

PATRÓN ESPACIAL Y PARÁMETROS DE CRECIMIENTO DE *Diaphorina citri* KUWAYAMA Y SU PARASITOIDE *Tamarixia radiata* Waterston SOBRE *Muraya paniculata* Linn.

Ileana Miranda*, Heyker Baños Díaz*, Yadira Pérez Aranda**, María de los Ángeles Martínez*

*Grupo Plagas Agrícolas, Dirección Protección de Plantas. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). Apartado 10, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. **Universidad Agraria de la Habana (UNAH). Correo electrónico: ileanam@censa.edu.cu

RESUMEN: El patrón espacial y el crecimiento logístico del psillido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama y su principal parasitoide *Tamarixia radiata* Waterston sobre el hospedante *Muraya paniculata* Linn fueron estudiados a fin de conocer la correspondencia de la disposición espacial de estos organismos, su capacidad máxima de crecimiento y su tasa intrínseca de incremento. Para ello, se realizaron muestreos semanales en cinco puntos del municipio Playa en Ciudad de la Habana, durante un periodo de dos años (abril 2007- mayo 2009) tomando al azar, en cada punto, cinco brotes de tres plantas. Los brotes fueron trasladados al laboratorio donde se contó la densidad de ninfas de *D. citri*. Las ninfas parasitadas fueron observadas hasta que emergieron los adultos del parasitoide *T. radiata* cuya densidad fue evaluada. Para el estudio se emplearon los índices de Taylor y los parámetros de crecimiento estimados por el modelo logístico. Ambas poblaciones presentaron un patrón agregado, la capacidad máxima poblacional fue de hasta 268,01 individuos promedio por muestreo para el psillido y 76,5 para su parasitoide. Las tasas intrínsecas de incremento tomaron los valores 0,153 para *D. citri* y 0,088 para *T. radiata*, lo cual indicó que el psillido encontró condiciones favorables para su reproducción.

(Palabras clave: *Diaphorina citri*; *Tamarixia radiata*; disposición espacial; tasa intrínseca de incremento; modelo logístico)

SPATIAL PATTERN AND GROWTH PARAMETERS OF *Diaphorina citri* KUWAYAMA AND ITS PARASITOID *Tamarixia radiata* WATERSTON ON *Muraya paniculata* Linn

ABSTRACT: The spatial pattern and logistical growth of the Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama and its main parasitoid *Tamarixia radiata* Waterston on the crop *Muraya paniculata* were studied to find out the correspondence of their spatial disposition, growth maximum capacity and intrinsic rate of increase. For it, weekly samplings were carried out in five points of the municipality Playa, Havana City. During two year (April 2007 - May 2009), five buds were randomly taken from three plants in each point and the *D. citri* densities evaluated. The parasite nymphs were observed until emerged adults of the parasitoid *T. radiata* when the density was also evaluated. Taylor's index and Logistic model were used. Both populations presented an aggregate pattern; the maximum capacity was of up to an average of 268,01 individuals per sampling for the host and 76,5 for its parasitoid. The intrinsic rate of increase were 0,153 for *D. citri* and 0,088 for *T. radiate*, the psyllid found favorable condition to reproduce.

(Key words: *Diaphorina citri*; *Tamarixia radiate*; spatial patter; intrinsic rate of increase; logistic model)

INTRODUCCIÓN

De todas las enfermedades de los cítricos, el enverdecimiento de los cítricos o Huanglongbing se considera como la más destructiva (1). Esta enfermedad es producida por la bacteria *Liberobacter asiaticum*

transmitida por *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) (2) y llega a provocar la muerte de la planta (3). Por ello, numerosos trabajos han estado encaminados a estudiar el comportamiento de este psillido para su posterior manejo (1,4,5).

Una vertiente de estudio ha sido valorar la efectividad de los enemigos naturales. Con relación a ello, se ha detectado que el parasitoide *Tamarixia radiata* Waterston tiene un efecto en la reducción de las poblaciones de *D. citri* (6). Diferentes países lo han utilizado en programas de control biológico clásico con muy buenos resultados, ya que disminuye sustancialmente las poblaciones de fitófago, así como la enfermedad que este trasmite (7). Pero, lógicamente los resultados en campo dependen de las condiciones de cada ecosistema y por consiguiente no se pueden extrapolar a nuestras condiciones climáticas, además de que el comportamiento del psílido y la efectividad del parasitoide también varían de acuerdo al hospedante (8).

En Cuba, se ha estudiado el patrón espacial de las poblaciones de *D. citri* sobre diferentes hospedantes pertenecientes al género *Citrus* (5). Pero, no se han determinado los parámetros poblacionales del parasitoide y se desconoce el comportamiento de ambas poblaciones sobre *Muraya paniculata* Linn., cultivo que ha sido empleado para la cría de ambas poblaciones (8).

