

ANEXOS DEL INFORME DE EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA 4 DE LOS ECORREGÍMENES: SIEMBRA DIRECTA



1. Contenido

1. Anexos	3
1.1. Anexo I. Metodología. Técnicas aplicadas	3
1.1.1. Número de aplicaciones de fitosanitarios	3
1.1.2. Uso y riegos de herbicidas, Consumo de glifosato.	5
1.1.3. Calidad de las aguas superficiales y subterráneas.....	7
1.1.4. Biodiversidad en el agua.	19
1.1.5. Calidad del agua, estado de los nitratos	26
1.1.6. Erosión del suelo.....	29
1.1.7. Metodología secuestro de carbono y emisiones de gases de efecto invernadero.	37
1.2. Anexo II. Ejecución	46
1.2.1. Evolución de la siembra directa antes y después del PEPAC	46
1.2.2. Superficie de siembra directa	58
1.2.2.1. Superficie de siembra directa en tierras de cultivo de secano (1PD31001803V1) 59	
1.2.2.2. Superficie de siembra directa en tierras de cultivo de secano húmedo (PD31001804V1).....	63
1.2.2.3. Superficie de siembra directa en tierras de cultivo de regadío	65
1.2.2.4. Superficie por cultivos en siembra directa.....	69
1.2.2.4.1. Superficie de Cereales en siembra directa	70
1.2.2.4.2. Superficie de leguminosas en siembra directa	70
1.2.2.4.3. Superficie de oleaginosas en siembra directa	71
1.2.2.4.4. Superficie de cultivos industriales en siembra directa.....	72
1.2.2.4.5. Superficie de hortalizas en siembra directa	72
1.2.2.4.6. Superficie de pratenses en siembra directa.....	73
1.2.2.4.7. Superficie de barbecho en siembra directa	74
1.2.3. Gasto Público Total (GPT)	75
1.2.3.1. Ecorrégimen "Agricultura de carbono y agroecología: rotaciones y siembra directa en tierras de cultivo de secano" (1PD31001803V1).....	75

1.2.3.2.	Ecorrégimen “Agricultura de carbono y agroecología: rotaciones y siembra directa en tierras de cultivo de secano húmedo” (1PD31001804V1).....	77
1.2.3.3.	Ecorrégimen Agricultura de carbono y agroecología: rotaciones y siembra directa en tierras de cultivo de regadío (1PD31001805V1)	79
1.2.4.	Personas o entidades beneficiarias.....	81
1.2.4.1.	Beneficiarios clasificados por género.....	86
1.2.4.2.	Beneficiarios (personas físicas) por género y edad.....	90
1.2.4.3.	Formación agraria de jefes de explotación	93
1.2.5.	Análisis de la dimensión económica de las explotaciones.....	100
1.3.	Anexo III. Herbicidas empleados	105
1.4.	Anexo IV. Sondeo de opinión de las personas que han declarado la siembra directa en la solicitud única.....	107
1.5.	Anexo V. Análisis y resultados estadísticos	121
1.6.	Anexo VI. Bibliografía	135

1. Anexos

1.1. Anexo I. Metodología. Técnicas aplicadas

A continuación, se presentan la diferente metodología aplicadas para cada uno de los indicadores propuestos:

1.1.1. Número de aplicaciones de fitosanitarios

La información publicada por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en la Redes - TECO (Red de Explotaciones Típica), constituyen sistema de información de datos técnico-económicos de los sistemas productivos de cultivos herbáceos e industriales en España.

La **Red Cultivos** está basado en el concepto de **Explotación Típica y Paneles** de análisis y discusión. Una explotación típica representa el sistema de producción más común en una región en cuanto a parámetros técnico-económicos: tamaño, sistema productivo, rendimientos, ingresos y costes. Además, una explotación típica tiene como punto de partida los registros contables de explotaciones reales de características similares cuyas particularidades son tipificadas. Se construye y valida por los Paneles Regionales y Nacionales (productores, técnicos, investigadores, industria, etc.)

La red de explotaciones típicas de Red Cultivos, abarca tanto a explotaciones de secano, como de regadío y mixtas, y se concentra en las principales zonas productoras.

En base a la información disponible en los informes de resultado de la Red cultivos se propone el siguiente indicador adicional:

- **Indicador adicional: Número de aplicaciones de fitosanitarios**, mide la variación media de los pases de los diferentes fitosanitarios en los cultivos, haciendo un mayor hincapié en los tratamientos herbicidas.

Para calcular este indicador se va a realizar una comparativa entre el número de tratamiento de los diferentes fitosanitarios (herbicidas, fungicidas e insecticidas) que se aplican en el sistema convencional a los cultivos y en el sistema de agricultura de conservación, siembra directa.

Para ello, se accede a los informes de resultados de los cultivos COP y cultivos industriales durante el periodo 2019-2023, al anexo 1 tablas descriptivas de cada explotación y a los ciclos productivos de cada uno de los cultivos. Los datos obtenidos permiten identificar aquellos cultivos donde se práctica siembra directa de los que no, así como identificar los momentos en los que se realiza los diferentes tratamientos fitosanitarios de cada cultivo.

En este caso los datos publicados no disponen de información sobre las dosis aplicadas, solo existe información sobre las épocas de su realización tanto en convencional como en siembra directa, por lo que el indicador propuesto solo recoge la diferencia en el número de aplicaciones de los tratamientos.

Finalmente, para la comparación no se considera la información de todos los cultivos, solo de aquellos en los se dispone de registros en siembra directa y de convencional. El análisis se centra en los siguientes grupos de cultivo:

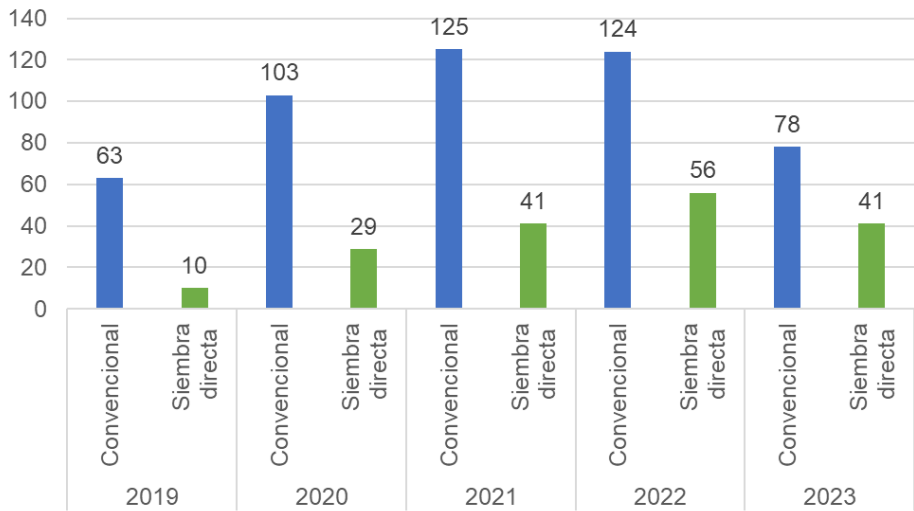
Tabla 1. Grupos de cultivos utilizados para el análisis del número de pases de fitosanitarios.

Grupos de cultivo	Cultivos
Cereales	Avena, cebada, centeno, maíz grano, trigo blando y duro, triticale
Oleaginosas	Colza, girasol, soja
Leguminosas	Guisante, haba, yeros
Cultivos industriales	Remolacha
Pratenses	Alfalfa en secano, veza forrajera, esparceta

Fuente: elaboración propia a partir de los datos Redes – TECO- Red cultivos.

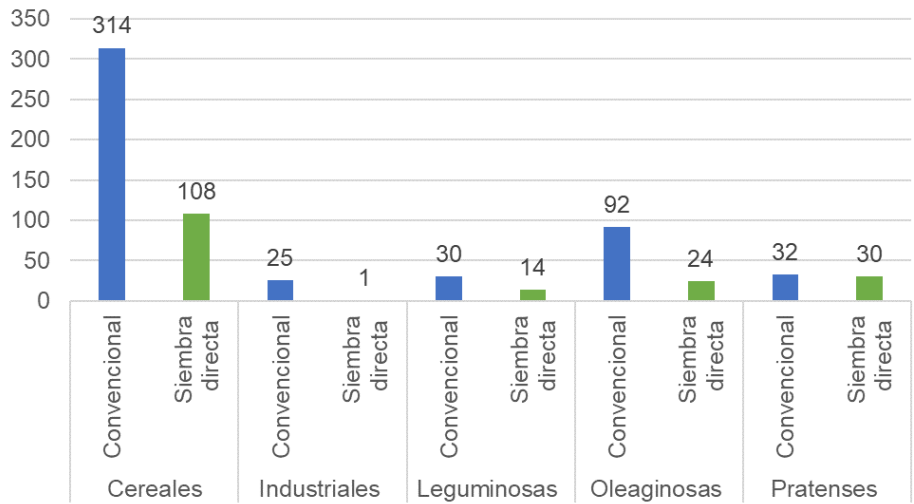
La información disponible para el análisis por anualidades (Gráfica 1) y por grupos de cultivos (Gráfica 2) es de 670 registros, que se distribuye de la siguiente forma en relación a estas dos variables.

Gráfica 1. Información disponible para la comparación por anualidades (nº de registros).



Fuente: elaboración propia a partir de los datos Redes – TECO- Red cultivos.

Gráfica 2. Información disponible para la comparación por grupo de cultivos (nº de registros).



Fuente: elaboración propia a partir de los datos Redes – TECO- Red cultivos.

1.1.2. Uso y riegos de herbicidas, Consumo de glifosato.

El indicador I.18 **Riesgo, uso e impactos de los pesticidas**, en el subindicador *ventas de pesticidas*¹ (I.18.1) analiza las ventas de pesticidas para cada uno de los siguientes grupos principales; (1) fungicidas y bactericidas, (2) herbicidas, destructores de hojas y eliminadores de musgo, (3) insecticidas y acaricidas, (4) molusquicidas, (5) reguladores del crecimiento de las plantas y (6) otros productos fitosanitarios.

Para el análisis de los efectos de la siembra directa, la información se va a centrar en el grupo de herbicidas, destructores de hojas y eliminadores de musgo, y en concreto, en el herbicida más utilizado en España, Glifosato.

Para analizar en qué medida la práctica de siembra directa está influenciando el uso y riesgo de este herbicida, se accede a la información del Registro Electrónico de Transacciones y Operaciones (RETO). Este registro garantiza en todo momento una trazabilidad integral de la cadena de suministro de productos fitosanitarios y permite disponer de información de las compras de fitosanitarios de los usuarios de 2023 y 2024.

Por otro lado, para identificar el conjunto de explotaciones que realizan siembra directa se accede a la información del Registro de Solicitud Única (RSU) de 2023 y 2024, de forma que se puede identificar tanto la superficie de siembra directa como las anualidades en que se solicita, bien un año o ambas anualidades.

También se accede a la información disponible del Sistema de Información de Explotaciones (SIEX), para obtener información que permita caracterizar las explotaciones de tratamiento (aquellas que realizan siembra directa) y también a las explotaciones de control (aquellas que no hay constancia que realizan siembra directa) a través de las variables de localización en las comunidades autónomas, la orientación técnico económica de la explotación (OTE), y la superficie cultivada en la misma.

Para cuantificar la diferencia de consumo de glifosato de las explotaciones que aplican la siembra directa en 2023 y 2024, de las que no aplican estas técnicas, se analizan los datos sobre las compras realizadas, que están registradas en el Registro Electrónico de Transacciones y Operaciones (RETO).

Para ello, en primer lugar, con la información de las tres fuentes de información comentadas se identifica el universo de estudio, constituido por aquellas explotaciones que presentan registro de compras en el RETO y que disponen de información de SIEX para caracterizar la explotación. A su vez con la información de RSU se procede a segregar los datos en explotaciones de tratamiento y de control. La unión de esta información se realiza a través del campo NIF de cada fuente obteniendo los siguientes resultados

¹ Según indica la ficha del indicador, las ventas de pesticidas son un indicador indirecto del uso de plaguicidas en la agricultura.

Tabla 2. Números de NIF únicos de cada base de datos y nivel de coincidencia entre cada una de ellas. Resultados del cruce entre BBDD.

Conjunto A	Conjunto B	NIFs en A	NIFs en B	Coinciden	% Coinciden respecto A	% Coinciden respecto B
RSU Solicitantes	RETO	24.931	634.354	11.119	44.6	1.75
RSU Solicitantes	SIEX	24.931	789.750	24.770	99.35	3.14
RETO	SIEX	634.354	789.750	234.571	36.98	29.7

Fuente: elaboración propia con los resultados de cruces entre las bases de datos RSU, RETO y SIEX.

La base de datos generada para el análisis dispone de datos, procedentes de RETO, sobre la cantidad de sustancia de cada registro de compra, multiplicando el volumen comprado por la proporción de glifosato en el formulado del producto. A cada una de las explotaciones identificada (NIF) se le asocia el volumen final comprado en todos los registros para cada año 2023 y 2024.

Cada NIF de reto se ha clasificado en un grupo, bien en el de los que aplican la siembra directa, como grupo de tratamiento, identificando si han aplicado la práctica uno o dos años, o bien en el grupo de control, con aquellos que nunca han aplicado la siembra directa. A cada NIF se le ha asociado además de la superficie de siembra directa de 2023 y 2024, obtenida del RSU, la OTE y la superficie de la explotación que consta en SIEX.

