

## **EFFECTO DE *Artemisia annua* Y *Chenopodium album* SOBRE LA DIVERSIDAD DE LA COMUNIDAD DE INSECTOS DE SOJA: ROL DE LAS SEÑALES QUÍMICAS Y LA HERBIVORÍA DE *Anticarsia gemmatalis*.**

TORCAT, M. (Cátedra de Cultivos Industriales FAUBA, Argentina – [torcat@agro.uba.ar](mailto:torcat@agro.uba.ar)), LENARDIS, A. (Cátedra de Cultivos Industriales FAUBA, Argentina – [lenardis@agro.uba.ar](mailto:lenardis@agro.uba.ar)), KRUK, B. (Cátedra de Cerealicultura – FAUBA, Argentina- [bkruk@agro.uba.ar](mailto:bkruk@agro.uba.ar)), DE LA FUENTE, E. (Cátedra de Cultivos Industriales FAUBA, Argentina – [fuentes@agro.uba.ar](mailto:fuentes@agro.uba.ar))

**RESUMEN:** Las señales emitidas por el cultivo de soja y las malezas que lo acompañan impactan diferencialmente la actividad de los herbívoros y sus enemigos naturales, y a su vez la actividad de los herbívoros condiciona la emisión de señales volátiles. Estas señales varían según el tipo de metabolito secundario que produce cada especie y la herbivoría. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de las señales emitidas por soja pura o en mezclas con *Artemisia annua* y *Chenopodium album*, con y sin herbivoría de *Anticarsia gemmatalis* sobre la estructura y la diversidad de la comunidad de insectos del cultivo. Se realizaron experimentos a campo con un diseño completamente aleatorizado en arreglo factorial con tres repeticiones. Los factores fueron: i) 5 niveles de densidad: soja pura, soja + 2 y 4 plantas de *A. annua*/m<sup>2</sup> y 2 y 4 plantas de *C. album*/m<sup>2</sup> y ii) 2 niveles de herbivoría: con y sin. Para generar la herbivoría de *A. gemmatalis* se introdujeron 100 larvas neonatas en las plantas centrales de cada parcela, para evaluar la comunidad de insectos se colocaron trampas “pitfall” en el centro de las parcelas. Las señales químicas asociadas a cada tratamiento se evaluaron a través de una nariz electrónica. Los resultados muestran distintos grupos de insectos asociados a la soja pura y a las mezclas soja+A. *annua* y soja/ *C. album*; a su vez estos resultados coinciden con las huellas detectadas por la nariz en cada mezcla. Se encontró mayor diversidad y abundancia de especies en las mezclas con *A. annua*.

**Palabras clave:** soja, insectos, enemigos naturales, diversidad

### **INTRODUCCION**

En los últimos 100 años la producción agrícola evolucionó de manera similar en todas las regiones agrícolas del mundo. Hubo tanto una continua expansión del área cultivada como un aumento sostenido de la productividad por unidad de superficie, lograda gracias a las innovaciones tecnológicas en la genética de los cultivos, en el manejo de los mismos y en el uso de subsidios energéticos. Durante los últimos 20 años en particular, las tecnologías disponibles impulsaron la especialización de los sistemas agrícolas para facilitar su manejo y maximizar la captura de recursos por parte de los cultivos. DE LA FUENTE et al. (2010), encontraron disminuciones en la riqueza de especies de malezas (dicotiledóneas, perennes y exóticas) y artrópodos con el incremento de la superficie sembrada con soja, lo

que coloca a muchas especies en peligro de extinción. Una de las soluciones posibles a esta problemática hace foco en la diversificación del sistema productivo, al utilizar especies acompañantes que tengan algún impacto favorable sobre algún servicio del ecosistema, como la regulación de las adversidades bióticas o el incremento de la fauna de insectos benéficos (LANDIS et al., 2000; MCPHERSON & BUSS, 2007; MORAES et al., 2005). De esta forma se plantea la posibilidad de que el cultivo conviva con algunas especies consideradas “ingenieras del sistema” ya sea sembrándolo en policulturas o permitiendo la coexistencia del cultivo con especies consideradas malezas. El incremento de la biodiversidad dentro del sistema agrícola podría traer beneficios como la disminución de riesgo por invasión de especies vegetales, pestes y enfermedades a través del aumento del control biológico o directo. Numerosos autores muestran la disminución en la población de insectos perjudiciales en sistemas de cultivos mixtos cuando son comparados con monoculturas (MALÉZIEUX et al., 2009).

