

Comportamiento espacial de la roya transversal del gladiolo en Jiquipilco, Estado de México, México

Spatial behavior of gladiolus rust in Jiquipilco, State of Mexico, Mexico

Rosalba Quiñones-Valdez, Alumna del Programa de Postgrado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Universidad Autónoma del Estado de México, Campus El Cerrillo Toluca 50200, Estado de México, México; **Jesús Ricardo Sánchez-Pale***, Álvaro **Castañeda-Vildozola**, CIEAF, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México, Campus El Cerrillo, Toluca 50200, Estado de México, México; **Magaly Cristóbal de la Cruz**, Alumna de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México, Campus El Cerrillo, Toluca 50200, Estado de México, México. *Correspondencia: jrsanchezp@uaemex.mx.

Recibido: Junio 11, 2015.

Aceptado: Julio 06, 2015.

Quiñones-Valdez R, Sánchez-Pale JR, Castañeda-Vildozola A y Cristóbal de la Cruz M. 2015. Comportamiento Espacial de la Roya Transversal del Gladiolo en Jiquipilco, Estado de México, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 33: 247-255.

Resumen. En la región norte del Estado de México el cultivo de gladiolo (*Gladiolus communis* L.) se ha considerado como una zona con ausencia de roya, sin embargo en los últimos ciclos se han tenido reportes no oficiales de su presencia, pero se desconocen sus daños y los patrones de distribución espacial que presenta en esta nueva área. El objetivo del presente estudio fue determinar el comportamiento espacial de la roya transversal del gladiolo en el municipio de Jiquipilco, y visualizarlo a través de mapas. Se evaluó la incidencia y severidad que presentaron las plantas durante tres etapas fenológicas, en 121 puntos de muestreo georeferenciados en cada una de las dos parcelas evaluadas durante los ciclos invierno-primavera y verano-otoño de 2013 y 2014. La enfermedad no se presentó en 2013 ni en invierno-verano 2014; sin

Abstract. The northern region of the State of Mexico had been considered a gladiolus rust-free zone. However, in the last cycles, unofficial reports have mentioned the presence of the fungus in this area. Damages that it could cause and its spatial distribution in this zone are unknown. The purpose of this study was to estimate the spatial behavior of gladiolus rust in the municipality of Jiquipilco to elaborate distribution maps. Disease incidence and severity were evaluated during three phenological stages in 121 georeferenced sampling points. Two plots per cycle were evaluated during winter-spring and summer-autumn cycles during the years of 2013 and 2014. Gladiolus rust did not occur during 2013 and the summer-autumn period in 2014. It was detected during the summer-fall cycle of 2014, at spathe stage, with medium severity values ranging 1.4 to 2.5, and percentages of incidences of 30.5 to 69.4 %. Spatial behavior of disease severity fitted at spherical model. Results of disease interpolations are presents as maps.

Key words: gladiolus, spatial model, kriging, severity maps

embargo se detectó durante el verano-otoño 2014, con una severidad media de 1.4 a 2.5, e incidencias de 30.5 a 69.4 %, presentándose a partir de la etapa fenológica de espata. El comportamiento espacial fue de tipo agregado, ajustándose al modelo esférico y se logró su visualización con los mapas generados.

Palabras clave adicionales: gladiola, modelo espacial, krigeado, mapas de severidad

El cultivo de gladiolo (*Gladiolus communis* L.) en la región norte del Estado de México se ha considerado como una zona con ausencia de roya (CESAVEM, 2013), sin embargo en los últimos ciclos se han tenido reportes no oficiales de sus presencia, pero se desconocen sus daños y distribución espacial.

En recorridos realizados se ha confirmado la ocurrencia de pústulas de color amarillo-anaranjadas en el follaje, que se ubican transversalmente a las nervaduras de la hoja, los cuales son síntomas típicos de la roya transversal ocasionada por el hongo *Uromyces transversalis* (Thumen) G. Winter. Esta especie afecta principalmente al cultivo del gladiolo, aunque se ha reportado en otros miembros de la familia Iridiaceae como *Crocasmia*, *Freesia*, *Melasphaerula*, *Tritonia* y *Watsonia* (Schubert *et al.*, 2006). El hongo ocasiona daños al follaje y demerita la calidad de la flor para su comercialización, provoca fuertes daños económicos en la producción, así como un decremento en las exportaciones (Valencia-Botin *et al.*, 2013). Daños mayores a 60 %, causan una pérdida total en el valor comercial de la flor, y cuando la infección ocurre en etapas tempranas hay una reducción en la calidad así como en el calibre del cormo. Su presencia en etapas tardías favorece la diseminación del inóculo a través del cormo infestado, a otras parcelas o regiones (SENASICA, 2008). Su diseminación se da

