

Efecto de las temperaturas, humedad relativa y precipitaciones sobre el desarrollo de la viruela, causada por *Cercospora arachidicola* Hori y *Cercosporidium personatum* (Berk. & Curt.) (Deighton) en maní (*Arachis hypogea* L.)

G. J. MARCH; A. MARINELLI; J. E. BEVIACQUA y M. ALCALDE

La falta de conocimientos precisos sobre la influencia del clima en el desarrollo de la viruela del maní [*Cercospora arachidicola* Hori y *Cercosporidium personatum* (Berk. & Curt.) Deighton], es una de las causas que han dificultado el desarrollo de técnicas racionales de control químico.

Durante las campañas 1986/87/88/89/90 y 1990/91 se estudió el efecto de las temperaturas, humedad relativa y precipitaciones sobre el desarrollo de las curvas de la epifitía. Tomando como base períodos mínimos de 5 y 10 horas/día con humedad relativa igual o mayor al 95 %, temperaturas mínimas y medias de 16, 18 y 20° C durante dichos períodos y la ocurrencia de precipitaciones, se obtuvieron 22 variables climáticas. Los 22 conjuntos de datos de incidencia y variables climáticas en cada ciclo, fueron sometidos a análisis de varianza y regresión lineal. La bondad de los ajustes se evaluó a través de la dispersión de los residuos, el coeficiente de determinación ajustado (R^2) y la desviación estándar de la regresión lineal. Las combinaciones de las distintas campañas en que se obtuvieron los mejores ajustes, fueron comparadas a través de las tasas de incremento de la regresión, considerando para ello la desviación estándar. Las tasas fueron entonces agrupadas en: poco favorables, moderadamente favorables, favorables y muy favorables al desarrollo de la enfermedad.

A partir de la interacción humedad relativa-temperaturas mínimas se construyó un gráfico de predicción de incremento de la viruela del maní.

G. J. MARCH; A. MARINELLI; J. E. BEVIACQUA y M. ALCALDE. Terapéutica Vegetal, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto. Estafeta Postal 9, 5800 Río Cuarto (República Argentina).

Palabras clave: viruela, *Cercospora arachidicola*, *Cercosporidium personatum*, maní, *Arachis hypogea*.

INTRODUCCION

Entre las enfermedades foliares que afectan al maní (*Arachis hypogea* L.) en Argentina, la más importante es la viruela (*Cercospora arachidicola* Hori y *Cercosporidium personatum* (Berk. & Curt.)

Deighton), por su incidencia en los rendimientos y calidad comercial, difusión en toda el área manisera y frecuencia de presentación con características epifíticas (FREZZI, 1960; GIORDA *et al.*, 1984; PEDELINI y DÍAZ, 1990; PIETRARELLI, 1986).

Los trabajos referidos al control de esta

enfermedad se han orientado esencialmente a la evaluación de fungicidas, reflejándose ello en numerosas recomendaciones a productores (DÍAZ, 1988; GIANDANA y SÁNCHEZ, 1990; GIORDA *et al.*, 1984; PEDELINI, 1992; PEDELINI y DÍAZ, 1990; PIETRARELLI, 1986; SÁNCHEZ DE BUSTAMANTE, 1988). Si bien en algunos casos se hace referencia a las condiciones ambientales favorables al desarrollo de la viruela, carecen de precisión o hacen referencia a sistemas desarrollados en USA.

Recientemente MARINELLI *et al.* (1992b) evaluaron la eficacia de los tratamientos químicos efectuados por productores, comprobando una amplia variación en los resultados obtenidos con los mismos fungicidas. Esto es fundamentalmente atribuible a la falta de estudios epifitiológicos que generan conocimientos básicos para el desarrollo de estrategias racionales de control químico (MARINELLI *et al.*, 1992a).

