

Efecto de los herbicidas flazasulfuron, oxifluorfen y la mezcla florasulam + penoxsulam sobre la emergencia de la mala hierba invasora *Araujia sericifera* Brot. en huertos de cítricos

Diego Gómez de Barreda-Ferraz* y Carlos Azcárraga

Departamento de Producción Vegetal, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera S/N, 46022 Valencia, España.

Resumen

La mala hierba invasora *Araujia sericifera* Brot., se ha adaptado perfectamente al manejo de los huertos de cítricos del área Mediterránea, sobre todo si este manejo es de baja intensidad. Actualmente, el control de esta especie está basado en la escarda manual, habiendo un gran desconocimiento sobre el control químico en campo. El objetivo de esta investigación, que se llevó a cabo en dos huertos de cítricos en dos años consecutivos, fue comprobar la eficacia de las materias activas herbicidas flazasulfuron, oxifluorfen y la mezcla florasulam + penoxsulam frente a la emergencia de esta invasora. Se ha comprobado la gran eficacia de flazasulfuron y la mezcla florasulam + penoxsulam al menos hasta alrededor de las 20 semanas tras el tratamiento, mientras que el herbicida oxifluorfen no ejerce un buen control de esta especie.

Palabras clave: Citricultura, control químico, malherbología, plantas invasoras.

Effect of the herbicides flazasulfuron, oxyfluorfen and the florasulam + penoxsulam mixture on the emergence of the invasive weed *Araujia sericifera* Brot. in citrus orchards

Abstract

Araujia sericifera Brot. is an invasive weed, perfectly adapted to citrus orchard management in the Mediterranean area, above all under low input management. Hand weeding is actually the way of controlling this species, with a great lack of knowledge on its chemical control. The objective of this research, conducted in two different citrus orchards during two consecutive years, was to test the efficacy of the following herbicide active ingredients: flazasulfuron, oxyfluorfen and the mixture of florasulam + penoxsulam against the emergence of *A. sericifera*. It has been proven the great efficacy of flazasulfuron and the herbicide mixture florasulam + penoxsulam at least up to 20 weeks after treatment, while oxyfluorfen did not performed a good *A. sericifera* preemergent control.

Keywords: Citriculture, chemical control, invasive plants, weed science.

* Autor para correspondencia: diegode@btc.upv.es

Cita del artículo: Gómez de Barreda-Ferraz D., Azcárraga C. (2023). Efecto de los herbicidas flazasulfuron, oxifluorfen y la mezcla florasulam + penoxsulam sobre la emergencia de la mala hierba invasora *Araujia sericifera* Brot. en huertos de cítricos. ITEA-Información Técnica Económica Agraria 119(4): 315-326. <https://doi.org/10.12706/itea.2023.012>



Introducción

En Europa, cerca de 4.000 especies exóticas invasoras ya se han naturalizado y este número continúa incrementándose (Haeuser et al., 2018). La mayor parte de estas invasoras se han introducido de manera intencionada al tratar de cultivarlas como ornamentales (Van Kleunen et al., 2018), es el ejemplo de la planta trepadora *Araujia sericifera* Brot., originaria de Sudamérica (Sobrino et al., 2002; Parrella et al., 2013). En España, esta especie se reportó por primera vez en huertos de cítricos de Valencia en el año 1976 (Gómez de Barreda, 1976) y poco a poco ha ido colonizando la franja costera del Mediterráneo, pues es una especie bien adaptada a las condiciones estacionales de sequía y moderado estrés salino que suelen darse en esta área (Bellache et al., 2022a). *A. sericifera* germina durante la primavera y de inmediato busca un huésped que le sirva de tutor para desarrollarse, y en esta zona, ha encontrado un huésped perfecto, los cítricos. Al emerger del suelo a la sombra de los cítricos alcanza las ramas bajas del árbol que usa como tutor y además comparte con ellos el mismo color de hoja, pasando muchas veces desapercibida al control del agricultor. Forma un fruto parecido en forma y tamaño al del aguacate, carnoso y comestible (Teixeira et al., 2019), aunque es también laticífero y algo irritante, conteniendo unas 300 semillas provistas de vilano que dispersa en otoño al abrirse, fomentando fácilmente su dispersión. La planta es, de todas formas, fácilmente detectable por el agricultor y solamente en campos de cítricos semi o completamente abandonados es un problema real, pudiendo cubrir totalmente la copa del árbol reduciendo notablemente la capacidad fotosintética del mismo y lo que es más grave, diseminando gran cantidad de semillas. El control de esta especie debiera ser manual, pues en árboles adultos de cítricos el control mecánico es difícil al tener ramas bajas y muchas veces cul-