Gladiolus (*Gladiolus communis* L.) is considered a rust-free crop in the northern part of the State of Mexico (CESAVEM, 2013). However, rust has been unofficially reported in the last crop cycles, but there is no information available on damages or about its spatial distribution.

Field tours have confirmed the presence of yellowish-orange pustules which develop across leaf veins. These are symptoms typically caused by the fungus *Uromyces transversalis* (Thumen) G. Winter. Though this pathogen mainly attacks gladiolus crops, it has also been detected in other members of the Iridiaceae family, including *Crocasmia*, *Freesia*, *Melasphaerula*, *Tritonia* and *Watsonia* (Schubert *et al.*, 2006). The fungus mainly attacks the leaves and lowers quality of flowers for marketing, causing strong economic damages to production and reducing exports (Valencia-Botin *et al.*, 2013). When damages exceed 60%, the flowers commercial value is totally lost; if the infection occurs at early stages, the quality of flowers and their corm thickness may be diminished. When the disease emerges at late stages it favors inoculum spreading through infested corms to other plots or regions (SENASICA, 2008). The fungus can be disseminated by the wind, infected leaves and stalks, and by corms, rhizomes and flowers infected with rust spores (SENASICA, 2008).

To develop strategies for managing this emerging disease, it is necessary to carry out research on its time-space dynamics. Through this research the spatial behavior of gladiolus rust in the municipality of Jiquipilco, State of Mexico, was determined, and maps of its spatial distribution by plot were developed.

Sampling. In the 2013 and 2014 winter-summer and summer-fall cycles, two 1-hectare commercial plots were evaluated in the municipality of Jiquipilco, State of Mexico. Plots were sown with

por el viento, por hojas y tallos infectados así como por cormos, rizomas y flores contaminados con esporas de la roya (SENASICA, 2008).

Para generar estrategias de manejo de esta enfermedad emergente, es necesario contar con estudios de su dinámica en tiempo y espacio. En el presente trabajo se determinó el comportamiento espacial de la roya transversal del cultivo de gladiolo en el municipio de Jiquipilco, Estado de México, y se generaron mapas de su distribución espacial a nivel parcelario.

Muestreos. Durante los ciclos agrícolas invierno-verano y verano-otoño de los años 2013 y 2014 se evaluaron dos parcelas comerciales de una ha/ciclo en el Municipio de Jiquipilco, Estado de México. Las parcelas fueron sembradas con la variedad roja borrega, a una distancia entre surcos de 0.80 m y una densidad de 250,000 plantas/ha. En el ciclo invierno-verano los muestreos se realizaron a los 60 días después de la siembra (dds, etapa vegetativa), a los 80 dds (etapa de espata) y a los 113 dds (etapa de floración). En verano-otoño, los muestreos se realizaron a los 78, 103 y 120 dds. En cada parcela se estableció una malla de 100 m por cada lado, donde se marcaron puntos de muestreo a cada 10 m, para un total de 121/parcela. En cada punto se determinó la severidad e incidencia de la enfermedad de una planta. Se identificaron las pústulas del hongo ubicadas en forma horizontal (perpendicular) con respecto a las nervaduras de la hoja. Se tomaron muestras de tejido afectado para el reconocimiento morfológico de las estructuras en laboratorio. La severidad de la roya se estimó mediante una escala compuesta por seis clases: 1 (sano, sin síntomas visibles), 2 (<15 % área foliar dañada), 3 (16 a 30 %), 4 (31 a 45 %), 5 (46 a 60 %) y 6 (>60 %).

