

Control de la roya blanca (*Puccinia horiana* Henn.) en crisantemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.) variedad Spider

MARÍA DEL CARMEN CORONA RODRÍGUEZ,* ARMANDO GARCÍA FRÍAS,** TOMÁS H. NORMAN MONDRAGÓN,* JESÚS G. AQUINO MARTÍNEZ,** FERNANDO R. SANDOVAL ROSALES* Y LUIS MIGUEL VÁZQUEZ GARCÍA*

Control of Rust White in *Chrysanthemum*, Variety Spider

Abstract. The research was conducted to test the fungicide effect of three preventive and six curative products on a chrysanthemum variety susceptible to the white rust, as Spider. The flowers were planted in a rustic greenhouse at the Facultad de Ciencias Agrícolas (UAEM), Toluca, Mexico. The experiment was carried out in a three randomized block design with ten treatments and three repetitions. The incidence and the level of damage caused by the disease were evaluated in order to know the degree of pathogen control of the products that were used. Other evaluated traits were the length and diameter of the stem (cm) and the diameter of the flower (cm). The results showed that Miclobutanil (1 g/l) applied every two weeks, Tebuconazole (0.5 ml/l) and Bromoconazole (1.5 g/l) in weekly applications were highly effective to control the pathogen. In general, all treatments diminished the shoot length in relation to the control; likewise, their influence on the major or minor diameter of shoots and flower were attributed to the grade of white rust's control and/or to the secondary effect of the active ingredient of the utilized products.

Introducción

En los últimos años, el desarrollo de la floricultura ha colocado al Estado de México en el primer lugar de producción de flores a nivel nacional. Sin embargo, a partir de 1993 el cultivo del crisantemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.), que en la región ocupa el tercer lugar en importancia comercial, se ha visto afectado por una enfermedad de origen fungoso llamada comúnmente roya blanca (*Puccinia horiana* Henn.), que ha ocasionado

grandes pérdidas económicas a los productores y distribuidores de esta especie ornamental, especialmente en su exportación a Estados Unidos y otros países (Dirección General de Sanidad Vegetal, 1993 y Peterson *et al.*, 1978).

Hennings (1901) describió al patógeno con las siguientes características: hongo basidiomicete, microcíclico y parásito de un solo huésped (roya autoica). El hongo produce dos tipos de esporas: teliosporas y basidiosporas; su germinación se ve favorecida por temperaturas de 4 a 24°C y humedad relativa superior a 90% (Dordevic, 1990; Fax, 1993 y Smits *et al.*, 1992).

Los síntomas de la enfermedad se manifiestan inicialmente en el haz de las hojas como manchas verde claro o amarillentas de hasta 5 mm de diámetro. Con el tiempo, los centros de esas manchas se deprimen, se tornan café y finalmente se necrosan. En el envés se observan pústulas blancoamarillentas (de ahí el nombre de roya blanca), cerosas, circulares, prominentes, de consistencia dura y de 2.5 a 5 mm de diámetro que coinciden con las manchas del haz; después de la diseminación de las esporas, estas pústulas se tornan de color rosado a café. Presentadas las primeras lesiones, la infección foliar se extiende desde el estrato inferior de la planta hacia el superior, al tiempo que seca progresivamente las hojas. Las pústulas raramente se localizan en los tallos, brácteas y flores.

* Profesor-investigador de la Facultad de Ciencias Agrícolas, UAEM. Teléfono y fax: 91 (729) 6 55 29. Apartado Postal 435. Toluca, México. C. P. 50000.