Para generar dos grupos de comparación evitando en la medida de lo posible sesgos y errores, se han elegido personas (NIF) que han comprado glifosato en 2023 o 2024 y que la Orientación Técnico-Económica de su explotación está clasificada como cultivos COP (cereales, oleaginosas y proteaginosas) o como cultivos extensivos. Se han calculado las dosis medias aplicadas durante 2023 y 2024, en litros por hectárea, estimadas con las compras totales realizadas en estos dos años y considerando que se aplican a la totalidad de la superficie, en ambos años. Es decir, la compra total del periodo se ha dividido entre la superficie de la explotación que tenía en 2023 y 2024.

Finalmente, en el grupo de tratamiento se han incluido aquellas personas (NIF) que han declarado la siembra directa en los dos años consecutivos y además, la proporción de la superficie de siembra directa respecto al total de la explotación es superior al 90%, por lo que se asume que los fitosanitarios adquiridos son destinados a la siembra directa en su totalidad o casi en su totalidad.

Por otra parte, el grupo de control está constituido por personas (NIF) que no han declarado la siembra directa en ninguno de los dos años. Además, se han excluido del grupo de control aquellas personas que las dosis medias de tratamiento excedían de los 20 l/ha, ya que estos valores atípicos pueden estar condicionados por la venta a terceros del producto, o por la tenencia de otro tipo de cultivos más demandantes en glifosato, ajenos a los COP. Además, para evaluar el efecto por comunidades autónomas, se han seleccionado aquellas más representativas y con un número de datos suficiente para poder ejecutar los análisis correspondientes.

Se realizó un análisis de varianza (Anova) de dos vías para evaluar el efecto de la dosis estimada de glifosato (l/ha) entre tratamientos (siembra directa y control) y comunidad autónoma. Se utilizaron las pruebas de Shapiro-Wilks y Bartlett para evaluar los supuestos de normalidad y la homocedasticidad en la variable dependiente dosis. Ante la falta de normalidad y homocedasticidad en los datos, se procedió a realizar una transformación de la variable dependiente, dosis, por la técnica de normalización de cuantiles ordenados a través de la función `bestNormalize`.

Todas las comparaciones de medias por pares se realizaron con la prueba post hoc de Bonferroni a un nivel de significación de $P < 0,05$. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el software R Core Team (2024).

1.1.3. Calidad de las aguas superficiales y subterráneas.

La presencia de sustancias plaguicidas en las aguas, tanto superficiales como subterráneas, está relacionada con la utilización de productos fitosanitarios en la agricultura. Algunas de estas sustancias se tienen en cuenta en la evaluación del estado químico y están reguladas en el Real Decreto 1514/2009² por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro de las aguas superficiales (RDSE)³, mientras que otras todavía no están reguladas, y podrían suponer un riesgo como potenciales contaminantes. En este análisis se han considerado todas las sustancias plaguicidas extraídas de los Programas de Seguimiento (programas de control de vigilancia y operativo) previstos para evaluar el estado, en cumplimiento de la normativa estatal y europea, de las que se dispone de información en NABIA⁴.

La Comisión europea no ha definido un indicador de calidad de aguas vinculado con la práctica de la siembra directa. Por ello, para valorar en qué medida la gestión de plaguicidas y herbicidas en la siembra directa incide en la calidad del agua, se propone estudiar los siguientes indicadores adicionales, diseñados de manera específica para esta evaluación:

1. Detección del riesgo por plaguicidas, analiza la variación en el riesgo de detección de plaguicidas en las aguas superficiales y subterráneas en los puntos influenciados por la siembra directa frente aquellos puntos que no lo están o su influencia se considera poco significativa.

La fuente de información para el desarrollo de este indicador se basa en los análisis del estado y calidad de las aguas del MITERD, sobre el diagnóstico de la contaminación por plaguicidas en España⁵ del periodo 2020 a 2023.

² <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2009-16772>.

³ Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre (RDSE) (<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2015-9806>).

⁴ NABIA es el sistema de información que recopila datos sobre el estado y la calidad de las aguas continentales en España. NABIA se alimenta de los datos obtenidos de los programas de seguimiento de las demarcaciones hidrográficas, que son las entidades encargadas de la gestión del agua en cada cuenca.

⁵ Estado de los plaguicidas en España: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/proteccion-nitratos-pesticidas/estado-plaguicidas.html>.

2. Detección del riesgo por herbicidas, analiza la variación de la concentración de los diferentes herbicidas en las aguas superficiales y subterráneas en los puntos influenciados por la siembra directa frente aquellos puntos que no lo están o su influencia se considera poco significativa.

La fuente de información para el desarrollo de este indicador son los análisis de las concentraciones de las aguas del MITERD⁶, sobre el diagnóstico de la contaminación por plaguicidas en España del periodo 2021 a 2024.

En ambos indicadores, a partir de la información publicada por el MITERD sobre calidad de las aguas para la detección de plaguicidas, se ha desarrollado un análisis en dos etapas, con el objeto de estimar los posibles efectos que tiene la técnica de agricultura de conservación “siembra directa” tiene en el riesgo de detección de plaguicidas en las aguas superficiales y subterráneas.

La **primera etapa** ha consistido en la **identificación de los puntos de detección de plaguicidas**, tanto en aguas subterráneas como en superficiales. Para ello, se ha recopilado la información disponible hasta el momento de esta evaluación del indicador de calidad de las aguas subterráneas y superficiales: detección de plaguicidas en las aguas. A continuación, se ha procedido a la identificación de aquellos puntos de muestro que disponen de información en 2023, único año disponible posterior a la implementación de la práctica 4 de los Ecorregímenes correspondientes a la siembra directa del PEPAC, en el caso de indicador detección del riesgo por plaguicidas y también el año 2024, en el caso de detección del riesgo por herbicidas.

La metodología aplicada ha consistido en la superposición de la capa del RSU con los puntos de detección. Las parcelas identificadas en el Registro de la Solicitud Única (RSU) en las que se aplica siembra directa han permitido identificar zonas en las que hay una mayor concentración de estas, lo que sirve de base para el análisis de la influencia comparativa entre los dos tipos de zonas, tanto en aguas superficiales como en subterráneas. El objeto es distinguir los puntos de muestreo que están más influenciados por esta práctica de siembra directa (grupo de tratamiento) de aquellos en los que no parece que exista esta influencia a través de la superposición de la información gráfica proporcionada en la base de datos de la RSU.

En la **segunda etapa** se ha procedido al análisis de la información que da lugar al indicador de los puntos de manera general y aplicando una comparación Naïve, entre todos los puntos de siembra directa respecto a los puntos no influenciados por la misma, sin tener en cuenta otros factores que puedan emparejar los puntos, como la ubicación, suelo, clima, etc.

⁶ https://sede.miteco.gob.es/portal/site/seMITECO/ficha-procedimiento?procedure_suborg_responsable=89&procedure_etiqueta_pdu=null&procedure_id=775&by=theme

1. Detección del riesgo por plaguicidas

Para la estimación de los efectos de la siembra directa en la calidad de las aguas se ha estudiado la información publicada por el MITERD sobre la detección de plaguicidas en las aguas superficiales y subterráneas.

Los **programas de seguimiento que las demarcaciones hidrográficas** establecidos en los planes hidrológicos, son una herramienta básica para la gestión de las aguas, y proporcionan la información necesaria para evaluar la efectividad de las medidas adoptadas y el grado de cumplimiento de los objetivos marcados.

A su vez, la **red de detección del riesgo por plaguicidas** se configura como una red específica de refuerzo de las redes de control de plaguicidas actualmente vigentes en el marco de los programas de seguimiento del estado de las masas de agua de la DMA. La **red de detección del riesgo por plaguicidas** tiene como objetivo la investigación (identificación y cuantificación) de residuos de plaguicidas en aguas superficiales y subterráneas en aquellas zonas sometidas a una mayor presión de estos contaminantes, prestando especial atención a las masas destinadas a la producción de agua potable.

El **informe sobre la calidad de las aguas 2010 – 2023**⁷, presenta la valoración del cumplimiento de la estación con la marca del máximo valor disponible de cualquiera de los plaguicidas evaluados, a través de un indicador que analiza todas las tipologías de aguas superficiales continentales (ríos, lagos y embalses), y también para las aguas subterráneas.

En dicho informe se han definido los siguientes valores de cambio de clase:

- Para las aguas superficiales, se ha considerado el valor de la norma de calidad ambiental-media anual (NCA-MA) establecidas en el en el Real Decreto 1514/2009 por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro (RDSE)⁸ para aquellas sustancias que las tienen, y para el resto, el valor genérico de 0,1 µg/l, (se englobará como valor frontera = NCA-MA o 0,1 µg/L).
- Para las aguas subterráneas se ha considerado el valor de 0,1 µg/l establecido en el Real Decreto 1514/2009 por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro.

Tabla 3. Categorías de clasificación de las estaciones según la concentración de plaguicidas.

Categorías Estaciones (concentración de plaguicidas)		
Aguas Superficiales	Aguas Subterráneas	Código de identificación de la Estación
≥ (NCA-MA o 0,1 µg/L)	≥ 0,1 µg/L	Estación en rojo
> LQ y < (NCA-MA o 0,1 µg/L)	> LQ y < 0,1 µg/L	Estación en amarillo
≤ LQ ⁹	≤ LQ	Estación en verde

Fuente: Informe sobre la calidad de las aguas 2010 – 2023, MITERD.

⁷ [INFORME CALIDAD DE LAS AGUAS 2682024.pdf](#)

⁸ Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.

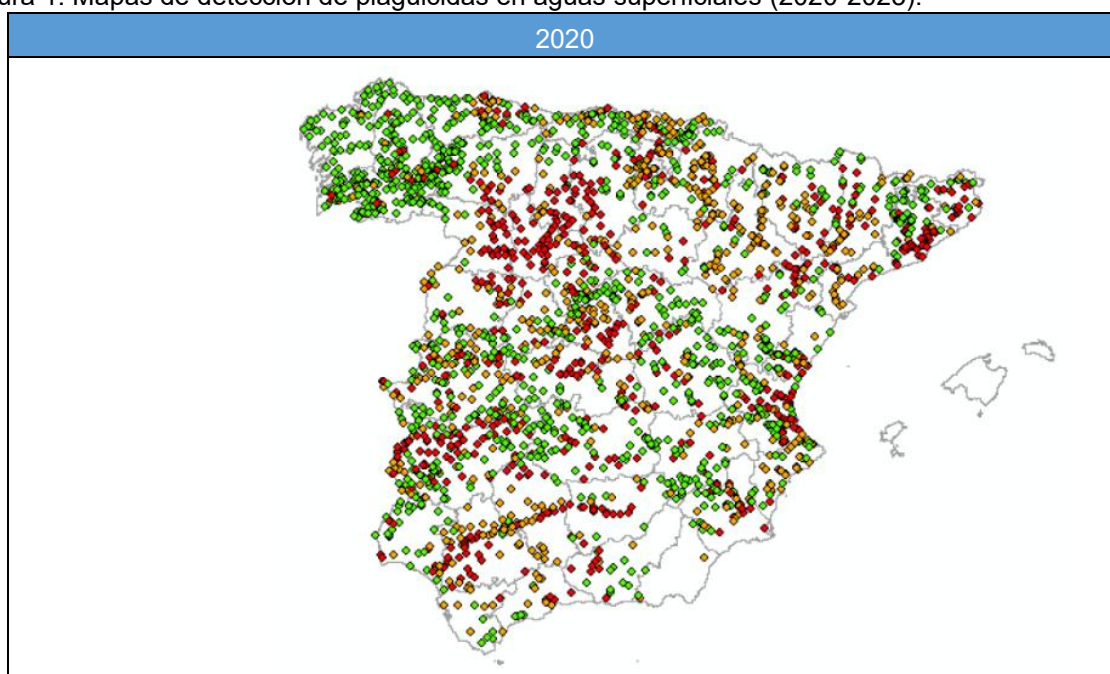
⁹ LQ: En una determinación analítica, múltiplo constante del límite de detección que se puede determinar con un grado aceptable de exactitud y precisión.

Debido a la gran cantidad de sustancias analizadas y sus particularidades dentro de cada compuesto, para la simplificación del análisis, en la metodología aplicada en el indicador sobre la calidad de las aguas 2010 – 2023, el MITERD **asigna a cada estación la categoría más alta que se haya alcanzado, aunque sólo se haya dado en un solo compuesto (indistintamente del tipo de compuesto)**, procediendo con el rango de concentración de plaguicidas indicado, ya que cada estación tiene asociados varios puntos de muestreo.