Tanto la estimación de parámetros de crecimiento (9,10) mediante el uso de modelos matemáticos (11) como los estudios de disposición espacial (12) permiten conocer si existe una correspondencia entre el crecimiento de un hospedante y su enemigo natural. Por ello, el presente trabajo tiene como objetivo determinar la disposición espacial de *D. citri* y *T. radiata* y estimar la tasa intrínseca de incremento y la capacidad máxima de crecimiento de ambas poblaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el período comprendido entre el 15 de febrero de 2007 y el 15 de mayo del 2009, se realizaron muestreos semanales secuenciales en plantas de *M. paniculata* situadas en jardines de viviendas privadas e instalaciones públicas del municipio Playa en Ciudad de la Habana, Cuba.

En cada muestreo se tomaron 15 brotes con síntomas visibles de la presencia de *D. citri* cuyos estados inmaduros eran sospechosos de estar parasitados, lo cual se reconoció por el cambio de coloración de amarillo típico a pardo oscuro en las ninfas de tercero a quinto instar y por la poca movilidad que manifestaron estas ninfas en general. Los brotes fueron distribuidos en 3 puntos de las plantas (copa, zona media y la zona más baja), tomando al azar 5 de cada zona.

Las ramas infestadas se trasladaron en bolsas plásticas de polietileno hasta el laboratorio de Entomología

del Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA) en la provincia Mayabeque, donde se revisaron en un estéreo microscopio Stemi SV-6 y se contabilizaron las ninfas de *D. citri*. Posteriormente, se colocaron dichas muestras en recipientes de cristal con una lámina de agua en el fondo la cual se dejó en reposo y se cambió regularmente. Los recipientes fueron cubiertos con una malla plástica (antiáfido) y durante 7 días se contabilizó los adultos de *T. radiata* que emergían.

Se determinó la disposición espacial de ambos insectos según la ley de potencia de Taylor $S^2 = am^b$ (13), donde **a** es un factor de muestreo y **b** indica el nivel de agregación de la población (14). $S^2 = am^b$

Para determinar la capacidad máxima de crecimiento de *D. citri* y *T. radiata*, así como la tasa intrínseca de incremento en condiciones no controladas se realizaron regresiones logísticas según modelo no lineal (10):

$$Y = \frac{K}{1 + be^{-r_d t}}$$

Donde:

Y Densidad poblacional

t Tiempo (días)

b punto de inflexión (parámetro a estimar)

K capacidad máxima de incremento (parámetro a estimar)

r_d tasa intrínseca de incremento en campo (parámetro a estimar)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los índices de Taylor alcanzaron valores de **b** superiores a uno con **a** mayor que cero, lo que indicó la existencia de agregación en ambas poblaciones (15) (Tabla 1). La fuerte agregación de *D. citri* indica el grado de apiñamiento que presentan los individuos en los brotes jóvenes de la planta y el encontrar agregación también en los parasitoides está indicando la presencia de este siempre que aparece el fitófago aunque, en ocasiones el nivel de estos no es suficiente para ejercer un control.

TABLA 1. Índices de Taylor de *D. citri* y *T. radiata*./
Taylor's index of D. citri and T. radiata

Población	Índices de Taylor \pm Error estándar		R ²
	a \pm ES	b \pm ES	
Ninfas de <i>D. citri</i>	0,0004 \pm 1,08	3,91 \pm 0,47	0,8900
Adultos de <i>T. radiata</i>	0,099 \pm 0,81	2,48 \pm 0,44	0,7800

En todos los muestreos se pudo constatar una fuerte agregación de ambas poblaciones (Fig. 1), de manera que se confirmó que *M. paniculata* es un excelente hospedante del fitófago y su enemigo natural, lo cual resulta conveniente para tomar esta planta como hospedante en las crías de laboratorio.



FIGURA 1. Poblaciones de *D. citri* y *T. radiata* observadas durante los muestreos./ *D. citri* and *T. radiata* populations observed during the samplings.

Fernández y Miranda (16) obtuvieron que los coeficientes de Taylor para las ninfas de *D. citri* en plantas de cítricos mostraron distribución agregada ($a=5,54$ $b=1,69$). Esto muestra que en ambos hospedantes las ninfas tienen un grado de apiñamiento variando la densidad en que son encontradas.

Otros autores han encontrado fuerte agregación de *D. citri* en cultivos como *Citrus paradisi* Macfad y *Citrus sinensis* (L.) Osbeck (17) en Texas, y aseguraron que cuando las densidades poblacionales son altas, el patrón de este insecto tiende a ser agregado independientemente de otros factores que influyan en su densidad y distribución, como pueden ser los elementos del clima y el suelo.

