

Variación espacio-temporal de los diferentes estados de desarrollo de mosquitas blancas *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) en cultivos de soja

Cavallo, M.J; M.A. Bruno, R. Irastorza y M.P. Grilli

RESUMEN

La soja es actualmente el cultivo más importante en la Argentina; a sus plagas tradicionales se ha sumado la mosca blanca, *Bemisia tabaci*. Los objetivos de este trabajo fueron establecer la distribución espacial de los diferentes estados de desarrollo (huevos, ninfas, pupas y adultos) de *B. tabaci* en lotes de soja del área central de la provincia de Córdoba (Argentina) y determinar la variación temporal de la abundancia de esos estados en dicha área. Se trabajó con muestras de lotes de dos localidades, Colonia Tirolesa y Colonia Caroya (Dpto. Colón). La comparación de abundancia entre localidades mostró variaciones entre ellas pero sólo se detectaron diferencias significativas entre adultos. Al comparar la variación de las abundancias entre fechas, sólo fue significativamente superior el aumento de ninfas y pupas durante la segunda fecha; en cuanto a los adultos se obtuvo mayor número durante la segunda fecha en Colonia Tirolesa. Cuando se analizó la variación de la abundancia tanto de inmaduros como de adultos se observaron diferencias significativas entre lotes para ambas localidades y para ambas fechas. Los resultados aquí presentados resultan de interés para ser utilizados en la toma de decisiones para el manejo de esta plaga.

Palabras clave: *Bemisia tabaci*, soja, abundancia, Córdoba

Cavallo, M.J; M.A. Bruno, R. Irastorza and M.P. Grilli, 2013. Spatial and temporal variation of the different developmental stages of the sweet potato whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) in soybean. Agriscientia 30 (2): 87-95

SUMMARY

Soybean is now-a-days the most important crop in Argentina. Among all insect pests affecting this crop the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci*, is becoming a new and increasingly important pest. In this paper we propose as objectives: a) to establish the spatial distribution of the different stages of *B. tabaci* in soybean plots in the central area of Cordoba province (Argentina) and b) to determine the spatio-temporal variation of the abundance of these stages in

the same places. We worked with samples collected in to localities of Colon Department; Colonia Tirolesa and Colonia Caroya. The comparisons between localities showed a high variability between them but only the differences between adults were statistically significative. When we compared the variation of the abundance between sampling dates only the increase of nymphs and pupae were significative during the second sampling date in Colonia Tirolesa. When comparing the differences between soybean plots differences between plots in both localities and in all *B. tabaci* stages were observed. These results are an important input to be use in decision making for the management of this pest in the area.

Keywords: *Bemisia tabaci*, soybean, abundance, Córdoba

M.J. Cavallo (CREAN), M.A. Bruno (CREAN - CONICET), M.P. Grilli (CREAN - CONICET) y R. Irastorza: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Av. Valparaiso s/n, Ciudad Universitaria, CC 509, 5000 Córdoba, Argentina. Correspondencia a: mgrilli@crean.agro.uncor.edu

INTRODUCCIÓN

La soja (*Glycine max* (L.) Merrill) es el cultivo más importante en la Argentina, tanto por la superficie sembrada como por los volúmenes producidos anualmente. Desde la década del 90, dicha superficie ha experimentado una rápida expansión, llegando a representar más del 50% del total de la producción agropecuaria. También ha provocado el desplazamiento de cultivos tradicionales como algodón y arroz en el noreste argentino y en algunas regiones, de otras actividades como la ganadería (Segrelles-Serrano, 2007).

Las plagas insectiles tradicionales del cultivo de soja, como orugas defoliadoras, barrenador del brote y chinches, son una amenaza permanente para la producción (Brunt *et al.*, 1996), aunque otras especies perjudiciales han aumentado considerablemente en las últimas décadas. Tal es el caso de la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae), que ha producido severos ataques en este cultivo en diversas zonas agrícolas del país, que incluyen el área templada de la provincia de Córdoba (Truol, 2008).

Por su distribución cosmopolita y hábitos polífagos, *B. tabaci* es considerada una de las plagas que mayores pérdidas económicas ha ocasionado en el mundo (Brown & Bird, 1992; Brown, 1994; Morales *et al.*, 2006), afectando principalmente la producción de granos y la industria alimenticia (Oliveira *et al.*, 2001). Entre sus hospedadores se encuentran fabáceas, solanáceas, asteráceas, malváceas, cucurbitáceas, crucíferas y gran parte de la vegetación espontánea circundante de estos

cultivos, aunque tiene mayor preferencia por las dos primeras (Callejas & Ochando, 2005; Evans, 2007).

La mosca blanca puede causar dos tipos de daños en sus plantas hospedadoras: directos e indirectos (Brown & Bird, 1992; Brown, 1994; Ávila *et al.*, 2001; Perring, 2001). El daño directo ocurre cuando ninfas y adultos, al alimentarse del floema, producen un debilitamiento de la planta cuando sus poblaciones presentan gran cantidad de individuos (Morales *et al.*, 2006). Los daños indirectos consisten en la inducción de alteraciones fitotóxicas en algunos cultivos y la formación de fumaginas por los exudados de azúcar que segregan al alimentarse (Hendrix *et al.*, 1992; Brown, 1994). Sin embargo, el principal daño es la transmisión de varios tipos de virus, principalmente geminivirus (Czosnek & Laterrot, 1997; Truol, 2008).