Análisis geoestadístico. Las plantas de cada punto de muestreo fueron ubicadas geográficamente

the Roja Borrega variety using 0.80 m row spacing and a density of 250,000 plants/ha. In the winter-summer cycle sampling was performed 60 days after sowing (DAS, growth stage) 80 DAS (bract stage) and 113 DAS (flowering stage). In the summer-fall cycle, sampling was performed at 78, 103 y 120 DAS. For this, a 100-m wire mesh was placed on each side of the plots; then, sampling points at 10-m intervals were established for a total of 121 per plot. The severity and recurrence of the disease in a plant was determined at each point. The Pustules of the fungus were identifiable for the development horizontally across the veins, perpendicular of infected leaf. Samples of the infected tissue were taken for morphological recognition of the structures in the lab. Rust severity was estimated using a 1-6 scale: 1 (healthy with no visible symptoms), 2 (<15 % leaf area damaged), 3 (16 a 30 %), 4 (31 to 45 %), 5 (46 to 60 %) and 6 (>60 %).

Geostatistical analysis. Plants at each sampling point were geographically located using a Differential Global Positioning System (dGPS) (Model SPS351, Trimble). The experimental semivariogram was calculated according to the model of Isaaks and Srivastava (1989); the best model with the best fit was selected and the spatial interpolation was performed using the kriging method. The experimental semivariogram was developed using VarioWin 2.2 (Software for Spatial Data Analysis in 2D).

The spatial dependency level was calculated by dividing the nugget effect by the sill value (López-Granados *et al.*, 2002). Estimates of the spatial distribution of the disease at different phenological stages were mapped using Surfer 9.0 (Surface Mapping System, Golden Software Inc. 809, 14th Street Golden, CO).

mediante un sistema de posicionamiento global diferencial (dGPS) (Modelo SPS351, Trimble). Se calculó el semivariograma experimental de acuerdo a lo establecido por Isaaks y Srivastava (1989), se determinó el modelo con mejor ajuste y se realizó una interpolación espacial mediante el método de kriging. El semivariograma experimental fue obtenido a través del programa VarioWin 2.2 (Software for Spatial Data Analysis in 2D).

Se calculó el nivel de dependencia espacial dividiendo el efecto pepita (nugget) entre el valor de la meseta (sill) (López-Granados *et al.*, 2002). Las estimaciones de la distribución espacial de la enfermedad en las diferentes atapas fenológicas fueron representadas en un mapa a través del programa Surfer 9.0. (Surface Mapping System, Golden Software Inc. 809, 14th Street Golden, CO).

Detección. No se detectó roya en los dos ciclos de producción de gladiola del año 2013 ni en el ciclo invierno-verano 2014. En verano-otoño 2014, se detectó la enfermedad en las dos parcelas evaluadas. En la parcela dos, la roya transversal se presentó a partir de la etapa de espata mientras que en la parcela uno se presentó hasta la etapa de floración. La ocurrencia de la enfermedad estuvo asociada a la presencia de humedad en las hojas y temperaturas promedio de 14.6 °C (INIFAP, 2015), las cuales son consideradas favorables para la germinación y sobrevivencia de las uredosporas (Aloj *et al.*, 1981; Peterson y Berner, 2009) así como una reducción en la frecuencia de aplicación de fungicidas por parte del productor.

Los síntomas observados fueron pústulas de color amarillo-anaranjadas en el follaje, ubicadas transversalmente con relación a las nervaduras de la hoja. El incremento en el nivel de incidencia de la enfermedad de la etapa de espata a floración en la parcela uno (Cuadro 1) es indicativo de que la

Detection. No rust was detected in the 2013 gladiolus production cycles or the 2014 winter-summer cycle. In the 2014 summer-fall cycle the disease was detected in the two evaluated plots. In plot 2, gladiolus rust was detected starting at the bract stage, while in plot 1 it was observed at flowering. Rust occurrence was associated to leaf wetness and an average temperature of 14.6 °C (INIFAP, 2015, which favor uredospores germination and survival (Aloj *et al.*, 1981; Peterson and Berner, 2009), as well as a reduction in the frequency with which farmers apply fungicides.

Symptoms observed included yellowish-orange pustules on leaves, located horizontally across leaf veins. The increased level of incidence from the sphate stage to the flowering stage in plot 1 (Table 1) suggests that the disease was able to spread from plant to plant within the same plot due to production of new inoculum. Microscopic examinations showed ovoid, ellipsoidal or oblong uredospores with a hyaline cell wall and isolated dark germinal pores, which are similar to those reported by Rodríguez-Alvarado *et al.* (2006), Blomquist and Thomas (2007). This is the first time the presence of gladiolus rust is reported in the northern region of the State of Mexico.

