

1 **Análisis espacial de las poblaciones de *Scirtothrips perseae* Nakahara en el cultivo de**
2 **aguacate (*Persea americana* Mill.) utilizando el método de SADIE en México**

3 **Spatial analysis of the populations of *Scirtothrips perseae* Nakahara in avocado (*Persea***
4 ***americana* Mill.) orchards using the SADIE method in México**

5 Diana Mejía Colín¹

6 *Agustín David Acosta Guadarrama²

7 José Francisco Ramírez Dávila³

8 ¹Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México, Campus el
9 Cerrillo, Piedras Blancas, Toluca Estado de México, México

10 ²Universidad Mexiquense del Bicentenario, Unidad de Estudios Superiores, Coatepec Harinas, El
11 Reynoso, Coatepec Harinas, Estado de México

12 ³Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del
13 Estado de México, Campus el Cerrillo, Piedras Blancas, Toluca Estado de México, México, CP,
14 50295

15 *email: agustin.acosta@umb.mx

16 **RESUMEN**

17 El mayor productor de aguacate es México, genera altos ingresos económicos a los productores.
18 En los últimos años la creciente demanda de aguacate mexicano ha orillado a los productores a
19 establecer nuevas plantaciones, lo que genera importantes ingresos, así también ha generado la
20 explosión de plagas y enfermedades sobre este cultivo, una de las principales plagas del aguacate
21 son los trips (*Scirtothrips perseae*).

22 El presente trabajo se realizó en huertos comerciales de aguacate de la variedad Hass en la zona
23 central de México, que es una de las principales productoras del país. Se realizaron 24 muestreos
24 en dos localidades diferentes productoras de aguacate y se realizaron mapas de infestación
25 mediante la técnica del krigado para conocer la agregación de *Scirtothrips perseae*, se utilizó el
26 método del SADIE (Análisis espacial por índices de distancia) se calcularon los índices I_a y J_a así
27 como sus respectivas probabilidades, también se calculó la estabilidad espacial y temporal a corto
28 plazo con el índice I_m , los mapas arrojaron que existe estabilidad espacial y temporal en el año de
29 muestreos y los índices I_a y J_a indicaron que si existe agregación dentro del cultivo.

30 **Palabras clave:** *Scirtothrips perseae*, aguacate, SADIE, krigado.

31 **ABSTRACT**

32 The largest avocado producer in the world is México, which generates high economic income to
33 producers, in recent years the growing demand for Mexican avocado has forced producers to
34 develop new plantations, although it generates significant income it has also caused the explosion
35 of pests and diseases on this crop, as has been reported, monoculture develops greater presence of
36 certain pests and diseases in the crops, the present research was carried out in commercial
37 avocado orchards of the Hass variety in central México, which is one of the main producers in the
38 country. Twenty-four samples were made in two different avocado producing localities and
39 infestation maps were made using the krieged technique to know the aggregation of *Scirtothrips*
40 *perseae*, the SADIE method was used (spatial analysis by distance indices) the I_a y J_a index, and
41 their respective probabilities were calculated short-term spatial and temporal stability was also
42 calculated with the I_m index, the maps showed that there is spatial and temporal stability in the
43 year of sampling and the index's I_a y J_a indicated that there is aggregation within the crop.

44 **Keywords:** *Scirtothrips perseae*, avocado, SADIE, krieged.

45 INTRODUCCIÓN

46 El aguacate producido en México es el más consumido en el mundo, los ingresos que genera la
47 producción de este producto representan el cuarto lugar del PIB agrícola nacional (SE, 2019). La
48 principal plaga que afecta el cultivo y que merma la producción y su calidad son los trips, estos
49 insectos se alimentan del fruto pequeño a los cuales le hacen heridas al momento de alimentarse
50 formando crestas en el fruto que baja su calidad y valor económico, dando pauta al desarrollo de
51 enfermedades por dichas heridas causadas por los trips. (González *et al.*, 2000), *S. perseae* reduce
52 los ingresos de los productores hasta un 12 % a causa de los daños que ocasiona e incrementa los
53 costos de producción hasta un 4.5 % (Hoddle, 2002). El Estado de México es una de los estados
54 que mayor crecimiento ha tenido en la producción de aguacate pasando de 29 mil toneladas en
55 2012 a más de 110 mil para 2017, generando ingresos por alrededor de 3 mil millones de pesos
56 anuales (SIAP, 2019). La creciente demanda de productos libres de sustancias químicas dañinas
57 para el ser humano ha motivado el uso de nuevas tecnologías que reduzcan el uso de dichos
58 productos, una técnica de uso reciente es el análisis espacial por índices de distancia (SADIE)
59 que mide la distancia a la cual pueden desplazarse los individuos de una muestra observada
60 (Perry, 1997), además en el presente trabajo se utilizó la técnica del krigado que considera tanto
61 la distancia como la geometría de la localización de las muestras mediante esta técnica se
62 minimiza la varianza del error esperado (diferencia entre el valor real y el estimado), como el
63 valor real en un punto no muestreado es desconocido, el krigado emplea un modelo conceptual
64 con una función aleatoria asociada a los valores reales (García, 2004).

MATERIALES Y MÉTODOS

65
66 El estudio se llevó a cabo en los municipios de Tenancingo y Temascaltepec, los dos ubicados en
67 el Estado de México, los cuales son de gran importancia en la producción de aguacate del estado,
68 dicho estudio se realizó en el año 2021. El muestreo se realizó en 200 árboles jóvenes con edad
69 de 8 años, distribuidos aleatoriamente dentro de las zonas de cada localidad, se seleccionaron
70 solamente árboles de la variedad Hass y el manejo agronómico de los árboles seleccionados se
71 llevó a cabo de forma similar (sin aplicación de agroquímicos), cada árbol se georreferenció
72 mediante un sistema de posicionamiento global diferencial (DGPS). Se realizaron muestreos cada
73 quince días para obtener un total de 24 muestreos por localidad. Los árboles seleccionados se
74 identificaron colocándoles una banda plástica de color verde en la base. Para contabilizar el
75 número de trips se usaron trampas de color amarillo que se elaboraron con vasos plásticos del
76 número 8, se colocaron 4 trampas distribuidas por cada punto cardinal, para un total de 16
77 trampas por árbol (Hernández et al., 1999), se identificaron los trips con un lente 20x y
78 posteriormente se identificaron en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias
79 Agrícolas de la UAEMex, donde se determinó específicamente el número total de *Scirtothrips*
80 *perseae* por árbol muestreado.

81 **Análisis espacial por índices de distancia (SADIE)**

82 El objetivo de SADIE es establecer el modelo espacial de una población muestreada midiendo la
83 distancia a la cual pueden desplazarse los individuos de la muestra observada.

