

# Las arañas y su papel como agentes de control biológico natural

## Eficacia de la instalación de plantas arbustivas autóctonas entre cultivos de invernadero

**Estefanía Rodríguez<sup>1</sup>, Mónica González<sup>2</sup>, Belén Cotes<sup>3</sup>, Gemma Clemente-Orta<sup>2</sup>, Eva de Mas<sup>4</sup>, Emilio Benítez<sup>5</sup>, Mercedes Campos<sup>5</sup>.**

<sup>1</sup> IFAPA, Centro La Mojonera, Almería.

<sup>2</sup> Estación Experimental Cajamar, El Ejido, Almería.

<sup>3</sup> Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, Sweden

<sup>4</sup> Estación Experimental del Zaidín, CSIC, Granada.

<sup>5</sup> Estación Experimental de Zonas Áridas, CSIC, Almería.

**El objetivo de este trabajo ha sido estudiar cómo se relaciona la abundancia de arañas con la de las principales plagas que son vectores de las virosis que afectan a los cultivos hortícolas protegidos: la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y el trips de las flores (*Frankliniella occidentalis*); y cómo se relaciona la abundancia de las arañas con la de los enemigos naturales específicos de dichas plagas. Este conocimiento resulta fundamental para el correcto diseño de futuros setos entre los invernaderos.**

Las comarcas litorales de Campo de Dalías, Campo de Níjar y Bajo Andarax, situadas en la provincia de Almería, concentran la mayor superficie de cultivos bajo plástico de Europa, un total 31.034 hectáreas de invernaderos, que conforman lo que se conoce como “mar de plástico” (foto 1). Desde su inicio a principios de la década de 1960 hasta la actualidad, el desarrollo a gran escala de la horticultura en Almería, se puede atribuir a la convergencia de varios factores que desembocaron en el “milagro almeriense”, y que supuso un exitoso cam-

bio en el modelo de la economía agrícola de la provincia.

No obstante, desde prácticamente el inicio, los agricultores e investigadores se enfrentan al problema que emerge de la intensificación de la agricultura: una mayor vulnerabilidad de los cultivos a plagas y enfermedades, que pueden alcanzar niveles devastadores en monocultivos a gran escala. En Almería, el caso más reciente ocurrió en el cultivo del calabacín, afectado desde 2014 por el virus de Nueva Delhi, una virosis transmitida por mosca blanca. Sólo la aplicación de Estrategias de Ma-



nejo Integrado de Plagas (MIP) ha permitido mantener la sanidad de los cultivos hortícolas dentro de niveles económicamente aceptables. El MIP se basa principalmente en: medidas culturales que mejoran la hermeticidad de los invernaderos; en una mejor gestión de residuos agrícolas que son fuente de problemas fitosanitarios; en el uso racional de insecticidas; y en la utilización de organismos de control biológico para combatir las principales plagas, y que son liberados a dosis establecidas dentro del invernadero (Lozano y col., 2010; Téllez y col. 2017).

Actualmente, y como complemento al MIP, nuestro grupo de investigación trabaja con estrategias prácticas que diversifiquen la horticultura protegida en Almería, con el objetivo de reducir su vulnerabilidad ecológica a nivel paisajístico. La creación de setos con vegetación autóctona entre invernaderos, puede ser una de las estrategias más factibles para conseguir este objetivo.

Las plantas autóctonas son las adecuadas para conformar setos, ya que están bien adaptadas a las condiciones edafo-climáticas de la zona, y al ser nativas, contribuyen a fomentar la diversidad local. La diversificación en el paisaje agrícola mejora las oportunidades ambientales para la artrópodo-fauna beneficiosa, incrementando el control biológico natural. Las plantas proporcionan polen y néctar (alimento indispensable para la mayoría de depredadores y parasitoides de las plagas), así como refugio, presas alternativas, sitios de apareamiento y/o nidificación (Landis y col., 2000). No obstante, si se desea utilizar la manipulación del hábitat como herramienta ecológica para el control de plagas, la diversidad debe estar planificada, y debe tener una función directa: no actuar como fuente de plagas y enfermedades, y favorecer la presencia de la artrópodo-fauna beneficiosa. Por ello, el diseño de estos setos ha tenido en cuenta una serie de requisitos previos.



