

# Influencia de los factores climáticos en la aparición y desarrollo de *Peronospora manshurica* (Nacum) Syd et Gaum 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 *Peronospora manshurica*, 10 días antes de la manifestación de los síntomas y en el período de desarrollo de la misma, utilizando el análisis matemático de componentes principales. Los resultados obtenidos reflejan que los factores ambientales que más influyeron en la aparición del patógeno fueron las temperaturas y las humedades relativas máxima y media, así como las temperaturas, humedad relativa máxima y velocidad media del viento en la etapa de desarrollo de la epidemia. El 45% de los materiales ofrecieron resistencia al patógeno en condiciones de infección natural y se infirió la presencia de genes de resistencia vertical en el genofondo estudiado. Este método multivariado nos permite pronosticar y prevenir el comportamiento de la enfermedad de acuerdo a las condiciones ambientales que se presentan cada año.

## ABSTRACT

The influence of climatic variables on starting and development of *P. manshurica* was studied during three years, 10 days before the appearance of the symptoms, and during the development of the disease, through a principal component mathematic analysis. The results showed that the most important variables, with the highest influence in pathogen appearance were the three temperature variables, mean and maximum relative humidity, while the temperature, maximum relative humidity and mean wind blow, were important for the developmental stage of the disease. 45% of the genotypes showed resistance in natural infection condition, and also suggest the vertical resistance gene in the soybean collection. These multivariate methods allow us to prognose and prevent the disease behaviour according to the present climatic conditions every year.

## INTRODUCCION

La importancia mundial de la soya *Glycine max* (L.) Merr. se puede analizar sobre la base de: producción, calidad, costo de la proteína y usos para grano y forraje. El grano de soya contiene entre 18 y 21% de grasa y 38 y 40% de proteína y se emplea en la extracción de aceite para procesos comestibles e industriales. Una hectárea de soya puede aportar 150 kg de proteína (Díaz et al., 1992).

Una de las enfermedades más comunes en la soya es el mildiú vellosa, causado por el hongo *Peronospora manshurica* (Nacum) Syd et Gaum y coexiste con el cultivo en 21 países, provocando reducciones en los rendimientos de hasta 8% (Athow, 1987). Este patógeno apareció en Cuba en 1986, afectando hojas y granos con costras visibles de oosporas.

En todas las áreas productoras de soya en el mundo, la enfermedad tiene gran importancia, por la fuerte contaminación de las semillas como vía principal de transmisión del hongo, lo que motivó iniciar estudios para conocer la influencia de los factores climáticos en la aparición y desarrollo del mildiú vellosa, que permita aplicar productos de control preventivos que impidan o reduzcan el ataque, además de buscar fuentes de resistencia para incorporarlas

a los programas de mejoramiento genético.

## MATERIALES Y METODOS

Los experimentos se desarrollaron 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). Fueron evaluadas 91 variedades procedentes del germoplasma de soya del INIFAT.

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

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

En cada año de estudio se analizaron las siguientes variables climáticas: humedad relativa promedio (HRx), humedad relativa máxima (HRmáx), humedad relativa mínima (HRmín), temperatura media (Tx), temperatura máxima (Tmáx), temperatura míni-

ma ( $T_{mín}$ ), velocidad media del viento ( $V_x$ ) y velocidad máxima del viento ( $V_{máx}$ ), 10 días antes de la manifestación del patógeno (definido el período de incubación por Lehman, (1953) y durante el tiempo de desarrollo de la misma. También se estudiaron las variables biológicas Retraso en el inicio de la enfermedad (RIE) y Porcentaje de infección (PI).

Los datos se sometieron a un análisis de componentes principales según Molina-Cano (1977), considerando como variables los datos climatológicos el RIE y el PI en todas las variables analizadas.

### RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del análisis de componentes principales del primer año de estudio se reflejan en la Tabla I. Los dos primeros componentes acumularon el 88% de la variabilidad total del experimento.

En el período de incubación las temperaturas correlacionaron negativamente con la variable biológica RIE, por tanto, a medida que disminuyen las temperaturas se retrasa el inicio de la enfermedad (Tabla II). Lehman (1958) y Dunleavy y Hartwiing (1970) han planteado que para la esporulación del hongo la temperatura en este período se debe mantener en rangos de 18-29 °C. En este caso diferencias de temperaturas de 4-6 °C produjeron un atraso en la manifestación de los síntomas entre 8-15 días.

