

EVALUACION COMPARATIVA DE LA RESISTENCIA DE 18 VARIETADES DE CRISANTEMO (*Dendranthema grandiflora* Anderson) A LA ROYA BLANCA (*Puccinia horiana* Henn.).

Norman, M.T.¹; F.A. García²; R.F.R. Sandoval¹; G.L.M. Vázquez¹; M.J. Aquino²; R.M.C. Corona¹; M.E. Pedral².

¹Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México.

²Centro Experimental Hortoflorícola "El Islote", ICAMEX.- SEDAGRO, en Villa Guerrero, Méx.

RESUMEN. La roya blanca (*Puccinia horiana* Henn.) es una enfermedad agresiva que ataca al cultivo de crisantemo a nivel mundial, incluyendo a México. Es de trascendental importancia desarrollar estrategias de control que incluyan la generación de información sobre el grado de resistencia. En esta investigación se valoró la susceptibilidad o resistencia de 18 variedades de crisantemo (16 variedades de introducción y 2 testigos regionales) a *P. horiana*. La hipótesis a probar supuso desde un principio que al menos una de las 18 variedades estudiadas era inmune. Este trabajo se realizó en un invernadero rústico de la Facultad de Ciencias Agrícolas, de la UAEM en Toluca, Méx. utilizando un diseño de bloques completos al azar con 18 tratamientos (variedades) y tres repeticiones. De acuerdo al porcentaje de incidencia encontrado durante ocho fechas (semanas) en los materiales estudiados, estos se clasificaron en cuatro grupos: Altamente Susceptibles: Spider (SPI) y Super White (SWH); Susceptibles: White Polaris (WPO), Yellow Polaris (YPO), Artic (ART), Divinity (DIV), Dinara USPPP (DIN), White Marble (WMA) y White Indianapolis (IND); Resistentes: Sassy Marble (SMA), Blue Marble (BMA), Florida Marble (FMA), Snow Cristal (SCR) y Snowdon USPPP (SNO) e Inmunes: Yellow Knight (YKN), Fred Shoemith (FSH), Albatros (ALB) y Yellow Albatros (YAL).

PALABRAS CLAVE: Síntomas, susceptibilidad, resistencia genética.

EVALUATION OF 18 CHRYSANTHEMUM VARIETIES TO RESISTANT TO WHITE RUST

SUMMARY. The white rust of chrysanthemum caused by *Puccinia horiana* Hennings is an aggressive disease in many places of the world, including México. Control methods have been aimed at obtaining resistant cultivars. In this work the susceptibility to the disease of a set of 16 introduced cultivars and two local cultivars was evaluated. The study was carried out in a rustic greenhouse at the Facultad of Ciencias Agrícolas (U.A.E.M.), El Cerrillo, México. The experiment was arranged in three randomized blocks. The incidence of the disease was assessed weekly during eight weeks. By level of incidence, the cultivars were classified in four groups as follows: a) Very Susceptible: Spider (SPI) and Super White (SWH); b) Susceptible: White Polaris (WPO), Yellow Polaris (YPO), Artic (ART), Divinity (DIV), Dinara USPPP (DIN), White Marble (WMA) and White Indianapolis (IND); c) Resistant: Sassy Marble (SMA), Blue Marble (BMA), Florida Marble (FMA), Snow Cristal (SCR) and Snowdon USPPP (SNO) and d) Inmunes: Yellow Knight (YKN), Fred Shoemith (FSH), Albatros (ALB) and Yellow Albatros (YAL).

KEY WORDS: Symptoms, susceptibility, genetic resistant.

INTRODUCCION

La roya blanca (*Puccinia horiana* Henn.) del crisantemo descrita por Hennings en 1901, ha causado grandes daños económicos a este cultivo desde la fecha de su detección hasta la actualidad en más de 27 países del mundo(2)(3)(5). En México, la enfermedad fue detectada en 1993 (8). Debido a la agresividad del patógeno y a la gravedad del problema, en julio del mismo año se publicó en el Diario Oficial de la Federación un plan

de prevención y/o control contra esta enfermedad en el territorio nacional. En octubre de 1993 se localizó en cuatro municipios del Estado de México afectando a 150 hectáreas de 500 productores, calculándose las pérdidas en cinco millones de nuevos pesos (15).

