



Acta zoológica mexicana

ISSN: 0065-1737

ISSN: 2448-8445

Instituto de Ecología A.C.

Quiñones-Valdez, Rosalba; Sánchez-Pale, Jesús Ricardo; Castañeda-Vildozola, Álvaro; Franco Mora, Omar; Johansen-Naime, Roberto; Mejorada-Gómez, Elizabeth

Comportamiento espacial y temporal de *Thrips simplex* Morison
(Thysanoptera: Thripidae) en la región norte del Estado de México

Acta zoológica mexicana, vol. 36, e3611161, 2020

Instituto de Ecología A.C.

DOI: 10.21829/azm.2020.3611161

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57566179001>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UAEH
redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Artículo científico
(Original paper)**COMPORTAMIENTO ESPACIAL Y TEMPORAL DE *THRIPS SIMPLEX* MORISON
(THYSANOPTERA: THIRIPIDAE) EN LA REGIÓN NORTE DEL ESTADO DE MÉXICO****SPATIAL DISTRIBUTION OF *THRIPS SIMPLEX* MORISON (THYSANOPTERA:
THIRIPIDAE) IN NORTH REGION OF THE STATE OF MEXICO**

**ROSALBA QUIÑONES-VALDEZ¹, JESÚS RICARDO SÁNCHEZ-PALE^{2*}, ÁLVARO CASTAÑEDA-
VILDOZOLA², OMAR FRANCO MORA², ROBERTO JOHANSEN-NAIME³, ELIZABETH MEJORADA-
GÓMEZ³**

¹Egresada del programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. <rossq.uv@outlook.com>

²Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México, campus universitario “El Cerrillo”, El Cerrillo
Piedras Blancas s/n, C. P. 50200, Toluca, Estado de México. <jrsanchezp@uaemex.mx>; <acastanedav@uaemex.mx>;
<ofrancom@uaemex.mx>

³Laboratorio de Entomología del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. <naime@ib.unam.mx>;
<mejorada@ib.unam.mx>

*Autor correspondiente: <jrsanchezp@uaemex.mx>

Recibido: 30/01/2018; aceptado: 13/01/2020; publicado en línea: 30/01/2020
Editor responsable: Carmen Huerta

Quiñones-Valdez, R., Sánchez-Pale, J. R., Castañeda-Vildozola, A., Franco Mora, O., Johansen-Naime, R., Mejorada-Gómez, E. (2020) Comportamiento espacial y temporal de *Thrips simplex* Morison (Thysanoptera: Thripidae) en la región norte del Estado de México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 36, 1–15. <https://doi.org/10.21829/azm.2020.3611161>

RESUMEN. El gladiolo es la ornamental de mayor superficie sembrada en México, su flor se comercializa durante todo el año, aunque en fechas específicas como el día del padre y el día de muertos presenta fuerte demanda. Sus principales problemas fitosanitarios son trips, mosquita blanca, roya y secamiento. Los trips son considerados la plaga más limitante por los fuertes daños que ocasionan a la calidad de la flor, generan pérdidas económicas aunadas a la fuerte inversión que implica su control. El objetivo del trabajo fue determinar el comportamiento espacial y temporal de *Thrips simplex* (Morison, 1930) en parcelas comerciales de gladiolo de la variedad roja borrega. Se evaluó su densidad en 121 trampas de color amarillo, durante tres etapas fenológicas, en cada una de las dos parcelas evaluadas durante los ciclos invierno-verano y verano-otoño de los años 2013-2014. Las trampas fueron georeferenciadas, se colocaron en forma de una malla de 10x10 m en cada parcela. Se realizó el análisis geoestadístico para obtener los semivariogramas a modelos ajustados y validados para elaborar mapas de densidad. *Thrips simplex* mostró un comportamiento espacial de tipo agregado, ajustándose a diferentes patrones espaciales y temporales. Las densidades presentaron poca variación entre las diferentes fechas de muestreo, aunque la ubicación y dispersión de los centros de agregación fue diferente en las tres etapas fenológicas para la misma parcela, visualizándose con los mapas generados en los dos ciclos de producción evaluados.

Palabras clave: gladiolo; trips; Semivariogramas; centros de agregación



Quiñones-Valdez, R., Sánchez-Pale, J. R., Castañeda-Vildozola, A., Franco Mora, O., Johansen-Naime, R., Mejorada-Gómez, E. (2020) Spatial distribution of *Thrips simplex* Morison (Thysanoptera: Thripidae) in north region of the State of Mexico. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 36, 1–15. <https://doi.org/10.21829/azm.2020.3611161>

ABSTRACT. The gladiolus is the most widely cultivated ornamental in Mexico. Its flowers are commercialized year-round, though demand is particularly high on specific dates, such as Father's Day and Day of the Dead. Principal phytosanitary problems include trips, whitefly, rust, and drying. Trips are considered the main insect pest due to the extensive damage they cause to flower quality, leading to economic loss in addition to the already high investment in their control. The objective of this work was to determine the spatial and temporal behavior of *Thrips simplex* (Morison, 1930) in commercial plots of roja borrega variety gladiolus. Thrip density was evaluated using 121 yellow-colored traps during three phenological stages in each of the two plots evaluated, during the winter-spring and summer-fall growing cycles of 2013 and 2014. Traps were georeferenced and placed according on a 10m x 10m grid in each plot. A geostatistical analysis was carried out to obtain the experimental semivariograms for adjusted theoretical models and generate density maps. *Thrips simplex* was found to be present throughout all stages of the gladiolus phenological cycle in both years of the study, and showed an aggregated spatial and temporal behavior, adjusted to different spatial patterns. Densities varied little among sampling dates, though the location and dispersal of aggregation centers differed among the three phenological stages in each plot, when visualized using the maps generated in the two production cycles evaluated.

Key words: gladiolus; thrips; semivariograms; aggregations centers

INTRODUCCIÓN

El gladiolo (*Gladiolus communis* L.) es mundialmente apreciado como flor de corte, por los llamativos colores y belleza de la espiga floral (González-Pérez *et al.*, 2011). Ocupa el primer lugar en superficie producida en México, además es considerada una de las ornamentales de mayor consumo a nivel nacional e internacional. El estado de México se encuentra como el primer productor de cultivos ornamentales a nivel nacional con 1,489.0 ha sembradas (SIAP, 2014). Aporta el 80% de las ornamentales exportadas a Estados Unidos y Canadá, y el 61.5% del valor total de la producción de ornamentales del país (SAGARPA, 2013). La región norte del estado de México se caracteriza por ubicarse a una altura de 2,500 m sobre del nivel del mar, tiene clima templado con heladas en invierno y reducida disposición de agua para riego, por lo que tiene una producción limitada de este tipo de cultivos (SAGARPA, 2013). El cultivo del gladiolo ocupa el décimo lugar después del maíz, avena, haba, tomate de cascara, entre otros, con una superficie relativamente pequeña, pero es la única ornamental producida que proporciona ingresos económicos considerables en la zona y es considerado un cultivo de reciente introducción. Su producción se genera en dos fechas importantes, la primera para el día del padre (tercer domingo de junio) y la segunda para el día de muertos (2 de noviembre), esta última considerada de alto riesgo económico por el posible daño que le ocasionan las heladas tempranas.

El cultivo del gladiolo presenta diversos problemas fitosanitarios como trips, mosquita blanca, roya y secamiento. A los trips se les ha considerado la principal plaga que daña el follaje y la belleza estética de la flor, ya que les causa decoloración y deformidades que las hacen menos rentables (Plantwise, 2019; Volchová & Svitáčková, 2011). Loera-Alvarado *et al.* (2018) reportan a *Taeniothrips simplex* como especie que afecta al cultivo, mientras que Carrizo *et al.* (2008) indica a *Thrips simplex* como la especie de mayor abundancia en plantaciones de gladiolo en Argentina. En México, Loera-Alvarado *et al.* (2018), Sánchez-Pale *et al.* (2019) e ICAMEX (2019) señalan a *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) como la especie plaga del gladiolo que afecta el desarrollo vegetativo, calidad final de la flor y cormos, mientras que en



hojas y flores aparecen manchas blancas las cuales llegan a secarse prematuramente, causan deformidades en la flor y, en ataques severos, los botones florales no abren (Demirozer *et al.*, 2012).