84 En el presente trabajo se utilizarán el índice basado en la distancia para la regularidad I_a y el
85 índice J_a , basado en la distancia del agrupamiento (Perry, 1995 a,b; Dungan *et al.*, 2002) para
86 establecer el modelo de distribución de las poblaciones en cada una de las localidades de estudio.

87 **Estimación de los índices I_a y J_a**

88 Con los muestreos realizados en campo (conformados por las unidades de muestreo), en dichos
89 muestreos se contabilizan los trips, cada uno se asume como un individuo, donde $i = 1, \dots, n$
90 unidades de muestreo. Además, se asume por ser conocidas las posiciones bidimensionales (x_i ,
91 y_i) de cada unidad de muestreo y su conteo asociado, N_i . La distancia para la regularidad, D , es el
92 valor mínimo de la distancia total que los individuos en la muestra pueden haberse movido, de
93 una unidad de muestreo a otra, de modo que todas las unidades de muestreo contuvieran un
94 número idéntico de individuos. Si la distancia media aritmética para la regularidad de las
95 muestras aleatorias se denota como E_a , entonces el índice de agregación, denominado I_a , está
96 definido como $I_a = D/E_a$. Se dice que una muestra es agregada si $I_a > 1$, la muestra es
97 espacialmente aleatoria si $I_a = 1$, y la muestra es regular si $I_a < 1$. Un número total de 2000
98 aleatorizaciones son suficientes para derivar los valores de los índices correspondientes.

99 La distancia para el agrupamiento se denota con el término C , que es el valor mínimo de la
100 distancia total que los individuos de la muestra deben moverse para congregarse en una unidad.
101 Si la distancia media para el agrupamiento para muestras aleatorias se denota como F_a , entonces
102 el índice de agregación J_a , se define como $J_a = F_a/C$. Como en el valor anterior I_a , valores de J_a
103 > 1 indican una muestra agregada, $J_a = 1$ representan datos espacialmente aleatorios y $J_a < 1$
104 muestras regulares. De esta manera, los valores del índice J_a sirven para corroborar los resultados
105 obtenidos con el índice I_a . Además, este índice se utiliza para discriminar entre patrones
106 espaciales donde hay un único agrupamiento importante para el cual sus valores son
107 significativamente mayores que la unidad, y en donde hay dos o más agrupamientos para los
108 cuales su valor no es significativamente diferente de la unidad o incluso menor que ella. Para
109 determinar la significación con respecto a la unidad se utiliza su probabilidad respectiva (Q_a)
110 (Perry, 1997 y Perry y Dixon, 2002).

111 Las estimaciones obtenidas mediante los índices del SADIE se representaron en forma de mapa,
112 mediante el programa Surfer 15.

113 Se realizó una regresión simple y los valores respectivos de I_a y J_a de los muestreos realizados en
114 cada localidad experimental, con el objeto de establecer si existe o no una relación significativa
115 entre ellos. El programa que se utilizó en este trabajo para determinar los valores y las
116 probabilidades de ambos índices fue el SADIE 1.22.

117 **Estabilidad espacial y temporal.**

118 Uno de los objetivos de este trabajo fue estudiar la existencia de una estabilidad espacio-temporal
119 a corto plazo (un año). Para tal efecto se compararon los mapas obtenidos con los métodos del
120 Krigado y SADIE.

121 La comparación para establecer la estabilidad espacio-temporal de los mapas elaborados
122 mediante el método del SADIE se realizó mediante el índice de asociación del SADIE llamado I_m
123 (Perry, 1997; Korie *et al.*, 2000; Perry y Dixon, 2002). El índice indicado anteriormente nos
124 ayuda a realizar una comparación entre muestras tomadas al azar y con una precisa localización
125 geoespacial. Las comparaciones de las muestras se realizaron dentro del mismo tiempo de
126 muestreo y entre los mismos muestreos. Lo anterior nos indica, si $I_m > 0$ existe una asociación o
127 una estabilidad espacio-temporal entre los mapas comparados, con una existencia de nivel de
128 significancia de $P_m < 0.025$. Dicha determinación de la estabilidad espacio-temporal se realizó
129 con el programa SADIE 1.22.

130 **Superficie infestada**

131 Una de las metas de la Agricultura de Precisión es dirigir las medidas de control sobre las zonas
132 específicas de infestación de enfermedades e insectos plaga. Lo cual determinaría un posible

133 ahorro económico y una reducción de la cantidad del volumen de plaguicidas aplicados, para su
134 control. Para lograr este objetivo se estableció la superficie infestada de los mapas elaborados,
135 utilizando para ello el programa Surfer 15.

136 Una vez obtenido el porcentaje de superficie infestada de las plagas y enfermedades en cada uno
137 de los mapas, se procederá a calcular el costo de una aplicación normal, tal como la realizan los
138 agricultores en las zonas de estudio, y el costo de una aplicación dirigida (sólo áreas infestadas).
139 Obviamente, la diferencia entre ambos valores nos indicará el ahorro económico obtenido con la
140 metodología de precisión. Igualmente, se procederá a realizar el cálculo correspondiente al ahorro
141 en la cantidad de producto utilizado bajo ambas estrategias de control. De esta manera, se tendrá
142 una idea de la disminución del impacto nocivo hacia el medioambiente, ya que, al reducir la
143 cantidad de plaguicidas, se reduce, asimismo, el impacto medioambiental.

144 **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

145 Se registró presencia de *S. perseae* durante los 24 muestreos para las dos localidades, en
146 Tenancingo donde se presentó mayor incidencia de *S. perseae* por árbol fue en marzo con una
147 media de 30.92 trips para el primer muestreo y 18.39 trips para el segundo muestreo (cuadro 1),
148 por el contrario el muestreo con menor densidad de trips por árbol fue el segundo muestreo de
149 noviembre 1 con 3.31 trips por árbol (cuadro 1), la mayor densidad coinciden con la época de
150 floración del cultivo que se inicia en los meses de febrero-marzo, (Urías *et al.*, 2007) reportaron
151 en plantación de aguacate densidades fuertes para el mes de febrero. (Ascensión *et al.*, 1999)
152 reporta menor incidencia de trips en el mes de octubre y noviembre, en el presente trabajo se
153 encontraron en el mes de noviembre. En el caso de Temascaltepec la mayor densidad se encontró
154 en el segundo muestreo de marzo con 32.22 trips por árbol, mientras que las densidades más

155 bajas se observaron en diciembre con menos de 3 trips por árbol para los dos muestreos (cuadro
156 2).

