

INCIDENCIA DE LAS INFESTACIONES DEL JOPO DEL GIRASOL EN ANDALUCIA

por: Mercedes Castejón Muñoz y Luis García Torres*

La introducción de nuevos cultivares ha frenado la expansión del jopo

Algunos cultivares considerados resistentes presentaron infestaciones

Indicios de aparición de nuevas razas

Pérdidas: 393 M pta



RESUMEN

A través de 533 encuestas a agricultores se ha estimado la extensión y gravedad de las infestaciones de jopo (*Orobanche cernua* Loelf) en Andalucía Occidental y su incidencia económica. La superficie prospectada fue de 17.201 ha (4.91% de las 350.000 ha cultivadas). Se han detectado infestaciones en el 50% de la superficie cultivada de girasol, si bien su intensidad fue media o grave en solo aproximadamente un 12% de la superficie cultivada. El nivel de las infestaciones varía mucho según zonas geográficas, siendo importante en determinadas zonas de Córdoba (Fernán-Núñez, Castro del Río) y Sevilla (Écija, Osuna), y de poca consideración en la provincia de Cádiz.

(*) Instituto de Agricultura Sostenible, CSIC. Córdoba

La introducción de cultivares resistentes que ha tenido lugar en los últimos años ha frenado considerablemente el daño causado por el jopo y la expansión de éste a nuevas áreas. No obstante, ésta, en términos generales, ha proseguido. Se estima que la reducción de cosecha debida al jopo ha causado en 1996 unas pérdidas de 393 M pta y una elevación de costes en el precio de las semillas de unos 198 M pta. Por otro lado, la aparición constatada de nuevas poblaciones o razas de jopo agresivas al material vegetal hasta ahora considerado como resistente añade un nuevo factor de incertidumbre.

INTRODUCCION

El jopo del girasol (*Orobanche cernua* Loelf) comenzó a tener importancia en Andalucía a principio de la década de 1980, en la zona del El Coronil (Sevilla), atacando entonces casi exclusivamente cultivares

comestibles o "de pipa blanca" (Castejón-Muñoz, 1989). Las infestaciones de dicha especie parásita fueron extendiéndose a áreas colindantes, y a su vez evolucionando, esto es adaptándose o parasitando nuevos cultivares de girasol, entre otros muchos oleaginosos o "de pipa negra". Así, ya en 1993, año en el que se llegaron a cultivar 600.000 ha de girasol en Andalucía, se observó la presencia de jopo en un 58% de los campos prospectados, causando entonces infestaciones graves en un 6% de los mismos, y en la mayoría de los cultivares oleaginosos entonces cultivados.

En los últimos 3 años, las infestaciones de jopo del girasol han estado en cierto modo contenidas por la introducción de nuevos cultivares comerciales (vulgarmente llamados "antijopo") con resistencia a las razas de jopo que aparentemente iban produciéndose. Esta ha sido la tarea preferente de la mayor parte de las empresas

de semillas que trabajan en el sector de las oleaginosas. Además, el Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero (INSPV) y la Red Andaluza de Experimentación Agraria (RAEA) ha estudiado la resistencia o susceptibilidad al jopo de los cultivares comerciales y de aquellos que estaban próximos a introducirse en el mercado. Algunos de los resultados de dichos organismos mostraban que algunos cultivares tenían un comportamiento desigual, en cuanto a resistencia al jopo se refiere, en determinados años y localidades. En cierto modo lo anterior se atribuye a las dificultades de obtención de semilla híbrida, en la que se admite un 5% aproximadamente de plantas de polinización extraparental ("fuera de tipo"), y que en este caso resultan susceptibles al jopo. No obstante, por otro lado, las plantas que resultan infestadas puede también ser un indicio de la existencia de nuevas razas o poblaciones de jopo con diferente agresividad a las previamente conocidas.

Por otro lado, se ha estudiado la disminución del rendimiento que el jopo produce en la cosecha de girasol, pudiéndose esta describir mediante la siguiente ecuación lineal: $\%RC (\% \text{ reducción de cosecha}) = 1.7 \times SIJ (r^2=0.97)$, siendo SIJ la severidad de infección de jopo, o número medio de jopos emergidos por planta de girasol, o mediante la ecuación hiperbólica $\%RC = \text{Cosecha esperada (libre de jopo)} / (1 + 0.0687 \times SIJ)$ (García Torres *et al.* 1996).