La viruela del maní es una enfermedad policíclica (CAMPBELL y MADDEN, 1990; FRY, 1982; FRY y FOHNER, 1985), en cuyo desarrollo tienen influencia decisiva las condiciones climáticas (JENSEN y BOYLE, 1965; JOHNSON *et al.*, 1986). El análisis de la influencia de los factores climáticos sobre la actividad de los patógenos mejora la comprensión de la epifitiología, y en algunos casos permite predecir si ocurrirá o no un rápido incremento de la enfermedad (BOURKE, 1970; CAMPBELL y MADDEN, 1990; FRY, 1982; ROTEM, 1978).

Este trabajo tuvo por finalidad estudiar el efecto de las temperaturas, humedad relativa y precipitaciones sobre el desarrollo de la viruela del maní.

MATERIALES Y METODOS

Los estudios se llevaron a cabo durante las campañas agrícolas 1986/87/88/89/90 y 1990/91, en lotes comerciales de maní cultivar Florunner pertenecientes a un mismo productor del área rural de Carnerillo (Departamento Juárez Celman, provincia de Córdoba). En todos los ciclos el cultivo predecesor fue maíz (*Zea mays* L.) y se sembró

en la última semana de noviembre, efectuándose los muestreos sobre una superficie de aproximadamente una hectárea en la que no se aplicaron fungicidas.

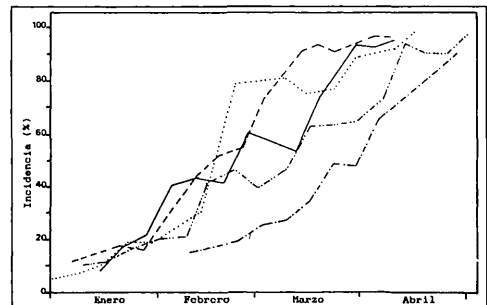
Evaluación de la enfermedad

A fin de cuantificar la incidencia de la viruela en función del tiempo, los muestreos se realizaron desde la aparición de los primeros síntomas hasta la cosecha. En cada muestreo se obtuvieron al azar veinte ramificaciones laterales sobre una diagonal del área en estudio. Estos se realizaron cada siete días aproximadamente, pues el período de latencia oscila entre 12 y 25 días (ALDERMAN *et al.*, 1989; FREZZI, 1960; GIORDA *et al.*, 1984; JENSEN y BOYLE, 1965).

La incidencia en cada rama se evaluó según JENSEN y BOYLE (1965), considerando: a) número de folíolos producidos, b) número de folíolos desprendidos y c) número de folíolos enfermos, asimilando la incidencia al porcentaje de folíolos enfermos y desprendidos. Considerando los valores medios de incidencia para cada fecha de realización de los muestreos, se obtuvieron las curvas epifíticas de la enfermedad en cada una de las campañas agrícolas en que se efectuaron los estudios (Fig. 1).

A fin de estimar las tasas de incremento (r) mediante regresión lineal simple, se ajustó el modelo logístico a los datos de inci-

Fig. 1—Curvas epifíticas de la viruela del maní. Campañas agrícolas 1986/87—; 1987/88— — — 1988/89— · — · —; 1989/90— · — · —; 1990/91.....



dencia, previa transformación de éstos a «logit» empleando la tabla de Zadoks y Schein (1979).

Parámetros climáticos

Los datos de temperatura y humedad relativa fueron obtenidos mediante un termohigrógrafo instalado en una casilla meteorológica; la cual fue colocada sobre el suelo entre dos hileras de maní. En un pluviómetro próximo al cultivo se registraron las precipitaciones.

Teniendo en cuenta los resultados de distintos trabajos (ALDERMAN y BEUTE, 1986;

FREZZI, 1960; JENSEN y BOYLE, 1965; JOHNSON *et al.*, 1985; JOHNSON *et al.*, 1986), se obtuvieron 22 variables climáticas. Estas variables se elaboraron considerando períodos diarios de 5 y 10 horas de duración como mínimo, con humedad relativa continua igual o mayor al 95 % y temperaturas mínimas y medias de 16, 18 y 20° C durante los mismos y el número de precipitaciones superiores a 2,5 mm (Cuadro 1). Para cada fecha de evaluación de la incidencia de la enfermedad, se calcularon los valores de cada variable independiente en forma acumulada desde 21 días antes de la primera evaluación.