B. tabaci presenta tres estados en su ciclo de vida: huevo, ninfa (con cuatro estadios ninfales) y adulto. Cada hembra coloca aproximadamente 200 huevos, individualmente o en grupos (formando arcos o círculos) en el envés de las hojas jóvenes de sus plantas hospedadoras (Molinari *et al.*, 2007). La ninfa de primer estadio se moviliza por la superficie foliar y se fija en alguna nervadura donde comienza a alimentarse, allí permanece inmóvil hasta alcanzar el estado adulto (Gill, 1990). En el cuarto estadio ninfal se pueden divisar los ojos rojos y las alas blancas del adulto (Molinari *et al.*, 2007); por ello es incorrectamente referido como "pupa", debido a que durante esta etapa la mosca blanca no deja de alimentarse y no se produce una muda pupal (Gill, 1990).

Las moscas blancas no son buenas voladoras, pero tienen una continua actividad de aleteo (Byrne & Bellows, 1991). Se han descrito dos estrategias de movimiento: un desplazamiento a corta distancia, con algún objetivo específico como búsqueda de pareja, sitios de alimentación u oviposición (Berlinger, 1986; Blackmer & Byrne 1993). Este movimiento es continuo durante todo el día y lo realizan sobre el dosel del mismo cultivo donde se están alimentando (Berlinger, 1986) o por debajo (Ohnesorge *et al.*, 1990). El segundo tipo de vuelo es migratorio, a larga distancia, y ocurre impulsado por corrientes de viento; ello les permite abandonar el sitio de alimentación y desplazarse a otros cultivos (Berlinger, 1986; Byrne & Von Bretzel, 1987; Blackmer & Byrne, 1993), y pueden moverse de esta forma hasta 7 km (Cohen & Joseph, 1986).

El manejo inadecuado de los lotes de soja es un factor que puede favorecer la aparición de moscas blancas (Hilje, 2001); por lo tanto, conocer aspectos de la ecología espacial y temporal de *B. tabaci* puede ser útil para lograr un control efectivo y reducir el daño producido por este insecto (Riley *et al.*, 1995; Musa & Ren, 2005).

Los objetivos de este trabajo fueron: a) establecer la distribución espacial de los diferentes estados de desarrollo de *B. tabaci* (huevos, ninfas y adultos) en lotes de soja del área central de la provincia de Córdoba; b) determinar la variación temporal de la abundancia de los diferentes estados de desarrollo de *B. tabaci* en lotes de soja del área central de la provincia de Córdoba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron muestras colectadas en 11 lotes de soja ubicados en las localidades de Colonia Tirolesa (31° 14' S; 64° 5' W) y Colonia Caroya (31° 59' S; 64° 7' W), departamento Colón, provincia de Córdoba (Argentina). La selección de estas localidades se realizó por la disponibilidad de lotes implantados con soja (*Glycine max* L.), cultivos que eran de interés para realizar este estudio, y por la ventaja logística de la cercanía con la ciudad de Córdoba Capital, lo que facilitaba los viajes a campo.

Los lotes elegidos fueron numerados del 1 al 11: 1-5 localizados en Colonia Tirolesa y 6-11 en Colonia Caroya. El área de los lotes fue variable dentro del cultivo en estudio, con valores entre 4 y 29 hectáreas, y separados entre ellos por distancias entre 658 m y 2816 m. Todos los lotes seleccionados para los muestreos fueron lotes de producción con un manejo tradicional al comienzo del cultivo, sembrados durante los meses de diciembre y enero.

Muestreo de estados inmaduros: huevos y ninfas

La recolección de muestras se realizó en los 11 lotes los días 16/02 y 11/03/2010, fechas en las que el cultivo comenzaba su estado fenológico reproductivo. De cada lote se seleccionaron hojas del estrato medio de la planta, de las que se recolectaron 80 folíolos al azar, 40 en el centro y 40 en el borde del lote; los folíolos recolectados se guardaron en bolsas de nylon y se llevaron al laboratorio. Posteriormente, de cada folíolo se cortó, mediante un sacabocado, una superficie de 4 cm de diámetro de la nervadura central, como unidad de observación para tener un área fija de muestreo (por cm²) debido a las diferencias observadas en el tamaño de los folíolos (Morales & Cermeli, 2001). Luego se procedió a la observación directa de la cara abaxial de esta porción bajo lupa estereoscópica, donde se contó el número de huevos, ninfas (1° a 3° estadio) y a los efectos de esta investigación también se contabilizó aparte el cuarto estadio ninfal denominado pupa (todos los estados no parasitados).

Muestreo de insectos adultos

Los muestreos para recolectar adultos se realizaron durante los meses de febrero y marzo de 2010. En este período se encontraba todo el cultivo, tanto la soja de primera como la de segunda, implantado en la zona de estudio (Baigorri, 2002).

La captura de los insectos se realizó sobre una transecta de 100 m por lote de soja, trazada desde el borde hasta el centro del lote. Se colocaron un total de seis trampas pegajosas por lote, ubicadas a 1 m del suelo y separadas 10 m entre sí. Estas trampas estuvieron expuestas en el campo durante quince días y colectadas el 11/03 y el 25/03/2010.