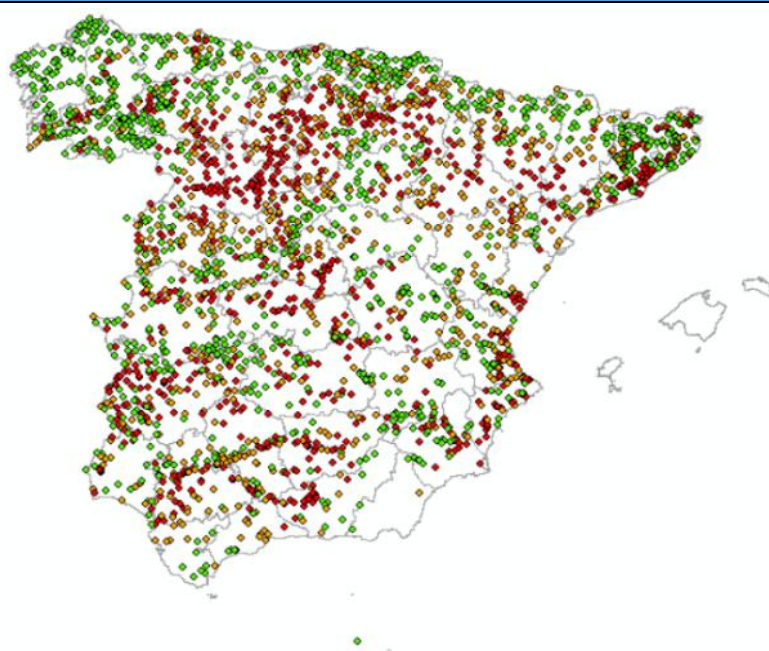
La información empleada para el indicador detección de plaguicidas en las aguas superficiales y subterráneas de este documento abarca el periodo 2020 a 2023.

A continuación, se presenta la información disponible del indicador sobre la calidad de las aguas del MITERD. Existe una limitación sobre la información de 2021 ya que no está disponible porque la descarga es errónea, por lo que no ha podido ser empleada en este análisis.

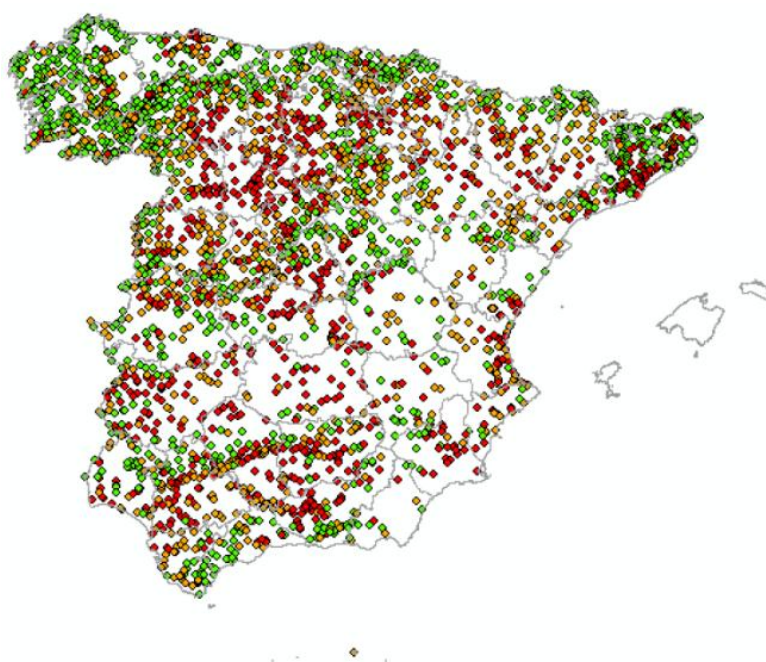
Figura 1. Mapas de detección de plaguicidas en aguas superficiales (2020-2023).

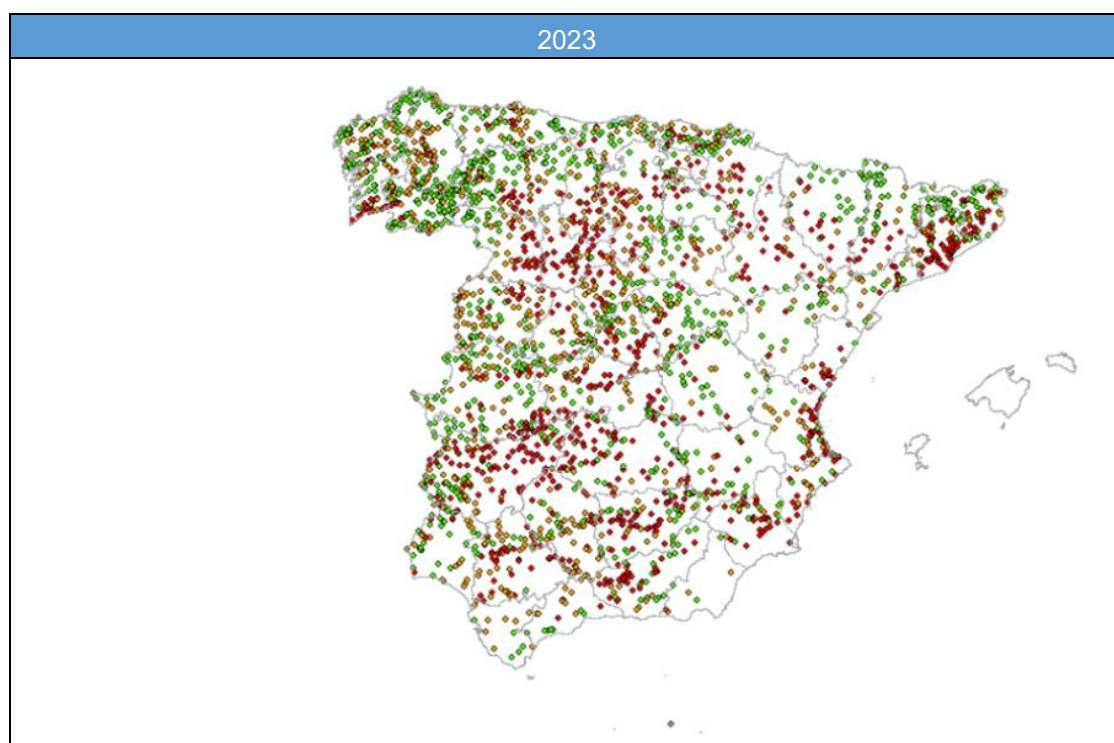


2021



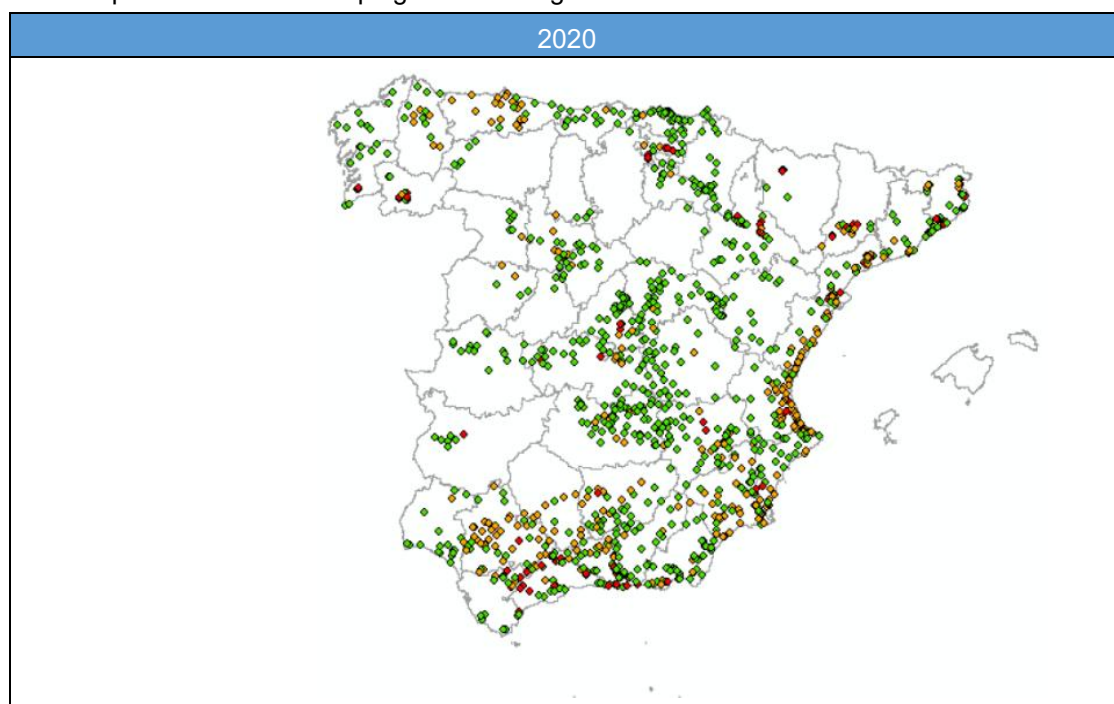
2022





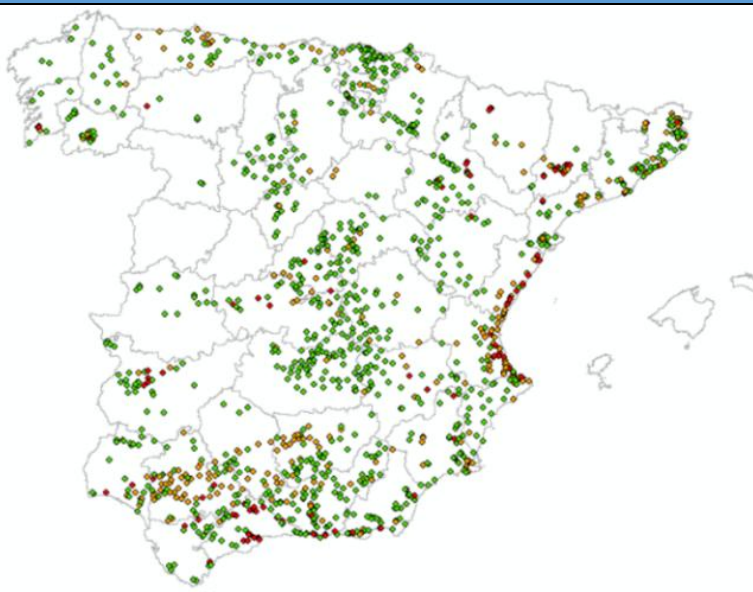
Fuente: Indicadores de Calidad de las Aguas subterráneas: Detección de Plaguicidas en las Aguas, MITERD.¹⁰

Figura 2. Mapas de detección de plaguicidas en aguas subterránea.

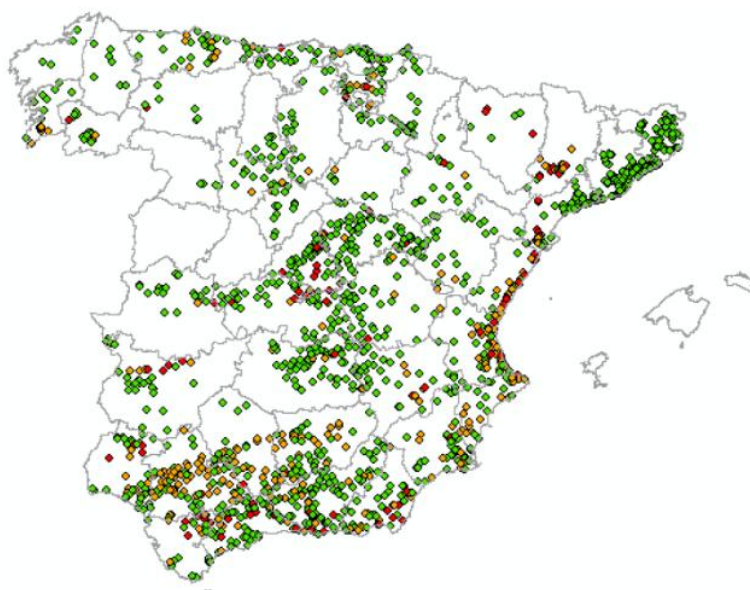


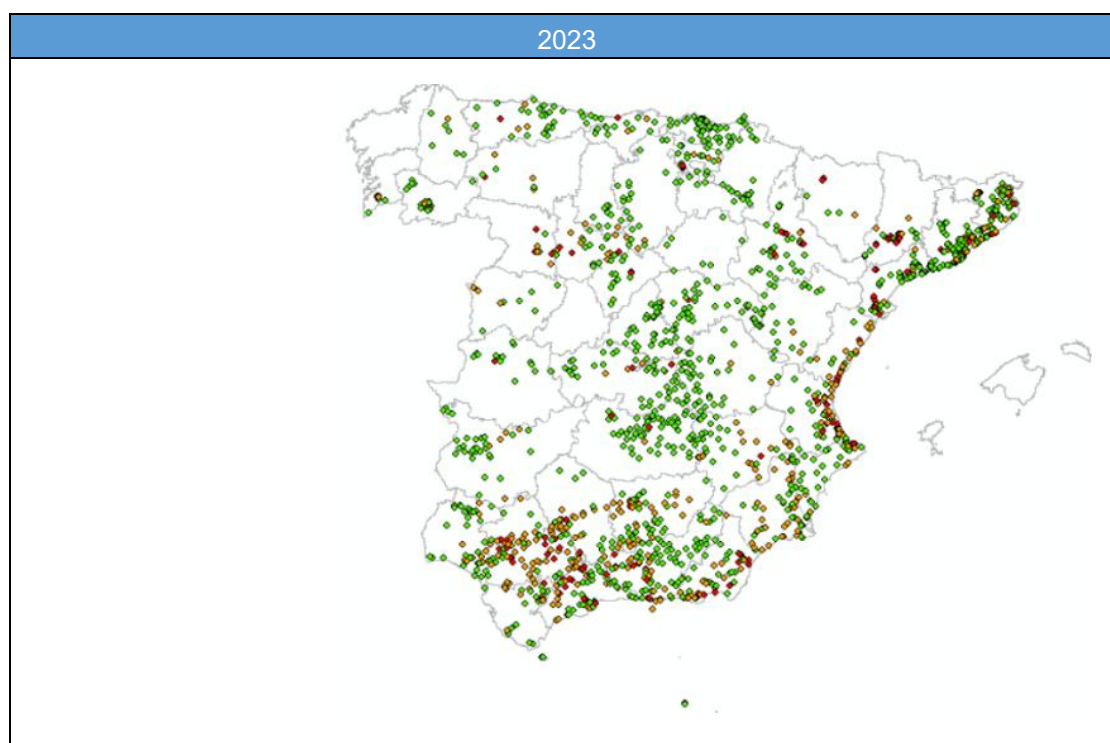
¹⁰ Catálogo de metadatos, MITERD.

