

Hongos micorrízicos arbusculares como componente de control biológico de la pudrición causada por *Fusarium* sp. en gladiola

Dr. Abdul Khalil Gardezi - Hidrociencias, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, kabdul@colpos.mx

Dr. E. Ojeda Trejo - Edafología, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, enriqueot@colpos.mx

Ing. Agr. Habibshah Gardezi - Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, habibshah_mut@yahoo.com

Dr. Sergio R. Márquez Berber - Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, sermarber@gmail.com

Se realizó un experimento bajo condiciones de invernadero con gladiolas variedad Fany Roja, con el propósito de evaluar el efecto de la micorriza arbuscular en el control de la pudrición radical causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli*. Se utilizó un diseño de tratamientos completamente al azar con 10 repeticiones, en arreglo factorial 3x2, conformado por los factores micorriza y suelo. Se aplicaron tres tratamientos de micorriza (*Glomus* sp. Zac. 19, *G. aggregatum* y sin micorriza) en dos niveles de suelo (infestado naturalmente y pasteurizado). Las siguientes variables fueron evaluadas 120 días después del trasplante: altura de planta, peso seco de la parte aérea, peso seco de raíz, peso fresco de bulbos e índice de pudrición radical. Los resultados muestran que la adición de *Glomus* spp. mejoró la resistencia a pudrición radical en suelos infestados ($p > 0.05$). Además, se indica que el tratamiento sin micorriza en suelo pasteurizado produjo los valores más altos en la mayoría de las variables evaluadas. Por otra parte, los valores más bajos de altura de planta y peso seco de la parte aérea se obtuvieron en el tratamiento compuesto por suelo infestado sin micorriza, además de que presentó el mayor índice de pudrición radical. Los factores micorriza, suelo e interacción micorriza-suelo influyeron en la variable altura de la planta en una forma altamente significativa. En el caso de la variable peso seco de la parte aérea, sólo hubo diferencias altamente significativas en el factor suelo. Se puede mencionar que los tratamientos con *G. aggregatum* y *Glomus* sp. Zac-19 presentaron mayor control de la pudrición en comparación con suelos infestados sin micorriza.

Palabras clave: *Gladiolus grandiflorus*, pudrición radical, *Glomus* spp.

INTRODUCCIÓN

La gladiola (*Gladiolus grandiflorus*) es una de las flores más importantes a nivel mundial, ya que ocupa el quinto lugar entre las plantas bulbosas, siendo una de las flores más apreciadas dentro de las plantas ornamentales. Las gladiolas se utilizan como plantas de paisaje en jardines y como especímenes de exhibición y para corte; sus vistosas flores pueden ser prácticamente de cualquier color, excepto azul, aunque los tonos violetas parecen casi azules con luz tenue (Larson, 1988). El género *Gladiolus* pertenece a la clase Monocotyledoneae, familia Liliaceae. El nombre del género proviene de la palabra griega gladius, que significa sable, por la forma de sus hojas. La mayoría de las gladiolas crecen en estado natural en África del Sur, en el Cabo de Buena Esperanza. De este lugar se han originado también varias especies silvestres que crecen en Europa en la región del Mediterráneo. Se conocen más de 200 especies de gladiolas, pero pocas son realmente de interés en horticultura ornamental. Algunas se han empleando en

trabajos de hibridación, los cuales se hacen actualmente en Inglaterra, Holanda, EUA y Canadá. Hoy en día existen más de tres mil variedades de gladiolas, de las cuales se aprovechan aproximadamente 300 en la producción comercial (Leszczńska y Borys, 1984).

