

Evolución de las prácticas agronómicas en cereal de invierno en secano desde 1970 en Aragón (España): implicación en el manejo de las malas hierbas

Alicia Cirujeda^{1,2,*}, Gabriel Pardo^{1,2} y Joaquín Aibar³

¹ Departamento de Sistemas Agrícolas, Forestales y Medio Ambiente, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), Avda. Montañana 930; 50059 Zaragoza.

² Instituto Agroalimentario de Aragón-IA2, CITA Universidad de Zaragoza, Spain.

³ Instituto Agroalimentario de Aragón-IA2, Universidad de Zaragoza, Spain.

Resumen

El cereal de invierno en secano ocupa una importante superficie en España, también en Aragón, y en las últimas décadas ha sufrido considerables cambios de manejo agronómicos, sociales y de gestión. En el presente trabajo se sintetizan las opiniones de 38 técnicos y agricultores de 21 comarcas consultados a través de cuestionarios sobre los principales cultivos, tipo de laboreo, usos de herbicidas, malas hierbas dominantes, fechas de siembra, etc. en tres épocas: años 1970-86 (inicio de la influencia de la PAC) (período 1), 2005-13 (período 2) y 2021 hasta la actualidad (período 3). Los resultados son coincidentes en la mayoría de las comarcas en los siguientes aspectos: de forma progresiva se siembra una mayor diversidad de cultivos, ha tenido lugar una reducción de la intensidad de laboreo y se ha producido un creciente aumento en el uso de herbicidas, utilizándose en la actualidad en muchas comarcas en pre y postemergencia de los cultivos. En cuanto a las arvenses de más difícil control destaca el incremento de especies poáceas, sobre todo *Lolium rigidum* Gaud. que ha aumentado en muchas zonas y presenta resistencia a herbicidas en al menos 7 comarcas. El pastoreo con ovino ha disminuido de forma generalizada y la superficie gestionada por agricultor ha aumentado por motivos económicos. Las irregulares precipitaciones, en progresiva disminución, y también los incrementos de temperatura a finales de ciclo posiblemente obligarán a realizar nuevas adaptaciones como la elección de especies (p.ej. cebada) o variedades apropiadas a estas condiciones para poder rentabilizar los cultivos.

Palabras clave: Encuestas, rotaciones, laboreo, herbicidas, cambio climático, manejo agronómico.

Changes of the agronomic practices in rainfed winter cereal since 1970 in Aragón (Northeastern Spain): implications for the weed management

Abstract

Winter cereal in rainfed conditions occupies an important area in Spain and also in Aragón and has experienced significant changes concerning management and social aspects. In this work the opinions of

* Autor para correspondencia: acirujeda@aragon.es

Cita del artículo: Cirujeda A., Pardo G., Aibar J. (2025). Evolución de las prácticas agronómicas en cereal de invierno en secano desde la década de los 1970 en Aragón (España): implicación en el manejo de las malas hierbas. ITEA-Información Técnica Económica Agraria 121(2): 114-135. <https://doi.org/10.12706/itea.2025.001>



38 technicians and farmers of 21 districts are described after filling in questionnaires about the main crops, type of tillage, herbicide use, main weed species, sowing periods, etc. in three periods: years 1970-86 (since the inclusion of Spain in the CEE and the start of the influence of the Common Agricultural Policies) (period 1), 2005-13 (period 2) and 2021-present (period 3). The results are coincident in most of the districts concerning the following aspects: more diverse crops have been seeded progressively; a reduction in tillage intensity has occurred and herbicides are applied more intensively, in many districts in both pre- and postemergence of the crops. Concerning the most worrisome weeds, the most outstanding is an increase in poaceae, especially of *Lolium rigidum* Gaud. in many areas showing herbicide-resistant populations at least in 7 districts. Overall, grazing with sheep has also diminished and there has been an increase of the cultivated area per farmer. The irregular rainfall as well as the high temperatures at the end of the cropping cycles will very probably force farmers to carry out new adaptations such as choosing adapted species (e.g. barley) and appropriate varieties to these conditions to capitalize the crops.

Keywords: Survey, crop rotations, tillage, herbicides, climate change, agronomic management.

Introducción

En el año 2022 se cultivaron en Aragón un total de 686.741 ha de cereal de invierno en condiciones de secano, representando el principal grupo de cultivos en superficie (MAPA, 2023). A pesar de que los rendimientos medios son moderados en Aragón (p.ej. 2.390 kg ha⁻¹ para trigo blando en 2022; Gutiérrez, 2023), este grupo de cultivos es muy significativo por la elevada superficie ocupada, por la importancia de proveer al sector agroalimentario y ganadero de materias primas locales para harineras, malterías y para la fabricación de piensos, los cuales se destinan, principalmente a ganado porcino, pero también a vacuno y avícola. También, al tratarse de cultivos muy arraigados culturalmente, son importantes como vertebradores del territorio. Igualmente, la paja que se genera es un subproducto importante tanto si se aprovecha fuera de la finca como si se incorpora en el suelo para incrementar su materia orgánica. Además, el cereal está muy adaptado a eventos irregulares como la pluviometría en zonas de clima mediterráneo y es capaz de compensar su rendimiento en diferentes momentos de su ciclo. En el secano, es muy difícil encontrar otro cultivo más interesante desde el punto de vista productivo y de rentabilidad económica.

Desde los años 1950, aproximadamente, el cultivo se ha tecnificado progresivamente, especialmente debido a la mecanización tanto de los aperos de labranza (introducción de los primeros arados de vertedera en la década de 1910) como de los de recolección. También se ha ido generalizando el uso de fertilizantes de síntesis química y el de fitosanitarios. El primer herbicida registrado en España para los cereales de invierno fue el 2,4-D para el control de plantas dicotiledóneas en 1948, aunque no fue hasta finales de los años sesenta que se extendió su uso en estos cultivos (Tabla 1). A principios de los años sesenta se introdujo el trialato para el control de ballueca (*Avena* spp.) en cereal, lo cual supuso una verdadera revolución, ya que, por primera vez, se conseguía selectividad aun cuando cultivo y mala hierba eran de la misma familia. Posteriormente, en los años 1970 se introdujeron clortolurón, isoproturón y diclofop-metil (para el control de poáceas) y en los años 80, el herbicida de preemergencia clorsulfurón y otras sulfonilureas como tribenurón, muy utilizada para el control de especies dicotiledóneas (Loureiro et al., 2010). Les siguieron otras materias activas, entre las cuales destacan imazametabenz en 1984 (Taberner et al., 1992a) para el control de *Avena* spp., así como iodosulfurón y pinoxaden para el control de poáceas. También

Tabla 1. Fechas de registro de algunas de las principales materias activas herbicidas empleadas en cereal de invierno en la Comunidad Económica Europea o en España.
Table 1. Years of registration of some of the main herbicide active ingredients used in winter cereal in the European Economic Community or in Spain.

Materia activa	Fecha
2.4-D ácido 60 %	1948 (en CEE)*
Triallato	1964 (en CEE)*
Clortolurón 50 %	1971 (en CEE)*
Glifosato 36 % sal isopropilamina	1974 (en CEE)*
Isoproturón**	1975 (en CEE)*
Diclofop 36 % (éster metílico)	1976 (en CEE)*
Clorsulfurón	1985 (en CEE)*
Tribenurón-metil 50 %	Antes de 1990 en España (Loureiro, pers. com.)
Imazametabenz**	Antes de 1990 en España (Loureiro, pers. com.)
Tralkoxidim	2009-2019 (Loureiro, pers. com.)
Iodosulfurón	2003 (en España)
Pinoxaden	24/10/2013 (en España)***

*García-Torres y Fernández-Quintanilla (1991). **Materia activa ya no autorizada en la Unión Europea.
*** MAPA, (2024b).

se introdujo el uso de glifosato, para eliminar ricios y otras especies en presiembra, normalmente en sistemas de siembra directa.

En los últimos años se ha extendido el fungicida, especialmente en trigo, dados los problemas observados de roya amarilla en algunas variedades a partir de la década de los años 2000 (González, 2018). También se ha producido un progresivo incremento en el uso de semilla certificada utilizando nuevas variedades cada vez más productivas alcanzando un 40 % sobre el total de semillas sembradas en Aragón en 2023 (Gutiérrez, 2023). Otro cambio ha sido la prohibición de la quema de rastrojos salvo por motivos fitosanitarios desde el año 2003 (Reglamento (CE) 1782/2003).

Entre los años 1976 y 1978 en el Servicio de Investigación Agraria de Zaragoza (actualmen-

te CITA) se realizó una primera tanda de prospección de la flora arvense en campos de cereal con el fin de conocer las malas hierbas que crecían en las diferentes zonas de Aragón, sobre todo en la provincia de Zaragoza (parcialmente publicada por Zaragoza y Maillet, 1976) (período 1). Entre los años 2005 y 2013 (período 2) se visitaron los mismos campos u otros muy cercanos en caso de no estar cultivados, además de ampliar las prospecciones a nuevas zonas de las provincias de Huesca y de Teruel (parcialmente publicado en Cirujeda et al., 2011); en 2021 se iniciaron nuevas visitas que se prevén concluir en 2024 (período 3) (parcialmente publicado por Segarra, 2022). En total se han visitado campos de 21 de las 33 comarcas de Aragón, priorizando aquellas en las que el cultivo de cereal cobra mayor importancia.

