



---

## **Estabilidad Espacial y Temporal de la Distribución de Trips<sup>1</sup> en el Cultivo de Aguacate en el Estado de México**

Author(s): Fatima Irais Maldonado-Zamora, José Francisco Ramírez-Dávila, Ana Veronica Lara-Díaz, Roberto Rivera-Martínez, Agustín David Acosta-Guadarrama, Dulce Karen Figueroa-Figueroa, Martín Rubí-Arriaga y Atenas Tapia-Rodríguez

Source: Southwestern Entomologist, 42(2):447-462.

Published By: Society of Southwestern Entomologists

<https://doi.org/10.3958/059.042.0215>

URL: <http://www.bioone.org/doi/full/10.3958/059.042.0215>

---

BioOne ([www.bioone.org](http://www.bioone.org)) is a nonprofit, online aggregation of core research in the biological, ecological, and environmental sciences. BioOne provides a sustainable online platform for over 170 journals and books published by nonprofit societies, associations, museums, institutions, and presses.

Your use of this PDF, the BioOne Web site, and all posted and associated content indicates your acceptance of BioOne's Terms of Use, available at [www.bioone.org/page/terms\\_of\\_use](http://www.bioone.org/page/terms_of_use).

Usage of BioOne content is strictly limited to personal, educational, and non-commercial use. Commercial inquiries or rights and permissions requests should be directed to the individual publisher as copyright holder.

---

## Estabilidad Espacial y Temporal de la Distribución de Trips<sup>1</sup> en el Cultivo de Aguacate en el Estado de México

### Stability of the Spatio-Temporal Distribution of Trips in Avocado Orchards in the State of Mexico, Mexico

Fatima Irais Maldonado-Zamora<sup>1</sup>, José Francisco Ramírez-Dávila<sup>2</sup>, Ana Veronica Lara-Díaz<sup>1</sup>, Roberto Rivera-Martínez<sup>1</sup>, Agustín David Acosta-Guadarrama<sup>1</sup>, Dulce Karen Figueroa-Figueroa<sup>1</sup>, Martín Rubí-Arriaga<sup>2</sup>, y Atenas Tapia-Rodríguez<sup>1</sup>

**Resumen.** El uso excesivo e inadecuado de plaguicidas ha causado graves daños al ambiente y a la salud humana; por ello la utilización de nuevas técnicas que coadyuven a mitigar los impactos generados han tomado importancia durante los últimos años. De esta manera se realizan trabajos enfocados en la planeación y muestreo sistematizado de plagas, los cuales tienen como propósito proveer la información necesaria que permita el uso adecuado de plaguicidas y esto dé pie a la generación de una agricultura más sustentable. Los trips son insectos que causan graves daños en las huertas del cultivo de aguacate en el municipio de Coatepec Harinas, Estado de México, y otros estados productores de este fruto, por ello, el estudio se realizó con el objetivo de analizar la estabilidad espacio temporal de trips con el índice de SADIE y la prueba de Cramér-von Mises, así como la modelización espacial de trips. Los resultados muestran que la geoestadística y el SADIE lograron establecer patrones espaciales de trips y determinar su estabilidad espaciotemporal. En los mapas de cada muestreo pueden ser visualizados diversos centros de agregación, lo que puede poner en marcha acciones preventivas hacia determinados puntos de incidencia de trips como la aplicación de insecticidas a árboles o área de las parcelas con infestaciones mayores.

**Abstract.** The excessive and inappropriate use of pesticides has caused serious damage to the environment and to human health. Use of new techniques that contribute to mitigate the impacts generated by pesticides has become important in recent years. Our work focused on planning and systematized sampling of pests with the purpose of providing information necessary for proper use of pesticides for more sustainable agriculture. Thrips are insects that cause serious damage to avocado orchards at Coatepec Harinas, Estado de México. Temporal stability of thrips with the SADIE index and the Cramér-von Mises test were analyzed, with spatial modeling of thrips. The results showed spatial patterns of thrips and their spatiotemporal stability. On generated maps were observed several centers where

<sup>1</sup>Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. Apartado postal 5020.

<sup>2</sup>Profesor Investigador de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. Apartado postal 5020. jframirez@uaemex.mx

thrips aggregate, which can be useful to implement preventive actions at points of incidence of the pest, such as direct application of insecticides to trees or areas of plots with major infestations.

## Introducción

El aguacate (*Persea americana*) es un fruto tropical originario de las partes altas del centro y este de México. Dichas áreas están incluidas en lo que se conoce como Mesoamérica, donde se considera se llevó a cabo la domesticación del mismo (Williams 1977).

En México, en 2013, la superficie cosechada con aguacate fue de 144,244 hectáreas, donde se produjeron 1.5 millones de toneladas. Las exportaciones comerciales de aguacate se han intensificado y México es el principal productor, contribuyendo con el 32% de la producción mundial (FAOSTAT 2014). En el Estado de México la superficie sembrada en 2013 fue 2,036 ha, cosechando 1,796 ha con una producción de 26,691 ton (SIAP 2013).

La familia Lauraceae, a la cual pertenece el aguacate (*P. americana*), está asociada con 108 especies de insectos y ácaros en las principales regiones productoras de aguacate, en las cuales se agrupa el mayor número de especies nocivas de este frutal (Waite y Martínez 2002). El aguacate puede ser atacado por diversas plagas, los trips (Thripidae), son considerados dentro de las plagas de importancia económica (González et al. 2002) debido a que causan lesiones en hojas, flores, y frutos pequeños cuando se alimentan (González et al. 2000). En México se conocen 10 especies depredadoras en agroecosistemas de aguacate (Johansen et al. 2007).

Es por ello, que existen estudios que buscan otras alternativas como es el uso de depredadores (Lacasa y Llorens 1998). Además de la alternativa de agroquímicos, hoy día se cuenta con la ayuda de la geoestadística que permite caracterizar la distribución espacial de los organismos plaga presentes en los huertos de producción. Los métodos geoestadísticos proporcionan una medida de la dependencia espacial, debido a que toma en cuenta la naturaleza bidimensional de la distribución de los organismos y permiten elaborar mapas de gran utilidad (Isaaks y Srivastava 1988, Oliver y Webster 1991, Rossi et al. 1992, Speight et al. 1998, Blom y Fleischer 2001, Sciarretta et al. 2001).

Con el uso de la geoestadística es posible establecer mapas de la distribución espacial del insecto y su porcentaje de incidencia, para obtener ahorros económicos y un manejo amigable con el ambiente al direccionar las alternativas de control tanto químico, biológico y cultural a zonas específicas donde se presenta el insecto. Es poca la información disponible sobre la estabilidad espacio temporal de trips en aguacate en las regiones productoras de México y en particular en el Estado de México. Este tipo de trabajos pretende modelizar la distribución espacial de trips en el año 2014 con la utilización de la técnica de Cramer-von Mises e índice de SADIE en Coatepec Harinas, Estado de México.

## Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en tres parcelas de cuatro hectáreas cada una con antecedentes de la presencia de trips durante el año 2014 en el municipio de Coatepec Harinas en el Estado de México, donde predomina un clima templado subhúmedo con lluvias en verano (Cw) según la clasificación de Köppen, con una

temperatura media anual de 18.8°C. Las parcelas fueron divididas en 100 cuadrantes de 20 x 20 metros seleccionando 40 cuadrantes aleatoriamente para realizar los muestreos cada 15 días. En cada cuadrante se seleccionaron tres árboles en los que se colocaron tres trampas en cada punto cardinal del árbol. Cada árbol fue georeferenciado con ayuda de un navegador Garmin® modelo Oregón 650 y se llevaron a cabo muestreos los días 3 y 18 de cada mes de enero a diciembre de 2014. La captura de adultos de trips se logró con el uso de vasos amarillos marca Plastifestival del número 8 impregnados de manteca vegetal marca INCA y con un gancho de alambre recosido en la base para sujetarlos en las ramas del árbol. Los trips adheridos en los vasos fueron contabilizados con una lente de aumento 20 X, estos vasos fueron retirados para su lavado, colgando otros limpios.

El análisis geoestadístico se llevó a cabo a partir del valor se la suma de los conteos con el programa Variowin 2.2 (Software for Spatial Data Analysis in 2D. Spring Verlag, New York, USA). Con lo que se calculó el valor del semivariograma con la expresión (Journel et al. 1978, 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  $x_i$ .  $z(x_i + h)$  es el valor de la variable de interés en el punto  $x_i + h$ .

El semivariograma experimental se ajustó a un semivariograma teórico (esférico, exponencial, gaussiano, etcétera) usando el programa Variowin 2.2 (Ramírez et al. 2011, Jiménez et al. 2014). Los semivariogramas fueron validados mediante el método de validación cruzada, el cual consiste en determinar que los valores de los estadísticos correspondientes se encuentren en los rangos (Isaaks y Srivastava 1989). Adicionalmente, se realizó el análisis para determinar el nivel de dependencia espacial, dividiendo el efecto pepita entre la meseta y expresando su resultado en porcentaje según los procedimientos usados por Cambardella et al. (1994) y López et al. (2002).

La elaboración de mapas se realizó mediante la interpolación de valores a través del krigeado ordinario que permite la estimación no sesgada de valores asociados a puntos que no fueron muestreados, con base a lo establecido por Samper et al. (1996). Y se estableció la superficie infestada de las estimaciones que se representan en forma de mapas para cada parcela de estudio en las diferentes fechas de muestreo pertenecientes al año 2014 de trips, mediante el uso del programa Surfer 9 (Surface Mapping System, Golden Software, Golden, CO, USA).

También se utilizó el análisis espacial por índices de distancia, usando el programa SADIE (por sus siglas en inglés) identifica el modelo espacial para datos bidimensionales, con un índice asociado de la agregación y de una prueba para la desviación de la aleatoriedad basada en un algoritmo de atracción, el cual, incorpora un modelo biológico para la dispersión de individuos de un origen en el que a cada individuo se le asigna un territorio dinámico. Este es un índice más descriptivo e informativo de la distribución espacial de las poblaciones de insectos que el índice de dispersión y el índice de Green, los cuales dependen directamente de la abundancia de la población (Perry et al. 1996).

Se realizó el análisis de la estabilidad espacial y temporal usando la modificación a la prueba no paramétrica de Cramér-von Mises propuesta por Syrjala en 1996 para los resultados obtenidos con el método del krigeado y para los resultados obtenidos con SADIE. Se llevó a cabo mediante el uso del índice de asociación ( $Im$ ) (Pery y Klukowsky 1997). Si  $Im > 0$  es indicativo que existe una asociación o estabilidad espacio temporal entre los mapas.

## Resultados y Discusión

Diversos trabajos sobre la distribución espacial de plagas han sido realizados alrededor del mundo, ejemplo de ello los realizados por Bressan et al. (2010) quienes determinaron la distribución e invasión de saltamontes en *Beta vulgaris* a partir de un sembradío de trigo, Winder et al. (1999) quienes detectaron una ligera asociación espacial de *Sitobion avenae* F. usando el método de SADIE, Sciarreta et al. (2006), indican que el conocimiento adecuado de los procesos espaciales de las plagas deben ser prerrequisito esencial para los programas integrados de manejo de plagas. El uso de técnicas geoestadísticas permitió determinar que en árboles de aguacate existe una estructura agregada; situación que concuerda con los estudios realizados por Jiménez et al. (2013) y Solares et al. (2011).

El número máximo de trips superó los cuatrocientos individuos por árbol entre los meses de febrero y marzo en las tres parcelas y el número menor de trips se encontró en el mes de diciembre en ambos muestreos, estos incrementos en las poblaciones coinciden con la época de floración de aguacate, lo que aumenta la probabilidad de daño en los frutos en formación, esta situación concuerda con el estudio realizado por Castañeda et al, quienes observaron que la mayor cantidad de insectos en la zona por árbol es de 519 insectos por árbol. En las tres parcelas se encontró una distribución espacial de tipo agregada para todas las fechas registradas (Figs. 1-3). Los mapas de densidad de población muestran los centros de agregación donde se localizaron los trips, en la región central, inferior, derecha o izquierda de los mapas. Mediante los mapas, también fue posible identificar áreas libres de infestación, lo que nos facilita la dirección de medidas de control preventivas o correctivas ante la presencia de una plaga o enfermedad en los cultivos.

En la parcela número 1 la mayoría de los semivariogramas se adaptaron al modelo esférico, siendo la segunda quincena de julio, de septiembre, los dos muestreos de agosto y noviembre y el primero de diciembre los que se adaptaron al modelo gaussiano (Cuadro 1). Para el caso de la parcela 2, los muestreos de la primer quincena de febrero, segunda de agosto y las correspondientes a los meses de noviembre y diciembre se adaptaron al modelo gaussiano mientras que el resto de las fechas de muestreo se ajustó al modelo esférico (Cuadro 2). En la parcela 3, los muestreos ajustados al modelo gaussiano fueron los correspondientes al mes de mayo, la primera quincena de febrero, la segunda quincena de octubre y el segundo de diciembre (Cuadro 3). El ajuste de la mayoría de los semivariogramas al modelo esférico indica que los centros de agregación se dispersan de forma aleatoria en la parcela, mientras que los que se apegan al modelo gaussiano reflejan que los centros de agregación se presentan de una manera continua dentro de la parcela. Los centros de agregación encontrados en las inmediaciones de las parcelas ajustadas a los modelos esféricos pueden deberse a la presencia de mayores poblaciones de malezas y las condiciones medioambientales propicias,

así como corrientes de viento que dispersan a los insectos alrededor de los centros de agregación.