Las trampas pegajosas constaban de una estaca de 1 m de altura en cuyo extremo superior había un cilindro metálico de 30 cm de alto por 20 cm de diámetro de color amarillo. Se ha demostrado que este color atrae significativamente ($p < 0,05$) a adultos de *B. tabaci* (Salas, 1995). Los cilindros fueron envueltos con una lámina plástica recubierta con grasa mineral YPF ep 62 como sustancia adhesiva. Las láminas plásticas colectadas en el campo fueron llevadas al laboratorio para su procesamiento.

Los adultos de mosca blanca fueron identificados a partir de claves y por la consulta a especialistas.

Análisis de datos

Los análisis estadísticos fueron realizados con

el software STATISTICA 6 y los gráficos y tablas con Excel. Para todos los análisis se comprobó el cumplimiento de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza (test de Levene's y gráfico de normalidad). Se trabajó con un nivel de significancia de $p \leq 0,05$.

Las variables en estudio fueron la abundancia de estados inmaduros y adultos de *B. tabaci*. La abundancia fue transformada como el Log10 de la abundancia ($X + 1$) para cada localidad muestreada, para satisfacer los supuestos de normalidad y homogeneidad de variancia.

Abundancia = número de individuos/trampa/día en el análisis para adultos y número de huevos, ninfas o pupas por hoja para el análisis de los estados inmaduros.

Se realizó la comparación de la abundancia de cada estado de *B. tabaci* entre Colonia Tirolesa y Colonia Caroya para cada fecha de muestreo y entre las fechas para cada localidad, mediante un análisis de varianza a una vía (ANOVA). Cuando las diferencias encontradas fueron significativas se realizó un test *a posteriori* (LSD) para examinar la importancia de las diferencias encontradas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comparación entre localidades

La abundancia total de estados inmaduros (ninfas y pupas) fue levemente superior aunque no

estadísticamente significativa en la localidad de Colonia Caroya. En tanto al comparar la abundancia de adultos totales entre localidades, se encontraron diferencias significativas ($p=0,01$; $F=12,9$; $gl=1$), con mayor número de capturas en Colonia Tirolesa (Figura 1).

No se encontraron diferencias en la abundancia de huevos de *B. tabaci* entre ambas localidades para cada fecha analizada, lo que indica que ambos sitios resultan adecuados para que las hembras de moscas blancas depositen sus oviposuras en las hojas de soja.

Comparación entre fechas de muestreo

Al comparar la abundancia de estados inmaduros de una fecha a la siguiente, se observó que durante la segunda fecha de muestreo la abundancia de huevos disminuyó, aunque no significativamente, en ambas localidades. Por su parte, la cantidad de ninfas y pupas aumentó en las dos localidades, siendo esta diferencia sólo significativa para la localidad de Colonia Tirolesa ($p=0,006$; $F=0,6$ $gl=1$ para ninfas y $p=0,01$, $F=9$ $gl=1$ para pupas) (Figura 2). Aunque el tiempo requerido para completar el ciclo biológico de *B. tabaci* depende de varios factores (época del año, especie y calidad nutricional de la planta hospedadora, temperatura, humedad, viento, entre otros) (Alvarez *et al.*, 1992; Zachrisson & Poveda, 1992; Hilje, 1995; Molinari *et al.*, 2007), se ha determinado que durante los meses de enero-marzo en soja es de unos 20 días y el desarrollo de huevo a ninfa de unos 5 días (Molinari *et al.*, 2007). Por lo tanto, como el tiempo que

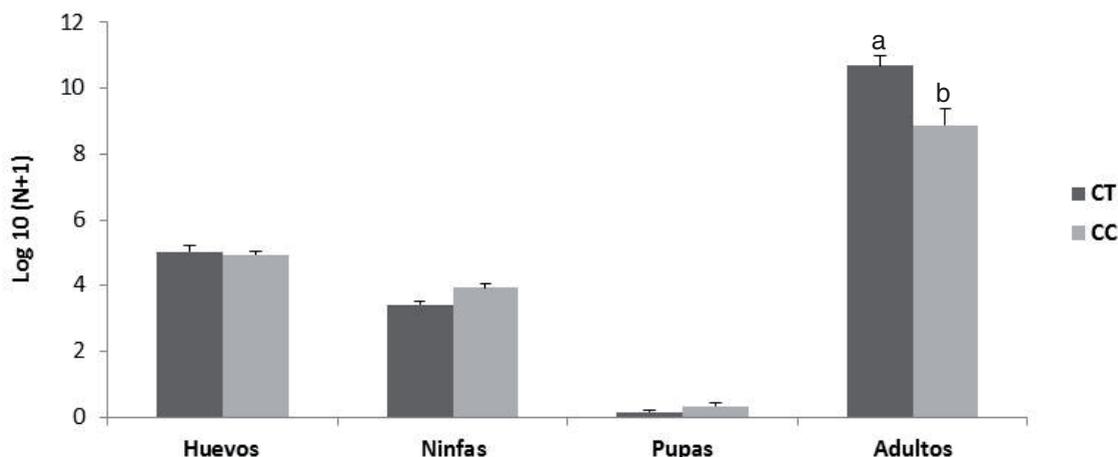


Figura 1. Comparación de la abundancia de los diferentes estados de *B. tabaci* en las localidades de Colonia Tirolesa (CT) y Colonia Caroya (CC). Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$). Las barras representan los errores estándares.

transcurre entre las dos fechas muestreadas es de 24 días, probablemente el ciclo biológico haya reiniciado y la mayor cantidad de moscas blancas se encontraba en estado ninfal al momento de retirar las trampas.