157 En lo que se refiere al índice I_a todos los valores para el municipio de Tenancingo fueron
158 superiores a 1 lo que indica una distribución espacial agregada (cuadro 1), en todos los muestreos
159 las probabilidades para el índice fueron significativas (P_a), en el caso del índice J_a el cual indica
160 que existen más de un centro de agregación de la plaga los valores fueron también mayores a 1
161 corroborando lo antes mencionado, su probabilidad fue no significativa en todos los casos (Q_a)
162 (cuadro 1). Trabajos como Karimzadeh *et al.* (2011) reportan una estructura espacial agregada de
163 *Eurygaster integriceps* en trigo, contrario a esto (Kim *et al.*, 2007) reportan que la estructura
164 espacial de *Scotinophara lurida* en el cultivo de arroz fue aleatoria ya que el índice I_m fue muy
165 cercano a 1.

166 **Cuadro 1.**

167 **Cuadro 2.**

168 Se calculó el índice I_m (cuadro 3 y 4) el cual arroja datos sobre la estabilidad espacial y temporal
169 a corto plazo, en el municipio de Tenancingo (cuadro 3) se encontró asociación espacial a partir
170 del mes de febrero hasta el segundo muestreo del mes de marzo lo que indica que la plaga se
171 mantuvo estable espacialmente estos dos meses, posteriormente se volvió a encontrar asociación
172 espacial a partir del mes de mayo hasta el segundo muestreo del mes de septiembre, esta segunda
173 etapa de estabilidad comprende cinco meses, y en las dos épocas del año donde se encontró la
174 asociación coinciden con las épocas donde hay mayor fluctuación poblacional además que son
175 épocas que los árboles de aguacate se encuentran en una mayor floración, se encontró la
176 estabilidad ya que *Scirtothrips perseae* ataca principalmente a flores que a follaje, es por eso que

177 pudo haber encontrado un nicho donde se pudo encontrar estabilidad espacial y temporal dentro
178 de la parcela, (Maldonado *et al.*, 2017) reporta estabilidad espacial y temporal para trips en el
179 cultivo de aguacate para todas las especies, trabajos como el de (Rivera *et al.*, 2017) reporta
180 estabilidad espacial y temporal a corto plazo en *Bactericera cockerelli* en tomate de cascara.

181 Para el municipio de Temascaltepec (cuadro 4) el índice nos indica que en la mayoría de las
182 comparaciones no existe estabilidad espacial y temporal, del segundo muestreo de febrero hasta
183 el primer muestreo de mayo existió estabilidad, en el mes de julio y octubre también existió dicha
184 estabilidad mientras que en las demás comparaciones reportan valores menores a 0 lo cual nos
185 indica que no existe la estabilidad espacial y temporal. Estos datos son de gran ayuda para el
186 productor ya que conoce cómo se comporta dicha plaga espacialmente y si esta tiene cierta
187 estabilidad en tiempo y espacio, se pueden manejar los datos a favor del productor ya que puede
188 tomar acciones para prevenir o regular las plagas dentro de su cultivo, programas de manejo
189 integrado pueden surgir a partir de datos que arroje el presente trabajo, control cultural como no
190 eliminar las malezas las cuales pueden afectar a las plantas para que funcionen como reservorio
191 de insectos, control mecánico, podas en principio de año lo cual promueva los brotes y elimina
192 trips, control biológico como la aplicación de *Amblyseius swirskii* como lo menciona (Acosta *et*
193 *al.*, 2017).

194 **Cuadro 3.**

195 **Cuadro 4.**

196 La superficie infestada en las parcelas también se calculó con la ayuda de los mapas de
197 infestación (cuadros 5 y 6), esta técnica nos ayuda a conocer en términos de porcentaje el nivel de
198 infestación de la plaga dentro de la parcela, para el municipio de Tenancingo (cuadro 5) solo se

199 encontraron infestaciones del 100% para los dos muestreos del mes de enero y para el primer
200 muestreo del mes de diciembre, el nivel más bajo se encontró en el segundo muestreo del mes de
201 agosto con solo el 50% de superficie infestada, para el resto de muestreos los niveles fluctúan
202 entre el 61 y 97% de la superficie infestada. No se debe confundir el porcentaje de infestación
203 con el número de insectos por parcela ya que podemos encontrar niveles de infestación grandes,
204 pero con una fluctuación poblacional baja, el nivel de infestación solo se refiere a la presencia del
205 insecto dentro de la parcela no a su nivel poblacional.

206 Para el municipio de Temascaltepec (cuadro 6) solo se obtuvieron en siete muestreos el 100% de
207 infestación esto en el segundo muestreo del mes de febrero, marzo y abril en sus dos muestreos,
208 los otros dos muestreos donde se obtuvo la mayor superficie infestada fue en el primer muestreo
209 del mes de agosto y en el segundo del mes de diciembre, contrario a esto el primer muestreo de
210 mayo solo presento el 58% de superficie infestada, para el resto de los muestreos la infestación
211 vario entre el 61 y 99% de la superficie infestada.

212 **Cuadro 5.**

213 **Cuadro 6.**

214 En los mapas de infestación podemos observar cómo se localiza la infestación dentro de la zona
215 de estudio, en lo que se refiere a los primeros seis meses de muestreo del municipio de
216 Tenancingo (Figura 1) se puede notar que existen centros de agregación de la plaga, se localizan
217 en la parte izquierda del mapa mostrando así donde se pueden hacer aplicaciones de control de
218 *Scirtothrips perseae*, estos mapas nos sirven para identificar de manera visual donde se localizan
219 los centros de agregación y así realizar medidas de control específicas para poder obtener ahorros
220 económicos y ecológicos, diversos trabajos han demostrado que los mapas de infestación sirven

221 para poder realizar programas de manejo integrado de plagas como lo muestra (Rivera *et al.*,
222 2017) quienes realizaron mapas de infestación de trips pero de todo el conjunto de especies,
223 (Maldonado *et al.*, 2017) demostraron que los mapas que se realizan con esta técnica son de gran
224 utilidad en la toma de decisiones para el control de plagas del aguacate.

225 Para el segundo semestre en la localidad de Tenancingo (Figura 2) podemos observar que en
226 todas las fechas de muestreo la infestación ocupó la mayor parte de la zona de estudio, existen
227 centros de agregación de la plaga donde al igual que en la figura anterior se pueden direccionar
228 zonas de aplicación o de control, los mapas generados para la visualización del comportamiento
229 espacial es de gran importancia en estudios de manejo integrado de plagas ya que ayuda a
230 seleccionar adecuadamente métodos de control.

