

PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE ÁFIDOS (HOMOPTERA: APHIDIDAE) ASOCIADOS CON EL CULTIVO DEL BRÓCOLI EN LA ZONA AGRÍCOLA SAN ANDRÉS MIXQUIC, TLÁHUAC, D.F., MÉXICO.

VÍCTOR TELLO MERCADO*, SAMUEL RAMÍREZ ALARCÓN**, VÍCTOR MANUEL PINTO** Y NÉSTOR BAUTISTA MARTÍNEZ***

*Departamento de Agricultura del Desierto, Universidad Arturo Prat. Avenida Arturo Prat 2120. Casilla 121. Iquique, CHILE. e-mail: victor.tello@cec.unap.cl.

**Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Kilómetro 38.5 Carretera México-Texcoco, 56230 Chapingo, Texcoco, Estado de México, MEXICO.

***Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Instituto de Fitosanidad. 56230 Montecillos, Texcoco, Estado de México, MEXICO.

RESUMEN. Se analizaron la variación temporal y los patrones de distribución espacial de los áfidos *Brevicoryne brassicae* (Linneo), *Myzus persicae* (Sulzer) y *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) en brócoli cultivado en San Andrés Mixquic, Delegación de Tláhuac, D.F., México. Las densidades de los áfidos fueron más altas en el período de primavera (1 de mayo al 26 de junio de 1999) que en la de verano (7 de julio al 1 de septiembre de 1999). La densidad poblacional alcanzó el valor máximo de 1221.4 ind/planta-1 el 19 de junio. La disposición espacial de las poblaciones de áfidos en las plantas de brócoli fue agregada (ley de la potencia de Taylor: $b = 1.94$ y $b = 1.72$; regresión de Iwao: $b = 3.22$ y $b = 1.55$; para los cultivos de primavera y verano, respectivamente). No se encontraron diferencias significativas entre los valores de b de las tres especies de áfidos en ambos períodos. La distribución que mejor ajustó los datos de colecta de áfidos en plantas de brócoli fue la distribución binomial negativa (88.9% de los muestreos en primavera y 66.7% de los muestreos en verano). Se encontró correlación significativas entre las densidades de áfidos de las trampas de agua y las obtenidas de las trampas pegajosas, así como entre las densidades de las trampas de agua y las obtenidas de las plantas de brócoli.

PALABRAS CLAVE: Áfidos, distribución temporal, disposición espacial, muestreo, brócoli.

ABSTRACT. Broccoli, *Brassica oleracea* var. *italica* Linnaeus, growing in San Andres Mixquic, Mexico city, is infested by three aphid species: *Brevicoryne brassicae* (Linneo), *Myzus persicae* (Sulzer) and *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach). Aphid population densities were higher in the spring period with a maximum of 1,221.4 aphids per plant. The spatial dispersion in broccoli plants was aggregated as indicated by Taylor's power law ($b = 1.94$ and $b = 1.72$, for spring and summer crops, respectively) and the Iwao's regression ($b = 3.22$ and $b = 1.55$, for spring and summer crops, respectively). Significant correlations ($r = 0.65$, $P < 0.05$) were found among densities of yellow traps and on broccoli plants. **KEY WORDS:** *Brevicoryne brassicae*, *Myzus persicae*, *Lipaphis erysimi*, distribution patterns, sampling, broccoli.

El cultivo del brócoli (*Brassicae oleracea* var. *italica* L.) en Mixquic (Delegación de Tláhuac, Distrito Federal) es atacado por tres especies de áfidos: el pulgón de la col, *Brevicoryne brassicae* (L.), el pulgón verde *Myzus persicae* (Sulzer) y el pulgón verde opaco de la col, *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach). Los áfidos perjudican la producción de brócoli en tres formas: (1) contaminan el producto con mielecilla, exuvias y ejemplares vivos (Bujanos y Marín, 1996), (2) reducen el desarrollo y rendimiento (Trumble, 1982a) y (3) transmiten enfermedades virales (Bonnemaison, 1965). Para desarrollar programas de muestreo eficientes es necesario conocer la composición de especies, la abundancia estacional y la distribución espacial en el campo (Godfrey y Chaney, 1995). Estos programas de muestreo pueden ayudar a desarrollar futuras estrategias de manejo integrado para plagas de áfidos en brócoli, que permitan la reducción del uso de insecticidas en este cultivo. El patrón de distribución espacial de los áfidos se ha estudiado en varios cultivos, tales como el repollito de Bruselas (Wilson *et al.*, 1983), el nogal (Nowierski y Gutierrez, 1986), el espárrago (Wright y Cone, 1986), el lúpulo (Wright *et al.*, 1990), los cereales (Feng y Nowierski, 1992) y el apio (Godfrey y Chaney, 1995). En todos los cultivos el patrón de distribución espacial de los áfidos fue agregado. El objetivo principal de este trabajo fue determinar los patrones de distribución espacial y la variación temporal de la abundancia de los áfidos asociados con un cultivo de brócoli en la zona agrícola de San Andrés Mixquic, Delegación de Tláhuac, Distrito Federal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se cuantificaron semanalmente densidades poblacionales de áfidos en dos campos cultivados con brócoli a partir de siete días después del transplante hasta la fecha de cosecha. Una parcela de 0.18 ha se muestreó del 1 de mayo al 26 de junio en 1999 (cultivo de primavera) y la otra (de 1.0 ha) se muestreó del 7 de julio al 1 de septiembre (cultivo de verano). Se utilizaron tres tipos de muestreo en cada período: (1) usando trampas de recipiente amarillo con agua, (2) usando trampas amarillas pegajosas y (3) muestreando plantas completas de brócoli.