** Investigador del ICAMEX. Metepec, México.



La intensidad de la infección varía según la susceptibilidad de la variedad de crisantemo y del estado fisiológico de las plantas. Se pueden presentar desde unas cuantas pústulas por planta hasta invadirla por completo, comenzando por los brotes más tiernos; en casos extremos, las plantas pueden morir o, si llegan a florear, producen flores pequeñas y deformes de escaso valor comercial.¹

Para disminuir o erradicar esta enfermedad se han realizado investigaciones sobre el tipo de resistencia de variedades comerciales,² control biológico (Srivastava *et al.*, 1986) y control químico. Con respecto a este último, se ha encontrado que el grupo de las carboxamidas (carboxin, oxicarboxin y benodanil) ha sido efectivo,³ sin embargo producen cierto grado de fitotoxicidad o reducen el crecimiento de las plantas (Srivastava, *op. cit.*; De Vis, 1981 y Zamorski, 1985). El triforine, triadimefón, tebuconazol, bitertanol, propiconazol, miclobutanil y diclobutrazol, del grupo de los fungicidas azoles, también son efectivos en diferentes grados aunque pueden ser fitotóxicos o inhibir el desarrollo de las plantas.⁴ Se ha comprobado que los azoles inhiben la síntesis del ergosterol en hongos y en general la síntesis de esteroides en plantas (Grunwald, 1980). Es muy probable que en las royas exista un gradiente de inhibición de acuerdo al producto utilizado. En el caso de vegetales se tiene una inhibición en la etapa de crecimiento, lo que se refleja en la disminución de la altura del tallo debido al efecto de alteración en la membrana celular. Sin embargo, esta acción negativa probablemente pueda contrarrestarse con la aplicación de giberelinas, puesto que ellas inducen la formación de esteroides (*ibid.*), o por la adición de auxinas, específicamente el ácido naftalen acético, que incrementa el contenido de esteroides en algunas especies (Geuns, 1974 y 1975; Grunwald, *op. cit.*).

Por otra parte, se encontró que el mancozeb, como tratamiento preventivo, logró controlar la

roya blanca (De Vis, *op. cit.*) o sólo disminuir sus efectos, de la misma forma que el clorotalonil (Mireles, 1995a y 1995b).

Rademaker y De Jong (1987) mencionan que para lograr la ausencia total de síntomas de la enfermedad en cultivares con resistencia incompleta se requiere del empleo de fungicidas, no obstante las restricciones actuales para su uso. Esto obliga a investigar sobre el control químico del patógeno paralelamente a su control genético, a efecto de lograr un manejo más integrado y sustentable de la enfermedad. Desde esta perspectiva, el presente trabajo planteó como objetivo evaluar la acción fungicida de tres productos preventivos y seis curativos en la variedad de crisantemo Spider, que es altamente susceptible a la roya blanca. La hipótesis supuso que al menos uno de esos productos (tratamientos) era efectivo para el control de esta enfermedad.

I. Metodología

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, México. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con diez tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos fueron de la siguiente manera:

- 1) propiconazol (1ml/l),
- 2) tebuconazol (1ml/l),
- 3) miclobutanil (1g/l),
- 4) mancozeb (2g/l),
- 5) triforine (1ml/l) más mancozeb (2g/l),
- 6) cal agrícola (3-60g),
- 7) extracto de toronja (2ml/l),
- 8) bromoconazol (1.5ml/l),
- 9) tebuconazol (1ml/l y 0.5ml/l), y
- 10) testigo, sin aplicación.

Se utilizó la variedad Spider de crisantemo, identificada por Norman *et al.* (1995) como altamente susceptible a la roya blanca; los esquejes fueron donados por el Centro Experimental Hortoflorícola El Islote-ICAMFX, ubicado en Villa Guerrero, México. La plantación se estableció el 13 de julio de 1995, y la parcela experimental estuvo compuesta por 33 plantas de esa variedad (0.81 m²). Veintidós días después se inició la aplicación de los tratamientos y a la semana siguiente se inocularon las plantas por aspersión de

1. Ver Dirección General de Sanidad Vegetal, *op. cit.*; Dordevic, *op. cit.*; Fax, *op. cit.*; Mireles, 1995a y 1995b; Smits *et al.*, 1992.