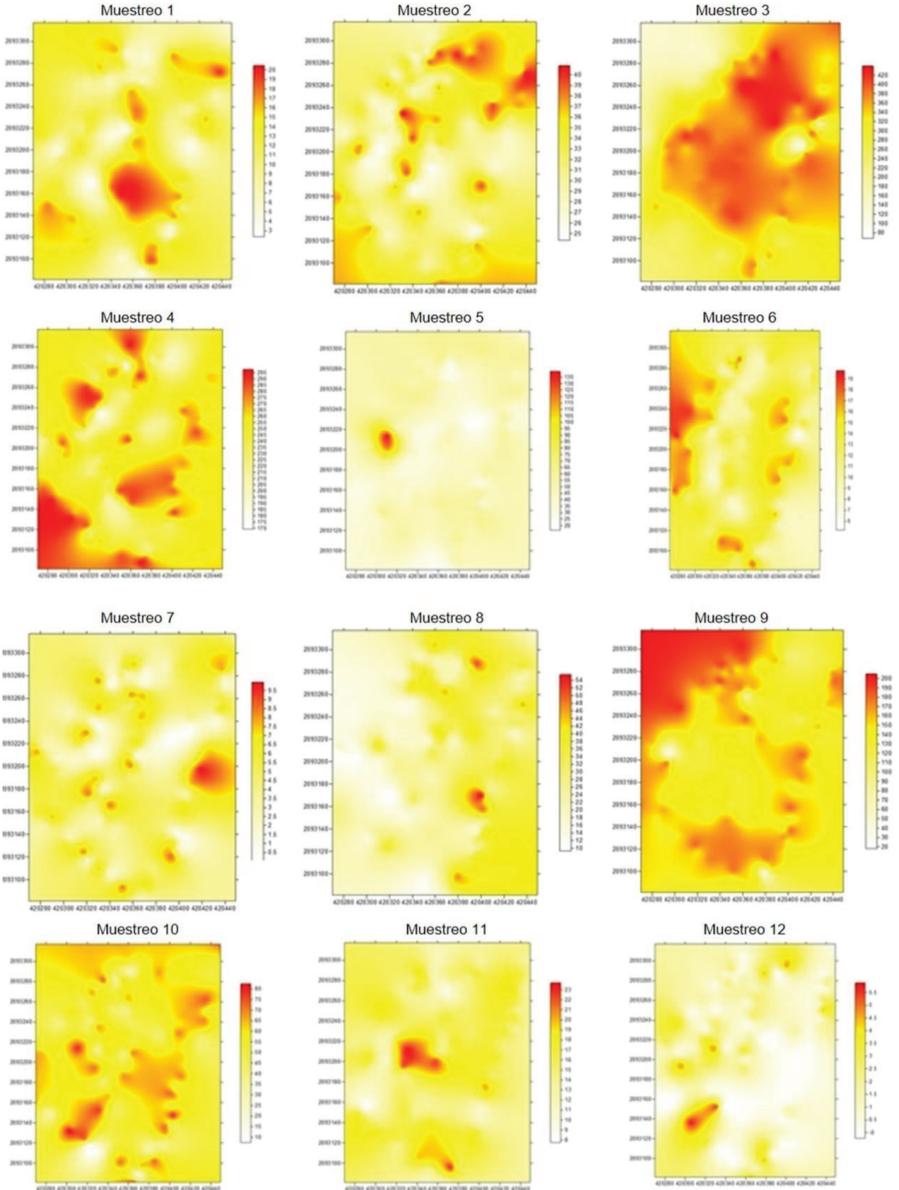


Fig. 1. Mapas de densidad de las poblaciones de trips en el cultivo de aguacate en Coatepec, Estado de México (Parcela 1).

Fig. 1. Map of population density of thrips in avocado cultivation in Coatepec, State of Mexico (Lot 1).

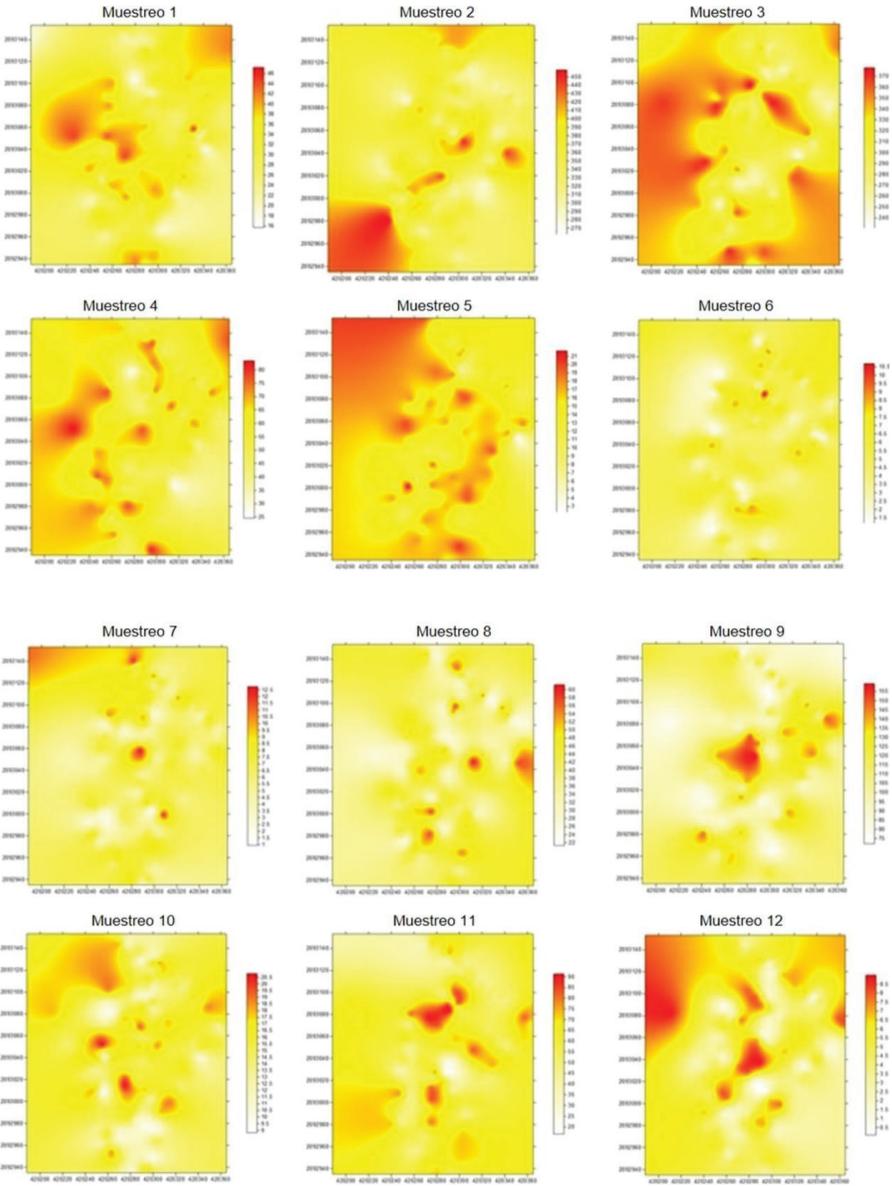


Fig. 2. Mapas de densidad de las poblaciones de trips en el cultivo de aguacate en Coatepec, Estado de México (Parcela 2).

Fig. 2. Map of population density of thrips in avocado cultivation in Coatepec, State of Mexico (Lot 2).