231 Mapas de infestación ayudan al productor a visualizar de manera práctica a donde debe dirigir sus
232 aplicaciones de control, trabajos como (Ferguson *et al.*, 2003) muestran cómo se comportan
233 diferentes plagas en el cultivo de colza, todo esto con mapas de infestación, (Esquivel y Jasso,
234 2014) realizaron el mapeo de gusano soldado (*Mythimna unipuncta*) en maíz, el cual se comporta
235 de manera agregada, (Reay-Jones, 2012) estudió el comportamiento del escarabajo de la hoja de
236 trigo (*Oulema melanopus*) el cual se comportó de manera agregada en adultos, pero no formó
237 agregación ni en huevos ni larvas, contrario a lo anterior plagas como el pulgón de la lechuga
238 (*Nasonovia ribisnigri*) se comportan de manera aleatoria dentro del cultivo como lo demostró
239 Díaz *et al.* (2012) quienes estudiaron su comportamiento espacial con el método del SADIE.

240 El conocer el comportamiento espacial de los trips dentro de las unidades productivas de
241 aguacate contribuye de manera directa con los productores, ya que al conocer el comportamiento
242 del insecto plaga pueden realizar medidas de control dirigidas, estas acciones contribuyen al

243 desarrollo sustentable de la región, que en los últimos años busca generar productos inocuos,
244 reducir gastos de producción y además reducir el impacto ambiental en la zona productora.

245

246

CONCLUSIONES

247 El método del Análisis espacial por índices de distancia (SADIE) resulto ser adecuado para el
248 estudio del comportamiento espacial de *Scirtothrips perseae* en el cultivo de aguacate, se registró
249 un comportamiento espacial agregado en todos los muestreos para las dos localidades, se reportó
250 más de un centro de agregación en las zonas de estudio y se pudieron obtener mapas de
251 infestación que ayuden al productor de aguacate a tomar medidas de control y prevención de
252 dicha plaga, la estabilidad espacial y temporal a corto plazo que se encontró en algunas fechas de
253 muestreo, puede deberse a la poca movilidad de los trips de las zonas donde han formado
254 agregación, el encontrar durante todo el año presencia *S. perseae* puede deberse a que se
255 encuentra maleza dentro del cultivo esto hace que migren las poblaciones y a su vez todo el año
256 estar en constante reproducción, los meses con mayores poblaciones de trips se deben además a
257 las condiciones climáticas favorables para el establecimiento y reproducción de dicha plaga.

258

BIBLIOGRAFÍA CITADA

259 Acosta, A. D., Ramírez, J. F., Rivera, R., Figueroa, D. K., Lara, A. V., Maldonado, F. I., Tapia,
260 A. 2017. Distribución espacial de Trips spp. (Thysanoptera) y evaluación de su control
261 mediante el depredador *Amblyseius swirskii* en el cultivo de aguacate en
262 México. *Southwestern Entomologist*, 42(2): 435-447.

263 Ascensión, G.H., Bravo, H., González, R.M., Johansen, A.E., Becerril. 1999. Fluctuación
264 poblacional y daño de trips en aguacate cv. Hass. Revista Chapingo Serie Horticultura 5:
265 291-296.

266 Díaz, B. M., Barrios, L., Fereres, A. (2012). Interplant movement and spatial distribution of alate
267 and apterous morphs of *Nasonovia ribisnigri* (Homoptera: Aphididae) on lettuce. Bulletin
268 of entomological research, *102*(4), 406-414.

269 Dungan, J. L., J. N. Perry., M. T. R. Dale., S. Citron-Pousty., M. J. Fortin., A. Jakomulska., P.
270 Legendre., M. Miriti, and M. Rosenberg. 2002. A balanced view of scaling in spatial
271 statistical analysis. *Ecography* 25: 626-640.

272 Esquivel, V, y. Jasso. 2014. Distribución espacial y mapeo de gusano soldado en seis localidades
273 del Estado de México, en el año 2011. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 5(6): 923-
274 935.

275 Ferguson, A. W., Z. Klukowski., B. Walczak., S. J. Clark., M. A. Mugglestone., J. N. Perry, and
276 I. H. Williams. 2003. Spatial distribution of pest insects in oilseed rape: implications for
277 integrated pest management. *Agriculture, ecosystems and environment* 95(2-3): 509-521.

278 García, F. M. 2004. Aplicación de la geoestadística en las ciencias ambientales. *Revista*
279 *Ecosistemas* 13 (1).

280 González, H. H., R. Johansen., L. Gasca., A. Equihu., A. Salinas., E. Estrada., F. Duran, y A.
281 Valle. 2000. Plagas del aguacate. En: Téliz., D. *El Aguacate y su Manejo Integrado*.
282 Ediciones Mundi Prensa. México, DF. pp: 177-186. ISBN 968-7462-15-9.

283 Hernández, H. G., A. M. Ramos., A. V. De la Paz, y M. González. 1999. Selección de trampas de
284 color y fluctuación poblacional de trips del aguacate en Michoacán, México. Revista
285 Chapingo Serie Horticultura 5: 287-290.

286 Hoddle, M. 2002. Developmental and reproductive biology of *Scirtothrips perseae*
287 (Thysanoptera: Thripidae): a new avocado pest in California. Bulletin of Entomological
288 Research 92:279-285.

289 Karimzadeh, R., M. J. Hejazi., H. Helali., S. Iranipour., and S. A. Mohammadi. 2011. Analysis of
290 the spatio-temporal distribution of *Eurygaster integriceps* (Hemiptera: Scutelleridae) by
291 using spatial analysis by distance indices and geostatistics. Environmental
292 entomology 40(5): 1253-1265.

293 Kim, H., S. T. Kim., M. P. Jung., and J. H. Lee. 2007. Spatio- Temporal dynamics of
294 *Scotinophara lurida* (Hemiptera: Pentatomidae) in rice fields. Ecological research 22(2):
295 204-213.

296 Korie, S., J. N. Perry., M. Muggleston., S. Clark., C. Thomas, and R. Mohamad. 2000.
297 Spatiotemporal Associations in beetle and virus count data. Journal of Agricultural,
298 Biological and Environmental Statistics 5: 214-239.

299 Maldonado, F. I., J. F. Ramírez., A. V. Lara., R. Rivera., A. D. Acosta., D. K. Figueroa, and A.
300 Tapia. 2017. Estabilidad Espacial y Temporal de la Distribución de Trips en el Cultivo de
301 Aguacate en el Estado de México. Southwestern Entomologist 42(2): 447-463.

302 Perry, J. 1995a. Spatial aspects of animal and plant distribution in patchy farmland habitats. In
303 Ecology and Integrated Farming Systems. Eds. D. M. Glen, M. A. Greaves, H. M.
304 Anderson. Chichester, England. Wiley. 221 – 242 Pp.

305 Perry, J. 1995b. Spatial Analysis by distance indices. *Journal of Animal Ecology* 64: 303 -314.

306 Perry, J. 1997. Spatial association for counts of two species. *Acta Jutlandica* 72: 149-169.

307 Perry, J. N, and P. Dixon. 2002. A new method for measuring spatial association in ecological
308 count data. *Ecoscience* 9: 133-141.