En México, esta especie ocupa el primer lugar entre las geofitas; actualmente se cultivan 2,568 ha entre los estados de Puebla (San Martín Texmelucan), Morelos, Michoacán, Estado de México (Villa Guerrero, Chalma, Malinalco, Valle de Bravo) y Veracruz (Leszczńska, 1989). En México la gladiola se cultiva mediante rotaciones periódicas en las diferentes áreas, debido principalmente al serio problema de diseminación de enfermedades fúngicas de gran persistencia en el suelo, como es el caso de *Stromatina* y *Fusarium*. La diseminación tan vertiginosa de las enfermedades se ocasionan principalmente por el sistema de propagación vegetativa tan eficiente que presenta la especie, ya que un solo corno, el cual se utiliza durante varias generaciones, produce en cada ciclo, decenas y a veces cientos de cormillos, muchos de los cuales se quedan en el suelo y otros pasan a formar parte del material que se empleará en sucesivas plantaciones. De tal manera que si un solo corno se encuentra enfermo o con daños o ha sido cultivado en un suelo infestado, esto es suficiente para asegurar que las plantas y el suelo quedarán contaminados con la enfermedad (*Stromatina*, *Fusarium*, *Phytium*, etc.). Esto hace necesario establecer un programa de rotación de cultivos, aplicar un control químico muy severo o establecer un programa de control biológico mediante la aplicación de hongos micorrízicos arbusculares contra hongos fitopatógenos del suelo, los cuales se ha demostrado son eficientes en el control de enfermedades edáficas (Gardezi *et al.*, 1999). Forsberg (1975) menciona a los hongos *Fusarium oxysporum*, *Pencillium gladioli*, y a la bacteria *Pseudomonas marginata* como los principales patógenos que atacan a los cormos o bulbillos de gladiola.

Por otra parte, Leyva (1992) menciona que la pudrición del bulbo, la pudrición de la raíz y el marchitamiento vascular de la gladiola han sido asociadas a *Fusarium oxysporium* f sp. *gladioli*, que es el patógeno más impor-

tante de este cultivo tanto para la producción de flor, como para la obtención de bulbo (Ochoa, 1994). Woltz y Magie (1977) señalaron que aún no es posible asegurar si se trata de diferentes etapas de la misma enfermedad (originadas todas por el mismo agente causal), o si se trata de diferentes fitopatógenos (hongos o bacterias) involucrados en un complejo. Cuando *Fusarium oxysporium* f sp. *gladioli* afecta los cormos, se observa pudrición en los anillos concéntricos de su estructura y las lesiones inician en la parte inferior de éste justo donde inician las raicillas, por lo que los síntomas son amarillamiento foliar y posteriormente la muerte de las plantas. Es común que al extraer la planta ya no exista el corno debido a su total pudrición o se encuentren sólo vestigios de éste (López, 1989).

Actualmente, bajo las condiciones de producción comercial de las gladiolas sólo es posible sembrar estas plantas una vez (o dos, en el mejor de los casos) en el mismo terreno y esperar de seis a ocho años para volver a cultivarlas en el mismo lugar, sin el riesgo de tener problemas fitopatológicos fuertes (Leszczńska-Borys, 1994). En algunos casos, ha sido posible disminuir la enfermedad causada por *Fusarium* al incorporar suficiente cal al suelo para mantener niveles de pH entre 6.5 a 7.0. Además se ha evaluado que una fertilización nitrogenada en forma de nitratos (90%) y amoniacal (10%) permite un mejor control de la enfermedad. Por otra parte, una alta fertilización nitrogenada favorece la pudrición del bulbo (Woltz y Magie 1975).

La pudrición y marchitamiento ocasionados por especies de *Fusarium* (Forsbug, 1975), es uno de los problemas más graves a los que se enfrenta el cultivo de la gladiola en todo el mundo, por lo que se hace necesario generar material propagativo sano, resistente a la enfermedad o aplicar algún tipo de control biológico. La endomicorriza arbuscular es una simbiosis que se establece entre ciertos hongos del orden Glomales, y una alta diversidad de especies vegetales que mejora la nutrición de la planta (Gerdemann, 1975; Gardezi *et al.*, 1995; Gardezi *et al.*, 1999, 2000) y que puede proveer a las plantas de cierta defensa contra el ataque de patógenos (Schonbeck y Dehne, 1977).