Foto 1. Paisaje agrícola de invernaderos. Según la Cartografía de invernaderos en Almería, Granada y Málaga de la Junta de Andalucía, Almería cuenta con 30.000 hectáreas de invernaderos.



*La abundancia de las dos plagas estudiadas, mosca blanca y trips de las flores, tuvo un efecto significativo sobre la abundancia de las cazadoras activas en aquellas especies vegetales donde, presa (plaga) y depredador (araña), estuvieron presentes*

En primer lugar, se hizo una prospección de campo donde se constató, mediante técnicas bioquímicas y moleculares, que las plantas nativas más comunes en los alrededores de los invernaderos, no suelen ser reservorios de las principales enfermedades víricas que afectan a los cultivos hortícolas (Rodríguez y col., 2014). En segundo lugar, se hizo una selección de plantas candidatas para conformar los futuros setos. La selección se basó en la presencia de atributos funcionales en las plantas, y que son conocidos por favorecer la abundancia y la diversidad de enemigos naturales (Rodríguez y col., 2012).

Otra premisa importante es que dichas plantas estén disponibles comercialmente en viveros forestales. Una vez seleccionadas las plantas, éstas se establecieron en una parcela experimental de 800 m<sup>2</sup>, rodeada de invernaderos, en la Estación Experimental Cajamar (El Ejido, Almería), y que trata de imitar un hábitat semi-natural. Posteriormente, mediante muestreos mensuales, se estudió durante un año, cómo las principales plagas y el resto de la artrópodo-fauna utilizan estas plantas, y si la dinámica que siguen, coincide con la que ocurre dentro de los invernaderos (Rodríguez y col., 2017).

Uno de los grupos de artrópodos capturados más abundantes en estas plantas fueron las arañas (orden Araneae). Las arañas son muy numerosas, diversas y ubicuas en los hábitats terrestres, tanto naturales como agrícolas. Se sitúan en la parte alta de la cadena trófica y son depredadores generalistas. Presentan diferentes modos de caza: las arañas que cazan al acecho o por emboscada y las arañas que cazan construyendo telas. Su papel como agentes de control biológico natural en los cultivos está bien documentado. Sin em-

bargo, su naturaleza generalista, hace que practiquen el canibalismo y la depredación intragremial, es decir, se alimentan de otros depredadores, teniendo un efecto negativo sobre el control biológico. Además, las arañas pueden tener efectos indirectos sobre otros grupos, ya que su presencia puede provocar cambios en el comportamiento de otros artrópodos (como las plagas o sus enemigos naturales) que huyen, o se esconden de ellas (Wise 1993). En base a todo esto, su papel como agentes de control biológico en los agro-ecosistemas debe ser estudiado.

Por ello, el objetivo planteado fue estudiar cómo se relaciona su abundancia con la de las principales plagas que son vectores de las virosis que afectan a los cultivos hortícolas protegidos: la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y el trips de flores (*Frankliniella occidentalis*); y cómo se relaciona la abundancia de las arañas con la de los enemigos naturales específicos de estas. Su conocimiento es fundamental para el correcto diseño de futuros setos entre los invernaderos. Favoreciendo la presencia de plantas que alberguen arañas depredadoras de plagas se pueden crear barreras fitosanitarias que disminuyan las poblaciones de plagas en el exterior e impidan su entrada en los invernaderos.

## Composición de las arañas capturadas

Se han recolectado un total de 1.301 arañas. El 50,6% de las capturas se correspondieron con arañas constructoras de tela, y el 49,4% con arañas que cazan de forma activa (**cuadro I**). La diversidad encontrada dentro del gremio de las formadoras de tela fue muy baja, siendo la especie de araneido *Neoscona subfusca* la más abundante, representando el 79% (**cuadro I, foto 2**). La diversidad encontrada en el gremio de las cazadoras activas fue mayor. Los salticidos o arañas saltadoras estuvieron representados por dos

### CUADRO I

FRECUENCIA (%) DE ARAÑAS RECOLECTADAS EN 21 ARBUSTOS AUTÓCTONOS PLANTADOS EN UNA PARCELA EXPERIMENTAL RODEADA DE INVERNADEROS.