2. Al respecto ver Fax, *op. cit.*; Norman *et al.*, 1995; Rademaker y De Jong, 1986 y 1987.

3. Para profundizar en el tema remitirse a Dickens, 1990; Kajiwara, 1972; Larraque y Gamboa, 1986; Smits *et al.*, *op. cit.*; Yang *et al.*, 1992 y Zamorski, 1985.

4. Véase Bonde *et al.*, 1995; Dickens, *op. cit.*; Fax, *op. cit.*; Krebs, 1965; Larraque y Gamboa, *op. cit.*; Mendoza, 1992; Rattling *et al.*, 1985; Yang, *op. cit.*; Zamorski, *op. cit.*

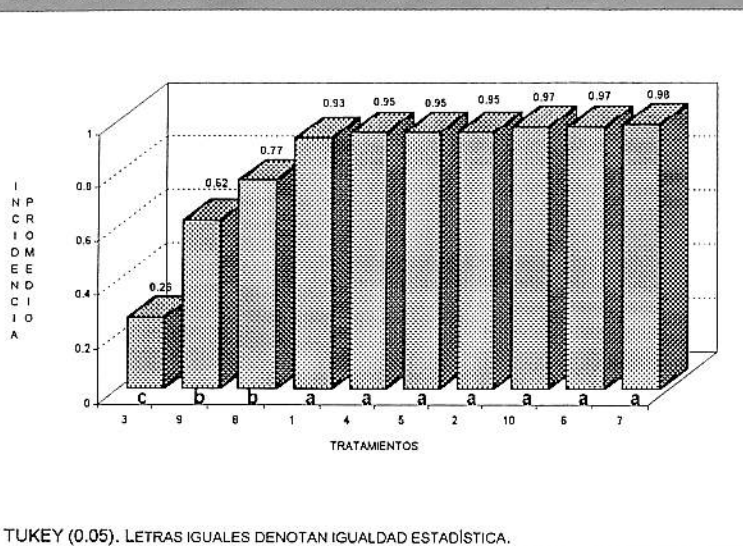
una suspensión con 10^6 propágulos (teliosporas de *P. horiana*)/ml, obtenidos de plantas enfermas de Spider. Se asperjó a las 19:00 h hasta punto de goteo con un aspersor manual de 1.5 litros. El tebuconazol (tratamiento 9) se aplicó inicialmente por inmersión de los esquejes en una solución de un mililitro por litro de agua, durante diez minutos antes de establecer la plantación. Posteriormente, se utilizó una dosis de 0.5 ml/l aplicada semanalmente por aspersión. Los tratamientos 1, 2, 3 y 7 se aplicaron cada catorce días y los restantes semanalmente. La cal agrícola se aplicó manualmente mediante un espolvoreador. El periodo de aspersión con fungicidas duró doce semanas, hasta antes de la formación de botones florales. Asimismo, se regó por aspersión nocturna de 12 h cada dos semanas durante tres meses a partir de la fecha de inoculación -9 de agosto de 1995- para favorecer el desarrollo de la enfermedad. A partir de los diez días después de la inoculación, semanalmente se determinó el porcentaje de incidencia de roya blanca, y una semana después, con la misma periodicidad, el nivel de daño provocado. Para éste último, se evaluó en forma visual el área foliar del envés con pústulas en los estratos inferior (I), medio (M) y superior (S) de todo el follaje en las ocho plantas centrales de cada parcela y repetición, para ello se utilizó una escala de daño de 0 a 5 de la siguiente forma: 0 = 0.0% sana, 1 = 1-20%, 2 = 21-40%, 3 = 41-60%, 4 = 61-80% y 5 = 81-100%.

En el periodo de cosecha, se determinó en centímetros la longitud y diámetro de tallo y diámetro de flor de las plantas evaluadas. Los resultados se procesaron con un análisis de varianza (ANOVA) para el modelo utilizado; asimismo, se empleó la prueba de Tukey (alfa = 0.05) para detectar diferencias entre los tratamientos probados en cada una de las variables estudiadas.