Agro
productividad

OBJETIVOS

Conocer el efecto de la micorriza arbuscular en el control de la pudrición radical ocasionada por *Fusarium oxysporum* f. sp. gladioli y el desarrollo de plantas de gladiola en dos tipos de suelo: uno naturalmente infestado y otro pasteurizado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un experimento en condiciones de invernadero, utilizando suelo infestado de Villa Guerrero, México, donde previamente se había cultivado gladiola que presentaba claros síntomas de pudrición radical. Se estudiaron los factores suelo y micorriza; el factor suelo tuvo dos niveles: pasteurizado y no pasteurizado; el factor micorriza tuvo 3 niveles: *Glomus* Zac-19, *G. aggregatum* y sin micorriza. La cepa fue proporcionada por sección de microbiología especialidad de edafología del colegio de postgraduados. La inoculación con el hongo endomicorrízico arbuscular se realizó al momento de que los cormos ya habían brotado, empleando 3 g de inoculante (suelo más 1.5 g de raíz con un promedio de 450 esporas/g de suelo de alfalfa colonizada) de *Glomus* sp. Zac-19 y 3 g de inoculante más 1.5 g de raíz colonizada de *G. aggregatum*. El material vegetativo se obtuvo de la región de Villa Guerrero, el cual presentaba síntomas de ataque por *Fusarium*; el cultivar fue Fany roja, de calibre 12-14. Se utilizó un diseño completamente al azar con 10 repeticiones, en arreglo factorial completo 3x2. La combinación de los niveles y factores originó 6 tratamientos. Se pasteurizó el suelo con vapor de agua a 75 °C por un período de 3 h dos días seguidos. La textura del suelo fue franco (arena 42%, limo 38% y arcilla 20%) con pH en suspensión suelo agua 1:2 de 5.3, la conductividad eléctrica 1.1 dsm⁻¹ a 25 °C, el porcentaje de nitrógeno total fue 0.03% y el de materia orgánica 5.0; presentó 40 mg kg⁻¹ de fósforo disponible por el determinado método de Bray 1. Estos datos no son básicos para la clasificación taxonómica del suelo, del cual no se dispone de información para tal propósito. Después de 120 días se registró la altura de planta, peso seco de la parte aérea, peso seco de raíz, peso fresco de bulbillos o hijuelos e índice de pudrición radical (IPR) mediante la siguiente escala: 1= sin pudrición, 2= ligera pudrición, 3= pudrición moderada, 4= pudrición severa y desarrollo radical pobre. También se evaluó el porcentaje de colonización micorrízica en raíces de gladiola. Phillips y Hayman (1970).

Cuadro 1. Análisis de varianza para las variables altura de planta, peso seco de la parte aérea, peso seco de la raíz, peso fresco de bulbillos e índice de pudrición radical de gladiola (*Gladiolus grandiflorus*) tratado con inoculación micorrízica en suelo estéril y no estéril

Fuente de Variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F Calculada	PR>F
Variables					
Altura (cm)					
Micorriza (M)	2	265.21	132.60	5.05	0.0079**
Suelo (S)	1	208.03	208.03	7.92	0.0058**
M * S	2	985.31	492.65	18.76	0.0001**
Peso Seco de la parte aérea (g)					
Micorriza	2	1.70	0.852	0.24	0.7867 NS
Suelo	1	212.28	212.268	59.85	0.0001**
M * S	2	14.59	7.299	2.06	0.1324 NS
Peso Seco de Raíz (g)					
Micorriza	2	1.37	0.689	7.53	0.0008**
Suelo	1	1.40	1.408	15.39	0.0002**
M * S	2	0.26	0.132	1.45	0.2384 NS
Peso fresco de bulbillos (g)					
Micorriza	2	263.61	126.80	0.40	0.6738 NS
Suelo	1	5718.72	5718.72	17.86	0.0001**
M * S	2	200.58	100.29	0.31	0.7317 NS
Índice de pudrición radical					
Micorriza	2	37.06	18.53	26.46	0.0001**
Suelo	1	75.20	75.20	107.37	0.0001**
M * S	2	28.46	14.23	20.32	0.0001**

** Diferencia altamente significativa
NS = no significativo

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al final del experimento, se aislaron en medio de cultivo papa-destrosa-agar tres cepas de *Fusarium* de raíces necrosadas y las pruebas de patogenicidad indicaron que dos de ellas eran patogénicas. Para la variable altura de planta e índice de pudrición radical, el análisis de varianza indicó una diferencia altamente significativa para los factores micorriza, suelo y la interacción micorriza-suelo (Cuadro 1).