2021



2022





Fuente: Indicadores de Calidad de las Aguas subterráneas: Detección de Plaguicidas en las Aguas, MITERD.

Como primera etapa, se ha recopilado toda la información disponible hasta el momento de esta evaluación del indicador de calidad de las aguas superficiales y subterráneas: detección de plaguicidas en las aguas (MITERD).

Una vez clasificados los puntos de detección de plaguicidas influenciados o no por la siembra directa, con la información publicada del indicador de calidad de las aguas superficiales y subterráneas: detección del riesgo por plaguicidas en las aguas (MITERD), de cada una de las anualidades, **se ha procedido a analizar cómo cambia el riesgo de detección de plaguicidas en las aguas superficiales y subterráneas en cada uno de los puntos**, dentro y fuera de la superficie de siembra directa.

Esta comparativa se realiza en 2 fases, una primera comparación entre los datos de 2023 y 2020, primer año con datos disponible antes de la implementación del PEPAC y otra comparación entre el año 2023 con el año 2022, último año antes del PEPAC.

Tras este proceso se ha aplicado un modelo mixto de regresión logística ordinal sobre los resultados del riesgo de plaguicidas en puntos de siembra directa y fuera de ella en los años 2020, 2022 y 2023, que permita analizar la relación entre la variable riesgo de plaguicida ($\leq$ LQ, $>$ LQ y $<$ Valor frontera y $\geq$ Valor frontera)-variable dependiente- y la influencia en la misma del año (2020, 2022 y 2023) y el tratamiento, bien sea por la influencia de la siembra directa o sin influencia de la misma-variables independientes. Además del efecto principal de cada variable independiente, se ha evaluado el efecto de la interacción de los dos factores entre sí.

El modelo permite predecir la probabilidad de encontrar una mayor o menor frecuencia de puntos de detección de plaguicidas en los distintos niveles de riesgo, en función del año y el tratamiento. Adicionalmente, para detectar el efecto de la evolución temporal (año) en cada

uno de los tratamientos (no siembra directa y siembra directa), se han llevado a cabo pruebas de comparaciones múltiples Post hoc sobre el modelo.

2. Detección del riesgo por herbicidas

De manera complementaria al indicador anterior de detección del riesgo de plaguicidas, pero aplicado de forma concreta a los herbicidas, se pretende indagar sobre si el empleo de los mismos en la siembra directa incide de manera diferente en la calidad del agua, teniendo en cuenta el uso que se hace en cuanto a su concentración en las masas de agua.

A través de este indicador adicional, diseñado de manera específica para esta evaluación, se indaga en la **variación de la concentración de los diferentes herbicidas** en las aguas superficiales y subterráneas en los puntos influenciados por la siembra directa frente aquellos puntos que no lo están o su influencia se considera poco significativa. La información para el desarrollo de este indicador proviene de los datos solicitados por la sede electrónica sobre calidad de las aguas incluidos en NABIA, del MITERD¹¹.

Para focalizar la evaluación sobre las sustancias que se emplean con mayor frecuencia en las aguas o muestran concentraciones medias más altas se ha empleado la información de herbicidas del informe de resultados de la campaña de muestreo 2023, del MITERD¹², así como de aquellas sustancias de herbicidas de las cuales se tiene registro de su venta (registradas en la información interactiva del registro electrónico de transacciones y operaciones (RETO¹³) del MAPA.

En el Anexo III. Herbicidas empleados de este documento se identifican los herbicidas considerados para el estudio. No obstante, en ocasiones no se dispone de información de los mismos antes de la aplicación del PEPAC, para las anualidades 2021 y/o 2022, así como de después la implementación de la práctica de siembra directa del PEPAC, anualidades 2023 y/o 2024. Por ello, en el análisis de las aguas superficiales, así como en las aguas subterráneas se ha tenido en cuenta un número inferior de herbicidas a los presentados en el anexo I. Más allá de este anexo, el herbicida empleado con mayor frecuencia en la siembra directa es el glifosato, como muestra la literatura de referencia, por lo que se han aplicado análisis específicos sobre el mismo.

La metodología se ha diseñado para analizar la **comparación de la media de las anualidades de 2021-2022 respecto a la media de 2023-2024** de los valores más altos registrados en cada punto de detección por herbicida, con el objetivo de analizar la diferencia de la concentración en las aguas de los herbicidas, en los momentos antes y después de la implementación del PEPAC. La media de dos años ha permitido minimizar la limitación encontrada en ciertos puntos de muestreo que carecen de mediciones en 2021 o 2022. De no haberse aplicado este criterio, el número de puntos se habría reducido considerablemente. La

¹¹ Datos de calidad de aguas incluidos en NABIA: https://sede.miteco.gob.es/portal/site/seMITECO/ficha-procedimiento?procedure_suborg_responsable=89&procedure_etiqueta_pdu=null&procedure_id=775&by=theme

¹² Informe de Calidad de las Aguas 2010-2023: <https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/proteccion-nitratos-pesticidas/estado-plaguicidas/estado-de-los-plaguicidas-glifosato/2023/INFORME%20CALIDAD%20DE%20LAS%20AGUAS%202682024.pdf>.

¹³ Informe RETO: <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/reto/powerbi-reto>.

comparación se ha realizado mediante el cálculo de la diferencia de medias del periodo 2023-2024 y el periodo 2022-2021. Posteriormente, esta información se ha dividido en dos grupos. Por un lado, la información de aquellos puntos de detección que se ubican en superficies de siembra directa (grupo de tratamiento) y por otro, la información de aquellos grupos en los que se considera que no hay influencia de la siembra directa (grupo de control), con el fin de realizar una comparativa contrafactual de cada herbicida entre ambas situaciones.

Finalmente, para el análisis estadístico del glifosato, se ha aplicado un modelo lineal mixto para evaluar las diferencias a nivel de aguas superficiales y subterráneas de herbicida glifosato y de su metabolito AMPA (ácido aminometilfosfonil) entre tratamientos (puntos de detección en siembra directa y fuera de siembra directa) y año (2021, 2022, 2023 y 2024). Todas las comparaciones de medias por pares se realizaron con la prueba post hoc de Bonferroni a un nivel de significación de $P < 0,05$. En todos los análisis se utilizaron las pruebas de Shapiro-Wilks y Bartlett para evaluar la normalidad y la homocedasticidad de los datos. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el software R Core Team (2024).

De manera complementaria, se ha desarrollado un modelo lineal mixto¹⁴ para evaluar las diferencias en las aguas superficiales y subterráneas del herbicida glifosato y su metabolito AMPA (ácido aminometilfosfonil), entre ambos grupos, es decir, el integrado por los puntos de detección en siembra directa y el grupo de control, con puntos no influenciados por la siembra directa y teniendo en cuenta los años de medición (2021, 2022, 2023 y 2024).

A su vez, a través de un estudio de caso se ha realizado una comparación entre dos puntos de detección de plaguicidas, uno influenciado por la siembra directa (tratamiento), y otro en el que la influencia del laboreo convencional es predominante (control).

Para la selección de ambos puntos, control y tratamiento, se ha realizado un análisis de la superficie a un kilómetro alrededor de los puntos de muestreo de aguas superficiales y subterráneas, que cumpla los siguientes condicionantes:

- Ambas superficies comparables deben estar a una distancia igual o inferior a 20 km.
- Una de las superficies debe tener una presencia de recintos agrícolas con la práctica de siembra directa mayor al 50% respecto a los recintos totales del RSU, y la otra superficie menor al 50%, procurando la mayor disparidad entre ambos porcentajes.
- Los puntos de muestreo, al menos, para aguas superficiales, debe tener gran similitud entre ambos, por ejemplo, no se consideraría válida la comparación entre un punto de muestreo en una laguna temporal frente a un arroyo permanente.
- Las características del entorno deben ser similares en cuanto a la presencia de explotaciones forestales o áreas naturales forestales, o la existencia de municipios de población, para minimizar las diferencias por estos motivos.

¹⁴ Todas las comparaciones de medias por pares se realizaron con la prueba post hoc de Bonferroni a un nivel de significación de $P < 0,05$. En todos los análisis se utilizaron las pruebas de Shapiro-Wilks y Bartlett para evaluar la normalidad y la homocedasticidad de los datos. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el software R Core Team (2024).

- Similitud entre los porcentajes de los tipos de cultivo (cereales, leguminosas, oleaginosas, etc.).
- Los puntos de muestreo deben haber obtenido medidas de al menos la concentración de glifosato. Factor más limitante en los puntos de medición de aguas subterráneas.

Los dos casos de estudio se han elegido en Castilla y León por la gran densidad de recintos en los que se desarrolla la práctica de siembra directa, siendo más sencillo la localización de puntos de muestreo que cumplan las condiciones descritas para su análisis.

Caso de estudio en aguas superficiales

Este estudio se realiza en la comunidad autónoma de Castilla y León, concretamente en la provincia de Palencia, donde se encuentran ambos puntos de muestreo, los cuales se encuentran a 9,6 km de distancia. En este primer mapa se muestra su situación frente a su entorno, incluyendo la densidad de recintos de siembra directa de la zona.

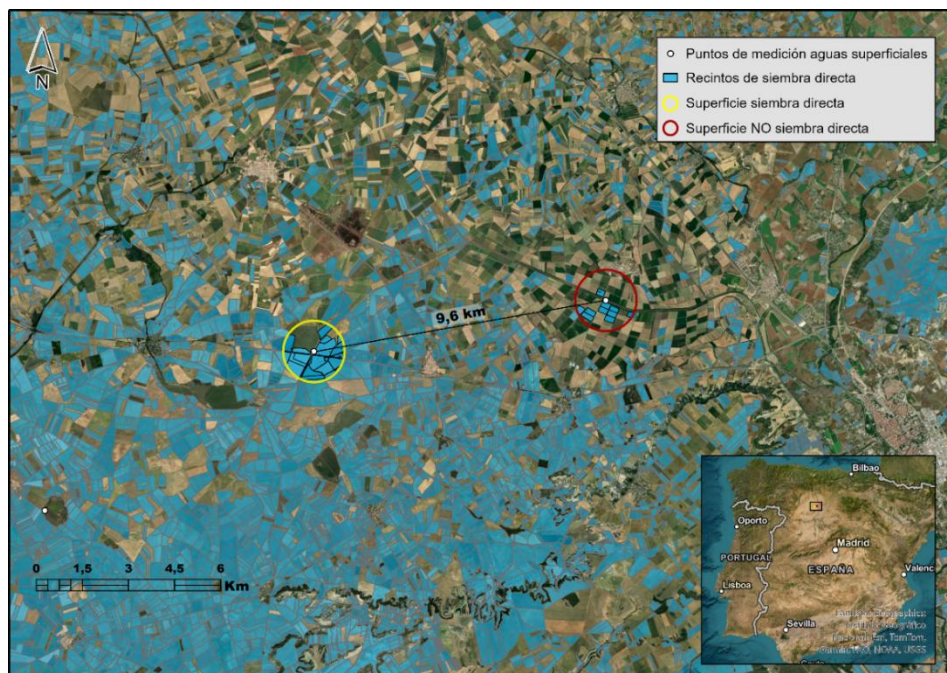
Figura 3. Localización puntos de muestreo. 2023.



Fuente: elaboración propia a partir de datos del RSU 2023.

En el siguiente mapa se pueden apreciar visualmente algunas ligeras variaciones en favor o detrimento de la concentración de los recintos de siembra directa en el año 2024, en función de la zona del mapa.

Figura 4. Localización puntos de muestreo. 2024.



Fuente: elaboración propia a partir de datos del RSU 2023.

