

Rev. FCA UNCUYO. 2014. 46(1): 29-44. ISSN impreso 0370-4661. ISSN (en línea) 1853-8665.

Modelización espacial de huevos de *Thrips* (Thysanoptera: *Frankliniella occidentalis*) en tomate de cáscara por medio de técnicas geoestadísticas

Spatial modelling of eggs of *Thrips* (Thysanoptera: *Frankliniella occidentalis*) in husk tomatoes through geostatistical techniques

Rocio de los Angeles Jiménez Carrillo ¹, José Francisco Ramírez Dávila ²,
Jesús Ricardo Sánchez Pale ², Martha Lidya Salgado Siclán ², Antonio Laguna Cerda ²

Originales: Recepción: 21/02/2013 - Aceptación: 08/11/2013

RESUMEN

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) es un cultivo alimenticio de gran importancia económica en México. Sin embargo, es afectado por diversas plagas y enfermedades tales como los *Thrips* (Thysanoptera: *Frankliniella occidentalis*) y el virus de la marchitez manchada del tomate (TSWV) que llegan a causar hasta un 80% de pérdidas. El objetivo del presente trabajo fue modelizar la distribución espacial de huevos de *Thrips* mediante técnicas geoestadísticas y obtener, en consecuencia, mapas de incidencia por medio del Kriging. Se georeferenciaron 121 puntos de muestreo en cada una de las parcelas comerciales de los municipios de Luvianos, Jocotitlán e Ixtlahuaca, a través del método de transectos en tres etapas fenológicas del cultivo. Se contabilizó el número de huevos de *Thrips* en cada punto de muestreo. Los resultados mostraron que las poblaciones de huevos de *Thrips* presentan una distribución agregada, identificándose varios centros de conglomeración a través de los mapas obtenidos. Los semivariogramas obtenidos de la distribución espacial se ajustaron principalmente a los modelos gaussianos y esféricos. La distribución de huevos de *Thrips* se presentó en centros de agregación dentro de las parcelas estudiadas, lo cual permitirá establecer estrategias y medidas de control o mitigación en términos de sitios específicos de infestación de huevos de *Thrips*.

ABSTRACT

The husk tomato (*Physalis ixocarpa* Brot.) is a staple food crop of great economic importance in Mexico. However, it is affected by various pests and diseases, such as *Thrips* (Thysanoptera: *Frankliniella occidentalis*) and the tomato spotted wilt virus (TSWV) that can cause up to 80% of losses. The scope of the present work was to model the spatial distribution of eggs of *Thrips* using geostatistical techniques as well as to obtain maps of incidence via kriging. In each of the commercial fields associated to the localities of Luvianos, Jocotitlan e Ixtlahuaca, 121 sampling points were georeferenced through the method of transects across three phenological stages of the crop. The number of *Thrips* eggs at each sampling point was counted. The results showed a contagious pattern of distribution for the eggs of *Thrips*, obtaining thus maps provided of several centers of aggregation. Both the Gaussian and spherical models accounted mainly for the obtained semivariograms of the spatial distribution. The infestation by eggs of *Thrips* is not homogeneously distributed throughout the study area, allowing us to establish strategies and control measures in terms of specific sites of infestation of eggs of *Thrips*.

- 1 Alumna del Programa Maestría y Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad Autónoma del Estado de México; Toluca, México. Apartado Postal 50200. jicachio@hotmail.com
- 2 Universidad Autónoma del Estado de México. Posgrado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Toluca, México. Apartado Postal 50200. Autor de contacto: J. F. Ramírez Dávila: jframirez@uaemex.mx

Palabras clavetomate de cáscara • *Thrips* • TSWV • distribución espacial • krigeado**Keywords**tomato • *Thrips* • TSWV • spatial distribution • kriging**INTRODUCCIÓN**

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) se produce en casi todo México, parte de Estados Unidos y Centroamérica. Durante el período entre 1990 y 2000, la producción de tomate verde de cáscara representó el 4,25 % de la superficie total de las hortalizas del país. El estado con mayor superficie cosechada y volumen de producción es Sinaloa, seguido por Michoacán, Jalisco, Estado de México, Sonora y Puebla (7).

Entre los principales problemas que limitan el incremento de la producción y productividad del cultivo de tomate de cáscara, se encuentra la escasa información para el control de *Thrips*, vector más importante de la enfermedad TSWV, considerada como la mayor plaga en varias regiones del mundo (3). Frecuentemente causa pérdidas en los cultivos por la alimentación directa en las flores. Cuando las poblaciones de *Thrips* son altas, su alimentación causa una apariencia bronceada o plateada, especialmente en las venas de las hojas y superficie de los frutos. Las hojas y brotes terminales se vuelven raquíuticos y las frutas se deforman y dan una apariencia de cicatrizadas (1). Las larvas y adultos se alimentan gregariamente en las hojas, especialmente en las venas. Los individuos atacan a las ramas particularmente cerca de los puntos de crecimiento y son encontrados entre los pétalos y ovarios en desarrollo, en flores y en la superficie de los frutos; dejan muchas cicatrices y deformidades y finalmente pueden matar a la planta. Los huevos de *Thrips* suelen encontrarse en el envés de las hojas. Por ello, para que se puedan elaborar estrategias de control de esta plaga, se requieren estudios que permitan determinar la distribución espacial de las poblaciones de huevos de *Thrips*. El presente trabajo se basa en el uso de técnicas geoestadísticas para explorar dichos patrones de distribución. Ellas proporcionan una medida más directa de la dependencia espacial de los procesos biológicos, debido a que tienen en cuenta la naturaleza bidimensional de la distribución de los organismos a través de su exacta localización espacial (5, 10). La geoestadística, además, permite elaborar mapas de gran utilidad capaces de reflejar la distribución de un organismo en un espacio continuo (9) identificando los grados de infestación que requieran un control inmediato, como también detectar posibles preferencias en su estructura de agregación y detectar zonas que no presenten infestación.

Objetivos

- Determinar parámetros geoestadísticos sobre la distribución espacial de huevos de *Thrips* (*Frankliniella occidentalis*), dentro de parcelas destinadas al cultivo de tomate de cáscara pertenecientes a los siguientes municipios del Estado Mexicano: Ixtlahuaca, Jocotitlán y Luvianos.
- Elaborar mapas de la distribución espacial de huevos de *Thrips*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño muestral

Durante el ciclo primavera-invierno 2012 se realizaron 3 muestreos en cada una de las 4 parcelas comerciales de tomate de cáscara, pertenecientes a los municipios de Ixtlahuaca, Jocotitlán y Luvianos, en los cuales la presencia de *Thrips* ha sido informada. Cada parcela tuvo una superficie total de 1 ha. Los muestreos fueron realizados durante las tres etapas fenológicas que atraviesa el desarrollo del cultivo: a los 30 días cuando la planta estaba en floración, a los 40 días cuando comenzaba la fructificación y a los 60 días cuando iniciaba la senescencia de la planta. En cada lugar de muestreo se estableció un transecto de 100 m con los puntos de muestreo espaciados por intervalos de 10 m, dando un total de 121 puntos.