Taxa (Araneae)	Frecuencia (%)
Formadoras de tela	50,6
Juveniles	13,1
Araneidae [ <i>Neoscona subfusca</i> ]	78,7
Araneidae ( sp.1 sp. 2 sp. 3)	4,7
Theridiidae [ <i>Anelosimus aulicus</i> ]	1,5
Linyphiidae/Tetragnatidae/Pholcidae	2,0
Cazadoras activas (sin tela)	49,4
Salticidae [ <i>Thyene imperialis</i> ]	23,2
Salticidae [ <i>Heliophanus aeneus</i> ]	13,7
Thomisidae [ <i>Xysticus kochi</i> ]	20,8
Thomisidae [ <i>Thomisus onustus</i> ]	4,7
Thomisidae [ <i>Xysticus bufo</i> ]	0,6
Oxyopidae [ <i>Oxyopes spp.</i> ]	10,0
Oxyopidae [ <i>Peucetia viridans</i> ]	0,5
Philodromidae [ <i>Pulchellodromus spp.</i> ]	21,1
Philodromidae [ <i>Philodromus dispar</i> ]	4,5
Liocranidae/Lycosidae	0,9



Foto 2. *Neoscona subfusca* (Fam. Araneidae), la especie de araña recolectada más abundante. Su abundancia estuvo relacionada con la de los alados de mosca blanca, siendo depredadores potenciales del estado adulto de esta plaga. Foto: Faluke.



Foto 3. *Thyene imperialis* (Familia Salticidae). El comportamiento de los salticidos está muy determinado por su excepcional visión. Foto: E. de Mas.

especies: *Thyene imperialis* y *Heliophanus aeneus* (**fotos 3 y 4**). Los tomisidos o arañas cangrejo estuvieron representados por tres especies: *Xysticus kochi*, *Thomisus onustus*, *Xysticus bufo*, siendo *X. kochi* la más abundante (**fotos 5 a 7**). Los filodromidos estuvieron representados por dos especies: *Pulchellodromus* sp. y *Philodromus dispar* (**foto 8**). Las arañas lince u oxiópodos estuvieron representados por dos especies: *Oxyopes* sp. y *Peucetia*

*viridans* (**foto 9**). *P. viridans* es una especie que tiene preferencia por cazar en arbustos que poseen tricomas glandulares.

## Arañas para el control de mosca blanca y trips

La abundancia de las dos plagas estudiadas, mosca blanca y trips de las flores, tuvo un efecto significativo sobre la abundancia de las cazadoras activas en aque-

llas especies vegetales donde, presa (plaga) y depredador (araña), estuvieron presentes. Que la abundancia de las plagas en determinadas especies de plantas, explique la abundancia de las arañas, indica que estas dos plagas son presa potencial para las arañas (**cuadro II**). De hecho, los tomísidos y el saltícido *Thyene imperialis* se citan como importantes depredadores de mosca blanca en cultivo de algodón, donde este insecto es también una plaga principal. También, el tomísido *Xysticus kochi* está citado como depredador efectivo del trips de las flores en cultivos de pimiento de invernadero.

Sin embargo, sólo las poblaciones de mosca blanca, no las de trips, tuvieron un efecto significativo sobre las poblaciones de arañas formadoras de tela, indicando que la mosca blanca es presa potencial para este grupo de arañas, pero el trips de las flores no (**cuadro II**).