Durante las tres tandas de prospecciones se han anotado aspectos sobre el manejo (tipo de laboreo, regadío o secano etc.) que son apreciables en el momento de la visita; en caso de estar presentes los agricultores, también se ha preguntado sobre el manejo (herbicida aplicado, cultivo previo, etc.) aunque la mayoría de los campos fueron visitados en ausencia de los propietarios. Por ello, muchos de los aspectos de manejo se desconocen, detalles que pueden ser útiles para tratar de comprender algunos de los cambios de flora observados en los sucesivos inventarios. Para paliar esta falta de información, en 2022 se diseñó un cuestionario dirigido a técnicos y agricultores de las diferentes comarcas de Aragón, en las que se ha prospectado y de este modo, poder relacionar esta evolución con esta evolución en la composición de flora.

El principal objetivo de este trabajo ha sido, por lo tanto, conocer los principales cambios en el manejo agronómico ocurridos desde los años 70 hasta la actualidad, que expliquen los cambios observados en la composición florística en aquellas comarcas de Aragón en las que el cereal de secano es el cultivo predominante. Un objetivo adicional es conocer qué especies arvenses preocupan más, antes y en la actualidad, al sector agrícola para ofrecerle opciones de prevención y de manejo.

Materiales y métodos

El cuestionario se dividió en apartados con preguntas relativas a 1) los cultivos sembrados (incluyendo fechas de siembra); 2) el tipo de laboreo; 3) el uso de herbicidas; 4) las malas hierbas dominantes y 5) observaciones relacionadas con el uso de fertilizantes, cambios del tiempo de dedicación de los agricultores, manejo de rastrojos, pastoreo, concentración

parcelaria, cambios en climatología, etc. Cada pregunta debía ser contestada para tres períodos diferentes: años 1970-86 (entrada de España en la Comunidad Económica Europea) (período 1), años 2005-13 (período 2) y años 2021-actualidad (período 3). Las respuestas fueron abiertas con posibilidad de contestar libremente.

Una vez diseñado el cuestionario, entre el invierno de 2022 y el de 2023 se contactó con técnicos de cooperativas y de Agrupaciones para Tratamientos Integrados en Agricultura (ATRIAs) y con agricultores representativos de todas las zonas prospectadas. Se seleccionaron personas con cierta perspectiva histórica o con posibilidad de consultar a expertos de mayor edad los datos del periodo 1970-1986. En algunas comarcas se recogieron dos o más cuestionarios, especialmente si las personas encuestadas fueron agricultores, para dar una visión más completa de la zona, y se han resumido en una única respuesta. En este primer trabajo se analizan las respuestas de 38 encuestas para 21 comarcas o subcomarcas, Jacetania (Ja), Hoya de Huesca (HH), Somontano y Cinca Medio (SCM), Ribagorza (R), Los Monegros (oeste) (Mo), Los Monegros (este) (Me), Cinco Villas medias-altas (CVma), Cinco Villas (CV), Campo de Borja (CBo), Ribera Baja del Ebro (RBE), Tarazona y el Moncayo (TM), Comunidad de Calatayud (CCal), Bajo Gállego (BG), Campo de Cariñena (CCar), Campo de Belchite (CBe), Bajo Aragón Caspe (BAC), Jiloca (Ji), Cuencas Mineras (CM), Comunidad de Teruel (este) (CTe), Comunidad de Teruel (norte) (CTn), Maestrazgo (M), todas ellas en secano (Figura 1). En cuanto a altitud sobre el nivel del mar, pluviometría y temperaturas medias, se observan notables diferencias entre las comarcas estudiadas (Tabla 2) por lo que *a priori* cabe esperar que el manejo del cultivo varíe adaptándose a cada condición climática.

Tabla 2. Datos de altitud, pluviometría y temperaturas medias en las localidades más cercanas a las de las personas encuestadas.
 Table 2. *Altitude, rainfall and mean temperature in the nearest locations to the respondents.*

Comarca o subcomarca	Localidad de residencia (altitud, m.s.n.m. ^a)	Pluviometría media (mm/año) ^b		Temperaturas medias (°C) ^b		Localidad datos climáticos
		2004-06	2021-23	2004-06	2021-23	
Jacetania	Jaca (818)	570	656	11,82	13,06	Santa Cilia
Hoya de Huesca (3 encuestas)	Huesca (488), Huerrios (680), La Sotonera (656)	389	326	13,44	14,41	Huesca
	Barbastro (341)	368	376	13,9	15,25	Barbastro
Ribagorza	Graus (469)	368	376	13,9	15,25	Barbastro
Los Monegros (oeste)	Leciñena (410)	348*	304	14,61*	16,20	Zuera
Los Monegros (este)	Peñalba (253)	319	335	13,89	15,02	Candasnós
Cinco Villas medias-altas	Sádaba (454), Uncastillo (601), Luesia (810)	432	460	13,07	14,15	Sádaba
	Tauste (267), Luna (401), Ejea (346)	394	362	13,41	14,69	Ejea
Cinco Villas (3 encuestas)	Magallón (419), Fréscano (302), Mallén (293), Novillas (239)	454	326	13,92	15,04	Borja
	Gelsa (147) y Pina de Ebro (161)	296	250	14,92	16,38	Quinto
Ribera Baja del Ebro (3 encuestas)	Tarazona (480)	407	300	13,33	14,46	Tarazona
Tarazona y el Moncayo	Torrijo de la Cañada (790)	417	330	12,12	13,75	Calatayud
Cdad. de Calatayud	Zuera (279)	348*	304	14,61*	16,20	Zuera
Zaragoza (Bajo Gállego)	Cariñena (591), Tosos (585)	438	323	14,10	15,49	Almonacid de la Sierra
Campo de Cariñena (3 encuestas)						Belchite
Campo de Belchite (2 encuestas)	La Puebla de Albortón (483), Belchite (460), Fuendetodos (750); Plenas (800)	329	260	14,50	15,46	
Bajo Aragón Caspe	Caspe (153)	379	295	15,14	16,64	Caspe
Jiloca (7 encuestas)	Bañón ^c (1141), Ferreruella (1015), Lagueruela (1066), Cucalón (1034), Ojos Negros (1150)	339**	341	11,15**	12,47	Monreal del Campo
Cuencas Mineras	Blesa (771)	304	281	14,27	15,6	Hijar
Cdad. de Teruel (este) (2 encuestas)	Camarillas (1314), El Pobo (1399)	381**	354	11,64**	12,74	Teruel
Cdad. de Teruel (norte) (2 encuestas)	Argente (1253), Lidón (1211), Visiedo (1185), Rillo (1269)	381**	354	11,64**	12,74	Teruel
Maestrazgo	Miravete de la Sierra (1218), Villarroya de los Pinares (1377)	381**	354	11,64**	12,74	Teruel

^a SIGPAC (2024); ^bSIAR (2024); ^cEncuesta asignada a Cdad. de Teruel (este) por proximidad; *Periodo 2011-13, ** Periodo 2006-08.

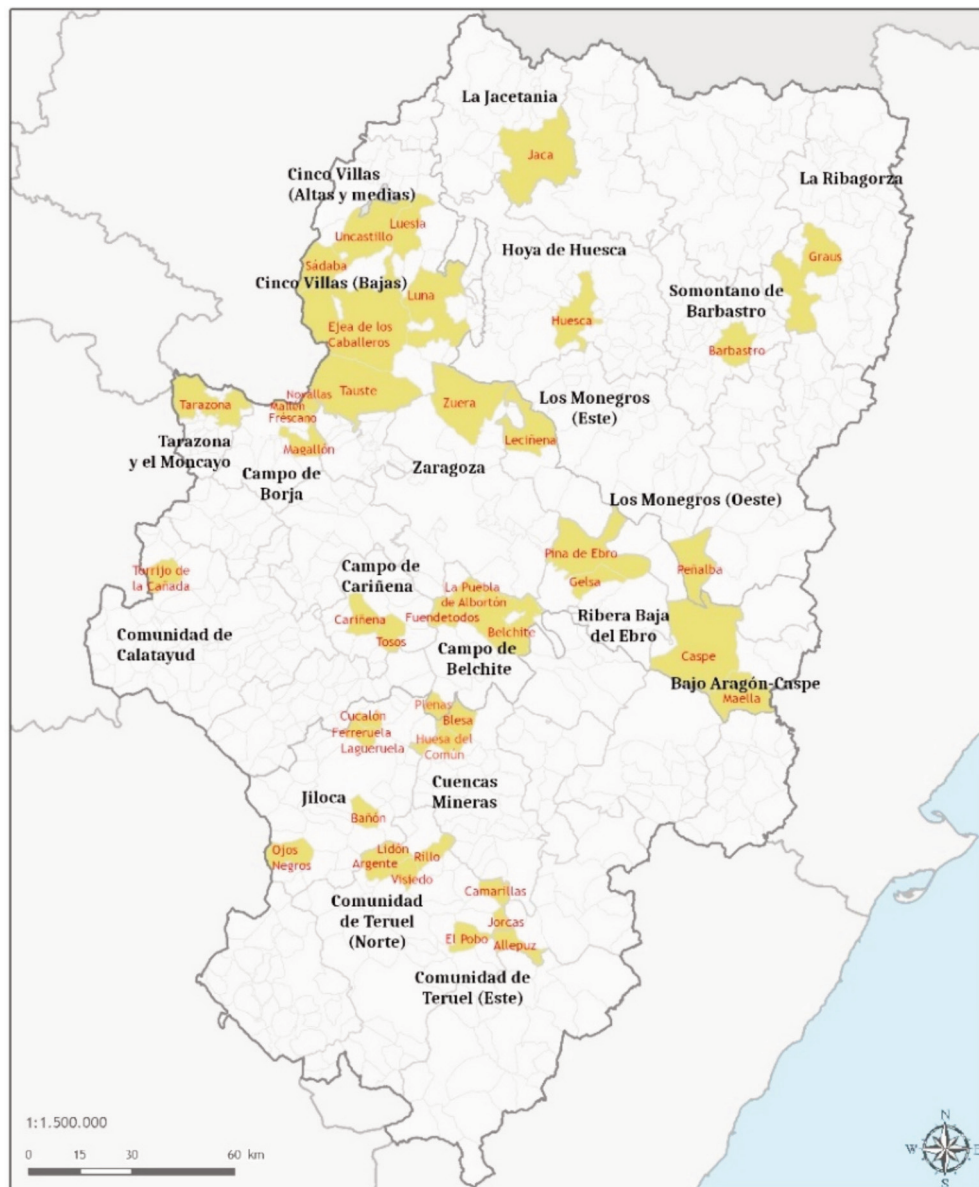


Figura 1. Mapa con los municipios y comarcas de Aragón desde las que respondieron a los cuestionarios.
 Figure 1. Map showing the municipalities and districts of Aragón where the questionnaires were answered.