tivarse en meseta elevada y con las tuberías porta-goteros sobre ella. En cuanto al control químico, se ha experimentado a nivel laboratorio (placas Petri) con extractos acuosos de *Artemisia arborescens* (Vaill.) L., *Melia azedarach* L., *Plantago psyllium* L. y *Rhus coriaria* L., tan solo observándose retrasos en la germinación de *A. sericifera* (Labruzzo et al., 2017). Se han utilizado también extractos oleosos de *Mentha piperita* L., *Thymbra capitata* (L.) Cav. y *Santolina chamaecyparissus* L. para inhibir la germinación de *A. sericifera* y su crecimiento en estado vegetativo, con resultados prometedores, pero de nuevo en ensayos en laboratorio (Bellache et al., 2022b). Además, estos tratamientos, al no ser selectivos, habría que hacerlos con mucha precaución, dirigiendo la aplicación de manera muy localizada a la zona del suelo sombreada por el árbol. En el año 2019 se realizó un amplio estudio en laboratorio para el control químico de *A. sericifera* (Gómez de Barreda-Ferraz et al., 2020) en el que se probaron las 15 materias activas herbicidas autorizadas en ese momento en España en el cultivo de los cítricos, algunas de ellas en mezcla con otras. Concretamente se testaron en preemergencia de la mala hierba las materias activas diflufenican, flazasulfuron + glifosato, metazacloro, oxifluorfen, pendimetalina, penoxsulam y penoxsulam + florasulam, más un producto natural y 2 herbicidas antiguos que en ese momento ya no estaban autorizados (norflurazona y terbacil). En postemergencia se testaron las siguientes materias activas: ácido pelargónico, ácido pelargónico + glifosato, diflufenican, diflufenican + glifosato, diquat, flazasulfuron + glifosato, fluroxipir, glifosato, MCPA, metribucina, oxifluorfen, oxifluorfen + glifosato y piraflufen-etil, además del mismo producto natural aplicado en preemergencia. De este amplio estudio de laboratorio se concluyó, entre otras cosas, que la mezcla penoxsulam + florasulam aplicada en preemergencia mostraba un control muy efectivo de la mala hierba. Esta mezcla her-

bicida, se compone de dos materias activas de la misma familia química (triazolpirimidinas) y por tanto con el mismo modo de acción, son inhibidores del enzima acetolactato sintasa, esencial para la síntesis de aminoácidos ramificados (isoleucina, leucina y valina) en la planta (Whitcomb, 1999). Esta mezcla aplicada en preemergencia de las malas hierbas en huertos de olivo es muy eficaz frente a malas hierbas de diferentes familias botánicas (asteráceas, brasicáceas, papilionáceas, etc.), incluyendo *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist o *Sonchus oleraceus* (L.) (Travlos et al., 2014; García Domínguez et al., 2017) tan predominantes en huertos de cítricos. Además, una de las materias activas de la mezcla, florasulam, ha resultado muy eficaz en el control de *Conyza canadensis* (L.) Cronquist cuando se combina con otros herbicidas, permitiendo incluso reducir a la mitad la dosis de una materia activa acompañante (Kanas et al., 2020). El otro componente herbicida de la mezcla, penoxsulam, es una potente y eficaz materia activa utilizada en el cultivo del arroz para el control de gramíneas anuales, ciperáceas y malas hierbas de hoja ancha (Jabusch y Tjeerdema, 2005). En el estudio de Gómez de Barreda-Ferraz et al. (2020) también destacó por su buena eficacia en preemergencia de *A. sericifera* la mezcla flazasulfuron + glifosato. La materia activa flazasulfuron, inhibidora también del enzima acetolactato sintasa, fue la responsable de esta acción herbicida en preemergencia y ya ha sido reportada su buena acción herbicida, sobre todo frente a malas hierbas de hoja ancha en cítricos (Singh et al., 2012). Según Kanas et al. (2021), flazasulfuron y la mezcla florasulam + penoxsulam son los herbicidas más prometedores alternativos al glifosato para la lucha contra *C. bonariensis* en olivo. Se piensa pues, que estos herbicidas podrían ser también una buena herramienta frente a *A. sericifera* en huertos de cítricos. El objetivo de esta investigación es comprobar la eficacia de los herbicidas flazasulfuron, la mezcla florasulam + penoxsulam

y oxifluorfen frente a la emergencia de la mala hierba *A. sericifera* sembrada en huertos de cítricos, siendo el primer estudio sobre el control químico de esta invasora en campo.