Cuadro 1.—Caracterización de las Variables Climáticas

Variable	Caracterización
X1	HR \geq 95 %, período mínimo de 10 h., temperatura mínima 16° C
X2	HR \geq 95 %, período mínimo de 10 h., temperatura mínima 18° C
X3	HR \geq 95 %, período mínimo de 10 h., temperatura mínima 20° C
X4	HR \geq 95 %, período mínimo de 10 h., temperatura media 16° C
X5	HR \geq 95 %, período mínimo de 10 h., temperatura media 18° C
X6	HR \geq 95 %, período mínimo de 10 h., temperatura media 20° C
X7	HR \geq 95 %, período mínimo de 10 h.
X8	HR \geq 95 %, período mínimo de 5 h., temperatura mínima 16° C
X9	HR \geq 95 %, período mínimo de 5 h., temperatura mínima 18° C
X10	HR \geq 95 %, período mínimo de 5 h., temperatura mínima 20° C
X11	HR \geq 95 %, período mínimo de 5 h., temperatura media 16° C
X12	HR \geq 95 %, período mínimo de 5 h., temperatura media 18° C
X13	HR \geq 95 %, período mínimo de 5 h., temperatura media 20° C
X14	HR \geq 95 %, período mínimo de 5 h.
X15	Número de Precipitaciones > 2.5 mm.
X16	Clase, Número de Precipitaciones ocurridas en períodos sucesivos y sobrepuestos de 3 días.
X17	Temperaturas mínimas 16° C
X18	Temperaturas mínimas 18° C
X19	Temperaturas mínimas 20° C
X20	Temperaturas medias 16° C
X21	Temperaturas medias 18° C
X22	Temperaturas medias 20° C

Análisis de los datos

Los 22 conjuntos de datos de incidencia de la enfermedad y variables climáticas en cada ciclo, fueron sometidos a análisis de varianza y regresión lineal. La bondad de los ajustes se evaluó a través de la dispersión de los residuos, el coeficiente de deter-

minación ajustado (R^2) y la desviación estándar de la regresión lineal.

Las combinaciones de las distintas campañas en que se obtuvieron los mejores ajustes fueron comparadas a través de las tasas de incremento de la regresión, considerando para ello la desviación estándar asociada a cada una (CAMPBELL y MADDEN, 1990).

Cuadro 2.-Comparación de las tasas estimadas de incremento*.

Campaña	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90	1990/91
Tasas (r)	0,059 a	0.067 a	0.051 b	0.046 b	0.063 a

* Comparación a través de la desviación estándar.

Los datos seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes ($P < .05$).

Cuadro 3.-Tasas de incremento de la viruela del maní según las combinaciones humedad relativa - temperaturas mínimas

N.º Horas HR \geq 95 %	Temperaturas mínimas (C)	Campañas Agrícolas				
		86/87	87/88	88/89	89/90	90/91
5	16	0.022	0.018	0.030	0.021	0.015
	18	0.034	0.026	0.049	0.044	0.028
	20	0.063	0.062		0.068	0.048
10	16	0.033	0.028	0.037	0.030	0.028
	18	0.045	0.037	0.069	0.059	0.037
	20	0.105	0.075		0.210	0.172

RESULTADOS

Para cada campaña en que se realizaron los estudios se hizo una gráfica de la incidencia de la viruela en función del tiempo (Fig. 1). Todas las curvas de desarrollo de la enfermedad tienen el diseño característico de las enfermedades policíclicas, mostrando diferencias en las fechas de observación de los primeros síntomas, en el lapso transcurrido entre éstos y el registro del máximo valor de incidencia y en el momento de ocurrencia de la epifitía. Se comprobaron además, diferencias significativas ($P < .05$) entre las correspondientes tasas de incremento estimadas (Cuadro 2).