309 Reay-Jones, F. P. 2012. Spatial analysis of the cereal leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in
310 wheat. *Environmental entomology* 41(6): 1516-1526.

311 Rivera, R., A. D. Acosta., J. F. Ramírez., D. K. Figueroa., F. I. Maldonado, y A. V. Lara. 2017.
312 Distribución Espacial de las Poblaciones de Adultos de *Bactericera cockerelli* Sulc. 1 en el
313 Cultivo de Tomate de Cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Southwestern Entomologist* 42(4):
314 1057-1069.

315 SE. 2019. Secretaría de Economía [Consultado 15 Febrero 2020]. Disponible en:
316 <https://www.gob.mx/se/>

317 SIAP. 2019. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. [Consultado 7 Junio].
318 Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/>

319 Surfer 15. Surface Mapping System, Golden Software Inc. 809, 14th Street. Golden, Colorado
320 80401-1866. USA.

321 Urías, M. A., S. Salazar, y R. Johansen. 2007. Identificación y fluctuación poblacional de
322 especies de trips (Thysanoptera) en aguacate 'Hass' en Nayarit, México. *Revista Chapingo*
323 *Serie Horticultura* 13(1): 49-54.

324 **Cuadro 2. Media muestral, índice Ia y Ja con sus respectivas probabilidades para el**
 325 **municipio de Tenancingo**

326 **Table 1. Sample mean, index Ia and Ja with their respective probabilities for the**
 327 **municipality of Tenancingo**

Muestreo	X	I_a	P_a	J_a	Q_a
Enero 1	6.37	1.30	0.014s	1.08	0.171ns
Enero 2	7.6	1.63	0.010s	1.23	0.195ns
Febrero 1	9.91	1.40	0.018s	1.26	1.161ns
Febrero 2	13.97	1.28	0.010s	1.21	0.227ns
Marzo 1	30.92	1.52	0.016s	1.11	0.189ns
Marzo 2	18.39	1.69	0.011s	1.14	0.210ns
Abril 1	7.87	1.31	0.010s	1.07	0.257ns
Abril 2	6.37	1.29	0.013s	1.17	0.249ns
Mayo 1	4.32	1.58	0.010s	1.14	0.268ns
Mayo 2	5.91	1.38	0.013s	1.12	0.294ns
Junio 1	7.12	1.47	0.011s	1.15	0.280ns
Junio 2	7.05	1.41	0.008s	1.11	0.215ns
Julio 1	10.31	1.33	0.011s	1.10	1.163ns

Julio 2	12.72	1.43	0.008s	1.12	0.233ns
Agosto 1	8.92	1.66	0.013s	1.13	0.199ns
Agosto 2	11.35	1.64	0.015s	1.24	0.273ns
Septiembre 1	13.93	1.54	0.014s	1.18	0.260ns
Septiembre 2	8.72	1.32	0.014s	1.12	0.159ns
Octubre 1	6.87	1.39	0.011s	1.09	0.201ns
Octubre 2	4.97	1.55	0.009s	1.20	0.177ns
Noviembre 1	5.88	1.70	0.017s	1.06	0.166ns
Noviembre 2	3.31	1.55	0.012s	1.22	0.219ns
Diciembre 1	5.29	1.45	0.009s	1.09	0.244ns
Diciembre 2	4.48	1.34	0.012s	1.16	0.183ns

328 **Cuadro 3. Media muestral, índice Ia y Ja con sus respectivas probabilidades para el**
 329 **municipio de Temascaltepec**

330 **Table 2. Sample mean, index Ia and Ja with their respective probabilities for the**
 331 **municipality of Temascaltepec**

Muestreo	Media muestral	I_a	P_a	J_a	Q_a
Enero 1	5.68	1.33	0.009s	1.11	0.191ns
Enero 2	6.79	1.70	0.007s	1.21	0.245ns
Febrero 1	8	1.43	0.015s	1.10	0.153ns
Febrero 2	18.55	1.48	0.008s	1.19	0.257ns
Marzo 1	24.65	1.57	0.008s	1.13	0.207ns
Marzo 2	32.22	1.28	0.011s	1.20	0.184ns
Abril 1	7.28	1.52	0.016s	1.14	0.281ns
Abril 2	6.96	1.63	0.013s	1.25	0.135ns
Mayo 1	6.2	1.44	0.010s	1.12	0.235ns
Mayo 2	7.2	1.70	0.013s	1.17	0.206ns
Junio 1	9.9	1.36	0.007s	1.23	0.238ns
Junio 2	4.99	1.66	0.009s	1.21	0.293ns
Julio 1	9.95	1.74	0.007s	1.12	0.199ns

Julio 2	6.74	1.55	0.011s	1.20	0.261ns
Agosto 1	9.62	1.72	0.014s	1.09	0.266ns
Agosto 2	6.91	1.77	0.010s	1.15	0.171ns
Septiembre 1	9.7	1.64	0.010s	1.20	0.139ns
Septiembre 2	7.08	1.68	0.012s	1.10	0.270ns
Octubre 1	4.94	1.38	0.014s	1.19	0.170ns
Octubre 2	6.07	1.46	0.015s	1.14	0.286ns
Noviembre 1	2.37	1.30	0.010s	1.22	0.240ns
Noviembre 2	4.8	1.50	0.017s	1.16	0.159ns
Diciembre 1	2.41	1.41	0.011s	1.09	0.229ns
Diciembre 2	2.77	1.61	0.012s	1.11	0.148ns

332

Cuadro 4. Índice Im para el municipio de Tenancingo

333

Table 3. Index Im for the municipality of Tenancingo

Muestreos	I_m	Muestreos	I_m
comparados		Comparados	
Enero 1 vs Enero 2	-0.57	Julio 1 vs Julio 2	2.75
Enero 2 vs Febrero 1	-1.22	Julio 2 vs Agosto 1	0.62
Febrero 1 vs Febrero 2	2.14	Agosto 1 vs Agosto 2	0.98
Febrero 2 vs Marzo 1	1.39	Agosto 2 vs Septiembre 1	1.26
Marzo 1 vs Marzo 2	0.83	Septiembre 1 vs Septiembre 2	1.05
Marzo 2 vs Abril 1	-0.92	Septiembre 2 vs Octubre 1	-0.81
Abril 1 vs Abril 2	-0.46	Octubre 1 vs Octubre 2	-0.25
Abril 2 vs Mayo 1	-1.70	Octubre 2 vs Noviembre 1	-1.39
Mayo 1 vs Mayo 2	0.82	Noviembre 1 vs Noviembre 2	-0.54
Mayo 2 vs Junio 1	1.46	Noviembre 2 vs Diciembre 1	-1.79
Junio 1 vs Junio 2	0.93	Diciembre 1 vs Diciembre 2	-2.36
Junio 2 vs Julio 1	2.06		