Para el cultivo de primavera se estudió la variedad Arcadia. El brócoli fue plantado en hileras de 40 cm; la distancia entre hileras fue de aproximadamente 80 cm (de centro a centro) y la distancia entre plantas, dentro de una hilera, de 40 cm. Las muestras fueron tomadas en tres parcelas de 200 m² cada una. Dos de estas zonas no fueron tratadas con insecticidas y la tercera zona, ubicada entre las dos anteriores, fue manejada de acuerdo a las prácticas estándares de control de plagas de los agricultores de la zona, las cuales consistieron en una aplicación de Pirimor 50 (pirimicarb a 1 kg de i.a./ha) en el almácigo y Folidol M-50 (paration metflico a 0.94 kg i.a./ha) a mitad del ciclo (29 de junio).

Para el cultivo de verano se estudió la variedad Decatlón. El brócoli fue plantado en canas 6 x 6 metros con una distancia entre plantas de aproximadamente 40 cm.

Se aplicó abono orgánico al momento del trasplante y posteriormente, a los veinte días, gallinaza. No hubo aplicación de insecticidas ni se realizaron riegos. Las muestras fueron tomadas de una zona de 600 m² ubicada en el centro del campo.

Trampas amarillas de agua. Para el cultivo de primavera se utilizaron dos trampas que se ubicaron en el centro de las áreas no tratadas con insecticidas y para el cultivo de verano éstas se ubicaron en cada una de las esquinas (noroeste NO, noreste NE, sudeste SE y sudoeste SO) del campo. Las trampas amarillas de agua correspondieron al tipo Moerick, de color amarillo, plásticas, de 20 cm de diámetro por 10 cm de profundidad. Éstas se instalaron a un metro por encima de la superficie del suelo y se llenaron de una mezcla de 500 ml de agua y 500 ml de etilenglicol. Los áfidos fueron retirados cada siete días, conservados en alcohol al 70 %, identificados y contabilizados en el laboratorio.

Trampas pegajosas. Para el cultivo de primavera se colocaron cinco trampas dentro de cada una de las tres áreas del campo, una en cada punto cardinal y al centro, y para el cultivo de verano se colocaron tres trampas en cada punto cardinal del campo y tres en el centro (N = 15). Las trampas pegajosas fueron construidas de madera y poseían una superficie de 10.2 por 15.2 cm. Se utilizó vaselina sólida como pegamento no siendo afectada por la lluvia ni por la humedad. Se ubicaron en el campo en estacas de metal con la parte más baja de trampa situada a la altura del cultivo. Las trampas se reemplazaron cada siete días y en el laboratorio se cuantificó el número de pulgones.

Muestreo de plantas completas. Para el cultivo de primavera se muestrearon 10 plantas por parcela y para el de verano se muestrearon treinta plantas al azar. Las plantas se cortaron a nivel de la superficie del suelo y colocadas, individualmente, en bolsas de plástico y llevadas al laboratorio. Se lavaron con agua a baja presión, colectando a los áfidos sobre organza y conservándolos en etanol al 70 %.

Análisis estadístico. Se aplicó un análisis de varianzas multifactorial para determinar el efecto de la aplicación de insecticida sobre la densidad de los áfidos en el cultivo de primavera. Previo al análisis los valores de abundancia fueron transformados utilizando el factor de corrección $\log(x + 1)$ (Zar, 1984). Con el propósito de determinar alguna relación entre las densidades de áfidos de las diferentes técnicas de muestreo, se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson (r) (Instituto SAS, 1989). Para determinar el patrón de distribución espacial de los áfidos, se ajustaron las frecuencias observadas de cada muestreo a la distribución binomial negativa. Las frecuencias observadas y esperadas se compararon con una prueba de G (Rabinovich, 1980). El valor del parámetro k de la distribución binomial negativa se calculó a través del método de momentos (Southwood, 1978). En una disposición al azar este índice tiende al infinito, en la disposición regular es menor que cero y cuando existe contagio tiende a cero (Taylor, 1984). Además cada grupo de datos de los cultivos de primavera y verano, se ajustaron a la ley de la

potencia de Taylor y a la regresión de Iwao. La ley de Taylor, cuya regresión lineal es $\log s^2 = \log a + b \log m$, relaciona la varianza y la densidad, siendo s^2 la varianza, m la media, $\log a$ el intercepto y b que es la pendiente de la recta, se considera el índice de agregación. Si este último es igual a uno indica aleatoriedad, mayor que uno contagio y menor que uno regularidad; además b es una característica constante de cada especie, ya que depende de la interacción entre la conducta de ésta y el medio (Taylor, 1961 y 1984; Allsopp y Forrester, 1992). La regresión de Iwao (1968) relaciona la densidad media y la media de hacinamiento (Lloyd, 1967) con la ecuación $m^* = \alpha + \beta m$, donde α es un factor de muestreo (Vera et al., 1997), m es la media y β es la pendiente de la regresión lineal y se le considera el índice de agregación (Iwao, 1968). De acuerdo a este autor cuando β es igual a la unidad indica disposición al azar, mayor que uno agregación y menor que uno regularidad. Se evaluó el ajuste de los datos a los modelos a través del coeficiente de determinación (R^2) y la significancia de las pendientes de ambas regresiones (Instituto SAS, 1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cultivo de primavera

