

ESTUDIO DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE *Scirtothrips sp.* (INSECTA: THYSANOPTERA) Y SU CONTROL MEDIANTE EL DEPREDAADOR *Orius insidiosus* SAY. EN EL CULTIVO DE AGUACATE EN MÉXICO

José Francisco Ramírez Dávila, Roberto Rivera Martínez, Agustín David Acosta Guadarrama, Fatima Irais Maldonado Zamora, Ana Veronica Lara Diaz y Dulce Karen Figueroa Figueroa

RESUMEN

El uso de diferentes alternativas para el control de plagas y enfermedades es importante en la elaboración de programas de manejo integrado. El presente estudio se realizó con la finalidad de conocer la distribución espacial de *Scirtothrips sp.* y la efectividad del depredador *Orius insidiosus* sobre sus poblaciones en el cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill). Se establecieron tres parcelas experimentales, dos testigos y una fue liberado el depredador. Se estudió la dinámica poblacional del insecto plaga y se estableció su distribución espacial por medio de la geoestadística; se determinó el semivariograma experimental y se obtuvieron los mapas de agregación de la plaga. Se observó que existe infestación del insecto en las

tres parcelas, mostrando una distribución de tipo agregada. Se realizó una prueba *t* de Student para conocer si existían diferencias estadísticamente significativas a partir de la liberación del depredador; la prueba indicó que existe una reducción de las poblaciones de *Scirtothrips sp.* donde se liberó el depredador, lo que se aprecia en las medias poblacionales y en los mapas de agregación de la plaga. El comportamiento de forma agregada de *Scirtothrips sp.* da un panorama para poder hacer un programa integrado del manejo de dicha plaga e implementar métodos de control focalizados y así reducir costos, y de igual forma dar a conocer una alternativa eficaz en el control de *Scirtothrips sp.*

Introducción

El aguacate (*Persea americana* Mill.) es la cuarta fruta más importante en el mundo. La producción mundial de aguacate se estima en $4,2 \times 10^6$ t y México es considerado el principal productor, con un promedio anual de 1.107.135,16 t en 134.322,12 ha (SIAP, 2017).

Los trips (Thysanoptera) han adquirido importancia para el aguacate dado que se alimentan del fruto pequeño (Salgado, 1993) y forman crestas o protuberancias sobre el pericarpio (González *et al.*, 2000). Las deformaciones son más visibles cuando el fruto madura (Fisher y Davenport,

1989; González *et al.*, 2000). En México se reportan al menos tres especies del género *Scirtothrips* que afectan el cultivo de aguacate, siendo las principales *S. perseae* Nakahara, *S. aguacatae* Johansen y Mojica y *S. kupandae* Johansen y Mojica. Sus larvas y adultos causan daños en follaje tierno, provocando distorsión y cicatrices de color castaño oscuro a lo largo de la nervadura central, en el envés, además del daño que causan en los frutos. Algo similar ocurre con el fruto joven, que puede quedar completamente cubierto por una cicatriz castaño-oscuro, aunque comúnmente se observan

cicatrices pequeñas, a veces alargadas, daño que es atribuido a *S. perseae* (Hodde, 2002). Ascensión *et al.* (1999) y Johansen *et al.* (1999) afirman que este síntoma asociado a trips aparece en el fruto pequeño, aunque no se ha precisado las etapas fenológicas más afectadas.

La chinche *Orius insidiosus* es el principal controlador biológico de los trips, ya que se alimenta de todos los estadios de la plaga, aunque también ingieren ácaros, áfidos, huevos de lepidópteros, coleópteros y hasta polen, en periodos de escasez de presas (Carpintero, 2002). Salas (1995) comprobó que *O. insidiosus* necesita para

su desarrollo una dieta balanceada que contenga trips, ácaros y polen.

Las densidades de trips en huertos de aguacate se han incrementado año tras año y el control químico ha sido poco eficiente. La infestación de este insecto plaga hace importante implementar actividades que permitan conocer el impacto real que tiene sobre el cultivo de aguacate, y en base a esta información aplicar medidas de control eficaces. El objetivo de este trabajo fue determinar la distribución espacial de *Scirtothrips sp.* (Insecta: Thysanoptera) y la eficacia del depredador *Orius insidiosus* Say., como contro-

PALABRAS CLAVE / Aguacate / Control Biológico / *Orius insidiosus* / *Scirtothrips sp.* / Semivariograma /

Recibido: 05/07/2017. Modificado: 27/06/2018. Aceptado: 03/07/2018.

José Francisco Ramírez Dávila. Doctor en Fisiología y Biología Animal, Universidad de Sevilla, España. Profesor Investigador, Laboratorio de Investigaciones Entomológicas y Tecnologías en Agricultura de Precisión, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México.

Roberto Rivera Martínez (Autor de correspondencia). Estudiante de doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, UAEM, México. Dirección: Programa de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca,

México CP 50200. e-mail: rob_m@live.com.mx

Agustín David Acosta Guadarrama. Estudiante de doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, UAEM, México.

Fatima Irais Maldonado Zamora. Estudiante de doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, UAEM, México.

Ana Veronica Lara Diaz. Estudiante de doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, UAEM, México.

Dulce Karen Figueroa Figueroa. Estudiante de doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, UAEM, México.

A STUDY OF THE SPATIAL DISTRIBUTION OF *Scirtothrips sp.* (INSECTA: THYSANOPTERA) AND ITS CONTROL BY THE PREDATOR *Orius insidiosus* SAY. IN AVOCADO CULTIVATION IN MEXICO

José Francisco Ramírez Dávila, Roberto Rivera Martínez, Agustín David Acosta Guadarrama, Fatima Irais Maldonado Zamora, Ana Veronica Lara Diaz and Dulce Karen Figueroa Figueroa