Los semivariogramas obtenidos con técnicas geoestadísticas se han usado para describir la distribución espacial de *Thrips* spp. en aguacate (Solares *et al.*, 2011) y de trips en arándano (Rhodes *et al.*, 2011), ambos trabajos determinaron que las poblaciones se distribuyeron en pequeñas áreas con altas densidades denominadas centros de agregación (“Hot spots”). En este sentido, Quiñones *et al.* (2015) determinaron la presencia de centros de agregación de *Thrips* spp. en la región sur del estado de México, considerada como la principal región productora de ornamentales en México durante todo el año.

Los productores de gladiolo utilizan una gran cantidad de insumos agrícolas para su control, lo que incrementa el costo y limita la producción, sobre todo al desconocer la distribución espacial de la plaga que permita direccionar las diferentes medidas de control. En los últimos años, se ha considerado que para un eficiente manejo de insectos plaga es necesario conocer su distribución espacial en el área de producción, que nos permita contribuir al desarrollo de un sistema de producción sustentable bajo un manejo de sitio específico, al focalizar las diferentes alternativas de control de la plaga que permitan disminuir los daños a la espiga floral, además de reducir los costos y obtener una mayor calidad en la producción (Demirozer *et al.*, 2012). El objetivo del presente trabajo fue determinar el comportamiento espacial de *Th. simplex* en plantaciones comerciales de gladiolo de la variedad roja borrega en dos fechas de producción en la región norte del Estado de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron dos parcelas comerciales con superficies mayores a una hectárea sembradas con la variedad de gladiolo rojo borrega y con antecedentes de infestación de trips; el sistema de producción de ambas parcelas se caracteriza por un manejo agronómico de baja tecnología, uso de semilla generada por el mismo productor, eliminación de maleza de forma manual, control de enfermedades con fungicidas de contacto y/o mismo ingrediente activo. Las parcelas se localizaron en el municipio de Jocotitlán, Estado de México, ubicado a 2,564 msnm durante los ciclos invierno-verano (febrero-junio) y verano-otoño (julio-octubre), de los años 2013 y 2014.

Para el muestreo de insectos se utilizó una malla de 100x100 m que permitió establecer 121 puntos a una distancia de 10 m en forma equidistante. Cada punto se georeferenció mediante un sistema de posicionamiento global diferencial (dGPS) (Modelo SPS351, Trimble, E.E.U.U.). En cada punto, se colocó una trampa de color amarillo para la captura de trips (González *et al.*, 1998). Las trampas consistieron en vasos de plástico marca Amscan® de color amarillo del No. 8 (González *et al.*, 1998; Solares *et al.*, 2011), impregnados con aceite vegetal y sujetos a unos alambres por medio de un cordón plástico, se colocaron a una altura media del tamaño de la planta. Durante el ciclo invierno-verano, el primer muestreo se realizó a los 78 días después de la siembra (DDS) que correspondió a la etapa vegetativa, el segundo durante la etapa de espata a los 103 DDS, y el tercero en la etapa fenológica de floración, a los 120 DDS. Por otro lado, para el ciclo verano-otoño los muestreos se realizaron a los 40 DDS (correspondiente a la etapa vegetativa), a los 80 DDS para la etapa de espata y 113 DDS para la etapa de floración.

Las trampas se revisaron con una lente de aumento de 20X para contabilizar los insectos capturados, en el laboratorio de Investigaciones Entomológicas y Agricultura de Precisión de la Universidad Autónoma del Estado de México. Los trips se recapturaron directamente con un pincel de pelo de camello Núm. 0, se depositaron en un frasco con alcohol al 70%. En el laboratorio, se deshidrataron mediante el siguiente procedimiento: alcohol al 96% por 10-15 min, alcohol absoluto durante 10 min, y un tratamiento final con xileno por 1 minuto. El montaje se realizó con un microscopio estereoscópico y un alfiler entomológico

para la manipulación de los trips en el bálsamo de Canadá. La determinación específica tomó como referencia los caracteres morfológicos observados en el microscopio óptico de cada uno de los especímenes y se usaron claves para el grupo taxonómico. La identificación de las especies de *Thrips* spp. se realizó en el Laboratorio de Entomología del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, y emplearon las claves propuestas por Lewis (1998), Mound y Marullo (1996) y Moulton (1948) para el grupo taxonómico.

Se realizó una exploración estadística de los datos originales de la población capturada para determinar la normalidad. La estimación del semivariograma se hizo con los datos de captura de *Th. simplex* obtenidos en los sitios de muestreo; el valor experimental del semivariograma se calculó en base a lo establecido por Isaaks y Srivastava (1989): $\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i + h) - z(x_i)]^2$ donde: $\gamma^*(h)$ es el valor experimental del semivariograma para el intervalo de distancia h ; $N(h)$ es el número de pares de puntos muestrales separados por el intervalo de distancia h ; $z(x_i)$ es el valor de la variable de interés en el punto muestral x_i y $z(x_i + h)$ es el valor de la variable de interés en el punto muestral $x_i + h$. El semivariograma experimental fue obtenido a través del programa R (Bivand *et al.*, 2008; R Core Team, 2012) utilizando la librería gstat (Pebesma, 2004). Se evaluaron siete modelos (esférico, exponencial, gaussiano, lineal, matern, bessel y pentaesférico) para seleccionar el que mejor se ajustó a la semivarianza experimental de los valores de densidad del *Th. simplex*, y se seleccionó el de menor error (Cressie, 1985).

Para determinar la relación entre los datos obtenidos en los muestreos se calculó el nivel de dependencia espacial. Este valor se obtiene al dividir el efecto pepita y la meseta, expresado en porcentaje: con menos de 25% es alto; entre 26% y 75% es moderado y mayor a 76% es bajo (López-Granados *et al.*, 2002).

Después de seleccionar el modelo que menor error presentó, se procedió a la interpolación con kriging. Se evaluaron tres modelos de kriging (simple, ordinario y universal) con la técnica de validación cruzada. Se seleccionó el kriging con menor error de precisión para realizar la interpolación con base al error medio (ME) = $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [z(x_i) - \tilde{z}(x_i)]$, el cual debe ser cercano a cero (Cruz-Cardenas *et al.*, 2013);

de igual forma se determinó error cuadrático medio ($RMSE$): $\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [z(x_i) - \tilde{z}(x_i)]^2}$ un modelo de semivariograma se considera adecuado si, como regla práctica, el valor del estadístico es cercano a cero (Navas *et al.*, 2008; Vieira *et al.*, 2010), y la media estandarizada del error de predicción ($MSPE$) = $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ME}{\sigma^2(x_i)}$ que debe ser cercana a cero (Cruz-Cárdenas *et al.*, 2013).

El resultado del kriging es una capa espacial en formato Geotiff obtenida con la librería rgdal del programa R. Finalmente, el mapa se editó con el programa Surfer 10.0 (Surface Mapping System, Golden Software Inc. 809, 14th Street Golden, CO, 804011866, USA) para visualizar el comportamiento espacial de *Th. simplex*.

RESULTADOS

Durante todo el ciclo fenológico del gladiolo se tuvo presencia de *Th. simplex* en los dos ciclos de producción evaluados, pero con densidades variables. Las densidades promedio variaron de 19.48 a 90.0 ejemplares por trampa durante el ciclo invierno-verano, y de 2.59 a 8.38 durante el ciclo verano-otoño del año 2014. Para 2013, se observó que la densidad fluctuó de 0.90 a 84.16 y de 1.02 a 15.04, respectivamente (Cuadro 1). En todos los muestreos de 2013, excepto en la parcela dos del ciclo verano-otoño, la densidad determinada sobrepasó los límites permisibles para la producción de gladiola, mientras que, en 2014 todas las parcelas sobrepasaron los límites permisibles, excepto la etapa de floración de la parcela 1 del ciclo



verano-otoño y la etapa de espata de la parcela 2 del ciclo invierno-verano. La etapa fenológica de mayor incidencia de la plaga correspondió a la vegetativa, seguida de la floración, en los dos ciclos evaluados del año 2013, aunque siempre mantuvo una densidad variable (Cuadro 1) mientras que, en 2014, la etapa fenológica de mayor abundancia fue la de floración seguida de la vegetativa.