Material y métodos

El experimento se llevó a cabo en dos campos de cítricos diferentes de las localidades de Albuixech (Lat. 39° 55' N, Long. 00° 32' O) y El Puig (Lat. 39° 60' N, Long. 00° 34' O), ambas situadas al norte de la ciudad de Valencia y separados 7 km uno del otro. Los experimentos se desarrollaron entre marzo y julio de 2020 y se repitieron en las mismas fechas en el año 2021. En la Tabla 1 pueden observarse los datos climáticos registrados durante el experimento en una estación climática cercana a ambos campos y en la Tabla 2 un análisis del suelo de ambos campos. Ambas parcelas agrícolas, según el mapa de suelos de la Comunidad Valenciana (Rubio et al., 1996), presentan un tipo de suelo perteneciente a los fluvisoles calcáreos (taxonomía FAO), típico de zonas de depósitos aluviales, con un horizonte superficial de textura franco-arenosa y estructura granular.

En cada campo se seleccionaron 12 árboles, siendo la parcela elemental un círculo de 1,5 m de radio tomando como centro el tronco del árbol, y que aproximadamente equivalía a la zona sombreada por la copa del árbol. El 10 de marzo de ambos años, se enterraron 20 semillas de *A. sericifera* a 3 cm de profundidad en un punto de la parcela elemental situado a 0,75 m del centro del círculo de cada uno de los 12 árboles por campo. Se optó por una siembra dirigida en vez de esperar a una emergencia natural, por la gran heterogeneidad espacial del proceso de germinación-emergencia natural de *A. sericifera*. Las semillas procedían de frutos maduros recolectados en campos cercanos y se hizo un ensayo previo de germinación en cá-

Tabla 1. Datos climáticos de la estación meteorológica de Moncada-IVIA próxima a las parcelas experimentales.

Table 1. Climatic data from the Moncada-IVIA meteorological station next to the experimental orchards.

		Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
2020	T. ^a Máxima	19,0	21,2	26,9	29,1	31,8
	T. ^a Media	13,4	15,6	20,5	22,9	26,1
	T. ^a Mínima	7,8	10,4	13,6	15,6	19,4
	Precipitación	87,8	40,5	16,2	15,2	7,2
		Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
2021	T. ^a máxima	19,0	20,1	26,9	29,5	32,2
	T. ^a Media	12,0	14,0	20,5	23,2	25,8
	T. ^a Mínima	6,1	8,6	13,6	16,5	18,7
	Precipitación	45,3	57,1	21,7	22,2	2,8

T.^a: Temperatura en °C. Precipitación en mm. Fuente: SIAR (2023).

Tabla 2. Características del suelo de los campos experimentales.

Table 2. Soil characteristics of the experimental orchards.

	Albuixech	El Puig
Clasificación textura según USDA	Franco arenosa	Franco arenosa
pH (extracto agua 1/5)	8,6	7,9
Conductividad eléctrica (extracto 1/5) (dS/m)	0,19	0,35
Carbonato total (expresado en caliza) (%)	28,4	28,4
Caliza activa (%)	5,35	4,46
Materia orgánica oxidable (%)	1,32	1,90
Carbono orgánico (%)	0,77	1,10
Relación C/N	6,41	6,48

mara de crecimiento dando como resultado una tasa de germinación superior al 95 % en ambos años, similar a lo indicado por Vivian-Smith y Panetta (2005), un 97,2 % de germinación a los 14 días. Inmediatamente tras la siembra, se trató la parcela elemental con 3 herbicidas diferentes: flazasulfuron (25 %

w/w) a 50 g m.a./ha; oxifluorfen (24 % p/v) a 144 g m.a./ha; y la mezcla florasulam + penoxsulam (7,5 + 15 % p/v) a 0,75 + 1,5 g m.a./ha, dejando también un árbol sin tratar (control). Los tratamientos se realizaron con un pulverizador asistido por gas CO₂ para realizar una pulverización uniforme a 300 kPa,

un volumen de caldo de 300 l/ha y una boquilla de abanico Teejet 9504 EVS. Se realizaron dos evaluaciones en cada campo y año, en 2020 a las 10 y 19 semanas después del tratamiento (SDT) y en el año 2021 a las 8 y 21 SDT. En cada evaluación, se hicieron las siguientes determinaciones: (1) Número de plántulas de *A. sericifera* emergidas; (2) Altura media de las plántulas emergidas; (3) Peso fresco y seco (datos no mostrados) de la parte aérea de las plántulas emergidas; (4) Presencia de otras malas hierbas (% de ocupación) mediante estimación visual de cada unidad experimental; y (5) Peso fresco de la parte aérea de las malas hierbas presentes en cada unidad experimental.

El diseño experimental fue de bloques al azar con 3 repeticiones. El análisis de los datos se realizó con el programa estadístico Statgraphics Centurion XVI, con el que se realizaron los correspondientes ANOVA al 95 % de confianza (test de comparación de medias LSD Fisher) para las variables estudiadas. En 2020, los datos de algunas de estas variables, al no cumplir la condición de normalidad tuvieron que ser transformados con la función LOG (x+1).