Actualmente la roya blanca se presenta en la zona florícola del Estado de México en forma mucho más destructiva que la roya común (*Puccinia chrysanthemi*), debido a que *P. horiana* es capaz de infectar brotes tiernos y hojas, reduciendo el vigor de las plantas, la calidad de la flor y su valor comercial.

Un aspecto consecuente de suma importancia es la cuarentena que existe a nivel internacional para aquellos países que tienen presente la enfermedad. Con ella, México se ve privado de realizar exportaciones de crisantemo representando pérdidas económicas muy considerables, sobre todo para la región florícola más importante del país y que comprende los municipios de Villa Guerrero, Tenancingo y Coatepec Harinas, en el Estado de México.

En México y en la mayoría de los países que han tenido y tienen presente la roya blanca, el control de la misma se ha realizado a través del control químico (1)(7)(10)(12)(14)(16) y/o destrucción del material infectado (2)(3)(4)(9)(11); sin embargo, hay reportes de razas del patógeno que han venido a complicar este panorama (3)(6). Tomando en cuenta que en nuestro país se presentó desde 1993 y que a la fecha sólo se han realizado algunas investigaciones sobre el control químico de *P. horiana* (1)(10), es indispensable generar información del grado de resistencia a la roya de los materiales que se encuentran comercialmente en México y de aquellos otros con perspectivas a ser comerciales, así como de las etapas de patogénesis y su posible relación con la resistencia y sus componentes en la planta, para obtener un conocimiento más detallado de la enfermedad y consecuentemente de su manejo. Enfocando nuestro interés a este respecto, el presente estudio planteó como objetivo central el valorar la susceptibilidad o resistencia de 18 variedades de crisantemo (16 materiales de introducción y 2 testigos regionales) a la roya blanca. La hipótesis a probar supuso que al menos una de las 18 variedades era inmune a *P. horiana*.

METODOLOGIA

La investigación se realizó en un invernadero rústico del Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados en Fitomejoramiento (CIEAF) de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEM, en el Cerrillo Piedras Blancas municipio de Toluca, Méx. Se estableció utilizando un diseño de bloques completos al azar con 18 tratamientos (variedades) y tres repeticiones. Las variedades de crisantemo estudiadas se agruparon en cuatro tipos: a) tipo margarita: White Marble (WMA), Blue Marble (BMA), Florida Marble (FMA), Sassy Marble (SMA), Divinity (DIV) y Dinara USPPP (DIN); b) tipo crisantemo (standar): Albatros (ALB), Yellow Albatros (YAL), Snowdon USPPP (SNO), Fred Shoemith (FSH), Snow Cristal (SCR) y White Indianapolis (IND) (testigo regional); c) tipo polar: Artic (ART), White Polaris (WPO) y Yellow Polaris (YPO) e d) tipo spider: Super White (SWH), Yellow Knight (YKN) y Spider (SPI) (testigo regional). Los testigos regionales y los materiales de introducción se obtuvieron del Centro Experimental Hortoflorícola "El Islote", ICAMEX- SEDAGRO, en Villa Guerrero, Méx. La planta-