Valores de $I_m > 0$ indican asociación espacial

334

Cuadro 5. Índice Im para el municipio de Temascaltepec

335

Table 4. Index Im for the municipality of Temascaltepec

Muestras comparados	I_m	Muestras Comparados	I_m
Enero 1 vs Enero 2	-0.06	Julio 1 vs Julio 2	-2.84
Enero 2 vs Febrero 1	-0.34	Julio 2 vs Agosto 1	-0.50
Febrero 1 vs Febrero 2	-1.66	Agosto 1 vs Agosto 2	-0.09
Febrero 2 vs Marzo 1	0.71	Agosto 2 vs Septiembre 1	-2.06
Marzo 1 vs Marzo 2	0.52	Septiembre 1 vs Septiembre 2	-1.71
Marzo 2 vs Abril 1	1.03	Septiembre 2 vs Octubre 1	-1.24
Abril 1 vs Abril 2	0.95	Octubre 1 vs Octubre 2	2.33
Abril 2 vs Mayo 1	1.27	Octubre 2 vs Noviembre 1	-1.91
Mayo 1 vs Mayo 2	-0.69	Noviembre 1 vs Noviembre 2	-0.63
Mayo 2 vs Junio 1	-2.81	Noviembre 2 vs Diciembre 1	-0.28
Junio 1 vs Junio 2	0.47	Diciembre 1 vs Diciembre 2	-1.37
Junio 2 vs Julio 1	-0.82		

Valores de $I_m > 0$ indican asociación espacial

336 **Cuadro 6. Superficie infestada y no infestada (%) obtenida en el muestro de *S. perseae* en**

337 **Tenancingo**

338 **Table 5. Infested surface and non- infested (%) obtained in the sampling of *S. perseae* in**

339 **Tenancingo**

Mes	Muestreo	% Infestado	%No Infestado	Mes	Muestreo	% Infestado	%No Infestado
Enero	1	100	0	Julio	1	80	20
Enero	2	100	0	Julio	2	78	22
Febrero	1	88	12	Agosto	1	85	15
Febrero	2	97	3	Agosto	2	50	50
Marzo	1	94	6	Septiembre	1	61	39
Marzo	2	89	11	Septiembre	2	58	42
Abril	1	87	13	Octubre	1	95	5
Abril	2	64	36	Octubre	2	88	12
Mayo	1	80	20	Noviembre	1	87	13
Mayo	2	86	14	Noviembre	2	90	10
Junio	1	70	30	Diciembre	1	100	0
Junio	2	83	17	Diciembre	2	89	11

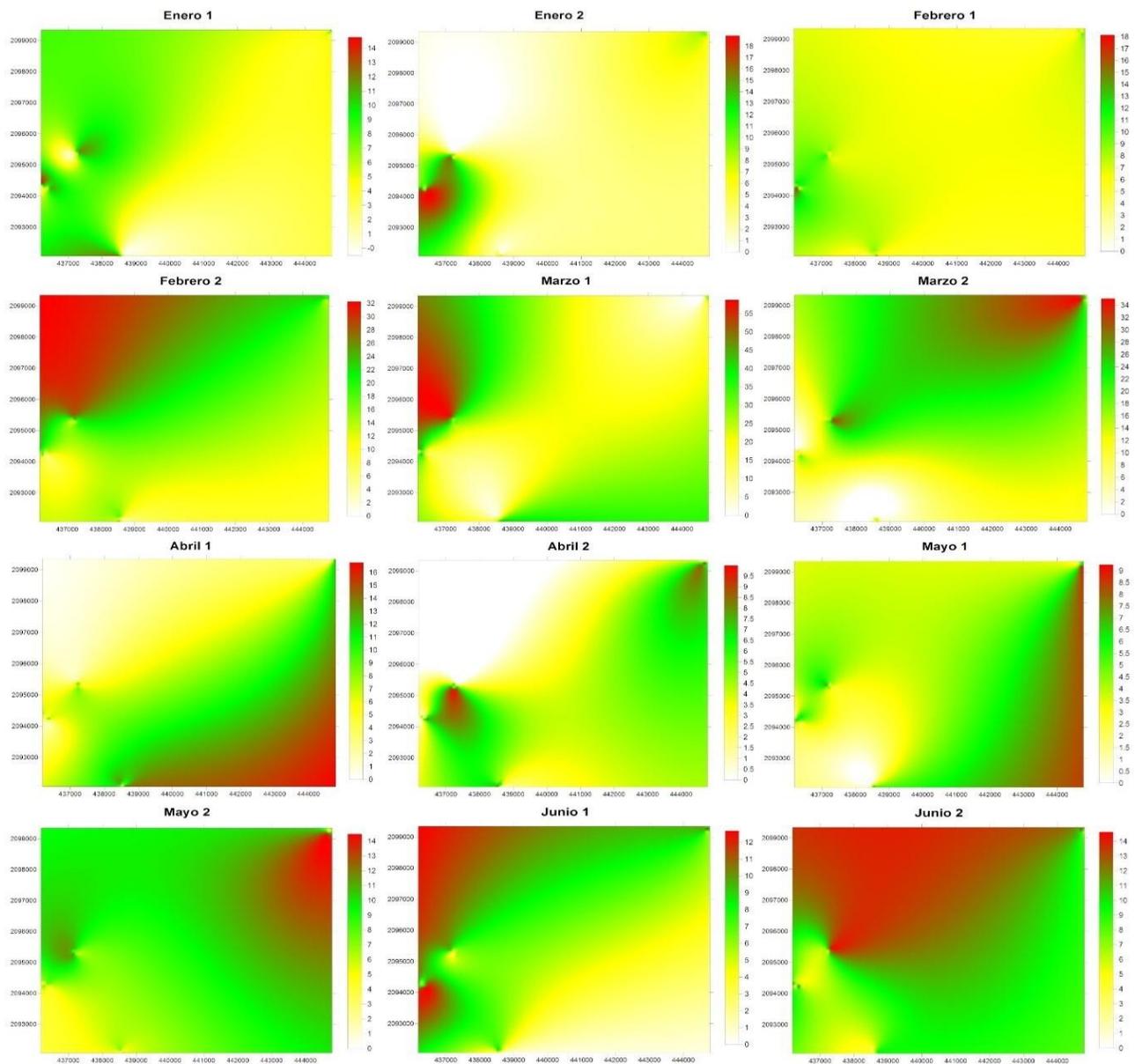
340 **Cuadro 7. Superficie infestada y no infestada (%) obtenida en el muestro de *S. perseae* en**
 341 **Temascaltepec**

342 **Table 6. Infested surface and non- infested (%) obtained in the sampling of *S. perseae* in**
 343 **Temascaltepec**