SUMMARY

The use of different alternatives for the control of infestation and disease is important in the preparation of integrated management programs. The goal of this study was to know the spatial distribution of *Scirtothrips sp.* and the efficacy of the predator *Orius insidiosus* on its populations in the avocado (*Persea americana* Mill) cultivation. Three experimental parcels were established, two controls and one where the predator was liberated. The population dynamics of the plague insect was studied and its distribution established by means of geo-statistics; the experimental semi-variogram was determined and maps of infestation aggregation were obtained. Infestation was present in all three parcels, showing a distribution

of the aggregated type. A Student *t* test was performed to find out if there were significant differences after liberation of the predator; the test indicated that there is a reduction of *Scirtothrips sp.* populations where the predator had been liberated, a fact that can be appreciated in the population means and in the plague aggregation maps. The aggregated behavior of *Scirtothrips sp.* provides a picture to develop an integrated management program for this plague, to implement focalized control methods and, thus, to reduce costs, showing at the same time an effective alternative for the control of y así reducir costos, y de igual forma dar a conocer una alternativa eficaz en el control de *Scirtothrips sp.*

ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Scirtothrips sp.* (INSECTA: THYSANOPTERA) E O SEU CONTROLE MEDIANTE O DEPRADADOR *Orius insidiosus* SAY. NO CULTIVO DE ABACATE NO MÉXICO

José Francisco Ramírez Dávila, Roberto Rivera Martínez, Agustín David Acosta Guadarrama, Fatima Irais Maldonado Zamora, Ana Veronica Lara Diaz e Dulce Karen Figueroa Figueroa

RESUMO

O uso de diferentes alternativas para o controle de pragas e enfermidades é importante na elaboração de programas de manejo integrado. O presente estudo foi realizado com a finalidade de conhecer a distribuição espacial de *Scirtothrips sp.* e a efetividade do depredador *Orius insidiosus* sobre suas populações no cultivo de abacate (*Persea americana* Mill). Estabeleceram-se três lotes experimentais, duas testemunhas e uma na qual foi liberado o depredador. Foi estudada a dinâmica populacional do inseto praga e estabelecida sua distribuição espacial por meio da geoestatística; determinou-se o semivariograma experimental e obtiveram-se os mapas de agregação da praga. Foi observada infestação do inseto

nos três lotes, mostrando uma distribuição de tipo agregada. Realizou-se um teste *t* de Student para conhecer se haveria diferenças estatisticamente significativas a partir da liberação do depredador; a prova indicou que existe uma redução das populações de *Scirtothrips sp.* onde se liberou o depredador, o qual se aprecia nas médias populacionais e nos mapas de agregação da praga. O comportamento de forma agregada de *Scirtothrips sp.* mostra um panorama para poder fazer um programa integrado do manejo de dita praga e implementar métodos de controle focalizados e assim reduzir custos, e de igual forma divulgar uma alternativa eficaz no controle de *Scirtothrips sp.*

lador biológico, en el cultivo de aguacate en México.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en una zona productora de aguacate en la región de Coatepec Harinas, Estado de México. Se seleccionaron tres parcelas comerciales (4ha cada una) de aguacate de la variedad Hass; dos parcelas se consideraron como testigo y en la tercera se liberó el depredador. Se utilizaron dos parcelas testigo para tener dos parámetros de comparación con respecto a la parcela que fue tratada con el depredador. La edad aproximada

de las parcelas fue de 5 años, no recibieron aplicaciones de agroquímicos y fueron manejadas agrónomicamente de forma similar, siendo similares las condiciones ambientales de las mismas. Cada parcela se dividió en cuadrantes de 20×20m, para un total de 100 cuadrantes por parcela. Bajo el método de muestreo por cuadrantes, se tomaron 40 cuadrantes al azar y por cada uno se seleccionaron tres árboles, resultando un total de 120 árboles por parcela experimental. Cada árbol muestreado fue georeferenciado para obtener sus coordenadas con un DGPS marca Trimble modelo Pro XR. Para realizar los

muestreos se utilizaron trampas amarillas, consistentes en vasos de plástico N° 8, marca JAGUAR®, de 10cm de alto, 4,5cm de diámetro en la base, 7,5cm de diámetro en el borde superior, y color amarillo canario. De acuerdo con lo sugerido por González *et al.* (1998), a cada vaso se le colocó un gancho en la base y un adherente (manteca vegetal) en la superficie externa. Se colocaron cuatro trampas en los árboles (uno en cada punto cardinal) y estas se revisaron quincenalmente para contar y retirar los trips capturados y recapturarlas nuevamente. Los trips fueron identificados a nivel de

género en el Laboratorio de Entomología, Facultad de Ciencias Agrícolas, UAEM, con el uso de claves taxonómicas para el orden Terebrantia. Se realizaron muestreos quincenales durante 21 meses (de febrero de 2014 a octubre de 2015).

Análisis geoestadístico

Se obtuvo el semivariograma experimental de *Scirtothrips sp.* capturados en cada muestreo utilizando el programa Vario-win 2.2 (*Software for spatial data analysis in 2D*, Nueva York, EEUU (Journel y Huijbregts, 1978; Isaaks y Srivastava, 1989). Una vez obtenido

el semivariograma experimental, se realizó su ajuste a algún semivariograma teórico (esférico, exponencial, gaussiano, etc.; Englund y Sparks, 1988) por medio del programa Variowin versión 2.2.

Validación del modelo teórico

Se siguió un procedimiento de validación cruzada, en el que los parámetros del modelo: Co (efecto de pepita), C + Co (meseta) y a (rango o alcance) se van ajustando de forma interactiva (prueba y error) hasta obtener los mejores valores de los estadísticos. Una vez determinado se validó a través de parámetros estadísticos de validación cruzada (Samper y Carrera, 1996) como son: media de los errores de estimación, error cuadrático medio, error cuadrático medio adimensional. Además, se tomó en cuenta otro estadístico consistente en que la varianza de los errores sea menor a la varianza muestral. La determinación del grado de relación entre los datos o nivel de dependencia espacial se obtuvo al dividir el efecto pepita entre la meseta y expresando el resultado en porcentaje.

Se realizó la interpolación de valores a través del krigado ordinario que permite la estimación no sesgada 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.

Antes de la liberación del depredador *Orius insidiosus* se realizaron muestreos y se corroboró que en las tres parcelas había densidades poblacionales similares de la plaga. Las liberaciones se realizaron en los árboles previamente seleccionados, utilizando la metodología establecida por la empresa Koppert, que consiste en liberar alrededor de un depredador por m². Se consideró una superficie de 25m² para cada árbol en las parcelas de estudio, lo cual da un total de 25 depredadores por árbol, cada frasco adquirido a la empresa

contenía 1000 adultos y ninfas mezclados con vermiculita.