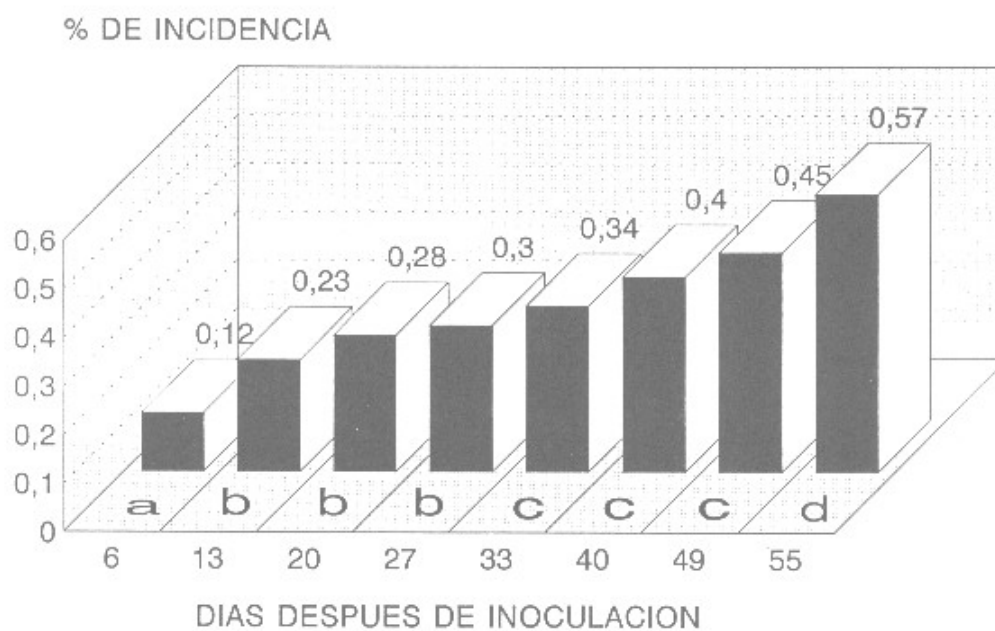
ción se estableció el 01 de marzo de 1995 y la parcela experimental estuvo compuesta por 33 plantas de cada variedad (0.81 m²). Cincuenta y nueve días después se inocularon por aspersión 104 propágulos (teliosporas) de *P. horiana* (17), obtenidos de plantas enfermas de crisantemo colectadas en Villa Guerrero, Méx. Se regó por aspersión (nocturna de 12 h) cada quince días durante tres meses a partir de la fecha de inoculación (28-03-95) para favorecer el desarrollo de la enfermedad y se registraron tres lecturas diarias de temperatura y humedad relativa (8:00, 13:00 y 18:00 h) antes y hasta 10 días después de esa fecha. Asimismo, se determinó el porcentaje de incidencia de la enfermedad durante ocho semanas contando y marcando las plantas afectadas por variedad y repetición (bloque). Los resultados se procesaron aplicando un Análisis de Varianza para el modelo utilizado y se hicieron pruebas de comparación múltiple de contrastes ortogonales para detectar diferencias entre las variedades de introducción y los testigos regionales. Por otro lado, se hizo el mismo ANOVA con la prueba de Tukey al 0.05 para comparar días después de inoculación (fechas), tipos de crisantemo, y para detectar diferencias entre variedades dentro de cada tipo.

RESULTADOS Y DISCUSION

La Figura 1 muestra el desarrollo gradual de la enfermedad (% de incidencia) durante los 55 días después de haberse inoculado con *P. horiana* (ocho semanas o fechas de muestreo).

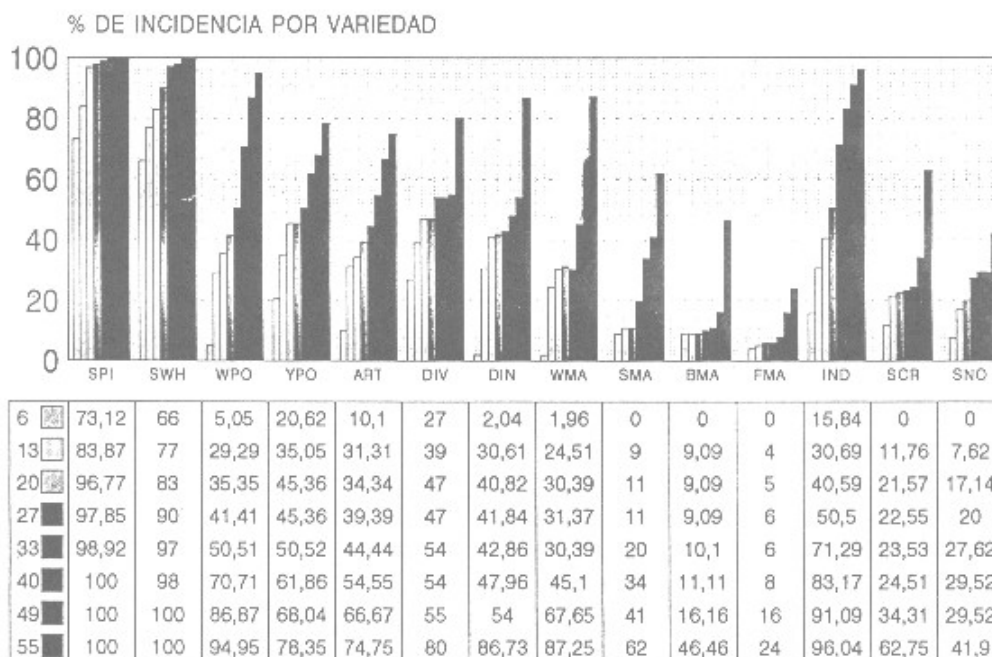
Las diferencias encontradas entre los días 6 - 13, 27 - 33 y 49 - 55, pueden atribuirse posiblemente a la acción conjunta de dos factores: los riegos quincenales que favorecieron las condiciones de temperatura y humedad relativa para el desarrollo de la enfermedad y la respuesta diferencial de los materiales (genotipos) estudiados al ataque de *P. horiana*, y que se puede observar con mayor detalle en la Figura 2 para cada variedad. El análisis individual de los porcentajes de incidencia permitió distinguir cuatro grupos por el grado de desarrollo de la enfermedad: en el primero se incluyen evidentemente las variedades SPI y SWH que mostraron hasta un 100 % de incidencia a causa de su alta susceptibilidad (altamente susceptibles), le siguen YKN, FSH, ALB y YAL integrando el grupo de genotipos que no presentaron síntomas de la enfermedad (inmunes) (Figura 3). En un tercer y cuarto grupos quedaron incluidas las variedades WPO, YPO, ART, DIV, DIN, WMA e IND y SMA, BMA, FMA, SCR y SNO respectivamente, caracterizados por un desarrollo gradualmente más lento de la enfermedad (susceptibles y resistentes).

