

VARIETADES DE GIRASOL TOLERANTES AL IMAZAMOX: UN EJEMPLO DE MANEJO NO SOSTENIBLE DE MALAS HIERBAS

ROSA F.J., URBANO J.M.*

*Departamento de Ciencias Agroforestales, Universidad de Sevilla, ETSIA,
Ctra. de Utrera km 1, 41013 Sevilla, España*

**urbano@us.es*

Resumen: Se presentan los resultados del trabajo que se ha realizado en 2015 en 20 fincas de la provincia de Sevilla y Córdoba sobre parcelas de girasol tolerante al herbicida imazamox (tecnología Clearfield). En cada finca se evaluaron 4 parcelas (1 m²) en las que no se aplicó imazamox, más otras 16 (4 parcelas adyacentes por parcela sin tratar) que sí fueron tratadas, por lo tanto en cada finca se estudiaron 20 parcelas de 1 m². En cada una de las 400 parcelas elementales se tomaron datos de densidad y cobertura por especie de mala hierba, a los 20 y 40 días de la aplicación de imazamox. Después de la segunda medida se pesó la biomasa fresca de la infestación. Los resultados obtenidos permiten concluir que: a) El uso de la tecnología Clearfield no estaba agrónomicamente justificado, como mínimo, en el 55% de las fincas estudiadas; b) Es esperable que la utilización masiva de la tecnología Clearfield favorezca el aumento de las infestaciones causadas por *Centaurea*, *Chenopodium* y *Heliotropium*; c) La tecnología Clearfield, como parte de un programa de manejo integrado de malas hierbas, puede ser una excelente herramienta para el control de *Orobanche* y para disminuir el banco de semillas de *Phalaris*; d) Adicionalmente, imazamox consiguió elevadas eficacias frente a *Amaranthus*, *Anagallis*, *Ridolfia* y *Sinapis*.

Palabras clave: Cultivos tolerantes a herbicidas, tecnología Clearfield, eficacia.

Summary *Imazamox-tolerant sunflower cultivars: an example of non-sustainable weed management.* Field experiments were established in 20 sunflower farms in the provinces of Sevilla and Cordoba, in 2015. All farms used imazamox tolerant cultivars (Clearfield technology). For each farm, 4 plots (1 m²) were settled where imazamox was not applied, and for each one, 4 adjacent plots (same size, treated with imazamox) were scored. In each of the 400 plots, weed density and coverage was scored at 20 and 40 days after application of imazamox. After the second measurement weed fresh biomass was weighed. The results

allow to conclude that: a) The use of the Clearfield technology was not agronomically justified in 55% of studied farms; b) It is expected that the massive use of the Clearfield technology promotes increased infestations caused by *Centaurea*, *Chenopodium* and *Heliotropium*; c) Clearfield technology, as part of a program of integrated weed management, can be an excellent tool for the control of *Orobanche* and for seed bank drainage of *Phalaris*; d) Furthermore, imazamox's efficacy was high against *Amaranthus*, *Anagallis*, *Ridolfia* and *Sinapis*.

Keywords: Herbicide tolerant crops, Clearfield technology, efficacy.

INTRODUCCIÓN

En Andalucía tradicionalmente se cultiva girasol en rotación con trigo en condiciones de secano. Esta rotación presenta muchas ventajas desde el punto de vista agronómico, incluido el manejo de las malas hierbas. Por ejemplo, un adecuado control de arvenses en el cultivo del girasol evita muchos problemas en el cultivo del trigo, particularmente en el caso de especies con poca latencia en la semilla. También tiene ventajas desde el punto de vista de prevención de resistencias, ya que la rotación de cultivos obliga a rotar herbicidas. Esto justifica que haya tardado casi 30 años en aparecer resistencias a sulfonilureas, periodo muy superior al habitual en sistemas de monocultivo del cereal.

Sin embargo los recientes cambios legislativos están afectando negativamente a la sostenibilidad del manejo de las malas hierbas. Los más relevantes son: a) la consideración del trigo y girasol como cultivos exentos de asesoramiento técnico en materia de fitosanitarios, b) la prohibición de comercialización de herbicidas selectivos como es el caso de la trifluralina y c) pérdida de registro del único herbicida de post emergencia para el control de dicotiledóneas anuales en el cultivo de girasol convencional, el aclonifen.