a.1.) Trampas amarillas de agua. Ocurrió sólo un pico de vuelo de áfidos, desde el 5 de junio al 26 de julio (Fig. 1A). El pico de vuelo de *B. brassicae* se produjo el 12 de junio con una abundancia de 131 ind trampa⁻¹. El vuelo de *M. persicae* alcanzó su pico el 19 de junio (63 ind trampa⁻¹). La captura de *L. erysimi* fue en general baja en todas las fechas de muestreo, excepto el 12 de junio donde presentó 40 ind trampa⁻¹. De las tres especies de áfidos asociadas con el brócoli en la zona, la más abundante fue *B. brassicae* con un 58.6%, seguida por *M. persicae* con 30.3% y por último *L. erysimi* con un 11.1% de las capturas.

a.2.) Trampas pegajosas. La actividad de vuelo máxima en las parcelas no tratadas ocurrió el 12 de junio (Fig. 2A). La densidad más alta en estas parcelas fue de $38.4 \pm EE 4.3$ ind trampa⁻¹, en las trampas en la zona no tratada. El descenso de la densidad poblacional en el área tratada coincidió con la aplicación de insecticida ocurrida el 29 de mayo. Las abundancias relativas anuales promedio de cada especie para el área no tratada fueron: *B. brassicae* 81.4%, *M. persicae* 9.0% y *L. erysimi* 9.6%.

a.3.) Plantas completas. Se detectaron los primeros áfidos en las plantas de brócoli el 1 de mayo (Fig. 3A). La densidad de los áfidos fue más alta en el área no tratada del campo. Del 29 de mayo al 26 de junio las densidades de los áfidos en esa área fluctuaron entre 42.2 ± 17.5 a 875.6 ± 284.5 áfidos planta⁻¹. El número de áfidos en el área no tratada se incrementó hasta alcanzar su pico máximo el 19 de junio con $1,221.4 \pm 214.6$ áfidos planta⁻¹. En la última fecha de muestreo se encontraron 71.5 ± 49.6 áfidos planta⁻¹. Las poblaciones de *B. brassicae* y *M. persicae* coincidieron en su pico, que se presentó el 19 de junio con $1,154.8 \pm 387.4$ y 65.3 ± 22.6 ind

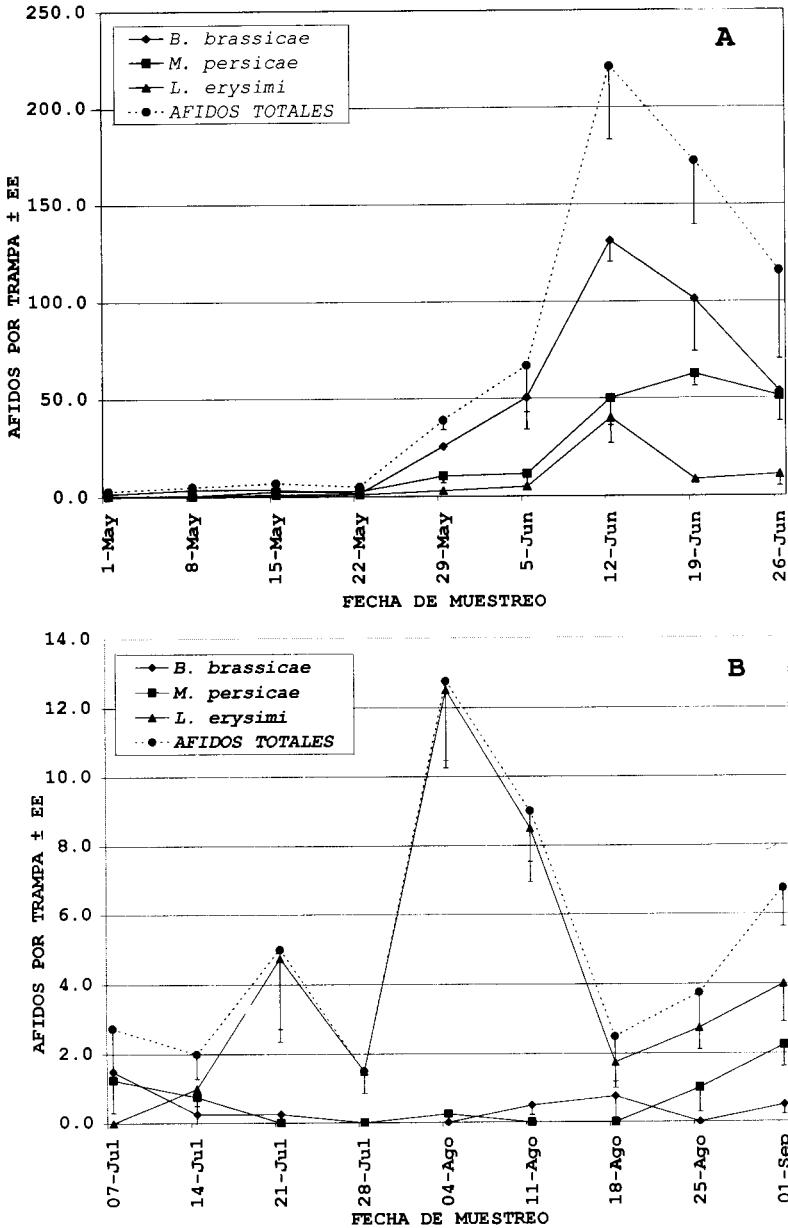


Figura 1. Número de áfidos ($\pm EE$) colectados en trampas amarillas. (A) Cultivo de primavera ($n = 2$). (B) Cultivo de verano ($n = 4$).