En cada punto se contabilizó el número de huevos de *Thrips* durante el ciclo primavera-invierno 2012. Se realizaron 4 muestreos en parcelas comerciales de tomate de cáscara, pertenecientes a los municipios de Ixtlahuaca, Jocotitlán y Luvianos, en los cuales la presencia de *Thrips* ha sido informada. Los muestreos fueron realizados durante las tres etapas fenológicas que atraviesa el desarrollo del cultivo: a los 30 días cuando la planta estaba en floración, a los 40 días cuando comenzaba la fructificación y a los 60 días cuando iniciaba la senescencia de la planta. En cada punto se contabilizó el número de huevos de *Thrips*, presentes en los 121 puntos de muestreo cercanas al transecto. Las plantas muestreadas fueron georreferenciadas para tener una ubicación espacial precisa de las mismas; para ello se utilizó un navegador modelo eTrex Vista HCx2007. Para cada muestreo en cada uno de los municipios, se realizó una exploración estadística de los datos originales de la población de huevos de *Thrips*.

Análisis geoestadístico

La autocorrelación espacial fue analizada mediante variogramas (semivariogramas). Partiendo de los datos de conteo de huevos más la ubicación precisa de la planta hospedera, se procedió a: 1) estimar de forma empírica el semivariograma subyacente; 2) calcular los parámetros del modelo del semivariograma; 3) inferir mapas de intensidad de presencia a partir de la técnica conocida como kriging. El semivariograma experimental se estimó sobre la base de los datos referidos a la incidencia de huevos de *Thrips* en los 3 municipios muestreados. El valor experimental del semivariograma se determinó por medio de la siguiente fórmula (6, 7):

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i + h) - z(x_i)]^2$$

donde:

$\gamma^*(h)$ = valor experimental del semivariograma para el intervalo de distancia h

$N(h)$ = número de pares de puntos muestrales separados por una distancia no mayor a h

$z(x_i)$ = valor de la variable de interés en el punto muestral x_i

$z(x_i+h)$ = valor de la variable de interés en el punto muestral x_i+h

En palabras, el valor del semivariograma en función de una distancia h corresponde al promedio de las diferencias al cuadrado de los valores (aquí número de huevos) registrados para pares de puntos separados por una distancia menor a h .

Cabe resaltar que el número de pares de puntos muestrales separados por el intervalo de distancia h disminuye al aumentar la distancia h . Si bien esto no tiene porqué ser así siempre, es común que el número de parejas se reduzca a partir de una cierta distancia.

Normalmente, el semivariograma es una función monótona no decreciente, ya que al aumentar h también aumenta, al menos en sentido cuadrático, la diferencia entre $Z(x+h)$ y $Z(x)$. Si Z es estacionaria, γ alcanza un valor límite constante llamado meseta, que coincide con la varianza σ^2 de Z . La distancia a la que se alcanza este valor se denomina rango o alcance y marca la zona de influencia en torno a un punto, más allá de la cual, la autocorrelación es nula.

Aunque en teoría $\gamma^*(0) = 0$, con frecuencia la ordenada al origen en el semivariograma es mayor que cero, con un salto finito que se llama pepita, o "efecto pepita" (del inglés "nugget"); el efecto pepita representa la incertidumbre asociada a los datos experimentales y/o a la variabilidad espacial que pueda existir a una escala de muestreo menor que la efectuada (11).

Los semivariogramas empíricos obtenidos para cada instancia de muestreo fueron ajustados con modelos teóricos preestablecidos de semivariogramas. Los parámetros de ajuste respectivos fueron procesados con el programa Variowin 2,1. (Software for spatial data analysis in 2D. Spring Verlag, New York. USA).

Para conocer el grado correspondiente de relación entre los datos resulta importante establecer el nivel de dependencia espacial, el cual se obtuvo al dividir el efecto pepita por el valor de meseta y expresando en porcentaje su resultado. Si el resultado fuere menor al 25% el nivel de dependencia espacial se asumiría alto, si se encontrase entre 26% y 75% el nivel de dependencia espacial sería moderado y si fuere mayor que el 76% el nivel de dependencia se interpretaría como bajo (2).

Elaboración de mapas: Se realizó la interpolación de valores a través del método geoestadístico denominado kriging que permite la estimación insesgada de valores asociados a puntos que no fueron muestreados, las estimaciones obtenidas fueron representadas en forma de mapa para cada fecha de muestreo mediante el uso del programa Surfer 9 (Surface Mapping System, Golden Software Inc. 809, 14th Street. Golden, Colorado 80401-1866. USA).

En este estudio se utilizó el kriging estándar para obtener las estimaciones correspondientes, según lo establecido en la bibliografía (11).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La presencia de huevos de *Thrips* en el cultivo de tomate de cáscara fue registrada en los tres municipios del Estado de México. La densidad media de huevos de *Thrips* por planta para el municipio de Ixtlahuaca varió entre 0,28 y 1,41 h/planta, (tabla 1).

Tabla 1. Parámetros de los modelos teóricos ajustados a los semivariogramas empíricos de huevos de *Thrips* por parcela, en el municipio de Ixtlahuaca, Estado de México, en 2012.

Table 1. Theoretical model parameters adjusted to semivariograms of *Thrips* eggs per plot, in the municipality of Ixtlahuaca, State of Mexico, in 2012.

Fecha	Parcela	Tamaño de la muestra	Media Muestral	Modelo	Pepita	Meseta	Rango	Pepita/Meseta (%)	Nivel de dependencia
25/08/12	P1 (1 M)	121	4,72	Gaussiano	0	28,4	23,1	0	alta
04/08/12	(2 M)	121	5,35	Gaussiano	0	20,01	20	0	alta
24/08/12	(3 M)	121	3,61	Esférico	0	17,46	28	0	alta
25/07/12	P2 (1 M)	121	0,36	Gaussiano	0	0,55	18	0	alta
04/08/12	(2 M)	121	0,45	Gaussiano	0	0,55	13	0	alta
24/08/12	(3 M)	121	0,37	Esférico	0	1,17	32	0	alta
25/07/12	P3 (1 M)	121	0,95	Gaussiano	0	0,98	18	0	alta
04/08/12	(2 M)	121	0,35	Gaussiano	0	0,62	27	0	alta
24/08/12	(3 M)	121	0,28	Gaussiano	0	0,28	27	0	alta
25/07/12	P4 (1 M)	121	1,07	Gaussiano	0	3,03	12	0	alta
04/08/12	(2 M)	121	1,33	Gaussiano	0	5,13	26	0	alta
24/08/12	(3 M)	121	1,42	Gaussiano	0	2,05	26	0	alta

1m Floración del cultivo. 2m Etapa de fructificación. 3m Etapa de senescencia del cultivo.

