predisposition to powdery mildew. Phytopathology 53: 1144-1145.

Yarwood CE, Sidky S, Cohen M y Santilli V. 1957. Temperature relations of powdery mildew. Hilgardia 22: 603-622.

Recibido: 25 de noviembre de 1996.