planta⁻¹, respectivamente. El pico poblacional de *L. erysimi* se presentó el 5 de junio y fue de 3.1 ± 1.7 ind planta⁻¹. Las abundancias relativas anuales promedio de cada especie para el área no tratada fueron: *B. brassicae* 95.8%, *M. persicae* 4.0% y *L. erysimi* 0.2%. Las tres especies se encontraron en todas las fechas de muestreo (Fig. 3A).

Análisis de correlación. En el cultivo de primavera se encontraron correlaciones significativas entre las densidades de los áfidos de las trampas amarillas de agua y de las plantas completas de las áreas no tratadas ($r = 0.65$, $P < 0.05$) y altamente significativas entre los áfidos capturados por las trampas amarillas y las trampas pegajosas ($r = 0.87$, $P < 0.001$). No hubo correlación significativa entre los áfidos capturados por las trampas pegajosas y de los contados en las plantas completas ($r = 0.44$, $P > 0.05$). Este esquema es básicamente el mismo encontrado para *B. brassicae*, que fue el áfido predominante en este período. Para *M. persicae* y *L. erysimi* sólo fue significativa la relación entre las trampas de agua y las pegajosas. Nuestros resultados difieren con los obtenidos por Godfrey y Chaney (1995) en pulgones del apio, Parella y Jones (1985) con *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) en invernadero y Degooyer *et al.* (1998) con *Empoasca fabae* (Homoptera: Cicadellidae) en alfalfa, quienes encontraron correlaciones significativas entre los insectos colectados en trampas pegajosas y los contados en las plantas. Nuestros resultados sugieren que el uso de trampas de agua puede ser útil para predecir los períodos de infestación de las plantas de brócoli.

Comentarios para el período de primavera. Los datos de los conteos de áfidos capturados por las trampas amarillas de agua y trampas pegajosas fueron similares, pero muy diferentes de los conteos en las plantas completas. Esto se debió al hecho de que durante este período las plantas fueron regadas. El sistema de riego por inundación de los surcos, típico de esta zona chinampera, provoca un efecto de lavado de las plantas, sobre todo de las hojas basales, donde se concentran las poblaciones de *M. persicae* (Trumble, 1982b). Este efecto provocaría que *M. persicae* mantuviera una baja densidad al ser contabilizados en las plantas y una alta al serlo en las trampas (de agua y pegajosas). En el caso de *B. brassicae*, al preferir éste los brotes y hojas nuevas (Trumble, 1982b), los cuales se localizan en la parte alta de la planta, mantuvo una alta densidad en los tres métodos de muestreo, no siendo alterado por efecto del riego. La proporción de *L. erysimi*, en general, se mantuvo baja en los tres métodos de muestreo.

Cultivo de verano

b.1.) Trampas amarillas de agua. El pico de vuelo de áfidos se presentó el 4 de agosto con 12.8 ind trampa⁻¹. *L. erysimi* presentó dos picos de vuelo, el 21 de julio y el 4 de agosto, con un promedio de 4.8 ± 2.4 y 12.5 ± 2.3 ind trampa⁻¹, respectivamente. *B. brassicae* y *M. persicae* tuvieron un comportamiento muy