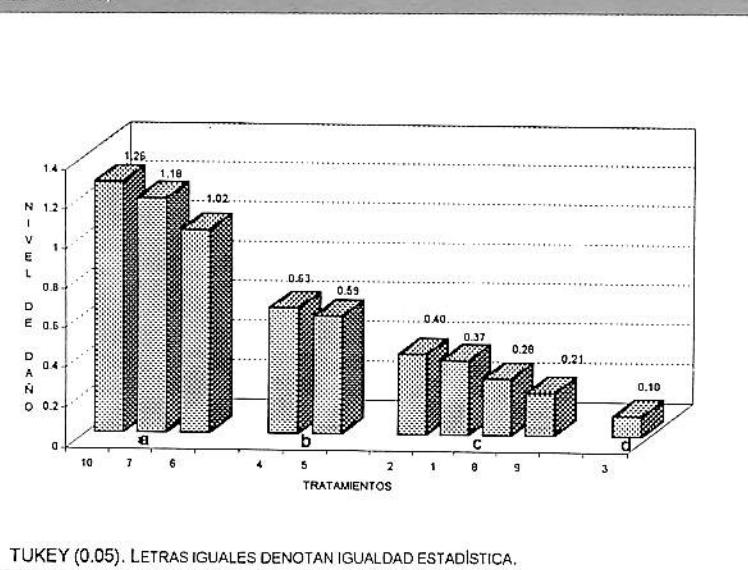
II. Resultados y discusión

La gráfica 1 muestra el efecto de los tratamientos probados en el control de la roya blanca (incidencia promedio de diez semanas). En ella se observa que el miclobutanil (3) se comportó como el mejor tratamiento; el tebuconazol (9) y el bromoconazol (8) aplicados semanalmente, también presentaron un efecto positivo en el control de la enfermedad. Los tratamientos restantes se comportaron estadísticamente igual al testigo (10) y no ejercieron nin-

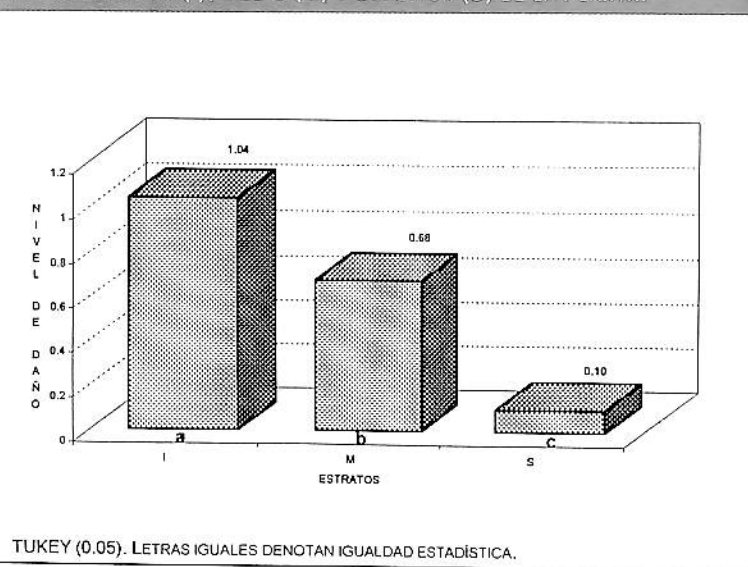
GRÁFICA 1. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS PROBADOS EN EL CONTROL DE LA ROYA BLANCA (INCIDENCIA PROMEDIO DE DIEZ SEMANAS).