Resultados

En primer lugar, se constató la dificultad de encontrar personas con un conocimiento de las prácticas agrícolas características de su

zona en un período de tiempo tan amplio, por lo que en algunos casos las preguntas relativas al primer período quedaron sin contestar.

Cambios en los cultivos

Se constata un aumento gradual en la diversificación de cultivos en la mayoría de las comarcas desde el primer período hasta la actualidad (Tabla 3). Destaca la introducción de

especies leguminosas en zonas en las que anteriormente no se sembraban. El cambio más reseñable entre el segundo y tercer período es un aumento de la siembra de triticales (*Triticum x Secale*), poco presente en el primer período.

Tabla 3. Resultados respecto a los cultivos predominantes en las tres épocas consultadas.

Table 3. Results concerning the dominating crops in the three periods.

Comarca	1970-86	2005-13	2021-23
Jacetania	TB, C (primavera)	C, TB, G, V	C y TB, habines
Hoya de Huesca	C	C, TB, G, V(grano)	TB, C, TD, habines o V, CO
Somontano y Cinca Medio	C, TB	C, TB, LG	C, TB, LG
Ribagorza	C, TB (forraje)	C, TB, T, raygrass, V-AV	C, TB, T, raygrass, V-AV, A, CO
Los Monegros (oeste)	TB, C	TD y C	TB, T, C
Los Monegros (este)	C y TB	C, TB, T	C, T, TB
Cinco Villas medias-altas	C, TB	C, TB, TD, G, A	C, TB, A, TD
Cinco Villas	C, TD, TB	C, TD, TB	C, TD, TB, LG
Campo de Borja	TD y TB	C (2 carreras)	C, TB, T
Ribera Baja del Ebro	C, TB	TD, C	TD, T, LG
Tarazona y el Moncayo	C, TB	C, TB	C, TB
Comunidad de Calatayud	TB, C	TD, TB, C	TB, GR, C, LG
Campo de Daroca	–	–	–
Zaragoza (Bajo Gállego)	–	TD, C	TD, C, T, LG
Campo Cariñena	TD, C, TB, V	TD, C, TB	T, C, TD, TB
Campo de Belchite	C, TB (Aragón 03)	C, TD, G	TD, C, TB, G
Bajo Aragón Caspe	C, TB	C, TD	C, TD
Jiloca	C, TB, CN, G, AV, E	C, TD, CN, TB, A, T, E	C, GR, TB, A, Y, E, CO, T, CN
Cuencas Mineras	C, TB, CN, E	C, TB	C, TB, Y, E
Comunidad de Teruel (este)	C (primavera), TB, E, AV	TB, C, E, CN, T, G	TB, C (otoño), T, GR, E
Comunidad de Teruel (norte)	TB, C	TB, C, T, G	C, T, TB, Y, V, almortas, GR
Maestrazgo	TB, C	TB, C, T	TB, C, T, GR

C: Cebada, TB: Trigo blando, TD: Trigo duro, T: Triticale, CN: Centeno, V: Veza, LG: Leguminosas sin especificar, G: Guisante. GR: Girasol, A: Alfalfa, AV: avena, E: Esparceta, Y: Yeros, CO: colza.

En algunas zonas se ha producido un aumento de cultivos leñosos en detrimento del cereal: almendros en HH y CBo; almendros y vid en CCar; carrascas truferas, almendros y pistachos en el Ji; por el contrario, en CCal se observa una regresión en las plantaciones de frutales tradicionales y un aumento de cultivos extensivos. En CBe prácticamente ha desaparecido el cultivo de la vid y se ha incrementado el almendro (en algunas zonas, por plantaciones masivas financiadas por fondos de inversión). En 4 comarcas se está introduciendo el girasol (CCal, CTe, CTn, M, Ji) y en alguna, la colza (Ji). Coincide con las zonas de mayor altitud (Tabla 2), donde en primavera-verano se registran tormentas que posibilitan su establecimiento y desarrollo.

Cambios en las fechas de siembra

En 14 comarcas se ha producido un progresivo retraso en las fechas de siembra del cereal. Los motivos, según los encuestados, son: temperaturas elevadas y la necesidad de controlar ricio y bromo mediante laboreo o con herbicidas en siembra directa (SD); por sembrarse ahora variedades de ciclo más corto, ofrecidas en los últimos años por el mercado; esperando lluvias de final de otoño. En cinco zonas cifran ese retraso en alrededor de un mes; en la RBE todavía más: se sembraba para últimos de septiembre en el período 1, en octubre en período 2 y entre noviembre y enero en la actualidad. En cinco zonas no se relata una modificación en la fecha de siembra (Me, Mo, TM, SCM y BAC) posiblemente porque ya se sembraban variedades de ciclo corto adaptadas a la sequía.

Un agricultor de CTe describe un adelanto en la fecha de cosecha de trigo, habiendo sembrado la misma variedad ("Marius") durante todos estos años: en el primer período cosechaba a mediados de agosto y, en la actualidad, a principios de julio.

Laboreo

En todas las zonas, en el primer período se realizaba un laboreo con vertedera, después se repasaba una o dos veces con cultivador y rastra (denominado binar y terciar o bien mantornar, según la zona; ver en RAE, 2024). El subsolador, debido a la potencia de tractor requerida y al alto consumo en gasoil no fue un apero usado con frecuencia. En la actualidad se sigue usando la vertedera de forma bastante generalizada en tres comarcas (M, CM y CBe). En CCar, RBE y CCal se utilizaba hasta el segundo período combinado con chisel y, en algunas parcelas de CBo y de Me se sigue usando. En general, se ha observado una transición del uso de vertedera a mínimo laboreo (ML) en el segundo período, manteniéndose de forma generalizada en la actualidad. Paulatinamente, la SD gana adeptos en bastantes comarcas (HH, BG, Mo, Me CBo, RBE, CCal, R, CV, CTn, CCar, Ji, SCM y BAC). Seguramente el interés por la SD fue más tardío que en la vecina Cataluña donde, desde inicio de los 90, algunos agricultores ya mostraban inquietud por esta práctica (Taberner et al., 1992a). Cabe resaltar que en algunas zonas (CBo, Me, RBE y Ji) en la actualidad se practican los tres tipos de laboreo, según los productores y dependiendo de las zonas: vertedera, ML o SD. En algunas zonas la SD es muy incipiente (CBe, BAC).

En cuanto a los aperos utilizados, en Ja y CTe se utiliza chisel, grada de discos y cultivador. En Mo y CCar, actualmente se realiza un pase de chisel "rastrojeador" o "rastrojero" y de un cilindro con cuchilla, que corta las raíces de las malas hierbas establecidas. Resulta extraño que este apero, diseñado principalmente para eliminar malas hierbas desarrolladas con un bajo gasto en combustible, no tenga un uso más extendido en el resto de la Comunidad Autónoma. También se cita en alguna comarca el uso de vertederas que realizan una labor menos profunda.

La técnica tradicional del año y vez

En todas las comarcas estudiadas exceptuando HH y Ja, en el primer período se practicaba el “año y vez” de forma generalizada, es decir que los campos se sembraban un año y se dejaban descansar otro, practicando pastoreo y laboreo en esas tierras durante el año de barbecho. En la actualidad esta práctica todavía es común en 9 comarcas (BG, CBo, CCar, CTe, CTn, M, CM, BAC y CBe), siendo zonas coincidentes con precipitaciones escasas (Tabla 2) las cuales, además, no siempre se producen en los momentos más adecuados para el desarrollo del cereal. El barbecho se sigue practicando en muchas zonas, aunque de forma menos frecuente que antiguamente. La adopción de la SD, donde se reduce el tiempo de trabajo, facilita la siembra anual y es una de las razones de que se dejen menos campos en barbecho.

Malas hierbas

Especies más problemáticas

En algunas comarcas se ha producido un claro cambio entre las especies arvenses que preocupaban por su difícil control en el primer período y aquellas que lo son en la actualidad: dos poáceas asociadas a la SD (*Bromus diandrus* y *Vulpia* spp.) aumentan en varias comarcas. Ya en 1995 se citó un incremento de la presencia de *Vulpia* spp. en Aragón (Centro de Sanidad Vegetal, 1995) pero la preocupación pareció decrecer posteriormente, aunque se sigue citando en alguna comarca (Ji). También aumentan su presencia especies de la familia de las *Asteraceae*, cuyos vilanos se dispersan por el viento: *Conyza* spp., *Anthemis arvensis*, *Matricaria chamomilla* y *Lactuca serriola* y bulbosas como *Muscari neglectum*, todas ellas adaptadas *a priori* a la SD (Tabla 4).