Resultados y discusión

En la localidad de Albuixech en 2020 (Tabla 3) a las 10 SDT, el herbicida flazasulfuron y la mezcla de florasulam + penoxsulam han impedido totalmente, junto con la mortalidad natural, la emergencia de *A. sericifera*, mientras que el herbicida oxifluorfen no ha ejercido un buen control. La media de plántulas emergidas cuando se trató con oxifluorfen fue de 7,3 de las 20 sembradas, con una ligera ventaja frente a los árboles sin tratar (control) en cuanto a número de plántulas emergidas, altura y peso de las mismas, lo que indica que hay un cierto efecto herbicida, aunque muy ligero y no suficiente. En la

Tabla 3 puede así mismo observarse el efecto de los tratamientos sobre el resto de malas hierbas, ejerciendo los 3 herbicidas un buen control de las mismas frente a las zonas no tratadas donde predominaron las especies: *Diploaxis eruroides* (L.) DC., *Medicago lupulina* L., *Parietaria judaica* L., *Poa annua* L., *S. oleraceus* y *Veronica hederifolia* L. En una segunda evaluación realizada el 21 de julio (19 SDT) no se observaron nuevas emergencias de *A. sericifera* y se constató la desaparición del efecto herbicida de las materias activas empleadas frente al resto de malas hierbas (destacan: *Conyza* sp., *Echinochloa colonum* (L.) Link, *Euphorbia prostrata* Aiton), en cuanto a porcentaje de zona cubierta por las mismas, aunque el peso de las malas hierbas fue menor en las parcelas tratadas con flazasulfuron que las no tratadas. De hecho, los herbicidas de la familia de las sulfonilureas como flazasulfuron, presentan una elevada persistencia con niveles de pH del suelo elevados y bajos en materia orgánica (Grey y McCullough, 2012), precisamente los niveles encontrados en los análisis del suelo de ambos campos (Tabla 2). En un estudio previo realizado en laboratorio (Gómez de Barreda-Ferraz *et al.*, 2020), la mezcla florasulam + penoxsulam había mostrada la mayor eficacia frente a *A. sericifera* a los 31 días después del tratamiento entre los 11 herbicidas aplicados, aunque no fue total como en este experimento de campo pues quizás las condiciones edafoclimáticas en laboratorio fueron menos agresivas que las de campo para la germinación de esta arvense. En ese mismo estudio, flazasulfuron a 20,1 g m.a./ha tuvo alrededor de un 50 % de eficacia en la emergencia de plántulas de *A. sericifera*, mientras que, en el presente estudio, a una dosis mayor (50 g m.a./ha) el efecto ha sido total. Los resultados del herbicida oxifluorfen en laboratorio son muy similares a lo observado en campo, poca eficacia frente a la emergencia de *A. sericifera*.

Tabla 3. Eficacia de los herbicidas flazasulfuron, oxifluorfen y la mezcla florasulam + penoxsulam sobre *Araujia sericifera* y resto de malas hierbas en un huerto de cítricos de la localidad de Albuixech (Valencia) en 2020.

Table 3. Efficacy of the herbicides flazasulfuron, oxyfluorfen and the mixture florasulam + penoxsulam for *Araujia sericifera* and rest of weed control in a citrus orchard located in Albuixech (Valencia) in 2020.

Tratamientos	21 mayo 2020 (10 SDT)				
	<i>Araujia sericifera</i>			Resto de malas hierbas	
	Número	Altura (cm)	Pf (g)	Cubrición (%)*	Pf (g)*
Control	10,0 a	10,5 a	2,99 a	40,0 a	678,93 a
oxifluorfen	7,3 b	7,2 b	1,45 b	0,8 b	17,20 b
flazasulfuron	0,0 c	0,0 c	0,00 c	0,1 b	2,66 b
florasulam + penoxsulam	0,0 c	0,0 c	0,00 c	0,7 b	31,38 b
p-valor	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0027
LSD	1,9	1,4	0,5	1,21	8,4
Tratamientos	21 julio 2020 (19 SDT)				
	<i>Araujia sericifera</i>			Resto de malas hierbas	
	Número	Altura (cm)	Pf (g)	Cubrición (%)	Pf (g)*
Control	0,0	0,0	0,00	4,0 a	152,16 a
oxifluorfen	0,0	0,0	0,00	6,9 a	70,93 ab
flazasulfuron	0,0	0,0	0,00	0,1 a	9,70 b
florasulam + penoxsulam	0,0	0,0	0,00	2,7 a	67,49 a
p-valor	–	–	–	0,2780	0,0585
LSD	–	–	–	–	4,42

Pf: Peso fresco. SDT: Semanas después del tratamiento. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$). *: Datos transformados con la función $\text{LOG}(x+1)$ para cumplir con la condición de normalidad para la realización de ANOVA (test de comparación de medias LSD Fisher).