1m Flowering of crop. 2m Stage of fruiting. 3m Stage of senescence in the crop.

En el municipio de Jocotitlán se obtuvo un valor de 0,53 a 2,07 h/planta (tabla 2, pág. 34). El municipio de Luvianos registró valores de 0,81 a 2,83 h/planta (tabla 3, pág. 35).

Tabla 2. Parámetros de los modelos teóricos ajustados a los semivariogramas empíricos de huevos de *Thrips* por parcela, en el municipio de Jocotitlán Estado de México, en 2012.

Table 2. Theoretical model parameters adjusted to semivariograms of *Thrips* eggs per plot, in the municipality of Jocotitlan, State of Mexico, in 2012.

Fecha	Parcela	Tamaño de la muestra	Media Muestral	Modelo	Pepita	Meseta	Rango	Pepita/Meseta (%)	Nivel de dependencia
31/07/12	P5 (1 M)	121	0,53	Esférico	0	0,37	17	0	alta
10/08/12	(2 M)	121	0,74	Esférico	0	0,61	21	0	alta
30/08/12	(3 M)	121	0,61	Gaussiano	0	0,46	17	0	alta
31/07/12	P6 (1 M)	121	1,11	Gaussiano	0	2,67	17	0	alta
10/08/12	(2 M)	121	1,27	Gaussiano	0	0,95	12	0	alta
30/08/12	(3 M)	121	1,02	Gaussiano	0	1,86	14	0	alta
31/07/12	P7 (1 M)	121	0,95	Gaussiano	0	6,3	14	0	alta
10/08/12	(2 M)	121	0,38	Gaussiano	0	0,43	19	0	alta
30/08/12	(3 M)	121	0,54	Gaussiano	0	0,43	20	0	alta
31/07/12	P8 (1 M)	121	1,9	Gaussiano	0	6,3	14	0	alta
10/08/12	(2 M)	121	0,59	Gaussiano	0	0,15	14	0	alta
30/08/12	(3 M)	121	2,07	Gaussiano	0	0,79	17	0	alta

1m Floración del cultivo. 2m Etapa de fructificación. 3m Etapa de senescencia del cultivo.

1m Flowering of crop. 2m Stage of fruiting. 3m Stage of senescence in the crop.

Las parcelas con mayor densidad de huevos de *Thrips* (figura 1, pág. 36-37; figura 3, pág. 40-41) pertenecen al municipio de Ixtlahuaca en el muestreo realizado el 04/08/02 (tabla 1, pág. 33) y al municipio de Luvianos, correspondiente al 15/02/12 (tabla 3, pág. 35).

Lugares donde, de acuerdo con las fechas de muestreo, la temperatura suele ser favorable para el desarrollo del *Thrips* y su ovoposición.

La menor densidad de huevos se encontró en las parcelas del municipio de Jocotitlán.

Tabla 3. Parámetros de los modelos teóricos ajustados a los semivariogramas empíricos de huevos de *Thrips* por parcela, en el municipio de Luvianos, Estado de México, en 2012.

Table 3. Theoretical model parameters adjusted to semivariograms of *Thrips* eggs per plot, in Luvianos municipality, State of Mexico, in 2012.

Fecha	Parcela	Tamaño de la muestra	Media Muestral	Modelo	Pepita	Meseta	Rango	Pepita/Meseta (%)	Nivel de dependencia
13/01/12	P9 (1 M)	121	1,85	Gaussiano	0	123	7	0	alta
23/01/12	(2 M)	121	1,66	Gaussiano	0	0,62	8	0	alta
15/02/12	(3 M)	121	2,65	Esférico	0	2,41	14	0	alta
13/01/12	P10 (1 M)	121	1,38	Esférico	0	0,8	5	0	alta
23/01/12	(2 M)	121	0,81	Gaussiano	0	1,03	11	0	alta
15/02/12	(3 M)	121	2,83	Esférico	0	2,41	14	0	alta
13/01/12	P11 (1 M)	121	1,64	Gaussiano	0	0,84	15	0	alta
23/01/12	(2 M)	121	1,96	Gaussiano	0	0,94	8	0	alta
15/02/12	(3 M)	121	2,83	Gaussiano	0	2,75	18	0	alta
13/01/12	P12 (1 M)	121	2,11	Gaussiano	0	1,75	11	0	alta
23/01/12	(2 M)	121	1,91	Gaussiano	0	1,74	18	0	alta
15/02/12	(3 M)	121	2,37	Gaussiano	0	2,69	12	0	alta

1m Floración del cultivo. 2m Etapa de fructificación. 3m Etapa de senescencia del cultivo.

1m Flowering of crop. 2m Stage of fruiting. 3m Stage of senescence in the crop.

En general se observó la presencia de huevos durante las tres etapas fenológicas (figuras 1-2- 3, pág. 36-41): floración (1M), fructificación (2M) y cosecha (3M).

Análisis geoestadístico

Sobre la base de los resultados, se encontró que en la mayoría de las fechas de muestreo de las tres localidades evaluadas los semivariogramas se ajustaron a un modelo gaussiano con efecto pepita 0 (tabla 1, pág. 33; tabla 2, pag. 34; tabla 3). En el municipio de Ixtlahuaca, de los 12 semivariogramas generados, 10 se ajustaron al modelo gaussiano y dos al esférico (tabla 1, pág. 33). Con respecto al municipio de Jocotitlán, 10 semivariogramas se ajustaron al modelo gaussiano y dos al esférico (tabla 2, pág. 34). Con respecto al municipio de Luvianos, de los 12 semivariogramas realizados, nueve se ajustaron al modelo gaussiano y tres al esférico (tabla 3). Los resultados anteriores permiten señalar que las poblaciones de huevos de *Thrips*, en los semivariogramas generados, presentaron una distribución espacial agregada.

Dichos resultados concuerdan con los reportados por Solares *et al.* (12) quienes observaron que la distribución espacial de *Thrips* era de tipo agregada en las diferentes fechas de muestreo evaluadas.