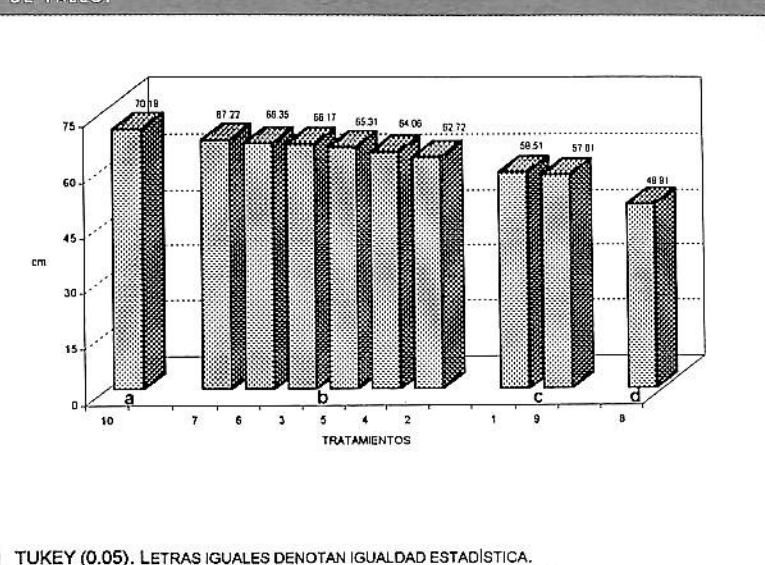
GRÁFICA 2. NIVEL DE DAÑO POR TRATAMIENTO (PROMEDIO DE NUEVE LECTURAS).



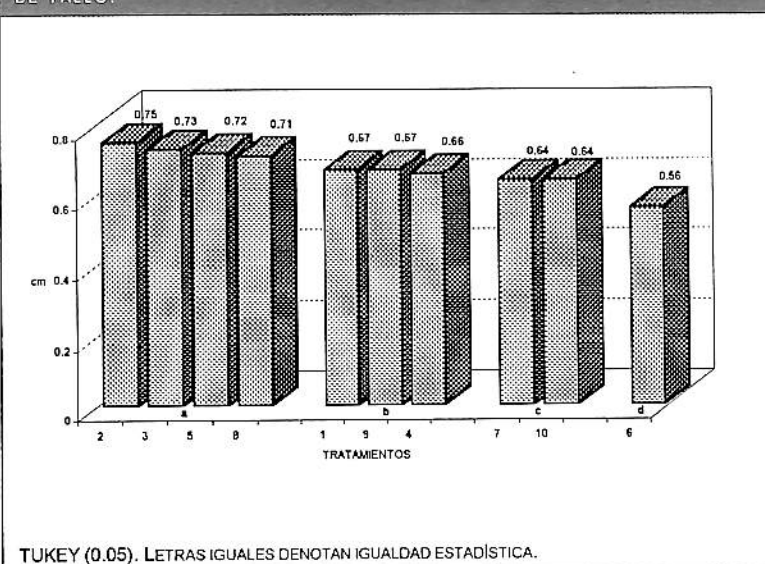
GRÁFICA 3. NIVEL DE DAÑO PROMEDIO POR *P. HORIANA* EN LOS ESTRATOS INFERIOR (I), MEDIO (M) Y SUPERIOR (S) DE LA PLANTA.



GRÁFICA 4. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS PROBADOS EN LA LONGITUD DE TALLO.



GRÁFICA 5. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS PROBADOS EN EL DIÁMETRO DE TALLO.



guna acción fungicida contra el patógeno (promedio de incidencia superior a 93%).

La comparación estadística de los promedios por tratamiento para el nivel de daño (gráfica 2), permitió distinguir cuatro grupos diferentes según el grado de control de la enfermedad. En general, los tratamientos curativos mostraron los promedios más bajos de daño por *P. horiana*, especialmente el miclobutanil (3), el tebuconazol (9) y el bromoconazol (8) que resultaron ser los más efectivos en el control de la roya blanca. El mancozeb más triforine (5) y el mancozeb (4) registraron

menos efectividad, mientras que la cal (6) y el extracto de toronja (7) no ejercieron ningún control (iguales al testigo).