Por otra parte, al comparar los testigos regionales con las variedades de introducción como grupos (Figura



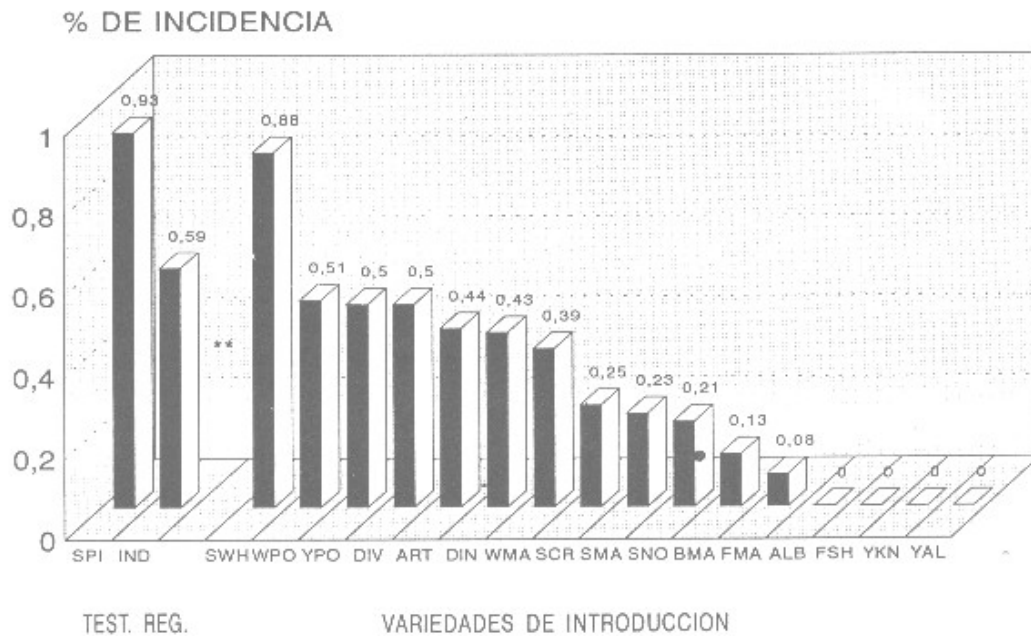
TUKEY (0.05). Letras iguales denotan igualdad estadística.

Fig. 1. Incidencia de roya blanca en crisantemo durante 55 días después de la inoculación (Promedio de 18 variedades).