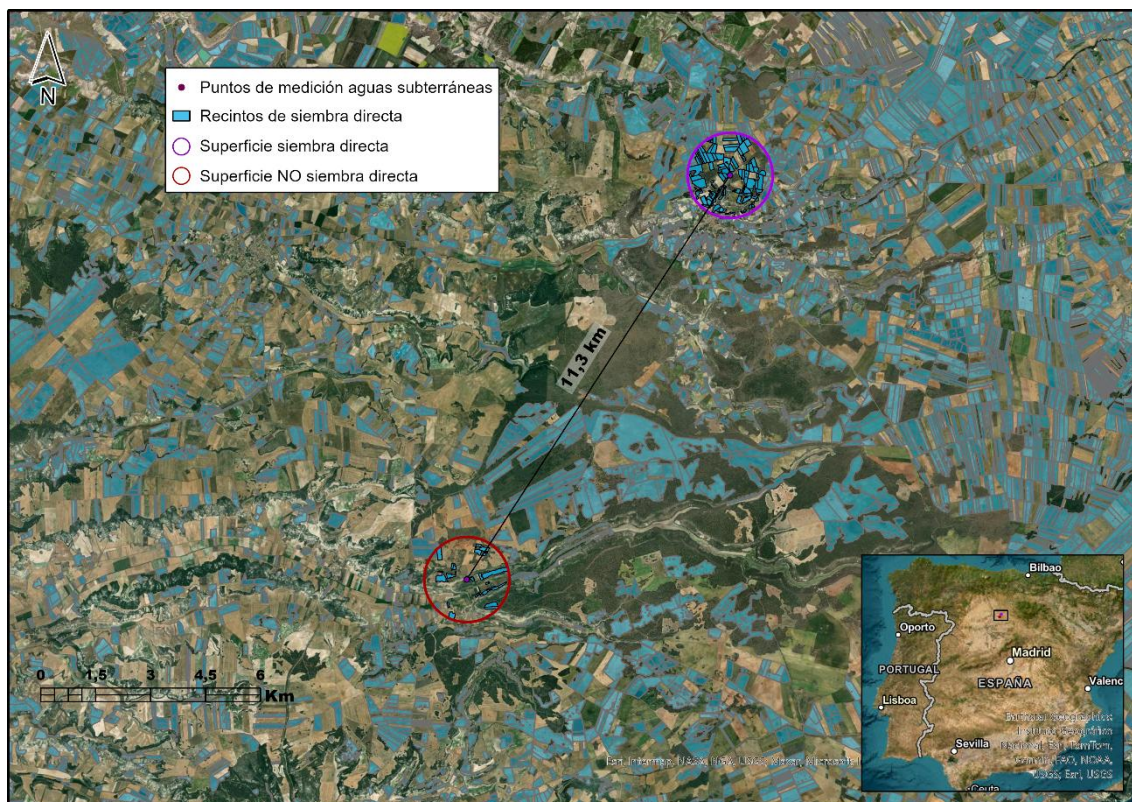
Para el caso de estudio de las aguas superficiales se han seguido las indicaciones expuestas en metodología y se ha seleccionado el punto de muestreo con código DU02720003, con una mayoría de superficie en la que no se aplica siembra directa (de ahora en adelante, NOSD). En este punto de control, tienen siembra directa tan solo 64,88 ha de recintos incluidos en el RSU para el año 2023 y 53,52 ha para 2024, de un total de 314 ha consideradas alrededor del punto de muestreo, lo que supone el 21% en 2023 y 17% en 2024 de la superficie total (agrícola y no agrícola).

En el punto de tratamiento, con una mayoría de superficie con siembra directa, el punto con código RUVA248 (de ahora en adelante, SD) se contabilizan 209,65 ha en 2023 y 212,58 en 2024 de siembra directa, lo que supone una representación de la siembra directa del 67% en 2023 y del 68% en 2024 respecto a la superficie total de 314 ha.

Caso de estudio en aguas subterráneas

Este estudio se realiza en la comunidad autónoma de Castilla y León, concretamente en la provincia de Palencia, donde se encuentran ambos puntos de muestreo, los cuales se encuentran a 11,3 km de distancia. En este primer mapa se muestra su situación frente a su entorno, mostrándose la densidad de recintos de siembra directa de la zona.

Figura 5. Localización puntos de muestreo. 2023.



Fuente: elaboración propia a partir de datos del RSU 2023.

Para el caso de estudio de las aguas subterráneas se han seguido las indicaciones expuestas en metodología y se ha seleccionado el punto de muestreo con código CA0229003, con una mayoría de superficie en la que no se aplica siembra directa (de ahora en adelante, NOSD). Tan solo 27,96 ha de siembra directa se incluyen en el RSU para el año 2023, de un total de 314 ha consideradas alrededor del punto de muestreo, lo que supone el 21% en 2023 de la superficie total (agrícola y no agrícola).

En el punto de tratamiento, con una mayoría de superficie con siembra directa, el punto con código CA0229001 (de ahora en adelante, SD) cuenta con 128,66 ha en la que se aplica la práctica en 2023, lo que supone una representación de la siembra directa del 67% de la superficie total.

1.1.4. Biodiversidad en el agua.

En esta evaluación se ha tenido en cuenta que los plaguicidas usados en la agricultura pueden acabar en los ecosistemas acuáticos, produciendo diversos efectos negativos sobre estos como:

- Ser tóxicos para los organismos acuáticos, tales como peces, crustáceos, insectos y plantas acuáticas.
- Incidir en su reproducción, crecimiento y desarrollo hasta incluso producir su muerte.
- Alterar los equilibrios naturales de los ecosistemas acuáticos, modificando incluso la estructura de las comunidades biológicas.

- Producir efectos en la cadena alimentaria de los ecosistemas acuáticos.

Para evaluar en qué medida la práctica de siembra directa puede estar afectando a la biodiversidad directamente de los ecosistemas acuáticos, se van a emplear **los indicadores biológicos de calidad de aguas superficiales**, disponibles en el MITERD.

En el informe de calidad de las aguas de 2010 a 2023¹⁵ del MITERD, se exponen los resultados de los indicadores biológicos procedentes del estudio de los elementos de calidad biológica previstos en la evaluación del estado ecológico en la Directiva Marco del Agua (DMA), y de los índices seleccionados para cada tipología en el RDSE¹⁶. Según este informe, la calidad de las aguas debe valorarse a través de las comunidades biológicas que albergan, las cuáles pueden verse alteradas por la contaminación asociada a la actividad humana.

En relación a los indicadores biológicos de calidad de aguas superficiales, las estaciones de muestreo en cada anualidad se clasifican en función si se superan o no un límite entre el estado bueno y moderado (B/M) para cada tipología de río establecido por el RDSE. Para aquellas tipologías de río que carezcan de límite legal establecido se le asignará “Sin Valoración” (Tabla 4).

Tabla 4. Categorías de clasificación de las estaciones para los indicadores biológicos.

Categorías (Métricas IPS, DIATMIB)		
Fitobentos	Macroinvertebrados bentónicos	Código de identificación de la Estación
≤ Valor frontera B/M		Rojo
> Valor frontera B/M		Verde
Sin Valoración		Amarillo

Fuente: Informe sobre la calidad de las aguas 2010-2023, MITERD.

A partir de esta información proporcionada por el MITERD, se han elaborado en el marco de esta evaluación dos indicadores adicionales que permitan evaluar la incidencia del uso de los herbicidas en la biodiversidad de manera más directa, uno de ellos orientado a analizar la biodiversidad de la calidad de agua a través de los fitobentos y otro a través de los macroinvertebrados bentónicos, con el objetivo de detectar cómo afecta la presencia y la concentración de pesticidas a las comunidades de organismos que habitan este ecosistema, haciendo una comparación entre zonas próximas a la práctica de siembra directa y zonas que no lo están, a partir de datos proporcionados por el (MITERD).

- Indicador adicional Biodiversidad en el agua: fitobentos mide el cambio de categoría de calidad de las aguas en las estaciones de siembra directa frente a las categorías de las estaciones de fuera de siembra directa. A partir de la situación inicial de los fitobentos en las estaciones antes del PEPAC (2020-21-22) se analiza si existe diferencia en el cambio de categorías de los fitobentos observado en las estaciones de siembra directa con las que no están en superficie de siembra directa una vez que se ha implementado el PEPAC (2023).

¹⁵ [Informe de calidad de las aguas, MITERD.](#)

¹⁶ Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.

- Indicador adicional Biodiversidad en el agua: macroinvertebrados bentónicos mide el cambio de categoría de calidad de las aguas en las estaciones de siembra directa frente a las categorías de las estaciones de fuera de siembra directa. A partir de la situación inicial de los fitobentos en las estaciones antes del PEPAC (2020-21-22) se analiza si existe diferencia en el cambio de categorías de los fitobentos observado en las estaciones de siembra directa con las que no están en superficie de siembra directa una vez que se ha implementado el PEPAC (2023).

Una vez recopilada la información de los puntos en los que se ha clasificado la información de los indicadores mencionados, proporcionada por el MITERD, se ha identificado cartográficamente los puntos de muestro que coinciden con superficies con una influencia de la siembra directa significativa, asignando estos puntos al grupo de tratamiento para su comparación con aquellos otros puntos en los que la siembra directa no tendría repercusión o es residual.

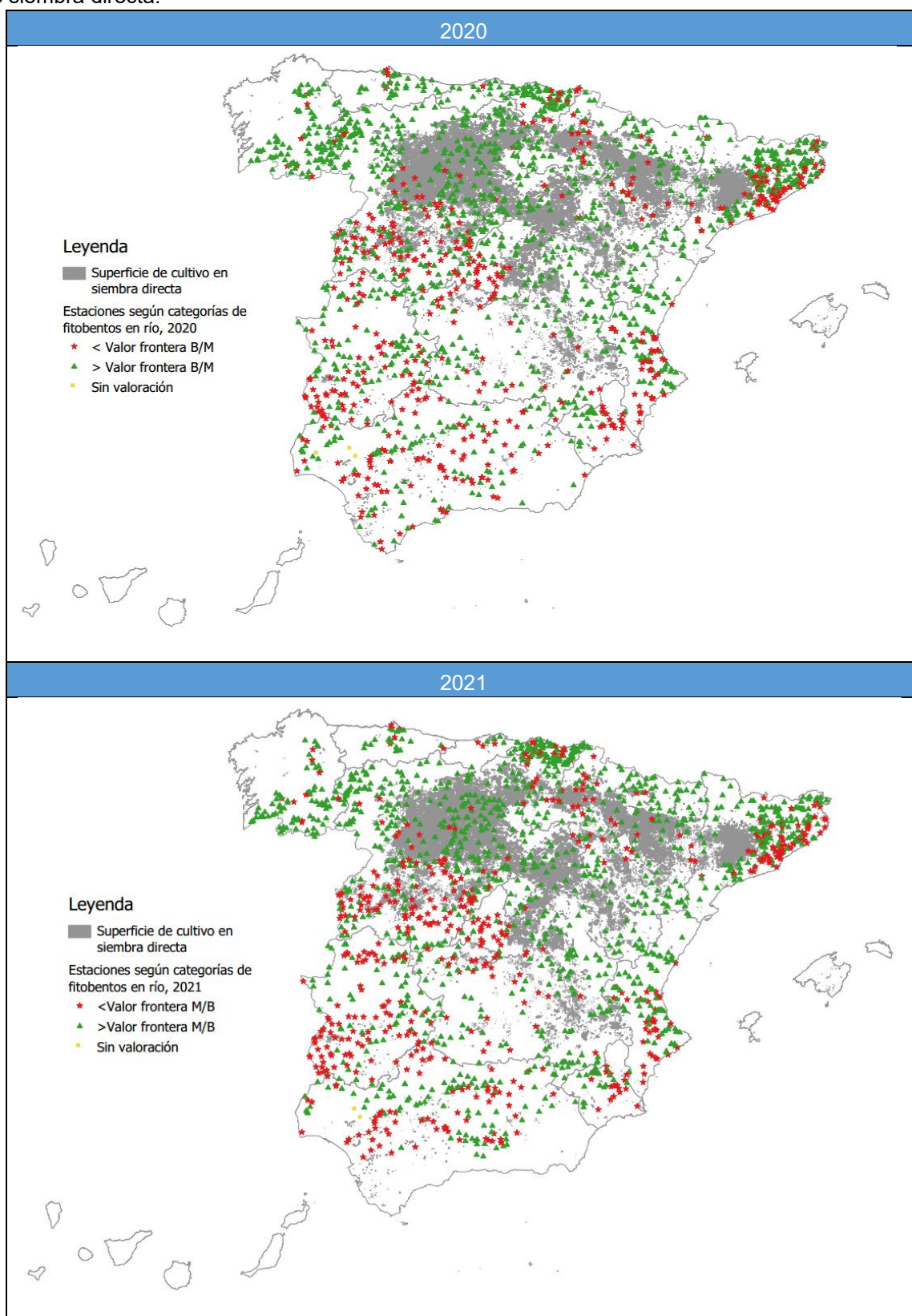
Tras ello, se ha realizado una comparación de la evolución de la clasificación en base a los fitobentos y macroinvertebrados bentónicos en ríos del periodo 2020-2023, contrastando la información en puntos de seguimiento de siembra directa y puntos de seguimiento fuera de las mismas (grupo de control), así como en dos momentos: antes de aplicar esta práctica del PEPAC (2020-2022) y después (2023) (Figura 6 y Figura 7), intentando de esta manera aplicar una técnica de comparación contrafactual Naïve y antes y después (DID).

Para evaluar si existen diferencias en la clasificación de los puntos de seguimiento, se han tenido en cuenta aquellos que presenten información para ambos periodos, es decir, que tengan datos entre 2020 y 2022 y en el año 2023 para poder llevar a cabo la comparación. De esta forma, se excluyen aquellos puntos que presenten información para sólo uno de estos dos momentos o estaciones sin valoración.