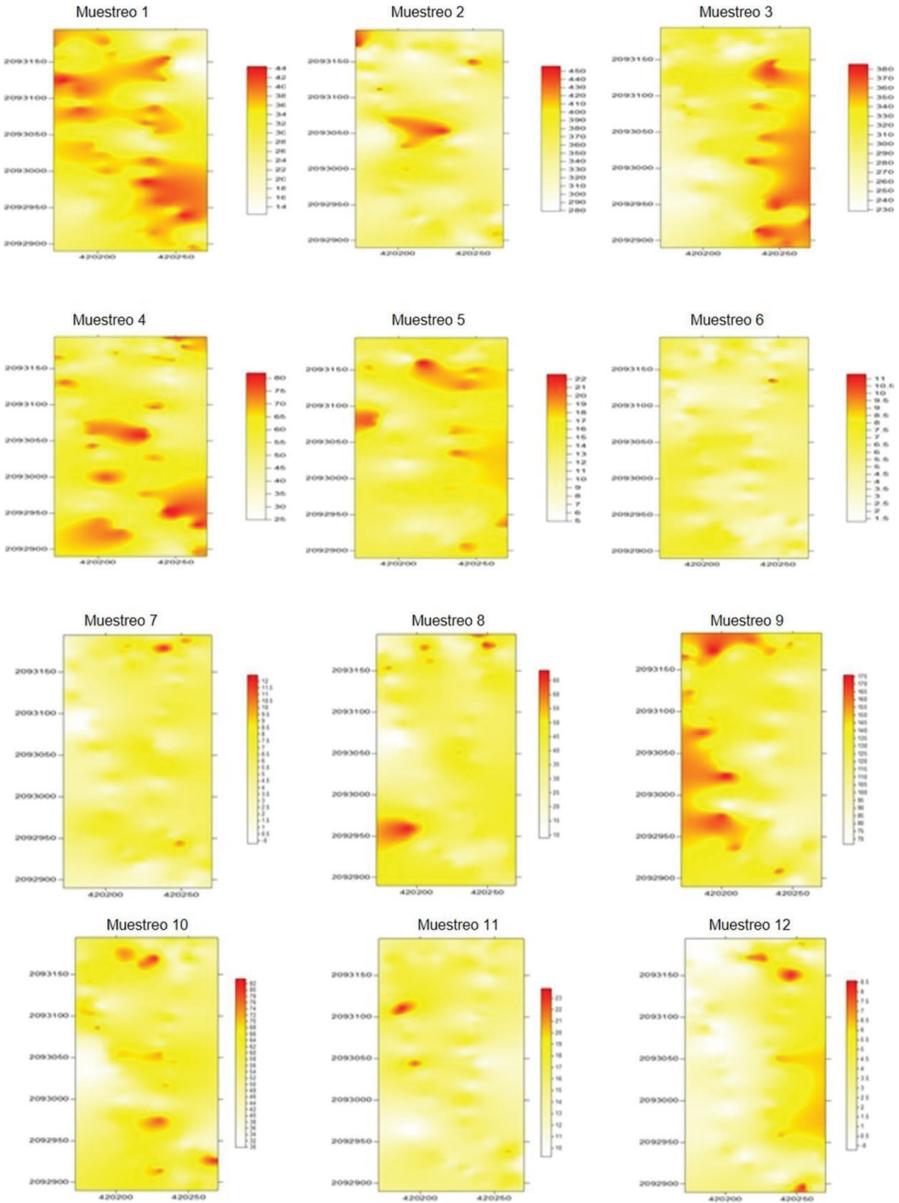


Fig. 3. Mapas de densidad de las poblaciones de trips en el cultivo de aguacate en Coatepec, Estado de México (Parcela 3).

Fig. 3. Map of population density of thrips in avocado cultivation in Coatepec, State of Mexico (Lot 3).

Cuadro 1. Parámetros de los Modelos Teóricos Ajustados a los Semivariogramas de Trips en Aguacate en el Estado de México en 2014 (Parcela 1)

Table 1. Parameters of Theoretical Models Adjusted to the Semivariogram of Thrips in Avocado in the State of Mexico in 2014 (Plot 1)

Localidad	Fecha	Modelo	Pepita	Rango	Meseta	Pep/Mes%	Depend. esp.
	3 Ene	Esférico	0	13.2	18.69	0	Alta
	18 Ene	Esférico	0	13.2	15.3	0	Alta
	3 Feb	Esférico	0	14.4	21.56	0	Alta
	18 Feb	Esférico	0	15.6	347.8	0	Alta
	3 Mar	Esférico	0	14.8	5100	0	Alta
	18 Mar	Esférico	0	14.4	2320	0	Alta
	3 Abril	Esférico	0	13.2	752	0	Alta
	18 Abril	Esférico	0	16.8	1116	0	Alta
	3 May	Esférico	0	16.8	282	0	Alta
	18 May	Esférico	0	13.2	20.9	0	Alta
Coatepec	3 Jun	Esférico	0	13.2	10.2	0	Alta
Harinas	18 Jun	Esférico	0	11.2	3.145	0	Alta
(Parcela 1)	3 Jul	Esférico	0	13.2	9.96	0	Alta
	18 Jul	Gaussiano	0	13.2	16.53	0	Alta
	3 Ago	Gaussiano	0	14.3	96	0	Alta
	18 Ago	Gaussiano	0	12.1	269.7	0	Alta
	3 Sept	Esférico	0	15.4	487.2	0	Alta
	18 Sept	Gaussiano	0	12.1	228.1	0	Alta
	3 Oct	Esférico	0	18.7	200.1	0	Alta
	18 Oct	Esférico	0	17.6	88	0	Alta
	3 Nov	Gaussiano	0	15.6	7.56	0	Alta
	18 Nov	Gaussiano	0	9.9	10.08	0	Alta
	3 Dic	Gaussiano	0	9.8	10.06	0	Alta
	18 Dic	Esférico	0	17.6	4.12	0	Alta

El rango indica la distancia máxima hasta la cual existe una relación espacial entre los datos. Los modelos de la distribución espacial de trips en las tres parcelas se lograron validar con los parámetros estadísticos al ubicarse dentro del rango permisible (Cuadro 1-3). En todos los casos, existe una dependencia espacial alta entre los datos. El valor obtenido en el efecto pepita para todos los muestreos realizados nos permiten afirmar que la escala de muestreo fue correcta y que el error de muestreo es reducido según lo establecido por Oliver y Webster (1991). La validación de los modelos fue posible mediante funciones estadísticas establecidas por Isaaks y Srivastava (1988). La dependencia espacial alta nos refleja que los datos están asociados entre si de una manera altamente significativa (Rossi et al. 1992), con los datos obtenidos se observa que las agregaciones presentadas por trips son fuertemente estables.

Los valores obtenidos con el índice  $I_a$  fueron significativamente superiores a uno en todos los casos para las tres parcelas, lo cual señala que la distribución de trips es de tipo agregado. Para el caso del índice  $J_a$ , su valor no fue significativamente mayor a uno, lo que permite determinar que la distribución espacial para las tres parcelas se encontró en numerosos centros de agregación. Estos datos se corroboran en las Figs. 1-3; ya que se demuestra la distribución agregada de los insectos en las diferentes parcelas en todas las fechas de muestreo.

La serie de pruebas realizadas fueron apropiadas para la modelización y determinación de la estabilidad espacio-temporal de trips en aguacate. Pudieron determinarse los patrones de agregación de este insecto mediante los índices de SADIE y las pruebas geoestadísticas, tal como lo observado por Ramírez et al. (2014), quienes reportaron que la determinación del índice de SADIE permitió determinar que *A. curassavica* tuvo una distribución agregada, en varios centros de agregación. La prueba bivariable de Cramér-von Mises y el análisis estadístico por índices de distancia (SADIE) permitieron determinar la estabilidad espacio temporal de trips en aguacate. Con el uso de mapas de densidad de poblaciones es posible determinar áreas infestadas y no infestadas para un control dirigido de la plaga.