En el Cuadro 3 constan las tasas de incremento correspondientes a las variables climáticas resultantes de la combinación humedad relativa - temperaturas mínimas.

Del análisis de varianza y regresión lineal se comprobó que en general se lograron buenos ajustes para las variables humedad

relativa - temperaturas mínimas y medias, humedad relativa, precipitaciones y clase. Los mejores ajustes se produjeron cuando se consideraron aquellas variables en que se combinaron los períodos diarios de 5 y 10 horas de duración como mínimo, con humedad relativa continua igual o mayor al 95 % y las temperaturas mínimas de 16, 18 y 20° C durante los mismos. En las Figuras 2, 3, 4, 5 y 6, se indicaron para cada año de estudio las curvas epifíticas, el número de horas por día con humedad relativa igual o superior al 95 % y la ocurrencia de las precipitaciones. En general se observa que los incrementos de incidencia de la viruela se produjeron a continuación de períodos con elevada humedad relativa, pudiendo seguir o no a precipitaciones.

Al comparar las tasas de incremento correspondientes a las combinaciones humedad relativa - temperaturas mínimas e incidencia, se comprobó que podían agruparse en: poco favorables, moderadamente favorables, favorables y muy favorables al desa-

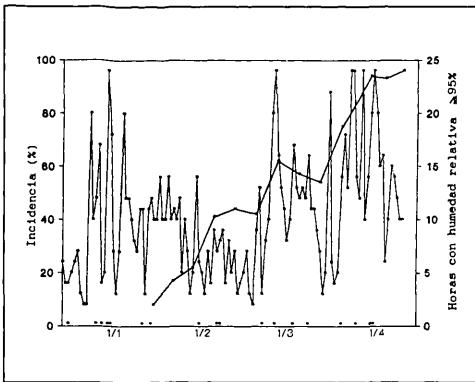


Fig. 2.—Curva epifítica de la viruela del maní.
Horas con humedad relativa \geq 95 % y precipitaciones.

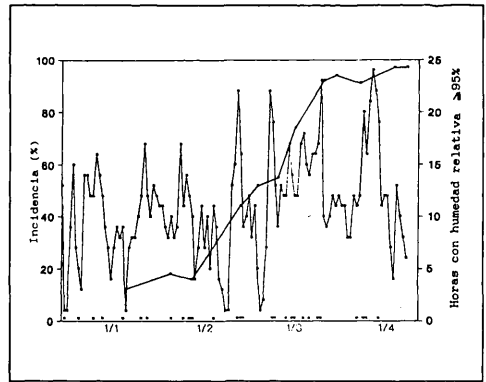


Fig. 3.—Curva epifítica de la viruela del maní.
Horas con humedad relativa \geq 95 % y precipitaciones.

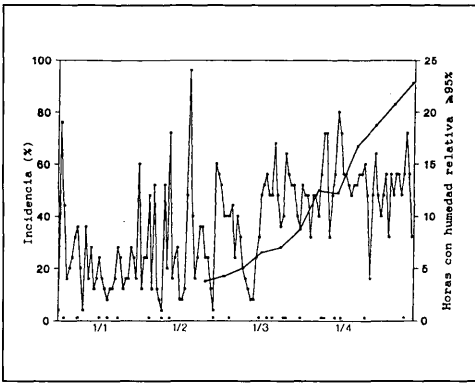


Fig. 4.—Curva epifítica de la viruela del maní.
Horas con humedad relativa \geq 95 % y precipitaciones.
Campaña agrícola 1988/89.