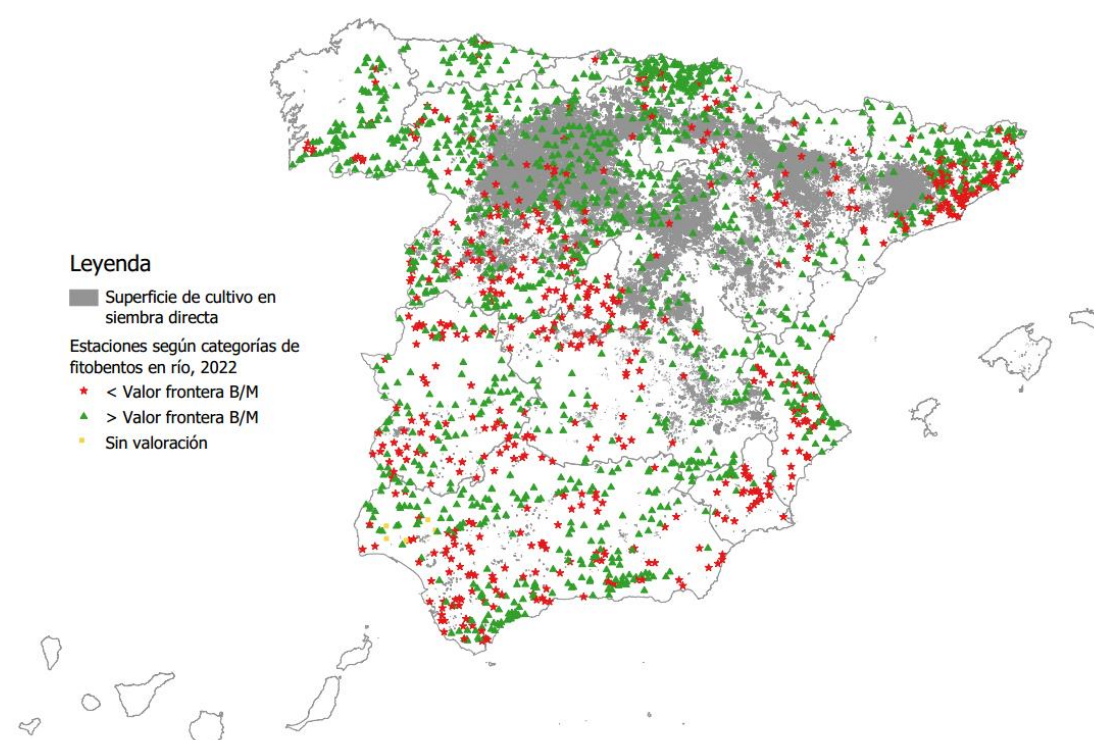
Por último, para el análisis estadístico de la biodiversidad en las aguas superficiales (fitobentos y macroinvertebrados bentónicos), se ha aplicado un modelo de regresión lineal mixto para evaluar las diferencias de la categoría de valoración de la biodiversidad ($<$ Valor frontera B/M y $>$ Valor frontera B/M) en las aguas superficiales de fitobentos y macroinvertebrados bentónicos entre tratamientos (puntos de detección en siembra directa y fuera de siembra directa) y años (2020, 2021, 2022 y 2023). Además del efecto principal de cada variable independiente, se ha evaluado el efecto de la interacción de los tres factores entre sí. La variable punto de detección fue incluida en el modelo como efecto aleatorio, para evitar la pseudoreplicación de las medidas repetidas. Todas las comparaciones de medias por pares se realizaron con la prueba post hoc de Bonferroni a un nivel de significación de $P < 0,05$. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el software R Core Team (2024).

A continuación, se muestra la información empleada para la clasificación de los puntos para su asignación al grupo de tratamiento (siembra directa) y de control.

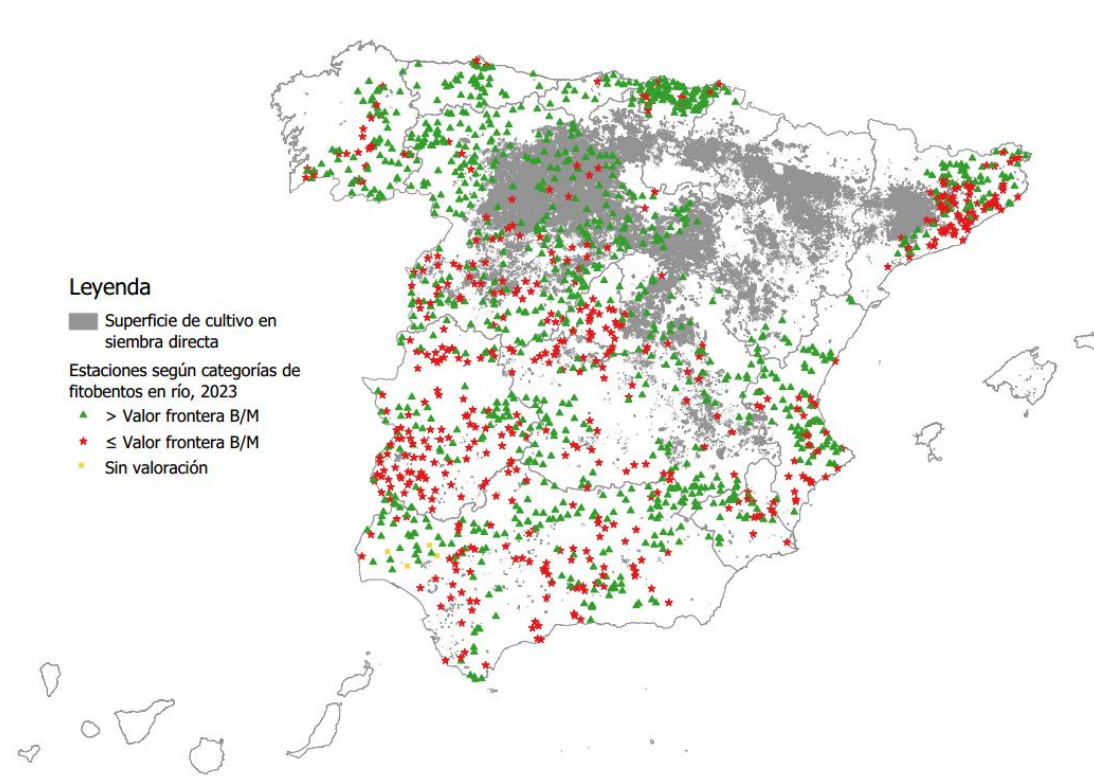
Figura 6. Mapas de detección de fitobentos en aguas superficiales, situación respecto a la superficie de siembra directa.



2022

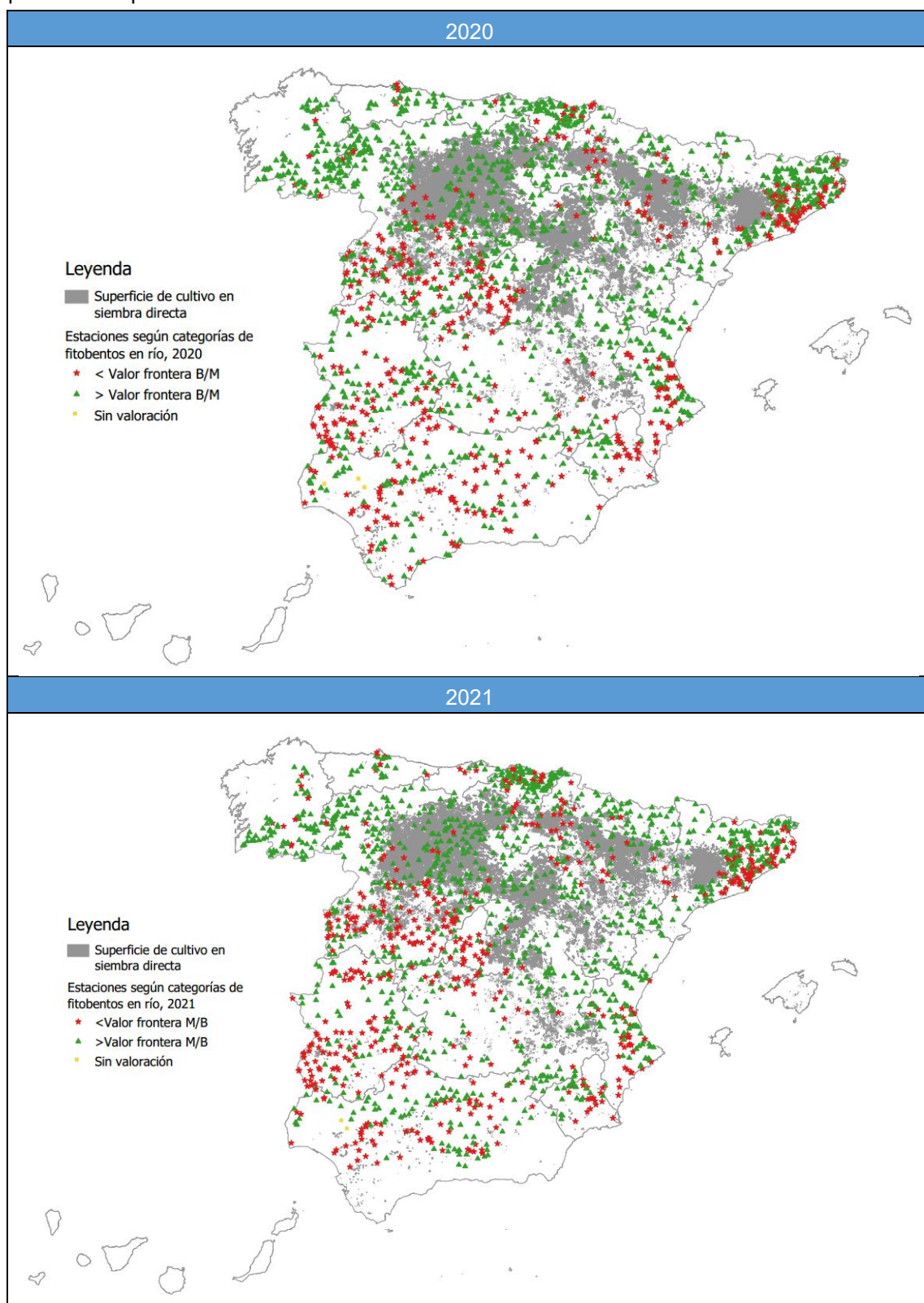


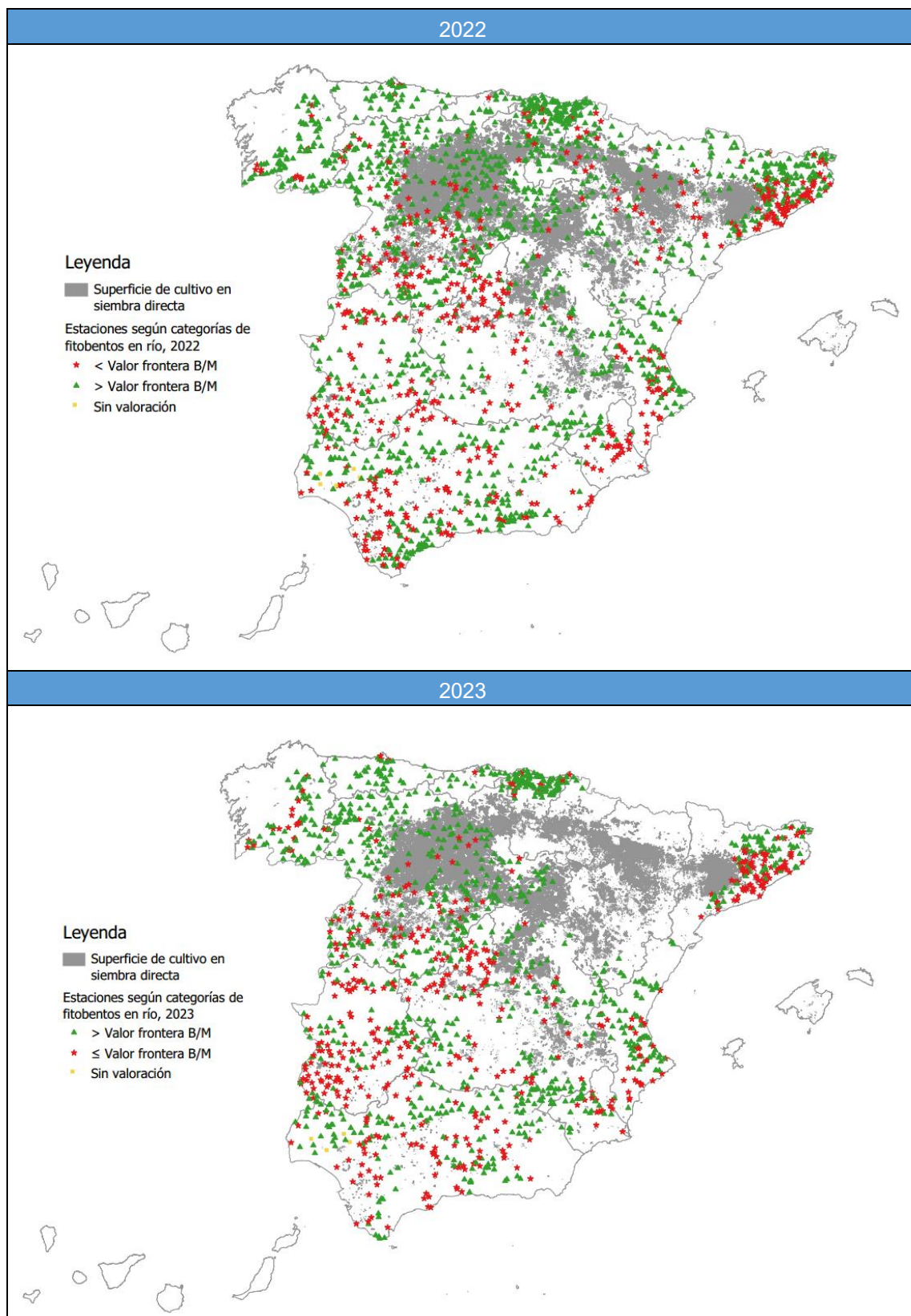
2023



Fuente: elaboración propia a partir de los datos de los indicadores de calidad de las aguas superficiales: fitobentos, MITERD y RSU (2023).