El experimento de campo se replicó a la vez en la localidad cercana de El Puig, y de nuevo se constató (Tabla 4) la gran eficacia de los herbicidas flazasulfuron y la mezcla florasulam + penoxsulam frente a *A. sericifera* a las 10 SDT, mientras que el herbicida oxifluorfen no evitó su emergencia, aunque sí la del resto de malas hierbas, que en las parcelas control fueron predominantemente las mismas que

en la localidad de Albuixech. En esta localidad, sí que se detectaron nuevas emergencias de *A. sericifera* a las 19 SDT, aunque muy escasas, 4 plántulas en las parcelas control, y tan solo 1 plántula en las parcelas tratadas con oxifluorfen y con la mezcla florasulam + penoxsulam. El efecto herbicida a las 19 SDT, ya se había disipado y ni siquiera el herbicida flazasulfuron que sí que evitó la emergencia de

Tabla 4. Eficacia de los herbicidas flazasulfuron, oxifluorfen y la mezcla florasulam + penoxsulam sobre *Araujia sericifera* y resto de malas hierbas en un huerto de cítricos de la localidad de El Puig (Valencia) en 2020.

Table 4. Efficacy of the herbicides flazasulfuron, oxyfluorfen and the mixture florasulam + penoxsulam for *Araujia sericifera* and rest of weed control in a citrus orchard located in El Puig (Valencia) in 2020.

Tratamientos	21 mayo 2020 (10 SDT)				
	<i>Araujia sericifera</i>			Resto de malas hierbas	
	Número	Altura (cm)	Pf (g)	Cubrición (%)*	Pf (g)*
Control	9,7 a	7,2 a	4,92 a	40,0 a	1466,11 a
oxifluorfen	9,0 a	9,3 a	4,23 ab	0,5 b	107,58 b
flazasulfuron	0,0 b	0,0 b	0,0 b	1,0 b	53,86 b
florasulam + penoxsulam	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,7 b	32,71 b
p-valor	0,0322	0,0003	0,0616	0,0005	0,0045
LSD	7,95	3,38	4,5	2,02	5,57
Tratamientos	21 julio 2020 (19 SDT)				
	<i>Araujia sericifera</i>			Resto de malas hierbas	
	Número	Altura (cm)	Pf (g)	Cubrición (%)	Pf (g)
Control	1,3 a	18,2 a	31,05 a	15,0 a	1156,33 a
oxifluorfen	0,3 a	13,0 a	9,30 a	6,3 a	396,67 a
flazasulfuron	0,0 a	0,0 a	0,00 a	4,7 a	353,00 a
florasulam + penoxsulam	0,3 a	13,0 a	2,70 a	7,0 a	623,67 a
p-valor	0,3493	0,3931	0,3009	0,3075	0,2671
LSD	–	15,5	–	12,6	–

Pf: Peso fresco. SDT: Semanas después del tratamiento. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$). *: Datos transformados con la función LOG(x+1) para cumplir con la condición de normalidad para la realización de ANOVA (test de comparación de medias LSD Fisher).

malas hierbas en general en la localidad de Albuixech a los 19 SDT, mostró en este campo una buena eficacia tanto por cubrición de las mismas (fundamentalmente *E. postrata* y *S. oleraceus*) como por su peso, similar a las parcelas control y los demás tratamientos.

En el año 2021 se repitió el estudio en la misma época y en las mismas parcelas agrícolas.

El año 2021 tuvo una primavera más propicia para la emergencia de las malas hierbas, pues hubo lluvias más constantes hasta la llegada del mes de julio, aunque el régimen de temperaturas fuese un poco más frío (1,5 °C) al inicio de la primavera, pero luego remontó (Tabla 1). En la localidad de Albuixech de nuevo el efecto herbicida, junto con la mortalidad

Tabla 5. Eficacia de los herbicidas flazasulfuron, oxifluorfen y la mezcla florasulam + penoxsulam sobre *Araujia sericifera* y resto de malas hierbas en un huerto de cítricos de la localidad de Albuixech (Valencia) en 2021.

Table 5. Efficacy of the herbicides flazasulfuron, oxyfluorfen and the mixture florasulam + penoxsulam for *Araujia sericifera* and rest of weed control in a citrus orchard located in Albuixech (Valencia) in 2021.