La emisión de señales químicas entre el cultivo y las malezas que lo acompañan impactan diferencialmente la actividad de los herbívoros y sus enemigos naturales. Las respuestas frente a estas interacciones dependen de la proporción relativa de cada especie en la mezcla y de los mecanismos involucrados *i.e.* competencia, herbivoría, alelopatía, atracción de enemigos naturales. La competencia intra e inter específica puede incrementar el daño por insectos herbívoros y/o disminuir las defensas de la plantas (BALLARÉ, 1987; 2012; GREEN-TRACEWICZ et al., 2012; LIU, 2009). A su vez, la herbivoría promueve la emisión de señales químicas que puede estar relacionada con la llegada de insectos benéficos al sistema (HAILE et al., 1998; HAMMERSCHMIDT, 1999; SINGER, 2000; TURLINGS et al., 2006). Las malezas pueden generar un factor de dilución dentro del cultivo. En especial, aquellas productoras de metabolitos secundarios de base carbonada como los terpenos volátiles (*i.e.* *A. annua*), pueden ejercer un efecto indirecto sobre la comunidad de insectos asociada al cultivo (atracción y/o repulsión), a su vez la liberación de estos compuestos pueden actuar promoviendo la producción de fitoalexinas por parte del cultivo soja. Asimismo, *C. album*, maleza productora de metabolitos secundarios de base nitrogenada, puede ser una fuente alternativo de alimento, incrementando el efecto de dilución de alimento dentro del sistema reduciendo el consumo del insecto sobre el cultivo. Por otra parte, estas señales desempeñan diversos roles en las defensas inducidas de las plantas vecinas (BEZEMER et al., 2003; HEIL & KOST, 2006; MUMM et al., 2008; ARIMURA et al., 2010), demostrando que las señales químicas emitidas por las plantas actúan no solo como atrayente de enemigos naturales sino también como fuente de información, permitiendo a otras plantas ajustar sus propias estrategias de defensa.

Los datos sugieren que la combinación de los compuestos químicos producidos por las plantas condiciona la llegada de los enemigos naturales, y que esto a su vez conlleva a

impactos positivos en el sistema. Sin embargo, hasta el presente nunca se habían evaluado las señales que produce el cultivo sólo o en combinación con las malezas, ni su efecto sobre diversidad específica y funcional de las comunidades de insectos asociadas.

## MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en el campo experimental de FAUBA (34° 35' lat. S, 58° 25' long. O y 25 m s.n.m). Se implementó un diseño en arreglo factorial completamente aleatorizado con tres repeticiones. Los factores fueron: i) 3 niveles de densidad: soja pura, soja + 2 y 4 plantas de *A. annua*/m<sup>2</sup> y ii) 2 niveles de herbivoría de *A. gemmatalis*: con y sin herbívoros, dando como resultado 6 combinaciones. Esto conformó un total de 18 unidades experimentales (parcelas) de 1 m<sup>2</sup> delimitadas entre sí por una tela de tul para evitar el traslado de orugas entre unidades experimentales. Para generar la herbivoría se introdujeron 100 orugas neonatas de *A. gemmatalis* por parcela. Para evaluar las señales químicas (huellas olfativas), se realizaron mediciones periódicas con la nariz electrónica. Por otra parte, en estados avanzados de la fase reproductiva cultivo (R5 - Madurez) se realizaron periódicamente muestreos de insectos con trampas "pitfall" ubicadas en el centro de cada parcela (TONKYN, 1980). La estructura funcional se analizó en términos de herbívoros y no herbívoros. La diversidad específica y funcional se estimó a partir de la riqueza de especies y grupos funcionales (herbívoros y no herbívoros) (RICHARDS & DAVIES 1984, ARROYO VARELA & VIÑUELA SANDOVAL 1991, MORRONE & COSCARÓN 1998).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las principales diferencias entre las huellas olfativas de soja y las mezclas soja + *A. annua* y soja / *C. album* están asociadas a los sensores 1, 2, 3 y 4. Las principales diferencias entre las señales de los tratamientos con herbivoría están asociadas a los sensores 1 y 8 (Figura 1).