Una primera liberación del depredador se realizó en el mes de septiembre de 2014 y una segunda liberación en febrero de 2015. Se utilizó el método propuesto por Guidone *et al.* (2008), conocido como 'sacudida del follaje', que consistió en realizar la sacudida del follaje sobre una paño entomológico blanco, para constatar la presencia del depredador y fue liberado nuevamente.

El efecto del depredador se determinó en base a la disminución de las poblaciones de *Scirtothrips sp.* en cada muestreo realizado. Se obtuvo la media de la población por cada muestreo para realizar una prueba t de Student con significancia al 0,01%, y así corroborar si existió una reducción significativa de las poblaciones de la plaga a partir de los meses en que se realizó la liberación.

Resultados y Discusión

Se generó la modelización espacial y el mapeo de la plaga, encontrando que la mayoría de los muestreos realizados se ajustaron al modelo esférico; sin embargo, en algunos meses, en las parcelas 1 y 2 hubo muestreos que se ajustaron al modelo gaussiano. El ajuste al modelo esférico indica que las agregaciones se presentaron en zonas específicas dentro de la parcela respecto al resto de puntos de muestreo y que la plaga se desplaza 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 aumenta la distancia (Solares *et al.*, 2013). También, en el caso de parcelas de tomate, expresa que los centros de agregación son aleatorios, lo que propicia infestaciones en zonas específicas (Ramírez *et al.*, 2013). El ajuste al modelo gaussiano indica que el comportamiento de la agregación de la plaga se expresa de forma continua dentro de la parcela estudiada (Ribes *et al.*, 1998).

Las técnicas para modelizar la distribución espacial de insectos han mostrado ser herramientas muy eficientes para determinar la distribución espacial de diversos insectos plaga en cultivos de importancia económica. El trabajo de Jiménez *et al.* (2000) revela la distribución temporal y agregada de *Thrips palmi* Karny en papa, en Cuba. Jiménez *et al.* (2013) determinaron la distribución espacial de poblaciones de trips en tomate de cáscara, con distribución agregada y semivariogramas ajustados a los modelos esférico y gaussiano, de la misma forma que Quiñonez *et al.* (2015) generaron mapas de trips que reflejaron la estructura agregada de la plaga en puntos específicos dentro de la parcela en el cultivo de gladiolo. Contrario a esto, Carrillo *et al.* (2004) encontraron, en un estudio de la distribución espacial de larvas de escarabeidos en plantas cultivadas, que las larvas no tenían una distribución agregada. Estas técnicas también se han aplicado en enfermedades como el carbón de la espiga del maíz (Sánchez *et al.*, 2011). La utilización de esta geotecnología ha permitido describir la distribución en agregados de los insectos plaga y enfermedades mencionadas, determinando dicha agregación en puntos específicos en las parcelas y regiones estudiadas.

La presencia de *Scirtothrips sp.* fue registrada en todos los meses muestreados (febrero 2014 a octubre 2015) en las tres parcelas (Tablas I a VI). En todos los muestreos se obtuvo un efecto pepita igual a cero en los modelos ajustados; el tener un valor bajo en la pepita indica que la escala de muestreo utilizada fue la correcta y el error de muestreo fue mínimo (Oliver y Webster, 1998), sugiriéndose que los modelos ajustados tienen un 98% de confiabilidad. Ramírez *et al.* (2011) encontraron valores de pepita igual a cero en un estudio de la distribución espacial de *Bactericera cockerelli* en papa, al igual que Solares *et al.* (2013) en la distribución espacial de trips en

plantaciones comerciales de aguacate.

Todos los modelos presentaron un alto nivel de dependencia espacial para cada una de las fechas de muestreo, lo cual sugiere que las poblaciones de *Scirtothrips sp.* dependen entre sí y que el nivel de agregación es alto (Rossi *et al.*, 1992).

Los valores de rango se situaron en el año 2014 entre 18,7m el más alto y 9,9m el más bajo, mientras que para el año 2015 estuvieron entre 67,8 y 14,4m en la parcela 1. Para la parcela 2 los valores de rango estuvieron comprendidos entre 24 y 96m en el año 2014, y para el 2015 los valores fueron de 46,5m el más alto y 13,2m. En la parcela 3 los valores fueron en el año 2014 de 44,8m para el segundo muestreo de mayo y de 25,5m para el primer muestreo de junio, y para el 2015 los valores fueron de 48m en el primer muestreo de agosto y 32m en el segundo muestreo del mismo mes. Estas distancias entre los rangos indican hasta donde existe dependencia espacial de los datos muestreados. A mayor rango hay una mayor aplicación del modelo establecido; por lo tanto, más allá del valor en distancia del rango obtenido la dependencia espacial es nula (Zamora *et al.*, 2016). Ramírez y Esquivel (2012) y Esquivel y Jasso (2014) realizaron un estudio de la distribución espacial de *Helicoverpa armigera* en el que encontraron rangos de hasta 948m para el primer caso y de 249,2 a 684m, en el segundo. Además, mostraron la existencia de una estructura espacial agregada.

Los modelos de la distribución espacial de *Scirtothrips sp.* en las tres parcelas estudiadas se validaron con los parámetros estadísticos al ubicarse dentro del rango permisible (Isaaks y Srivastava, 1989; Samper y Carrera, 1996; Ramírez *et al.*, 2013; Zamora *et al.*, 2016). Las densidades más bajas de las poblaciones de *Scirtothrips sp.* se presentaron en noviembre (Tablas I, II, III, IV, V y VI) llegando a 1,3 trips por árbol en la parcela 1. Las poblaciones más altas de

TABLA I
PARÁMETROS* DE LOS MODELOS AJUSTADOS A LOS SEMIVARIOGRAMAS
DE LAS POBLACIONES DE *Scirtothrips sp.* EN EL CULTIVO DE AGUACATE,
CORRESPONDIENTES A LA PARCELA 1 PARA 2014