Lolium rigidum ha cobrado importancia, paulatinamente, en casi todas las comarcas hasta

ser globalmente el mayor problema. En 4 de ellas (HH, Mo, Me y CVma) ya se citaba como problemática en los años 1970 ascendiendo en la actualidad a 13 comarcas en la que se considera preocupante (Tabla 4). Llama la atención que en 5 comarcas (CBo, TM, CV, CVma, CTe) previamente preocupaba *Avena sterilis*, en Ja *Alopecurus myosuroides*, y ahora, en cambio es *L. rigidum* en todas ellas. Por lo contrario, en la CTe está aumentando en la actualidad la presencia de *A. myosuroides*. En algunas comarcas se cita a ambas, *L. rigidum* y *A. sterilis* (BG, Me Mo, R, CVma, CTe, CTn y CBe) pero parece haber decrecido generalmente la percepción de la gravedad de las infestaciones con *Avena* spp.

En cuanto a especies dicotiledóneas, *Salvadora kali* se cita como problemática en la actualidad en 9 comarcas; le sigue *Veronica* sp. en 7 comarcas (Tabla 4) (CCar, CCal, CTe, CV, CVma, R y Ji).

Algunas especies preocupan de forma aislada en ciertas comarcas: *Fumaria* spp., *Salvadora vermiculata*, *Amaranthus albus* (en Mo, posiblemente dispersado por purines), *Diploaxis eruroides* (en pueblos de CTe, donde antes no se encontraba, posible aumento debido al cambio climático), *Cynanchum acutum* (abundante en zonas de soto del Ebro y que está extendiéndose por los campos adyacentes), *Hypochaeris procumbens* (en CTn en suelos ligeros y Ji), *Sinapis arvensis* (en CVma y BAC), *Galium* spp. (en R) y *Cirsium arvense* (en CTe posiblemente por la reducción de laboreo). También en el BG se considera que algunas especies dicotiledóneas (no se detallan) están aumentando dispersadas por los purines de porcino.

En 1976, en un amplio estudio publicado por Güell y Domingo (1978) cuando se llevaba aplicando 20 años 2,4-D, se decía que las dicotiledóneas más frecuentes en Aragón, apareciendo en al menos el 50 % de los campos, eran: *Papaver rhoeas*, (casi en todos) *C. arvense* (que apenas se menciona en la actualidad),

Tabla 4. Principales especies de malas hierbas que preocupaban o iban en aumento en los años 1970-86 y actualmente; s.d.: sin dato.
 Table 4. Main weed species that worried farmers or were increasing in years 1970-86 and currently; s.d.: no data.

Comarca	Especies dominantes en años 1970-86	Especies que preocupan/en aumento actualmente
Jacetania	<i>Papaver rhoeas</i> , crucíferas, <i>Galium tricornutum</i> , <i>Alopecurus myosuroides</i>	<i>Bromus diandrus</i> , <i>L. rigidum</i> (recientemente), <i>Vulpia</i>
Hoya de Huesca	<i>L. rigidum</i> , <i>Avena sterilis</i> , <i>P. rhoeas</i> , crucíferas	<i>B. diandrus</i> , <i>Salsola kali</i> , <i>L. rigidum</i> resistente
Somontano y Cinca Medio	<i>P. rhoeas</i>	<i>B. diandrus</i> , <i>Galium</i> spp., <i>L. rigidum</i> , <i>Vulpia</i>
Ribagorza	s.d.	<i>L. rigidum</i> , <i>Galium aparine</i> , <i>Veronica</i> sp., <i>A. sterilis</i>
Los Monegros (oeste)	<i>S. kali</i> , <i>P. rhoeas</i> , <i>L. rigidum</i>	<i>Conyza</i> spp., <i>Salsola vermiculata</i> , <i>Amaranthus albus</i> (por purines)
Los Monegros (este)	s.d.	<i>Diploaxis erucoides</i> , <i>P. rhoeas</i> , <i>L. rigidum</i> , <i>A. sterilis</i> , <i>B. diandrus</i>
Cinco Villas medias-altas	<i>A. sterilis</i> , <i>L. rigidum</i> , <i>P. rhoeas</i> , <i>Sinapis arvensis</i> , <i>Silybum marianum</i> , <i>Cirsium arvense</i>	<i>L. rigidum</i> , <i>B. diandrus</i> , <i>A. sterilis</i> , <i>Vulpia</i> , <i>Anthemis arvensis</i> , <i>Matricaria chamomilla</i> , <i>Sinapis arvensis</i> , <i>P. rhoeas</i> , <i>Veronica</i> spp.
Cinco Villas	Hoja ancha, <i>A. sterilis</i>	<i>D. erucoides</i> , <i>Sinapis arvensis</i> , <i>Veronica</i> sp., <i>P. rhoeas</i> , <i>L. rigidum</i> , <i>Vulpia unilateralis</i>
Campo de Borja	<i>A. sterilis</i>	<i>L. rigidum</i> , <i>Bromus sterilis</i> . <i>A. sterilis</i> va a menos, mejor detección
Ribera Baja del Ebro	<i>S. kali</i> , <i>D. erucoides</i>	<i>S. kali</i> , <i>L. rigidum</i> , <i>Cynanchum acutum</i>
Tarazona y el Moncayo	<i>A. sterilis</i>	<i>L. rigidum</i>
Comunidad de Calatayud	<i>D. erucoides</i> , <i>P. rhoeas</i> , <i>C. arvense</i> , <i>Xanthinum spinosum</i>	<i>Bromus</i> spp.
Bajo Gállego	s.d.	<i>Lactuca serriola</i> , <i>Fumaria</i> spp., <i>A. sterilis</i> , <i>S. kali</i> , <i>L. rigidum</i>
Campo de Cariñena	<i>D. erucoides</i> , <i>A. sterilis</i> , <i>Chenopodium album</i>	<i>S. kali</i>
Campo de Belchite	<i>D. erucoides</i> , <i>P. rhoeas</i> , <i>Dipsacus fullonum</i>	<i>L. rigidum</i> , <i>A. sterilis</i> . En SD, <i>P. rhoeas</i> , <i>Veronica</i> spp., <i>Cynodon dactylon</i> en barbechos
Bajo Aragón Caspe	<i>S. arvensis</i> , <i>S. kali</i>	<i>L. rigidum</i> , <i>S. arvensis</i>
Jiloca	<i>P. rhoeas</i> , <i>Conringia orientalis</i> , <i>Cirsium arvense</i>	<i>S. kali</i> , <i>B. diandrus</i> , <i>Veronica</i> spp., <i>V. unilateralis</i> , <i>L. rigidum</i>
Cuencas Mineras	<i>Cynodon dactylon</i> en barbechos, <i>C. arvense</i>	<i>S. kali</i> , <i>A. sterilis</i>
Comunidad de Teruel (este)	<i>C. orientalis</i> , <i>P. rhoeas</i> , <i>C. arvense</i> , <i>A. sterilis</i>	<i>A. sterilis</i> , <i>L. rigidum</i> , <i>S. kali</i> , <i>D. erucoides</i> , <i>C. arvense</i> , <i>Veronica</i> spp., <i>A. myosuroides</i>
Comunidad de Teruel (norte)	<i>P. rhoeas</i> , <i>D. erucoides</i> , <i>Hypocoum procumbens</i>	<i>S. kali</i> , <i>B. diandrus</i> , <i>A. sterilis</i> , <i>L. rigidum</i> ; <i>Muscari neglectum</i> y bulbosas van en aumento
Maestrazgo	s.d.	s.d.

Galium spp. (decían los autores “resistente” a 2,4-D, aunque se referían a lo que ahora se denomina “tolerante”, es decir, que no es sensible a esta materia activa ninguna población, apenas se menciona ahora), *Veronica* spp., *Fumaria* spp. y *Polygonum aviculare*. Con menor frecuencia aparecían *Sinapis* spp, *Convolvulus arvensis*, o *Capsella bursa-pastoris*.

De ellas, solo *P. rhoeas* se menciona recurrentemente en la actualidad, pero es llamativo que a pesar de haber casos de resistencias a herbicidas en Aragón aproximadamente desde el 2000 y cuyo control preocupaba a partir de 2004 (CSV, 2005), no parece ahora ser una especie problemática y se cita solo como tal en cinco comarcas (Me, CCal, CV, CVma y Ji en SD).

Herbicidas utilizados

Durante el período 1, en 4 comarcas no se utilizaba ningún herbicida, en 9 solo se aplicaba esporádicamente 2,4-D y en 4 comarcas ya se había extendido el uso de clortolurón y/o diclofop para el control de poáceas (Tabla 5). En la actualidad en 7 comarcas es común realizar tratamientos de preemergencia y postemergencia en cereal de invierno; en 5 comarcas, además, se ha sustituido el laboreo en presiembra por el uso de glifosato (HH, Mo, CB, CV y Ja), por lo que se realizan tres tratamientos herbicidas por ciclo. Por el contrario, en 6 comarcas se llevan a cabo solo tratamientos de postemergencia, ya que o bien practican año y vez y/o laboreo con vertedera. En el CCar algunos agricultores siguen sin utilizarlos por convicción, así como algunos agricultores de la CTe optan seguir tratando solo con herbicidas para el control de especies dicotiledóneas (aparte de los productores que optan por un manejo ecológico).