Otro parámetro definitorio en este período lo constituyó el peso negativo de la  $HR_{máx}$  y  $HR_x$ . La disminución en sus valores provocó la aparición tardía del mildiú veloso; según Geeseman (1950), el contenido de humedad en el suelo y el aire debe ser elevado para inducir abundante producción del inóculo conidial.

En el período de desarrollo de la enfermedad la contribución de las  $T_x$  y  $T_{máx}$  fue elevada y se relacionaron de forma negativa con el PI, puesto que al aumentar las temperaturas disminuyó el porcentaje de infección. La tabla II muestra que los rangos más altos de 48-61% se alcanzaron con las temperaturas de 22-28 °C. Investigaciones realizadas por Grabe y Dunleavy (1959) reflejan que plantas con áreas infestadas esporularon entre 26-29 °C. McKenzie (1971) planteó que no se produjeron conidias a temperaturas muy bajas de 10 °C o altas por encima de 30 °C, lo que coincide con nuestros resultados.

La  $HR_{máx}$  está directamente relacionada con el PI,

es decir, los mayores niveles de afectación obtenidos están favorecidos por las humedades más elevadas. Autores como Dunleavy (1977), Tiselli (1980) y Signoret (1984) demostraron que el desarrollo del mildiú está influenciado por las humedades relativas altas sobre 93%.

Dunleavy (1970 y 1971), considera que esta enfermedad infesta frecuentemente las plantas al ser las conidias dispersadas por el viento, lo que ocasiona pérdidas de peso de las semillas que pueden ser de 12-26% más ligeras que las sanas. En este análisis las  $V_x$  y  $V_{máx}$  del viento constituyeron variables de suma importancia en el período de desarrollo del hongo, estableciéndose una relación negativa con el PI. Los mayores valores de afectación se lograron con las velocidades más bajas del viento, al parecer cuando la  $V_x$  supera los 11 km/h, las esporas son transportadas violentamente a grandes distancias dañando poco el cultivo. Valores de 9km/h son óptimos para la diseminación del patógeno.

En el año 1 las condiciones ambientales fueron favorables para el desarrollo de la enfermedad, apareciendo 50 variedades afectadas. La tabla II presenta las variables climáticas que mayor contribución aportaron a la variabilidad del experimento; sin embargo, puede apreciarse que el año 2 con relación al año anterior hubo una reducción de los valores de las variables climáticas y por tanto los porcentajes de afectación fueron extremadamente bajos oscilando entre 0,7-2%; este año no fue favorable para el desarrollo del mildiú veloso, mostrando síntomas del hongo sólo 11 variedades de las 91 estudiadas. Las variables meteorológicas de mayor importancia en el último año de estudio aparecen en la misma tabla, el PI (21% promedio) alcanzado en un grupo de ocho variedades, indica que las condiciones climáticas fueron más favorables para el desarrollo de *P. manshurica* que el año anterior, sin embargo, la relación negativa del PI con la  $V_x$  del viento que superó los 12 km/h, al parecer hizo que el número de variedades enfermas fuera inferior al año 1.

Un total de 41 materiales, no mostraron síntomas de la enfermedad en ninguno de los tres años de estudio, además los valores alcanzados por la variable biológica RIE en el segundo año de estudio sugiere que, en el germoplasma de soya se pueden encontrar genes de resistencia vertical que provocan el

efecto epidemiológico, retraso en el inicio de la enfermedad, de gran interés para la estrategia a seguir en el mejoramiento genético del cultivo.

### CONCLUSIONES

El período de incubación requiere de temperaturas entre 18-29 °C y valores de humedad por encima del 90%.

En el período de desarrollo de la enfermedad los valores óptimos oscilaron entre 22-28 °C, velocidades medias del viento de 9 km/h y humedades relativas superiores al 93%.

El 45% del genofondo presentó caracteres de resistencia al mildiú vellosa y la posible presencia de genes de resistencia vertical.