Mes	Muestras	Media muestral	Modelo	Meseta	Rango (m)	Coefficiente de curtosis
Febrero	1	334,51	Esférico	347,8	15,6	2,65
	2	455,77	Esférico	2320	14,4	1,45
Marzo	1	251,35	Esférico	752	13,2	0,32
	2	142,32	Esférico	1116	16,8	0,67
Abril	1	47,14	Esférico	282	16,8	1,84
	2	21,94	Esférico	20,9	13,2	0,98
Mayo	1	12,52	Esférico	10,2	13,2	1,73
	2	3,66	Gaussiano	3,145	11,2	0,24
Junio	1	4,11	Esférico	9,96	13,2	-0,61
	2	27,87	Gaussiano	16,53	13,2	2,45
Julio	1	38,74	Gaussiano	96	14,3	1,11
	2	80,15	Gaussiano	269,7	12,1	-0,88
Agosto	1	147,21	Esférico	487,2	15,4	2,26
	2	80,16	Gaussiano	228,8	12,1	-1,31
Septiembre	1	55,23	Esférico	200,1	18,7	2,04
	2	39,48	Esférico	88	17,6	-2,67
Octubre	1	15,54	Gaussiano	7,56	15,6	1,65
	2	5,03	Gaussiano	10,08	9,9	0,90
Noviembre	1	2,1	Gaussiano	10,08	9,9	1,55
	2	1,3	Esférico	4,115	17,6	-1,42
Diciembre	1	11,21	Esférico	18,69	13,2	2,06
	2	20,36	Esférico	15,3	13,2	1,69

* Efecto meseta (Co) y rango (a); el efecto pepita (C) fue siempre ajustado a cero. El nivel de dependencia espacial fue siempre alta.

TABLA II
PARÁMETROS DEL MODELO ESFÉRICO AJUSTADO A
LOS SEMIVARIOGRAMAS DE LAS POBLACIONES DE *Scirtothrips sp.*
EN EL CULTIVO DE AGUACATE, PARCELA 1, 2015

Mes	Muestras	Media muestral	Meseta	Rango (m)	Coefficiente de curtosis
Enero	1	32,54	21,56	14,4	0,67
	2	128,36	347,8	15,6	-1,09
Febrero	1	357,30	7372	54,4	0,66
	2	476,99	28,80	43,2	-0,73
Marzo	1	231,52	15,64	46,4	-2,60
	2	128,36	10,68	44,8	1,89
Abril	1	42,14	118,9	46,4	1,50
	2	20,08	30,8	44,8	2,14
Mayo	1	14,57	40,42	43,2	1,78
	2	5,09	10,2	44,8	-0,59
Junio	1	7,27	15,66	54,4	2,63
	2	27,37	93,5	54,4	1,19
Julio	1	41,5	206,8	65,6	-1,56
	2	75,58	372	65,6	2,08
Agosto	1	145,36	111,6	65,6	-1,60
	2	86,95	524,4	67,2	2,15
Septiembre	1	57,37	213,2	46,4	1,36
	2	46,20	169,1	25,6	-1,33
Octubre	1	18,12	64,08	25,6	-0,76
	2	10,07	43,64	67,8	2,19

El efecto pepita (C) fue siempre ajustado a cero. El nivel de dependencia espacial fue siempre alta.

trips para las tres parcelas se encontraron en febrero (2014 y 2015), alcanzando 504,78 trips por árbol en la parcela 2 (Tabla IV).

Las altas poblaciones observadas en febrero se deberían a que en ese mes la planta de aguacate se encuentra en floración y los trips se alojan en las

flores, donde hacen su mayor daño. González *et al.* (2000) registraron en Michoacán, México, poblaciones de trips con picos entre marzo y mayo, mientras que durante el periodo de lluvias (junio-septiembre) la población bajó, para aumentar de nuevo a partir de octubre. Por el contrario, Solares *et al.*

(2013) encontraron también en Michoacán que la mayor densidad de trips se presentó de julio a septiembre.

Las medias poblacionales registradas en la parcela donde se liberó el depredador *Orius insidiosus* indican una disminución de las poblaciones de *Scirtothrips sp.* con respecto a las

parcelas testigo y los datos arrojados por la prueba t de student sugieren que estas reducciones fueron significativas respecto a las comparaciones que se realizaron con las otras dos parcelas (Tabla VII). Así mismo cabe mencionar que la reducción en las poblaciones de *Scirtothrips sp.* se le atribuye directamente al depredador, ya que, como se indicó, las tres parcelas se encontraban en similares condiciones climáticas y no hubo aplicación de agroquímicos. Además, se corroboró que el depredador siguiera presente en la parcela en la cual se liberó. Massó *et al.* (2007) realizaron un estudio en el cual se determinó que *O. insidiosus* consume en promedio de 20 a 22 trips de diferentes estados de desarrollo. Lefebvre *et al.* (2013) utilizaron a *O. insidiosus* como controlador de trips en el cultivo de frutilla, encontrando que el agente biocontrolador reguló las poblaciones de la plaga y a su vez se estableció en la zona de cultivo.

Una vez que se validaron los modelos ajustados en el proceso de análisis geoestadístico se realizaron los mapas de densidad de las poblaciones de *Scirtothrips sp.*, en los cuales se puede observar el comportamiento espacial a lo largo de los meses de muestreo. Las mayores densidades se presentaron en febrero y marzo (Figuras 1, 2 y 3). Los mapas de densidad son de gran utilidad para realizar medidas de control dirigidas en las plantaciones de aguacate, ya que con su utilización se puede conocer espacialmente la infestación de insectos plaga en los cultivos, tal como lo reporta García (2004). Esquivel y Jasso (2014) realizaron el mapeo de *Helicoverpa armigera* en el cultivo de maíz, Quiñonez *et al.* (2015) elaboraron mapas de infestaciones de trips en el cultivo de gladiolo y Contreras *et al.* (2016) realizaron un estudio de distribución espacial de la enfermedad *Candidatus liberibacter solanacearum* y de su vector *Bactericera cockerelli* Sulc. en papa, en el cual pudieron obtener mapas de densidad de *B. cockerelli* tanto en

TABLA III
PARÁMETROS* DE LOS MODELOS AJUSTADOS A LOS SEMIVARIOGRAMAS DE LAS POBLACIONES DE *Scirtothrips sp.* EN EL CULTIVO DE AGUACATE, PARCELA 2, 2014