Cuadro 2. Parámetros de los Modelos Teóricos Ajustados a los Semivariogramas Trips en Aguacate en el Estado de México en 2014 (Parcela 2)  
 Table 2. Parameters of Theoretical Models Adjusted to the Semivariogram of Thrips in Avocado in the State of Mexico in 2014 (Plot 2)

Localidad	Fecha	Modelo	Pepita	Rango	Meseta	Pepita/ meseta %	Dependencia espacial
	3 Ene	Esférico	0	13.2	51.3	0	Alta
	18 Ene	Esférico	0	13.5	408.9	0	Alta
	3 Feb	Gaussiano	0	9.6	1860	0	Alta
	18 Feb	Esférico	0	17	1659	0	Alta
	3 Mar	Esférico	0	12	1320	0	Alta
	18 Mar	Esférico	0	12	378	0	Alta
	3 Abril	Esférico	0	12	150.4	0	Alta
	18 Abril	Esférico	0	15.2	43.7	0	Alta
	3 May	Esférico	0	18	9.75	0	Alta
	18 May	Esférico	0	13.2	8.036	0	Alta
Coatepec	3 Jun	Esférico	0	12	6.076	0	Alta
Harinas	18 Jun	Esférico	0	24	4.836	0	Alta
(Parcela 2)	3 Jul	Esférico	0	15.6	6.66	0	Alta
	18 Jul	Esférico	0	13.2	113.1	0	Alta
	3 Ago	Esférico	0	12	186	0	Alta
	18 Ago	Gaussiano	0	12	226.2	0	Alta
	3 Sept	Esférico	0	14.4	755.3	0	Alta
	18 Sept	Esférico	0	12	153	0	Alta
	3 Oct	Esférico	0	16.8	239.2	0	Alta
	18 Oct	Esférico	0	14.4	133.5	0	Alta
	3 Nov	Gaussiano	0	12	8.65	0	Alta
	18 Nov	Gaussiano	0	10.8	8.26	0	Alta
	3 Dic	Gaussiano	0	15.6	2.52	0	Alta
	18 Dic	Gaussiano	0	15.5	1.62	0	Alta

Cuadro 3. Parámetros de los Modelos Teóricos Ajustados a los Semivariogramas de Trips en Aguacate en el Estado de México en 2014 (Parcela 3)

Table 3. Parameters of Theoretical Models Adjusted to the Semivariogram of Thrips in Avocado in the State of Mexico in 2014 (Plot 3)

Localidad	Fecha	Modelo	Pepita	Rango	Meseta	Pepita/ meseta %	Dependencia espacial
	3/Ene	Esférico	0	10.8	47.32	0	Alta
	18/Ene	Esférico	0	13.2	399.5	0	Alta
	3/Feb	Gaussiano	0	8.4	1880	0	Alta
	18/Feb	Esférico	0	21.6	1804	0	Alta
	3/Mar	Esférico	0	9.6	1280	0	Alta
	18/Mar	Esférico	0	10.8	391	0	Alta
	3/Abril	Esférico	0	12	139.2	0	Alta
	18/Abril	Esférico	0	10.8	43.75	0	Alta
	3/May	Gaussiano	0	9.6	10.35	0	Alta
	18/May	Gaussiano	0	9.6	7.29	0	Alta
Coatepec	3/Jun	Esférico	0	13.2	5.607	0	Alta
Harinas	18/Jun	Esférico	0	10.8	4.641	0	Alta
(Parcela 3)	3/Jul	Esférico	0	10.8	6.78	0	Alta
	18 /Jul	Esférico	0	14.4	70.07	0	Alta
	3/Ago	Esférico	0	13.2	137.7	0	Alta
	18/Ago	Esférico	0	14.3	202.4	0	Alta
	3/Sept	Esférico	0	13.1	584.8	0	Alta
	18/Sept	Esférico	0	15.6	224	0	Alta
	3/Oct	Esférico	0	16.8	133.5	0	Alta
	18/Oct	Gaussiano	0	10.8	114.8	0	Alta
	3/Nov	Esférico	0	16.8	7.83	0	Alta
	18/Nov	Esférico	0	19.8	0.0018	0	Alta
	3/Dic	Esférico	0	14.4	5.61	0	Alta
	18/Dic	Gaussiano	0	21.6	0.0035	0	Alta

Para el caso de la prueba bivariable de Cramer-von Mises, la mayoría indican diferencias no significativas en las tres parcelas al comparar las diferentes fechas de muestreo (Cuadro 4), lo que corrobora una estabilidad espacial y temporal en las poblaciones de trips en la diferentes fechas analizadas, lo que refleja que los mapas que cumplen con esta característica son estadísticamente iguales entre la dispersión de las poblaciones del insecto. En el caso de la mayoría de las comparaciones realizadas para la parcela tres y algunas excepciones de las parcelas 1 y 2 si existió tal diferencia estadística entre la dispersión de trips, lo cual refleja que no existió una estabilidad espacial en estos casos. Este método ha sido usado para establecer la distribución espacial de trips en aguacate (Ramírez et al. 2013) y en otros insectos plaga como *Cydia fagiglandana* (Jiménez et al. 2011).

La permanencia del insecto es posible conocerla debido a los resultados de las pruebas de estabilidad espacio temporal realizadas en el presente estudio, ya que con estos procedimientos y basándonos en el comportamiento de la plaga es posible ubicar sus sitios de agregación y reproducción a través de un periodo de tiempo para poder decidir las medidas de control a utilizar, sobre todo en una plaga

Cuadro 4. Comparación de Mapas con la Prueba Bivariable de Cramer-von Mises Modificada por Syrjala (1996) e Índices de Asociación de Distribución Espacial (Im) de SADIE Obtenidos Mediante el Muestreo de Trips en Coatepec Harinas, Estado de México

Table 4. Comparison of Maps with Bivariable Test Cramer-von Mises Amended by Syrjala (1996) and Indices of Association of Spatial Distribution (Im) of SADIE Obtained by Sampling Thrips in Coatepec Harinas, State of Mexico