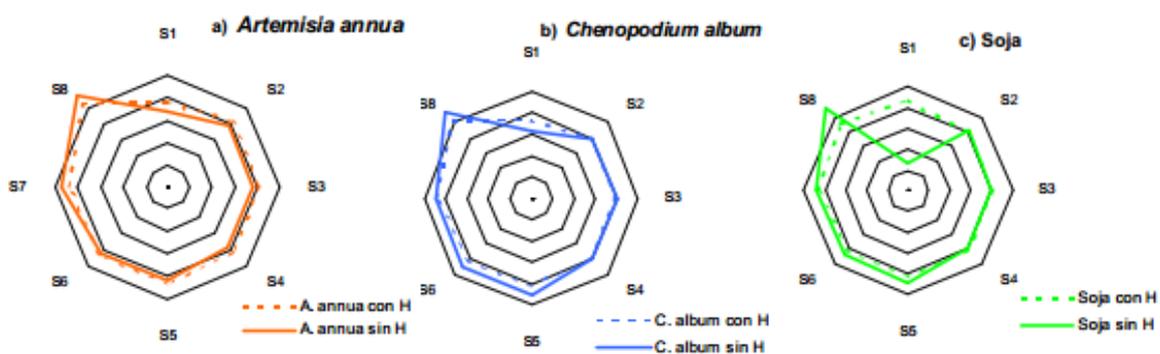


Figura 1. Representación esquemática de las señales olfativas emitidas por algunos tratamientos agrupados por especie a) *A. annua*; c) Soja, con (línea llena) y sin (línea punteada) herbivoría.

Se encontraron distintos grupos de insectos asociados a la soja pura y a las mezclas soja + *A. annua*. Además se encontró mayor diversidad y abundancia de especies en las mezclas con *A. annua* (Tabla 1).

Tabla 1. Orden, familia y función de las morfoespecies muestreadas en los tratamientos de soja pura, soja - *A. annua* y soja - *C. album*.

Orden	Familia	fn	Especie	TRATAMIENTOS											Total			
				Artemisia annua					Chenopodium album				Glycine max					
				2AR+H	2 AR	4AR+H	4 AR	AR Pura	2CH+H	2CH	4CH+H	4CH	Soja+H	Soja				
				Frecuencia														
Diptera	Dolichopodidae	NH	<i>Gymnopterus sp.</i>	0,66	0,33	0,33	0,33	0,33		0,66	0,66	0,33	0,66	0,33	0,66	0,33	0,66	11
Hemiptera	Anthocoridae	NH	<i>Orius insidiosus</i>	0,66	0,66			0,66		0,33	0,66	0,33	0,66	0,66	0,66	0,66	1	9
Hemiptera	Cercopidae	H	<i>Zulia entrerriana</i>	0,33	1	0,33	0,66	1		0,33	0,66	0,66	0,33	0,33	0,33			10
Hymenoptera	Apidae	H	<i>Apis mellifera</i>	0,33				0,33		0,33	0,66	0,33	0,33	0,33	0,33	0,66		9
Lepidoptera	Noctuidae	H	<i>Helicoverpa armigera</i>	0,33			0,66			0,33				0,33		0,33		5
Aranae	Dictynidae	NH												0,33	0,33			3
Hymenoptera	Vespidae	NH	<i>Polistes sp.</i>	0,33	0,66	0,66	0,33	1		0,33		0,33	0,33					8
Hemiptera	Pentatomidae	H	<i>Piezodorus guildinii</i>	0,66	0,33	0,66		0,66			0,33	0,66						6
Hemiptera	Cicadellidae	H	<i>Empoasca sp.</i>		0,33	0,33	0,33	0,33				0,33						5
Coleoptera	Curculionidae	H	<i>Sitophilus sp.</i>	0,33	0,33		0,66	0,33										4
Hymenoptera	Halictidae	H	<i>Augochloropsis</i>	0,33		0,66								0,33				3
Lepidoptera	Pieridae	H	<i>Colias lesbia</i>	0,33														1
Lepidoptera		H	Morfotipo 1		0,33		0,33											2
Hemiptera	Tingitidae	H	Morfotipo 2		0,33													1
Coleoptera	Chrysomelidae	H	<i>Diabrotica speciosa</i>					0,33										1
Coleoptera	Coccinellidae	NH	<i>Coleomegilla quadrifasciata</i>					0,33							0,33			2
Odonata	Coenagrionidae	NH	<i>Acanthagrion sp.</i>										0,33					1
			Morfotipo 3									0,33						1
Coleoptera	Dysticidae	NH	Morfotipo 4												0,33			1
Hymenoptera	Apidae	H	<i>Bombus atratus</i>													0,33		1
Hymenoptera			Morfotipo 5													0,33		1
<b>Riqueza</b>				10	9	7	8	10		6	5	8	9	7	6			
<b>Riqueza No herbívoros</b>				3	3	3	2	4		3	2	3	5	5	2			
<b>Riqueza de herbívoros</b>				7	6	4	6	6		3	3	4	4	2	3			
<b>Abundancia MEDIA</b>				5,67	5,67	4,00	4,00	7,00		2,67	4,67	4,00	4,67	2,67	4,33			