En este sentido, hay trabajos que han cuantificado restos de mosca blanca en el aparato digestivo de arañas formadoras de tela del género *Neoscona* sp. en cultivos de algodón. Las arañas formadoras de tela, presentan una baja frecuencia de alimentación debido a su pequeño tamaño. Sin embargo, esto se puede ver compensado porque alcanza poblaciones muy numerosas, jugando un papel importante en la regulación de las poblaciones de los insectos. Estas arañas además, pueden tener beneficios adicionales sobre el control de ciertas plagas, incrementando su mortalidad al quedar atrapadas en sus telas, aunque no sean necesariamente consumidas. De hecho, adultos de mosca blanca quedan atrapados en las telas construidas por estas arañas, sobre plantas que rodean los cultivos de invernadero en la zona de estudio (**foto 10**).

Para poder observar con más detalle las relaciones de abundancia entre las arañas, las plagas y los enemigos naturales específicos de éstas en las plantas durante los meses de muestreo, los datos se

## CUADRO II

RESULTADOS DE LOS MODELOS GAM (MODELO ADITIVO GENERALIZADO) PARA ANALIZAR LA ABUNDANCIA DE LAS ARAÑAS CAZADORAS ACTIVAS Y LAS ARAÑAS FORMADORAS DE TELA CON RESPECTO A LAS VARIABLES INTRODUCIDAS EN EL MODELO: PLAGAS, ESPECIE DE PLANTA Y MES DE MUESTREO.

Modelo	Variable	X <sup>2</sup>	df	p Valor
GAM cazadoras activas	Abundancia de mosca blanca	18.771	1	<0.001
	Abundancia de trips de las flores	7.943	1	<0.01
	Especie de planta	193.792	20	<0.001
	Mes de muestreo	113.1	8.35	<0.001
GAM constructoras de tela	Abundancia de mosca blanca	4.0544	1	<0.05
	Abundancia de trips de las flores	0.782	1	0.3765
	Especie de planta	164.204	20	<0.001
	Mes de muestreo	336	8.89	<0.001

Las plagas se midieron como la abundancia de mosca blanca [*Bemisia tabaci*] y trips de las flores [*Frankliniella occidentalis*] y las especies de plantas se correspondieron con los 21 arbustos autóctonos muestreados. Las covariables con valor por debajo de 0,05 son significativas en el modelo.



Foto 4. *Heliophanus aeneus* (Familia Salticidae). La abundancia de las cazadoras activas estuvo relacionada con la de las ninfas de mosca blanca, siendo depredadores potenciales del estado juvenil de esta plaga. Foto: Wikipedia.



Foto 6. *Thomisus onostus* (Fam. Thomisidae) es una especie que se mimetiza con el color de la flor donde espera en emboscada a cualquier presa que se acerque. Foto: E. de Mas.



Foto 5. *Xysticus kochi* (Fam. Thomisidae), una araña cangrejo citada como depredador del trips de las flores, *Frankliniella occidentalis*. Foto: Faluke.



Foto 7. *Xysticus bufo* como la mayoría de Thomisidae son cazadores de emboscada.

analizaron mediante un análisis de redundancia (RDA) (Rodríguez y col., 2018). Se trata de un método estadístico que permite estudiar la mayor correlación posible entre las variables, e interpretar cuáles son las variables de mayor peso en la distribución de los organismos.