En este escenario surgen variedades de girasol tolerantes a herbicidas ALS, como el imazamox (denominada tecnología Clearfield). Estas variedades, usadas de forma racional, pueden ser una excelente herramienta para resolver problemas importantes de malas hierbas, incluido el problema del jopo (*Orobanche cumana*).

El imazamox es un herbicida de amplio espectro, perteneciente al grupo "B" (inhibidores de la Aceto Lactato Sintetasa, o ALS). Los del grupo B son ampliamente utilizados, y su principal inconveniente es la elevada propensión a la aparición de biotipos de malas hierbas resistentes (Tranel & Wright, 2002; Heap, 2015).

Los objetivos del trabajo han sido: a) conocer si la tecnología Clearfield se está usando de forma justificada; b) identificar posibles especies con capacidad de ocasionar inversiones de flora de modo que su control será más complicado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la campaña de 2015 se han realizado ensayos de campo en 20 parcelas agrícolas de los términos municipales de las provincias de Sevilla (Cañada Rosal, Écija, La Luisiana, La Puebla de Cazalla, Mairena del Alcor y Morón de la Frontera) y Córdoba (Fuente Palmera). Todas las fincas eran de secano y habían sido sembradas de girasol con cultivares resistentes a imazamox, 12 de ellas con el cultivar 8H288CLDM, que es susceptible a jopo y comercializado por Dow Seeds, y las 8 fincas restantes fueron sembradas con el cultivar P64LC108, que incorpora resistencia genética al jopo (raza F) y que es comercializado por Pioneer Hi-Bred Agro Servicios Spain S.L. (Tabla 3).

En todas las fincas se ha utilizado el mismo diseño experimental, consistente en el marcado de 4 parcelas de 2 x 2 m que fueron cubiertas con un plástico, previo al tratamiento con imazamox, de modo que la parcela central de 1 m² es considerada parcela sin tratar. Cada una de las 4 parcelas sin tratar estuvo rodeada de otras 4 parcelas de igual tamaño, que sí fueron tratadas, y que fueron colocadas a 3 metros de distancia en el sentido de la siembra y perpendicular, identificadas como Norte, Sur, Este y Oeste. Por lo tanto, cada finca contó con 20 parcelas de 1 m², 4 de ellas sin herbicida más otras 16 parcelas con herbicida.

La dosis aplicada de producto en todas las fincas ha sido de 1 L/ha de Pulsar (imazamox 4% [SL] P/V) más 0,5 L/ha de Dash (Metil Oleato/Metil Palmitato 34,8%).

Los datos tomados han sido: a) densidad de malas hierbas por m²; b) % de cobertura de malas hierbas. Los datos fueron tomados de forma independiente para cada especie de mala hierba. Las mediciones se realizaron a los 20 y 40 días de la aplicación herbicida. Después de la segunda medida se pesó la biomasa fresca del conjunto de la infestación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan los resultados de densidad y cobertura de las principales especies encontradas en las parcelas no tratadas (representadas por sus códigos, EPPO (2015)) y se puede apreciar que *Amaranthus* (amabl) y *Chenopodium* (cheal) son las especies que aparecen en el mayor número de fincas. Sin embargo, también destacan *Phalaris*

(phami) y *Picris* (picec) que aparecen en 9 de las 20 fincas estudiadas, a pesar de ser malas hierbas de emergencia generalmente otoñal. Además de las mencionadas también destacan *Heliotropium* (heoeu) y *Orobancha* (orace), ya que aunque aparecen en un menor número de fincas, su presencia es detectada en la mayoría de los puntos.

Tabla 1. Eficacia del imazamox sobre las malas hierbas más frecuentes (especies con presencia en 3 puntos o más).