Mes	Muestreos	Media muestral	Modelo	Meseta	Rango (m)	Coefficiente de curtosis
Febrero	1	355,21	Gaussiano	186	9,6	1,04
	2	473,24	Esférico	165,9	17	1,58
Marzo	1	310,24	Esférico	132	12	-1,39
	2	135,87	Esférico	378	12	-1,06
Abril	1	58,69	Esférico	150,4	12	-2,87
	2	23,4	Esférico	43,7	15,2	1,73
Mayo	1	14,1	Esférico	9,75	18	1,84
	2	10,47	Esférico	8,03	13,2	-0,97
Junio	1	5,06	Esférico	6,07	12	1,54
	2	5,14	Esférico	4,83	24	2,61
Julio	1	6,39	Esférico	6,66	15,6	-2,12
	2	17,85	Esférico	113,1	13,2	-2,04
Agosto	1	111,23	Esférico	755,3	14,4	1,80
	2	82,61	Gaussiano	226,2	12	1,67
Septiembre	1	70,34	Esférico	153	12	-0,83
	2	40,63	Esférico	186	12	1,51
Octubre	1	59,68	Esférico	239,2	16,8	1,68
	2	44,8	Esférico	133,5	14,4	-1,24
Noviembre	1	4,08	Gaussiano	2,52	15,6	2,16
	2	2,36	Gaussiano	1,615	15,6	-0,83
Diciembre	1	15,24	Gaussiano	8,648	12	2,11
	2	11,19	Gaussiano	8,245	10,8	1,89

* Efecto meseta (Co) y rango (a); el efecto pepita (C) fue siempre ajustado a cero. El nivel de dependencia espacial fue siempre alta.

TABLA IV
PARÁMETROS DEL MODELO ESFÉRICO AJUSTADO A LOS SEMIVARIOGRAMAS DE LAS POBLACIONES DE *Scirtothrips sp.* EN EL CULTIVO DE AGUACATE, PARCELA 2, 2015

Mes	Muestreos	Media muestral	Meseta	Rango (m)	Coefficiente de curtosis
Enero	1	32,32	51,3	13,2	-0,77
	2	131,25	408,9	13,5	-0,45
Febrero	1	320,68	3485	46,5	0,47
	2	504,78	212,50	43,5	1,52
Marzo	1	284,23	361	27	2,05
	2	121,14	153	43,5	-2,17
Abril	1	51,02	171	39	1,69
	2	29,6	63,9	42	0,44
Mayo	1	19,63	57,42	40,5	0,49
	2	11,47	29,05	43,5	-0,67
Junio	1	7,3	32,3	42	0,12
	2	6,09	9,12	42	-1,95
Julio	1	6,88	9,57	40,5	-0,66
	2	14,28	32,34	42	-2,34
Agosto	1	120,39	238	40,5	1,09
	2	90,68	800,4	39	2,36
Septiembre	1	46,77	483,8	42	0,70
	2	89,99	156,6	39	-0,22
Octubre	1	64,8	240	40,5	0,15
	2	45,57	156,4	43,5	1,21

El efecto pepita (C) fue siempre de ajustado a cero. El nivel de dependencia espacial fue siempre alta.

huevo, ninfas y adultos, usando el krigeado.

El mes febrero continúa siendo el de mayor densidad de población de *Scirtothrips sp.* y también el mes de agosto, con un incremento poblacional en la parcela 3 (Figura 3). En los meses posteriores a agosto bajan considerablemente las poblaciones de trips en comparación a las otras dos parcelas, con

reducciones en las medias poblacionales para meses de septiembre a diciembre del año 2014. En 2015 también se observa reducción en los niveles de densidad poblacional de trips en comparación con las otras dos parcelas, en las cuales no hubo liberación del depredador.

La aplicación de las técnicas geoestadísticas en la modelización y manejo de poblaciones

de problemas fitosanitarios, particularmente de insectos plaga, resulta de gran pertinencia y aplicabilidad, ya que permite dirigir las medidas de control, ya sean químicas o alternativas, hacia focos específicos donde se presente el insecto plaga. Esta nueva forma de analizar y visualizar los problemas fitosanitarios conllevan importantes ahorros

económicos al productor y, de ser el caso, menor impacto ambiental al racionalizar el uso de agroquímicos.

El depredador *O. insidiosus* reduce significativamente, pero no totalmente, las poblaciones de *Scirtothrips sp.* en el cultivo de aguacate, lo cual se ve reflejado en una disminución de los daños físicos y en el respectivo aumento del valor comercial de la producción. La información obtenida en esta investigación permitiría suponer que de haberse realizado una tercera liberación de depredadores se hubiera alcanzado un porcentaje mayor en la reducción de las poblaciones de *Scirtothrips sp.* Además, resulta relevante remarcar el hecho que fue posible constatar que el depredador mantuvo sus poblaciones tiempo después de las liberaciones, lo que hace pensar que *O. insidiosus* podría establecerse de manera más o menos permanente en la región aguacatera estudiada, si se le proporcionan condiciones favorables para su subsistencia. Lo anterior hace necesario realizar estudios encaminados a determinar la fiabilidad de tal situación.

En conjunto, el uso de la geoestadística y el control biológico resultan de gran interés y aplicabilidad en el manejo agronómico de las poblaciones del insecto plaga estudiado, aunque de manera general, el uso combinado de ambas alternativas pueden ser conducentes en el control de diferentes problemas fitosanitarios del cultivo de aguacate. Tal situación es de gran ayuda para que los productores se interesen en utilizar métodos de este tipo para una conducción más sustentable de este cultivo tan importante para la zona de estudio.