En este informe se describen trabajos de prospección del cultivo del girasol llevados a cabo en 1996 con los objetivos siguientes:

1) determinar la incidencia de las infecciones de jopo según áreas geográficas de Andalucía Occidental.

2) estimar la incidencia de las infestaciones de jopo en cultivares considerados como resistentes y susceptibles.

3) estimar la daños económicos directos e indirectos causados por el jopo.

METODOLOGIA

Encuesta a los agricultores. Se elaboró una encuesta para que los propios agricultores evaluaran la incidencia del jopo en sus fincas. Dicha encuesta recogía las siguientes variables: ubicación geográfica de la finca, superficie dedicada a cada cultivar de girasol y nivel de infección de cada uno de ellos. Esto último se determinó mediante la siguiente escala de 1-5, en la que 0 indica nula presencia o ausencia de jopos; 1: infestación muy baja (infestación media aproximada 0.2 jopos/ planta); 2: baja (1 jopos/ planta); 3: media-apreciable (4 jopos/ planta); 4: alta (10 jopos/ planta); y 5: muy grave (>15 jopos/ planta). Dicha encuesta se distribuyó a agricultores con la colaboración de agencias de extensión agraria, empresas de agroquímicos, y otras empresas/asociaciones de agricultores, siendo contestada por 533 agricultores.



Visitas a los agricultores. Simultáneamente a la realización de la encuesta antes descrita se visitaron a determinados agricultores (un 12% aproximadamente de los encuestados), que reportaron telefónicamente infestaciones de diverso grado en sus fincas (p.e. muy intensas o que aparecieron en cultivares antes considerados como resistentes) a fin de contrastar y/o evaluar conjuntamente las mismas.

Elaboración de datos. Basándose en la información de las encuestas se estimó a nivel comarca y regional lo siguiente:

a) La superficie de girasol prospectada en cada comarca, su infestación global media, según los niveles de infestación antes descritos y los cultivares utilizados.

b) La incidencia de las infestaciones de jopo en cultivares considerados susceptibles o resistentes al jopo. Para esto se consideró la clasificación de cultivares resistentes (Tabla 2) y susceptibles (Tabla 3) indicada para el año precedente por el INSPV y/o RAEA.

c) Las pérdidas directas de cosecha de girasol ocasionadas por las infecciones de jopo mediante la ecuación $\%RC (\% \text{ reducción de cosecha}) = 1.7 \times SIJ (r^2=0.97)$, antes descrita, y las indirectas causadas por un mayor precio de los cultivares de girasol resistente (500 pta/ kg). Dada la favorable pluviometría del año se consideró una cosecha media de girasol de 1700 kg/ha, y un precio por kg de semilla de girasol de 30 pta. Así mismo se consideró la dosis de siembra de girasol de 3.5 kg/ha de semilla.

INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE LAS INFESTACIONES EN DIVERSAS REGIONES

En la Tabla 1 se indica la superficie infestada de jopo según niveles de infección. De un total de 17.201 ha de girasol prospectadas en las provincias de Cádiz, Sevilla y Córdoba, el 50% no estaba infestada de jopo, un 38% estaba infestado a un nivel muy bajo o bajo, un 7 % presentaba una infestación media, y en un 5% la infestación eran graves o muy graves. Dado que en las provincias mencionadas se cultivaron en ese año unas 350.000 ha de girasol, se estima pues que el jopo estuvo presente en unas 175.000 ha, si bien de forma muy débil, y por consiguiente sin repercusión en la cosecha, en unas 133.000 ha. Si ya tuvo una directa repercusión en la cosecha, como se indicará más adelante, en unas 42.000 ha. Además, al ser la rotación trigo-girasol muy predominante en esa región, y ocurrir con una frecuencia aproximada de 0.8, la superficie realmente infestada, o sea que contiene semilla de jopo en el suelo, se puede estimar en unas 280.000 ha ($2 \times 0.8 \times 175.000$), de las que 67.200 ha contienen un nivel medio ó alto de semillas en el suelo. Más aún, las superficie realmente infestada es mayor si se considera que un 32% de la superficie de Andalucía (5.563 ha sobre un total 17.201 ha, según datos de esta encuesta) se sembró con cultivares resistentes, precisamente en las zonas más in-

festadas, y que en un 59% de los campos mostraron completa resistencia (Tabla 2).