EPP0 ^(a)	Fincas ^(b)	Puntos ^(b)	Densidad ^(c)		Cobertura ^(c)		Eficacia ^(d)	
			Sin IMA	Con IMA	Sin IMA	Con IMA	Densidad	Cobertura
amabl	13	31	18,45	6,68	11,72	3,69	63,8	68,5
angar	3	3	8,67	0,65	3,43	0,21	92,5	93,9
cendl	3	6	7,33	5,15	16,50	12,00	29,7	27,3
cheal	12	30	9,20	6,02	7,69	4,13	34,6	46,3
chyco	2	4	5,00	2,00	4,88	2,38	60,0	51,2
conar	7	14	6,07	1,68	8,07	1,44	72,3	82,2
cryri	4	7	2,57	0,34	1,74	0,43	86,8	75,3
crzti	7	20	23,15	6,97	6,14	1,40	69,9	77,2
heoeu	8	19	18,11	7,44	6,12	3,17	58,9	48,2
onrac	3	4	3,00	0,90	10,50	0,98	70,0	90,7
orace	8	21	5,43	0,00	1,69	0,00	100,0	100,0
phami	9	19	22,18	4,08	17,11	1,73	81,6	89,9
picec	9	16	5,88	2,57	3,29	0,96	56,3	70,8
polav	5	12	6,50	2,17	7,88	2,98	66,6	62,2
scyma	1	3	10,00	5,81	12,33	3,91	41,9	68,3
sinss	8	18	6,89	1,89	9,92	1,12	72,6	88,7

^(a) Las especies de malas hierbas se denominan por su código EPP0 (2015).

^(b) Número de fincas o puntos en los que se detectó presencia de la especie arvense en las parcelas no tratadas.

^(c) Densidad (en nº de plantas/m²) o Cobertura (en % de superficie). Se indican los valores medios de los puntos con presencia. "Sin IMA" se refiere a las parcelas no tratadas, "Con IMA" a las tratadas con imazamox.

^(d) Eficacia calculada como reducción de la densidad o de la cobertura respecto del testigo sin imazamox (en %).

Los datos de densidad indican que en ausencia de imazamox las malas hierbas que más proliferaron fueron *Amaranthus*, *Chrozophora* (crzti), *Heliotropium* y *Phalaris*. También se puede apreciar que valores elevados de densidad no siempre implican elevadas coberturas, lo cual puede ser debido al tipo de arquitectura de la planta o a otros factores. En todo caso llama la atención los valores elevados de cobertura detectados en *Centaurea* (cendl) y en *Orobancha* (orace).

La comparación de los datos de densidad y cobertura con y sin imazamox permiten obtener unos valores objetivos de eficacia, los cuales indican eficacias particularmente elevadas del herbicida sobre *Orobanche* y *Phalaris*, aunque también se mostró eficaz frente a *Amaranthus*, *Agrostis* (angar), *Ridolfia* (cryri) y *Sinapis* (sinss). Pero también avisan de la falta de eficacia sobre otras especies como *Centaurea*, *Chenopodium* y *Heliotropium*.

Una posible interpretación de estos datos es que el imazamox puede ser una buena herramienta para el control de malas hierbas muy preocupantes como son *Orobanche* y *Phalaris*. En el primer caso el imazamox es la única opción cuando el jopo supera la resistencia genética, y en el caso de *Phalaris* puede ser una opción interesante porque, debido a la escasa latencia de su semilla, se evita tener elevadas infestaciones en el otoño siguiente, que suele coincidir con las nascencias del cereal de invierno.

Pero tampoco se debe menospreciar el aviso de las bajas eficacias. Los datos indican que es esperable un aumento de las densidades de *Centaurea*, *Chenopodium* y *Heliotropium* en un escenario de utilización masiva de variedades resistentes al imazamox y la consiguiente aplicación del herbicida. Se trataría de un caso de inversión de flora (unas especies son reemplazadas por otras) lo cual es un problema añadido al cierto riesgo de resistencias asociado a este herbicida por tratarse de una materia activa del grupo B.

En la Tabla 2 se presentan las densidades medias para cada especie y finca. En la primera columna se puede observar que la suma de las densidades es muy variable según la finca, y permite encontrar 4 fincas (AVFI, EMIL, LUCE y VISA) con densidades inferiores a 20 plantas por metro cuadrado, lo cual se puede interpretar como empleo de la tecnología para resolver un problema que no existía. La finca AVCE también tiene baja densidad, pero presenta jopo.