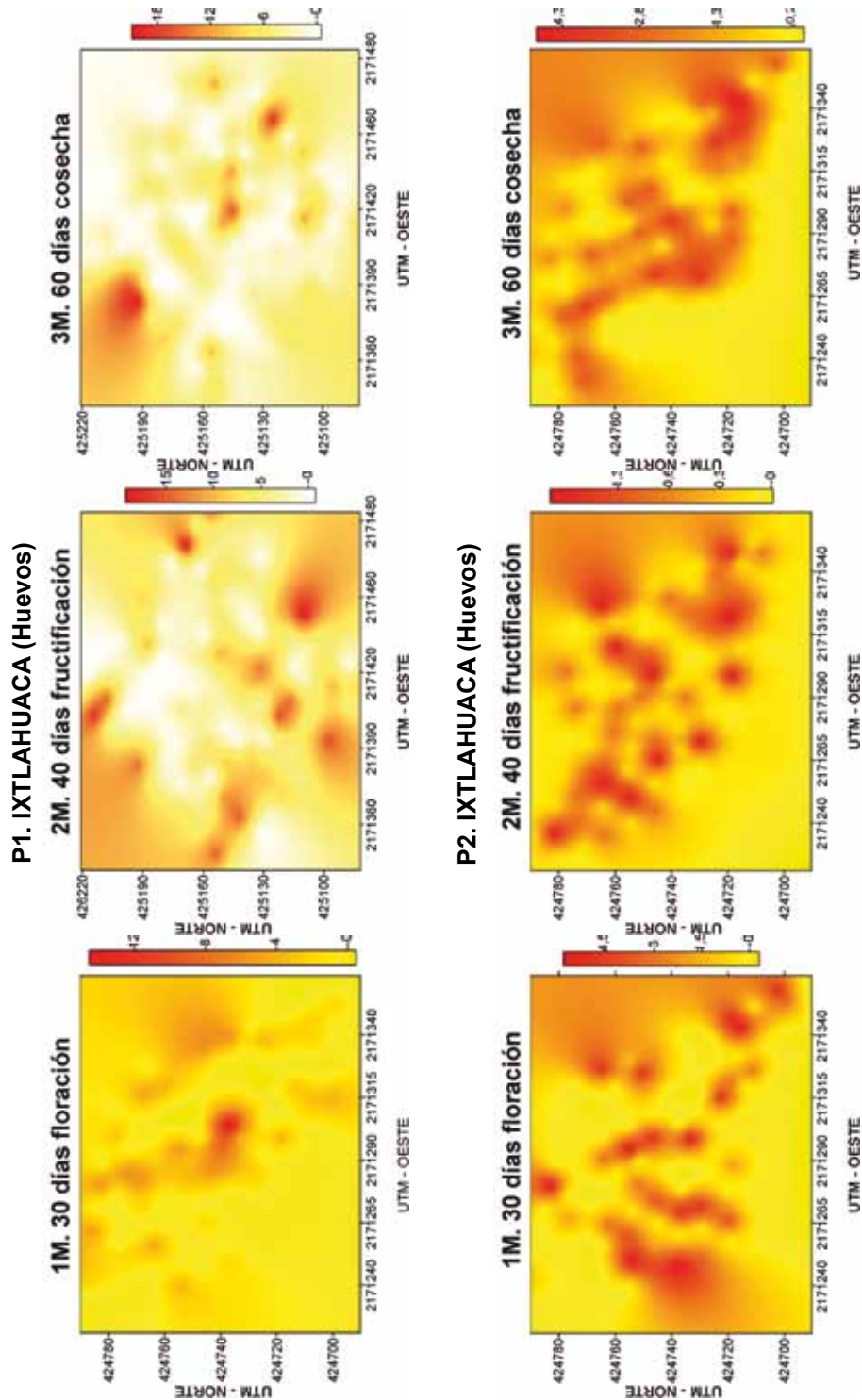


Figura 1. Mapas de densidad de huevos de *Thrips* en tomate de cáscara en 4 parcelas del municipio de Ixtlahuaca en 2012.
Figure 1. Density maps of eggs of *Thrips* in husk tomato in 4 smallholdings from municipality of Ixtlahuaca in 2012.