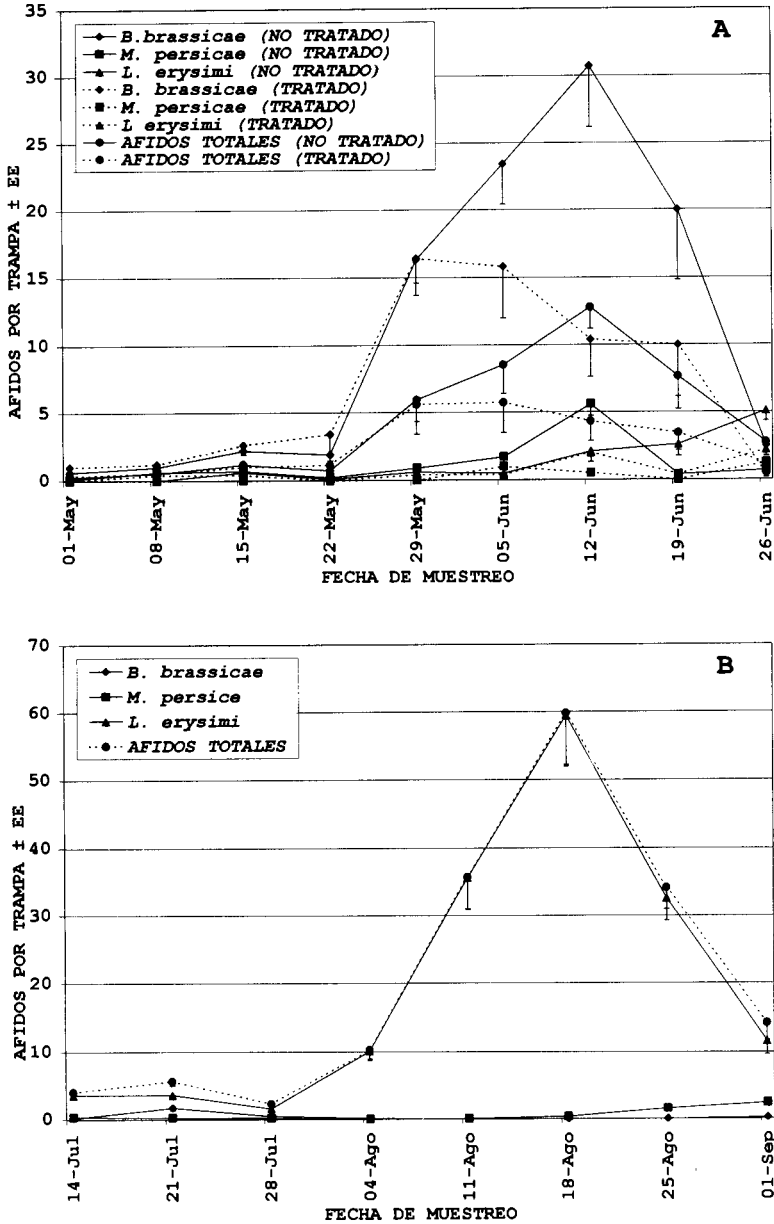


Figura 2. Número de áfidos ($\pm EE$) colectados en trampas pegajosas. (A) Cultivo de primavera (área no tratada $n = 10$; área tratada $n = 5$). (B) Cultivo de verano ($n = 15$).

similar, no sobrepasando sus capturas, en todo el período, de tres ind trampa⁻¹, sin presentar picos de vuelo notables. En contraste con el período anterior, la especie más capturada en esta temporada fue *L. erysimi* con un 79% de individuos, seguida de *M. persicae* con 11.9% y, por último, *B. brassicae* con un 8.2%.

b.2.) Trampas pegajosas. La abundancia de áfidos en las trampas pegajosas presentaron un pico el 18 de agosto con 59.8 ± 7.6 ind trampa⁻¹. Las abundancias relativas anuales promedio de cada especie fueron: *B. brassicae* 1.6%, *M. persicae* 3.1% y *L. erysimi* 95.3%.

b.3.) Plantas completas. En el verano, al muestrear plantas completas, se registró un valor máximo de 60.1 ± 7.9 ind planta⁻¹, el 25 de agosto (Fig. 3B). Este número se presentó después de un período de siete semanas con densidades de 5 ind planta⁻¹. *M. persicae* presentó un solo pico de abundancia el 25 de agosto con 48.2 ± 7.3 . *B. brassicae*, por su parte, tuvo una densidad máxima de 14.5 ± 3.7 ind planta⁻¹ en la última semana de muestreo. Por último, *L. erysimi* tuvo su densidad máxima en la última semana del período de muestreo con 2.8 ± 1.7 ind planta⁻¹. Las abundancias relativas promedio anuales por especie fueron: *M. persicae* 76.3%, *B. brassicae* 20.5% y *L. erysimi* 3.2%.

Comentarios para el período de verano. La abundancia relativa de las tres especies de áfidos fue bastante baja, tanto de las formas migrantes (alados) capturados por las trampas de agua y pegajosas, como también los ejemplares capturados en las plantas. La especie predominante colectada en las trampas fue *L. erysimi*, pero no así en las plantas completas, donde predominó *M. persicae*. Esto se debió al efecto producido por las lluvias que lavaron las plantas provocando la caída de las poblaciones de *L. erysimi*, quien prefiere colonizar partes terminales de los tallos y las inflorescencias (Holman, 1974).

Comentarios generales para ambos períodos. Las abundancias relativas registradas en primavera fueron mucha más altas que las de verano, alcanzando un valor máximo para primavera de 1221.4 ± 408.7 ind planta (19 de junio) y para verano de 911.1 ± 214.7 ind planta⁻¹ acaecida en la misma fecha. Las tres especies de áfidos fueron colectadas en ambos períodos de muestreo. La especie que predominó en las plantas en el período de primavera fue *B. brassicae* con una abundancia relativa promedio de 95.8% y la del período de verano fue *M. persicae* con un 76.3%.