Cuadro 1. Parámetros de los modelos ajustados a los semivariogramas obtenidos del muestreo de *Thrips simplex* en gladiolo durante los ciclos invierno-verano y verano-otoño 2013, en Jocotitlán, Estado de México.

Año	Ciclo	Parcela	DDS ^a	Densidad media	Varianza	Modelo	Pepita	Meseta	Rango	Pepita/Meseta %	Nivel de dependencia
2013	Invierno-verano	1	78	60.70	1090.8	Gaussiano	0.00	0.27	4.78	0.00	Alta
			103	55.49	663.9	Gaussiano	0.04	3.29	6.29	1.21	Alta
			120	25.72	395.0	Gaussiano	0.00	0.62	2.51	00.00	Alta
		2	78	90.00	2171.7	Exponencial	0.25	0.77	391.2	32.46	Moderada
			103	19.48	87.42	Gaussiano	0.08	0.18	9.65	44.44	Moderada
			120	24.49	147.2	Esférico	0.00	1.39	3.41	0.00	Alta
	Verano-otoño	1	40	8.38	28.76	Gaussiano	0.00	0.89	2.24	0.00	Alta
			80	6.65	19.23	Exponencial	0.86	0.23	114.3	373.0	Baja
			113	5.73	10.52	Gaussiano	0.00	0.38	2.85	0.00	Alta
		2	40	2.59	2.37	Bessel	0.30	2.00	181.7	15.00	Alta
			80	2.75	2.55	Gaussiano	0.22	0.02	5.09	1100.0	Baja
			113	3.45	3.73	Exponencial	0.28	1.83	481.5	15.3	Alta
2014	Invierno-verano	1	78	7.72	28.31	Esférico	0.375	0.046	15.40	815.2	Baja
			103	15.02	111.6	Gaussiano	0.520	0.166	36.57	313.2	Baja
			120	84.16	2891.5	Bessel	0.415	19.00	642.9	2.18	Alta
		2	78	3.64	10.90	Esférico	0.500	0.154	36.43	324.6	Baja
			103	0.90	1.29	Bessel	1.375	7.837	267.4	17.54	Alta
			120	14.85	117.3	Gaussiano	0.567	0.164	22.54	345.7	Baja
	Verano-otoño	1	40	9.82	30.20	Bessel	0.287	11.06	406.7	2.59	Alta
			80	2.73	5.38	Exponencial	0.296	1.579	330.6	18.74	Alta
			113	1.02	1.09	Bessel	0.440	6.893	334.8	6.38	Alta
		2	40	5.47	15.75	Exponencial	0.234	0.199	4.483	117.5	Baja
			80	6.78	28.05	Exponencial	0.234	0.199	4.483	117.5	Baja
			113	15.04	283.1	Exponencial	0.276	0.159	11.48	173.5	Baja

Las técnicas geoestadísticas determinaron que las poblaciones de *Th. simplex* presentaron una distribución espacial de tipo agregada, aunque en 2014 se presentó un bajo nivel de dependencia en el 50% de los modelos obtenidos. El valor de la media de los errores de predicción, el error cuadrático medio y la media estandarizada del error de predicción presentaron valores cercanos a cero en los semivariogramas obtenidos (Cuadro 2) que permitieron validar los modelos ajustados. Las funciones de los semivariogramas obtenidos variaron entre las fechas de muestreo tanto para la misma parcela como entre parcelas, en los dos ciclos evaluados de un mismo año (Fig. 1, 2). El modelo gaussiano fue el que describió el 58% de los semivariogramas ajustados, al considerar los dos ciclos evaluados en 2013, mientras que el modelo exponencial y Bessel fue el que mayor ajuste presentó a los semivariogramas obtenidos en 2014. Únicamente la parcela uno del ciclo invierno-verano 2013 se presentó un patrón espacial similar en las tres etapas fenológicas (Cuadro 1), y se expresó en una agregación puntual y específica en los mapas obtenidos, similar comportamiento se observó en la parcela dos del ciclo verano-otoño de 2014 (Cuadro 1).

El modelo de tipo gaussiano se ajustó al 50% de las poblaciones determinadas en 2013 y solo en dos poblaciones del 2014 (Cuadro 1), que se expresa en una mayor superficie infestada dentro de la parcela. Su ajuste se dio preferentemente en las etapas fenológicas de espata y/o floración en los dos años evaluados. Por otro lado, el modelo Bessel se ajustó en el 20.8% de los semivariogramas obtenidos del comportamiento espacial del *Th. simplex* en los dos años evaluados (Cuadro 1). Este modelo estuvo asociado con los mayores valores del rango. Los ajustes de los semivariogramas al modelo exponencial en las poblaciones determinadas en el ciclo verano-otoño de 2014, así como a los 78 DDS de la parcela uno del ciclo invierno-verano, 80 DDS de la parcela uno y 113 DDS de la parcela dos del ciclo verano-otoño de 2013. Por otro

lado, solo tres poblaciones de *Th. simplex* se ajustó al modelo esférico, en los muestreos realizados a los de 120 DDS de la parcela dos del ciclo invierno-verano de 2013, así como en la etapa vegetativa de ambas parcelas del ciclo invierno-verano de 2014.