Con respecto a las pupas, si bien la abundancia aumentó de una fecha a la siguiente en ambas localidades, fue baja en comparación con la abundancia de huevos y ninfas observadas (Figura 2). Un gran número de factores puede afectar el desarrollo de los distintos estados de moscas blancas, lo que incrementa la mortalidad de la especie, especialmente de huevo y pupa (Naranjo *et al.*, 2003; Morales *et al.*, 2006). Según Naranjo & Ellsworth (2005) la mortalidad natural más alta en la dinámica poblacional de *B. tabaci* se observó en el estado de pupa (cuarto estadio ninfal) y el factor clave de esta mortalidad fue la depredación; este factor fue el mayor regulador de las poblaciones de mosca blanca. Otros estudios realizados en lotes de algodón y soja, en la provincia de Buenos Aires, indican un rápido aumento de las poblaciones de moscas blancas en los meses de diciembre y enero, y un descenso de las poblaciones afectadas por el aumento de depredadores desde la segunda quincena de enero y durante febrero y marzo (Martin *et al.*, 2000).

Cuando se compararon las abundancias promedios de adultos entre fechas para cada localidad, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en las capturas en Colonia Tirolesa; aunque se colectaron significativamente más adultos en Colonia Caroya durante la segunda fecha de muestreo ($p=0,042$; $F=5$, $gl=1$) (Figura 2).

En términos generales, respecto a los adultos de *B. tabaci*, la abundancia en las dos fechas muestreadas fue superior en Colonia Tirolesa; sin embargo, esta diferencia entre localidades sólo fue significativa en la primera fecha (Figura 2). La abundancia superior de mosquitos blancas en Colonia Tirolesa se relaciona con la abundancia de estados inmaduros, como ya se mencionó; durante el segundo muestreo, la cantidad de huevos y ninfas/cm² de hoja aumentó en Colonia Tirolesa en relación a la primera fecha. En la segunda fecha, la abundancia de mosquitos blancas entre ambas localidades fue casi similar, debido a que aumentó en Colonia Caroya y se mantuvo constante en Colonia Tirolesa.

A pesar de la distancia entre Colonia Tirolesa y Colonia Caroya (22,12 km), en este trabajo sólo se encontraron diferencias entre la abundancia de adultos de la primera fecha; en cambio, en la abundancia de estados inmaduros y de adultos de la segunda fecha de muestreo no hubo diferencias entre las localidades. En ambas localidades el cultivo de soja ocupa una extensa superficie sembrada y representa el mayor porcentaje con respecto a los otros cultivos que lo rodean (Bruno, 2013), lo que acarrea implicancias directas o indirectas en la dinámica espacial de las especies (Marshall *et al.*, 2002) ya que estos insectos utilizan al cultivo como hospedador efectivo en el que encuentran un ambiente propicio para la alimentación, ovoposición y desarrollo de los estados inmaduros (Saluso, 2006; Mansaray & Sundufu, 2007). Las diferencias encontradas entre las fechas de estudio y entre las localidades muestran que hay un efecto local que influye en la abundancia de los adultos

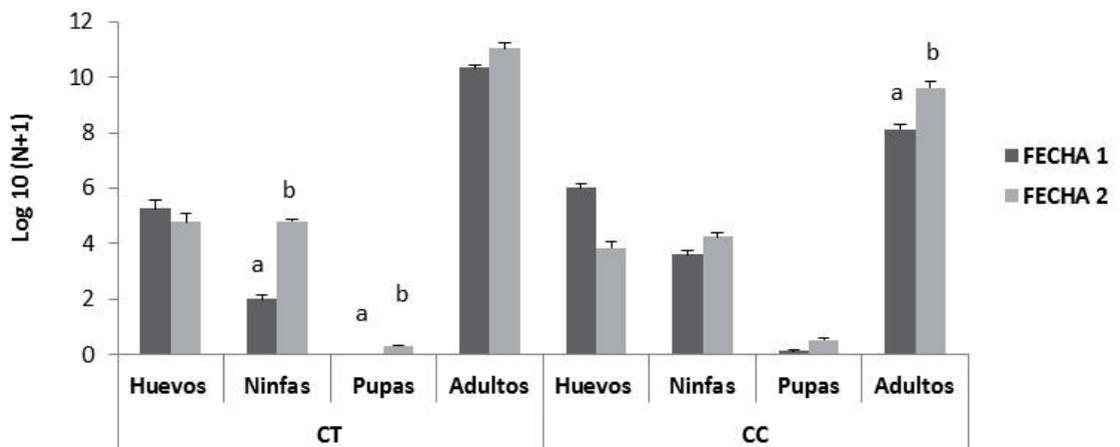


Figura 2. Comparación entre la abundancia de los diferentes estados de *B. tabaci* en cada fecha de muestreo, en las localidades de Colonia Tirolesa (CT) y Colonia Caroya (CC). Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$). Las barras representan los errores estándares.

de *B. tabaci*, que puede estar dado por el manejo o por el tamaño de los lotes en cada región. En la segunda fecha el cultivo empieza a declinar, por lo que las poblaciones de *B. tabaci* comienzan a explotar otros recursos como por ejemplo las malezas que tiene alrededor.