## CONCLUSIONES

Los resultados muestran distintos grupos de insectos asociados a las comunidades de soja pura y a las mezclas de soja + *A. annua* y soja + *C. album*. Se encontró mayor diversidad y abundancia de especies en las mezclas con *A. annua*. Además se encontraron diferencias en las señales emitidas por los tratamientos con y sin herbivoría. Los datos muestran un posible efecto positivo de la “maleza” *Artemisia annua* sobre la biodiversidad de artrópodos del sistema, además se sugiere un posible efecto indirecto sobre el control biológico, a través de la atracción de potenciales enemigos naturales de la oruga defoliadora por medio de los compuestos volátiles liberados por la planta acompañante.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ARIMURA G. et al. Acquired immunity to herbivory and allelopathy caused by airborne plant emissions. *Phytochemistry*. 71: 1642-1649, 2010.
- ARROYO V. M. & VIÑUELA S. E. 1991. Introducción a la entomología/R.G. Davies. Versión española. Mundi-Prensa. Madrid.
- BALLARÉ C. et al. Early detection of neighbouring plants by phytochrome perception of spectral changes in reflected sunlight. *Plant Cell Environ*. 10: 551–557, 1987.

- BALLARÉ C. et al. Canopy light and plant health. **Plant Physiology**. 160: 145-155, 2012.
- BEZEMER T. M et al. Interactions between above- and belowground insect herbivores as mediated by the plant defense system. **OIKOS**. 101: 555–562, 2003.
- DE LA FUENTE E. et al. Weed and arthropod communities in soybean as related to crop productivity and land use in the Rolling Pampa, Argentina. **Weed Research**. 50: 567-571, 2010.
- GREEN-TRACEWICZ E et al. Light quality and the critical period for weed control in Soybean. **Weed Science**. 60 (1): 86-91, 2012.
- HAILE F. et al. Soybean cultivars and insect defoliation: yield loss and economic injury levels. 90: 344-352, 1998.
- HAMMERSCHMIDT, R. PHYTOALEXINS: What have we learned after 60 years? **Annu. Rev. Phytopathol.** 37:285–306, 1999.
- LANDIS D. et al. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Ann. Rev. Entomol.** 45: 175-201, 2000.
- LIU J. et al. The importance of light quality in crop–weed competition. **Weed Res.** 49:217–224, 2009.
- MALÉZIEUX E. et al. Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review. **Agron. Sustain. Dev.** 29: 43-62, 2009.
- MCPHERSON R. & BUSS G. Evaluating lepidopteran defoliation resistance in soybean breeding lines containing the Stink Bug (Hemiptera: Pentatomidae) Resistance IAC-100 Cultivar in Their Pedigrees. **Journal of Economic Entomology**. 100: 962-968, 2007.
- MORAES M. et al. Induced volatiles in soybean and pigeon pea plants artificially infested with the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros*, and their effect on the egg parasitoid, *Telenomus podisi*. **Entomologic Experimentalis et Applicata**. 115: 227-237, 2005.
- MORRONE J. & COSCARÓN S. Biodiversidad de artrópodos argentinos. Una perspectiva biotaxonomía. Ediciones Sur. La Plata, Argentina, 1998.
- MUMM R. et al. Significance of terpenoids in induced indirect plant defence against herbivorous arthropods. **Plant, Cell and Environment**. 31: 575–585, 2008.
- RICHARDS O., DAVIES R. **Tratado de Entomología Imms**. Volumen 2. Ed. Omega, Barcelona, 1984.
- SINGER J. Soybean Light Interception and Yield Response to Row Spacing and Biomass Removal. **Crop Science**. 41: 424-429, 2001.
- TONKYN D. The formula for the volume sample by a sweep net. *Annals of the Entomological Society of America*. 73 (4): 452 -454. Turlings T. C. J., Tumlinson J. H., Lewis W. J. 1990. Exploitation of herbivore-induced plant odors by host-seeking parasitic wasps. **Science**. 250: 1251-1253, 1980.
- TURLINGS T. & J. TON. Exploiting scents of distress the prospect of manipulating herbivore-induced plant odours to enhance the control of agricultural pests. **Current Opinion in Plant Biology**. 9: 421–427, 2006.