Posibles resistencias a herbicidas

Se cita la presencia de poblaciones de *L. rigidum* presuntamente resistentes a herbicidas en 7 comarcas: HH, BG, Ja, CTn, Me, el SCM

y RBE. En algunos casos se observan problemas desde hace unos 20 años con clorsulfurón y, en menor medida, con dicofop-metil (CTn); en otras zonas la problemática es más incipiente (Ja, Me, RBE). Las resistencias en Me lo son a diclofop-metil; en la HH y SCM hay problemas con varios herbicidas del grupo de las ACC-asas; en la RBE el problema es grave y, además de las resistencias a herbicidas de los grupos “fop” y “dim”, muchas poblaciones lo son también a pinoxaden. En SCM adicionalmente se citan problemas de resistencia en *P. rhoeas* y *Conyza* spp.

Otros aspectos de manejo

Quema de rastrojo

En la mayoría de las comarcas se quemaban los rastrojos en el primer período pero no después, ya que se prohibió en el año 2003.

Pastoreo ovino

A pesar de que la reducción de la cabaña ovina en Aragón ha sido muy acusada desde los años noventa, solo en 8 comarcas los encuestados destacan que el pastoreo con ovino ha decrecido de forma importante (Mo, Me, R, Ja, CTn, CVma, CM, CBe). En sus respuestas indican que por ello hay que labrar más veces o tratar con glifosato, al proliferar notablemente *S. kali* en los rastrojos o barbechos en verano. Por lo contrario, un técnico constata que la desaparición del pastoreo ovino ha favorecido que el agricultor tenga más tiempo para hacer las labores sin retraso, comentario que demuestra que cada situación nueva tiene muchas maneras de abordarse, dependiendo de cada agricultor.

Fertilización

En 10 comarcas ya se usaba fertilizante mineral en el primer período, en ocasiones combinado con estiércol (Mo, Me, CTe, CVma, SCM, TM, la CCal, Ji, CM y CBe). En la misma

Tabla 5. Número de tratamientos y principales herbicidas utilizados en los tres periodos; s.d.: sin dato.
 Table 5. Number of treatments and main herbicides used in the three periods; s.d.: no data.

Comarca/periodo	1970-86	2005-13	En la actualidad
Jacetania	1 a 2 / 2,4-D y clortolurón	2 / glifosato; sulfonilureas, imazametabenz, tralkoxidim	2 / glifosato presiembra. Preemergencia. Tratamiento selectivo postemergencia.
Hoya de Huesca	1 / 2,4-D y clortolurón	2 / glifosato presiembra; sulfonilureas, imazametabenz, tralkoxidim	3 o 4 / glifosato presiembra. Preemergencia. Tratamiento selectivo postemergencia.
Somontano y Cinca Medio	1 / 2,4-D	1 a 2 / hormonales y sulfonilureas	1 / Tratamientos para mono y dicotiledóneas con todas las materias activas disponibles.
Ribagorza	0 / No se trataba	1 / tribenuron-metil, 2,4-D, tralkoxidim, triasulfuron	1 / tribenurón, halauxifenmetil, florasulam+ piroxulam, pinoxadén
Los Monegros (oeste)	1 / 2,4-D	2 / glifosato presiembra; 2,4-D, en trigo duro herbicidas de preemergencia	3 / glifosato presiembra, clortolurón+ diflufenican, clortoluron+diflufenicán+ pendimetalina
Los Monegros (este)	s.d.	s.d.	1 o 2 / pinoxadén, 2,4-D, tribenurón, tifensulfurón, metsulfurón; aumenta clortolurón, diflufenicán, florasulam
Cinco Villas medias-altas	1 a 2 / isoproturon, cloroluron, diclofop, imazametabenz, 2,4D, MCPA	1 a 3 / glifosato presiembra; tralkoxidim, pinoxadem, piroxulam, florasulam, diclofop, mesosulfuron, iodosulfuron, tribenuron, hormonales, pendimetalina, imazamox	1 a 3 / glifosato presiembra; pinoxadén, piroxulam, florasulam, mesosulfurón, iodosulfurón, tribenurón, hormonales, pendimetalina, imazamox
Cinco Villas	1 / 2,4-D	3 / glifosato presiembra; 2,4-D o sulfonilureas, diclofop o similar para poáceas	3 / glifosato presiembra (varios tratamientos), prosulfocarb, flufenacet, diflufenicán, pinoxadén, iodosulfurón, florasulam, tribenurón, 2,4-D,
Campo de Borja	0 o 1 / desde años ochenta clorsulfurón, diclofop	0 a 2 / glifosato presiembra; clorsulfurón	1 o 2 / glifosato presiembra. No es rentable aplicar más herbicidas, como mucho, hormonales o tratar contra avena

Tabla 5. Número de tratamientos y principales herbicidas utilizados en los tres periodos; s.d.: sin dato (continuación).
 Table 5. Number of treatments and main herbicides used in the three periods; s.d.: no data (continuation).

Comarca/periodo	1970-86	2005-13	En la actualidad
Ribera Baja del Ebro	0 o 1 / 2,4-D	0 o 1 / 2,4-D, clorsulfurón	0 o 1 / 2,4-D, clortolurón+diflufenicán
Tarazona y el Moncayo	0 / No se trataba	2 o 3 / glifosato presiembrá; 2,4-D, pinoxadén, diclofop, iodosulfurón	2 o 3 / glifosato presiembrá; 2,4-D, pinoxadén, diclofop, iodosulfurón
Comunidad de Calatayud	1 / 2,4-D	2 / algo de glifosato en presiembrá, clorsulfurón + 2,4-D	2 / glifosato presiembrá; clorsulfurón
Bajo Gállego	s.d.	1 / 2,4-D y clortolurón	1 o 2 / clortolurón+diflufenicán, prosulfocarb, 2,4-D, pinoxadén
Campo de Cariñena	0 a 1 / 2,4-D	0 a 2 / pinoxadén, clortolurón, tribenurón, diclofop, 2,4-D	0 a 2 / en ocasiones, glifosato; pinoxadén, clodinafop, metsulfurón, florasulam
Campo de Belchite	0 a 1 / 2,4-D	1 / 2,4-D	1 a 3 / Preemergencia, pinoxadén, 2,4-D
Bajo Aragón Caspe	0 a 1 / 2,4-D	1 / 2,4-D, iodosulfurón, diclofop, tribenurón	1 / 2,4-D, diclofop, tribenurón, iodosulfurón. Glifosato en SD.
Jiloca	0 a 1 / 2,4-D	1 / 2,4-D, imazametabenz	1 a 3 (en SD) / tribenurón, pinoxadén, 2,4-D, tribenurón, florasulam. Glifosato en SD
Cuencas Mineras	0 / No se trataba	1 a 2 / 2,4-D, algún tratamiento contra <i>A. sterilis</i>	1 a 2 / 2,4-D y pinoxadén
Comunidad de Teruel (este)	0 a 1 / 2,4-D	1 a 2 / 2,4-D, tribenurón, herbicidas contra <i>Avena</i> y <i>Lolium</i>	0 a 3 / 2,4-D, tribenurón, tifensulfurón, pinoxadén, fops- y dims para <i>Avena</i> y <i>Lo2022m</i>
C de Teruel (norte)	0 a 1 / 2,4-D	1 / 2,4-D, imazametabenz	1 a 2 / glifosato, tribenurón, pinoxadén, 2,4-D
Maestrazgo	s.d.	1 / 2,4-D	1 / 2,4-D

época, en las comarcas de CBo, CCar, RBE el abonado era, o con estiércol de la propia explotación, o no se fertilizaba y el abonado mineral se introdujo más tarde, a partir del segundo período.

En las comarcas de Me, Mo, BG, R, CV, CTn, CBo, SCM, y Ji se están utilizando purines de cerdo solos o combinados con fertilizante mineral desde el segundo período pero todavía más últimamente. En tres comarcas (HH, CCar, CTn) se está incorporando en la actualidad distintos fertilizantes orgánicos en sustitución del mineral, posiblemente debido a una combinación de varios factores que podrían ser: los elevados precios de los abonos minerales, la disponibilidad de residuos de origen ganadero y también la mayor conciencia sobre la necesidad de incrementar la materia orgánica del suelo. Estos fertilizantes son gallinaza mezclada con otros subproductos de la industria agroalimentaria o compost, según el año; gallinaza en fondo complementada con abono mineral en cobertera o solo abonos orgánicos combinados con abonados en verde de leguminosas en agricultura ecológica.

Otros cambios agronómicos

Entre los comentarios de las personas que contestaron al cuestionario se incluyeron aspectos interesantes no mencionados todavía, como la aparición de problemas de fitotoxicidades en suelos ligeros, particularidades en el uso de maquinaria, la reducción en la oferta de materias activas de herbicidas, etc. (Ver en material complementario. Tabla M1).

Cambios sociales

En la mayoría de las comarcas se ha producido un progresivo aumento de las hectáreas gestionadas por cada agricultor (16 comarcas). En una comarca se ha llevado a cabo una concentración parcelaria en el primer período (CBe) detallado explícitamente en 16 comarcas y en 4 comarcas desde el segun-

do. La necesidad de incrementar la renta ha propiciado que en algunas zonas la mayoría de los agricultores no lo sean ya a tiempo completo, sino que combinan esta actividad con la ganadería de porcino, hecho que se cita específicamente en cinco comarcas, aunque posiblemente éste sea un fenómeno extendido en más zonas.

Clima

La gran mayoría de personas encuestadas percibe cambios en el clima en su comarca desde el segundo período comparado con el primero. En 20 comarcas se afirma que las temperaturas actualmente son más elevadas. En concreto, se destaca que en 16 comarcas los veranos se han alargado y/o que son más calurosos o que el invierno se ha suavizado (en 4 comarcas) (Tabla M1). En cuanto a la precipitación, en 9 comarcas se considera, que, en general llueve menos o que las lluvias se han desplazado de época o incluso que llueve más o de forma más intensa (7 comarcas).