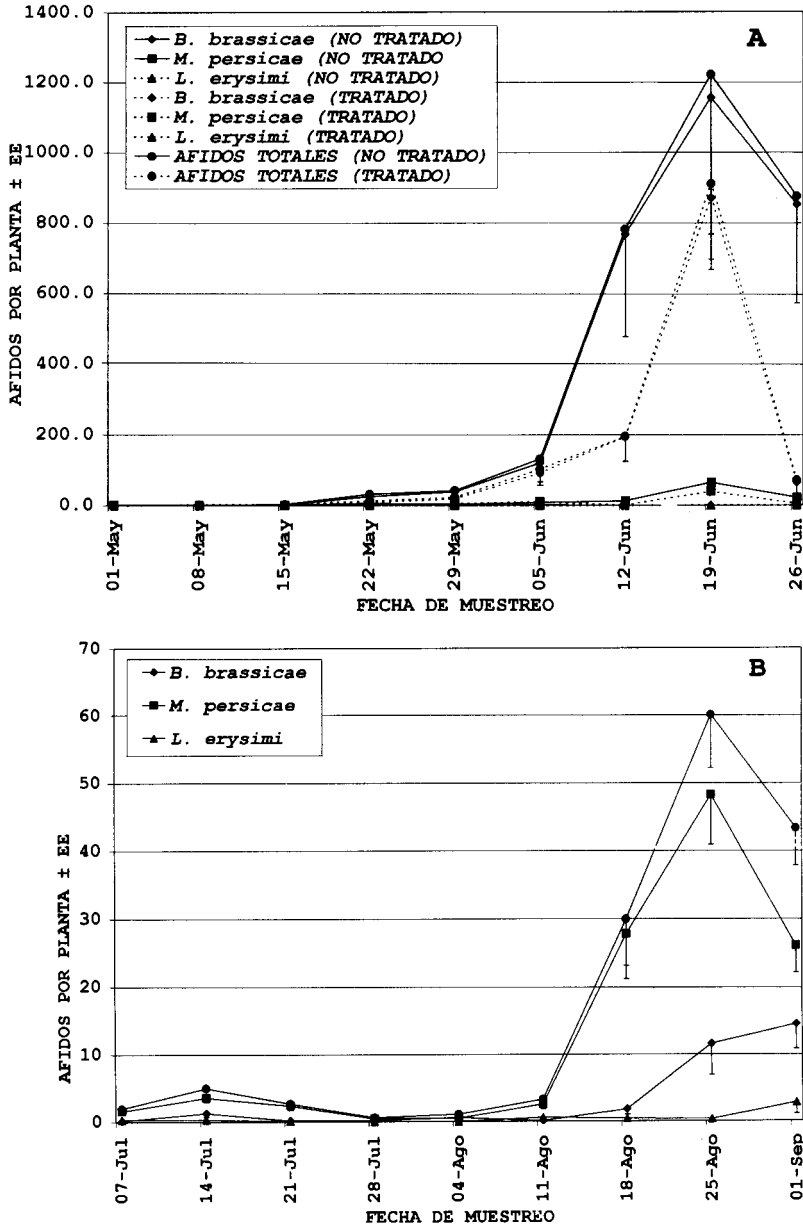


Figura 3. Número de áfidos ($\pm EE$) colectados de plantas completas de brócoli. (A) Cultivo de primavera (área no tratada $n = 20$; área tratada $n = 10$). (B) Cultivo de verano ($n = 30$).

Cuadro 1

Estadísticos de la ley de Taylor y de la regresión de Iwao para áfidos colectados en plantas de brócoli en los periodos de primavera y verano de 1999 en Tláhuac. D.F.

	Regresión de Iwao			Ley de Taylor		
	α	β	r^2	$\log a$	b	r^2
Primavera						
<i>B. brassicae</i>	6.72 ns	3.37 a	0.99	0.69	1.85 b	0.99
<i>M. persicae</i>	-1.91 ns	3.38 a	0.99	0.5	1.85 b	0.97
<i>L. erysimi</i>	-1.81 ns	7.38 a	0.96	0.77	1.61 ns	0.95
Áfidos totales	2.52 ns	3.22 a	0.99	0.49	1.94 b	0.99
Verano						
<i>B. brassicae</i>	2.25 ns	3.85 a	0.84	0.82	1.71 b	0.99
<i>M. persicae</i>	1.98 ns	1.82 a	0.93	0.3	1.77 b	0.96
<i>L. erysimi</i>	-1.78 ns	12.02 a	0.98	0.91	2.04 b	0.92
Áfidos totales	3.88 ns	1.55 a	0.99	0.31	1.72 b	0.96

Los valores a y b de β y b son significativamente mayores que 1 ($P < 0.05$), respectivamente, según prueba $t_{\alpha/2}$ ($gl = n-2$). Los valores *ns* fueron no significativos ($P > 0.05$).

Patrones de disposición espacial

En general, los dos métodos utilizados (Taylor e Iwao) ajustaron bien los datos de ambos periodos ($0.84 \leq r^2 \leq 0.99$) (Cuadro 1). El parámetro b de Taylor fue significativamente mayor de uno ($P < 0.05$) para las tres especies de áfidos en ambas temporadas, excepto para *L. erysimi* colectado en el periodo de primavera. La regresión de Iwao presentó el parámetro β significativamente mayor de uno ($P < 0.05$) en todos los casos. El parámetro α , del mismo método, no fue significativamente diferente de cero ($P > 0.05$) para todos los casos. En este trabajo, los valores de b mostraron que los áfidos asociados con brócoli en Míxquic (Tláhuac) se disponen espacialmente en forma agregada o en conglomerados. Nuestros resultados coinciden a los obtenidos por otros autores para áfidos. Wilson *et al.* (1983) encontraron un valor de b para *B. brassicae* de 1.95 y para *M. persicae* de 1.60. Godfrey y Chaney (1995) encontraron un valor común de b para los áfidos del apio de 1.68. Wright y Cone (1986) encontraron un $b = 1.69$ para el áfido del espárrago, *Brachycorynella asparagi* (Mordvilko). Nowierski y Gutiérrez (1986) encontraron valores de b de 1.53 para huevecillos y 1.70 para adultos vivíparos del áfido del nogal *Chromaphis juglandicola* (Kaltenbach). Badenhauer (1996) encontró valores de b , de 1.52 para el áfido *Brachycaudus helichrysi* Kaltenbach en girasol. Nuestros resultados indican que las poblaciones de áfidos asociados con cultivos de brócoli en San Andrés Mixquic se disponen espacialmente en forma contagiosa

Cuadro 2

Prueba de significancia para el ajuste de los datos de distribución de frecuencias de la población de áfidos asociada con brócoli a la distribución binomial negativa. Cultivos de primavera y verano.