Tratamientos	6 mayo 2021 (8 SDT)				
	<i>Araujia sericifera</i>			Resto de malas hierbas	
	Número	Altura (cm)	Pf (g)	Cubrición (%)	Pf (g)
Control	7,7 a	6,8 a	1,78 a	10,0 a	524,29 a
oxifluorfen	7,7 a	7,3 a	1,78 a	5,3 ab	457,50 a
flazasulfuron	0,0 b	0,0 b	0,00 b	1,0 b	56,21 b
florasulam + penoxsulam	0,0 b	0,0 b	0,00 b	0,7 b	26,99 b
p-valor	0,0008	0,0000	0,0000	0,0311	0,0217
LSD	3,5	0,9	0,6	6,4	355,9
Tratamientos	29 julio 2021 (20 SDT)				
	<i>Araujia sericifera</i>			Resto de malas hierbas	
	Número	Altura (cm)	Pf (g)	Cubrición (%)	Pf (g)
Control	6,0 a	29,9 ab	296,02 a	25,0 a	1484,25 a
oxifluorfen	4,0 ab	43,6 ab	303,44 ab	22,3 a	1193,43 ab
flazasulfuron	1,0 b	1,7 b	0,29 b	11,8 a	630,34 b
florasulam + penoxsulam	0,7 b	105,4 a	275,18 a	23,3 a	1018,03 ab
p-valor	0,0346	0,1265	0,0483	0,2502	0,0862
LSD	3,8	77,3	216,4	15,3	655,5

Pf: Peso fresco. SDT: Semanas después del tratamiento. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$). ANOVA (test de comparación de medias LSD Fisher).

natural, frente a *A. sericifera* fue total con flazasulfuron y la mezcla florasulam + penoxsulam a las 8 SDT, mientras que oxifluorfen no impidió su nascencia, ni siquiera el del resto de las malas hierbas que sí que controlaron muy eficazmente los otros herbicidas. A las 21 SDT, al contrario de lo ocurrido en 2020, se detectaron nuevas emergencias de *A. sericifera* en todos los tratamientos, aunque en menor medida que en el control. Las pocas plántu-

las de *A. sericifera* detectadas en las parcelas tratadas con flazasulfuron, presentaban menor altura y peso que las que emergieron en las parcelas control. Esto mismo sucedió con el resto de malas hierbas, y aunque hubo una cubrición similar (rango de 11,8 a 25,0 %), el peso de las malas hierbas en las parcelas tratadas con flazasulfuron era menor que el de las malas hierbas de parcelas no tratadas (fundamentalmente: *Conyza* sp., *E. colonum*, *E.*

Tabla 6. Eficacia de los herbicidas flazasulfuron, oxifluorfen y la mezcla florasulam + penoxsulam sobre *Araujia sericifera* y resto de malas hierbas en un huerto de cítricos de la localidad de El Puig (Valencia) en 2021.

Table 6. Efficacy of the herbicides flazasulfuron, oxyfluorfen and the mixture florasulam + penoxsulam for *Araujia sericifera* and rest of weed control in a citrus orchard located in El Puig (Valencia) in 2021.

Tratamientos	6 mayo 2021 (8 SDT)				
	<i>Araujia sericifera</i>			Resto de malas hierbas	
	Número	Altura (cm)	Pf (g)	Cubrición (%)	Pf (g)
Control	9,0 a	7,1 a	4,92 a	26,7 a	1204,64 a
oxifluorfen	9,7 a	9,3 a	4,23 ab	1,0 b	64,33 b
flazasulfuron	0,0 b	0,0 b	0,00 b	0,7 b	67,33 b
florasulam + penoxsulam	0,0 b	0,0 b	0,00 b	1,2 b	66,67 b
p-valor	0,0322	0,0003	0,0616	0,0001	0,0000
LSD	7,9	3,4	4,5	7,3	279,4
Tratamientos	29 julio 2021 (20 SDT)				
	<i>Araujia sericifera</i>			Resto de malas hierbas	
	Número	Altura (cm)	Pf (g)	Cubrición (%)	Pf (g)
Control	9,3 a	18,1 a	212,04 a	13,3 a	702,32 a
oxifluorfen	3,7 ab	7,6 ab	28,45 b	6,0 b	264,14 b
flazasulfuron	0,3 b	7,7 ab	12,54 b	10,8 ab	581,78 ab
florasulam + penoxsulam	0,0 b	0,0 b	0,00 b	5,1 b	270,69 b
p-valor	0,0377	0,1481	0,0025	0,0903	0,0577
LSD	6,6	15,8	28,5	7,1	370,4

Pf: Peso fresco. SDT: Semanas después del tratamiento. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$). ANOVA (test de comparación de medias LSD Fisher).

postrata, *P. judaica*, *P. annua*, *Setaria verticillata* (L.) P. Beauv., *S. oleraceus* y *V. hederifolia*). En 2021 se replicó de nuevo el ensayo en la localidad de El Puig con resultados similares a los de Albuixech a las 8 SDT en cuanto a control de *A. sericifera* y mejores eficacias detectadas en cuanto al control del resto de malas hierbas, siendo el porcentaje de cubrición en las parcelas tratadas muy similar, independientemente de la materia activa

empleada. Más tarde, a las 20 SDT, continúa emergiendo *A. sericifera*, sobre todo en las parcelas control donde llega a un acumulado medio de un 91,5 % de emergencia frente al 67,0 % de oxifluorfen, 1,5 % de flazasulfuron y eficacia total para la mezcla de florasulam + penoxsulam. En esta última fecha y parcela, aparece en las parcelas control la mala hierba *Solanum nigrum* L. que hasta entonces no había sido detectada.

