



ARTRÓPODOS EN CULTIVOS DE ALGODÓN GENÉTICAMENTE MODIFICADOS EN EL NORTE SANTAFESINO¹

María A. Sosa¹; Melina S. Almada²; Daniela E. Vitti³.

¹ INTA EEA Reconquista msosa@correo.inta.gov.ar; ² CEPAVE, CONICET-UNLP;

³ INTA EEA Reconquista.

RESUMO - El objetivo fue comparar la abundancia, riqueza y diversidad de artrópodos presentes entre cultivos de algodón genéticamente modificados. Este estudio se realizó en Reconquista, (Santa Fe) durante dos años (A1) y (A2) con las variedades NuOpal (BR) resistente a lepidópteros y a glifosato y G2000 (RR) resistente a glifosato, distribuidas en un diseño de bloques completos al azar, replicadas cinco veces. Los muestreos se realizaron con trampas de caída y aspiradora, dos por parcela, tres veces por año. Se determinó abundancia, índices de riqueza (r), diversidad Shannon (H) y equidad (J). Se realizó el análisis de varianza y se compararon los promedios (Tukey $\alpha \leq 0,05$). Más de 53 especies fueron encontrados en cada cultivar. Los trips fueron comunes a ambos, los pulgones más abundantes en BR y *Nysius* en RR (A2). RR presentó mayor abundancia y riqueza en la mayoría de los muestreos realizados, no se diferenciaron entre eventos excepto en algunos momentos, por picos poblacionales de las plagas. H y J fueron similares en el estrato suelo y en el herbáceo, pero significativamente mayor en RR en el primer muestreo. La diversidad de artrópodos presentes en variedades BR y RR a pueden ser equiparables en cuanto a su proporción.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum*; Diversidad; Riqueza; Abundancia;

INTRODUCCION

La tasa de adopción de cultivos genéticamente modificados es una de las más altas en cuanto a adopción de nuevas tecnologías en el sector agropecuario argentino (LEVITUS, 2006).

El algodón Bt provee resistencia genética al complejo de orugas del capullo, oruga de la hoja del algodón y lagarta rosada. En 1998 se comercializó la primera variedad de algodón Bt en el país, esta tecnología reduce significativamente las aplicaciones de insecticidas y aumenta indirectamente los rendimientos; sin embargo, estas ventajas son contrarrestadas por los altos precios fijados para las semillas genéticamente modificadas (QAIM; CAP, 2002).

¹ Instituição de fomento/patrocínio (se for o caso)

En febrero de 2009, en Argentina se autorizó la producción y comercialización del primer evento apilado para el cultivo de algodón (MON 1445 x MON 531). Las variedades con tecnología BG/RR tienen, en la misma planta, los dos eventos: Bollgard, tecnología Bt que le confiere protección de ciertos insectos lepidópteros y Roundup Ready (RR), tecnología RR que le confiere tolerancia a las aplicaciones de glifosato. La aprobación del algodón BR marca un punto de inflexión en la producción de este textil, y por ser esta la primera campaña de producción comercial en nuestro país, se consideró necesario obtener información sobre abundancia, riqueza y diversidad de artrópodos con eventos apilados para las condiciones ambientales de la región del norte santafesino.

El objetivo de este trabajo fue comparar la abundancia, riqueza y diversidad de artrópodos presentes entre cultivos de algodón genéticamente modificados BR y RR.

METODOLOGIA

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo durante dos campañas de algodón, 2009/2010 (A1) y 2010/2011 (A2) en INTA Reconquista, Santa Fe, (Argentina), localizada a los 29° 11' Sur y 59° 52' Oeste. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar, con cinco repeticiones (A1) y seis (A2). Las parcelas contaban con 94 m².

Se emplearon fueron dos variedades genéticamente modificadas: 1) NuOpal (BR) resistente a lepidópteros y a glifosato y 2) G2000 (RR) resistente a glifosato. La siembra se realizó en diciembre (A1) y noviembre (A2), con sembradora de ensayos en labranza convencional. Se utilizó semilla deslizada al ácido, tratada con insecticida sistémico y fungicida. No se realizaron aplicaciones de insecticida posterior a la siembra, sólo se aplicó regulador de crecimiento y defoliante. Los muestreos se realizaron a los 30, 60 y 90 días después de la emergencia.