Fechas Comparadas	PARCELA 1						PARCELA 2						PARCELA 3									
	Valor de P		Valor de P		Valor de P		Valor de P		Valor de P		Valor de P		Valor de P		Valor de P		Valor de P					
	$\psi$	Diferencia (5%)	Im	$\psi$	Diferencia (5%)	Im	$\psi$	Diferencia (5%)	Im	$\psi$	Diferencia (5%)	Im	$\psi$	Diferencia (5%)	Im	$\psi$	Diferencia (5%)	Im				
1 vs. 2	0.20	No Significativa	0.21	0.44	0.25	No Significativa	1.32	0.16	0.34	No Significativa	1.10	0.16	0.34	No Significativa	1.10	0.16	0.34	No Significativa	1.10			
2 vs. 3	0.32	No Significativa	0.13	0.15	0.62	No Significativa	0.91	1.20	0.04	Significativa	-0.54	0.91	1.20	0.04	Significativa	-0.54	0.91	1.20	0.04	Significativa	-0.54	
3 vs. 4	0.29	0.72	No significativa	1.17	0.19	0.44	No significativa	0.47	1.09	0.02	Significativa	-1.32	0.47	1.09	0.02	Significativa	-1.32	0.47	1.09	0.02	Significativa	-1.32
4 vs. 5	0.35	0.57	No Significativa	1.62	0.23	0.37	No Significativa	0.66	1.36	0.07	Significativa	-0.55	0.66	1.36	0.07	Significativa	-0.55	0.66	1.36	0.07	Significativa	-0.55
5 vs. 6	1.18	0.04	Significativa	-0.54	0.21	0.21	No Significativa	1.05	1.22	0.05	Significativa	-0.86	1.05	1.22	0.05	Significativa	-0.86	1.05	1.22	0.05	Significativa	-0.86
6 vs. 7	1.30	0.06	Significativa	-0.97	0.36	0.68	No Significativa	0.31	1.58	0.09	Significativa	-0.56	0.31	1.58	0.09	Significativa	-0.56	0.31	1.58	0.09	Significativa	-0.56
7 vs. 8	1.26	0.08	Significativa	-1.05	0.32	0.27	No Significativa	0.86	1.35	0.02	Significativa	-1.47	0.86	1.35	0.02	Significativa	-1.47	0.86	1.35	0.02	Significativa	-1.47
8 vs. 9	0.29	0.59	No Significativa	0.88	0.18	0.36	No Significativa	1.27	1.29	0.06	Significativa	-1.96	1.27	1.29	0.06	Significativa	-1.96	1.27	1.29	0.06	Significativa	-1.96
9 vs. 10	0.20	0.75	No Significativa	0.34	1.29	0.05	Significativa	-0.36	0.27	0.28	No Significativa	1.27	-0.36	0.27	0.28	No Significativa	1.27	-0.36	0.27	0.28	No Significativa	1.27
10 vs. 11	0.33	0.63	No Significativa	1.37	0.17	0.48	No Significativa	1.01	0.41	0.25	No Significativa	1.62	1.01	0.41	0.25	No Significativa	1.62	1.01	0.41	0.25	No Significativa	1.62
11 vs. 12	0.21	0.69	No Significativa	1.29	0.29	0.55	No Significativa	1.28	0.36	0.36	No Significativa	0.33	1.28	0.36	0.36	No Significativa	0.33	1.28	0.36	0.36	No Significativa	0.33
12 vs. 13	0.19	0.71	No Significativa	1.01	0.34	0.29	No Significativa	0.53	0.25	0.49	No Significativa	0.28	0.53	0.25	0.49	No Significativa	0.28	0.53	0.25	0.49	No Significativa	0.28
13 vs. 14	0.34	0.80	No Significativa	0.55	0.28	0.33	No Significativa	0.96	1.17	0.06	Significativa	-0.82	0.96	1.17	0.06	Significativa	-0.82	0.96	1.17	0.06	Significativa	-0.82
14 vs. 15	0.18	0.79	No Significativa	0.74	0.17	0.40	No Significativa	0.84	1.44	0.03	Significativa	-0.36	0.84	1.44	0.03	Significativa	-0.36	0.84	1.44	0.03	Significativa	-0.36
15 vs. 16	1.02	0.06	Significativa	-0.83	1.25	0.04	Significativa	-1.27	1.38	0.05	Significativa	-1.03	-1.27	1.38	0.05	Significativa	-1.03	-1.27	1.38	0.05	Significativa	-1.03
16 vs. 17	0.27	0.62	No Significativa	1.65	1.36	0.02	Significativa	-1.63	0.19	0.59	No Significativa	1.44	-1.63	0.19	0.59	No Significativa	1.44	-1.63	0.19	0.59	No Significativa	1.44
17 vs. 18	1.21	0.05	Significativa	-0.92	0.38	0.50	No Significativa	0.55	0.24	0.41	No Significativa	1.29	0.55	0.24	0.41	No Significativa	1.29	0.55	0.24	0.41	No Significativa	1.29
18 vs. 19	1.25	0.04	Significativa	-1.27	0.26	0.65	No Significativa	1.32	1.18	0.05	Significativa	-0.70	1.32	1.18	0.05	Significativa	-0.70	1.32	1.18	0.05	Significativa	-0.70
19 vs. 20	1.66	0.02	Significativa	-1.41	1.27	0.07	Significativa	-1.43	0.37	0.55	No Significativa	0.99	-1.43	0.37	0.55	No Significativa	0.99	-1.43	0.37	0.55	No Significativa	0.99
20 vs. 21	1.32	0.07	Significativa	-0.54	1.09	0.04	Significativa	-1.73	1.03	0.06	Significativa	-0.22	-1.73	1.03	0.06	Significativa	-0.22	-1.73	1.03	0.06	Significativa	-0.22
21 vs. 22	1.57	0.06	Significativa	-0.33	0.36	0.71	No Significativa	0.78	1.27	0.04	Significativa	-1.63	0.78	1.27	0.04	Significativa	-1.63	0.78	1.27	0.04	Significativa	-1.63
22 vs. 23	1.76	0.03	Significativa	-0.69	0.22	0.22	No Significativa	1.44	1.15	0.03	Significativa	-1.70	1.44	1.15	0.03	Significativa	-1.70	1.44	1.15	0.03	Significativa	-1.70
23 vs. 24	0.24	0.67	No Significativa	0.78	0.27	0.36	No Significativa	1.22	1.13	0.07	Significativa	-0.52	1.22	1.13	0.07	Significativa	-0.52	1.22	1.13	0.07	Significativa	-0.52

Valores de Im > 0 indican asociación espacial

con poca movilidad como son los trips (Ramírez et al. 2013). En este caso, el Cuadro 5 indica los resultados de la comparación entre los mapas de la distribución espacial de la poblaciones de trips para cada fecha de muestreo, los valores de  $I_m$  del SADIE fueron mayores que cero en al menos la mitad de los casos indicando que no existió diferencia significativa, es decir, se detectó asociación espacial entre los mapas comparados para trips, por lo que fue posible detectar una estabilidad espaciotemporal a corto plazo de las poblaciones de los trips entre las fechas comparadas. En los casos contrarios, los números menores a cero indican que no existió asociación espacial. Situación similar sucede con la parcela 2 y 3 (Cuadro 6 y 7), siendo la parcela 3 la que mostró menos estabilidad espacial y temporal a corto plazo. Este fenómeno puede ser explicado debido a que las condiciones medioambientales para este ciclo de cultivo fueron muy variables y la precipitación pluvial fue excesiva en algunos meses del año, lo que también favoreció la presencia de malezas, siendo estas, el reservorio para el insecto.

Cuadro 5. Valores de los Índices  $I_a$  y  $J_a$  y sus Respectivas Probabilidades  $P_a$  y  $Q_a$  en la Población de Trips en Aguacate en Coatepec Harinas Estado de México (Parcela 1)

Table 5. Exchange Rates  $I_a$  and  $J_a$  and their Respective Probabilities  $P_a$  and  $Q_a$  in Avocado Thrips Populations in Coatepec Harinas State of Mexico (Plot 1)