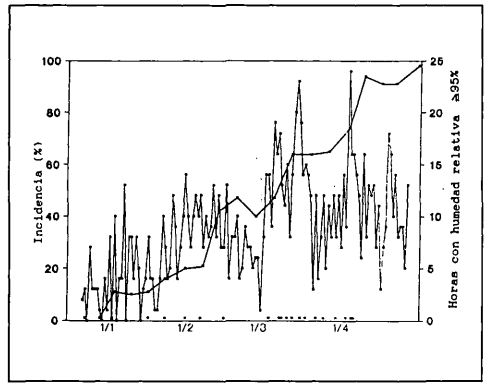


Fig. 5.—Curva epifítica de la viruela del maní.
Horas con humedad relativa \geq 95 % y precipitaciones.
Campaña agrícola 1989/90.

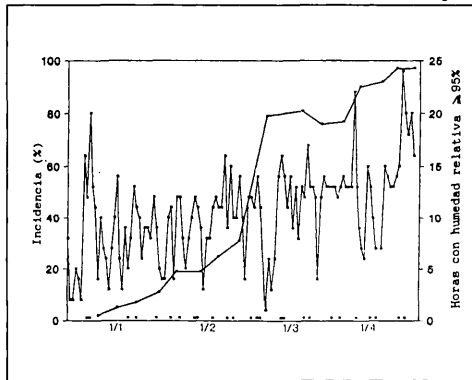


Fig. 6.—Curva epifítica de la viruela del maní.
Horas con humedad relativa \geq 95 % y precipitaciones.
Campaña agrícola 1990/91.

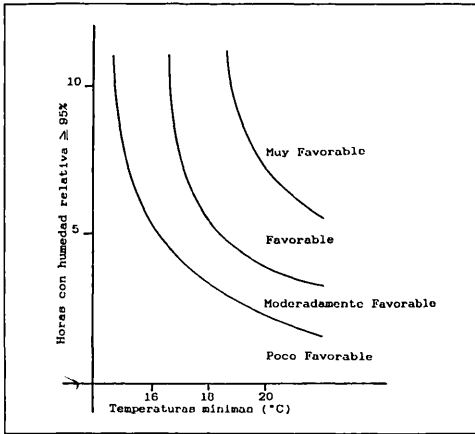


Fig. 7.—Predicción de incremento de la viruela del maní según condiciones climáticas.

rollo de la enfermedad. A partir de la interacción humedad relativa - temperaturas mínimas, se construyó un gráfico de predicción de incremento de la viruela del maní (Figura 7).

La calificación de condiciones moderadamente favorables o muy favorables al desarrollo de la enfermedad, indican que ocurren infecciones, incrementándose paulatinamente su número hasta producirse el aumento explosivo de la viruela. Poco favorable implica que si bien pueden producirse infecciones, el incremento consiguiente de la enfermedad no reviste interés tecnológico. La Figura 8 refleja porcentualmente las condiciones para el incremento de la viruela en cada campaña agrícola.

El lapso transcurrido entre la ocurrencia de condiciones favorables o muy favorables a la enfermedad y el incremento en la incidencia, osciló entre 12 y 28 días.

DISCUSION

A similitud de lo que ocurre en las áreas maniseras de Carolina del Norte y de Virginia en USA (JOHNSON *et al.*, 1986) las diferentes condiciones climáticas que caracterizan cada campaña agrícola en nuestra región productora, se reflejan en distintos

grados de influencia sobre el incremento de la viruela.

Para enfermedades como la viruela del maní, en que la velocidad de los ciclos secundarios de infección determina la variación en su incidencia, es necesario considerar dicha velocidad al desarrollar sistemas de pronóstico (FRY y FOHNER, 1985). La tasa de incremento puede ser usada entonces para predecir el desarrollo de una enfermedad (CHUANG y JEGER, 1987). Este trabajo, como los desarrollados por JENSEN y BOYLE (1965) y PARVIN *et al.*, (1974), o en el modelo simulado de KNUDSEN *et al.* (1987); fundamenta el pronóstico de desarrollo de la viruela del maní, en la influencia de las temperaturas y la humedad relativa sobre las tasas de incremento.