Discusión

Cultivos, pastoreo y laboreo

Las percepciones sobre la diversificación de cultivos recogidas en las encuestas coinciden con los datos disponibles: en Aragón en estos períodos destaca un incremento en la superficie sembrada de cebada en detrimento del trigo desde los años 1970, que posteriormente se ha mantenido bastante estable; en 2004 hubo 658.000 ha sembradas, con un pico en 2016 aumentando un 8,7 % y bajando un 6,5 % en 2023 (Tabla 6). El cultivo de trigo duro fue subvencionado en la provincia de Zaragoza por la PAC desde principios de los noventa (Orden de 21 de febrero de 1992), de ahí su popularidad, pero esta decreció drásticamente cuando se dejó de incentivar, des-

Tabla 6. Distribución de la superficie cerealista de secano en Aragón (ha), datos concretos de algunos años, de 2004 a 2023 (ESYRCE, 2024) y de Clark y Pinilla (2009).

Table 6. Distribution of the rainfed cereal area in Aragón (ha), data from particular years, from 2004 to 2023 (ESYRCE, 2024) and from Clark and Pinilla (2009).

Cultivo/año	1965	1975	2004	2009	2014	2019	2023
Trigo duro			209.864	163.610	82.212	65.782	53.871
Trigo blando y semiduro			56.574	51.745	131.082	132.033	167.422
Trigo (genérico)	525.000	356.000	266.438	215.355	213.294	197.815	221.293
Cebada de 2 carreras			294.392	366.003	437.710	399.409	369.962
Cebada de 6 carreras			70.244	33.960	10.119	3.602	2.866
Cebada (genérico)	82.000	417.000	364.636	399.963	447.829	403.011	372.828
Avena			16.972	37.100	23.786	27.675	26.173
Centeno			7.221	17.489	16.121	13.513	11.305
Triticale			266	1.779	12.463	30.960	40.521
Mezcla cereales de invierno			933	5.394	870	119	15
Maíz			1.439	154	402	368	365
Total			657.906	677.234	714.766	673.461	672.500

cendiendo su superficie cultivada a la mitad, de 2009 a 2014. La superficie perdida por el trigo duro en estos 5 años es prácticamente la misma que la ganada por el trigo blando en ese periodo (80.000 ha). El incremento en la siembra de cebada de 1965 a 1975 (Tabla 6) posiblemente se haya producido debido a que la cebada termina el ciclo dos a tres semanas antes que el trigo escapando así a algunos periodos de canícula, por tanto, se adapta mejor al clima actual, y por sus mayores rendimientos. La superficie dedicada a la cebada de 6 carreras también ha disminuido, aumentando la de dos carreras durante este periodo, posiblemente por ser más productiva (Tabla 7), lo que probablemente ha propiciado su popularidad, además del aumento del consumo por el sector porcino y de las empresas malteras.

La avena y el centeno muestran altibajos en estos periodos y destaca un incremento en el triticale hasta alcanzar 40.000 ha en 2023. Seguramente este híbrido es más rustico que el trigo (menos sensible a enfermedades y a sequía) y potencialmente es el cereal de invierno que proporciona más proteína por hectárea. Otras ventajas adicionales y por lo que se cultiva es que los conejos, que constituyen plaga en algunas zonas como en el BG, CCar, los Me y RBE (Tabla M1) lo consumen menos que otros cereales de invierno y además puede rebrotar consiguiendo cierta producción, a pesar de que su techo productivo es inferior al de otros cereales (Aibar, com. pers.).

Algunos requisitos de la PAC relacionados con la elección de cultivos también han promocionado la siembra de determinadas es-

Tabla 7. Evolución del rendimiento medio (kg ha⁻¹) de los principales cereales de invierno cultivados en Aragón en secano en el periodo 2002-2023. Elaboración propia a partir de datos de ESYRCE (2024), de Clark y Pinilla (2009) y de Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del Gobierno de Aragón (Gutiérrez, 2023).
Table 7. Changes in mean yield (kg ha⁻¹) of the main winter cereal types grown in Aragón under rain-fed conditions in 2002-2023. Own elaboration from data of ESYRCE (2024), Clark and Pinilla (2009) and the Department of Agriculture, Livestock and Environment of the Aragón Government (Gutiérrez, 2023).

Cereal	Periodo					
	1975	2002-05	2011-14	2018-21	2002-21	2022-23
Trigo duro		1.275	1.189	1.545	1.305	1.420
Trigo blando		2.709	2.630	3.137	2.693	1.950
Trigo (genérico)	1.600					
Cebada de 2 carreras		2.675	2.311	2.875	2.600	
Cebada de 6 carreras		2.204	1.891	2.149	2.043	
Cebada (genérico)						1.760

pecies tanto cuando se iniciaron las subvenciones a principios de los años noventa (girasol, lino y trigo duro en Zaragoza) como condicionando por el “greening” (PAC desde 2013) o en la actualidad si los agricultores se acogen a determinados ecoesquemas (PAC 2023-27) (MAPA, 2024a).

A pesar de las tendencias generales se siguen constatando, lógicamente, diferencias comarcales debidas a la altitud, a la orografía y la climatología locales. A su vez, la elección de cultivos y el grado de tecnificación también están condicionados por el tamaño de las explotaciones y de las parcelas, de la proximidad y la distancia entre los campos y los principales centros de la agroindustria. Por ejemplo, en zonas en las que abundan las granjas de porcino lógicamente se ha adoptado el uso de purines como fertilizantes en vez de usar abonos minerales, mientras que, en otras, donde la implantación es menor, no se utilizan.

Los cambios mencionados en el manejo, ocurridos en estas décadas, muy probablemente no solo hayan tenido una influencia en los

rendimientos medios (Tabla 7), sino también en otros aspectos. En cuanto al suelo se refiere, las consecuencias de los cambios producidos en la fertilización posiblemente sean múltiples e incluyan la modificación de la composición de la microbiota del suelo debido a una cierta acidificación de los mismos al usar fertilizantes nitrogenados (Cai et al., 2015; Wang et al., 2019). En las parcelas bajo SD posiblemente haya un ligero aumento de la materia orgánica en la capa más superficial del suelo (Arshad et al., 1990; Álvaro-Fuentes et al., 2006) y de algunos tipos de micorrizas (Liu et al., 2022).

Como han expresado algunas personas entrevistadas, el declive de la cabaña ovina y también en el número de explotaciones (de 4.007 en 2012 a 2.614 en 2022; Gobierno de Aragón, 2024) ha supuesto un cambio muy importante. Durante siglos se han pastoreado los rastrojos y barbechos por este ganado que ahora se ha reducido drásticamente. En este sentido cabe señalar que el pastoreo, que todavía se realizaba de manera ge-

neralizada sobre los barbechos en el primer e incluso en el segundo periodo, aunque tenía algunos inconvenientes ligados a la compactación de suelo, sí que impedía a algunas malas hierbas completar el ciclo reduciendo las infestaciones. Hoy en día, con apenas pastoreo, cada vez es más frecuente ver los barbechos llenos de malezas que terminan arrojando semillas al suelo (que infestarán al cultivo siguiente) a no ser que se controlen de otra forma, mecánica o químicamente, lo que supone un coste adicional y ambiental.

En cuanto al laboreo, algunos técnicos advierten que la SD mejora la estructura del suelo solo si se consigue cobertura de este con el rastrojo y otros restos vegetales. En zonas muy secas es, según ellos, difícil conseguir dicha cobertura, por lo que a menudo es necesario dejar crecer malas hierbas en el rastrojo en verano para luego controlarlas química o mecánicamente. Algunas personas entrevistadas han detallado el motivo de la reducción del laboreo con vertedera: en la HH y R se asocia a una mayor concentración de tierras en menos agricultores, a quienes no les da tiempo de labrar toda la superficie, a pesar de la maquinaria existente. Curiosamente, los encuestados no han argumentado directamente que el laboreo con vertedera es lento y caro, pero ello seguro que ha influido a la hora de reducir su uso. Así mismo, tampoco se han recogido comentarios negativos de la utilización de este apero en el sentido de que degrade el suelo y promueva su erosión, a pesar de ser un hecho evidente.

En las CM, donde se sigue labrando con vertedera, por el contrario, algunos agricultores dicen necesitar ahora binar más veces que en décadas anteriores debido a la falta de pastoreo con ovino y a causa de los cambios en las épocas en las que se registran las precipitaciones que obligan a repetir esas labores.

Cambios en las malas hierbas

El incremento en la frecuencia y abundancia de *L. rigidum* puede venir en gran parte explicado por la generalizada reducción del laboreo, ya que le favorece (Taberner et al., 1992b); además es una especie que tiene una rápida tendencia a desarrollar resistencias (Loureiro et al., 2017). También *A. myosuroides* presenta poblaciones resistentes a herbicidas (Heap, 2024) y predomina en ML (Lutman et al., 2013). Esta segunda especie posiblemente necesita mayor humedad, lo que podría explicar su reducción en la Ja en el contexto del cambio climático. En cuanto al control de *Avena* spp. posiblemente se haya mejorado en la identificación y correcto tratamiento de esta especie (debido al asesoramiento, como comenta un técnico) o también que la reducción de laboreo le haya perjudicado, ya que es una especie muy adaptada al mismo y cuyas semillas emergen mejor de mayor profundidad que desde la superficie (Mahajan y Chauhan, 2021). Se ha observado una reducción de la producción de semillas de *A. sterilis ludoviciana* en un 28 % en SD comparando con laboreo convencional (Mahajan y Chauhan, 2023).