Final disease incidence was 30.6 % for plot 1 and 69.4 % for plot 2 at 120 DAS (Table 1); this was lower than those reported by Blomquist and Thomas (2007) in California, and by Rodríguez-Alvarado *et al.* (2006) in Michoacán. Intermediate severity in plot 1 was 1.4 and 2.5 in plot 2.5 (Table 1).

Rust emergence in the studied region may have been caused by spores disseminated in corms carried by farmers to sow new fields, yet spores can also be carried long distances by the wind (Agrios, 2004; SENASICA, 2008). Rust is being detected at the same time that *Hemileia vastatrix* is being reported in coffee crops in Mexico (Mora-Aguilera

Cuadro 1. Incidencia, severidad, valores estadísticos y parámetros de los modelos ajustados a los semivariogramas obtenidos en el muestreo de roya del gladiolo, en Jiquipilco, México, durante el ciclo verano-otoño en 2014.

Table 1. Incidence, severity and statistical values and parameters of the models adjusted to semivariograms of gladiolus rust sampling in Jiquipilco, Mexico, in the 2014 summer-fall cycle.

Parcela	dds ^a	Incidencia (%)	Severidad (media)	Desviación estándar	Normalidad	Modelo	Pepita	Meseta	Rango	Pepita/Meseta %	Nivel de Dependencia
1	78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	103	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	30.57	1.40	0.70	1.89	Esférico	0	0.02	1.15	0	Alto
2	78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	103	23.56	1.40	0.93	2.88	Esférico	0	0.03	1.70	0	Alto
	120	69.42	2.45	1.44	0.25	Esférico	0	0.05	1.00	0	Alto

^adds: Días después de la siembra / ^aDAS: Days after sowing.

enfermedad fue capaz de propagarse de planta a planta dentro de la misma parcela, por la producción de nuevo inóculo. La observación en el microscopio indicó la presencia de uredosporas de forma ovoide, elipsoidales u oblongas, con pared celular hialina y poros germinales oscuros aislados, tales características concuerdan con lo reportado por Rodríguez-Alvarado *et al.* (2006), Blomquist y Thomas (2007). Este resultado significa el primer reporte de la presencia de roya transversal en el cultivo del gladiolo para la región norte del Estado de México.

Las incidencias finales de la enfermedad fueron de 30.6 % para la parcela uno y de 69.4 % para la parcela dos a los 120 dds (Cuadro 1), las cuales fueron menores a lo reportado por Blomquist y Thomas (2007) para California y por Rodríguez-Alvarado *et al.* (2006) para Michoacan. La severidad media para la parcela uno fue de 1.4 mientras que en la parcela dos fue de 2.5 (Cuadro 1).

La aparición de la enfermedad en esta región, pudo deberse a la diseminación de esporas portadas en los cormos movilizados por los productores para utilizarlos en el establecimiento de las nuevas plantaciones, pero también es posible el transporte de esporas a grandes distancias por el viento (Agrios,

et al., 2014) and Central America. It might be that changes in weather patterns contribute to quick germination of uredospores and therefore a greater production of gladiolus rust inoculum (Peterson and Berner, 2009).

Semivariograms resulting from samplings were adjusted to the spherical theoretical model (Cuadro 1), which shows the level of rust severity, and were expressed as specific points within the plot compared to the rest of the sampled points. Results suggest that the disease could have developed from contaminated materials (Roberto *et al.*, 2002) such as corms (SENASICA, 2008), that are the primary source of inoculum. The high spatial dependence (Table 1) observed suggests that the severity of the disease shows an aggregated distribution among the different sampling points in the plot, which is explained by the estimated semivariograms.

The maps we developed allowed us to visualize the spatial behavior of gladiolus rust severity in aggregation points and disease gradients in the two plots in 2014 (Figure 1). The map of plot 1 at 120 DAS showed the presence of aggregation points distributed across the eastern part of the plot, from the northern part to the southern part; there was a slight slope in that part. On the other hand, maps

2004; SENASICA, 2008). La detección de este patógeno está ocurriendo a la par de reportes de ocurrencia de *Hemileia vastatrix* en cultivos de café de México (Mora-Aguilera *et al.*, 2014) y Centro América. Es posible que cambios en los patrones de temperaturas propicien una rápida germinación de uredosporas que facilite una mayor producción de inóculo de la roya transversal del gladiolo (Peterson y Berner, 2009).