Fecha	$I_a$	$P_a$	$J_a$	$Q_a$
1	1.40	0.007 <sup>s</sup>	1.11	0.156 <sup>ns</sup>
2	1.53	0.014 <sup>s</sup>	1.20	0.194 <sup>ns</sup>
3	1.44	0.003 <sup>s</sup>	1.13	0.205 <sup>ns</sup>
4	1.76	0.007 <sup>s</sup>	1.25	0.177 <sup>ns</sup>
5	1.51	0.012 <sup>s</sup>	1.12	0.281 <sup>ns</sup>
6	1.66	0.016 <sup>s</sup>	1.19	0.302 <sup>ns</sup>
7	1.62	0.011 <sup>s</sup>	1.23	0.271 <sup>ns</sup>
8	1.47	0.008 <sup>s</sup>	1.14	0.168 <sup>ns</sup>
9	1.62	0.005 <sup>s</sup>	1.19	0.322 <sup>ns</sup>
10	1.45	0.005 <sup>s</sup>	1.26	0.254 <sup>ns</sup>
11	1.77	0.010 <sup>s</sup>	1.25	0.275 <sup>ns</sup>
12	1.59	0.015 <sup>s</sup>	1.13	0.241 <sup>ns</sup>
13	1.61	0.009 <sup>s</sup>	1.24	0.193 <sup>ns</sup>
14	1.75	0.017 <sup>s</sup>	1.22	0.307 <sup>ns</sup>
15	1.44	0.004 <sup>s</sup>	1.12	0.261 <sup>ns</sup>
16	1.56	0.007 <sup>s</sup>	1.18	0.244 <sup>ns</sup>
17	1.48	0.018 <sup>s</sup>	1.15	0.178 <sup>ns</sup>
18	1.42	0.006 <sup>s</sup>	1.23	0.288 <sup>ns</sup>
19	1.55	0.012 <sup>s</sup>	1.20	0.312 <sup>ns</sup>
20	1.67	0.014 <sup>s</sup>	1.17	0.283 <sup>ns</sup>
21	1.78	0.006 <sup>s</sup>	1.14	0.163 <sup>ns</sup>
22	1.58	0.013 <sup>s</sup>	1.25	0.237 <sup>ns</sup>
23	1.49	0.011 <sup>s</sup>	1.13	0.255 <sup>ns</sup>
24	1.74	0.008 <sup>s</sup>	1.22	0.180 <sup>ns</sup>

ns: no significativo al 5%, s: significativo al 5%

Cuadro 6. Valores de los Índices  $Ia$  y  $Ja$  y sus Respectivas Probabilidades  $Pa$  y  $Qa$  en la Población de Trips en Aguacate en Coatepec Harinas Estado de México (Parcela 2)

Table 6. Exchange Rates  $Ia$  and  $Ja$  and their Respective Probabilities  $Pa$  and  $Qa$  in Avocado Thrips Populations in Coatepec Harinas State of Mexico (Plot 2)

Fecha	$Ia$	$Pa$	$Ja$	$Qa$
1	1.66	0.019 <sup>s</sup>	1.20	0.269 <sup>ns</sup>
2	1.48	0.012 <sup>s</sup>	1.13	0.193 <sup>ns</sup>
3	1.40	0.014 <sup>s</sup>	1.11	0.217 <sup>ns</sup>
4	1.59	0.005 <sup>s</sup>	1.25	0.291 <sup>ns</sup>
5	1.59	0.010 <sup>s</sup>	1.16	0.250 <sup>ns</sup>
6	1.61	0.009 <sup>s</sup>	1.28	0.319 <sup>ns</sup>
7	1.50	0.013 <sup>s</sup>	1.13	0.255 <sup>ns</sup>
8	1.71	0.011 <sup>s</sup>	1.21	0.293 <sup>ns</sup>
9	1.47	0.018 <sup>s</sup>	1.26	0.301 <sup>ns</sup>
10	1.77	0.007 <sup>s</sup>	1.17	0.208 <sup>ns</sup>
11	1.53	0.013 <sup>s</sup>	1.22	0.238 <sup>ns</sup>
12	1.62	0.006 <sup>s</sup>	1.15	0.233 <sup>ns</sup>
13	1.68	0.014 <sup>s</sup>	1.24	0.317 <sup>ns</sup>
14	1.74	0.004 <sup>s</sup>	1.16	0.211 <sup>ns</sup>
15	1.56	0.010 <sup>s</sup>	1.19	0.170 <sup>ns</sup>
16	1.60	0.012 <sup>s</sup>	1.21	0.279 <sup>ns</sup>
17	1.72	0.016 <sup>s</sup>	1.27	0.299 <sup>ns</sup>
18	1.44	0.017 <sup>s</sup>	1.16	0.204 <sup>ns</sup>
19	1.65	0.009 <sup>s</sup>	1.11	0.181 <sup>ns</sup>
20	1.76	0.013 <sup>s</sup>	1.13	0.259 <sup>ns</sup>
21	1.52	0.015 <sup>s</sup>	1.24	0.233 <sup>ns</sup>
22	1.44	0.003 <sup>s</sup>	1.19	0.209 <sup>ns</sup>
23	1.69	0.012 <sup>s</sup>	1.27	0.244 <sup>ns</sup>
24	1.70	0.016 <sup>s</sup>	1.22	0.251 <sup>ns</sup>

ns: no significativo al 5%, s: significativo al 5%

Con base a todos los resultados, podemos deducir que ninguna de las actividades que realiza el productor en la parcela aminoran la presencia del insecto en sus huertas o al menos no de una manera significativa, ya que no se logra romper el ciclo biológico de la plaga. Esta situación es agravada, ya que no se realiza un control eficiente sobre las malezas, situación que es crucial para evitar un medio óptimo para que las plagas se hospeden tal como lo reporta Jiménez (1987). De acuerdo con lo reportado por Ramírez et al. (2013) se recomienda barbechar el suelo después de la cosecha y antes de la floración siguiente, principalmente debajo del árbol esto contribuye a eliminar las ninfas de los trips, ya que se exponen al sol, el viento o altas temperaturas, lo que ocasiona su desecación y muerte.

Cuadro 7. Valores de los Índices *Ia* y *Ja* y sus Respectivas Probabilidades *Pa* y *Qa* en la Población de Trips en Aguacate en Coatepec Harinas Estado de México (Parcela 3)

Table 7. Exchange Rates *Ia* and *Ja* and their Respective Probabilities *Pa* and *Qa* in Avocado Thrips Populations in Coatepec Harinas State of Mexico (Plot 3)

Fecha	<i>Ia</i>	<i>Pa</i>	<i>Ja</i>	<i>Qa</i>
1	1.63	0.004 <sup>s</sup>	1.11	0.249 <sup>ns</sup>
2	1.79	0.008 <sup>s</sup>	1.25	0.298 <sup>ns</sup>
3	1.45	0.011 <sup>s</sup>	1.17	0.252 <sup>ns</sup>
4	1.51	0.009 <sup>s</sup>	1.22	0.277 <sup>ns</sup>
5	1.73	0.017 <sup>s</sup>	1.19	0.242 <sup>ns</sup>
6	1.47	0.013 <sup>s</sup>	1.23	0.305 <sup>ns</sup>
7	1.52	0.010 <sup>s</sup>	1.20	0.291 <sup>ns</sup>
8	1.80	0.005 <sup>s</sup>	1.14	0.214 <sup>ns</sup>
9	1.47	0.015 <sup>s</sup>	1.16	0.244 <sup>ns</sup>
10	1.66	0.008 <sup>s</sup>	1.22	0.217 <sup>ns</sup>
11	1.52	0.011 <sup>s</sup>	1.12	0.328 <sup>ns</sup>
12	1.71	0.004 <sup>s</sup>	1.17	0.180 <sup>ns</sup>
13	1.68	0.012 <sup>s</sup>	1.28	0.253 <sup>ns</sup>
14	1.62	0.007 <sup>s</sup>	1.14	0.265 <sup>ns</sup>
15	1.70	0.014 <sup>s</sup>	1.20	0.183 <sup>ns</sup>
16	1.53	0.011 <sup>s</sup>	1.19	0.202 <sup>ns</sup>
17	1.77	0.006 <sup>s</sup>	1.23	0.251 <sup>ns</sup>
18	1.69	0.012 <sup>s</sup>	1.27	0.211 <sup>ns</sup>
19	1.56	0.006 <sup>s</sup>	1.19	0.275 <sup>ns</sup>