En todos los sistemas ecológicos se originan procesos a diferentes escalas espacio-temporales que influyen en la dinámica poblacional de los insectos, y particularmente en la de los insectos plagas (Benton *et al.*, 2003). La intensificación de las actividades antrópicas, que modifican y transforman el hábitat para su uso, han generado un continuo proceso de homogeneización del paisaje (Donald, 2004), lo que puede influir en la ecología del insecto en relación a su planta hospedadora y afectar de manera directa o indirecta su distribución (Grez *et al.*, 2004). Una mayor abundancia en las poblaciones de *B. tabaci* se registra cuando atacan un solo cultivo (monocultivo), que cuando lo hacen en un sistema natural con varias especies de plantas (Brown *et al.*, 1995; Perring, 2001). La simplificación de la diversidad botánica en sistemas agrícolas lleva a una reducción en la abundancia y actividad de enemigos naturales debido a la falta de alimento alternativo, sitios para invernar y oviponer (Corbett & Rosenheim, 1996), originando un aumento en las plagas tradicionales del cultivo de soja, donde se incluyen las moscas blancas (Brunt *et al.*, 1996).

Al analizar la variación de la abundancia en el tiempo, en general se observó que la abundancia de huevos disminuyó mientras que la de ninfas, pupas y adultos aumentó significativamente a mediados de marzo. Este incremento en la población fue estadísticamente significativo para ninfas y pupas en Colonia Tirolesa y para adultos en Colonia Caroya. La disminución en la densidad de huevos puede deberse a que la soja está terminando su ciclo y la calidad de la planta se ve disminuida, por lo que deja de ser un buen hospedador para la oviposición por parte de los adultos de la mosca blanca. Leather & Burnand (1987) observaron que un insecto hembra puede disminuir la puesta de huevos si encuentra hospedadores de baja calidad. Por otro lado, el aumento de la densidad de adultos en las trampas amarillas se explica por la emigración de las poblaciones desde el cultivo de soja a otros cultivos hospedadores, como las pasturas y malezas. Esto coincide con lo observado por Riley *et al.* (1995), quienes argumentan que la mayoría de los estudios de las poblaciones de *B. tabaci* muestran una caída poblacional con el final del ciclo del cultivo por un decrecimiento en la calidad de la planta hospedadora.

Análisis de la abundancia por lote muestreado de soja en cada sitio de estudio

Colonia Tirolesa

El análisis de la variancia mostró diferencias estadísticamente significativas entre las abundancias de los diferentes estados inmaduros ($p < 0,0001$ $F=62,40$ $gl=4$ para huevos y $p < 0,0001$ $F=16,43$ $gl=4$ para ninfas) y los adultos de *B. tabaci* en los lotes analizados ($p < 0,0001$ $F=8,67$ $gl=4$) durante la primera fecha de estudio. En todos los casos el lote 2 fue significativamente diferente a todos los demás, con una abundancias más alta de los estados de desarrollo de huevo y ninfa (Tabla 1). En esta fecha no se colectaron pupas en ninguno de los lotes muestreados.

En la segunda fecha el análisis mostró diferencias estadísticamente significativas entre la abundancia de huevos, ninfas y pupas entre lotes ($p < 0,0001$ $gl=4$ con un $F=35,39$ para huevos, $F=5,75$ para ninfas y $F=37,13$ para pupas). En esta fecha se colectaron en promedio más huevos por hoja en el lote 2. Con respecto a las ninfas y pupas, los lotes 1 y 2 fueron diferentes a los demás lotes, sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos y con las mayores abundancias de ninfas por hoja. Finalmente, el lote 2 fue el único en el que no se capturaron pupas. En cuanto a la abundancia de adultos, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los lotes ($p < 0,0001$ $F=12,25$ $gl=4$), con un número mayor de capturas en el lote 2, que fue significativamente diferente al resto. De la misma forma, el lote 1 fue estadísticamente diferente, presentando la menor abundancia de adultos (Tabla 1).

Colonia Caroya

Durante la primera fecha de muestreo se observaron diferencias estadísticamente significativas entre la abundancia de los estados inmaduros ($p < 0,0001$ $gl= 5$; $F=23,38$ para huevos, $F=34,34$ para ninfas y $F=17,75$ para pupas) y adultos ($p < 0,0001$ $gl=5$ $F=11$) de *B. tabaci* en los lotes analizados, mientras que la abundancia de huevos, ninfas y adultos fue muy variable entre lotes (Tabla 1).

En la segunda fecha de muestreo el análisis estadístico mostró diferencias significativas de la abundancia de los diferentes estados de *B. tabaci* entre los lotes ($p < 0,0001$ $gl=4$; $F=35,39$ para huevos, $F=66,7$ para ninfas, $F=37,13$ para pupas y $F=16,39$) y nuevamente las abundancias de huevos y ninfas por hoja fueron diferentes en todos los lotes muestreados de manera variable (Tabla 1).

Tabla 1. Comparación de las abundancias medias de los diferentes estados de *B. tabaci* entre los lotes muestreados para cada una de las localidades en cada una de las fechas de muestreo. Lotes 1 a 5 ubicados en Colonia Tirolesa, lotes 6 a 11 en Colonia Caroya. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$).