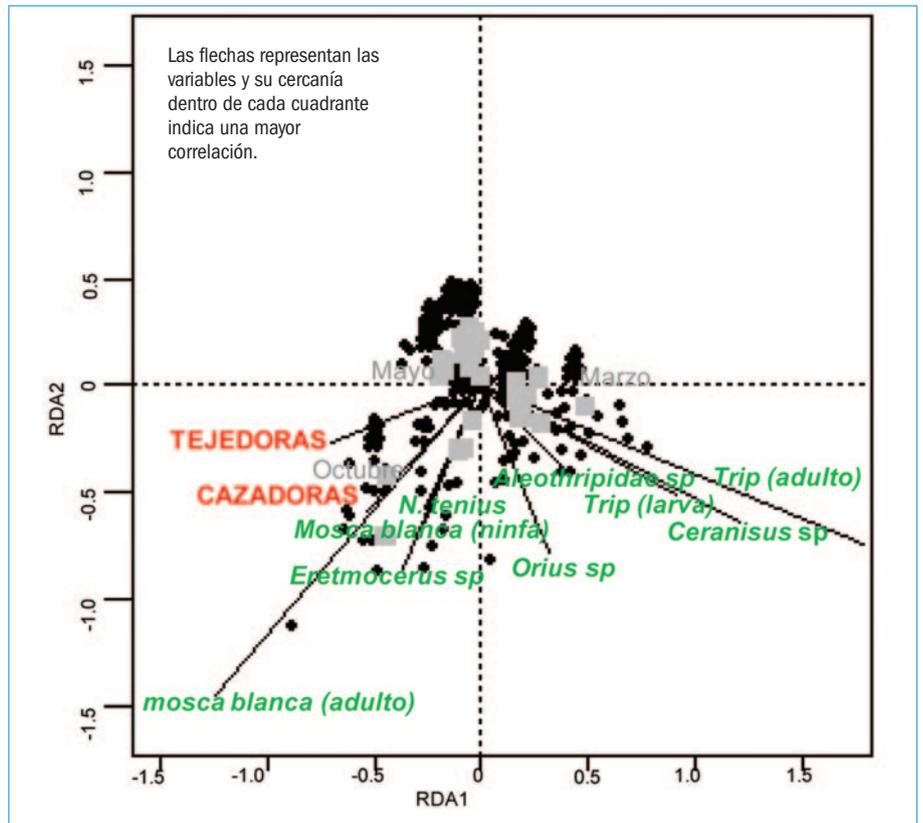
En la **figura 1** se observa que la abundancia de las arañas que cazan de forma activa está correlacionada con la abundancia de adultos pero también con las ninfas de mosca blanca, mientras que los adultos de mosca blanca correlacionan con las arañas formadoras de tela. Esto se puede interpretar como que las ninfas de mosca blanca son presa potencial para las cazadoras, mientras que los adultos lo son para ambos gremios, cazadoras y formadoras de tela.

Las ninfas de mosca blanca son sésiles y permanecen adheridas al envés de las hojas alimentándose hasta que alcanzan la madurez, resultando presas potenciales para las cazadoras que caminan por las plantas en busca de presas. Por el contrario, los adultos alados pueden ser cazados por las constructoras de tela. En definitiva, los distintos tipos de arañas pueden depredar sobre diferentes estados de una misma plaga, lográndose una complementariedad de nicho.

Las arañas cazadoras también correlacionaron con la avispiña *Eretmocerus mundus* (Fam. Aphelinidae), un parasitoides de ninfas de mosca blanca, indicando que la depredación intragremial puede ocurrir. Es posible que ninfas de mosca blanca que son depredadas por las arañas cazadoras, estén parasitadas por la avispiña. Sin embargo, la correlación de las arañas fue mayor con las ninfas de mosca blanca que con las avispiñas parasitoides, sugiriendo que la depredación intragremial no es tan habitual. No obstante estos resultados merecen ser mejor estudiados.

Al contrario de lo que mostraron los modelos estadísticos (**cuadro II**), el análisis por RDA no reveló ninguna correlación

**FIG. 1** Análisis de redundancia (RDA) mostrando la variación en la abundancia de las variables analizadas: arañas (cazadoras y formadoras de tela); plagas hortícolas (mosca blanca [*Bemisia tabaci*] y trips de las flores [*Frankliniella occidentalis*]); y sus respectivos enemigos naturales, con respecto a las variables nominales: especie de planta y mes de muestreo (■).



**Foto 8.** *Philodromus dispar* (Fam. Philodromidae). Los fidrómidos son reconocidos por su papel como controladores de plagas en frutales.





**Foto 9. *Peucetia viridans* (Fam. Oxyopidae).** La araña lince verde prefiere plantas "pegajosas" con tricomas glandulares. En este estudio se capturó exclusivamente en la especie *Dittrichia viscosa*. Foto: E. de Mas.