Figura 7. Mapas de detección de macroinvertebrados bentónicos en aguas superficiales, situación respecto a la superficie de siembra directa.





Fuente: elaboración propia a partir de los datos de los indicadores de Calidad de las Aguas superficiales: macroinvertebrados bentónicos, MITERD y RSU (2023).

1.1.5. Calidad del agua, estado de los nitratos

La agricultura requiere el uso de fertilizantes o abonos que se aplican al terreno para proporcionar nutrientes a las plantas y así facilitar su crecimiento. El uso de fertilizantes es un riesgo para el medio ambiente si se utilizan en exceso ya que el nutriente sobrante puede contaminar las aguas, superficiales o subterráneas. La contaminación más común es la generada por el nitrato que llega a las aguas por filtración o escorrentía.

La siembra directa puede incidir en la conservación de la calidad de las masas de agua a través del compromiso de disponer un plan de abonado, así como de la mejora de la calidad del suelo, al ayudar a crear suelos más resilientes frente a las condiciones climáticas extremas, como sequías y lluvias intensas, al mejorar la capacidad de retención de agua y de nutrientes y la salud general del suelo.

El objetivo de esta metodología es analizar cómo afecta la práctica de la siembra directa, en la que se incluye un compromiso sobre disponer de un plan de abonado cuando se aplica en regadío, a la calidad de las masas de agua superficiales y subterráneas, en relación al cultivo convencional, considerando la modificación del balance de nutrientes que supone la cobertura permanente del suelo y la permanencia del rastrojo así como la moderación las cantidades de nutrientes y materia orgánica aportada al suelo a través del plan de abonado (en regadío) y el asesoramiento, englobando aspectos tales como su aplicación, dosis empleada y época de aplicación, tal y como se ha reflejado en la cadena de resultados recogida en el apartado de la teoría del cambio.

En primer lugar, se considera necesario conocer aquella superficie de siembra directa que se localiza en zona vulnerables a contaminación por nitratos (ZVN). A partir de la información cartográfica de RSU de 2023 se van a identificar aquella superficie de siembra directa, que tiene el compromiso de disponer un plan de abonado y de disponer un registro de las operaciones incluido el agua de riego, es decir la superficie relacionada con la intervención 1PD31001805V1, de siembra directa en tierras de cultivo de regadío, que está en zonas vulnerables contaminación por nitratos.

El anexo 1 del Real Decreto 47/2022,¹⁷ de 18 de enero, se presenta el código de buenas prácticas agrarias de ZVN, en cual recoge en el apartado A), la obligación de establecer los procedimientos o métodos de aplicación y uso de los nutrientes (fertilizantes/estiércoles) que no pongan en peligro la salud humana o dañen el medio ambiente, y en el apartado B), en concreto en el punto 4, la recomendación de establecer un planes de abonado acordes con la situación particular de cada explotación y la consignación en registros del uso de fertilizantes, de acuerdo con la normativa sobre nutrición sostenible de los suelos agrarios.

¹⁷ En relación a la protección de las aguas frente a la contaminación por nitratos, el principal instrumento legal específico es la **Directiva 91/676/CEE**, conocida como Directiva de Nitratos, e incorporada a la normativa nacional a través del Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias, recientemente sustituido por el Real Decreto 47/2022, de 18 de enero, sobre protección de las aguas contra la contaminación difusa producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias (<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2022-860>).

Estos datos no dan una información preliminar del posible efecto de la práctica de siembra directa del PEPAC en la contaminación de las agua superficiales y subterráneas por nitratos.

Además, se considera el Real Decreto¹⁸ 840/2024, de 27 de agosto, por el que se modifica el Real Decreto 1051/2022, de 27 de diciembre, por el que se establecen normas para la nutrición sostenible en los suelos agrarios.

Por otro lado, para la estimación de los efectos de la siembra directa en la calidad de las aguas se ha analizado, de manera complementaria, la información publicada por el MITERD sobre el estado de los nitratos en España.

Los **programas de seguimiento que las Demarcaciones Hidrográficas** establecen en sus planes hidrológicos, son una herramienta básica para la gestión de las aguas, y proporcionan la información necesaria para evaluar la efectividad de las medidas adoptadas y el grado de cumplimiento de los objetivos marcados.

La información de los programas de seguimiento que las Demarcaciones Hidrográficas, va a ser la base para identificar qué efecto tiene la práctica de siembra directa en el indicador de impacto establecido en el marco común de seguimiento y evaluación del rendimiento del PEPAC I.15, en concreto el subindicador 3 nitratos en aguas subterráneas que también incluye los datos de los ríos.

El informe del cuatrienio 2020-2023 del MITERD, para dar cumplimiento al artículo 10 de Directiva 91/676/CEE del Consejo, proporciona información sobre la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura durante ese periodo, y sobre la red de seguimiento como se muestra a continuación.

En este informe sobre la calidad de las aguas 2010 – 2023, para evaluar los datos registrados hasta 2023, se han utilizado las categorías del vigente Real Decreto 47/2022, que establece los límites de aguas afectadas de 37,5 mg de NO₃ /l en aguas subterráneas y 25 mg de NO₃/l en aguas superficiales, definiéndose los siguientes valores de cambio de clase.

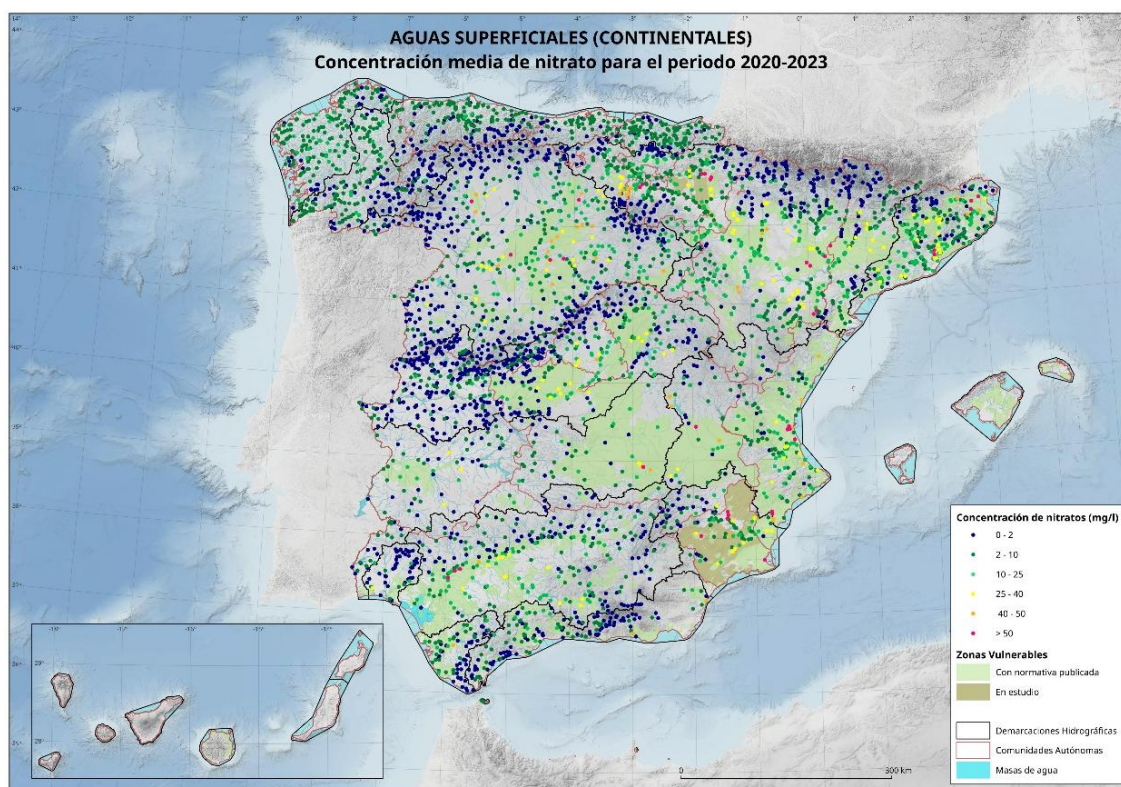
Tabla 5. Categorías de clasificación de las estaciones según la concentración de nitratos.

Categorías Estaciones (concentración nitratos)		
AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRÁNEAS	Código de identificación de la Estación
> 25 mg NO ₃ /l	> 37,5 mg NO ₃ /l	Estación en rojo
> 5 - 25 mg NO ₃ /l	> 10 - 37,5 mg NO ₃ /l	Estación en amarillo
≤ 5 mg NO ₃ /l	≤ 10 mg NO ₃ /l	Estación en verde

Fuente: Informe sobre la calidad de las aguas 2010 – 2023, MITERD.

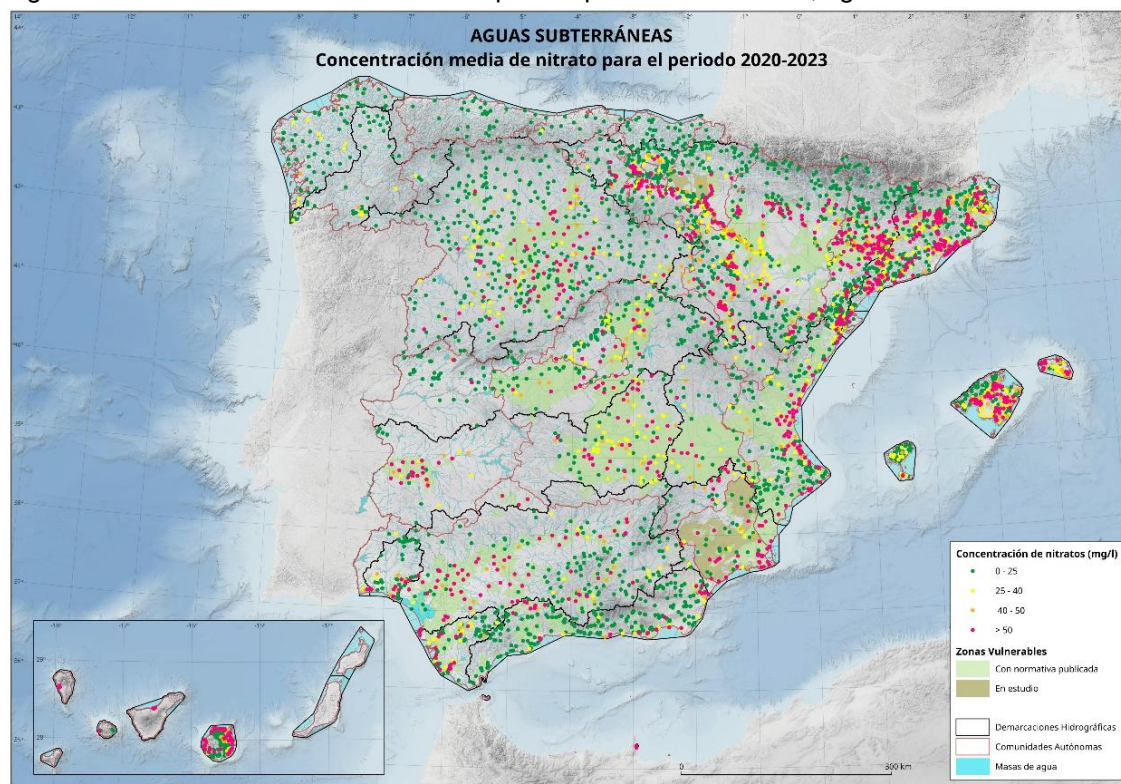
¹⁸ https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2024-17371

Figura 8. Concentración media de nitrato para el período 2020-2023, aguas superficiales.



Fuente: Estado de los nitratos en España, MITERD.

Figura 9. Concentración media de nitrato para el período 2020-2023, aguas subterráneas.



Fuente: Estado de los nitratos en España, MITERD.

La metodología diseñada en esta evaluación para estimar el indicador I.15 nitratos en aguas subterráneas y superficiales se basa en la comparación de la media de las anualidades de 2021-2022 respecto a la media de 2023-2024 de los valores medios registrados en cada estación de control sobre nitratos de las aguas superficiales y subterráneas, con el objetivo de analizar la diferencia de la concentración en los momentos antes y después de la implementación del PEPAC. La comparación se ha realizado mediante el cálculo de la diferencia de medias del periodo 2023-2024 y el periodo 2022-2021.

Posteriormente, esta información se ha dividido en 4 grupos. Por un lado, la información de aquellas estaciones de control de nitratos que se ubican en superficies de siembra directa (grupo de tratamiento) y por otro, la información de aquellas estaciones en los que se considera que no hay influencia de la siembra directa (grupo de control). Además, estos dos grupos se han subdividido en dos, aquellos que se localizan en zonas vulnerables a contaminación por nitratos y los que no están en las mismas.

Es decir, se ha abordado el análisis de la información de las estaciones de control de la red de seguimiento del MITERD aplicando una comparación Naïve, entre todas las estaciones en siembra directa respecto a las no influenciadas por la misma, e incluyendo la variable de zona vulnerables a contaminación por nitratos para dividir estos dos grupos en zonas más homogéneas. Con este análisis contrafactual Naïve cabe señalar que para establecer estos grupos tratamiento y control no se tienen en cuenta otros factores que puedan emparejar las estaciones, como la ubicación, suelo, clima, etc.