Se apreciaron grandes diferencias entre comarcas en la extensión y severidad de las infestaciones de jopo. Así, mientras que en Arcos de la Frontera aún no se han observado, y son también escasas en Palma de Río (14% de la superficie), en otras áreas están ya muy extendidas, por ejemplo en Fernán Nuñez (96%), Castro del Río (94%), Osuna (70%) y Ecija (62%). En lo que se refiere a la intensidad de la infestaciones fueron importantes (medias o graves) en el área de Castro (68%), Córdoba-Carpio (59%), Carmona (22%) y Fernán Nuñez (19%).

INFESTACIONES DE JOPO SEGUN CULTIVARES

En la Tabla 2 se indica la incidencia de las infestaciones de jopo en los cultivares considerados resistentes. Akita, Elisol, Iso-92, Medallón y Santorio no presentaron infestación alguna de jopo, si bien el número de campos prospectado de estos cultivares fue muy pequeño (1 ó 2, salvo de Elisol que se prospectaron 8 campos). Los otros 8 cultivares considerados como resistentes si mostraron infestaciones de jopo, en algún caso incluso media o grave: D. José (7%), Korralón (6%), Odil (19%) y Trueno (5%).

En esta prospección se obtuvieron datos de 53 cultivares considerados susceptibles al jopo. La frecuencia, o número de campos prospectados de cada uno de los culti-



vares fue muy variable en número (de 1 a 32 campos) y en superficie total prospectada (de 6 a 1721 ha). No obstante, la mayor parte de ellos mostraron infestación en alguno de los campos prospectados. En la tabla 3 se indican los niveles de infestación de los 16 cultivares susceptibles que apa-

recieron con mayor frecuencia en este estudio (5 ó más campos prospectados; o más de 200 ha prospectadas en total). Entre los menos infestados cabe destacar a SH-26 y Cibeles, en los que el 94.6% y 89% de la superficie prospectada de los mismos no estaba infestada de jopo, res-

Tabla 1
INFESTACIONES DEL JOPO DE GIRASOL SEGUN COMARCAS Y NIVELES DE INFECCION

Comarcas	Nº de campos prospectados	Superficie prospectada (ha)	Niveles de infestación*									
			0	1	2	3	4	5				
Arcos de la Fra.	31	790	790 (100)**	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Villamartín	11	439	324 (74)	85 (19)	-	-	-	-	-	-	30 (7)	-
Lebrija	31	322	252 (78)	54 (17)	-	-	16 (5)	-	-	-	-	-
Utrera	38	1878	1278 (68)	538 (29)	3 (0.2)	16 (1)	12 (0.6)	31 (2)	-	-	-	-
Morón	25	2080	970 (47)	615 (30)	320 (15)	-	-	-	-	175 (8)	-	-
Osuna	30	1319	392 (30)	472 (36)	295 (22)	160 (12)	-	-	-	-	-	-
Marchena	58	1782	1098 (62)	371 (21)	55 (3)	67 (4)	173 (10)	18 (1)	-	-	-	-
Carmona	90	2163	893 (42)	578 (27)	216 (10)	305 (14)	148 (7)	23 (1)	-	-	-	-
Ecija	69	2513	958 (38)	1405 (56)	-	-	-	100 (4)	50 (2)	-	-	-
Palma del Río	25	1316	1136 (86)	130 (10)	8 (0.6)	12 (1)	16 (1.3)	14 (1)	-	-	-	-
La Carlota	18	358	220 (61)	76 (21)	52 (15)	-	10 (3)	-	-	-	-	-
Lucena	29	261	187 (72)	45 (17)	10 (4)	19 (7)	-	-	-	-	-	-
Castro	22	418	25 (6)	107 (26)	3 (0.7)	273 (65)	-	-	11 (3)	-	-	-
Fernán Nuñez	16	192	8 (4)	147 (77)	-	-	37 (19)	-	-	-	-	-
Córdoba-Carpio	40	1370	123 (8)	407 (29)	489 (35)	250 (18)	47 (3)	54 (3)	-	-	-	-
Total	533	17201	8654 (50)	5030 (29)	1451 (9)	1155 (7)	506 (3)	406 (2)				