Muestreo	Media	Varianza	k	N° de clases ajustadas	Grados de libertad	χ^2
Primavera						
1 mayo	1	3.6	0.3	5	4	3.82 *
8 mayo	1.4	11.3	0.2	5	4	3.28 *
15 mayo	3.1	12.1	1.1	6	5	10.35 *
22 mayo	32.3	1397.9	0.8	17	16	22.50 *
29 mayo	42.2	6148.9	0.3	15	14	9.85 *
7 junio	131.7	27932.2	0.6	18	17	25.18 *
12 junio	782	1719661.6	0.4	20	19	-7.14 *
19 junio	1221.4	3341172.8	0.5	20	19	23.32 *
26 junio	875.6	1619122.5	0.5	17	16	28.67 ns
Verano						
7 julio	2	2.7	5.8	6	5	8.49 *
14 julio	5	19.8	0.5	11	10	10.39 *
21 julio	2.7	16.2	0.5	10	9	12.17 *
28 julio	0.6	0.7	7.2	3	2	4.72 *
4 agosto	1.1	4	0.4	6	5	11.32 ns
11 agosto	3.3	32.6	0.4	10	9	11.59 *
18 agosto	30	1435.8	0.6	25	24	27.74 *
25 agosto	60.1	1868.6	2	26	25	222.59 ns
1 septiembre	43.3	891.4	2.2	27	26	193.37 ns

* Valores significativos según la prueba χ^2 ($P < 0.05$); ns valores no significativos ($P > 0.05$).

existiendo un buen ajuste a la distribución binomial negativa. En el período de primavera, el 89% de los datos de colecta se ajustaron a la binomial negativa y el período de verano el 67% de los datos se ajustaron a esta distribución. Los valores de k , para el período de primavera fluctuaron entre 0.2 y 1.1 (Cuadro 2) y para el período de verano fluctuó entre 0.4 y 7.2 (Cuadro 2). Waters (1959) postuló que cuando $k \rightarrow \infty$ indica una tendencia hacia la aleatoriedad y al contrario, cuando $k \rightarrow 0$ indica una tendencia a la agregación. De acuerdo a esto, los áfidos en el período de primavera, presentarían una distribución más agregada que en verano. Lo anterior debido principalmente a las lluvias que provocaron una mayor homogeneización de la distribución de los áfidos en el cultivo.

Los análisis de los coeficientes de las pendientes de la ley de Taylor no fueron

significativamente diferentes entre las tres especies ($P > 0.05$), en ambos períodos de muestreo (Cuadro 3), por lo que podemos aseverar que el grado de agregación de las tres especies fue similar.

Cuadro 3

Homogeneidad de las pendientes de la regresión de Taylor entre las especies de áfidos asociados con brócoli var. Arcadia cultivado en primavera y var. Decatlon cultivado en verano en Tláhuac.

Ciclo de cultivo	b_1	b_2	EE_1	EE_2	gl	r^2	P
Cultivo de primavera							
<i>B. brassicae</i> vs. <i>M. persicae</i>	1.85	1.85	0.32	0.23	16	0	>0.05
<i>B. brassicae</i> vs. <i>L. erysimi</i>	1.85	1.61	0.32	0.29	11	0.55	>0.05
<i>M. persicae</i> vs. <i>L. erysimi</i>	1.85	1.61	0.23	0.29	11	0.66	>0.05
Cultivo de verano							
<i>B. brassicae</i> vs. <i>M. persicae</i>	1.71	1.77	0.13	0.31	16	-0.2	>0.05
<i>B. brassicae</i> vs. <i>L. erysimi</i>	1.71	2.04	0.28	0.26	14	-1.1	>0.05
<i>M. persicae</i> vs. <i>L. erysimi</i>	1.71	2.04	0.26	0.26	14	-0.7	>0.05

$r^2 = (b_1 - b_2) / (EE_1^2 + EE_2^2)^{1/2}$ con $gl = (n_1 + n_2 - 2)$ (Feng y Nowierski, 1992).

Consideraciones finales

La áfidofauna asociada al cultivo del brócoli en San Andrés Míxquic, Tláhuac, D.F. consta de tres especies que son: *Brevicoryne brassicae*, *Myzus persicae* y *Lipaphis erysimi*. Las tres especies se presentan en los períodos seco (primavera) y lluvioso (verano). La disposición espacial de las tres especies se presenta agregada y se ajusta a una distribución del tipo binomial negativa.

La información resultante de esta investigación representa el conocimiento básico que sustentará el desarrollo de futuros planes de muestreo, especialmente del tipo secuencial, que auxilien a los productores agrícolas de esta zona en la toma de decisiones para el control de estas plagas. El muestreo secuencial requiere de esta información (Fowler y Linch, 1987) y sobre todo determinar el umbral económico, etapa que seguiría a este estudio y evaluarlo para las condiciones agroecológicas de esta zona agrícola.

LITERATURA CITADA

- ALLSOPP, P.G., AND FORRESTER, N.W. 1992. Spatial distribution and sequential sampling of adults of *Gonocephalum macleayi* and *Pterohelaeus darlingtonensis* in different cropping regims. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 65: 235-240.
- BADENHAUSSER, I. 1996. Sequential sampling of *Brachycaudus helichrysi* (Homoptera: Aphididae) in sunflower fields. *Journal of Economic Entomology*, 89(6): 1460-1467.
- BLACKMAN, R.L., AND EASTOP, V.F. 1984. *Aphids on the world's crops: and identification guide*. John Wiley & Sons. 473 p.