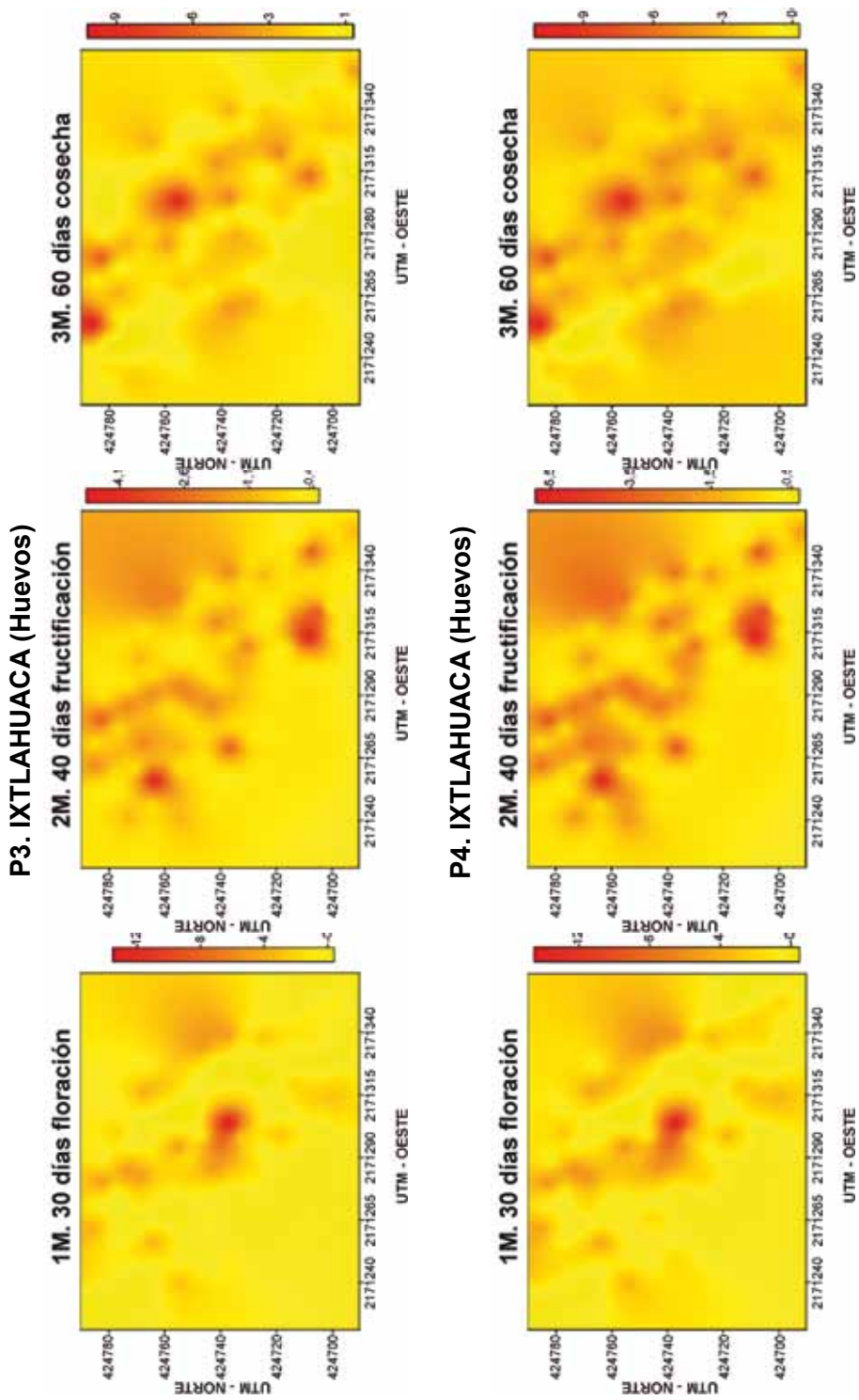
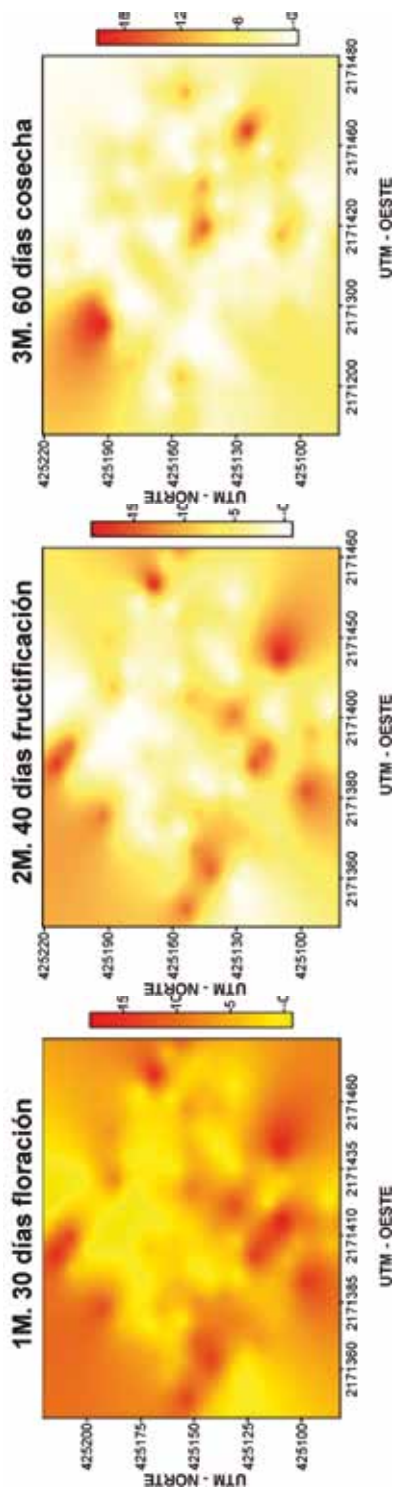


Figura 1 (cont.). Mapas de densidad de huevos de *Thrips* en tomate de cáscara en 4 parcelas del municipio de Ixtlahuaca en 2012. Figure 1 (cont.). Density maps of eggs of *Thrips* in husk tomato in 4 smallholdings from municipality of Ixtlahuaca in 2012.

P1. JOCOTITLAN (Huevos)



P2. JOCOTITLAN (Huevos)

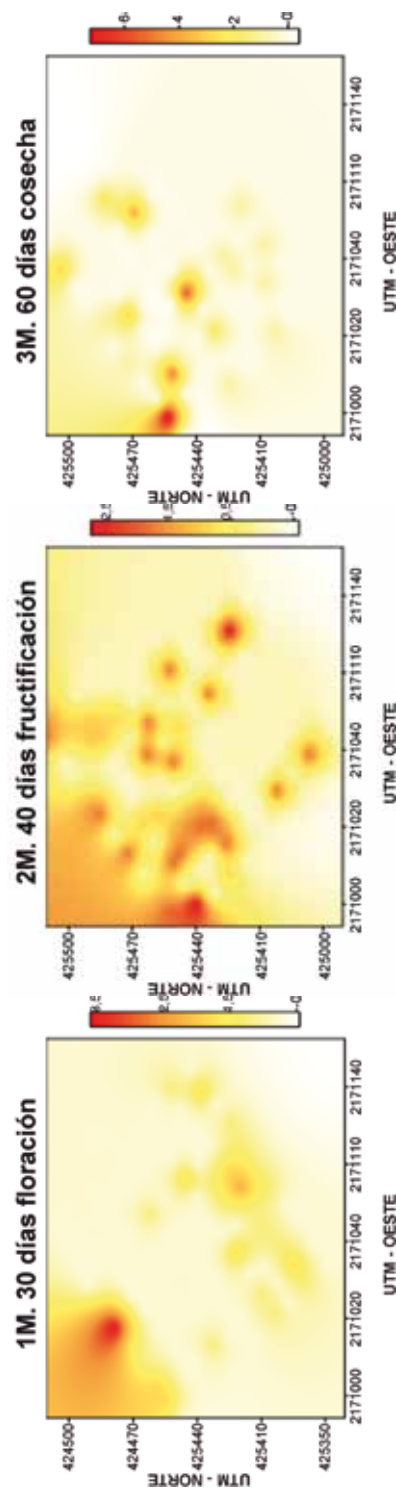


Figure 2. Mapas de densidad de huevos de *Thrips* en tomate de cáscara en 4 parcelas del municipio de Jocotitlán en 2012. **Figure 2.** Density maps of eggs of *Thrips* in husk tomato in 4 smallholdings of municipality of Jocotitlán in 2012.