Los modelos logísticos, aunque no describen la dinámica real de las poblaciones en campo, permiten estimar la capacidad máxima de incremento (K) de la especie y de esta forma conocer un valor cercano a los picos poblacionales que ocurren con mayor frecuencia durante el período evaluado. La tasa intrínseca de incremento (r_d) de *D. citri* fue superior a la obtenida bajo condiciones de laboratorio ($r_m = 0,03$) (18), lo cual indica que el psílido encontró condiciones favorables para una mayor reproducción. Comparando los valores de K y r_d de *D. citri* y *T. radiata* (Tabla 2, Fig. 2)

se puede observar que la población de *D. citri* se multiplica con mayor rapidez que la del parasitoide. La carga máxima que alcanza el parasitoide puede no ser suficiente para ejercer un adecuado control y se justifican liberaciones como medida de control.

TABLA 2. Parámetros de crecimiento de *D. citri* y *T. radiata*./ Growth parameters of *D. citri* and *T. radiata*

Parámetros Estimados.	<i>D. citri</i>	<i>T. radiata</i>
K	268,01	76,5
r_d	0,153	0,088
t para k/2	75,7553085	118,826725
K/2	134,005	38,25

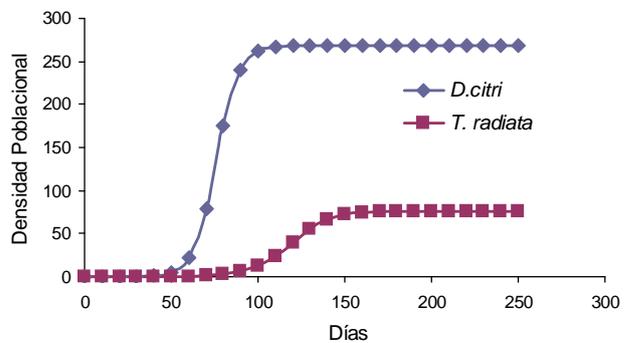


FIGURA 2. Crecimiento logístico de *D. citri* en *M. paniculata* durante el periodo 2007-2009./ Logistic growth of *D. citri* on *M. paniculata* during 2007-2009.

Chien *et al.* (19) obtuvieron una tasa intrínseca de incremento de 0,3 para *T. radiata*, valor algo distante del estimado durante los periodos de muestreo. Esta diferencia entre ambos valores de r_m y r_d radica en que la obtenida por estos autores proviene de datos de laboratorio bajo condiciones óptimas para la obtención del parasitoide y este estudio se realizó en condiciones de campo donde el insecto está sujeto a variaciones climatológicas y de densidad de hospedante en el tiempo.

Se ha demostrado experimentalmente que bajo condiciones físicas uniformes del medioambiente, una población de insectos puede presentar fluctuaciones en su densidad por causa de sus enemigos naturales. Esto se debe a que el incremento en el número de insectos fitófagos favorece el incremento de sus biorreguladores, los que por su acción parasitaria o depredadora provocan con el tiempo la reducción del insecto fitófago. Esta reducción de la población del fitófago es seguida por una declinación de la población de sus enemigos naturales que no encuentran presas en número suficiente para man-

tenerse en altas densidades. El insecto fitófago liberado así de la acción de sus enemigos naturales se incrementa nuevamente. De esta manera se repite el ciclo antes descrito. En la naturaleza, los factores de variación estacional, el efecto de la disponibilidad de alimentos y la acción de los enemigos naturales, actúan simultáneamente; de allí que sea muy difícil interpretar lo que en realidad está ocurriendo en el campo (20).

Los resultados informados en el 2007 por Fernández y Miranda (16) demuestran que la capacidad de carga o máxima densidad de la población de *D. citri* sobre Toronjo Marsh en la Isla de la Juventud alcanza valores de 8,86, así también una tasa neta de crecimiento instantáneo rd de 0,45, en estas condiciones, lo cual evidencia la tendencia al crecimiento de las poblaciones de *D. citri* en dependencia del hospedante y las condiciones ambientales.

No se han publicado datos referentes a estos parámetros para *T. radiata* por lo que este trabajo ofrece un primer resultado para el estudio de las poblaciones del parasitoide en Cuba.