Para el relevamiento de artrópodos en el estrato de suelo se colocaron dos trampas de caída (pifall) por cada parcela, con solución salina, separadas entre sí por 6 m, durante siete días. Para el registro de artrópodos en la parte herbácea se realizaron muestreos con una aspiradora manual, G-Vac (garden-vaccum) sobre la vegetación. Se tomaron dos muestras de G-Vac por cada parcela mediante un aspirador Sthil. Cada muestra fue la succión de la vegetación en un área equivalente a un metro cuadrado por el término de un minuto.

El material colectado fue conservado en recipientes individuales con alcohol etílico al 70%, debidamente rotulado y llevadas a laboratorio para su posterior identificación. Con los datos individuales por trampa y G-Vac se calcularon para cada tratamiento la abundancia y los índices de riqueza (r), diversidad Shannon (H) y equidad (J), mediante el programa PAST (HAMMER et al. 2001).

Para homogeneizar los datos fueron transformados utilizando el modelo $\sqrt{(x+0,5)}$ para riqueza y $\log_{10}(x+1)$ para abundancia. Se utilizó el Software InfoStat/Profesional, versión: 2010 (DI RIENZO et al. 2010) para realizar el análisis de varianza y se compararon los promedios con el Test de Tukey ($\alpha \leq 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSION

Se capturaron entre las dos campañas 24.053 artrópodos. En el año 2010 se capturó mayor cantidad de artrópodos asociadas al algodón BR (n=8.208) respecto al RR (n= 6.653). En el 2011 fue mayor el número de individuos en el algodón RR (n= 5.365) comparado a BR (n=3.827).

La gran abundancia de artrópodos, registrada en algodón genéticamente modificado concuerda con lo analizado por diversos autores (GÓMEZ GALVIS; FLÓREZ DAZA, 2005; WHITEHOUSE et al., 2005).

En el estrato suelo se registraron en total por año 73 y 57 especies en RR y 68 y 60 en BR y para el estrato herbáceo estos valores fueron de 53 y 55 en RR y de 58 y 54 en BR.

En cuanto a la proporción de los distintos artrópodos asociados a cada evento, se encontró que en el BR (A1), los grupos más abundantes del estrato de suelo fueron: Formicidae con 68,54%, Collembola 9,35% y Aphididae (*Aphis gossypii* Glover) 1,97%. Mientras que en el estrato herbáceo fueron: Aphididae (*A. gossypii*), 75,42% el más dominante, seguido de Diptera 6,38%, Culicidae 4,26%, Cicadellidae 2,67%, Chalcidoidea 1,40% y Thripidae (*Caliothrips brasiliensis* Morgan) 2,20 %.

En el algodón RR (A1), en el suelo los grupos que predominaron fueron Formicidae 63,27%, Collembola 13,49%, Acari 4,59%, Diptera 3,50%, Tachinidae 1,40% y Scyaridae 1,20%; mientras que en el estrato herbáceo Aphididae (*A. gossypii*) 44,31% Diptera 12,86%, Culicidae 9,64%, Thripidae (*C. brasiliensis*) 7,42%, Cicadellidae 6,45%, Chalcidoidea 2,72%, Aleyrodidae (*Bemisia tabaci* Gennadius) 1,52%, Melyridae (*Astilus atromaculatus* Blanch) 1,34%, Thomisidae 1,24% y Muscoidea 1,06%.