Mes	Muestreo	%	%No	Mes	Muestreo	%	%No
		Infestado	Infestado			Infestado	Infestado
Enero	1	84	16	Julio	1	90	10
Enero	2	75	25	Julio	2	76	24
Febrero	1	79	21	Agosto	1	100	0
Febrero	2	100	0	Agosto	2	89	11
Marzo	1	100	0	Septiembre	1	95	5
Marzo	2	100	0	Septiembre	2	61	39
Abril	1	100	0	Octubre	1	91	9
Abril	2	100	0	Octubre	2	83	17
Mayo	1	58	42	Noviembre	1	88	12
Mayo	2	86	14	Noviembre	2	77	23
Junio	1	76	24	Diciembre	1	99	1

344

345



346

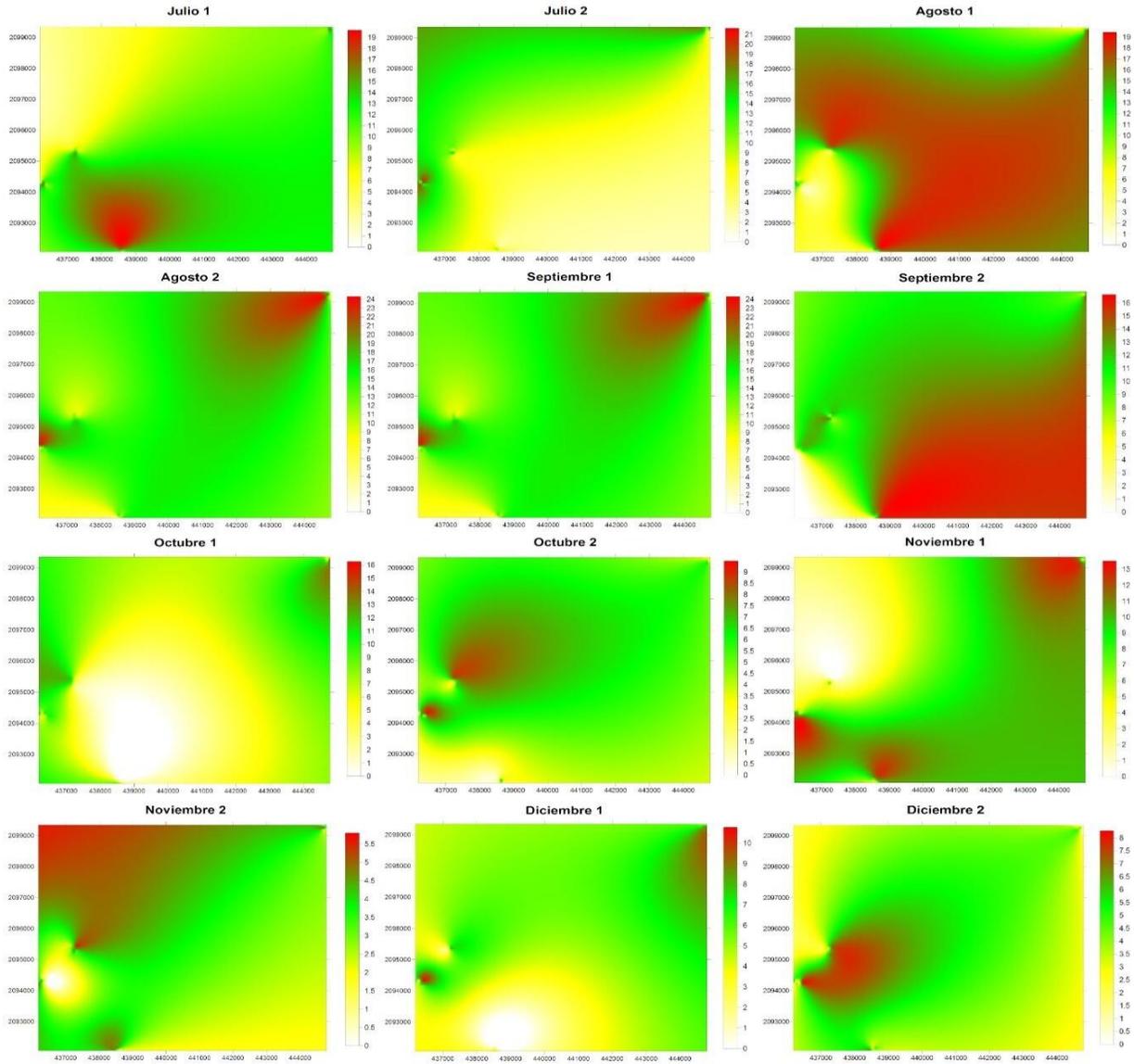
347

Figura 1. Mapas de infestación de *Scirtothrips perseae* correspondiente al primer semestre

348

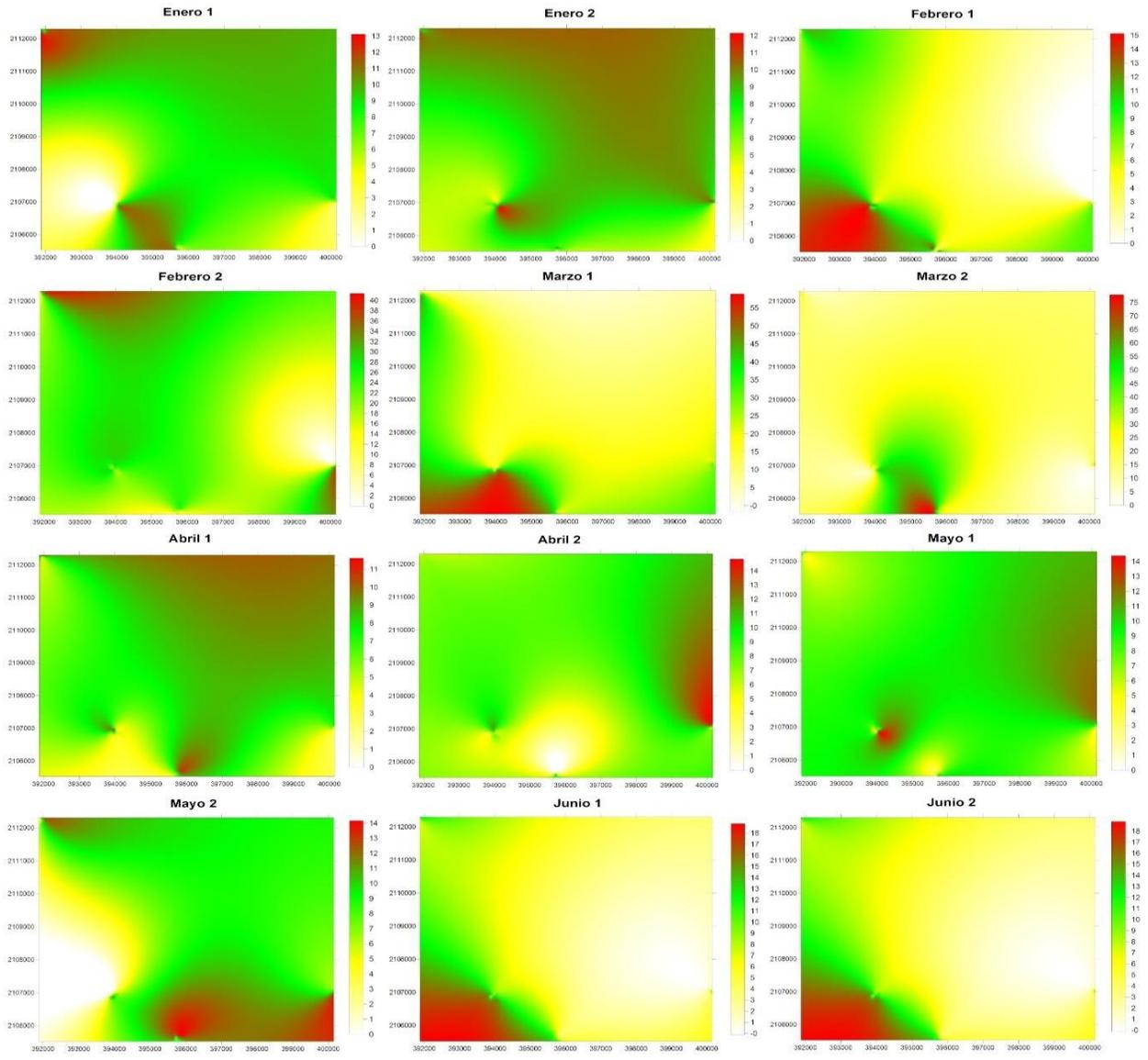
del año, Tenancingo.