Haber determinado que la disposición espacial de *D. citri* y *T. radiata* es agregada y que se sitúan en los brotes jóvenes de la planta puede agilizar los muestreos para obtener poblaciones que garanticen una cría del parasitoide. Conocer que los parámetros de crecimiento, capacidad máxima de crecimiento y tasa intrínseca de incremento de *T. radiata* toman valores inferiores a los de *D. citri* justifica la necesidad de establecer una metodología de cría del parasitoide para su posterior liberación. Por otra parte, al conocer que ambas poblaciones logran una rápida reproducción sobre *M. paniculata* hacen de esta planta un hospedante alternativo para el establecimiento de la cría.

REFERENCIAS

1. Alemán J, Baños Heyker, Ravelo Jennifer. *Diaphorina citri* y la enfermedad huanglongbing: una combinación destructiva para la producción citrícola. *Rev Protección Veg.* 2007;22(3):154-165.
2. Bellis G, Hollis D, Jacobson Sarah. Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) and huanglongbing disease do not exist in the stapleton station area of the Northern Territory of Australia. *Austr J Entomol.* 2005; 44(1): 68-70.
3. Halbert Susan, Nuñez C. Distribution of the Asian citrus Psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama. (Rhynchota: Psyllidae) in the Caribbean Basin. *Fla. Entomol.* 2004;87(3):401-402.
4. Huang CH, Tsai MY, Wang CL. Transmission of citrus likubin by a psyllid, *Diaphorina citri*. *J Agric Res China.* 1984;33(1):15-72.
5. Fernández Miriam, Miranda Ileana. Comportamiento de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). Parte II: Conducta preferencial con relación a la fenología del cultivo. *Rev Protección Veg.* 2005;20(2):122-124.
6. Vaccaro Norma, Bouvet J. Registro de un enemigo natural de la chicharrita de los cítricos en Entre Ríos. Argentina *Boletín de la IOBC/SRNT.* 2006;15:13-20.
7. Grafton-Cardwell, Elizabeth; Godfrey, K.; Rogers, M.; Childers, C. Stansly P. Asian Citrus Psyllid. ANR Publications 8205. 2006 (En línea). (Consultada: 20-9-2010). Disponible en: <http://www.anrcatalog.ucdavis.edu>.
8. Tsai JH, Liu YH. Biology of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on four host plants. *J Econ Entomol.* 2000;93:1921-1725.
9. Altieri M, Nicholls C. Bases agroecológicas para el manejo de la biodiversidad en agroecosistemas: efectos sobre plagas y enfermedades. Division of Biological Control, University of California, Berkeley, California USA. 2002. (En línea). (Consultada: 20-9-2010). Disponible en <http://www.internet.agroecologyin action.htm>.
10. Carreño R. *Modelos logísticos. Aplicaciones a la agronomía.* Facultad de Ciencias Experimentales Universidad de Almería. Tesis Doctoral. Almería; 1997. 168 pp.
11. Sharov A. Quantitative Population Ecology. 1999 (En línea). Disponible en: <http://www.ento.vt.edu/~sharov/PopEcol/> (Consultada: 6-12-2010).
12. Narváez Z, Notz A. Distribución del áfido verde del ajonjolí en hojas de tres estratos de plantas de papas. *Agron. Trop.* 1995; 46(1):101-113.
13. Taylor LR. Assessing and interpreting the spatial distribution of insect population. *Annu Rev Entomol.* 1984;29:321-358.
14. Greco Nancy. Disposición especial: Métodos de regresión. Facultad de Ciencia Naturales y Museo. UNLP. Ecología de poblaciones; 2007. 327pp.

15. Ravinovich JE. Introducción a la ecología de poblaciones de animales. Capítulo 5. Editorial CECSA. Caracas (Venezuela); 1980. 313 pp
16. Fernández Miriam, Miranda Ileana, Díaz María Elena. Competencia de *Diaphorina citri* Kuwayama y *Phyllocnistes citrella* Stainton en el agroecosistema cítrico de la Isla de la Juventud, Cuba. *Rev Protección Veg.* 2007;22(1):18-24.
17. Mamoudou S, Flores D, French V, David G. Dispersion Patterns and Sampling Plans for *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Citrus. *J Econ Entomol.* 2008;101(4):1478-1487.
18. Baños Heyker L, Alemán J, Martínez María de los Ángeles, Miranda Ileana, Rodríguez H, Suris Moraima, et al. Ciclo y tablas de vida horizontal de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) sobre *Muralla paniculata* L. *Rev Protección Veg.* En prensa.
19. Chien C, Chu YI, Ku HC. Parasitic Strategy, Morphology and Life History of *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae). *Chin J Entomol.* 1991;11:264-281.
20. Varley GC, Gradwell GR. Recent advances in insect population dynamics. *Annu Rev Entomol.* 1970;15:1-24.

(Recibido 4-1-2011; Aceptado 14-2-2011)