El análisis conjunto de las Tablas 1 y 2, particularmente haciendo referencia a las especies en las que se han detectado un bajo nivel de eficacia, permite deducir que en algún caso se podría estar aplicando el herbicida de forma injustificada, ya que la flora presente es relativamente tolerante. Este sería el caso de las fincas LAPI y MODE cuyas malas hierbas dominantes son probablemente más vulnerables al control mecánico.

Tabla 2. Densidades de malas hierbas en las parcelas no tratadas con imazamox. Valores medios (plantas/m²) por finca y especie arvense.

FINCA	SUMA	amabi	crzti	phami	heoeu	cheal	sinss	orass	picec	conar	polav	cendl
AVCE	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,8	2,5	1,0	0,2	0,5	0,0
AVFI	10,0	1,0	0,0	0,0	0,0	7,5	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
AVM1	29,3	0,0	9,0	0,0	0,0	8,0	0,5	2,8	0,5	0,0	0,0	1,5
AVM2	31,9	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	17,0	0,0	0,0	9,0
BALT	15,2	1,0	1,0	0,2	0,0	0,0	12,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
CA40	22,1	21,6	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CAR1	27,8	7,5	0,0	10,6	0,0	1,5	0,0	8,2	0,0	0,0	0,0	0,0
CAR2	71,5	69,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0
EMIL	6,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
GEMA	107,3	0,0	22,8	83,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0
JMCH	58,0	16,5	0,0	0,0	28,5	0,5	3,5	0,0	0,0	7,5	0,0	0,0
JUCA	43,2	10,2	0,0	0,0	4,0	7,0	8,0	5,5	0,0	4,5	0,0	0,0
JUFA	25,6	4,6	0,0	0,0	2,8	12,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LAPI	29,7	0,0	0,0	0,5	9,0	9,2	1,8	0,2	0,0	0,0	7,8	0,0
LUCE	10,5	0,5	9,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
MAEN	81,7	0,5	71,0	8,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5
MODE	20,0	1,0	0,0	0,0	0,5	14,0	0,0	0,0	0,0	2,5	2,0	0,0
PAAG	37,0	0,0	0,0	0,5	18,0	0,0	3,5	0,0	0,0	2,0	4,5	0,0
TYFA	40,0	3,5	0,0	0,0	22,0	4,0	1,0	5,5	0,0	4,0	0,0	0,0
VISA	17,0	0,0	0,0	1,0	0,0	3,5	0,0	0,0	2,0	0,0	4,8	0,0

En la Tabla 3 se presentan resultados de eficacia calculada como reducción de la biomasa fresca debida al tratamiento con imazamox. Adicionalmente se incluye información de la resistencia genética al jopo del cultivar de girasol utilizado en cada finca (columna CV). Con todos estos datos se realiza una propuesta de manejo del problema de malas hierbas para cada caso, incluyendo el uso de resistencia a jopo (VR9), a imazamox (IMA) o métodos no químicos (MEC). Además de las 6 fincas mencionadas anteriormente, se propone prescindir del imazamox en las siguientes fincas: AVCE porque el problema de jopo se podría solucionar con resistencia genética; AVM1, AVM2, JUCA, TYFA porque la resistencia a jopo, complementada con control mecánico puede ser suficiente.

Tabla 3. Resultados de eficacia basada en la biomasa fresca de las malas hierbas, junto con información de la resistencia a jopo en la variedad sembrada y propuesta de manejo.