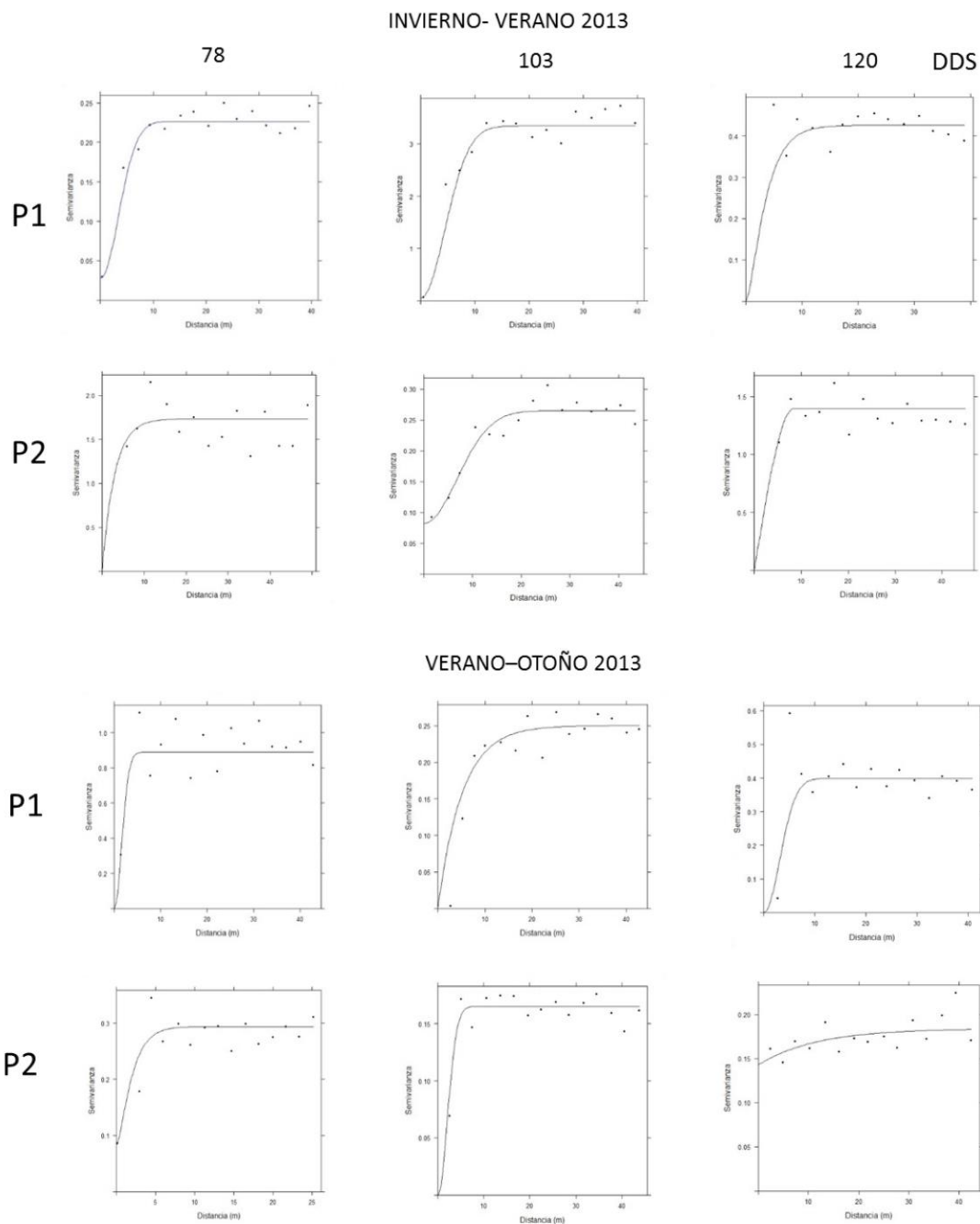


Figura 1. Semivariogramas de los modelos ajustados al comportamiento espacial de la *Thrips simplex* en el cultivo de gladiolo en diferentes fechas de muestreo del 2013 en Jocotitlán, Estado de México. DDS: días después de la siembra; P: Parcela.



El nivel de dependencia espacial que se presentó en los modelos ajustados, es indicativo de la existencia de una baja a alta distribución agregada, es decir, existe una relación espacial entre las observaciones de cada punto de muestreo que tienden a ser muy similares (Cuadro 1). El efecto pepita presentó valores de 0 a 1.3. En los dos años evaluados, los valores del rango presentaron diferencias al comparar entre fechas de muestreo y parcelas, es decir, la correlación espacial de *Th. simplex* capturados en las 121 trampas analizadas presentaron zonas de influencia diferentes en torno a un punto, tanto dentro de la parcela para cada fecha y entre parcelas para un mismo ciclo, así como entre ciclos diferentes (Cuadro 1). En ninguna fecha de muestreo se distribuyó en el 100% del área de la parcela, siempre se observaron espacios con ausencia de la plaga, dichos espacios pueden ser originados por efecto de medidas de control. Los centros de agregación presentaron movilidad en su ubicación geográfica de una etapa fenológica a otra (Fig. 3), así como de una parcela a otra (Fig. 4) y sobre todo de un ciclo de producción a otro.

Cuadro 2. Valores de validación cruzada en los tres tipos de kriging obtenidos del muestreo de *Thrips simplex* en gladiolo durante los ciclos invierno-verano y verano-otoño 2013 y 2014, en Jocotitlán, Estado de México.

Año	Ciclo	Parcela	DDS ^a	Universal			Ordinario			Simple		
				ME ^b	RMSE ^c	MSPE ^d	ME	RMSE	MSPE	ME	RMSE	MSPE
2013	Invierno-Verano	1	78	0.004	0.509	0.260	0.002	0.518	0.269	0.778	0.943	0.890
			103	0.002	0.534	0.285	0.008	0.522	0.273	0.537	0.772	0.596
			120	0.003	0.505	0.255	0.000	0.805	0.645	0.778	0.943	0.890
		2	78	0.003	2.078	4.321	0.002	2.122	4.505	0.982	2.366	5.600
			103	0.025	1.335	1.783	0.010	1.327	1.761	2.003	2.464	6.072
			120	0.002	0.529	0.280	0.001	0.881	0.777	1.573	1.681	2.829
	Verano-Otoño	1	40	0.009	0.951	0.904	0.020	0.939	0.881	2.154	2.377	5.651
			80	0.001	0.887	0.787	0.005	0.882	0.778	0.132	0.900	0.811
			113	0.008	0.629	0.396	0.002	0.624	0.889	3.245	3.366	11.334
		2	40	0.000	0.566	0.320	0.004	0.562	0.320	0.008	0.572	0.327
			80	0.001	0.495	0.245	0.003	0.498	0.248	2.964	3.015	9.089
			113	0.003	0.552	0.306	0.008	0.551	0.304	0.257	0.613	0.376
2014	Invierno-Verano	1	78	0.006	0.838	0.703	0.001	0.734	0.539	1.485	1.729	2.989
			103	0.007	1.267	1.666	0.005	1.266	1.605	0.166	1.280	1.639
			120	0.005	2.807	7.883	0.005	2.832	8.023	0.002	2.795	7.816
		2	78	0.005	0.767	0.589	0.001	0.772	0.596	1.118	1.441	2.076
			103	0.010	0.766	0.558	0.000	0.735	0.541	1.118	1.441	2.076
			120	0.000	1.515	1.967	0.012	1.400	1.960	0.259	1.357	1.842
	Verano-Otoño	1	40	0.001	0.855	0.728	0.000	0.854	0.730	0.013	0.857	0.718
			80	0.001	0.876	0.768	0.002	0.855	0.732	3.570	3.668	13.46
			113	0.001	0.655	0.429	0.000	0.654	0.428	4.2212	4.260	18.149
		2	40	0.011	0.731	0.554	0.007	0.742	0.550	1.485	1.729	2.989
			80	0.009	0.865	0.749	0.003	1.004	1.008	0.000	1.005	1.010
			113	0.013	1.710	2.925	0.007	1.888	3.567	0.005	1.893	3.583

Los centros iniciales de agregación en las dos parcelas del ciclo invierno-verano 2013 se presentaron en la región sureste de la parcela, para cambiar en su ubicación hacia la región central a los 103 DDS, mientras que a los 120 DDS se ubicaron a lo largo de la zona este de la parcela (Fig. 3). Para el ciclo verano-otoño de 2013, los centros de agregación se ubicaron en la zona central de la parcela a los 78 y 103 DDS, para finalmente localizarse en la zona este durante la etapa de floración en la parcela uno, dicho comportamiento fue originado por una aparición temprana de la espiga floral en dicha área, mientras que en la parcela dos, los centros de agregación se ubicaron en una franja de la parcela que inició en la región noroeste y terminó en la región sureste, en los tres muestreos realizados, debido a que existió una parcela abandonada de gladiolo que originó un mayor movimiento del insecto a dicha región.

En el año 2014, los centros de agregación durante el ciclo invierno-verano se presentaron de la región central de la parcela con tendencia hacia la región norte y noreste en las dos parcelas evaluadas en las tres etapas fenológicas. Únicamente en el muestreo a los 78 DDS de la parcela dos, los centros de agregación se presentaron en la región oeste (Fig. 4). Para el ciclo verano-otoño, los centros de agregación

de la parcela 1 se distribuyeron por toda la superficie, acentuándose en la zona norte y sur a los 78 y 120 DDS, mientras que a los 103 DDS fueron evidentes en la región este y oeste. Por otro lado, los centros de agregación de la parcela dos fueron evidentes en la zona sureste a los 78 y 120 DDS mientras que a los 103 DDS se ubicaron en la región noreste (Fig. 4).