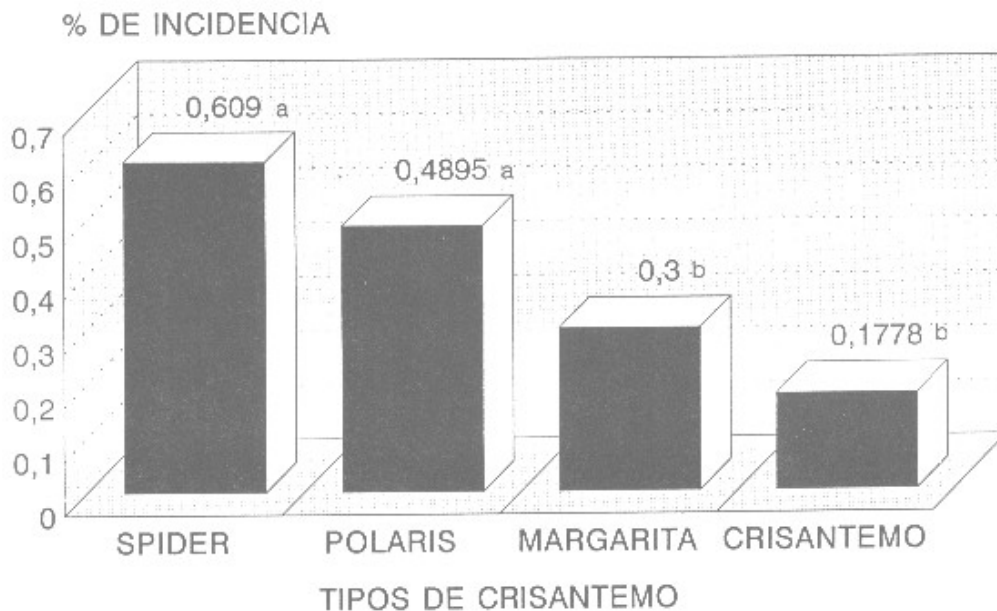
NO INCLUYE A LAS VARIEDADES QUE MOSTRARON INMUNIDAD
(YKN, FSH, ALB y YAL)

Fig. 2. Incidencia de la Roya blanca en crisantemo durante 55 días después de inoculación por variedad.



CONTRASTES ORTOGONALES (0.05). ** INDICA DIFERENCIA ALTAMENTE SIGNIFICATIVA.

Fig. 3. Incidencia de la Roya blanca en crisantemo, comparación entre testigos regionales vs. var. de introducción.



TUKEY (0.05). Letras iguales denotan igualdad estadística.

Fig. 4. Incidencia de la Roya blanca en cuatro tipos de crisantemo (Prom. de var. por tipo)

ra 3) se encontró que aquéllos se comportaron mucho más sensiblemente que estas últimas.

Super White (SWH) fue el genotipo más susceptible del grupo de las variedades de introducción, mientras que ALB, FSH, YKN y YAL fueron las más resistentes (inmunes). El resto presentó distintos grados de resistencia o bien de susceptibilidad si se consideran los valores promedio de incidencia (tercer y cuarto grupos del párrafo anterior).

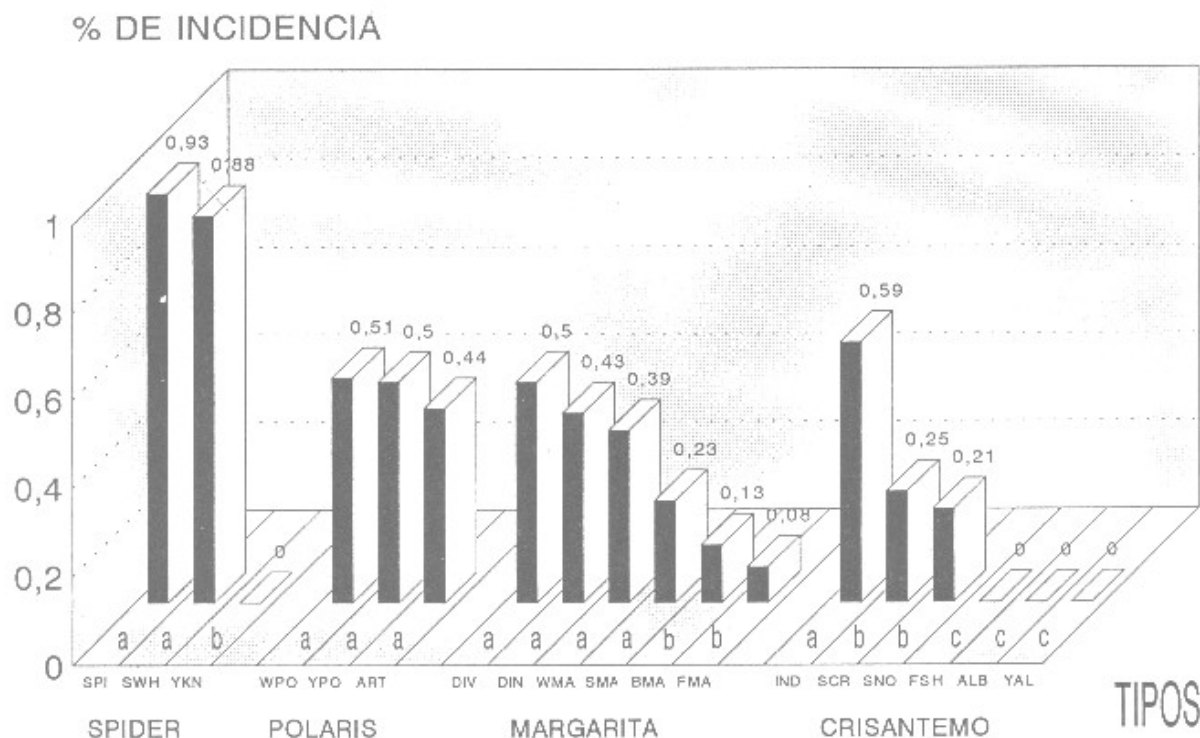
Con relación a la incidencia de la enfermedad en las variedades agrupadas ahora por el tipo de flor que producen (Figura 4), se encontró que los tipos spider y polaris se comportaron de manera diferente a margarita y crisantemo. Esto es de esperarse si tan solo se considera que en el tipo spider se incluyen a SPI y SWH que mostraron hasta el 100 % de incidencia.