FINCA	Biomasa arvense (g/m ²)		Eficacia ^(a)	Biomasa ^(b) (g/planta)	CV ^(c)	Propuesta ^(d) de manejo		
	NO IMA	IMA				VR	IMA	MEC
AVCE	77,0	5,4	93,0	10,3	S	SI	NO	NO
AVFI	26,0	9,6	63,1	2,6	S	NO	NO	NO
AVM1	571,5	50,4	91,2	19,5	S	SI	NO	SI
AVM2	222,5	259,6	-16,7	7,0	S	SI	NO	SI
BALT	22,5	0,2	99,1	1,5	R		SI	NO
CA40	19,5	0,4	97,9	0,9	R		SI	NO
CAR1	526,5	6,9	98,7	18,9	S	NO	SI	NO
CAR2	398,5	71,7	82,0	5,6	S	NO	SI	SI
EMIL	3,0	0,9	70,0	0,5	R		NO	NO
GEMA	167,0	9,8	94,1	1,6	S	NO	SI	NO
JMCH	278,0	4,3	98,5	4,8	S	NO	SI	NO
JUCA	311,5	78,4	74,8	7,2	S	SI	NO	SI
JUFA	218,8	41,8	80,9	8,5	R		SI	SI
LAPI	250,8	110,8	55,8	8,4	S	NO	NO	SI
LUCE	8,2	0,2	97,6	0,8	R		NO	NO
MAEN	155,0	3,7	97,6	1,9	R		SI	NO
MODE	385,0	380,5	1,2	19,3	S	NO	NO	SI
PAAG	472,0	73,8	84,4	12,8	R		SI	SI
TYFA	129,5	24,8	80,8	3,2	S	SI	NO	SI
VISA	25,5	0,2	99,2	1,5	R		NO	NO

^(a) Eficacia calculada como reducción de la biomasa respecto del testigo sin imazamox (en %).

^(b) Biomasa fresca de las parcelas no tratadas dividido por el número de plantas (valor de SUMA en Tabla 2).

^(c) Cultivar de girasol sembrado en cada finca. "S": susceptible a jopo; "R": resistente a jopo (raza F).

^(d) Propuesta (subjetiva) realizada por los autores, en base a los resultados obtenidos. "VR": utilizar cultivar de girasol resistente a jopo; "IMA": utilizar tecnología Clearfield (Imazamox); "MEC": utilizar control mecánico de malas hierbas, concretamente laboreo entre líneas de cultivo.

En definitiva, los resultados obtenidos demuestran que, como mínimo, en el 55% de los casos estudiados la aplicación de la tecnología Clearfield no estaba agrónomicamente justificada.

Este estudio no pretende juzgar actuaciones pasadas, sino concienciar acerca de la necesidad de un asesoramiento técnico, riguroso e imparcial, en cultivos extensivos como el girasol. Este asesoramiento permitiría reducir costes al agricultor, reducir el impacto ambiental del control de malas hierbas y preservar la eficacia de la tecnología Clearfield, que puede ser muy necesaria a medio y largo plazo.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten concluir que: 1.- El uso de la tecnología Clearfield no estaba agronómicamente justificado, como mínimo en el 55% de las fincas estudiadas; 2.- Es esperable que la utilización masiva de la tecnología Clearfield favorezca el aumento de las infestaciones causadas por *Centaurea*, *Chenopodium* y *Heliotropium*; 3.- La tecnología Clearfield, como parte de un programa de manejo integrado de malas hierbas, puede ser una excelente herramienta para el control de *Orobancha* y para drenar el banco de semillas de *Phalaris*; 4.- Adicionalmente, imazamox consiguió elevadas eficacias frente a *Amaranthus*, *Anagallis*, *Ridolfia* y *Sinapis*.

Y la conclusión final es que la ausencia de asesoramiento técnico en el control de malas hierbas supone un elevado coste económico y ambiental para todos (agricultor, empresas de fitosanitarios y sociedad en general).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no ha contado con ningún tipo de financiación, ni pública ni privada, y no habría sido posible sin la colaboración de los agricultores que han ofrecido sus fincas para realizar los ensayos, por lo cual los autores les están sinceramente agradecidos.

BIBLIOGRAFÍA

- EPPO (2015) EPPO Global Database (available online). <https://gd.eppo.int>
- HEAP I (2015) International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Disponible: <http://www.weedscience.org> (último acceso 25/05/2015).
- TRANEL P J & WRIGHT TR (2002) Resistance of weeds to ALS-inhibiting herbicides: what have we learned? *Weed Science* 50, 700-712.