REFERENCIAS

- Ascensión BG, Bravo MH, González HH, Johansen NR, Becerril RA (1999) Fluctuación poblacional y daño de trips en aguacate C.V. Hass. *Rev. Chapingo Ser. Hort.* 5: 291-296.
- Bressan A, Moral J, Semetey F, Boudon PE (2010) Spatio-temporal pattern of *Pentastiridius lepo-*

TABLA V
PARÁMETROS DEL MODELO ESFÉRICO AJUSTADO A LOS SEMIVARIOGRAMAS
DE LAS POBLACIONES DE *Scirtothrips sp.* EN EL CULTIVO DE AGUACATE,
PARCELA 3, 2014

Mes	Muestreros	Media muestral	Meseta	Rango (m)	Coficiente de curtosis
Febrero	1	221,18	13,35	38,4	1,26
	2	322,94	18,92	43,2	0,88
Marzo	1	185,59	47,79	43,2	-0,37
	2	111,72	840	41,6	-1,59
Abril	1	50,45	280,78	36,79	0,44
	2	22,56	70,2	43,2	0,90
Mayo	1	13,90	38,7	38,4	-0,96
	2	8,54	26,24	44,8	2,13
Junio	1	6,62	44,84	25,59	-1,51
	2	17,30	58,24	41,6	2,06
Julio	1	36,26	107,9	44,8	1,32
	2	56,49	395,6	41,6	-1,28
Agosto	1	127,76	146	40	-0,75
	2	81,34	819	43,2	2,26
Septiembre	1	13,35	78,96	41,6	0,78
	2	9,63	33,81	36,8	-0,35
Octubre	1	9,23	20,88	43,2	0,28
	2	6,32	9,3	35,2	-0,16
Noviembre	1	5,17	7,482	35,2	0,27
	2	3,74	10,12	38,4	0,86
Diciembre	1	4,97	9,215	36,8	0,94
	2	6,008	11,16	38,4	1,29

El efecto pepita fue siempre ajustado a cero. El nivel de dependencia espacial fue siempre alta.

TABLA VI
PARÁMETROS DEL MODELO ESFÉRICO AJUSTADO A LOS SEMIVARIOGRAMAS
DE LAS POBLACIONES DE *Scirtothrips sp.* EN EL CULTIVO DE AGUACATE,
PARCELA 3 PARA 2015

Mes	Muestreros	Media muestral	Meseta	Rango (m)	Coficiente de curtosis
Enero	1	19,03	96,03	46,4	1,26
	2	89,59	713,4	44,8	-1,07
Febrero	1	294,49	924	40	2,54
	2	239,46	182	36,8	1,42
Marzo	1	211,37	975	38,4	0,58
	2	115,35	275,4	40	-0,36
Abril	1	33,28	68,85	40	-2,07
	2	20,74	21,75	38,4	1,80
Mayo	1	12,34	83,6	40	1,29
	2	9,68	29,52	41,6	0,38
Junio	1	7,91	32,19	40	-1,41
	2	10,09	67,45	41,6	-0,10
Julio	1	18,08	85,8	43,2	0,46
	2	22,76	96	44,8	1,27
Agosto	1	112,22	408,9	48	-1,95
	2	71,12	208,8	32	0,31
Septiembre	1	35,51	27,26	33,6	2,18
	2	37,93	138,6	40	-2,09
Octubre	1	19,69	39,6	41,6	1,63
	2	20,67	29,59	36,8	0,35

El efecto pepita fue siempre ajustado a cero. El nivel de dependencia espacial fue siempre alta.

TABLA VII
PRUEBA ESTADÍSTICA T DE STUDENT CON SIGNIFICANCIA AL 0,01

Comparación	Valor de tablas	Valor calculado
Parcela 1 vs parcela 3 (depredador) febrero-agosto 2014	2,1604	0,0197 ns
Parcela 2 vs parcela 3 (depredador) febrero-agosto 2014	2,1604	0,0813 ns
Parcela 1 vs parcela 2 (febrero-agosto 2014)	2,1604	0,3669 ns
Parcela 2 vs parcela 1 (septiembre-octubre 2015)	2,0518	0,1618 ns
Parcela 1 vs parcela 3 (depredador) septiembre-octubre 2015	2,0518	2,1632 *
Parcela 2 vs parcela 3 (depredador) septiembre-octubre 2015	2,0518	2,7329 *

* significativo al 0,01; ns: no significativo.

rinus migration in an ephemeral cropping system. *Agric. Forest Entomol.* 12: 59-68.

Carpintero DL (2002) Catalogue of the Neotropical Anthocoridae (Heteroptera). *Rev. Soc. Entomol. Arg.* 61: 25-44.

Carrillo R, Pape H, Neira M, Balocchi O (2004) Distribución espacial de larvas de dos especies de escarabeidos nativos en respuesta a plantas cultivadas. *Rev. Soc. Chil. Entomol.* 30: 59-64.

Contreras RA, Gutierrez IAT, Silva RHV, Sanchez PJR, Laguna CA, Ramirez DJF (2016) Spatial distribution of *Candidatus Liberibacter solanacearum* y *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Trioziidae) in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Southwest Entomol.* 41: 105-114.

Coria AVM (1993) *Principales Plagas del Aguacate en Michoacán*. Folleto de Productor N° 19. SAGARPA. INIFAP. México.

Englud E, Sparks A (1988) *GEO-EAS. Geostatistical Environmental Assessment Software. User's Guide*. U.S. Environmental Protection Agency Doc. EPA/600/4-88/033. Las Vegas, NV, EEUU.

Esquivel HV, Jasso GY (2014) Spatial distribution and mapping of soldierworm in six localities of the State of Mexico, in 2011. *Rev. Mex. Cs. Agric.* 5: 923-935.

Fisher JB, Davenport TL (1989) Structure and development of surface deformation on avocado fruits. *HortScience* 24: 841-844.

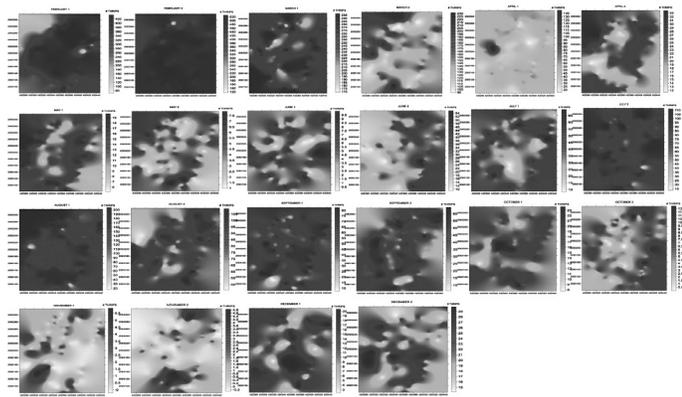
Fleischer S, Blom E, Emmen D, Hower A (1999) Dynamics in the spatial continuity of insect density. *Fourth Int. Conf. on Precision Agriculture*. pp. 133-141.