### Referencias Citadas

- Blom, E., and S. Fleischer. 2001. Dynamics in the spatial structure of *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environ. Entomol.* 350-364.
- Bressan, A., J. F. Moral, O. Semetey, and P. E. Boudon. 2010. Spatio-temporal pattern of *Pentastiridius Leporinus* migration in an ephemeral cropping system. *Agric. For. Entomol.* 59-68.
- Cambardella, C., T. Moorman, J. Novak, T. Parkin, D. Karlen, R. Turco, and A. Konopka. 1994. Field scale variability of soil properties in central Iowa soils. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 58: 1501-1511.
- Castañeda, E. L., E. A. P. Vásquez, R. M. Johansen, y F. L. Hernández. 2011. Fluctuación Poblacional y Especies de Trips en Aguacate en Coatepec Harinas, Estado de México. Congreso Mundial del Aguacate 2011. <http://worldavocadocongress2011.com/userfiles/file/Elba%20Libia%20Castaneda%201030-1050.pdf>
- FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations - Statistics. 2014. Producción mundial de aguacate. Disponible en: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/E>. (Fecha de consulta: 5/12/2014).
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4a ed. UNAM. México, DF.

- González, H. H., T. Sosa, R. M. González, y A. R. Valle de la Paz. 1998. Selección del color de trampas adhesivas para muestreo de trips en el cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill.) In Avances de Investigación, 1997.
- González, H. H., C. R. Johansen, C. A. Gazca, M. A. Equihua, C. E. Salinas, V. F. Estrada, A. Durán, y P. A. R. Valle. 2007. El aguacate y su manejo integrado. Mundi-prensa. 2<sup>a</sup> ed. México.
- Isaaks, E. H., and R. M. Srivastava. 1988. Spatial distribution of the montane unicorn. *Oikos* 58: 257-271.
- Isaaks, E.H., and R. M. Srivastava. 1989. An Introduction to Applied Geostatistics. Oxford University Press, New York.
- Jimenez, P. A., L. Maistrello, M. Lopez, M. A. Ocete, y R. M. Soria. 2011. Distribution of *Cydia fagiglandana* (Zeller) in an exploited holm oak (*Quercus ilex* L.) forest. *Span. J. Agric. Res.* 9: 570-579.
- Jiménez, R. A., J. F. Ramírez, J. R. Sánchez, M. L. Salgado, y A. Laguna. 2013. Modelización espacial de *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) en tomate de cáscara por medio de técnicas geoestadísticas. *Rev. Colomb. Entomol.* 39: 183-192.
- Jiménez, R. A., J. F. Ramírez, J. R. Sánchez, M. L. Salgado, y A. Laguna. 2014. Modelización espacial de huevos de Thrips (Thysanoptera: *Frankliniella occidentalis*) en tomate de cáscara por medio de técnicas geoestadísticas. *Rev. Fac. Cienc. Agrar.* 1: 29-44.
- Johansen, R. M., A. Mojica G., H. González, H. Valle, E. L. Castañeda, G. Ávila, y C. M. Sosa Torres. 2007. Trips asociados con el aguacate en México, pp. 134-153. In M. Téliz y A. Mora [eds.], *El Aguacate y su Manejo Integrado*. Mundi-prensa. México.
- Lacasa, A., y J. M. Llorens. 1998. Trips y su control biológico (II). Pisa Ed., Alicante, pp. 312.
- López, F., M. Jurado., S. Atenciano, A. García, M. Sánchez, and L. García. 2002. Spatial variability of agricultural soil parameters in southern Spain. *Plant. Soil* 97-105.
- Oliver, M., and R. Webster. 1991. How geostatistics can help you. *Soil Use Manage.* 7: 206-217.
- Perry, J., E. Bell, R. Smith, and I. Woiwod. 1996. SADIE. Software to measure and model spatial pattern. *Aspects of Applied Biology* 46: 95-102.
- Perry, N., and Z. Klukowsky. 1997. Spatial distributions of counts at the edges of sample areas, pp. 103-108. In VI Conferencia de la Sociedad de Biometría, Córdoba, España.
- Ramírez, J. F., R. Sánchez, A. González, and C. De León. 2011. Modelización y generación de mapas del comportamiento espacial de *Sporisorium reilianum* ((Kuhn) Langdon y Fullerton) en Estado de México, México. *Rev. Fac. Cienc. Agrar.* 43: 157-173.
- Ramírez, J. F., V. M. Solares, D. K. Figueroa, y J. R. Sánchez. 2013. Comportamiento espacial de trips (Insecta:THYSANOPTERA), en plantaciones comerciales de aguacate (*Persea americana mill.*) en Zitácuaro, Michoacán, México. *Acta. Zool. Mex.* 3: 550-556.
- Ramírez, J. F., R. A. Jimenez, J. R. Sánchez, M. Rubí, y D. K. Figueroa. 2014. Distribución espacial de *asclepias curassavica* L. en el Estado de México, México. *Phyton Buenos Aires* 83: 193-202.

- Rossi, R., J. Mulla, G. Journel, and H. Franz. 1992. Geostatistical tools for modeling and interpreting ecological spatial dependence. *Ecol. Monogr.* 62: 277-314.
- Samper, F. J., y J. Carrera. 1996. *Geoestadística: Aplicaciones a la Hidrología subterránea*. 2ª ed. Centro Internacional de Métodos en Ingeniería. Barcelona.
- Sciarretta, A., and P. Trematerra. 2006. Geostatistical characterization of the spatial distribution of *Grapholita molesta* and *Anarsia ineatella* moths in an agriculture landscape. *J. Appl. Entomol.* 130: 73-83.
- Sciarretta, A., P. Trematerra, and P. Baumgärtner. 2001. Geostatistical analysis of *Cydia funebrana* (Lepidoptera: Tortricidae) pheromone trap catches at two spatial scales. *Am. Entomol.* 47: 174-184.
- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2013. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. SAGARPA. URL: [www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx) (Consulta: 25 Octubre 2014).
- Solares, V., J. F. Ramírez, y R. Sánchez. 2011. Distribución espacial de trips (Insecta: Thysanoptera) en el cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.) Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle 12: 1-12.
- Speight, M., R. Hails, M. Gilbert, and A. Foggo. 1998. Horse chestnut scale *Pulvinaria regalis* (Homoptera:Coccidae) and urban host tree environment. *Ecology* 79: 1503-1513.
- Syrjala, E. 1996. A statistical test for a difference between the spatial distributions of two populations. *Ecology* 77: 75-80.
- Waite, G. K. and B. Martínez. 2002. Insect and mite pest, pp. 339-360. Disponible en A. W. Whiley, B. Schaffer, and B. N. Wolstenholme [eds.], *The Avocado. Botany, Productions and Uses*. CAB International, Wallingford, UK.
- Winder, L., J. Perry, and J. Holland. 1999. The spatial and temporal distribution of the grain aphid *Citobion avenae* in winter wheat. *Entomol. Exp. Appl.* 93: 227-290.
- Williams, L. O. 1977. The avocados, a synopsis of the genus *Persea*, subg. *Persea*. *Econ. Bot.* 31: 315-320.