**Foto 10. Adultos de mosca blanca atrapados en la tela de araña sobre higuera (*Ficus carica*).** La abundancia de estas arañas estuvo relacionada con la de los adultos de mosca blanca, siendo potenciales depredadores del estado adulto de esta plaga. Foto: Jan van der Blom.

entre las arañas cazadoras y el trips de las flores. Las arañas fueron abundantes durante la primavera-verano, mientras el trips de las flores alcanza su mayor pico poblacional a partir de febrero y disminuye a finales de la primavera. Por lo tanto, es probable que no haya coincidencia temporal entre las arañas y el trips de las flores, o que coincidan en abundancia durante un corto periodo de tiempo, a finales de la primavera, pudiéndose dar alguna probabilidad de biocontrol.

Finalmente, el RDA mostró unas correlaciones muy interesantes desde el punto de vista del control biológico: la de *Eretmocerus mundus* con las ninfas de mosca blanca, la del depredador, *Nesidiocoris tenuis* (Heteroptera. Miridae) con las ninfas de mosca blanca, y en menor medida con los adultos, lo que se interpreta como depredación de este mío sobre los huevos y ninfas de mosca blanca, y la correlación del parasitoide, *Ceranisus* sp

(Hymenoptera, Eulophidae) con las larvas del trips de las flores. Ninguna araña mostró correlación con los enemigos naturales del trips de las flores.

## Conclusión

Los resultados evidencian que el control biológico natural sobre la mosca blanca y el trips de las flores por parte de los distintos enemigos naturales, entre ellas las arañas, ocurre en el exterior de los invernaderos.

La mosca blanca es presa potencial para arañas formadoras de tela y para las arañas que cazan activamente. Además, la diversidad de arañas favorece la complementariedad de nicho, ya que distintos gremios de arañas pueden depredar sobre diferentes estadios de esta plaga. Sin embargo, es posible que ocurra depredación intragremial entre las arañas y los enemigos naturales de la mosca blanca. Estos resultados que deberían ser abordados en futuros estudios.

El trips de las flores parece ser presa potencial para las arañas que cazan al

acecho o por emboscada, y no para las formadoras de tela. Los análisis evidencian que esta baja relación entre arañas y el trips de las flores pudiera deberse a una falta de coincidencia temporal entre los dos grupos, reduciéndose las posibilidades de biocontrol. ■

## BIBLIOGRAFÍA

- Cotes, B.; González, M.; Benítez, E.; De Mas E.; Clemente-Orta, G.; Campos, M.; Rodríguez, E. 2018. Spider communities and biological control in native habitats surrounding greenhouses. *Insects* 9, 33.
- Landis, D.A.; Wratten, S.D.; Gurr, G.M. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annu. Rev. Entomol.* 45, 175-201.
- Lozano, R.; Diane, F.; Camacho, F. 2010. Evolution of the phytosanitary control system in the intensive horticulture model of high yield in Almería (2005-2008). *J. Food, Agri. Environ.* 8, 330-338.
- Rodríguez, E.; Schwarzer, V.; Van der Blom, J.; Cabello, T.; Gonzalez, M. 2012. The selection of native insectary plants for landscaping in greenhouse areas of SE Spain. In *Land-scape Management for Functional Biodiversity IOBC/WPRS Bull.* Vol. 75, pp 73-76.
- Rodríguez, E.; van der Blom, J.; Gonzalez, M.; Sanchez, E.; Janssen, D.; Ruiz, L.; Elorrieta, M.A. 2014. Plantviruses and native vegetation in Mediterranean greenhouse areas. *Sci. Hortic.* 165, 171-174.
- Rodríguez, E.; Gonzalez, M.; Paredes, D.; Campos, M.; Benítez, E. 2017. Selecting native perennial plants for ecological intensification in Mediterranean greenhouse horticulture. *Bull. Entomol. Res.*, 1-11.
- Téllez, M.M.; Simon, A.; Rodríguez, E.; Janssen, D. 2017. Control of Tomato leaf curl New Delhi virus in zucchini using the predatory mite *Amblyseius swirskii*. *Bio. Control*, 114, 106-113.
- Wise, 1993. *D. Spiders in ecological webs* Cambridge University New York ISBN-13, p. 978-0521.