Los semivariogramas obtenidos a partir de los muestreos tuvieron un ajuste al modelo teórico esférico (Cuadro 1), lo cual es indicativo de la severidad de la roya al expresarse en puntos específicos dentro de la parcela respecto al resto de los puntos muestreados lo que soporta la probabilidad que la enfermedad se originó a partir de material contaminado (Roberto *et al.*, 2002) como son los cormos (SENASICA, 2008) que representan la fuente primaria de inóculo. La alta dependencia espacial (Cuadro 1) observada indica que la severidad de la enfermedad presenta una distribución de tipo agregada entre los diferentes puntos de muestreo de la parcela, la cual es explicada con los semivariogramas calculados.

Los mapas generados permitieron visualizar el comportamiento espacial de la severidad de la roya transversal del gladiolo en focos de agregación, en las dos parcelas del año 2014 (Figura 1), así como los gradientes de la enfermedad que presentó. En el mapa obtenido en la parcela 1 a los 120 dds, se observó la presencia de centros de agregación distribuidos por toda la región este de la parcela, desde la zona norte hasta la sur, dicha zona coincidió con una ligera pendiente. Por otro lado, en los mapas de la parcela dos, se observó una mayor cantidad de centros de agregación con respecto al mapa de la etapa previa de espata (Figura 1). Los centros de agregación se ubicaron en la región norte del mapa, desde la zona este a oeste, visualizando con mayor intensidad los centros de agregación en la zona este del mapa.

of plot 2 showed a greater number of aggregation points compared to map developed during the previous bract stage (Figure 1). Aggregation points were located in the northern part of the map, from the eastern to the western area. The aggregation points in this area of the map were observed to have greater intensity.

The aggregation observed suggests that the management strategy used by farmers in the northern region of the State of Mexico, which includes spraying the entire gladiolus plot, can be replaced by a specific site or point disease management (Carvalho *et al.*, 2009). This means carrying out an analysis of the spatial patterns of the disease. Also, spatial aggregation suggests that different control measures should be taken and sampling activities should be conducted in specific areas or sites (Navas-Cortés *et al.*, 2008) where the disease is present.

The use of aggregation maps, such as those developed for gladiolus rust, allows targeting control strategies precisely to specific areas of infestation, as well as sources of inoculum (infected corm, among others) which cause the disease to spread. This represents the basis of site specific management, which would result in cost savings and less environmental impact before the disease spreads. The application of contact fungicides up to the bract stage, removal of damaged plants or leaves in the specific infestation points, especially in the early stages of the disease and targeting the sampling activities justify the use of precision agriculture techniques to control damages caused by gladiolus rust in the northern region of the State of Mexico.

Acknowledgements

The authors thank the PROMEP UAEM-PTC-356 (FE38/2013) project for funding this research.