LOTES	HUEVOS		NINFAS		PUPAS		ADULTOS	
	Fecha 1	Fecha 2						
1	0,96 a	0,45 a	0,35 a	1,03 b	0,00	0,13 b	2,00 a	1,74 c
2	2,13 b	2,06 b	0,97 b	1,09 b	0,00	0,00 a	2,46 b	2,79 b
3	0,89 a	0,59 a	0,29 a	0,95 a	0,00	0,08 a	1,85 a	2,11 a
4	0,74 a	0,95 a	0,22 a	0,92 a	0,00	0,05 a	1,90 a	2,10 a
5	0,55 a	0,73 a	0,16 a	0,83 a	0,00	0,05 a	2,11 a	2,29 a
6	0,57 b	0,24 a	0,56 a	0,71 a	0,03 a	0,17 a	0,91 b	1,94 b
7	1,15 a	1,09 b	0,36 a	0,89 b	0,00 a	0,00 b	1,81 a	2,25 a
8	1,11 a	0,65 c	0,82 b	1,03 c	0,00 a	0,36 c	1,58 a	1,32 a
9	0,97 a	1,38 d	0,09 c	1,27 b	0,00 a	0,00 b	1,37 a	2,50 c
10	0,73 b	-	0,84 a	-	0,11 a	-	0,89 b	-
11	1,49 c	0,48 e	0,93 a	0,33 e	0,01 a	0,01 e	1,57 a	1,62 c

A diferencia de lo observado en los lotes de Colonia Tirolesa, en los de Colonia Caroya no hubo uno que presente una abundancia significativamente superior, sino aparentemente todos los lotes variaron de manera independiente mostrando diferencias significativas ente sí (Tabla 1).

Las diferencias encontradas entre los lotes analizados en las dos localidades estudiadas pueden deberse, al igual que lo observado con los otros resultados, a que *B. tabaci* muestra un comportamiento más local que regional en la zona de estudio. Esto puede estar relacionado con las variaciones en las condiciones locales, es decir a la forma en que cada productor maneja el cultivo en términos de aplicación de insecticida, manipulación de la fecha de siembra y oportunidad de cosecha, rotación de cultivos, control de malezas, entre otras (González *et al.*, 2004). Por otra parte, la permanencia de moscas blancas en los lotes está influenciada no sólo por la época en la cual se realizó el muestreo (febrero-marzo), que es el período en que todo el cultivo se encuentra implantado en la zona de estudio (Baigorri, 2002) y es además el período de mayores temperaturas y de humedad relativa óptima para un rápido desarrollo de mosca blanca (Saluso, 2006; Morales *et al.*, 2006); sino que también se relaciona con la disponibilidad espacial y temporal del hábitat y con hospedadores alternos a los cultivos (Altieri & Nicholls, 2000), en particular por ser *B. tabaci* un insecto polígrafo con un amplio rango de hospedadores (Brown *et al.*, 1995; Callejas & Ochando, 2005; Evans, 2007).

Además, este comportamiento de *B. tabaci* está relacionado a las estrategias dispersivas que tiene este insecto; los adultos de *B. tabaci* muestran dos patrones de vuelo distintos: vuelos de corta y larga distancia. Los vuelos de corta distancia se

producen sobre el dosel vegetal, mientras que los vuelos de larga distancia ocurren cuando los adultos dejan su planta hospedadora y quedan atrapados en una corriente de aire y se mueven pasivamente (Lenteren & Noldus 1990); pero la mayoría de los adultos de la mosca blanca vuelan distancias cortas (Cohen, 1990; Byrne, 1999). La posibilidad de moverse de un hospedador a otro dentro de un mismo hábitat se relaciona con la especie, ya que depende de sus requerimientos ecológicos y capacidad dispersiva (Cronin, 2003). El desplazamiento de insectos fitófagos entre plantas hospedadoras permite un mejor aprovechamiento del hábitat, influyendo en la estructura espacial y la dinámica poblacional del insecto (Cronin, 2003; Naranjo & Ellsworth, 2005). Estudios realizados en cultivos de soja muestran que el número de adultos de moscas blancas tiende a incrementarse cuando el área cultivada aumenta, y tiende a disminuir cuando el área decrece (Kohji *et al.*, 1993). Esto se debe al continuo movimiento de los individuos y una tendencia a migrar y permanecer en aquellas áreas que le proveen mayor fuente de alimento, sitio para ovoposición y desarrollo de estados inmaduros (Moller, 1995; Connor *et al.*, 2000).

Los resultados obtenidos muestran que las poblaciones de *B. tabaci* no realizan grandes desplazamientos en el espacio y que su incidencia y variación son a nivel local. Esta evidencia puede ser usada a la hora de programar medidas de manejo y de control de esta especie en el cultivo de soja.

BIBLIOGRAFÍA

Altieri, M.A. y C.I. Nicholls, 2000. Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. 1ª edición.

- Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental 4. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. Méjico. D. F. pp. 181-192.
- Alvarez, P.; I. Alfonseca, A. Abud, A. Villar, R. Rowland, E. Marcano, J.C. Borbon y L. Garrido, 1992. Las moscas blancas en la República Dominicana. In: Las moscas blancas (Homóptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. L. Hilje y O. Arboleda (eds). CATIE. Turrialba, Costa Rica. Informe Técnico N° 205. (Serie Técnica).
- Ávila, A., C. Quintero, F. Rendón, J. García, P. Hernández y C. Cardona, 2001. Especies y biotipos de moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en cultivos semestrales de Colombia y Ecuador. *Revista Colombiana de Entomología*, 27 (1-2): 27-31.
- Baigorri, H., 2002. Conclusiones sobre el efecto de la fecha de siembra en el desarrollo y crecimiento de los cultivos. En: Manejo del cultivo de la soja en Argentina. Actualizaciones. Ed: H. Baigorri, Marcos Juárez, pp 100-111.
- Benton, T. G.; J.A. Vickery and J. D. Wilson, 2003. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends in Ecology and Evolution* 18: 182-188.
- Berlinger, M.J., 1986. Host plant resistance to *Bemisia tabaci*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 17: 69-82.
- Blackmer, J.L. and D.N. Byrne, 1993. Environmental and physiological factors influencing phototactic flight of *Bemisia tabaci*. *Physiological Entomology* 18:336-342.
- Brown, J.K., 1994. Current status of *Bemisia tabaci* as a plant pest and virus vector in agro-ecosystems worldwide. *FAO Plant Protection Bulletin* 42:3-32.
- Brown, J.K. and J. Bird, 1992. Whitefly transmitted geminivirus in the Americas and the Caribbean Basin: past and present. *Plant Disease* 76:220-225.
- Brown, J.K.; D.R. Frohlich and R.C. Rossell, 1995. The sweet potato or silver leaf whiteflies: biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex. *Annual Review of Entomology* 40:511-534.
- Bruno, M.A., 2013. Ecología espacial de *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) y su relación con la configuración del paisaje. Tesis Doctoral Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales - Universidad Nacional de Córdoba. 129 pp.
- Brunt, A.A.; K. Crabtree, M.J. Dallwitz, A.J. Gibbs, L. Watson and E.J. Zurcher, 1996. Plant viruses Online: Descriptions and Lists from the VIDE Database. Version: 20th. <<http://biology.anu.edu.au/groups/MES/vide/>> Consultada el 20/10/2012.
- Byrne, D.N., 1999. Migration and dispersal by the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci*. *Agricultural and Forest Meteorology*, 97: 309-316.
- Byrne, D.N. and P.K. Von Bretzel, 1987. Similarity in flight activity rhythms in coexisting species of Aleyrodidae, *Bemisia tabaci* (Gennadius) and *Trialeurodes abutilonea* (Haldeman). *Entomologia Experimentalis et Applicata* 43:215-219.
- Byrne, D.N. and T.S. Bellows, 1991. Whitefly biology. *Annual Review of Entomology*, 36: 431-458.
- Callejas, C. and M.D. Ochoa, 2005. Variabilidad genética en *Bemisia tabaci* (Gennadius) en mecanismos de resistencia inducida en plantas de tomate. *Boletín de Sanidad Vegetal (Plagas)* 31:71-77.
- Cohen, S., 1990. Epidemiology of whitefly-transmitted viruses. In: Gerling, D. (ed.), *Whiteflies: their bionomics, pest status and management*. Intercept, U.K., pp. 210-225.
- Cohen, S. and R.B. Joseph, 1986. Preliminary studies of the distribution of whiteflies (*Bemisia tabaci*) using fluorescent dust to mark insects. *Phytoparasitica* 14:152-153.
- Connor, E.F.; A.C. Courtney and J.M. Yoder, 2000. Individuals-area relationship: the relationship between animal population density and area. *Ecological Entomology* 81:734-748.
- Corbett, A. and J.A. Rosenheim, 1996. Impact of natural enemy overwintering refuge and its interaction with the surrounding landscape. *Ecological Entomology* 21:155-164.
- Cronin, J.T., 2003. Movement and spatial population structure of a prairie plant hopper. *Ecological Entomology* 84:1179-1188.
- Czosnek H. and H. Laterrot, 1997. A worldwide survey of tomato yellow leaf curl viruses. *Archives of Virology* 142:1391-1406.
- Donald, P.F., 2004. Biodiversity impacts of some agricultural commodity production systems. *Conservation Biology* 18:17-37.
- Evans, G.A., 2007. The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the world and their host plants and natural enemies. <http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/whitefly/PDF_PwP%20ETC/world-whitefly-catalog-Evans.pdf> Consultada el 02/07/2013.
- Gill, R.J., 1990. The morphology of whiteflies. In: *Whiteflies, their Bionomics, Pest Status and Management*. Ed. D. Gerling. Andover, Hants, UK: Intercept Ltd., pp. 13-46.
- Grez, A.; T. Zaviezo, L. Tischendorf and L. Fahrig, 2004. A transient, positive effect of habitat fragmentation on insect population densities. *Oecología* 141:444-451.
- González, C.A.; L.H. Maciel, A. Peña y A. Castillo, 2004. Principios y fundamentos de labranza de conservación: guía para su implementación. Folleto técnico (México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) N° 24.