En este cuadro, se puede observar que las variables peso seco de la parte aérea, peso seco de raíz y peso fresco de bulbillos tuvieron efecto altamente significativo para el factor suelo; mientras que para el factor micorriza, sólo hubo significancia estadística en la variable peso seco de raíz, en ninguna de las tres últimas variables existió significancia para la interacción micorriza-suelo.

Cuadro 2. Índice de pudrición radical (IPR) de Gladiola (*Gladiolus grandiflorus*) tratado con micorriza arbuscular en suelo estéril (pasteurizado) y no estéril.

Tratamientos	IPR	
1. Suelo infestado sin micorriza	3.30	A
2. Suelo infestado + <i>Glomus</i> sp. Zac-19	1.35	B
3. Suelo infestado + <i>G. aggregatum</i>	0.90	B C
4. Suelo pasteurizado sin micorriza	0.35	C
5. Suelo pasteurizado + <i>Glomus</i> sp. Zac-19	0.30	C
6. Suelo pasteurizado + <i>G. aggregatum</i>	0.15	C

Cifras seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey $\alpha = 0.05$)

Respecto a la pudrición radical (Cuadro 2) el mayor índice (IPR) correspondió al suelo infestado y sin micorriza (testigo), mientras que la utilización de micorriza permitió disminuir el IPR en suelos infestados, reduciendo el daño al aplicar *Glomus* sp. Zac-19 de 3.30 hasta 1.35, y a 0.90 al usar *G. aggregatum*, el promedio de estos dos es estadísticamente igual y diferente al testigo. La esterilización del suelo sin el uso de micorriza, disminuye el IPR a 0.35 y al combinar el suelo esterilizado con *Glomus* sp. Zac-19, la pudrición radical alcanzó un índice de 0.3, reduciéndose aún más (0.15) al utilizar *G. aggregatum*. El promedio de los tres tratamientos que incluyeron suelo estéril es estadísticamente igual. Ahora bien, las raíces de las plantas de los tratamientos con suelo estéril mostraron una ligera pudrición, posiblemente debido a contaminación. Cuando se evaluó el porcentaje de colonización micorrízica, en ninguno de los tratamientos inoculados con micorriza se observó alta colonización en las raíces de gladiolo. Estos resultados indican que la reducción en la pudrición radical del gladiolo en este caso no tuvo una reducción significativa por el uso de hongo endomicorrízico arbuscular, tal vez por alto grado de infestación de suelo proveniente del patosistema edáfico que eliminó la eficiencia de la micorriza arbuscular. Los hongos endomicorrízicos arbusculares son constituyentes esenciales de la microflora natural del suelo en ecosistemas naturales y probablemente colonizan más tejidos vegetales que cualquier otro tipo fúngico. Su abundancia y la influencia en la nutrición y en el crecimiento de las plantas hospederas es de gran trascendencia fisiológica y ecológica para el buen funcionamiento y estabilidad de las comunidades vegetales (Gardezi *et al.*, 1999; 2000).

Para la variable altura de planta, se tuvo un efecto significativo del factor micorriza, del factor suelo y de la interacción micorriza-suelo. En