En el algodón BR (A2), en el suelo, los artrópodos más abundantes fueron: Lycosidae 27,04%, Formicidae 22,31%, Scarabaeidae 10,23%, Noctuidae (*Spodoptera frugiperda* Smith) 7,51%, Cicindellidae 5,32%, Nitidulidae 5,12%, Diptera 4,11%, Acrididae 2,43%, Tachinidae 2,14%, Grillidae (*Grillus* sp.) y Carabidae, ambos con 1,22%; mientras que en el estrato herbáceo fueron los siguientes grupos Thripidae (*C. brasiliensis*) 38,83%, Diptera 12,34%, Culicidae 9,08%, Noctuidae (*S. frugiperda*) 5,96%, Dolichopodidae 5,06%, Lygaeidae (*Nysius* sp) 3,81%, Formicidae 3,54%,

Chalcidoidea 3,12%, Cicadellidae 2,91%, Eulophidae (*Euplectrus sp.*) 2,29%, y Noctuidae (*Alabama argillacea* Hübner) 1,04%.

Con respecto al algodón RR, en el estrato de suelo los grupos fueron Formicidae 62,63%, Diptera 12,34%, Cicindellidae 9,22%, Noctuidae (*S. frugiperda*) 5,69%, Scarabaeidae 3,87%, Lycosidae 2,16%, Nitidulidae 1,60%, Tachinidae 1,37%, Acridiidae 1,32%, Elateridae 1,23%, y Acari 1,07%. Finalmente en el estrato herbáceo, predominaron Culicidae 20,08%, Thripidae (*C. brasiliensis*) 16,41%, Lygaeidae (*Nysius sp.*) 15,85%, Diptera 12,46%, Dolichopodidae 4,17%, Formicidae 3,56%, Chrysomellidae Alticinae 2,67%, Chalcidoidea 2,56%, Noctuidae (*S. frugiperda*) 3,34%, Anthocoridae (*Orius insidiosus* Say) 2,28%, Cicadellidae 2,06%, Noctuidae (*A. argillacea*) 1,72%, Melyridae (*A. atromaculatus*) 1,45%, Coccinellidae (*Hyperaspis festiva* Muls) 1,28%, Curculionidae 1,17%, Coccinellidae (*Eriopis connexa* Germ) y (*Scymnus sp*) con 1,06%. Los porcentajes faltantes, corresponden a los artrópodos registrados en cantidades menores a 1%.

Cabe destacar que en A1, en ambos eventos predominaron Formicidae en el suelo y el pulgón del algodón *A. gossypii* en el estrato herbáceo. Mientras que en A2 predominaron en el suelo las arañas pertenecientes a la familia Lycosidae en BR y Formicidae en RR; en el estrato herbáceo los trips *C. brasiliensis* en BR y los dípteros de la familia Culicidae en algodón RR. Condiciones ambientales favorecieron la abundancia de *A. gossypii*, húmedas en la primer campaña y de *C. brasiliensis*, extremadamente secas en la segunda.

En la Tabla 1 a 4 se describen los indicadores de diversidad promedio para cada tratamiento por fecha y técnica de muestreo en los dos años de estudio.

Con respecto a la abundancia promedio de especies registradas (Tabla 1), solamente a los 30 días de A2, en el evento RR se capturaron significativamente más artrópodos, en trampas de caída, por la gran presencia de Formicidae. Mientras que los muestreos con aspiradora, realizados a los 30 días de A1 y A2, hubo diferencias significativas entre tratamientos. En el primer caso fue mayor en el BR, atribuyendo ese valor a la gran abundancia de *A. gossypii* presentes en las plantas y en el segundo caso, fue mayor en RR explicada principalmente por la especie *Nysius sp.* La mayor abundancia de *A. gossypii* en algodón BR concuerda con lo encontrado por Hagenbucher et al. (2010), quienes sostienen que, cuando las orugas se alimentan de órganos de la planta de algodón inducen un sistema de defensas produciendo terpenos, que en cierto modo controlarían las poblaciones de insectos chupadores (pulgones y mosca blanca), por lo que en los cultivos Bt estas plagas se verían favorecidas.

En el estrato de suelo, se encontraron diferencias entre tratamientos, en la riqueza de especies a los 60 días de la primera campaña (A1) y a los 30 días (A2) siendo en ambos casos significativamente mayor en RR. En cambio para el estrato herbáceo, se repite la misma situación a los 30 días en el segundo año (Tabla 2).