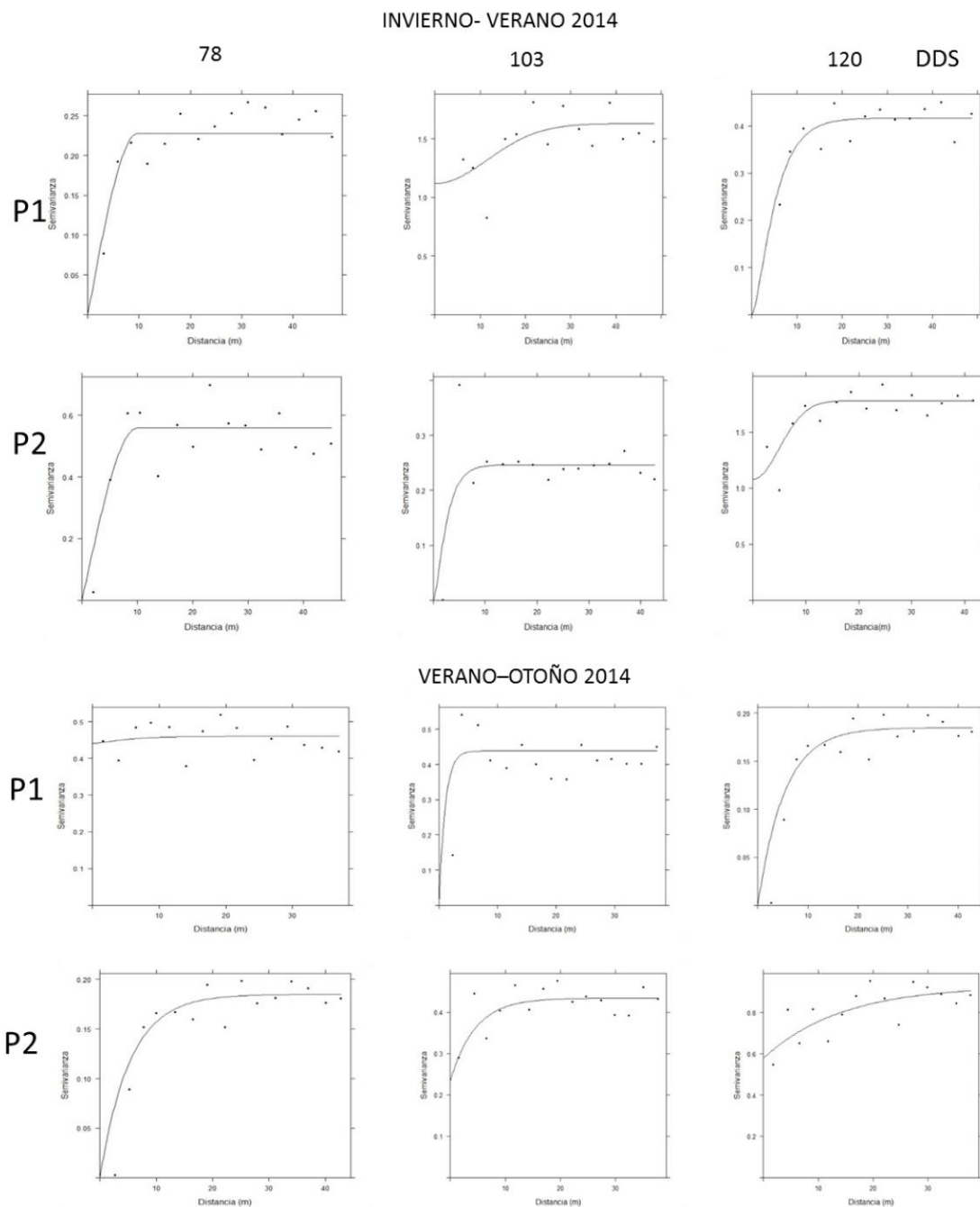


Figura 2. Semivariogramas de los modelos ajustados al comportamiento espacial de la *Thrips simplex* en el cultivo de gladiolo en diferentes fechas de muestreo del 2014 en Jocotitlán, Estado de México. DDS: días después de la siembra; P: Parcela.



DISCUSIÓN

La presencia de *Th. simplex* durante todo el ciclo fenológico del gladiolo en los dos ciclos de producción evaluados contrasta con los trabajos de Romero (1996) e ICAMEX (2015) que indican a *Frankliniella occidentalis* como la especie presente que afecta al cultivo de gladiolo en México, pero son similares con los reportados en Plantwise (2019) en otras regiones del mundo. La presencia constante de *Th. simplex* en las parcelas evaluadas durante los dos años de estudio es un indicativo de que las medidas de control utilizadas por los productores son poco eficientes, en especial las de origen químico, como es el uso de insecticidas de contacto y su rotación con el mismo sitio de acción, la preparación del suelo en forma desfasada, así como el uso de cormos procedentes de otras regiones, con altos niveles de infestación que, en su mayoría, utilizan los productores de la región norte.

El hecho de que la densidad determinada sobrepasó los límites permisibles para la producción de gladiolo (Carrizo *et al.*, 2008) en los dos años evaluados es indicativo que este insecto plaga se asocie con los daños causados en gladiolo en la región norte del Estado de México. La mayor abundancia de *Th. simplex* se presentó durante el ciclo invierno-verano, que se explica por la presencia de temperaturas máximas favorables para el insecto que variaron de 23.68°C en 2013, a 24.08°C en 2014 (INIFAP, 2015), ubicándose dentro del rango de temperatura óptima (15°C a 30°C) indicada por Contreras *et al.* (1998). Por otro lado, las menores densidades obtenidas en el ciclo verano otoño, se debieron a la presencia de lluvias intensas que es considerado un factor de muerte natural para trips (Ascensión-Betanzos *et al.*, 1999).

Fue evidente la existencia de variabilidad espacial en la ubicación de los centros de agregación de *Th. simplex* dentro de las parcelas, así como entre las diferentes fechas de muestreo, tanto en el espacio físico de la parcela como entre las diferentes fechas de muestreo, similar a la reportada por Jiménez *et al.*, (2013) para *F. occidentalis* en *Physalis ixocarpa* (Brot. ex. Horm.) en otras localidades de la misma región de estudio y con Quiñones-Valdez *et al.* (2017) para *Th. simplex* en gladiolo del Valle de Toluca, y por lo reportado para *Thrips* spp. en aguacate (Solares *et al.*, 2011), *Thrips* spp. asociados al arándano (Rhodes *et al.*, 2011), *Thrips palmi* Karny (Cho & Lee 2000) y *Anaphothrips obscurus* Müller (Reisig *et al.*, 2011).

Las diferencias en los tipos de modelaje de los semivariogramas obtenidos se debió a las diversas densidades de *Th. simplex* que se presentaron entre las etapas fenológicas del cultivo de gladiolo, así como a las condiciones ambientales que permiten o limitan su proliferación. No se evidenció que el valor de la densidad estuviera asociado a un tipo de modelo.

El ajuste de la variabilidad espacial al modelo de tipo gaussiano expresa que, aunque la presencia de *Th. simplex* se encuentra en centros de agregación, su distribución espacial tiene una manifestación continua dentro de la parcela, esto provoca infestaciones a plantas o puntos vecinos (Alves *et al.*, 2006) que se expresa en una mayor superficie infestada dentro de la parcela. Su ajuste se dio preferentemente en las etapas fenológicas de espata y/o floración en los dos años evaluados. Por otro lado, el modelo *bessel* indica que las mayores densidades del insecto, en cada fecha analizada, tienden a ubicarse en agregaciones de mayor espacio, pero en puntos específicos dentro de la parcela. Este modelo ajustado al comportamiento espacial de *Th. simplex* no se ha reportado previamente y estuvo asociado con los mayores valores del rango. El ajuste al modelo exponencial en el 29.16% de las poblaciones del insecto indica, en términos biológicos, que *Th. simplex* propicia infestaciones de tipo agregado, pero de forma irregular dentro de la superficie de la parcela. Por otro lado, las poblaciones de *Th. simplex* ajustadas al modelo esférico expresan en términos biológicos, que las agregaciones se presentaron en zonas específicas dentro de la parcela respecto al resto de puntos de muestreo y, que se desplazan de un punto específico hacia otros puntos dentro de la parcela. Estos puntos de agregación presentan un crecimiento rápido cerca de su origen, pero los incrementos van decreciendo conforme aumentan las distancias (Quiñones-Valdez *et al.*, 2015). También expresan que los centros de agregación son aleatorios dentro de la parcela de gladiolo, lo que propicia infestaciones en zonas

específicas (Contreras-Rendón *et al.*, 2017). Este modelo se ajustó únicamente en tres poblaciones del ciclo invierno-verano, diferente a lo reportado por Quiñones-Valdez *et al.* (2017) que mencionan un mayor ajuste a este tipo de distribución espacial.