- Hendrix, D.L.; Y. Wei and J.E. Leggett, 1992. Homopteran honeydew sugar composition is determined by both insect and plant species. *Comparative Biochemistry and Physiology* 101(B):23-27.
- Hilje, L., 1995. Aspectos bioecológicos de *Bemisia tabaci* en Mesoamérica. *Manejo Integrado de Plagas* 35: 46-54.
- Hilje, L., 2001. Avances hacia el manejo sostenible del complejo mosca blanca Geminivirus en tomate en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas* 61: 69-80.
- Kohji, H.; B. Erma and W. Sri, 1993. Biological characteristics and forecasting outbreaks of the whitefly, *Bemisia tabaci*, a vector of virus diseases. Soybean Fields, Food & Fertilizer Technology Centre, 15. <http://www.fttc.agnet.org/htmlarea_file/library/20110712185134/tb135.pdf>. Consultada el 23/06/2013.
- Leather, S.R. and A.C. Burnand, 1987. Factors affecting life history parameters of the pine beauty moth *Panolis flammea* (D&G): the hidden cost reproduction. *Functionally Ecology* 1: 331-338.
- Lenteren, J.C. van and L.P. Noldus., 1990. Whitefly-plant relationships: behavioral and ecological aspects. Whiteflies: their bionomics, pest status and management. D. Gerling (ed.), Intercept, the Netherlands, pp. 47-89.
- Mansaray, A and A.J. Sundufu, 2007. Oviposition, development and survivorship of the sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* on soybean, *Glycine max*, and the garden bean, *Phaseolus vulgaris*. *Journal of Insect Science* 9:1-5.
- Marshall, B.; F. Burel., W. Joenje, B. Gerowitt, M. Paoletti, G. Thomas, D. Kleijn, D. Le Coeur and C. Moonen, 2002. Field boundary habitats for wildlife, crop, and environmental protection. En línea <<http://www.crc-netbase.com/doi/abs/10.1201/9781420041378.ch9>> Consultada el 01/07/2013.
- Martin, J.H.; D. Mifsud and C. Rapisar, 2000. The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of Europe and Mediterranean Basin. *Bulletin of Entomological Research* 90:407-448.
- Moller, A.P., 1995. Developmental stability and ideal despotic distribution of blackbirds in a patchy environment. *Oikos* 72:228-234.
- Molinari, A.M.; G. Gonsebatt, M.F. David y E. Perotti, 2007. Mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) en cultivos de soja. *Para Mejorar la Producción de Soja* 32:12-20.
- Morales, F.J.; C. Cardona, M.J. Bueno e I. Rodríguez, 2006. Manejo Integrado de enfermedades de plantas causadas por virus transmitidos por moscas blancas. Ed. Centro Internacional de Agricultura Tropical (Colombia), 43 pp.
- Morales, P. y M. Cermeli, 2001. Evaluación de la preferencia de la mosca blanca *Bemisia tabaci*(Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) en cinco cultivos agrícolas. *Entomotropica* 16(2): 73-78.
- Musa, P.D and S. Ren, 2005. Development and reproduction of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on three bean species. *Insect Science* 12: 25-30.
- Naranjo S.E.; J.R. Hagler and P.C. Ellsworth, 2003. Improved conservation of natural enemies with selective management systems for *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in cotton. *Biocontrol Science and Technology* 13:571-587.
- Naranjo, S.E. and P.C. Ellsworth, 2005. Mortality dynamics and population regulation in *Bemisia tabaci*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 116:93-108.
- Perring, T.M., 2001. The *Bemisia tabaci* species complex. *Crop Protection* 20:725-737.
- Ohnesorge, B.; N. Sharaf and T. Allawi, 1990. Population studies on the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* Genn. (Homoptera: Aleyrodidae) during the winter season and the spatial distribution on some host plants. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 90:226-232.
- Oliveira, M.R.; T.J. Henneberry and P. Anderson, 2001. History, current status and collaborative research projects for *B. tabaci*. *Crop Protection* 20:709-723.
- Riley, D.; U. Nava-Camberos and J. Allen, 1995. Population dynamics of *Bemisia* in agricultural systems. In: *Bemisia Taxonomy, Biology, Damage and Management*. D. Gerling and R.T. Mayer (Eds.), pp. 93-109.
- Salas, J., 1995. Trampas amarillas en la captura de *Bemisia tabaci* y sus parasitoides *Encarsia* y *Eretmocerus*. *Manejo Integrado de Plagas* 37:39-42.
- Saluso, A., 2006. Distribución espacio-temporal de *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) en el cultivo de soja. *Trabajos de XII Jornadas Fitosanitarias Argentinas, San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca*, pp 49-50.
- Segrelles-Serrano, J.A., 2007. Una reflexión sobre la reciente expansión del cultivo de soja en América Latina. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales* 731:25-27.
- Truol, G., 2008. La moscas blancas (*Bemisia tabaci* Gennadius), vectoras de virus, sus características biológicas y moleculares. En: *Enfermedades causadas por virus en cultivos de soja de Argentina*. Laguna, I.G., P. Rodríguez Pardina, G. Truol, M. Fiorona, C.F. Nome, L. Di Feo y V. Alemandri (Eds.). Instituto de Fitopatología y Fisiología Vegetal- INTA, Córdoba, pp 41-43
- Zachrisson, B. y J. Poveda, 1992. Las moscas blancas en Panamá. In: *Las moscas blancas (Homóptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe*. L. Hilje y O. Arboleda (eds). CATIE. Turrialba, Costa Rica. Informe N° 205. (Serie técnica).