El aumento de *S. kali* posiblemente esté relacionado con la reducción del pastoreo de rastrojos con ovino, donde tradicionalmente eran ingeridas en estadios jóvenes poco tiempo después de la siega. Las especies arvenses del género *Veronica* terminan su ciclo pronto (marzo-abril) y tienen un porte bajo. Desde el punto de vista teórico se considera una especie que puede ser incluso beneficiosa para prevenir la proliferación de otras especies más competitivas (Adeux, 2019), no obstante, cabe tener en cuenta que en varias comarcas se destaca su presencia y podría ser oportuno estudiar su capacidad competitiva, en especial por la disponibilidad de agua en los primeros meses de establecimiento del cultivo y en los de ciclo más corto.

La escasa preocupación mostrada en general respecto a *P. rhoeas* posiblemente sea debida a la existencia de materias activas herbicidas de diferentes grupos que son eficaces para su control (Montull et al., 2023) a pesar de la resistencia a herbicidas hormonales y a sulfonilureas. Esta percepción es inesperada, ya que se trata de una especie muy vistosa y fácilmente reconocible.

Implicaciones de los cambios de manejo observados para las malas hierbas

Varios técnicos y/o agricultores han indicado aquellos factores que consideran han sido los más relevantes para provocar los cambios observados en las arvenses. Entre ellos se destacan: la reducción del laboreo, la siembra anual de cultivos en sustitución del “año y vez”, el uso repetido de herbicidas de los mismos modos de acción propiciando el desarrollo de resistencias, la reducción del pastoreo de rastrojos que motiva la expansión de *S. kali*, así como los cambios en los regímenes de lluvias que no favorecen la nascencia de malas hierbas en otoño y dificultan su control antes de la siembra. Por otro lado, algunas personas encuestadas mencionan determinadas novedades, en concreto la siembra de girasol, que facilitan el control de especies poáceas de ciclo invernal (especialmente de *L. rigidum* y de *Avena* spp.), así como un mayor asesoramiento por parte de técnicos de cooperativas o de ATRÍAs. Algunos agricultores ecológicos comentan la necesidad de seguir usando la vertedera para el control de las malas hierbas por conseguir un efecto reductor de la emergencia más duradero que utilizando aperos de ML, especialmente en zonas muy secas, en las que es difícil alcanzar una buena cubierta vegetal.

En cuanto a la quema de rastrojo, los ensayos de Lyon et al. (2016), sugieren que la mayoría de las semillas de *Lolium multiflorum* perdieron su viabilidad cuando se quema el cor-

dón de paja que deja la cosechadora. En estudios realizados en Navarra, por lo contrario, lo que se observó fue una rotura de dormición después del paso del fuego, lo cual favoreció la emergencia adelantada de *A. sterilis*, *L. rigidum*, *Veronica* spp. y *Sinapis arvensis* (Lezaun et al., 2017). En un ensayo de simulación se confirmó la pérdida de dormición tras exponer semillas de *A. sterilis ludoviciana* a calor por llama durante diferentes períodos de tiempo (Garnica et al., 2019). Por lo tanto, dependiendo de la temperatura alcanzada, muchas semillas o bien acaban muriendo o bien rompen la dormición, por lo que en ese caso habría que estar atentos a dichas emergencias y eliminar esa cohorte posteriormente con medios mecánicos y/o químicos. Uno de los técnicos consultados considera que la reducción de la práctica de la quema de rastrojos puede haber favorecido la expansión de *L. rigidum* y de *Bromus* spp. pero sin llegar a ser determinante.

Cambios sociales y climáticos

Los motivos del aumento de superficie gestionada por cada agricultor son probablemente la mecanización y los estrechos márgenes de beneficio. En cifras globales, desde 2009 a 2020 la superficie media por explotación ha aumentado un 7,4 % en España (INE, 2020), confirmando los comentarios de las personas encuestadas. Curiosamente no se han recogido comentarios relacionados con la avanzada edad de muchos agricultores, lo cual seguramente también ha conducido a la concentración de las tierras en los pocos agricultores más jóvenes en activo. En algunas zonas se ha constatado que la mayoría de los agricultores a tiempo parcial trabajan, además, en sectores ajenos al agropecuario como en el sector servicios o industrial. También los incrementos en temperaturas y cambios en los regímenes pluviométricos se ven reflejados en los datos oficiales (Tabla 2).

Futuros trabajos

Estos resultados pueden orientar los trabajos de análisis de los resultados de las prospecciones de malas hierbas en los tres períodos temporales focalizando el estudio no solo en especies concretas sino en otros parámetros. Uno de ellos podría ser el tamaño de las semillas, ya que especies arvenses con semillas de mayor tamaño están por lo general relacionadas con una mayor intensidad de laboreo (o enterrado) y semillas de menor tamaño con la SD o ML (Grundy et al., 2003). El análisis de las fechas de germinación y de floración de las especies arvenses dominantes en los diferentes períodos puede ser también *a priori* interesante, ya que se han producido cambios en los cultivos sembrados (Fried et al., 2015).

Conclusiones

Los principales cambios observados se refieren a una reducción generalizada del laboreo y del pastoreo de los barbechos por ovino sustituidos por el uso de herbicidas en pre y postemergencia. Las consecuencias son un incremento en especies poáceas y la aparición de resistencias a herbicidas en al menos 7 comarcas de Aragón. También se ha reducido la práctica del “año y vez”, a pesar de que las políticas de la PAC propician la inclusión de barbechos y de cultivos más diversificados en la rotación. El coste energético del laboreo con vertedera y la agrupación de la misma superficie de tierras en menos agricultores que se ha producido en las últimas décadas, parecen hacer imposible revertir esta tendencia, por lo que probablemente seguirán cobrando importancia especies arvenses adaptadas al ML o SD.

Por otro lado, se observa una diversificación de los cultivos propiciada por la PAC, lo cual abre posibilidades de uso de otros herbicidas y de métodos de control no químicos, como abonos verdes con leguminosas y cuando las

siembras se produzcan en momentos diferentes al del cereal de invierno (como el girasol). Otro cambio bastante generalizado es el incremento del uso de purines de porcino y, en algunas comarcas, de gallinaza. Posiblemente estos fertilizantes también estén propiciando la proliferación de algunas especies nitrófilas (como *A. sterilis* y *P. rhoeas*) y la disminución de otras menos adaptadas.

En zonas de mayor altitud se sigue labrando con vertedera y los herbicidas se aplican únicamente en postemergencia; en ocasiones también se sigue practicando el “año y vez”. La irregularidad de las precipitaciones, así como las temperaturas más elevadas antes de cosechar están ocasionando la elección de variedades de ciclos más cortos. Probablemente esta situación provocará de nuevo una adaptación y cambios en el manejo agronómico del cereal de invierno en los próximos años.

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración de: S. Ambroj, J.L. Angoy, M. Barba, M. Blesa, G. Blesa, C. Cardesa, A. Castán, E.M. Checa, P. Cirujeda, R. Colas, M. Eslava, J.M. Esteban, M. Francés, G. Gimeno, D. Gregorio, G. Herrero, S. Ibáñez, R. Izquierdo, C. de Jaime, F. Jaso, A. Jiménez, J.A. Lample, R. Langa, C. Lapetra, L.M. Lerín, J. Lobera, A. López, V. López, J.I. Martínez, J. Monreal, J. Mur, J. Nocito, L. Ortas, G. Pérez, J. Pérez, M. Portal, C. Sánchez, J.A. Sánchez, M. Sanz, O. Sanz, R. Sanz, J.L. Sariñena, A. Serrano, P. Sopena, J. Torres, J.L. Valenzuela.

Agradecemos a S. Cordeau, G. Fried y G. Adeux por animarnos a realizar este trabajo.

Agradecemos el apoyo del proyecto “Sistemas Agrarios Biodiversos y Resilientes” (BIO-DIVERSA, P22-072), que forma parte del Plan Complementario de I+D+i en el Área de Agroalimentación (programa AGROALNEXT financiado por CITA-GA y MCIN con fondos de la Unión Europea Next Generation EU (PRTR-C17.I1)).