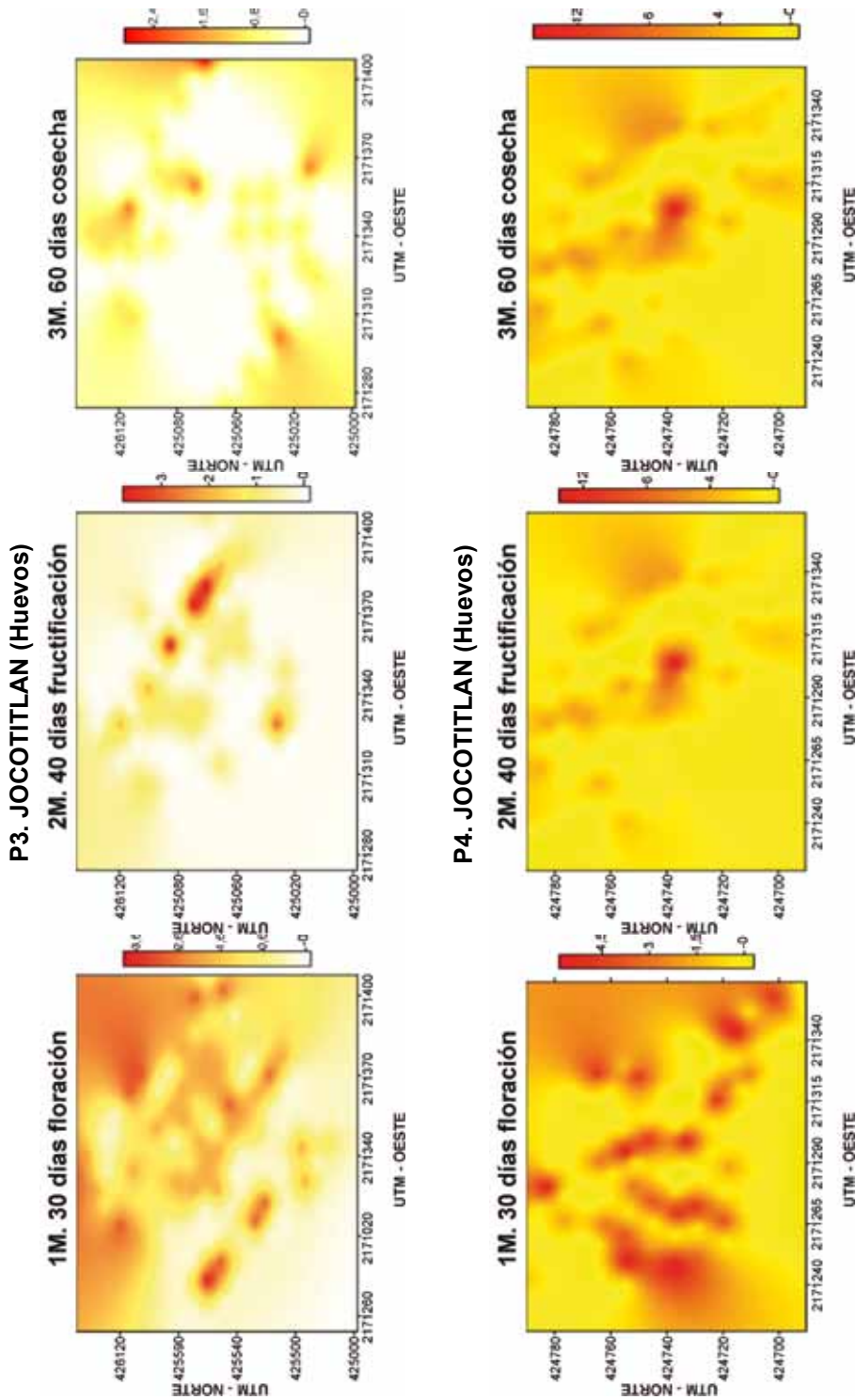


Figura 2 (cont.). Mapas de densidad de huevos de *Thrips* en tomate de cáscara en 4 parcelas del municipio de Jocotitlan en 2012.
Figure 2(cont.). Density maps of eggs of *Thrips* in husk tomato in 4 smallholdings of municipality of Jocotitlan in 2012.

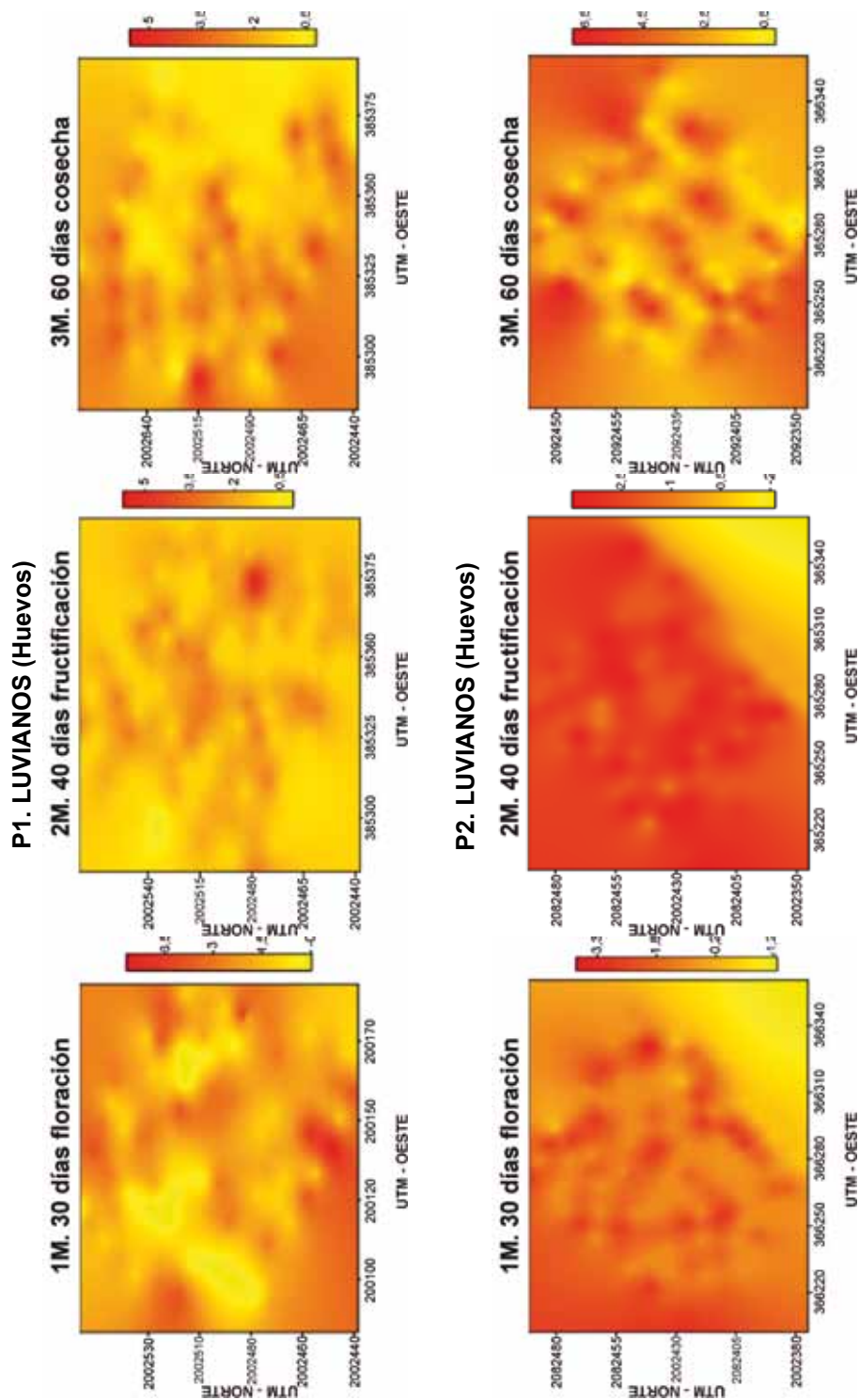


Figure 3. Maps de densidad de huevos de *Thrips* en tomate de cáscara en 4 parcelas del municipio de Luvianos en 2012. **Figure 3.** Density maps of eggs of *Thrips* in tomato in 4 smallholdings of municipality of Luvianos in 2012.