Sin embargo, las comparaciones spider - polaris por un lado y margarita - crisantemo por el otro, resultaron estadísticamente iguales. En la Figura 5 se compara el grado de resistencia o susceptibilidad de las variedades que componen a cada tipo. Así, en los tipos spider y crisantemo el comportamiento exhibido por las variedades respectivas fue especialmente ilustrativo del se-

gundo factor anotado más arriba y que se refiere a la respuesta diferencial de los genotipos al ataque de *P. horiana*, no obstante pertenecer al mismo tipo como es el caso: SPI y SWH altamente susceptibles, mientras que YKN fue completamente resistente (inmune).

En términos generales, los resultados al interior de cada tipo concuerdan con lo ya mencionado para cada variedad y confirman la clasificación de éstas en los cuatro grupos propuestos por su grado de susceptibilidad o resistencia a la roya blanca, no obstante que difieren de otras clasificaciones como las de Martin y Firman (1970) (9), De Jong y Rademaker (1986) (4) y Rademaker y De Jong (1987) (11). Inclusive la clasificación de cada variedad puede diferir o no de lo reportado por otros autores. Así, por ejemplo, la susceptibilidad de la variedad IND se confirma por Martin y Firman (1970) (9) y la inmunidad de FSH por Baker (1967) (2) y Dickens (1968) (3), no así para ART y DIV que se comportaron como susceptibles a diferencia de lo encontrado por Martin y Firman en 1970 (resistentes) (9).

Estas y otras diferencias pueden deberse a variaciones genéticas del patógeno (razas) que pueden romper la resistencia o inmunidad originalmente observada en algunos genotipos. Los resultados obtenidos en esta



TUKEY (0.05). Letras iguales denotan igualdad estadística.

Fig. 5. Incidencia de la Roya blanca en crisantemo dentro de cada tipo.

investigación confirman la validez del supuesto hipotético planteado al principio, al detectar la presencia de inmunidad en al menos una de las variedades estudiadas.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos bajo las condiciones en que se llevó a cabo esta investigación permiten concluir lo siguiente:

1. La presencia de roya blanca en las variedades de crisantemo estudiadas se debió al potencial de inóculo de *Puccinia horiana*, a las condiciones de temperatura y humedad relativa y al grado de susceptibilidad que presentó cada variedad.
2. El análisis individual de la incidencia de roya blanca durante 55 días después de la inoculación de *P. horiana* (ocho fechas de muestreo), permitió distinguir cuatro grupos de variedades por su grado de susceptibilidad o resistencia a la enfermedad: altamente susceptibles, susceptibles, resistentes e inmunes.
3. Las variedades Spider (SPI) y Super White (SWH) se clasificaron como altamente susceptibles; White Polaris (WPO), Yellow Polaris (YPO), Artic (ART), Divinity (DIV), Dinara USPPP (DIN), White Marble (WMA) y White Indianapolis (IND) como susceptibles; Sassy Marble (SMA), Blue Marble (BMA), Florida Marble (FMA), Snow Cristal (SCR) y Snowdon USPPP (SNO) como resistentes y Yellow Knight (YKN), Fred Shoemith (FSH), Albatros (ALB) y Yellow Albatros (YAL) como inmunes o completamente resistentes.
4. El grupo de los testigos regionales (SPI e IND) fue en promedio mucho más susceptible a la roya blanca que las variedades de introducción.
5. Super White (SWH) fue el genotipo más susceptible del grupo de las variedades de introducción, inclusive más aun que White Indianapolis (IND) (testigo regional).
6. El porcentaje promedio de incidencia de roya blanca fue mayor en los tipos Spider y Polaris. Las comparaciones Spider-Polaris por un lado y Margarita-Crisantemo (Standar) por el otro, resultaron estadísticamente iguales.
7. La comparación de variedades dentro de cada tipo fue ilustrativo de la respuesta diferencial de los genotipos al ataque de *P. horiana* y confirmativa de la clasificación propuesta en cuatro grupos de susceptibilidad o resistencia mencionada más arriba.