Referencias bibliográficas

- Adeux G., Vieren E., Carlesi S., Bàrberi P., Munier-Jolain N., Cordeau S. (2019). Mitigating crop yield losses through weed diversity. *Nature Sustainability* 2: 1018-1026. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0415-y>
- Álvaro-Fuentes J., López M.V., Cantero-Martínez C., Gracia R., Arrúe, J.L. (2006). No-tillage, soil organic matter and soil structure: Relationships and implications. *Options méditerranéennes Serie A* 69: 149-153.
- Cai Z., Wang B., Xu M., Zhang H., He X., Zhang L., Gao S. (2015). Intensified soil acidification from chemical N fertilization and prevention by manure in an 18-year field experiment in the red soil of southern China. *Journal of Soils and Sediments* 15: 260-270. <https://doi.org/10.1007/s11368-014-0989-y>
- Arshad M.A., Schnitzer M., Angers D.A., Ripmeester J.A. (1990) Effects of till vs no-till on the quality of soil organic matter. *Soil Biology and Biochemistry* 22(5): 595-599. [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(90\)90003-I](https://doi.org/10.1016/0038-0717(90)90003-I).
- Cirujeda A., Aibar J., Zaragoza C. (2011). Remarkable changes of weed species in Spanish cereal fields from 1976 to 2007. *Agronomy for Sustainable Development* 31: 675-688. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0030-4>.
- Clark E., Pinilla V. (2009). Del atraso a la modernización: la evolución de la producción agraria en Aragón, 1936-1986. Fundación Economía Aragonesa, documento de trabajo 52/2009. Disponible en: https://www.aragon.es/documents/20127/674325/Documento_trabajo_52.pdf/cbc9b675-151e-a98b-6563-af54e029921c. (Consultado: 20/02/2024).
- Centro de Sanidad Vegetal (CSV) (1995). Principales problemas de malas hierbas y herbicidas planteados durante 1994 en Aragón. XIV Reunión del Grupo de Trabajo de "Malas Hierbas y Herbicidas" de las CCAA, Sevilla, España.
- Centro de Sanidad Vegetal (CSV) (2005). Principales problemas de malas hierbas y herbicidas planteados durante 2004 en Aragón. XXIV Reunión del Grupo de Trabajo de "Malas Hierbas y Herbicidas" de las CCAA, Aranjuez, España, 8R.
- ESYRCE (2024). Encuesta sobre Superficies y Rendimientos Cultivos (ESYRCE): resultados de años anteriores. Disponible en: <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/esyrce/resultados-de-anos-anteriores/> (Consultado: 20/02/2024).
- Fried G., Chauvel B., Reboud X. (2015). Weed flora shifts and specialisation in winter oilseed rape in France. *Weed Research* 55: 514-524. <https://doi.org/10.1111/wre.12164>.
- García-Torres L., Fernández-Quintanilla C. (1991) Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Cap. VI, página 111. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 348 pp.
- Garnica I., Lezáun J.A., Segura A., Goñi J. (2019). ¿El efecto del fuego puede romper la latencia de las semillas de avena loca (*Avena sterilis ludoviciana* (Durieu) Nyman)? Actas del XVII Congreso de la Sociedad Española de Malherbología, 8-10 de octubre de 2019, Vigo, España. pp. 144-149.
- Gobierno de Aragón (2024). Instituto Aragonés de Estadística (IAEST). Estadísticas de la ganadería. <https://servicios3.aragon.es/iaeaxi/tabla.do?path=/08/01/08/&file=080108A01.px&type=pcaxis&L=0>. (Consultado: 28/02/2024).
- González V. (2018). Las enfermedades de los cereales de invierno en Aragón. Situación actual y perspectivas. Disponible en: https://citare.a.cita-aragon.es/bitstream/10532/4083/1/2018_217.pdf (Consultado: 28/02/2024).
- Grundy A.C., Mead A., Burston S. (2003). Modelling the emergence response of weed seeds to burial depth: Interactions with seed density, weight and shape. *Journal of Applied Ecology* 40: 757-770. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2003.00836.x>
- Güell F., Domingo P. (1978). La flora adventicia de los cereales de invierno en España y el 2-4D. Symposium Mediterráneo de Herbicidas, 6-10 de marzo de 1978, Madrid, España. Tomo II, pp. 24-41.
- Gutiérrez M. (2023). Orientaciones varietales para las siembras de cereales en Aragón. Transferecia de resultados. Cosecha 2023. Informaciones Técnicas nº 288. Departamento de Agricultura, Ganadería y Alimentación del Gobierno de Aragón, Zaragoza, España. 36 pp.

- Heap (2024). International Herbicide-Resistant Weed Database. Disponible en: <https://www.weedscience.org>. (Consultado: 08/03/2024).
- INE (2020). Nota de prensa del 4 de mayo de 2022. Censo Agrario. Disponible en: <https://www.ine.es/>. (Consultado: 08/03/2024).
- Lezáun J.A., Telletxea-Senosiain N., Garnica I. (2017). Evaluación del efecto de un incendio sobre la emergencia de malas hierbas en una parcela de cereal de invierno en Navarra. Actas del XVI Congreso de la Sociedad Española de Malherbología, 25-27 de octubre de 2017, Pamplona, España. pp. 237-241.
- Liu W., Ma K., Wang X., Wang Z., Negrete-Yankelevich S. (2022) Effects of no-tillage and biologically-based organic fertilizer on soil arbuscular mycorrhizal fungal communities in winter wheat field. *Applied Soil Ecology* 178: 104564. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2022.104564>.
- Loureiro I., Rodríguez-García E., Escorial C., García-Baudin J.M., González-Andújar J.L., Chueca C. (2010). Distribution and frequency of resistance to four herbicide modes of action in *Lolium rigidum* Gaud. accessions randomly collected in winter cereal fields in Spain. *Crop Protection* 29: 1248-1256. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2010.07.005>
- Loureiro I., Escorial C., Hernández-Plaza E., González-Andújar J.L., Chueca M.C. (2017). Current status in herbicide resistance in *Lolium rigidum* in winter cereal fields in Spain: Evolution of resistance 12 years after. *Crop Protection* 102: 10-18. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.08.001>.
- Lutman P.J.W., Moss S.R., Cook S., Welham S.J. (2013). A review of the effects of crop agronomy on the management of *Alopecurus myosuroides*. *Weed Research* 53: 299-313. <https://doi.org/10.1111/wre.12024>
- Lyon D.J., Huggins D.R., Spring, J.F. (2016). Windrow burning eliminates Italian ryegrass (*Lolium perenne* ssp. *multiflorum*) seed viability. *Weed Technology* 30: 279-283. <https://doi.org/10.1614/WT-D-15-00118.1>
- Mahajan G., Chauhan B.S. (2021). Seed longevity and seedling emergence behavior of wild oat (*Avena fatua*) and sterile oat (*Avena sterilis* ssp. *ludoviciana*) in response to burial depth in eastern Australia. *Weed Science* 69: 362-371. <https://doi.org/10.1017/wsc.2021.7>
- Mahajan, G., Chauhan, B.S. (2023). *Avena sterilis* ssp. *ludoviciana* (Durieu) control in wheat through integration of tillage, seeding rate, and herbicide application. *Gesunde Pflanzen* 75: 2337-2344. <https://doi.org/10.1007/s10343-023-00909-1>.
- MAPA (2023). El sector ovino y caprino de carne en cifras. Principales Indicadores Económicos. Subdirección General de Producciones Ganaderas y Cinegéticas, Dirección General de Producciones y Mercados Agrarios. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 79 pp.
- MAPA (2024a). Historia de la PAC. Disponible en: <https://www.mapa.gob.es/es/pac/historia-pac/> (consultado: 30/11/2024).
- MAPA (2024b). Registro de Productos Fitosanitarios. Disponible en: <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/registro-productos/> (consultado: 31/11/2024).
- Montull J.M., Bellver J., Llenes J.M. (2023). Control de malas hierbas dicotiledóneas difíciles en cultivo extensivos. *Vida Rural* 543: 10-14.
- Orden de 21 de febrero de 1992 por la que se regula la concesión y pago de la ayuda a la producción de trigo duro, cosecha de 1992. Boletín Oficial del Estado, núm 57, de 6 de marzo de 1992, pp. 7727-7731.
- RAE (2024). Diccionario de la Real Academia de la lengua española. Disponible en: <https://dle.rae.es/diccionario> (Consultado: 17/10/2024)
- Reglamento (CE) 1782/2003 del Consejo, de 29 de septiembre de 2003, por el que se establecen disposiciones comunes aplicables a los regímenes de ayuda directa en el marco de la política agrícola común y se instauran determinados regímenes de ayuda a los agricultores y por el que se modifican los Reglamentos (CEE) n° 2019/93, (CE) n° 1452/2001, (CE) n° 1453/2001, (CE) n° 1454/2001, (CE) n° 1868/94, (CE) n° 1251/1999, (CE) n° 1254/1999, (CE) n° 1673/2000, (CEE) n° 2358/71 y (CE) n° 2529/2001. Diario Oficial de la Unión Europea, núm 270, de 21 de octubre de 2003, pp. 1-69.

- Segarra M.T. (2022). Caracterización actual y descripción de la evolución de la flora arvense en cultivos de cereal de invierno en la provincia de Zaragoza. Proyecto Final de Máster. Máster Universitario en Ciencias Agroambientales y Agroalimentarias, UNED.
- SIAR (2024). Sistema de Información Agroclimática para el Regadío. Disponible en: <https://servicio.mapa.gob.es/websiar/> (Consultado: 17/10/2024).
- SIGPAC (2024). Visor del Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC). Disponible en: <https://sigpac.mapa.gob.es/fega/visor> (Consultado: 30/11/2024).
- Taberner A., Estruch, F., Senmarti X. (1992a). Balance de 50 años de control de malas hierbas. Punto de vista del agricultor/aplicador. Actas del III Congreso de la Sociedad Española de Malherbología, 1-3 de diciembre de 1992, Lleida, España. pp. 43-48.
- Taberner A., Riba F., Recasens J. (1992b). Effet de la profondeur d'enfouissement et du regime pluviométrique sur la longevité de semences de *Lolium rigidum* Gaud. et *Bromus diandrus* Roth. Proc. IX Colloque International sur la Biologie des Mauvaises Herbes, 16-18 septembre, Dijon, France. pp. 15-24.
- Wang H., Xu J., Liu X., Zhang D., Li L., Li W., Sheng L. (2019). Effects of long-term application of organic fertilizer on improving organic matter content and retarding acidity in red soil from China. Soil and Tillage Research 195: 104382. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104382>
- Zaragoza C., Maillet J. (1976). Flora adventicia en cereales de invierno de la provincia de Zaragoza. VIII Jornadas de Estudio de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario. Zaragoza.

(Aceptado para publicación el 30 de enero de 2025)