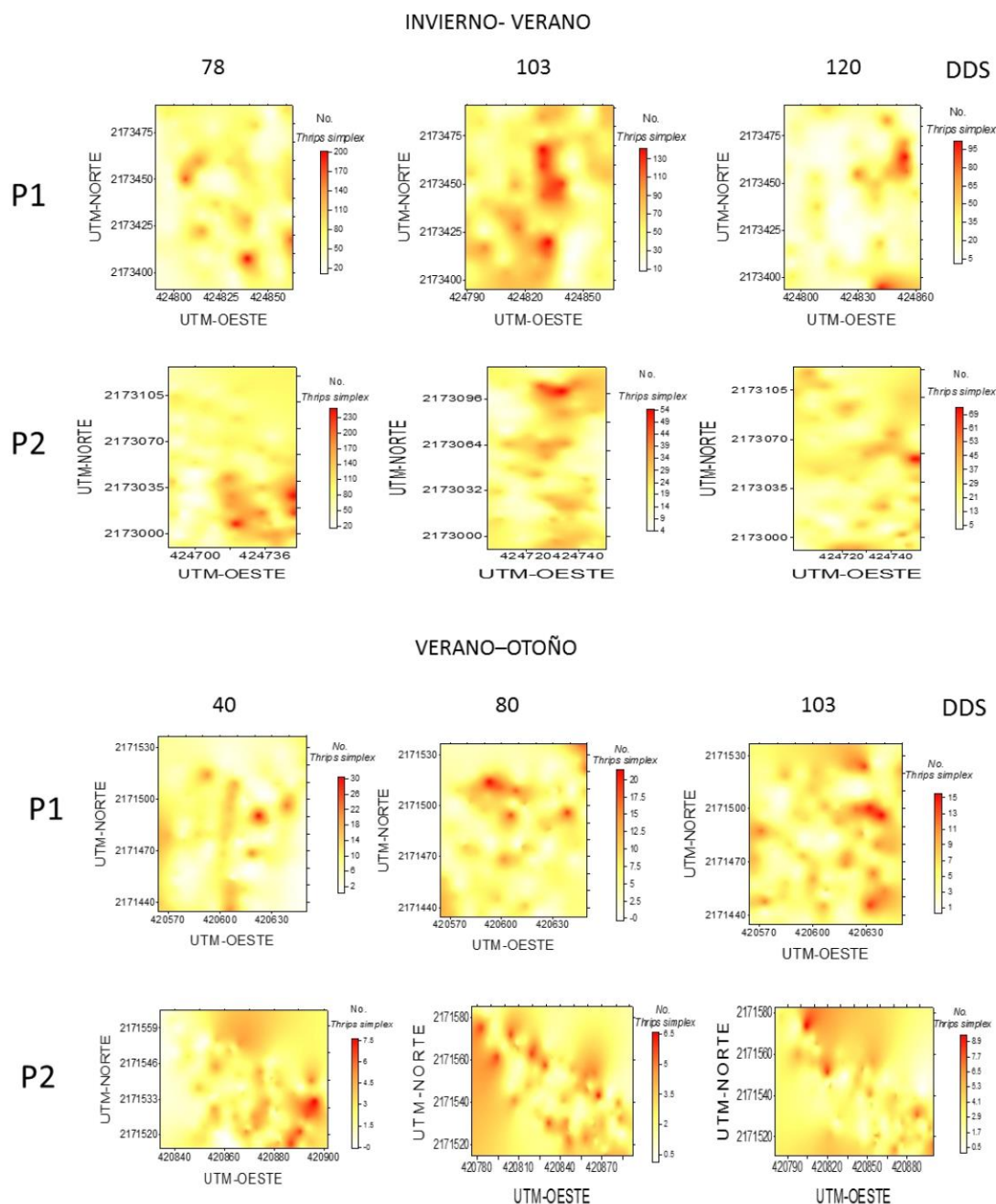


Figura 3. Mapas del krigeado obtenido del comportamiento espacial de la *Thrips simplex* en el cultivo de gladiolo en los muestreos realizados durante 2013 en Jocotitlán, Estado de México. DDS: días después de la siembra; P: Parcela.

El hecho de que el efecto pepita tenga valores cercanos a cero, significa que entre el 99 y 100% de la variación en la distribución de *Th. simplex* fue explicada por la estructura espacial establecida en los semivariogramas respectivos, por lo que los modelos ajustados y validados tienen un 98% de credibilidad



(Sanchez-Pale *et al.*, 2011), además es indicativo que la escala de muestreo fue adecuada y que el error de muestreo fue mínimo (Oliver & Webster, 2014; Quiñones-Valdez *et al.*, 2018). La reducida distancia en el valor del rango (entre 2.24 a 9.61 m en 2013 y de 4.48 m en 2014) de los semivariogramas en los dos ciclos evaluados, es indicativo de una variabilidad espacial en pequeña escala (Quiñones-Valdez *et al.*, 2018). En este mismo sentido, Moreno-López (2009) indica que los puntos de muestreo que disten menos en su valor del rango entre sí, tendrán valores más semejantes que los correspondientes a los puntos que estén más separados. Por otro lado, los valores del rango indicaron la existencia de una correlación espacial a mayores distancias.

Los mapas de densidad obtenidos con el krigeado permitieron visualizar la ubicación de los diferentes centros de agregación que se presentaron durante los dos ciclos de producción del gladiolo en los dos años evaluados, además generó información útil sobre su dispersión dentro de la parcela por etapa fenológica, que al combinarlas con información de los daños que ocasionan y modelos de predicción, permitirán optimizar las actividades de monitoreo y orientar las actividades de manejo en tiempo y espacio (Jung-Joon *et al.*, 2011), en especial la aspersión de plaguicidas a puntos específicos de mayor agregación, eliminación de hospederos alternos dentro de la parcela y en las zonas adyacentes a la parcela que el mapa indica con mayor presencia del insecto, y en la medida de lo posible sembrar cultivos no hospederos de *Th. simplex* en dichas zonas adyacentes. La movilidad de los centros de agregación es posiblemente originada por cambios en el desarrollo de plantas dentro de un mismo cultivo o bien por una irregularidad en las prácticas de manejo (control de malezas, aspersión de insecticidas, etc.). En ningún muestreo se observó una distribución espacial uniforme de *Th. simplex* en las dos parcelas evaluadas por ciclo, debido a las diferencias en el manejo que realiza el productor en forma particular para cada parcela y a las diferencias ambientales que existen de un ciclo a otro, por lo que el manejo del insecto debe realizarse de forma diferente de un ciclo a otro.

El comportamiento espacial de los centros de infestación en puntos específicos dentro de la parcela permite suponer que la población de *Th. simplex* se originó a partir de una fuente puntual (Roberto *et al.*, 2002), como pueden ser los propágulos o cormos infestados. Esto señala la existencia de semilla infestada, tratamientos de semilla poco eficientes o genotipos susceptibles que favorecen al desarrollo de los insectos durante todo el ciclo de cultivo en puntos específicos, a pesar del continuo manejo.

La agregación visualizada indica que la estrategia de manejo, que realizan los productores de este municipio, con aspersiones totales sobre toda la parcela de gladiolo, puede ser reemplazada por el manejo desde una perspectiva de sitio o punto específico (Carvalho *et al.*, 2009) que implica realizar un análisis de los patrones espaciales del insecto que provea datos importantes de la ecología de la población (ejemplo: dirección y distancia de avance o importancia y proximidad de reservorios), además dicho comportamiento de agregación sugiere aplicar diversas acciones de control y dirigir las actividades de muestreo sobre las áreas o sitios específicos (Rong *et al.*, 2006; Park *et al.*, 2007) donde está presente el insecto.