### BIBLIOGRAFIA

Athow KL. 1987. Fungal diseases In Soybeans: Improvement, Production and Uses. Madison. 2d. ed.: 687-727.

Díaz H, Velázquez O y González J. 1992. El cultivo de la soya para granos y forrajes. MINAGRI. CIDA. 16.

Dunleavy JM. 1970. Sources of immunity and susceptibility to downy mildew of soybeans. Crop Science. 10: 507-509.

Dunleavy JM y Hartwiig EE. 1970. Sources of immunity from and resistance to nine races of the soybean downy mildew fungus. Plant Dis. Rep. 10 (54): 901-902.

Dunleavy JM. 1971. Races of *P. manshurica* in the United States. Amer. J. Bot. 58 (3): 209-211.

Dunleavy JM. 1977. Nine new races of *P.*

*manshurica* found of soybeans in the Midwest. Plant Dis. Rep. 8 (61): 661-663.

Geeseman GE. 1950. Physiologic races of *P. manshurica* on soybeans. Agron. J. 42: 257-258.

Grabe F y Dunleavy JM. 1959. Physiologic specialization in *P. manshurica*. Phytop. 49: 791-793.

Lehman SG. 1953. Races 4 of the soybeans downy mildew fungus on soybeans in North Carolina. Phytop. 43: 460-461.

Lehman SG. 1958. Physiologic races of the downy mildew fungus on soybeans in North Carolina. Phytop. 48: 83-86.

Mc Kenzie TR y Wyllie TD. 1971. The effect of temperature and lesion size on the sporulation of *P. manshurica*. Phytop. 71: 321-326.

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

Signoret PA. 1984. Actual estado de la enfermedad de la soya en Europa. Eurosoya. 2: 18-21.

Tisselli O, Sinclair JB y Hymowitz T. 1980. Sources of resistance to selected fungal, bacterial, viral and nematodes diseases of soybeans. Insoy. EEUU.

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

**Recibido:** 25 de noviembre de 1996.

**TABLA I.**  
Análisis de componentes principales para el sistema *Peronospora manshurica-soya*.

	Componente 1	Componente 2
Varianzas	9,08	0,22
% Contribución	50,5	0,08
% Acumulado	50,5	0,11
Vectores Propios	Coefficientes	Coefficientes
	Período de Incubación	
RIE	0,25	0,22
Tx	-0,32	0,08
Tmáx	-0,31	0,11
Tmín	-0,31	-0,02
Hrmáx	-0,31	0,11
Hrmín	-0,12	0,14
HRx	-0,21	0,12
Vmáx v	-0,26	-0,16
Vx v	0,25	-0,23
	Período de Desarrollo	
PI	-0,15	-0,23
Tx	0,04	0,37
Tmáx	0,05	0,36
Tmín	0,22	0,27
Hrmáx	-0,29	-0,36
Hrmín	-0,02	0,17
HRx	-0,26	-0,17
Vmáx v	-0,18	0,31
Vx v	0,11	0,32

**TABLA II.**

Relación entre las variables climáticas que más aportaron a la variabilidad del experimento con las variables biológicas en las tres campañas de estudio.

Período de Incubación					Variables Biológicas	Período de Desarrollo				
Variables Biológicas	Tmín	Tmáx	HRx	HRmáx		Tx	Tmáx	Hrmáx	Vx	Vmáx
RIE/días	(°C)		(%)		PI (%)	(C)		(%)	(km/h)	
<b>Año 1</b>										
79	15	25	72	89	10	23	30	86	11	41
72	14	24	70	89	22	23	31	87	11	39
64	18	30	77	93	26	24	30	92	11	44
57	18	28	77	94	48	22	28	93	9	40
50	18	29	84	99	61	22	27	97	9	38
<b>Año 2</b>										
	Tmín		Tmáx			Tmín		Tx	Tmáx	HRmáx
90	15		25		0,7	18		22	27	82
80	16		25		1,05	17		22	27	90
67	17		27		1,3	17		21	26	88
59	16		26		2	18		20	26	90
<b>Año 3</b>										
	Tmín	Tmáx	HRmín	HRmáx		Tmín	Tx	Tmáx	HRmáx	Vx
	17	23	59	82	1,3	17	21	27	91	18
	18	26	67	92	21	18	22	28	93	12