Respecto al índice de diversidad (Tabla 3), solamente en el estrato herbáceo a los 30 días de A1, el RR presentó significativamente mayor diversidad que el BR, donde podría deberse nuevamente por la gran proporción de pulgones presentes. También se observó diferencias en A2 a los 60 días, siendo mayor el BR.

En cuanto a la Equidad (Tabla 4), únicamente hubo diferencias significativas entre tratamientos en el estrato herbáceo, siendo mayor en RR (A1) a los 30 días, esto indicaría que la mayoría de las especies presentes están igualmente representadas en ambos estratos y cultivares.

La importancia de analizar la composición y proporción faunística presente en estos eventos, permitirá entender la dinámica de las plagas y especies benéficas que deben ser consideradas para la implementación de las estrategias de un manejo integrado de plagas.

La incorporación de biotecnología para el desarrollo de cultivos transgénicos ha mejorado la productividad y sustentabilidad de los sistemas agrícolas (PAYTAS, 2010), favoreciendo el mantenimiento de las poblaciones de artrópodos que intervienen en la función de autorregulación biótica en los agroecosistemas

CONCLUSIONES

Se registró la presencia de más de 53 especies en ambos estratos, años y cultivares, estando representados por formícidos, dípteros, trips, coleópteros, homópteros, hemípteros y otros.

Los Formícidos estuvieron representados en gran proporción en BR y RR, en todos los estratos y en ambos años, al igual que los dípteros, variando la composición de familias.

Los pulgones fueron más abundantes en BR y *Nysius* sp. en RR, en el segundo año, mientras que los trips fueron comunes a ambos cultivares.

RR presentó mayor abundancia y riqueza en la mayoría de los muestreos realizados, no se diferenciaron entre eventos excepto en algunos momentos, por picos poblacionales de las plagas.

La diversidad y equidad fueron similares en el estrato suelo y en el herbáceo, donde fue significativamente mayor en RR en el primer muestreo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en las dos campañas consecutivas, la diversidad de artrópodos presentes en ambos eventos apilados resistentes a lepidópteros y herbicida comparado con resistente a herbicida pueden ser equiparados en cuanto a la proporción de la artropodofauna.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

DI RIENZO, J. A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M. G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C. W. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 2010.

GÓMEZ GALVIS, L.; FLÓREZ DAZA, E. Estudio comparativo de las comunidades de Arañas (Araneae) en cultivares de algodón convencional y transgénico en el Departamento del Tolima, Colombia. **Acta Biol. Colombiana** v. 10, p. 79, 2005.

HAGENBUCHER, S.; OLSON, D. M.; RUBERSON, J.; WÄCKERS, F. L.; ROMEIS, J. Reduced foliage herbivory in Bt cotton benefits phloem-feeding insects. In: INTERNATIONAL BIOSAFETY OF GENETICALLY MODIFIED ORGANISMOS. 11., 2010, Buenos Aires [Anales...] Buenos Aires: ISBGMO, 2010. p. 158-159. Disponível em: <<http://www.isbgmo.info/11th%20Symposium-Buenos%20Aires%20-%20Argentina.pdf>>. Acesso em:

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. **Paleontología Electrónica**, v. 4, p. 1-9, 2001. Disponível em: <http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm>. Acesso em:

LEVITUS, G. Los cultivos transgénicos en la Argentina. **Revista Química Viva**, año 5, n. 1, p. 24-26. Disponível em: <<http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v5n1/levitus.pdf>>. Acesso em:

PAYTAS, M. Improving cotton yield under water limiting conditions in Argentina. **ICAC Recorder**, Washington DC, v. 28, n. 2. Mayo 2010.

QAIM, M; CAP, E. Algodón Bt en Argentina: un análisis de su adopción y la disposición a pagar de los productores. INTA, Instituto de Economía y Sociología. 2002

WHITEHOUSE, M. E. A.; WILSON, L. J.; FITT, G. P. A Comparison of arthropod communities in transgenic bt and conventional cotton in australia. **Environ. Entomol.** v. 34, p. 1224-1241, 2005.