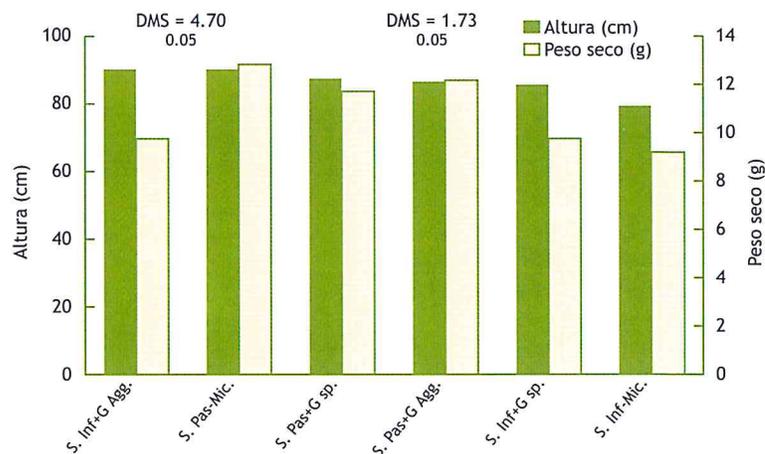


Figura 1. Efecto de inoculación micorrizica arbuscular en dos tipos de suelo, pasteurizado y no pasteurizado, sobre altura de planta y peso seco de parte aérea de gladiola (*Gladiolus grandiflorus*).

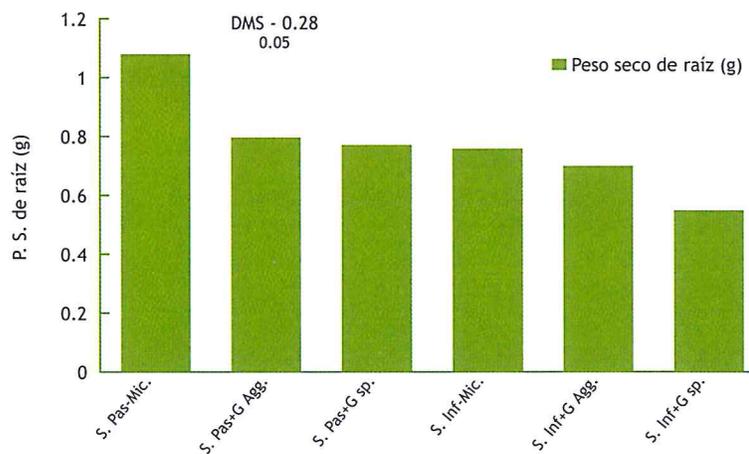


Figura 2. Peso seco de raíz de gladiola (*Gladiolus grandiflorus*) inoculada con hongos micorrizicos arbusculares en dos tipos de suelo, pasteurizado y no pasteurizado.

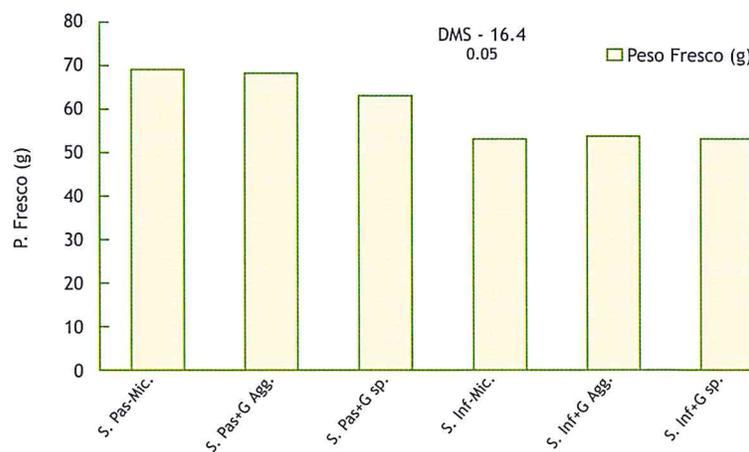


Figura 3. Peso fresco de bulbillos de gladiola (*Gladiolus grandiflorus*) inoculada con hongos micorrizicos arbusculares en dos tipos de suelo, pasteurizado y no pasteurizado.

la fig. 1, se puede observar que el tratamiento 3 (suelo infestado más *G. aggregatum*) produjo los mayores valores, mientras que el tratamiento 1 (suelo infestado sin micorriza) provocó la menor altura de las gladiolas.

El peso seco de la parte aérea presentó diferencias altamente significativas, debido al factor suelo. En la fig. 1 se puede observar que el suelo pasteurizado promovió la mayor producción de biomasa.