*: 0, nula; 1: muy baja; 2: baja; 3: media-apreciable; 4: alta; 5: muy grave.

** Entre paréntesis se representa el % de la superficie infestada respecto a la prospectada para cada nivel de infección y localidad.

pectivamente. Por el contrario, Adalid, Albasol, Arbung (varios tipos), Coronil, Doblón, Florasol, Mastín, Toledo y VIP mostraron niveles de infestación variables, si bien elevados en su conjunto.

ESTIMACION DE LA INCIDENCIA ECONOMICA

Disminución directa de la producción del girasol debida al jopo. En la tabla 4 se indica la superficie prospectada de cultivares susceptibles y resistentes, según niveles de infestación, y la suma de ambas, así como la extrapolación de ésta a la superficie de Andalucía Occidental sembrada de girasol en 1996 (350.000 ha). Basándonos en la ecuación de pérdidas de cosecha causada por el jopo, antes reseñada, se ha estimado la pérdida de cosecha según niveles/ severidad de infestación, por hectárea y para la superficie total cultivada. De acuerdo con estas estimaciones las pérdidas directas debida al jopo ascendieron a

unos 13 M de kg, con un valor de mercado de 393 M de pesetas, lo que representa 1122 pta por ha de girasol cultivada.

Perjuicios económicos indirectos causados por el jopo. Los datos de esta encuesta ponen de manifiesto que se ha sembrado girasol considerado resistente al jopo en 5.563 ha de un total de 17.201 prospectadas (32.34%), que extrapoladas a la extensión real del girasol cultivado en Andalucía (350.000 ha) corresponde a unas 113.200 ha. En esta superficie la inversión extra en semillas de siembra puede estimarse en unos 198.1 M de pesetas (113.200 ha x 3.5 kg/ha x 500 pta/kg).

Por otro lado, en 1994 y 1995 se ha admitido en medios agronómicos conocedores del cultivo del girasol que la cosecha o rendimiento en aceite de los cultivares resistentes o "antijopo" introducidos en esos años era en términos generales algo inferior a los comercializados en años anteriores que muestran una alta susceptibilidad al jopo (Florasol, Alhama, Arbung, entre

otros), lo que de ser así agravaría aún más el daño indirecto causado por el jopo. No obstante, los resultados de diversos campos experimentales llevados a cabo en 1996, con una pluviometría ese año muy favorable, la producción de los híbridos susceptibles y resistentes al jopo fue similar (Anónimo, 1996).

COMENTARIOS FINALES

La introducción en los últimos años de cultivares resistentes ha frenado considerablemente la expansión del jopo. No obstante, algunos cultivares considerados resistentes han mostrado infestaciones de jopo muy por encima del límite máximo en el que normalmente se circunscriben dichos cultivares (5% de plantas "fuera de tipo"). Al margen de las dificultades de obtención de semilla híbrida, que explica la ocurrencia de dichas plantas "fuera de tipo", sobre todo en años secos como fueron 1994 y 1995, las infestaciones en culti-