Las interacciones de humedad relativa y temperaturas mínimas, que determinan las condiciones para el desarrollo de la viruela en el área productora próxima a la Universidad Nacional de Río Cuarto, son diferentes que las correspondientes al sistema de pronóstico de JENSEN y BOYLE (1965).

De acuerdo con CHUANG y JEGER (1987), en algunos casos se comprobó cierta inercia en la respuesta de las tasas de incremento de la enfermedad con condiciones climáticas favorables a su desarrollo. Ello significó que el período de latencia mostrase a veces mayor extensión que el citado por diferentes autores (ALDERMAN *et al.*, 1989; GIORDA *et al.*, 1984; JENSEN y BOYLE, 1965). Sin embargo, FREZZI (1960) encontró experimentalmente que dicho período podía llegar hasta 25 días, lo cual coincide con nuestras observaciones de campo.

De acuerdo con KNUDSEN *et al.*, (1987), un sistema de pronóstico de viruela del maní no predice el efecto de las decisiones de control sobre la evolución de la incidencia de la enfermedad, sino que constituye una herramienta de manejo. Los resultados obtenidos en dos años de ensayos de control químico (datos no publicados), permitieron comprobar que un único día de condiciones favorables o muy favorables al incremento de la enfermedad, no justifican la ejecución de los tratamientos. Esto fue señalado por JENSEN y BOYLE (1965) y considerado en el

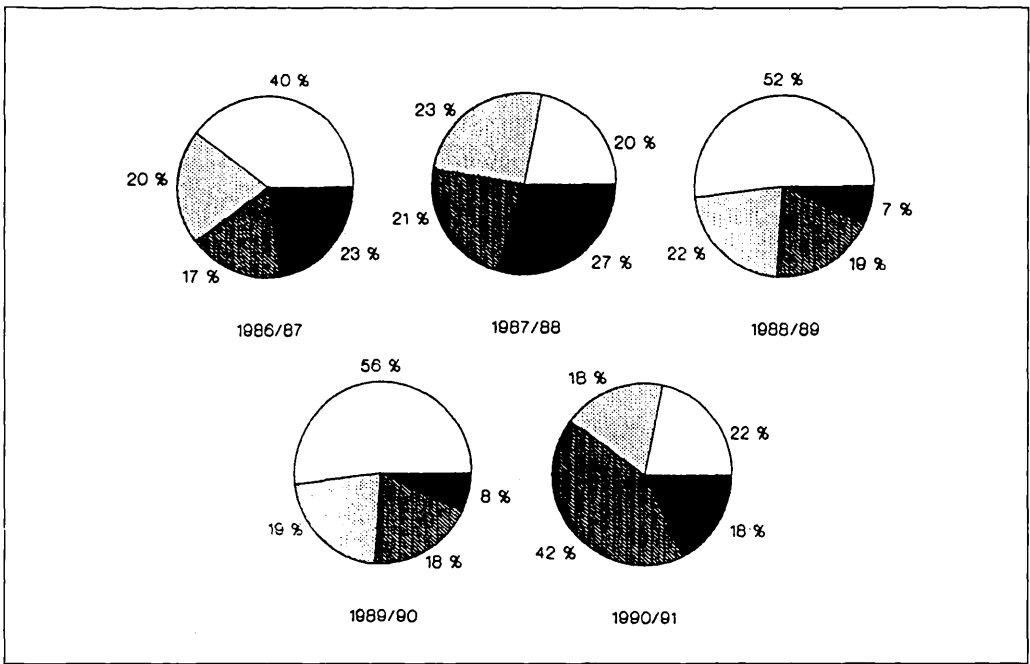


Fig. 8.—Condiciones para el incremento de la viruela del maní durante las campañas agrícolas 1986/87/88/89/90 y 1990/91.