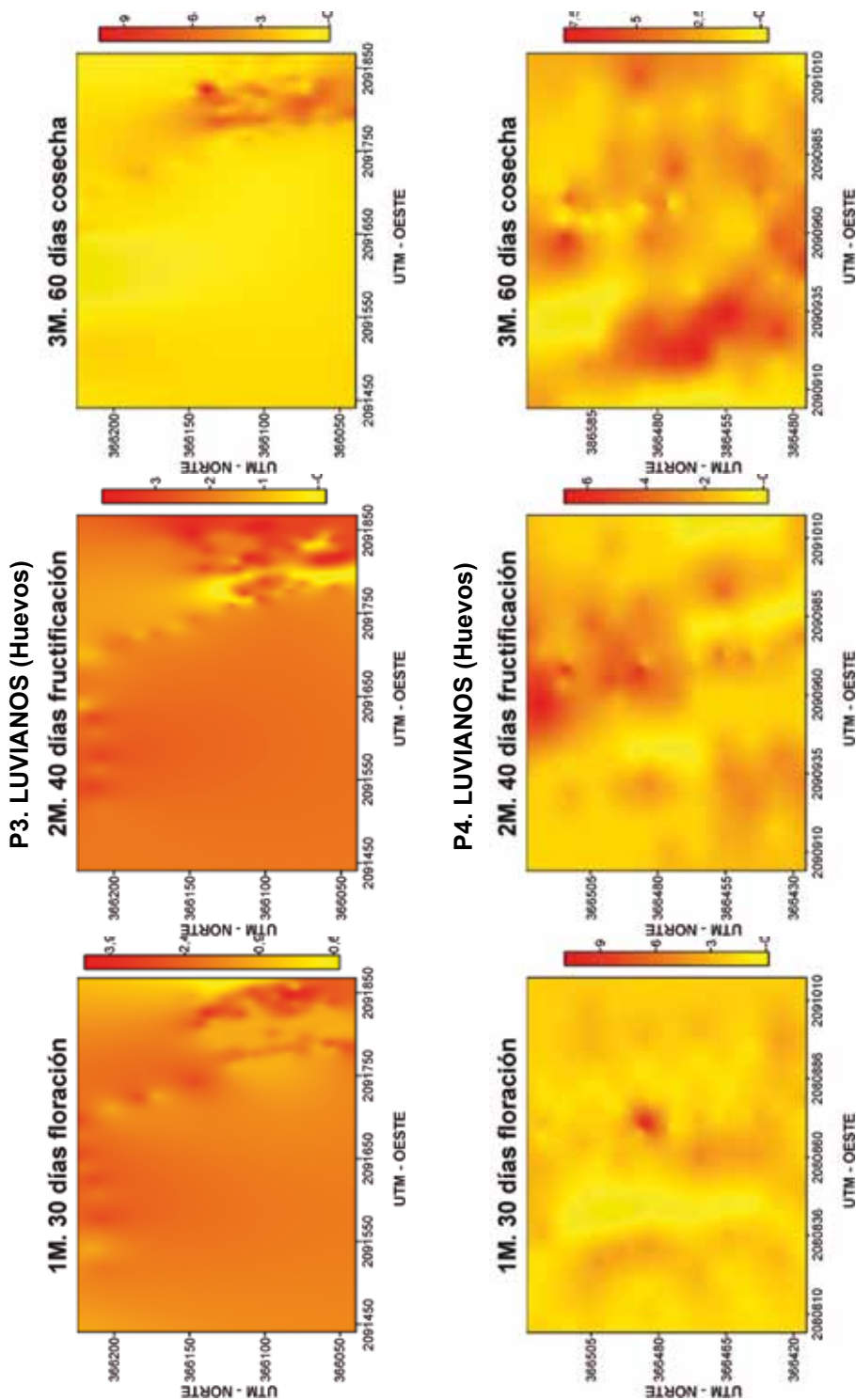


Figure 3 (cont.). Mapas de densidad de huevos de *Thrips* en tomate de cáscara en 4 parcelas del municipio de Luvianos en 2012. **Figure 3 (cont.).** Density maps of eggs of *Thrips* in tomato in 4 smallholdings of municipality of Luvianos in 2012.

La distribución de huevos de *Thrips* determinada en las etapas fenológicas ajustadas al modelo esférico, indican que dentro de la parcelas existen zonas en que se manifiesta más la presencia de huevos de *Thrips*. Lo que permite deducir, que los centros de agregación se ubicaron en lugares específicos; posiblemente por un bajo control químico en las últimas etapas de producción, lo que origina puntos en donde existe una mayor proliferación del insecto.

Mientras que las etapas fenológicas ajustadas al modelo gaussiano indican que los huevos de *Thrips* se presentan en forma continua dentro de las parcelas respecto de los puntos muestreados, infiriendo la existencia de diversos factores que influyen en la diseminación de las hembras para ovipositar de una forma más rápida. Los estadísticos de validación cruzada permitieron validar los diversos modelos ajustados (4). Considerando los parámetros de nivel de dependencia espacial indicados por Cambardella *et al.* (2), el nivel de dependencia espacial de las poblaciones de huevos de *Thrips* determinados fue alta (tabla 1, pág. 33; tabla 2, pág. 34; tabla 3, pág. 35). Respecto a los semivariogramas, el valor de la meseta para el municipio de Ixtlahuaca fue de 0,28 a 28,4 (tabla 1, pág. 33). Para el municipio de Jocotitlán los valores del rango fueron de 12 a 21 m, mientras que el valor de la meseta fue de 0,15 a 6 (tabla 2, pág. 34). En el municipio de Luvianos los valores del rango fueron de 5 a 18 m, y de meseta fue de 0.8 a 123 (tabla 3, pág. 35).