LITERATURA CITADA

1. ANDRADE, M. R.; V. P. MARTINEZ. 1994. Reporte Técnico del Efecto del Q-2000 en el Control de *Puccinia horiana* en

Crisantemo (*Chrysanthemum morifolium*). Reporte Técnico. Centro de Bioingeniería. ITESM (Campus Querétaro). 15 p.

2. BAKER, J.J. 1967. Chrysanthemum White Rust in England and Wales. 1963-66. Pl. Path. 16:162-166.
3. DICKENS, J. S. W. 1968. The resistance of various cultivars and species of chrysanthemum to white rust (*Puccinia horiana* Henn.). Pl. Path. 17:19-22.
4. DE JONG J.; W. RADEMAKER. 1986. The reaction of *Chrysanthemum* cultivars to *Puccinia horiana* and the inheritance of resistance. Euphytica 35:945-52.
5. FIRMAN, I.D.; P.H. MARTIN. 1968. White rust of chrysanthemums. Ann. Appl. Biol. 62:429-42.
6. KREBS, K.E. 1965. Chrysanthemum white rust can be controlled. Gb + Gw. 85:69-73.
7. LARRAQUE, O.R.; B.S.GAMBOA. 1986. Control químico de la roya blanca del crisantemo. Rev. de la Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de la Plata. 61/62:191-93.
8. LOPEZ, G.A. 1993. Roya blanca del crisantemo. Rev. Ciencias Agrícolas Informa. Facultad de Ciencias Agrícolas, U.A.E.M. Núm. 2:5-8.
9. MARTIN, P.H.; I.D. FIRMAN. 1970. Resistance of Chrysanthemum Cultivars to White Rust (*Puccinia horiana*). Pl. Path. 19:180-84.
10. MIRELES, C.G. 1994. Evaluación del Control Químico de la Roya Blanca (*Puccinia horiana* Henn.) en Crisantemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat) var. Spider, en Villa Guerrero, Estado de México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Agrícolas, U.A.E.M. 47 p.
11. RADEMAKER, W.; J. DE JONG. 1987. Types of resistance to *Puccinia horiana* in Chrysanthemum. Acta Horticulturae 197:85-88.
12. ROLIN, P.R.; G.P. PITTA; R.M. CARDOSO; D.A. OLIVEIRA. 1982. Controle químico da ferrugem branca (*Puccinia horiana* P. Henn.) do crisantemo (*Chrysanthemum* spp.). Biológico 48:311-17.
13. SARH. 1993. Plan de Prevención contra la Roya Blanca del Crisantemo. Diario Oficial de la Federación, 22 de julio. Estados Unidos Mexicanos.
14. SMITS, B.G.; R. RINALDI; R. NOGUERA. 1992. Roya Blanca del Crisantemo en Venezuela. Unit Central de Venezuela. Facultad de Ciencias, Escuela de Biología. Depto. Botánica. Rev. de Fitopatología 27:90-93.
15. SOL DE TOLUCA. 1993. Roya Blanca sobre cuatro municipios. Art. del Periódico "El Sol de Toluca".
16. YANG, H.C.; C.W. KAO; L.S. LEU. 1992. The ecology and control of white rust occurred on chrysanthemum. Plant Protection Bulletin (Taipei) 34:125-38.
17. ZANDVOORT, R.; C.A.M. GROENEWEGEN; J.C. ZADOKS. 1968. Methods for the inoculation of *Chrysanthemum morifolium* with *Puccinia horiana*. Neth J. Pl. Path. 74:174-76.