Poco Favorables , Moderadamente Favorables
 Favorables , Muy Favorables

sistema computarizado desarrollado por PARVIN *et al.*, (1974).

Como todo sistema de pronóstico, el aquí desarrollado debe ser utilizado como una guía en el momento de elaborar las estrategias de manejo de la enfermedad (FRY, 1982). Su empleo, junto a aspectos tales como cultivar empleado, etapa de crecimiento del cultivo y nivel de incidencia, permitirá efectuar un control químico más racional de la enfermedad.

CONCLUSIONES

- Para que se produzcan infecciones por *Cercospora arachidicola* Hori o *Cercosporidium personatum* (Berk. & Curt.) (Deighton), es esencial la ocurrencia de

períodos mínimos de 5 horas con humedad relativa igual o mayor al 95 %.

- A mayor duración de los períodos con humedad relativa elevada, mayor velocidad de incremento de la enfermedad.
- El aumento de las temperaturas mínimas durante los períodos con humedad relativa elevada, significará aumentos de la velocidad de incremento de la viruela.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Agr. R. Fabricius por el calibrado y control del termohigrógrafo y a los Srs. Luis y Horacio Berzecio productores de la zona rural de Carnerillo, por su permanente ayuda. Trabajo efectuado con subsidios

ABSTRACT

MARCH, G. J.; MARINELLI, A.; BEVIACQUA, J. E. y ALCALDE, M. (1993). The effect of temperature, relative humidity and precipitation on leafspot, caused by *Cercospora arachidicola* Hori and *Cercosporidium personatum* (Berk. & Curt). (Deighton) on peanut (*Arachis hypogea* L.). *Bol. San. Veg. Plagas*, **19** (2): 227.235

The lack of knowledges about the influence of climate in the development of leaf-spot of peanut [*Cercospora arachidicola* Hori and *Cercosporidium personatum* (Berk. & Curt.) Deighton], is one of the reasons which have hampered the development of rational techniques of chemical control.

During the years 1986-91 the effect of temperatures, relative humidity and rains over the development of epiphytic was studied. Taking as a basis periods of minimum 5 and 10 hours with a relative humidity of or over 95 %, minimum and average temperatures of 16°, 18° and 20° C during those periods and the occurrence of rains, 22 climatic variables were obtained. The 22 groups of incidence values and climatic variables in each cycle were subjected to linear regression analyses. The goodness of the adjustments was appraised through the randomness of residuals, the adjusted coefficient of determination (R^2) and the standard deviation about the regression line. The combinations of the different years in which the best adjustments were obtained were compared through the rate of increase of regression, taking into consideration the standard deviation. The rates were then grouped into: rather unfavourable, moderately favourable, favourable and very favourable to the development of the disease.

Starting from the interaction between relative humidity and minimum temperatures a graph was designed to predict the increase of leafspot of peanut.

Key words: Leafspot, *Cercospora arachidicola*, *Cercosporidium personatum*, peanut, *Arachis hypogea*.