García FM (2004) Application of geostatistics in the environmental sciences. *Ecosyst. J.* 13: 78-86.

Guadarrama MBR, García HAM, Hernández ML (2014) Prueba t de Student. En *Metodología de la Investigación: Bioestadística y Bioinformática en Ciencias Médicas y de la Salud* (2ª ed.). Mc Graw Hill. México. pp. 327-331.

Guidone L, Loru L, Marras PM, Fois X, Pantaleoni RA, Tavella L (2008) Predatory bugs in hazelnut orchards of Piedmont and Sardinia (Italy). *Bull. Insectol.* 61: 207-208.

Gonzalez H, Sosa C, Gonzalez M, Valle de la Paz A (1998) Selecting the color of adhesive traps for sampling thrips in avocado orchard (*Persea americana* Mill.). En *Advances in Research, 1997*. Phytosanitary Institute, College of Postgraduates. Montecillo, Mexico. pp. 209-210.



2015

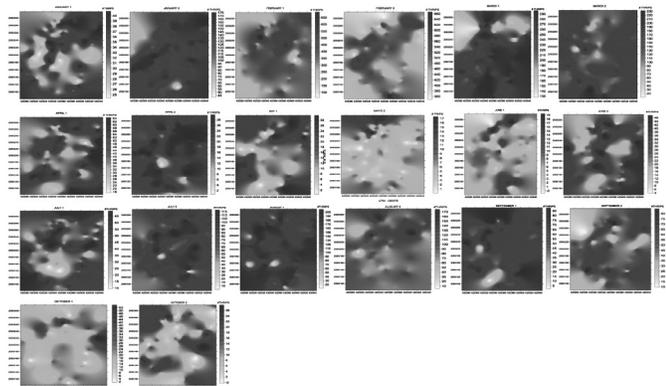
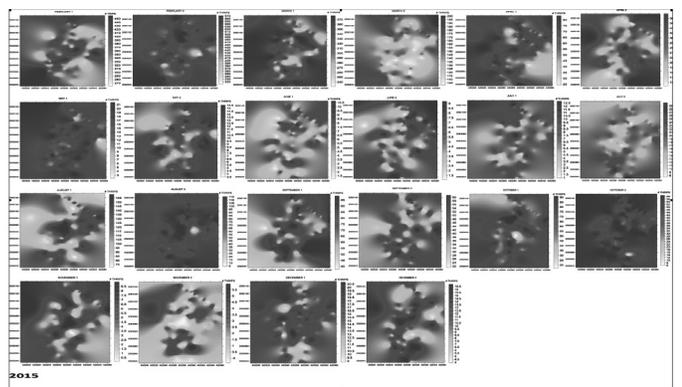


Figura 1. Mapas de densidad poblacional de *Scirtothrips sp.* correspondientes a la parcela 1 para el año 2014 y 2015.



2015

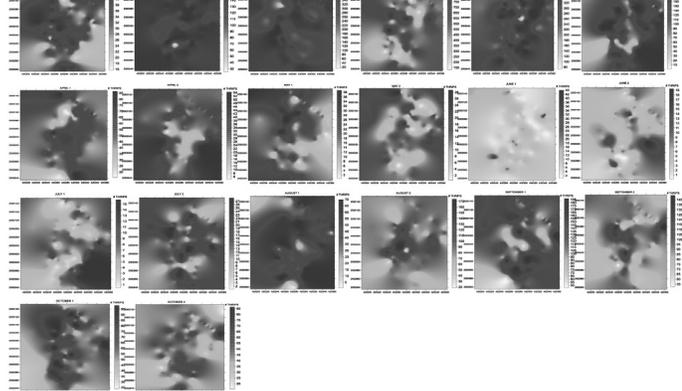
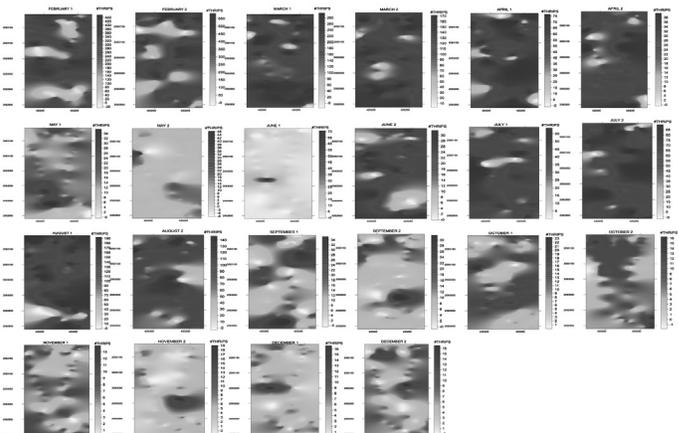


Figura 2. Mapas de densidad poblacional de *Scirtothrips sp.* correspondientes a la parcela 2 para el año 2014 y 2015.



2015

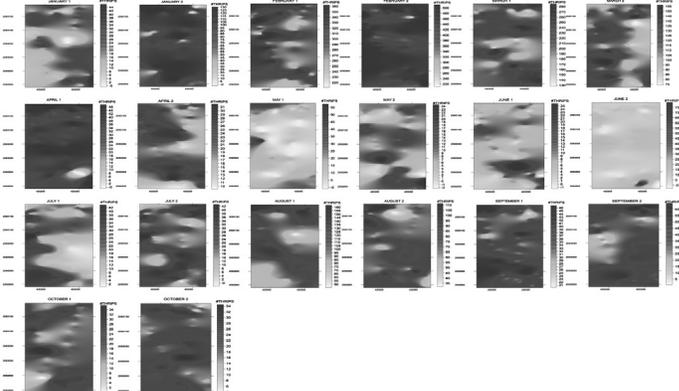


Figura 3. Mapas de densidad poblacional de *Scirtothrips sp.* correspondientes a la parcela 3 para el año 2014 y 2015.

Gonzalez HH, Johansen R, Gasca L, Equihua A, Salinas A, Estrada E, Duran F, Valle A (2000) Plagas del aguacate. En Teliz OD, Mora AJA (Cords.) *El Aguacate y su Manejo Integrado*. Mundi Prensa. México, DF. p. 177-186.

Hevesi J, Istok J, Flint A (1992) Precipitation estimation in mountainous terrain using multivariate geostatistics. Part. I. Structural analysis. *J. Appl. Meteorol.* 31: 661-676.