Tabla 2
INFESTACIONES DE JOPO EN CULTIVARES DE GIRASOL CONSIDERADOS RESISTENTES (I.N.S.P.V.)¹

	Nº campos visitados	Superficie prospectada (Ha)	Niveles de infección*					
			0	1	2	3	4	5
Akita	2	22	100%	-	-	-	-	-
Albero	1	5	-	100%	-	-	-	-
Don Jose	20	804	14%	79%	-	-	-	7%
Elisol	8	358	100%	-	-	-	-	-
Favorit	8	266	97%	3%	-	-	-	-
Isla	16	535	40%	60%	-	-	-	-
Iso-92	2	55	100%	-	-	-	-	-
Korralon	22	584	16%	65%	13%	4%	2%	-
Medallon	1	30	100%	-	-	-	-	-
Odil	11	240	33%	48%	-	-	19%	-
Santuario	2	250	100%	-	-	-	-	-
Super-25	6	59	95%	5%	-	-	-	-
Topaz	6	145	67%	14%	19%	-	-	-
Trueno	16	246	25%	70%	-	1%	4%	-
Turbo	22	1630	83%	17%	-	-	-	-
Ursus	14	334	76%	24%	-	-	-	-
Total	157	5563 ha	3293 ha	2019 ha	106 ha	25 ha	70 ha	50 ha
		(100%)	(59.0%)	(36.0%)	(2.0%)	(0.45%)	(1.25%)	(0.9%)

¹ Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero.

* Niveles de infestación: 0, nula; 1, muy baja; 2, baja; 3, media-apreciable; 4, alta; 5, muy grave.

vares considerados como resistentes puede ser un indicio consistente de la incipiente aparición de nuevas razas o poblaciones de jopo. De hecho, se ha detectado en 1996, en unas 6-8 localidades, en un radio de unos 30 km. de Écija (Sevilla) la llamada "raza roja", aparentemente agresiva a los cultivares hoy considerados resistentes (Dominguez Giménez, 1996), lo que añade otro factor de incertidumbre importante a lo anterior.

AGRADECIMIENTOS

Han colaborado activamente en la realización de las encuestas y visitas de campo: **D. Ignacio Alfonso Puerto**, ACEA, Utrera (Sevilla); **D. Juan Alfonso**, ACEA, Écija (Sevilla); **D. Juan Chacón Borrego**, ACEA, Castro del Río (Córdoba); **D. Manuel de Castro Jiménez**, Hijos de Espuny, S.A., Osuna (Sevilla); **Dña. Carmen Castro Mora**, ACEA, Villamartin (Cádiz); **D. Manuel Gómez Fernández**, ACEA, Marchena (Sevilla); **D. José Jiménez Zurera**, ACEA, Palma del Río (Córdoba); **D. Antonio León Sánchez-Macho**, ACEA, La Carlota (Córdoba); **D. José Manuel López Baco**, ACEA, Carmona (Sevilla); **D. Antonio López Guerreiro**, COESAGRO, Écija (Sevilla); **D. Juan Carlos Moreno**, Agrupación Cordobesa de Agricultores. SAT nº 5185, Córdoba; **D. José Luis Ostos**, Écija (Sevilla); **Dña. Isabel Pablo Romero**, ACEA, Osuna (Sevilla); **D. Javier Pieras Ciezar**, ACEA, Arcos de la Frontera (Cádiz); **D. Antonio Pizarro Castejón**, PG. S.L. OFICINA TÉCNICA AGRÍCOLA, Sevilla; **D. Rafael Portero Portero**, ACEA, Fernán-Núñez (Córdoba); **D. Francisco Rider Alcaide**, ACEA, Lucena (Córdoba); **D. José Antonio Romera Castejón**, Agrocass, S.C. Utrera (Sevilla); **D. José Romero Bueno**, ACEA, Lebrija (Sevilla); y **D. Javier Ruiz Naranjo**, SEAGRO, S.L., Marchena (Sevilla). Al **Dr. Juan Domínguez Giménez** (Dpto. Mejora y Agronomía, CIFA de Córdoba), por diversos comentarios y sugerencias.

BIBLIOGRAFIA

- Castejón Muñoz, M. 1989. Parasitismo del jopo (*Orobanche cernua* Loefl./ *O. Cumana* Wallr.) en girasol (*Helianthus annuus*), su respuesta al glifosato y su variabilidad isoenzimática intraespecífica, Universidad de Sevilla, España.
- Dominguez Giménez, J. 1996 (Dpto. de Mejora y Agronomía, CIFA de Córdoba, comunicación personal).
- García Torres, L. M. Castejón-Muñoz, M. Jurado-Expósito and F. López-Granados. 1996. Modelling the Economic of Controlling Nodding Broomrape (*Orobanche cernua*) in sunflower (*Helianthus annuus*). Weed Science, 44: 591-595.
- García-Torres, L. M. Castejón-Muñoz and L. López-Granados. 1993. The problem of *Orobanche* and its management in Spain. In: Biology and management of *Orobanche*, Procc. Of the Third International Workshop on *Orobanche* and related Striga research, A.H. Pieterse, J.A.C. Verkleij and S.J. ter Borg (editors), Amsterdam, 623-627.