Por otro lado, al estudiar el nivel de daño por *P. horiana* en cada estrato de la planta (ver gráfica 3), se encontró que el nivel de daño promedio en el estrato I fue mucho más severo que en el M y aún más que en el S, debido a que en la base de la planta suelen mantenerse constantes las condiciones de temperatura y humedad (microclima) para la germinación, penetración del patógeno, mayor colonización y desarrollo de la enfermedad. Estos resultados concuerdan con lo reportado por otros autores sobre la distribución de la sintomatología en la planta⁵ y confirman las conclusiones de Norman (*op. cit.*) en sus estudios de la resistencia a la roya blanca en crisantemo.

Con relación a las variables de la calidad de la flor, la comparación de las medias de los tratamientos reveló lo siguiente:

a) Longitud del tallo

En la gráfica 4 se observan cuatro niveles de significancia estadística para la longitud del tallo de la planta. Al testigo (10) le correspondió la mayor altura (70.18 cm), mientras que los tratamientos restantes disminuyeron gradualmente esta longitud. El propiconazol (1), tebuconazol (9) y bromoconazol (8) mostraron este efecto en forma más pronunciada, al último correspondió el menor valor (49.91 cm). Este efecto secundario de los fungicidas azoles puede consistir en la inhibición de la síntesis de esteroides que repercute en una disminución en la altura del tallo, tal y como lo mencionan Grunwald (*op. cit.*), Geuns y Vendrig (1974) y Geuns (1975). Por otro lado, el comportamiento observado del propiconazol y tebuconazol coincide con lo reportado por Dickens (1990), Krebs (1965) y Ratting *et al.* (1985).

b) Diámetro de tallo

En la gráfica 5, se distinguen cuatro niveles de significancia estadística para esta variable. En los grupos *c* y *d*, la disminución del crecimiento secundario del tallo fue una consecuencia del daño ocasionado por la presencia de la enfermedad, debido a que la cal agrícola y el extracto de toronja fueron los tratamientos que no mostraron ninguna acción de control (gráfica 1) y en consecuencia sufrieron el mayor nivel de daño por *P. horiana* (gráfica 2). Los tratamientos 4, 9 y 1 del grupo *b* presentaron un mayor diámetro de tallo

5. Especialmente con los reportados por la Dirección General de Sanidad Vegetal, *op. cit.*; Dordevic, *op. cit.*; Fax, *op. cit.*; Mireles, 1995a y 1995b; Smits, *op. cit.*

con relación a los grupos anteriores, debido quizás a un menor daño provocado por la enfermedad. En el grupo *a* quedó de manifiesto que el mayor diámetro de tallo se debió a que los fungicidas curativos ejercieron un mejor control sobre el patógeno (ver gráficas 1 y 2).

c) Diámetro de flor

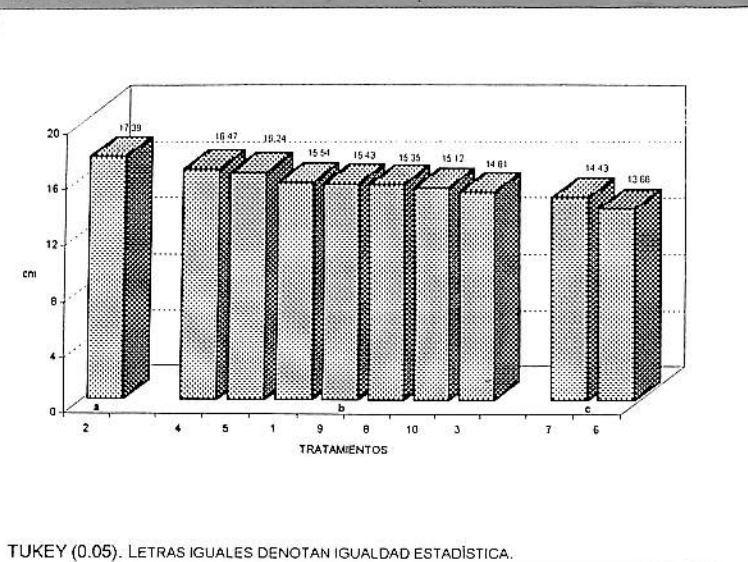
Estadísticamente se observan tres grupos diferentes para esta variable en la gráfica 6. En el primero sólo se encuentra el tratamiento 2, a base de tebuconazol, que fue el que produjo mayor diámetro de flor, probablemente debido a la dosis empleada (el doble del tratamiento 9) y a la periodicidad de aplicación (quincenal). Los tratamientos 10, 4, 5, 1, 9, 8 y 3 del grupo *b*, disminuyeron gradualmente el diámetro de la flor debido al daño causado por la presencia de la enfermedad en la planta y tal vez a otros efectos secundarios que pudieran derivarse del ingrediente activo de los productos utilizados. En el caso del grupo *c*, que comprende a los tratamientos que produjeron el menor diámetro de flor (extracto de toronja y cal agrícola), el efecto observado se debió seguramente a la acción de *P. horiana* sobre el follaje.