- BONNEMAISON, L. 1965. Insect pests of crucifers and their control. *Annual Review of Entomology*, 10: 233-256.
- BUJANOS, R.M. Y MARÍN, A.J. 1996. *Plagas de los cultivos de crucíferas en El Bajío, México*. Publicación Especial Núm. 2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Celaya. Guanajuato, México. 34 p.
- BUNTIN, G.D. 1994. Developing a primary sampling program, pp. 99-115. In L.P. Pedigo and G.D. Buntin (eds.), *Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture*. CRC, Boca Raton, FL.
- DEGOOYER, T.A., PEDIGO, L.P., AND RICE, M.E. 1998. Evaluation of grower-oriented sampling techniques and proposal of a management program for potato leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) in alfalfa. *Journal of Economic Entomology*, 91(1): 143-149.
- FENG, M.G., AND NOWIERSKI, R.M. 1992. Spatial distribution and sampling plans for four species of cereal aphids (Homoptera: Aphididae) infesting spring wheat in southwestern Idaho. *Journal of Economic Entomology*, 85(3): 830-837.
- FOWLER, G.W., AND LYNCH, A.M. 1987. Sampling plans in insect pest management based on Wald's sequential probability ratio test. *Environmental Entomology*, 16:345-354.
- GODFREY, L.D., AND CHANEY, W.E. 1995. Temporal and spatial distribution patterns of aphids (Homoptera) on celery. *Journal of Economic Entomology*, 88(2): 294-301.
- GUALTIERI, L.L., AND MCLEOD, D.G.R. 1994. *Atlas of aphids trapped in agricultural crops*. Agriculture and Agri-Food Canada. Publication 1901/E. 66 p.
- HOLMAN, J. 1974. *Los áfidos de Cuba*. Editorial Organismos. La Habana. 304 p.
- INSTITUTO SAS. 1989. *SAS/STAT user's guide*, version 6. 4th ed., vol 2. SAS Institute, Cary, NC.
- IWAO, S. 1968. A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations. *Researches on Population Ecology*, 10: 1-20.
- LLOYD, M. 1967. Mean crowding. *Journal of Animal Ecology*, 4: 1-7.
- NOWIERSKI, R.M., AND GUTIERREZ, A.P. 1986. Numerical and binomial sampling plans for the walnut aphid, *Chromaphis juglandicola* (Homoptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology*, 79: 868-872.
- PARELLA, M.P., AND JONES, V.P. 1985. Yellow traps as monitoring tools for *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in chrysanthemum greenhouses. *Journal of Economic Entomology*, 78: 53-56.
- PEÑA-MARTÍNEZ, R. 1992. Identificación de áfidos de importancia agrícola. In Urias-M.R., R. Rodríguez-M y T. Alejandro-A. (eds.) 1992. *Áfidos como vectores de virus en México*. Vol II. 163 p.
- RABINOVICH, J.E. 1980. *Introducción a la ecología de poblaciones animales*. E.C.S.A. México. 313 p.
- SOUTHWOOD, T.R.E. 1978. *Ecological methods with particular reference to the study of insects populations*. Chapman & Hall, London. 524 p.
- TAYLOR, L.R. 1961. Aggregation, variance and the mean. *Nature*, 189: 732-735.
- TAYLOR, L.R. 1984. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. *Annual Review of Entomology*, 29: 321-357.
- TRUMBLE, J.T. 1982a. Aphid (Homoptera: Aphididae) population dynamics on broccoli in an Interior Valley of California. *Journal of Economic Entomology*, 75: 841-847.
- TRUMBLE, J.T. 1982b. Within-plant distribution and sampling of aphids (Homoptera: Aphididae) on broccoli in Southern California. *Journal of Economic Entomology*, 75: 587-592.
- VERA, G.J., PINTO, V.M. Y LÓPEZ, C.J. 1997. *Ecología de poblaciones de insectos*. Universidad Autónoma Chapingo. 132 p.
- WATERS, W.E. 1959. A quantitative measure of aggregation in insects. *Journal of Economic Entomology*, 52(6): 1180-1184.
- WILSON, L.T., PICKEL, C., MOUNT, R.C., AND ZALOM, F.G. 1983. Presence-absence sequential sampling for cabbage aphid and green peach aphid (Homoptera: Aphididae) on Brussels sprouts. *Journal of Economic Entomology*, 76: 476-479.
- WRIGHT, L.C., AND CONE, W.W. 1986. Sampling plan for *Brachycorynella asparagi* (Homoptera: Aphididae) in mature asparagus fields. *Journal of Economic Entomology*, 79: 817-821.
- WRIGHT, L.C., CONE, W.W., MENZIES, G.W., AND WILDMAN, T.E. 1990. Numerical and binomial sequential sampling plans for the hop aphid (Homoptera: Aphididae) on hop leaves. *Journal of Economic*

Tello-Mercado et al.: Patrones de distribución de áfidos del brócoli

Entomology, 83(4): 1388-1394.

ZAR, J.H. 1984. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall, Nueva Jersey, p.p. 236-243.

Recibido: 28 de febrero del 2000

Aceptado: 14 de agosto del 2001