La determinación del comportamiento espacial mediante la ubicación geográfica de los puntos con alta densidad de las poblaciones de *Th. simplex*, desde el punto de vista de manejo integrado de los cultivos, representa una herramienta adecuada para el control de la misma, así como un manejo preciso de los nichos ecológicos de propagación (puntos iniciales de infestación por cormo, maleza o suelo infestado), que genera beneficios económicos, sociales y ambientales (Moral *et al.*, 2011). Al realizar en forma correcta, precisa y puntual la preparación del suelo para eliminar los estadios invernantes de la plaga, así como el uso preventivo de depredadores durante las etapas iniciales del cultivo, que eviten alcanzar los umbrales económicos, así como las aplicaciones de plaguicidas de tipo químico implica, un menor uso de combustibles, bajo impacto ambiental y retardo del desarrollo de resistencia de los insectos (Park *et al.*, 2007). Además, esto permitirá observar la variabilidad poblacional del insecto para identificar áreas

infestadas y áreas libres de infestación, y así poder detectar cambios de los patrones espaciales a través del tiempo de un insecto plaga (Navas *et al.*, 2008) que conduzcan a un manejo de agricultura de precisión.

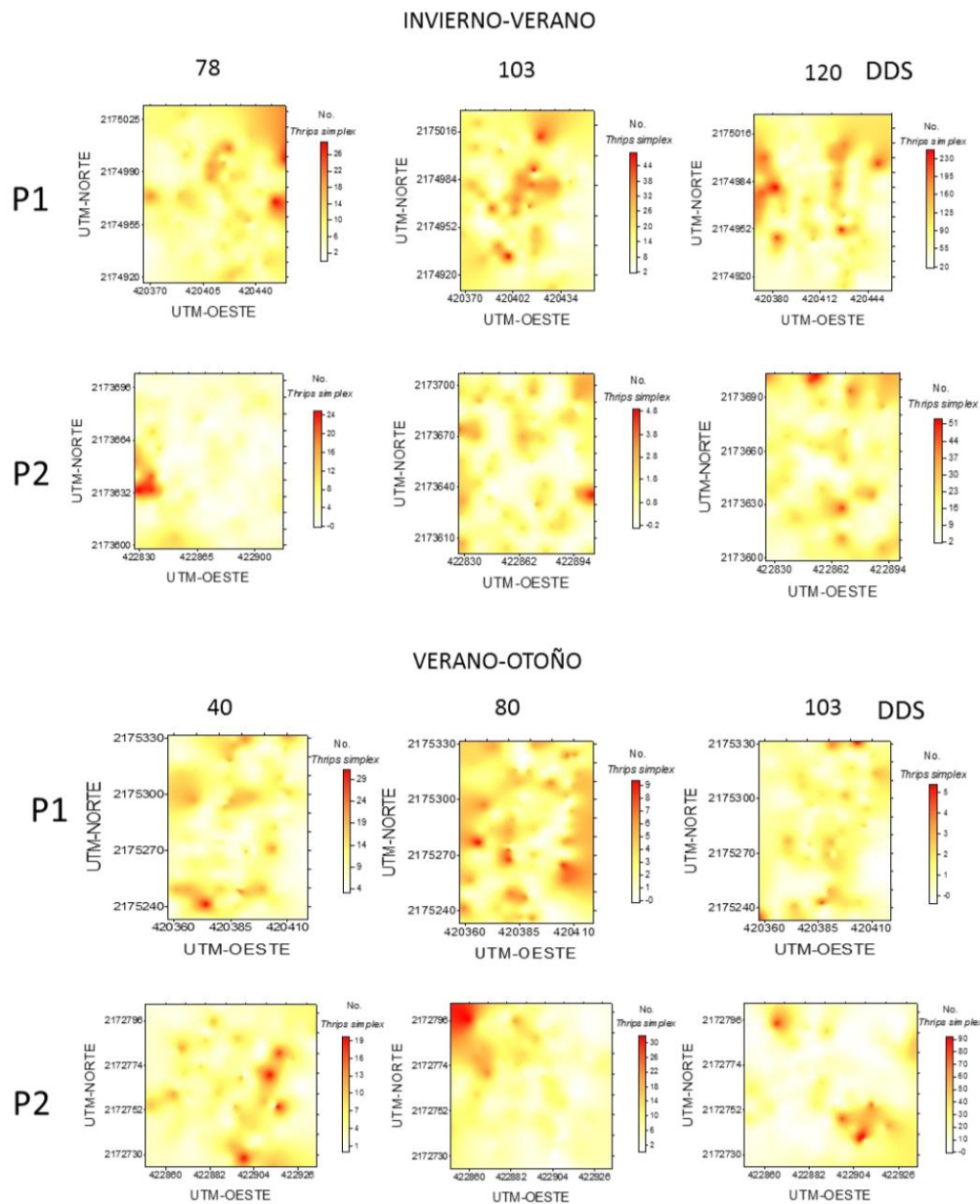


Figura 4. Mapas del krigeado obtenido del comportamiento espacial de la *Thrips simplex* en el cultivo de gladiolo en los muestreos realizados durante 2014 en Jocotitlán, Estado de México. DDS: días después de la siembra; P: Parcela.

CONCLUSIONES

El comportamiento espacial de las poblaciones de *Th. simplex* en el cultivo del gladiolo para la región norte del estado de México, fue de tipo agregado, éste expresó diversos centros o puntos específicos de agregación de forma dispersa en las etapas fenológicas evaluadas dentro de la misma parcela, ajustándose a diferentes patrones espaciales. Las mayores densidades se presentaron durante el ciclo invierno-verano en los dos años evaluados.



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

LITERATURA CITADA

- Alves, M. C., Pozza, E. A., Machado, J. C., Araújo, D. V., Talamini, V., Oliveira, M. S. (2006) Geoestatística como metodología para estudar a dinâmica espaço-temporal de doenças associadas a *Colletotrichum* spp. transmitidos por sementes. *Fitopatologia Brasileira*, 31, 557–563.
- Ascención-Betanzos, G., Bravo-Mojica, H., González-Hernández, H., Johansen-Naime, R. M., Becerril-Román, A. E. (1999) Fluctuación poblacional y daño de trips en aguacate cv. Hass. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 5, 291–296.
- Bivand, R., Pebesma, E., Gómez-Rubio, V. (2008) *Applied spatial data analysis with R*. Spron, New York, 374 pp.
- Carrizo, P., Gastelu, C., Longoni, P., Klasman, R. (2008) Especies de trips (INSECTA: Thysanoptera: Thripidae) en las flores de ornamentales. *Idesia*, 26, 83–86.
- Carvalho, A. M., Moreira, S. F., Ampelio, P. E., Silva, O. M. (2009) Modeling spatial variability and pattern of rust and brown eye spot in coffee agroecosystem. *Journal Pest Science*, 82, 137–148.
- Cho, K., Kang, S., Lee, G. (2000) Spatial distribution and sampling plans for *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) infesting fall potato in Korea. *Journal of Economic Entomology*, 93, 503–510.
- Contreras, J., Pedro, A., Sánchez, J. A., Lacasa, A. (1998) Influencia de las temperaturas extremas en el desarrollo de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 24, 251–266.
- Contreras-Rendón, A., Gutiérrez-Ibáñez, A. T., Sánchez-Pale, J. R., Silva-Rojas, H. V., Laguna-Cerda, A. (2017) Zebra chip spatial behavior and *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Trioziidae) in *Solanum tuberosum* L. in valleys high of Mexico. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad del Cuyo*, 49 (1), 175–184.
- Cressie, N. (1985) Fitting variogram models by weighted least squares. *Journal of the International Association for Mathematical Geology*, 17, 563–586.
- Cruz-Cárdenas, G., Villaseñor, J. L., López-Mata, L., Ortiz, E. (2013) Distribución espacial de la riqueza de especies de plantas vasculares en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84, 1189–1199.
- Demirozer, O., Tyler-Julian, K., Funderburk, J., Leppla, N., Reitz, S. (2012) *Frankliniella occidentalis* (Pergande) integrated pest management programs for fruiting vegetables in Florida. *Pest Management Science*, 68, 1537–1545.
- González, H., Sosa, C. M., González, M., Avale De La Paz, A. R. (1998) Selección del color de trampas adhesivas para muestreo de trips en el cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill.), Pp: 209–210. En: *Avances de investigación, 1997*. Instituto de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
- González-Pérez, E., Ayala-Garay, Ó. J., Carrillo-Salazar, J. A., García-De Los Santos, G., Yáñez-Morales, M. J., Juárez-Muñoz, J. (2011) Estudio del desarrollo, calidad de flor y dosis de fertilización en gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* Hort.). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 34 (4), 277–283.
- ICAMEX (Instituto de Capacitación Agrícola, Pecuaria y Forestal del Estado de México) (2019) Cultivo gladiolo. Disponible en: <http://icamex.edomex.gob.mx/gladiolo> (último acceso octubre 2019).
- INIFAP (Instituto de Investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias) (2015) Red de estaciones. Disponible en: <http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/historicos.aspx?est=36756&edo=10&d=21&m=10&an=2014> (último acceso en julio 2015).