Al hacer un análisis comparativo del testigo con los mejores tratamientos en el control de la roya blanca, para estas tres variables de la calidad de la flor, se evidenciaron los efectos que en la planta causó la presencia de la enfermedad, así como aquellos otros inherentes a la acción química de los tratamientos probados. Por ejemplo, el tratamiento testigo fue especialmente ilustrativo de los daños causados por la roya blanca en la inhibición del crecimiento secundario del tallo y en la reducción del diámetro de la flor (gráficas 5 y 6). En cuanto a los efectos en la planta por la acción fungicida de los mejores tratamientos (3, 9 y 8), un efecto secundario evidente fue la disminución de la longitud del tallo con relación al testigo (gráfica 4), así como un incremento en el crecimiento secundario del tallo (gráfica 5) y sin ninguna influencia significativa en el diámetro de la flor.

Conclusiones

1. Los mejores tratamientos para el control de la roya blanca fueron el 3, miclobutanil (1 g/l) en aplicación quincenal; el 9, tebuconazol (0.5 ml/l); y el 8, bromoconazol (1.5 ml/l), todos ellos aplicados semanalmente hasta antes de la formación de botones florales.

GRÁFICA 6. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS PROBADOS EN EL DIÁMETRO DE FLOR.



2. Estos tratamientos curativos mostraron el nivel de daño más bajo por *P. horiana*.

3. El nivel de daño promedio en el estrato inferior de la planta fue mucho más severo que en el medio y aún más que en el superior.

4. En general, todos los tratamientos probados disminuyeron la longitud del tallo con relación al tratamiento testigo.

5. Los tratamientos 1, 9 y 8 disminuyeron gradualmente la longitud del tallo de la planta, al último tratamiento correspondió el efecto más pronunciado (49.91 cm).

6. El mayor diámetro de tallo y flor, con respecto al testigo, se debió al efecto fungicida en el control del patógeno.

7. El menor diámetro en esas variables, se debió a la presencia de la roya blanca y/o al efecto secundario del ingrediente activo de los productos utilizados.



BIBLIOGRAFÍA

Bonde, M. R.; Peterson, G. L.; Rizvi, S. A. y Smilanick, J. J. (1995). "Myclobutanil as a Curative Agent for Chrysanthemum White Rust", en *Plant Dis.* 79: 500-505.

De Vis, E. (1981). "The Control of Japanese Rust on Chrysanthemums on Rockwool", en *Verbond sniepers voor de Belgische Sierteelt*, 25(2): 70-71.

Dickens, J. S. W. (1990). "Studies on the Chemical Control of Chrysanthemum White Rust Caused by *Puccinia horiana*", en *Plant Pathology*, 39(3): 434-442.