349 **Figure 1. Maps of infestation of *Scirtothrips perseae* corresponding the first half of the year,**
350 **Tenancingo.**



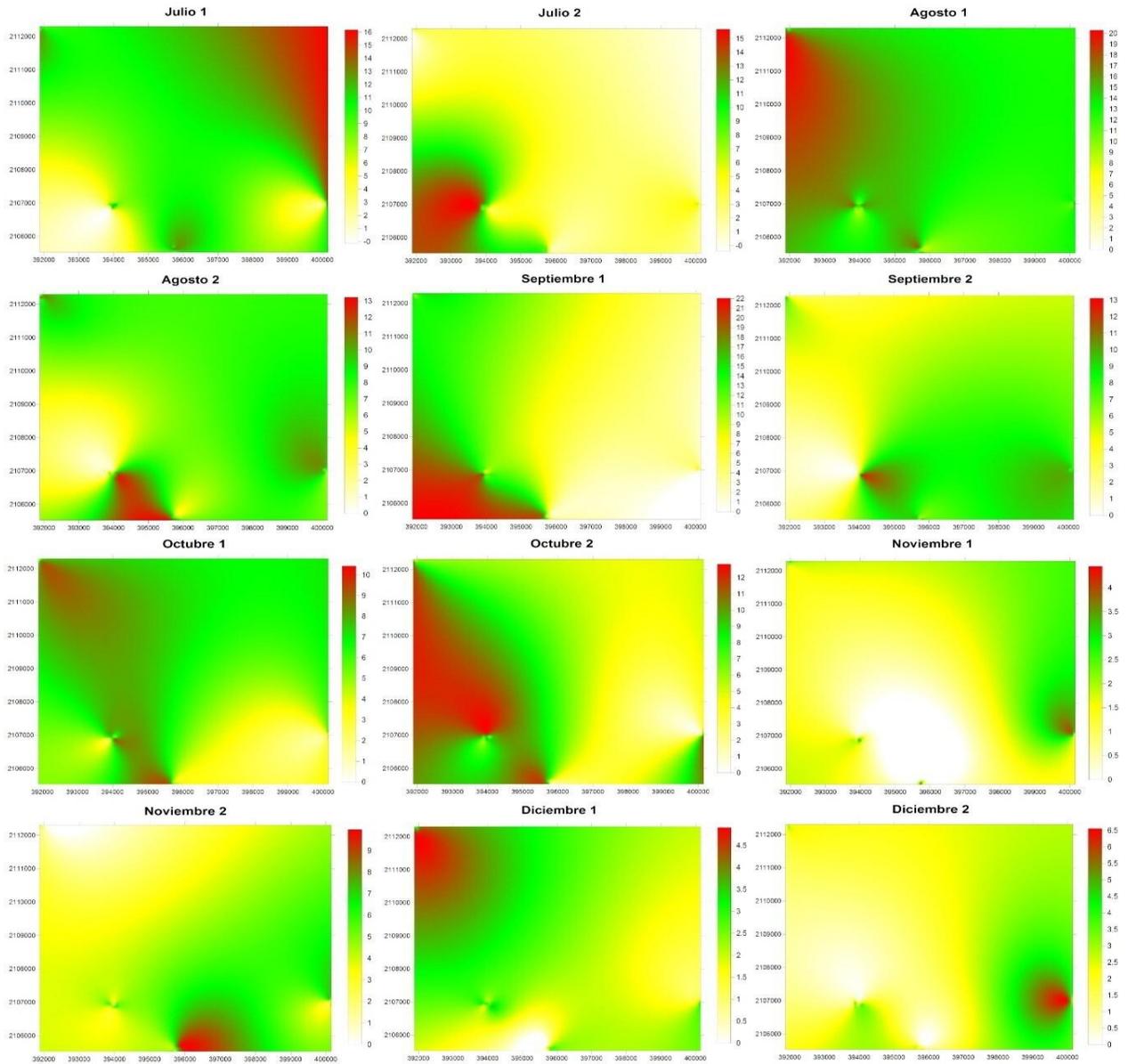
351 **Figura 2. Mapa de infestación de *Scirtothrips perseae* correspondiente al segundo semestre**
352 **del año, Tenancingo.**
353

354 **Figure 2. Maps of infestation of *Scirtothrips perseae* corresponding the second half of the**



356 **Figura 3. Mapas de infestación de *Scirtothrips perseae* correspondientes al primer semestre**
357 **del año, Temascaltepec.**

358 **Figure 3. Maps of infestation of *Scirtothrips perseae* corresponding the first half of the**
359 **year, Temascaltepec.**



360 **Figura 4. Mapas de infestación de *Scirtothrips perseae* correspondientes al segundo**
361 **semestre del año, Temascaltepec.**

362 **Figure 4. Maps of infestation of *Scirtothrips perseae* corresponding the second half of the**
363 **year, Temascaltepec**