Los mapas de densidad obtenidos permitieron observar la distribución agregada de las poblaciones de huevos de *Thrips*, para cada uno de los tres municipios evaluados (figura 1, pág. 36-37; figura 2, pág. 38-39; figura 3, pág. 40-41). El color rojo indica los puntos geográficos en las que se determinó la mayor cantidad de huevos de *Thrips* contabilizados en cada caso; por el contrario, el color blanco es indicativo de ausencia de huevos de *Thrips* en la zona respectiva.

En el municipio de Ixtlahuaca, los mapas obtenidos, muestran diversos centros de agregación de los huevos de *Thrips* (figura 1, pág. 36-37) observando variadas tendencias en la distribución espacial de los *Thrips* en la ovoposición de los huevos.

En las parcelas 1, 2 y 3 (figura 1, pág. 36-37), se observa que durante el primer y segundo muestreo, los centros de agregación se ubicaron preferentemente hacia el centro de las parcelas, posiblemente debido a la cercanía con reservorios de malezas que suelen encontrarse a su alrededor. Observando una disminución de los huevos en la etapa de cosecha, debido a que los productores comienzan a aplicar Insecticidas para atacar a los *Thrips* y, por lo tanto, inhiben la ovoposición del insecto en etapa de adulto.

En la cuarta parcela se observa que los centros de agregación se ubicaron en la parte central, durante la etapa de fructificación, disminuyendo en la etapa de floración. Sin embargo se observó que la parcela dos (figura 1, pág. 36-37) presentó mayor cantidad de centros de agregación, debido probablemente a la ausencia del control químico por el abandono de la parcela por parte de productor. En la parcela tres se observaron menos centros de agregación, debido a que según testimonios del

productor suele monitorear constantemente su cultivo y aplica insecticidas desde que observa algún insecto, disminuyendo de esta forma la densidad de los huevecillos.

En los mapas obtenidos del municipio de Jocotitlán (figura 2, pág. 38-39) se observó que los centros de agregación de la parcela uno (figura 2, pág. 38-39) se ubicaron en la parte central del mapa, en la etapa de floración y fructificación, para el tercer muestreo se observó que los centros de agregación se ubicaron en la parte superior e inferior de la parcela. En la parcela dos, se observó que los centros de agregación se encuentran en la parte superior izquierda y centro del mapa. Mientras que en las parcelas tres y cuatro, se observó que los centros de agregación estuvieron dispersos en la parte superior y en la zona centro de la parcela donde se presentaron zonas con mayor humedad y plantas de tomate con mayor turgencia.

En los mapas de la localidad de Luvianos (figura 3, pág. 40-41) se observó que los centros de agregación de la primera parcela se ubicaron hacia el centro del mapa en las etapas de floración y fructificación, posiblemente debido a la presencia de malezas del género *Solanum*, que son hospederos de *Thrips*.

Finalmente, en el tercer muestreo los centros de agregación estuvieron distribuidos hacia la izquierda, posiblemente debido a la cercanía del cultivo con parcelas cultivadas con otro tipo cultivo. En los mapas realizados se aprecian diferentes focos de agregación o de agrupamiento de las poblaciones de huevos de *Thrips* distribuidos en toda la superficie de las cuatro parcelas experimentales. Se observó que a mayor cantidad de centros de agregación existentes en el mapa, existe un mayor promedio de huevos de *Thrips*. El hecho de observar en los mapas los centros de agregación de huevos de *Thrips*, o algún otro insecto, confirma que estos pueden causar daños severos al cultivo (4), si éstos no son controlados desde los primeros estadios de desarrollo. La agregación de los huevos de *Thrips* determinada en el presente trabajo, concuerda con lo indicado por Carrizo (3) quién determinó la distribución espacial agregada de larvas de *Thrips* describiendo, que tanto las formas inmaduras como los adultos, se hallaron predominantemente en las flores. Los resultados de agregación y los mapas obtenidos sugieren la posibilidad de realizar alternativas de control químico y/o biológico en forma dirigida durante las primeras etapas de floración para controlar las infestaciones iniciales de huevos de *Thrips* en el cultivo de tomate de cáscara.

CONCLUSIONES

El método geoestadístico permitió determinar que la población de huevos de *Thrips* tiene una distribución espacial agregada en los municipios estudiados, lográndose visualizar con los mapas de densidad de huevos en los tres municipios estudiados.

El presente trabajo es el primer reporte analítico sobre la distribución espacial de huevos de *Thrips*, en tomate de cáscara, que apela al uso de herramientas geoestadísticas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cabi, 2000. Data sheet for *Thrips palmi*. Crop Protection Compendium. Global Module. 2° Edition. CAB International. UK.
2. Cambardella, C.; Moorman, T.; Novak, J.; Parkin, T.; Karlen, D.; Turcoy, R. 1994. Field scale variability of soil properties in central Iowa soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58: 1501-1511.
3. Carrizo, P. 1998. Eficiencia de captura con trampas de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en cultivo de pimiento en invernáculo y malezas en la Gran La Plata. *Rev. Fac. Agron., La Plata.* 103(1): 1-10.
4. Hevesi, J.; Istok, J.; Flint, A. 1992. Precipitation estimation in mountainous terrain using multivariate geostatistics. Part. I. Structural analysis. *Journal of Applied Meteorology.* 676 p.
5. Isaaks, E. H.; Srivastava, M. 1989. An introduction to applied geostatistics. Oxford University Press, Nueva York. 561 p.
6. Journel, A. G.; Huijbregts, C. J. 1978. Mining geostatistics. Academic Press, London, Reino Unido. 600 p.
7. López, L. R.; Arteaga-Ramírez, R.; Vázquez, P. M.; Lopez, C. I. 2009. Producción de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Basado en láminas de riego y acolchado plástico. *Revista Chapingo Serie Horticultura.* 15(1): 83-89.
8. Perry, J. 1998. Measures of spatial pattern for counts. *Ecology.* 79(3): 1008-1017.
9. Ramírez, D. J. F.; Porcayo, E. 2010. Estudio comparativo de la distribución espacial del muérdago enano (*Arceuthobium* sp.) en la ladera norte del Parque Nacional Nevado de Toluca, México. *Madera y Bosques.* 34: 93-111.
10. Ramírez, D. J. F.; Sánchez, P. J. R.; González, A.; De León, C. 2011. Modelización y generación de mapas del comportamiento espacial de *Sporisorium reilianum* ((Kuhn) Langdon y Fullerton) en Estado de México, México. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina.* 43(2): 157-173.
11. Samper, F. J.; Carrera, J. 1996. Geoestadística: Aplicaciones a la Hidrología subterránea. 2° Ed. Centro Internacional de Métodos en Ingeniería. Barcelona. 484 p.
12. Solares, V.; Ramírez, J. F.; Sánchez, R. 2011. Distribución espacial de *Thrips* (Insecta: Thysanoptera) en el cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.). *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle.* 12(2): 1-12.