- Isaaks, E. H., Srivastava, R. M. (1989) *An introduction to applied geostatistics*. Oxford University Press, New York, 561 pp.
- Jiménez, R. A., Ramírez, J. F., Sánchez, J. R., Salgado, M. L., Laguna, A. (2013) Modelización espacial de *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) en tomate de cáscara por medio de técnicas geoestadísticas. *Revista Colombiana de Entomología*, 39, 183–192.
- Jung-Joon, P., Joon-Ho, L., Key-Il, S., Sung-Eun, L., Kijong, C. (2011) Geostatistical analysis of the attractive distance of two different sizes of yellow sticky traps for greenhouse White fly, *Trialeurodes vaporariorum* (West-wood) (Homoptera: Aleyrodidae), in cherry tomato greenhouses. *Australian Journal of Entomology*, 50, 144–151.
- Liebholt, A. M., Rossi, R. E., Kemp, W. P. (1993) Geostatistics and geographic information systems in applied insect ecology. *Annual Review of Entomology*, 38, 303–327.
- Liebholt, A. M., Sharov, A. (1998) Testing for correlation in the presence of spatial autocorrelation in insect count data, Pp: 111–117. En: J. Baumgartner, P. Brandmayr, B. F. J. Manly (Eds.). *Population and community Ecology for insect management and conservation*. CRC Press. ISBN: 90 5410 930 0. Rotterdam, Netherlands, 435 pp.
- Loera-Alvarado, E., Rodríguez-Pagaza, Y., Sánchez-Vega, M., Loera-Alvarado, M. E., Pinto, V. M., Luna-Cruz, A. (2018) Insecticidas de diferente grupo toxicológico evaluados para el control de trips en gladiola (*Gladiolus glandiflorus* HORT.) en campo. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 21, 539–546.
- López-Granados, F., Jurado-Expósito, M., Atenciano, S., García-Ferrer, A., Sánchez, M., García-Torres, L. (2002) Spatial variability of agricultural soil parameters in southern Spain. *Plant Soil*, 246, 97–105.
- Moral, F. J., Terrón, J. M., Rebollo, F. J. (2011) Site-specific management zones based on the Rasch model and geostatistical techniques. *Computers and Electronics in Agriculture*, 75, 223–230.
- Moreno-López, J. L. (2009) Introducción a la geoestadística y su aplicación. México, D.F. 151 pp. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/140644699/Moreno-Lopez-Jose-Luis-2009> (último acceso en octubre 2019).
- Navas, C. J. A., Landa, B. B., Mercado-Blanco, J., Trapero-Casas, J. L., Rodríguez-Jurado, D., Jiménez-Díaz, R. M. (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.
- Oliver, M. A., Webster, R. (2014) A tutorial guide to geostatistics: Computing and modelling variograms and kriging. *Catena*, 113, 56–69.
- Park, Y. L., Krell, R. K., Carroll, M. (2007) Theory, technology and practice of site-specific insect pest management. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 10, 89–101.
- Pebesma, E. J. (2004) Multivariable geostatistics in S: the gstat package. *Computers & Geosciences*, 30, 683–691.
- Plantwise Knowledge Bank (2019) *Gladiolus thrips Thrips simplex*. Disponible en: <https://www.plantwise.org/knowledgebank/datasheet/52633> (último acceso en octubre 2019).
- Quiñones-Valdez, R., Sánchez-Pale, J. R., Pedraza-Esquivel, A. K., Castañeda-Vildózola, A., Gutiérrez-Ibáñez, A. T., Ramírez-Dávila, J. F. (2015) Análisis espacial de *Thrips* spp. (Thysanoptera) en el cultivo de gladiolo en la región sureste de Estado de México. *Southwestern Entomologist*, 40, 397–407.
- Quiñones-Valdez, R., Sánchez-Pale, J. R., Pedraza-Esquivel, A. K., Castañeda-Vildózola, A., Franco-Mora, O., Johansen-Naime, R., Mojica-Guzmán, A. (2017) Distribución espacial de *Thrips simplex* (Thysanoptera:Thripidae) en plantaciones de gladiolo del Valle de Toluca del Estado de México, México. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 17 (2), 21–28.
- Quiñones-Valdez, R., Sánchez-Pale, J. R., Castañeda-Vildózola, A., Franco-Mora, O., Ruíz Orta, A. (2018) Incidence, severity and spatial distribution of *Uromyces transversalis* in new region of Mexico State. *Scientia fungorum*, 48, 87–94.



- R Core Team** (2012) A language for modeling and environment for statistical computing. R Foundation for Statical Computing, Vienna Austris. Disponible en: <http://www.R-proyect-org/> (último acceso en diciembre 2017).
- Reisig, D. D., Godfrey, D. L., Marcum, B. D.** (2011) Spatial dependence, dispersion, and sequential sampling of *Anaphothrips obscurus* (Thysanoptera: Thripidae) in timothy. *Environmental Entomology*, 40, 689–696.
- Rhodes, E. M., Liburd, O. E., Grunwald, S.** (2011) Examining the spatial distribution of flower Thrips in southern highbush blueberries by utilizing geostatistical methods. *Environmental Entomology*, 40, 893–903.
- Roberto, S. R., Farias, P. R. S., Bengamin, F. A.** (2002) Geostatistical analysis of spatial dynamics of Citrus Variegated Chlorosis. *Fitopatologia Brasileira*, 27, 599–604.
- Rong, J., Dian-Mo, L., Bao-Yu, X., Zhe, L., Dong-Li, M.** (2006) Spatial distribution of oriental migratory locust (Orthoptera: Acrididae) egg pod populations: implications for site-specific pest management. *Environmental Entomology*, 35, 1244–1248.
- Romero, C. S.** (1996) *Plagas y Enfermedades de Ornamentales*. Universidad Autónoma de Chapingo. ISBN: 968-884-340-7. Texcoco, México, 244 pp.
- Sánchez-Pale, J. R., Quiñones-Valdez, R., Castañeda-Vildózola, A., Franco-Mora, O., Pedraza-Esquivel, A. K.** (2019) Dinámica Espacio Temporal de *Thrips simplex* y *Frankliniella occidentalis* en *Gladiolus communis* L. *Southwestren Entomologist*, 44 (3), 667–677.
- Sanchez-Pale, J. R., Ramírez-Dávila, J. F., González-Huerta, A., De León, C.** (2011) Spatial distribution of head smut (*Sporisorium reilianum*) of corn in Mexico. *Ciencia e Investigación Agraria*, 38 (2), 253–263.
- SAGARPA** (2013) Boletín de prensa Delegación Federal del Estado de México. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/delegaciones/edomex/boletines/2013/octubre/Documents/B0602013.pdf>. (último acceso en agosto 2015).
- SIAP** (2014) Anuario estadístico de la producción agrícola en México. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/> (último acceso en marzo 2015).
- Solares, V., Ramírez, J. F., Sánchez, J. R.** (2011) Distribución espacial de trips (Insecta: Thysanoptera) en el cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.). *Boletín Museo Entomología Universidad del Valle*, 12, 1–12.
- Vieira, S. R., Porto de Carvalho, J. R., González, A. P.** (2010) Jack knifing for semivariogram validation. *Bragantia*, 69, 97–105.
- Vlachová, P., Svitácková, B.** (2011) Influence of gladiolus thrips on flowering and flower quality of selected varieties of gladioli. *MendelNet*, 23, 184–194.