Hoddle MS (2002) Developmental and reproductive biology of *Scirtothrips perseae* (Thysanoptera: Thripidae): a new avocado pest in California. *Bull. Entomol. Res.* 92: 279-285.

Isaaks E, Srivastava M (1989) Spatial continuity measures for probabilistic and deterministic geostatistics. *Math. Geol.* 20: 313-341.

Jimenez J, Cortiñas J, Lopez D (2000) Temporal and spatial distribution and considerations for the monitoring of *Thrips palmi* in potato in Cuba. *Manejo Integrado de Plagas* N° 57: 54-57.

Jimenez A, Lopez M, Gonzalez AJ, Ocete M, Soria F (2008) Dis-

tribución espacial y mapeo de *Curculio elephas* Gyllenhal en encina (*Quercus ilex* L.). *Agrociencia* 12: 35-43.

Jimenez RD, Ramirez DJF, Sanchez PJR, Salgado SML, Laguna CA (2013) Modelización espacial de *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) en tomate de cáscara por medio de técnicas geoestadísticas. *Rev. Col. Entomol.* 39: 183-192.

Johansen RM, Mojica GA, Ascension BG (1999) Introducción al conocimiento de los insectos tisanópteros mexicanos, en el aguacatero (*Persea americana* Miller). *Rev. Chapingo Ser. Hort.* 5 (Núm. Esp.): 279-285.

Journel A, Huijbregts CJ (1978) *Mining Geostatistics*. Academic Press. Londres, RU. 600 pp.

Lefebvre MG, Reguilón C, Kirschbaum DS (2013) Evaluación del efecto de la liberación de *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthracoridae), como agente de control biológico de trips en el cultivo de frutilla. *Rev. Inv. Agropec.* 39: 273-280.

Liebold A, Sharov A (1998) Testing for correlation in the presence of spatial autocorrelation in in-

- sect count data. En Baumgartner J, Brandmayr P, Manly BFJ (Eds.) *Population and Community Ecology for Insect Management and Conservation*. Bakema. Roternam, Holanda. pp. 11-117.
- Massó E, López D, Rodríguez O (2007) Ciclo de vida de *Orius insidiosus*, efectividad sobre Trips y sensibilidad a bioplaguicidas. *Fitosanidad*. (N° 3194).
- Naamani G (2007) Developments in the avocado world. California Avocado Society Yearbook 70. p. 71-76.
- Oliver M, Webster R (1998) How geostatistics can help you. *Soil Use Manag.* 7: 206-217.
- Quiñones VR, Sanchez PJR, Pedraza EAK, Castañeda VA, Gutierrez IAT, Ramirez DJF (2015) Spatial analysis of *Thrips* spp. (Thysanoptera) in gladiolus cultivation in the Southeastern Region of the State of Mexico, Mexico. *Southwest. Entomol.* 40: 397-408.
- Ramirez DJF, Porcayo CE (2008). Distribución espacial de las nin-
fas de *Jacobiasca lybica* (Hemiptera: Cicadellidae) en un viñedo en Andalucía, España. *Rev. Col. Entomol.* 34: 169-175.
- Ramirez DJF, Porcayo CE, Sanchez PJR (2011) Análisis de la distribución espacial de *Bactericera cockerelli* Sulc (Hemiptera: Trioziidae) en *Solanum tuberosum* L. en Donato Guerra, México. *Bol. Mus. Entomol. Univalle* 12: 12-24.
- Ramírez DJF, Esquivel HV (2012) Modelación espacial de gusano soldado (*Mythimna unipuncta*) en el cultivar del maíz, en tres municipios del Estado de México, en el 2008. *Bol. Mus. Entomol. Univalle* 13: 1-15.
- Ramírez DJF, Solares AVM, Figueroa FDK, Sánchez PJR (2013) Comportamiento espacial de trips (Insecta: Thysanoptera), en plantaciones comerciales de aguacate (*Persea americana* Mill.) en Zitácuaro, Michoacán, México. *Acta Zool. Mex.* 29: 545-562.
- Ribes DM, Bascañana CM, Avilla HJ (1998) Estudio de la distribución espacial de *Cydia pomonella* (L.) y *Pandemis heparana* (Denis & Schiffermüller) en Torregrossa (Lleida) mediante métodos geostatísticos. *Bol. Sanid. Veg. Plagas* 24: 935-948.
- Rossi RE, Mulla JD, Journel AG, Franz EH (1992) Geostatistical tools for modeling and interpreting ecological spatial dependence. *Ecol. Monogr.* 62: 277-314.
- Salas J (1995) *Orius insidiosus* (Hemiptera: anthocoridae) en la región centro-occidental de Venezuela. *Agron. Trop.* 45: 637-645.
- Salgado SML (1993) Problemas fitosanitarios del aguacate en Coatepec Harinas. En *Memorias*. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del Aguacate en el Estado de México. pp. 191-212.
- Samper FJ, Carrera J. (1996). Geostatística: Aplicaciones a la Hidrología subterránea. 2nd ed. Centro Internacional de Métodos en Ingeniería, Barcelona, España, 484 p.
- Sanchez PJR, Ramirez DJF, Gonzalez HAD (2011) Modelization of the spatial distribution of corn head smut (*Sporisorium reilianum* Langdon and Fullerton) in Mexico. *Span. J. Agric. Res.* 9: 882-893.
- Sciarretta A, Zinni A, Mazzocchetti A, Trematerra P (2008) Spatial analysis of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) male population in a Mediterranean agricultural landscape in Central Italy. *Environ. Entomol.* 37: 382-390.
- SIAP (2017) Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México. <http://www.siap.gob.mx/> (Cons. 20/06/2017).
- Solares AVM, Ramirez DJF, Sanchez PJR (2013) Distribución espacial de Trips (Insecta: Thysanoptera) en el cultivo de aguacate (*Persea Americana* Mill.) *Bol. Mus. Entomol. Univalle* 12(2): 1-12.
- Zamora FIM, Davila JFR, Arriaga MR, Nemiga XA, Diaz AVL (2016) Distribución espacial de trips en aguacate en Coatepec Harinas, Estado de México. *Rev. Mex. Cs. Agric.* 7: 845-856.