En las Tablas 3 a 6, no queda sin embargo reflejada la mortalidad de *A. sericifera* debida al tratamiento químico, pues la mortalidad natural puede enmascarar a la debida a los herbicidas. Por tanto, se ha calculado la mortalidad acumulada de las dos fechas de muestreo debida a los herbicidas como la diferencia entre el número de semillas sembradas, las no germinadas debido al 95 % de tasa de germinación y la mortalidad natural de los controles. Como consecuencia, se observa en la Tabla 7 que los herbicidas flazasulfuron y la

mezcla de florasulam + penoxsulam presentan un rango de mortalidad de *A. sericifera* en los 2 lugares y años en el rango del 50 al 91,6 %, siempre superior al control y al herbicida oxifluorfen. Este último, ejerce una mortalidad entre el 8,3 y 24,9 %, claramente insuficiente, sobre todo en El Puig 2020 y Albuixech 2021 donde la mortalidad debida al herbicida es igual al control.

Por último, hay que indicar que en ningún momento se detectó fitotoxicidad alguna en el arbolado por los herbicidas empleados.

Tabla 7. Mortalidad acumulada (% sobre el control) de la mala hierba *Araujia sericifera* debida al tratamiento herbicida con oxifluorfen, flazasulfuron y la mezcla florasulam + penoxsulam, en huertos de cítricos de las localidades de Albuixech y El Puig (Valencia), en 2020 y 2021.

Table 7. *Araujia sericifera* cumulative mortality (% of control) due to the herbicide treatments with flazasulfuron, oxyfluorfen and the mixture florasulam + penoxsulam, in citrus orchards located in Albuixech and El Puig (Valencia), in 2020 and 2021.

	2020		2021	
	Albuixech	El Puig	Albuixech	El Puig
Control	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
oxifluorfen	13,3 b	8,3 a	10,0 a	24,9 b
flazasulfuron	50,0 c	55,0 b	63,3 b	89,9 c
florasulam + penoxsulam	50,0 c	53,3 b	65,0 b	91,6 c
p-valor	0,0000	0,0044	0,0004	0,0000
LSD	5,4	30,0	24,8	14,6

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$). ANOVA (test de comparación de medias LSD Fisher).

Conclusiones

Se confirma el buen control de la emergencia de *A. sericifera* y del resto de malas hierbas con los herbicidas flazasulfuron y la mezcla florasulam + penoxsulam a las 10 SDT, mientras que el herbicida oxifluorfen tan solo consigue evitar la emergencia de *A. sericifera* de manera parcial y en la mitad de los

experimentos realizados, aunque eso sí, con un buen control del resto de malas hierbas. En cuanto al efecto a largo plazo (20 SDT), parece ser más dependiente de la climatología y en el año 2021, con mayor incidencia de malas hierbas, los herbicidas flazasulfuron y la mezcla florasulam + penoxsulam aun fueron eficaces frente a *A. sericifera*.

Agradecimientos

Los autores agradecen al agricultor Juan Martínez Arilla por permitir, desinteresadamente, la ocupación parcial de sus campos para la realización de los experimentos.