- Dirección General de Sanidad Vegetal (1993). *Plan de acción para la prevención de roya blanca del crisantemo* (*Puccinia horiana*). SARH, México, D. F.
- Dordevic, L. (1990). "Contribution to the Study of White Rust of *Chrysanthemum*", en *Plant Pathology*, 69:06461.
- Fax, S. A. de C. V. (1993). *La roya blanca del crisantemo* (*Puccinia horiana*). (Reporte técnico). México, D. F.
- Geuns, J. M.
- _____ y Vendrig, J. C. (1974). "Hormonal Control of Sterol Biosynthesis in *Phaseolus aureus*", en *Phytochemistry*, 13: 919-922.
- _____ (1975). "Regulation of Sterol Biosynthesis in Etiolated Mung Bean Hypocotyl Sections", en *Phytochemistry*, 14: 975-978.
- Grunwald, G. (1980). "Steroids", en *Secondary Plant Products*. (eds.) Bell, E. y Charlwood, B. *Encyclopedia of Plant Physiology New Series*. Vol. 8. Springer-Verlag, Berlin/N. Y. pp. 221-256.
- Hennings, P. Von. (1901). "Kleinere Mittheilungen. Eineg Neve Japanische Uredineen", en *Hedvigia*, 40: 25-26.
- Kajiwara, T. (1972). "1971 Evaluation of Candidate Pesticides (B-II). Fungicides: Upland Crops", en *Japan-Pesticide Information*, 1972. No. 12: 18-20.
- Krebs, K. E. (1965). "Chrysanthemum White Rust can be Controlled", en *Gb + Gw*, 85: 69-73.
- Larraque, O. R. y Gamboa, B. S. (1986). "Control químico de la roya blanca del crisantemo", en *Revista de la Facultad de Agronomía*. Universidad Nacional de la Plata. 61/62: 191-193.
- Mendoza, Z. C. (1992). *Fungicidas sistémicos y su modo de acción*. Departamento de Parasitología Agrícola, U.A.CH. México.
- Mireles, C. G.
- _____ (1995a). *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, UAEM. México.
- _____ y Vázquez, G. L. (1995b). *Control químico de la roya blanca* (*Puccinia horiana* Henn.) en *crisantemo* (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) variedad *Spider*, en *Villa Guerrero, Estado de México*. Facultad de Ciencias Agrícolas, UAEM. México.
- Norman, M. T. H.; García, F. A.; Sandoval, R. F. R.; Vázquez, G. L.; Aquino, M. J.; Corona, R. M. C. y Pedral, M. E. (1995). "Evaluación comparativa de la resistencia de 18 variedades de crisantemo (*Dendranthema grandiflora* Anderson) a la roya blanca (*Puccinia horiana* Henn.)", en *Rev. Chapingo*, Serie: Horticultura. U.A.CH., México. Vol. I(3): 113-119.
- Peterson, J. L.; Davis, S. H. y Weber, P.V. (1978). "The Occurrence of *Puccinia horiana* on *Chrysanthemum* in New Jersey", en *Plant Disease Reporter*, 62: 357-360.
- Rademaker, W. y De Jong, J.
- _____ (1986). "Japanese Rust How Susceptible or Resistent is the *Chrysanthemums*", en *Plant Pathology*, 65: 06070.
- _____ (1987). "Types of Resistance to *Puccinia horiana* in *Chrysanthemum*", en *Acta Horticulturae*, 197: 85-88.
- Ratting, H.; Zamorski, C. y Dit, M. C. (1985). "Spread and Control of White Rust (*Puccinia horiana*) on *Chrysanthemums* on Artificial Substrate", en *Plant Pathology*, 65: 03349.
- Smits, B. G.; Rinaldi, R. y Noguera, R. (1992). "Roya blanca del crisantemo en Venezuela", en *Rev. de Fitopatología*. Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. 27(2): 90-93.
- Srivastava, A. K.; Defago, G. y Henn, H. (1986). "Hyperparasitism of *Puccinia horiana* Another Microcyclic Rust", en *Plant Pathology*, 65: 6067.
- Yang, H. C.; Kao, C. W. y Leu, L. S. (1992). "The Ecology and Control of White Rust Occurred on *Chrysanthemum*", en *Plant Protection Bulletin* (Taipei), 34(2): 125-138.
- Zamorski, C. (1985). "Effectiveness of Fungicides in the Control of White Rust (*Puccinia horiana* Henn.)", en *Plant Pathology*, 64: 04962.