Tabla 3
INFESTACIONES DE JOPO EN CULTIVARES DE GIRASOL CONSIDERADOS COMO SUSCEPTIBLES

Cultivares	Número campos visitados	Superficie prospectada (ha)	Niveles de infestación**					
			0	1	2	3	4	5
Adalid	8	83	20.0%	43.0%			14.0%	24.0%
Albasol	6	184	11.0%	31.0%			10.0%	48.0%
Arburg E-353	5	197			80.0%	20.0%		
Arburg G-133	4	205		35.0%	26.0%	39.0%		
Arburg P-113	32	1077	58.0%	21.0%	7.0%	11.0%	2.0%	1.0%
Cibeles	25	549	89.0%	8.0%		3.0%		
Coronil	26	1276	20.0%	44.0%	26.6%	8.0%		0.8%
Doblón	14	1018	7.0%	43.0%	32.0%	18.0%		
Florasol	29	946	34.7%	34.1%	15.6%	8.7%	2.7%	4.0%
Granada	5	236	76.7%	23.3%				
German*	5	182	57.1%				29.1%	13.8%
Islero	8	121	72.7%	23.1%	4.1%			
Isostar	10	379	52.7%	18.2%		1.6%	24.8%	2.6%
Lotus 915	6	97	80.4%			16.5%	3.1%	
Marko	6	249	61.8%	15.2%	18.0%			4.9%
Mastin	13	144	52.0%	9.7%	2.1%	23.0%		13.1%
Sambro*	43	1721	62.6%	37.4%				
SH-25	24	278	48.9%	29.8%	4.6%	15.1%		1.5%
SH-26	16	298	94.6%	0.3%		1.0%		4.0%
Toledo-2	9	92	33.7%	27.1%	10.8%		18.4%	9.8%
VIP	15	456	29.4%	11.6%	13.1%	8.5%	4.4%	33.0%
Otros	65	1678						
Total	376	11638	46.0%	26.0%	11.5%	9.7%	3.7%	3.0%

* Resistentes según RAEA 1995 y susceptibles según INPSV

** Niveles de infestación: 0: nula; 1: muy baja; 2: baja; 3: media-considerable; 4: alta; 5: muy grave.

Tabla 4
ESTIMACION DE LAS PERDIDAS DIRECTAS DE COSECHA DE GIRASOL CAUSADAS POR EL JOPO

	Niveles de infestación						total
	0	1	2	3	4	5	
Cultivares susceptibles (ha)	5.361	3.011	1.345	1.129	437	356	11.638
Cultivares resistentes (ha)	3.293	2.019	106	25	69	50	5.563
Superficie prospectada (ha)	8.654	5.030	1.451	1.155	506	406	17.201
(%)	50.3%	29.4%	8.4%	6.7%	2.9%	2.3%	-----
Superficie de girasol equivalente en Andalucía (ha)	176.050	101.500	29.522	23.450	10.290	8.260	-----
S.I. (núm. medio jopos/planta)	0	.2	1.0	4.0	10.0	25.0	-----
% reducción cosecha	0	0.34	1.7	6.8	17.0	42.5	-----
Pérdida cosecha (kg/ha)	0	5.78	28.9	115.6	289.0	722.5	-----
Pérdida cosecha (kg)	0	586.670	853.185	2.710.820	2.973.810	5.967.850	13.092.336
Pérdidas M.ptas.		17.6	25.6	81.3	89.2	179.0	392.770

* Niveles de infestación: 0: nula; 1: muy baja; 2: baja; 3: media-considerable; 4: grave; 5: muy grave