Referencias bibliográficas

- Bellache M., Moltó N., Benfekih L.A., Torres-Pagan N., Mir R., Verdeguer M., Boscaiu M., Vicente O. (2022a). Physiological and biochemical responses to water stress and salinity of the invasive moth plant, *Araujia sericifera* Brot., during seed germination and vegetative growth. *Agronomy* 12: 361. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020361>.
- Bellache M., Torres-Pagan N., Verdeguer M., Benfekih L.A., Vicente O., Sestras R.E., Sestras A.F., Boscaiu M. (2022b). Essential oils of three aromatic plant species as natural herbicides for environmentally friendly agriculture. *Sustainability* 14: 3596. <https://doi.org/10.3390/su14063596>.
- García Domínguez F.J., Grafulla C., Romero M. (2017). RUEDO®, nuevo herbicida para olivar y cítricos. *Phytoma* 293: 96-97.
- Gómez de Barreda D. (1976). *Araujia sericifera* Brot., mala hierba trepadora en los agrios españoles. *Levante Agrícola* 205: 13-15.
- Gómez de Barreda-Ferraz D., De Luca V., Osca J.M., Verdeguer M., Muñoz M. (2020). Control químico de la mala hierba invasora *Araujia sericifera* Brot. ITEA-Información Técnica Económica Agraria 116: 212-226. <https://doi.org/10.12706/itea.2020.001>.
- Grey T.L., McCullough P. (2012). Sulfonylureas herbicides' fate in soil: dissipation, mobility, and other processes. *Weed Technology* 26: 579-581. <https://doi.org/10.1614/WT-D-11-00168.1>.
- Haeuser E., Dawson W., Thuiller W., Dullinger S., Block S., Bossdorf O., Carboni M., Conti L., Dullinger I., Essl F., Klonner G., Moser D., Münke-müller T., Parepa M., Talluto M.V., Kreft H., Pergl J., Pyšek P., Weigelt P., Winter M., Hermy M., van der Veken S., Roquet C., Van Kleunen M. (2018). European ornamental garden flora as an invasion debt under climate change. *Journal of Applied Ecology* 55: 2386-2395. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13197>.
- Jabusch T., Tjeerdema R. (2005). Partitioning of penoxsulam, a new sulfonamide herbicide. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 7179-7183. <https://doi.org/10.1021/jf050767g>.
- Kanatas P., Travlos I., Kolivas M., Tataridas A., Mavroeidis A. (2020). Pyraflufen-ethyl and florasulam efficacy against glyphosate resistant horseweed (*Conyza canadensis*) biotypes. *Scientific Papers. Series A. Agronomy* 63: 335-340.
- Kanatas P., Antonopoulos N., Gazoulis I., Travlos I. (2021). Screening glyphosate-alternative weed control options in important perennial crops. *Weed Science* 69: 704-718. <https://doi.org/10.1017/wsc.2021.55>.
- Labruzzo A., Carrubba A., Di Marco G., Ebadil M.T. (2017). Herbicide potential of aqueous extracts from *Melia azedarach* L., *Artemisia arborescens* L., *Rhus coriaria* L. and *Lantana camara* L. *Allelopathy Journal* 41: 81-92. <https://doi.org/10.26651/2017-41-1-1085>.
- Parrella G., Greco B., Cennamo G., Griffio R., Stinca A. (2013). *Araujia sericifera* new host of alfalfa mosaic virus in Italy. *Plant Disease* 97: 1387. <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-13-0300-PDN>.
- Rubio J.L., Sánchez J., Forteza J. (1996). Mapa de suelos de la Comunidad Valenciana. Hoja: Burjasot 696. Ed. Generalitat Valenciana, Conselleria d'Agricultura i Mig Ambient, Valencia, España. 101 pp.
- SIAR (2023). Sistema de Información Agroclimática para el Regadío. Portal Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. <https://eportal.mapa.gob.es/websiar/Inicio.aspx>. (Consultado: 30 enero de 2023).
- Singh M., Ramírez A.H.M., Jhala A.J., Malik M. (2012). Weed control efficacy and citrus response to flazasulfuron applied alone or in combination with other herbicides. *American Journal of Plant Sciences* 3: 520-527. <https://doi.org/10.4236/ajps.2012.34062>.

- Sobrino E., Sanz-Elorza M., Dana E.D., González-Moreno A. (2002). Invasibility of a coastal strip in NE Spain by alien plants. *Journal of Vegetation Science* 13: 585-594. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02085.x>.
- Teixeira N., Melo J.C.S., Batista L.F., Paula-Souza J., Fronza P., Brandao M.G.L. (2019). Edible fruits from Brazilian biodiversity: A review on their sensorial characteristics versus bioactivity as tool to select research. *Food Research International* 119: 325-348. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.058>.
- Travlos I., Lysandrou M., Apostolidis V. (2014). Efficacy of the herbicide GF-2581 (penoxsulam + florasulam) against broadleaf weeds in olives. *Plant, Soil and Environment* 12: 574-579. <https://doi.org/10.17221/710/2014-PSE>.
- Van Kleunen M., Essl F., Pergl J., Brundu G., Carboni M., Dullinger S., Early R., González-Moreno P., Groom Q.J., Hulme P.E., Kueffer C., Kühn I., Máguas C., Maurel N., Novoa A., Párepa M., Pyšek P., Seebens H., Tanner R., Touza J., Verbrugge L., Weber E., Dawson W., Kreft H., Weigelt P., Winter M., Klonner G., Talluto M.V., Dehnen-Schmutz K. (2018). The changing role of ornamental horticulture in alien plant invasions. *Biological Reviews* 93: 1421-1437. <https://doi.org/10.1111/brv.12402>.
- Vivian-Smith G., Panetta F.D. (2005). Seedling recruitment, seed persistence and aspects of dispersal ecology of the invasive moth vine, *Araujia sericifera* (Asclepiadaceae). *Australian Journal of Botany* 53: 225-230. <https://doi.org/10.1071/BT04118>.
- Whitcomb C.E. (1999). An introduction to ALS-inhibiting herbicides. *Toxicology and Industrial Health* 15: 231-240. <https://doi.org/10.1177/074823379901500120>.
- (Aceptado para publicación el 30 de agosto de 2023)