REFERENCIAS

- ALDERMAN, S. C. y BEUTE, M. K. 1986: Influence of temperature and moisture germination germ tube elongation of *Cercospora arachidicola*. *Phytopathology*, **76**: 715-719.
- ALDERMAN, S. C.; NUTTER, F. W. y LABRINOS, J. L., 1989: Spatial and temporal analysis of spread of late leafspot of peanut. *Phytopathology*, **79**: 837-844.
- BOURKE, P.M. A., 1970: Use of weather information in the prediction of plant disease epiphytotics. *Ann. Rev. Phytopathol.*, **8**: 345-370.
- CAMPBELL, C. L. y MADDEN, L. V., 1990: *Introduction to plant disease epidemiology*. John Wiley & Sons, Inc. 532 pp.
- CHUANG, T. Y. y JEGER, M. J. 1987: Predicting the rate of black sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis* var *difformis*) disease in Southern Taiwan. *Phytopathology*, **77**: 1542-1547.
- DÍAZ, R., 1988: Manual sobre la viruela del maní, reconocimiento y alternativas de control. *Cuaderno de Actualización Técnica*, **5**: 1-12. EEA Manfredi, INTA.
- FREZZI, M. J., 1960: Enfermedades del maní en la provincia de Córdoba. *RIA XIV*: 113-155.
- FRY, W. E., 1982: *Principles of plant disease management*. Academic Press, New York, 378 pp.
- FRY, W. E. y FOHNER, G. R., 1985: Construction of predictive models: 1. Forecasting disease development. *Advances in Plant Pathology*, **3**: 161-178.
- GIANDANA, E. H. y SÁNCHEZ, R., 1990: Evaluación de fungicidas para el control de la viruela (*Cercospora* spp.) en maní (*Arachis hypogea* L.). Información para Extensionistas, EEA Manfredi, INTA.
- GIORDA, L. M.; MARTELLOTO, E. y SEVERINA, E. V., 1984: Viruela del maní, características y manejo de la enfermedad. *Publicación de Extensión*, **116**, 8 pp. EEA Manfredi, INTA.
- JENSEN, R. E. BOYLE, L. W., 1965: The effect of temperature, relative humidity and precipitation on peanut leafspot. *Plant Dis. Reprtr.*, **49**: 975-978.
- JHONSON, C. S.; PHIPPS, P. M. y BEUTE, M. K., 1985: *Cercospora* leafspot management decisions: an economic analysis of a weather based strategy for timing fungicide applications. *Peanut Science*, **12** (2): 82-85.
- JHONSON, C. S.; PHIPPS, P. M. y BEUTE, M. K., 1986: *Cercospora* leafspot management decisions: uses of a correlations between rainfall and disease severity to evaluate the Virginia leafspot advisory. *Phytopathology*, **76**: 860-863.
- KNUDSEN, G. R.; SPURR, Jr., H. W. y JOHNSON, C. S., 1987: A computer simulation model for *Cercospora* leafspot on peanut. *Phytopathology*, **77**: 1118-1121.
- MARINELLI, A.; MARCH, G. J. y ALCALDE, M., 1992a: Modelos de desarrollo de la viruela del maní *Arachis hypogea* L. *Agriscientia*, **VIII**: 27-31.
- MARINELLI, A.; MARCH, G. J.; ALCALDE, M. y ACQUARONE, S., 1992b: Análisis y comparación de epifitias de la viruela del maní en lotes comerciales. Aceptado para su publicación en *Agriscientia*.
- PARVIN, D. W.; SMITH, D. M. y CROSBY, F. L., 1974: Development and evaluation of a computerized fore-

- casting method for Cercospora leafspot of peanuts. *Phytopathology*, **64**: 385-388.
- PEDELINI, R., 1992: Viruela del maní: su control. *Hoja informativa*, **205**. EE Marcos Juárez, INTA.
- PEDELINI, R. y DÍAZ, R., 1990: Viruela del maní. Aspectos a tener en cuenta para un buen control. *Panorama Manisero*, **13/14**: 7-9.
- PIETRARELLI, J. R. (Coordinador), 1986: Historia, Importancia Técnica de cultivo, Usos y Comercialización. *Cuaderno de Actualización Técnica*, **3**, 52 pp. EEA Manfredi, INTA.
- ROTEM, J., 1978: «Climate and weather influence on epidemics», 317-436. En: *Plant Disease*, vol. 2: How Disease Develops in Populations (J. G. Horsfall and A. E. Dimond, eds.), Academic Press, New York, 317-436.
- SÁNCHEZ de BUSTAMANTE, C. A., 1988: Viruelas del maní, prevención y control. *Boletín Técnico*, 7 pp.
- ZADOKS, J. C. y SCHEIN, R. D., 1979: *Epidemiology and Plant Disease Management*. Oxford, New York, 427 pp.

(Aceptado para su publicación: 9 octubre 1992)