Tabla 1. Abundancia de especies por tratamiento y técnica de muestreo a los 30, 60 y 90 días después de emergencia en dos campañas agrícolas.

Año - Muestreo	TRAMPAS DE CAIDA (abundancia)			ASPIRADORA (abundancia)		
	RR	BR	p-valor	RR	BR	p-valor
A1- 30	210,9 a	148,5 a	0,1937	143,2 a	420,1 b	0,012
A1- 60	102,2 a	59,1 a	0,2159	44,2 a	46,9 a	0,8063
A1- 90	135,3 a	127,1 a	0,8625	31 a	20,6 a	0,1143
A2- 30	225,4 b	69,8 a	0,0481	45,2 b	20,33 a	0,0306
A2 - 60	40,6 a	30,1 a	0,2166	64,3 a	37,7 a	0,0984
A2 - 90	98,8 a	39,4 a	0,1975	40,2 a	62,2 a	0,1039

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre tratamientos (algodón RR y BR).

Tabla 2. Riqueza de especies (r) por tratamiento y técnica de muestreo a los 30, 60 y 90 días después de emergencia en dos campañas agrícolas.

Año - Muestreo	TRAMPAS DE CAIDA (r)			ASPIRADORA (r)		
	RR	BR	p-valor	RR	BR	p-valor
A1- 30	14,8 a	12 a	0,1993	13,6 A	15,1 a	0,0931
A1- 60	8,7 a	5,3 b	0,041	11,7 A	11,4 a	0,8142
A1- 90	9,9 a	9 a	0,6453	9,4 A	8,3 a	0,2358
A2- 30	15 b	10,9 a	0,0081	8,7 B	5,25 a	0,011
A2 - 60	9,2 a	7,4 a	0,0934	9,2 A	9,9 a	0,4169
A2 - 90	11,2 a	12,2 a	0,3286	8,7 A	7,8 a	0,4394

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre tratamientos (algodón RR y BR).

Tabla 3. Comparación de índices de diversidad H por tratamiento y técnica de muestreo a los 30, 60 y 90 días después de emergencia en dos campañas agrícolas.

Año - Muestreo	TRAMPAS DE CAIDA (H)			ASPIRADORA (H)		
	RR	BR	p-valor	RR	BR	p-valor
A1- 30	1,27 a	1,17 a	0,7021	1,28 b	0,89 a	0,0466
A1- 60	1,15 a	1,04 a	0,5588	1,83 a	1,82 a	0,9251
A1- 90	1,08 a	1,07 a	0,9682	1,83 a	1,84 a	0,9006
A2- 30	1,71 a	1,6 a	0,5684	1,46 a	1,1 a	0,0791
A2 - 60	1,66 a	1,56 a	0,3625	1,55 a	1,8 b	0,0216
A2 - 90	1,87 a	1,89 a	0,94	1,4 a	1,12 a	0,0898

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre tratamientos (algodón RR y BR).

Tabla 4. Comparación de índices de Equidad J por tratamiento y técnica de muestreo a los 30, 60 y 90 días después de emergencia en dos campañas agrícolas.

Año - Muestreo	TRAMPAS DE CAIDA (j)			ASPIRADORA (J)		
	RR	BR	p-valor	RR	BR	p-valor
A1- 30	0,5 a	0,46 a	0,717	0,49 b	0,33 a	0,0205
A1- 60	0,55 a	0,62 a	0,4588	0,76 a	0,76 a	0,9879
A1- 90	0,47 a	0,51 a	0,5026	0,82 a	0,88 a	0,1029
A2- 30	0,64 a	0,68 a	0,4827	0,7 a	0,69 a	0,9118
A2 - 60	0,76 a	0,81 a	0,3201	0,73 a	0,8 a	0,1041
A2 - 90	0,78 a	0,77 a	0,9284	0,67 a	0,55 a	0,1362

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre tratamientos (algodón RR y BR).