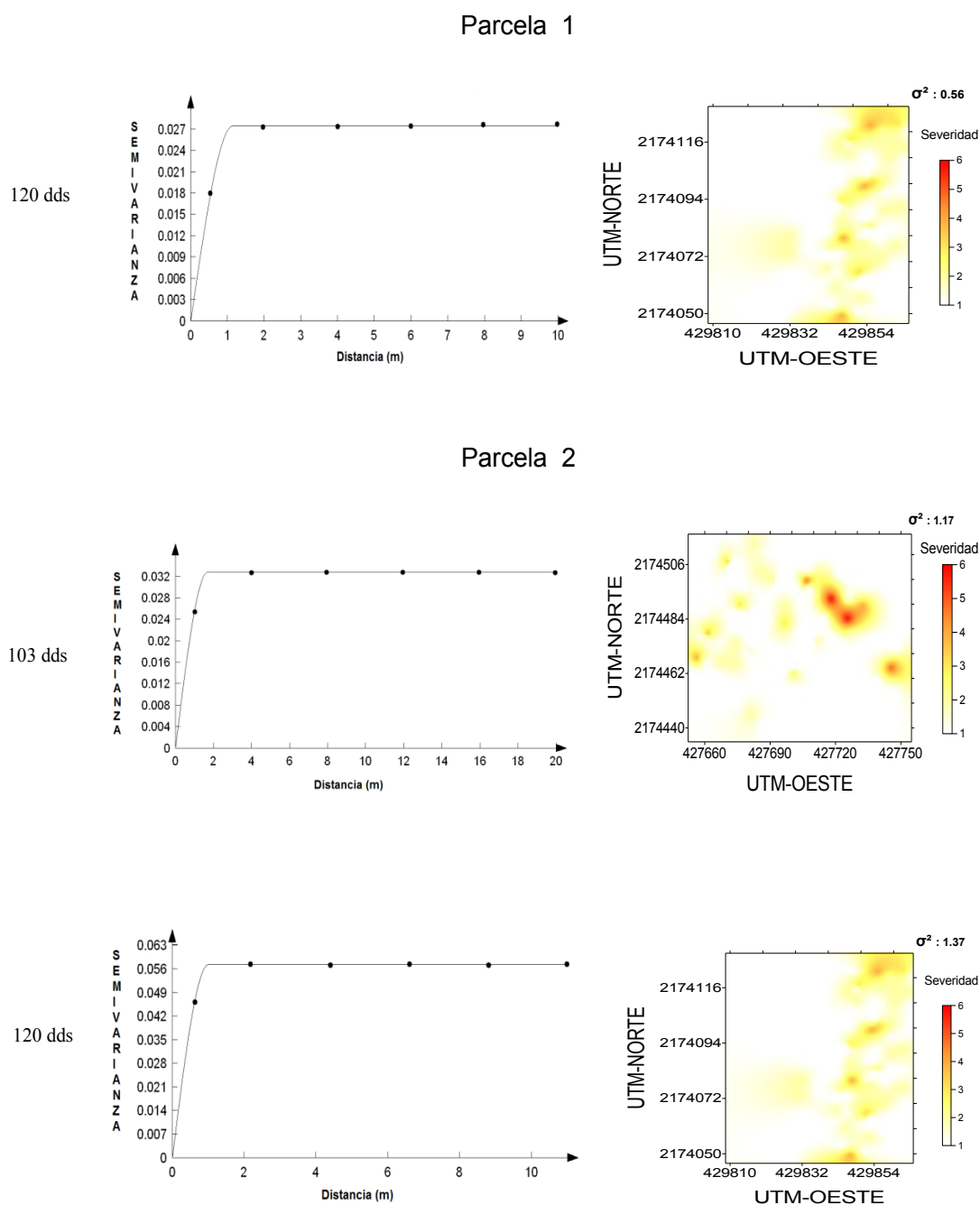


Figura 1. Mapas y semivariogramas del comportamiento espacial de la roya transversal del gladiolo en diferentes fechas de muestreo en Jiquipilco, Estado de México.

dds: días después de la siembra; S2: varianza de los valores estimados.

Figure 1. Semivariograms and maps the spatial behavior of gladiolus rust in different sampling dates in Jiquipilco, State of Mexico.

DAS: days after sowing; S2: variance of estimated values

La agregación visualizada indica que la estrategia de manejo, que realizan los productores del norte del estado, de realizar aspersiones totales sobre toda la parcela de gladiolo puede ser reemplazada por el manejo de la enfermedad desde la perspectiva de sitio o punto específico (Carvalho *et al.*, 2009) que implica realizar un análisis de los patrones espaciales de la enfermedad, además la agregación espacial sugiere aplicar diversas acciones de control y dirigir las actividades de muestreo sobre las áreas o sitios específicos (Navas-Cortés *et al.*, 2008) donde está presente la enfermedad.

Con mapas de agregación, como los obtenidos para la roya transversal del gladiolo, es posible dirigir las estrategias de control de forma precisa a áreas específicas de infestación así como a fuentes de inóculo (corno infestado, etc.) que originan la posterior propagación de la enfermedad, que representa las bases iniciales de manejo en “sitios específicos”, que permitiría lograr ahorros económicos y un menor impacto al medio ambiente al reducir el uso de fungicidas en su manejo, en etapas previas a que se generalice la enfermedad. El empleo de fungicidas de contacto hasta la etapa de espata, la eliminación de plantas u hojas con daños de la roya en los puntos específicos de infestación, especialmente en las fases iniciales de la enfermedad y el direccionamiento de las actividades de muestreo, permiten justificar el uso de las técnicas de la agricultura de precisión para mantener bajo control los daños causados por la roya en la región norte del Estado de México.