Con relación al peso seco de raíz, los factores micorriza y suelo tuvieron un efecto altamente significativo, sin presentar interacción evidente entre ambos factores. En la fig. 2 se muestra que el tratamiento 4 (suelo pasteurizado sin micorriza) tuvo la mayor producción de biomasa radical, mientras que el tratamiento 2 (suelo infestado más *Glomus* sp. Zac-19) promovió la menor pudrición de raíces. El peso seco de bulbillos fue influenciado significativamente por la variable suelo. En la fig. 3 se observa que la mayor producción de bulbillos se obtuvo en el suelo pasteurizado, tanto sin micorriza como con *G. aggregatum*.

CONCLUSIÓN

La utilización de micorriza arbuscular, tanto *Glomus* sp. Zac-19 como *G. aggregatum*, favorecen el control biológico del daño ocasionado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli* cuando se produce gladiola en suelos contaminados por este fitopatógeno, siendo éste el patógeno que causa mayores daños, tanto en la producción de flor como en la obtención de bulbo.

Los hongos endomicorrízicos arbusculares son constituyentes esenciales de la microflora natural del suelo

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Forsburg, J.L. 1975. Diseases of ornamental plants. University of Illinois Press. USA. pp. 90-97

Gardezi, A. K., R. García E., R. Ferrera C., and C. A. Pérez M. 1995. Endomicorriza, rock phosphate, and organic matter effects on growth of *Erythrina americana*. Nitrogen Fixing Tree Research Reports. Vol. 13 pp. 48-50

Gardezi, A. K., R. García E., R. Ferrera C., and M. Larqué S. 1999. Effect of Arbuscular Mycorrhizae on tomato *Lycopersicon esculentum* Mill) in Naturally Infested Soil with *Fusarium oxysporum* f. sp. *Radices-Lycopersici*. Rev. Mexicana de Fitopatología. 17:23-28

Gardezi, A. K., V. M. Cetina A., D. Talavera M., R. Ferrera-Cerrato, F. Rodríguez N. y M. Larque S. 2000. Efecto de la inoculación con endomicorriza arbuscular y dosis creciente de fertilización fosfatada en el crecimiento de chapulxtle (*Dodonea viscosa*). Rev. Terra. 18:153-159

Gerdemann, J.W. 1975. Vesicular-arbuscular mycorrhizae: The development and function of roots. In: J.G. Torrey y D. T. Clarkson (eds). Academic Press. New York. pp. 575-591

Larson, R.A. 1988. Introducción a la Floricultura. AGT Editor, S.A. México, D.F. 147-160

Leszczyńska, B.H. 1989. Cultivo de gladiola. pp. 248-264. Memorias Primer Congreso Nacional sobre Floricultura en México. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Méx.

Leszczyńska, B.H. y M.W. Boris 1994. Gladiola. Ed. EDAMEX. México, D.F. 166 p.

Leyva M.S.G. 1992. Enfermedades del gladiolo. Memoria del curso de acreditación técnica en el manejo y certificación fitosanitaria de ornamentales. Chapingo, México. pp. 61-73

López M. J. 1989. Producción de claveles y gladiolos. 115 p. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España

Ochoa M.D.L. 1994. Detección y factores epidemiológicos de la virosis del crisantemo (*Dendranthema grandiflora* cv. "Polaris") y prácticas de manejo para la marchitez del clavel (*Dianthus caryophyllus*) y pudrición del tallo del gladiolo (*Gladiolus grandiflorus*). Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México

Schonbeck F. and. H.S. Dehne. 1977. Damage to mycorrhizal and non-mycorrhizal cotton seedlings by *Thielaviopsis basicola*. Plant Disease Rep. 62:266

Woltz S.S., and Magie R.O. 1975. *Gladiolus Fusarium* disease reduction by soil fertility adjustment. Proc. Fla. St. Hort. Soc. 88:559-562

Woltz S.S., R.O. Magie, C. Switkin C., P. E. Nelson., and T. A. Tousson. 1977. *Gladiolus* disease response to pre-storage corm inoculation with *Fusarium* species. Plant Disease Rep. 62:134-137

Agro
productividad

PUBLICIDAD: 01(595) 928 4013
agropro@colpos.mx