Agradecimientos

Al proyecto PROMEP UAEM-PTC-356 (FE38/2013) por los recursos otorgados para la realización de la presente investigación.

LITERATURA CITADA

- Agrios GN. 2004. Fitopatología. 2da Edición. Limusa. México, D.F. 635p.
- Aloj B, Albano V, and Garibaldi A. 1981. Ricerche su alcuni aspetti epidemiologici della ruggine *Uromyces transversalis* (Thüm.) Winter del gladiolo. Annali della Facoltà di Scienze Agrarie della Università degli Studi di Napoli Portici IV 15:81–85.
- Blomquist CL and Thomas S.IL. 2007. First report of *Uromyces transversalis*, causal agent of gladiolus rust, in San Diego County, California. Plant Disease 91:1202
- Carvalho AM, Moreira SF, Ampelio PE, Silva OM. 2009. Modeling spatial variability and pattern of rust and brown eye spot in coffee agroecosystem. Journal Pest Science 82: 137–148
- CESAVEM, Comité de Sanidad Vegetal del Estado de México. 2013. Manejo Fitosanitario de Ornamentales. <http://www.cesavem.org/?accion=ornamentales>. (consulta, Noviembre de 2013).
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4a ed. UNAM. México, D. F. 220 p.
- INIFAP, Instituto de Investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias. 2015. Red de estaciones. <http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/historicos.aspx?est=36756&edo=10&d=21&m=10&an=2014> (consulta, Julio 2015).
- Isaaks EH and Srivastava RM. 1989. An introduction to applied geostatistics. Oxford University Press. New York. 561p.
- López-Granados F, Jurado-Expósito M, Atenciano S, García-Ferrer A, Sánchez M and García-Torres L. 2002. Spatial variability of agricultural soil parameters in southern Spain. Plant Soil 246: 97-105
- Mora-Aguilera G, González-Gómez R, González-Ochoa M, Ramírez-Mendoza C, López-Guzmán I, López-Buenfil A, Flores-Sánchez J, López-Pérez E, Méndez-Ramos A y Méndez-Gómez L. 2014. Análisis espacio-temporal de la roya del café en Chiapas, Veracruz y Puebla. Revista Mexicana de Fitopatología 32(suplemento):S42
- Navas-Cortés JA, Landa BB, Mercado-Blanco J, Trapero-Casas JL, Rodríguez-Jurado D and Jiménez-Díaz RM. 2008. Spatiotemporal analysis of spread of infections by *Verticillium dahliae* pathotypes within a high tree density olive orchard in southern Spain. Phytopathology 98: 167-180
- Peterson GL and Berner DK. 2009. Effects of temperature and humidity on the survival of urediniospores of gladiolus rust (*Uromyces transversalis*). European Journal of Plant Pathology 125: 509–513
- Roberto SR, Farias PRS and Bengamin, FA. 2002. Geostatistical analysis of spatial dynamics of citrus variegated chlorosis. Fitopatologia Brasileira 27:599-604.
- Rodríguez-Alvarado G, Fernández-Pavía SP, Valenzuela-Vázquez M and Loya-Ramírez JG. 2006. First report of gladiolus rust caused by *Uromyces transversalis* in Michoacán, México. Plant Disease 90:605
- Schubert T, Leahy R. and Silagy A. 2006. Pest alert. gladiolus rust (*Uromyces transversalis*) arrives in the U.S.: Florida and California. Florida dept of agric. and

consumer services, <http://www.doacs.state.fl.us/pi/enpp/pathology%5Cgladiolus-rust.html> (consulta, Junio 2015).
SENASICA, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. 2008. Cartilla de Campo Roya del gladiolo. www.senasica.gob.mx/includes/asp/download.asp?iddocumento=1242 (consulta, Enero 2015).

Valencia-Botin AJ, Jeffers SN, Palmer CL and Buck JW. 2013. Fungicides used alone, in combinations, and in rotations for managing gladiolus rust in Mexico. *Plant Disease* 97:1491-1496.