Se realiza la comparativa para cuantificar el indicador de impacto I.15 de calidad de agua, en concreto el ultimo subindicador nitratos en aguas subterráneas que también abarca a la situación de los ríos. Para ello se estima el cambio de concentración entre los grupos de tratamiento y control, así como la variación de la categoría de las estaciones según categorías del vigente Real Decreto 47/2022, utilizada en informe sobre la calidad de las aguas 2010 – 2023 del MITERD.

1.1.6. Erosión del suelo.

En el contexto del marco común de seguimiento y evaluación del rendimiento, se contempla el indicador de contexto **“Erosión del suelo por el agua: Porcentaje de tierras agrícolas con erosión del suelo moderada y severa” (C.41)** que tiene asociado el indicador de impacto **I.13 denominado “Reducción de la erosión del suelo”**.

A través de este indicador se evalúa la pérdida de suelo mediante procesos de erosión hídrica proporcionando una estimación de las áreas afectadas por una cierta tasa de erosión del suelo (moderada a severa, ej. > 11 t / ha / año en la definición de la OCDE).

La Comisión establece que la erosión del suelo por agua se evalúa a través de dos subindicadores:

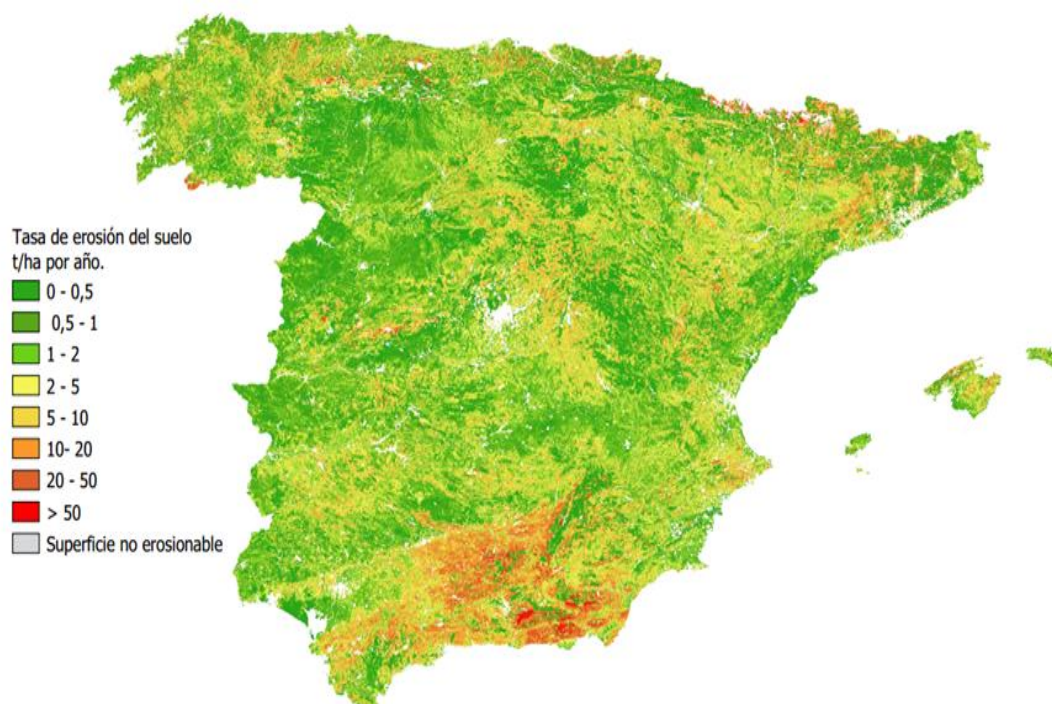
- **1. Tasas estimadas de pérdida de suelo por erosión hídrica:** indicador específico que evalúa la pérdida potencial de suelo por procesos de erosión hídrica (salpicaduras de lluvia, lavado de láminas y riachuelos) y cuantifica la tasa de erosión del suelo (total, moderada

y severa)^{19,20}. Se considera moderada una cantidad superior a 5 t ha⁻¹ año⁻¹ y severa cuando es superior a 10 t ha⁻¹ año⁻¹.

- **2. Porcentaje de tierras agrícolas en riesgo de erosión del suelo moderado y grave:** indicador específico que evalúa la pérdida potencial de suelo por procesos de erosión hídrica (salpicaduras de lluvia, lavado de láminas y riachuelos) e identifica las áreas agrícolas susceptibles a una tasa de erosión del suelo considerada insostenible, dentro de los siguientes umbrales: moderada (>5 t/ha*año) a grave (>10 t/ha*año), expresados en porcentaje (%)^{21,22}.

Las evaluaciones de la erosión del suelo del indicador de contexto están basadas en el resultado de una versión mejorada del modelo de Ecuación Universal Revisada de Pérdida de Suelo (llamado RUSLE2016) (JRC-Ispra). Este modelo fue desarrollado para evaluar la erosión del suelo por el agua en la Unión Europea²³. El modelo proporciona una estimación de la erosión del suelo por el agua sobre la base del conocimiento científico, manuscritos publicados revisados por pares, juicios técnicos y conjuntos de datos de entrada (Figura 10).

Figura 10. Erosión del suelo por el agua (RUSLE2016).



Fuente: European Soil Data Centre (ESDAC), (RUSLE2015). Nota: Canarias no dispone de información.

La ecuación básica de este modelo para la estimación de las pérdidas medias de suelo como consecuencia de la erosión hídrica laminar y en regueros, es la siguiente:

¹⁹ [Datos de indicador](#)

²⁰ [Código datos en línea](#)

²¹ [Datos de indicador 2](#)

²² [Código datos indicador 2](#)

²³ Panagos et al. "La nueva evaluación de la pérdida de suelo y la erosión hídrica en Europa", Política medioambiental y científica 54(2015) 438-447. [La nueva evaluación de la pérdida de suelo por erosión hídrica en Europa - ScienceDirect](#)

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

Donde:

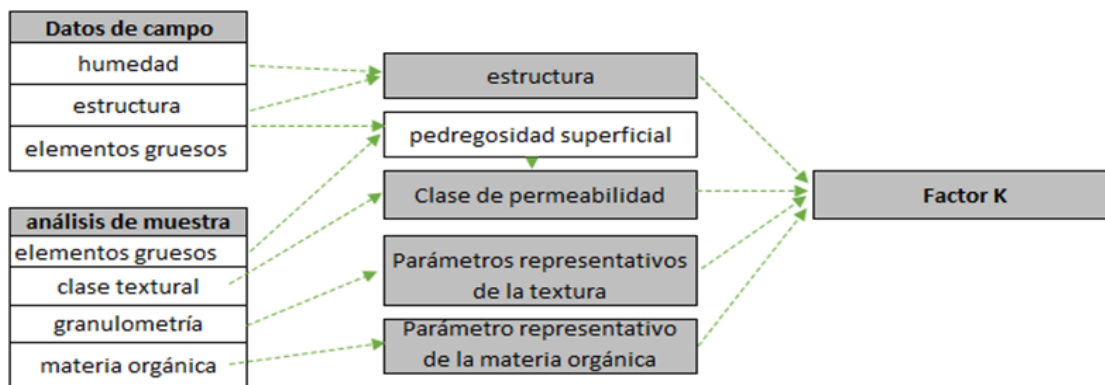
A = Pérdidas de suelo por unidad de superficie para el periodo considerado.

Se obtiene por el producto de los factores siguientes:

R= Factor lluvia (índice de erosión pluvial). Es el número de unidades del índice de erosión ($E \times I30$) en el período considerado, donde E es la energía cinética de una precipitación determinada e I30 es la intensidad máxima en 30 minutos de la misma. El índice de erosión es una medida de la fuerza erosiva de una precipitación determinada.

K= Factor de erosionabilidad del suelo. Es el valor de las pérdidas de suelo por unidad del índice de erosión pluvial, para un suelo determinado en barbecho continuo, con una pendiente del 9% y una longitud de ladera de 22,1 m.

Figura 11. Esquema de obtención del Factor K. Modelo RUSLE2016.



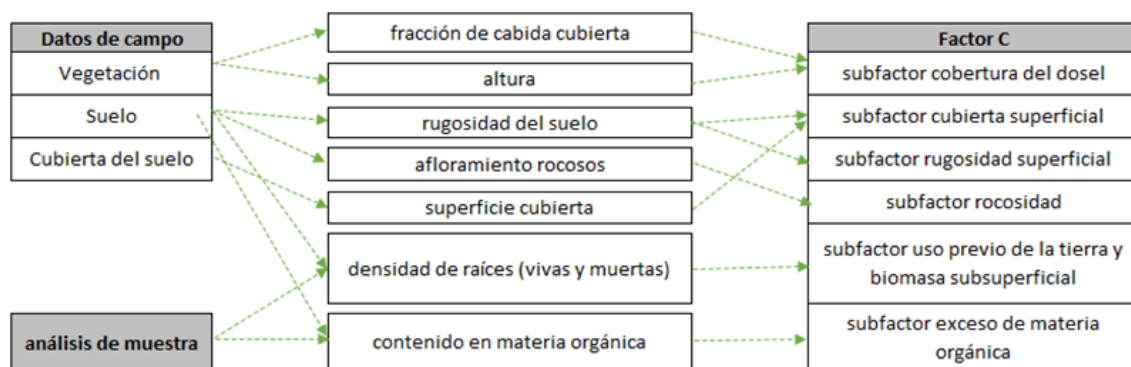
Fuente: *Inventario nacional erosión suelos, MITERD.*

L = Factor de longitud de ladera. Es la relación entre la pérdida de suelo para una longitud de ladera determinada y la pérdida para la longitud de 22,1 metros del mismo tipo de suelo y vegetación o uso.

S = Factor de pendiente. Es la relación entre las pérdidas para una pendiente determinada y las pérdidas para una pendiente del 9% del mismo tipo de suelo y vegetación o uso.

C = Factor cubierta y manejo. Es la relación entre las pérdidas de suelo en un terreno cultivado en condiciones específicas o con determinada vegetación natural, y las pérdidas correspondientes de un suelo en barbecho continuo.

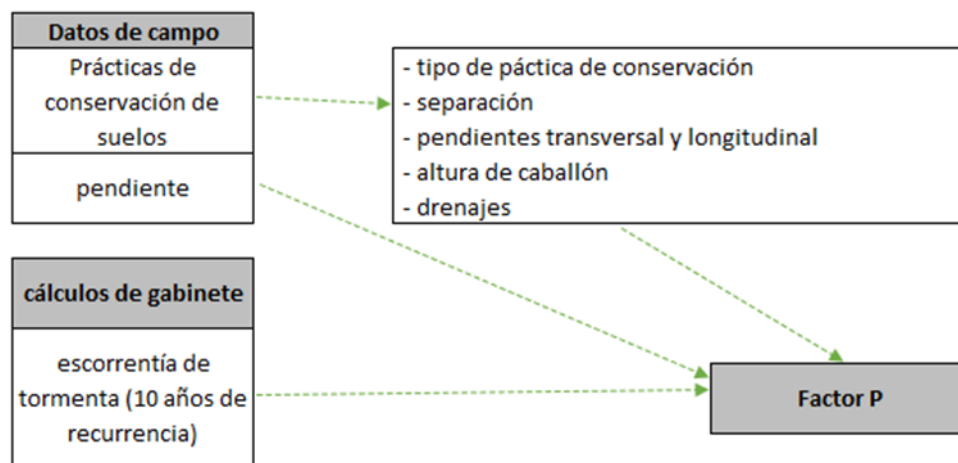
Figura 12. Esquema de obtención del Factor C. Modelo RUSLE2016.



Fuente: *Inventario nacional erosión suelos, MITERD.*

P = Factor de prácticas de conservación del suelo. Es la relación entre las pérdidas de suelo con el cultivo a nivel, en fajas, en terraza, en bancales o con drenaje superficial, y las pérdidas de suelo correspondientes a labor en línea de máxima pendiente.

Figura 13. Esquema de obtención del Factor P. Modelo RUSLE2016.



Fuente: *Inventario nacional erosión suelos, MITERD.*

La metodología de cálculo de los factores del modelo RUSLE del Inventario Nacional de Erosión de Suelo, se describe a continuación de forma resumida:

- **Factor R**, se establece de forma independientemente a partir de los datos pluviométricos de estaciones meteorológicas seleccionadas.
- **Factor K**, se basa fundamentalmente en los resultados de los análisis de muestra de suelo por parte de un laboratorio. Además, se tiene en cuenta datos de la estructura del terreno, entre otros aspectos de la superficie de estudio.
- **Factor LS**, se determina de forma independiente a partir de un modelo digital de elevación. Integra los dos factores de geometría del terreno.
- **Factor C**, el procedimiento de cálculo varía según se trate de cubiertas forestales permanentes o de cubiertas agrícolas variables a lo largo de un ciclo de cultivo.

En las cubiertas agrícolas, el proceso desarrollado por el Inventario Nacional de Erosión del Suelo (de aquí en adelante INES) comienza por conocer de primera mano los siguientes aspectos de los cultivos: información sobre las labores de cultivo, altura y fracción de cabida cubierta de los cultivos en cada periodo de su ciclo, rotaciones, tratamiento de los residuos de cultivo, método de riego, entre otros aspectos de la realidad agrícola. Para ello, realiza entrevistas a técnicos de las oficinas comarcales agrarias.

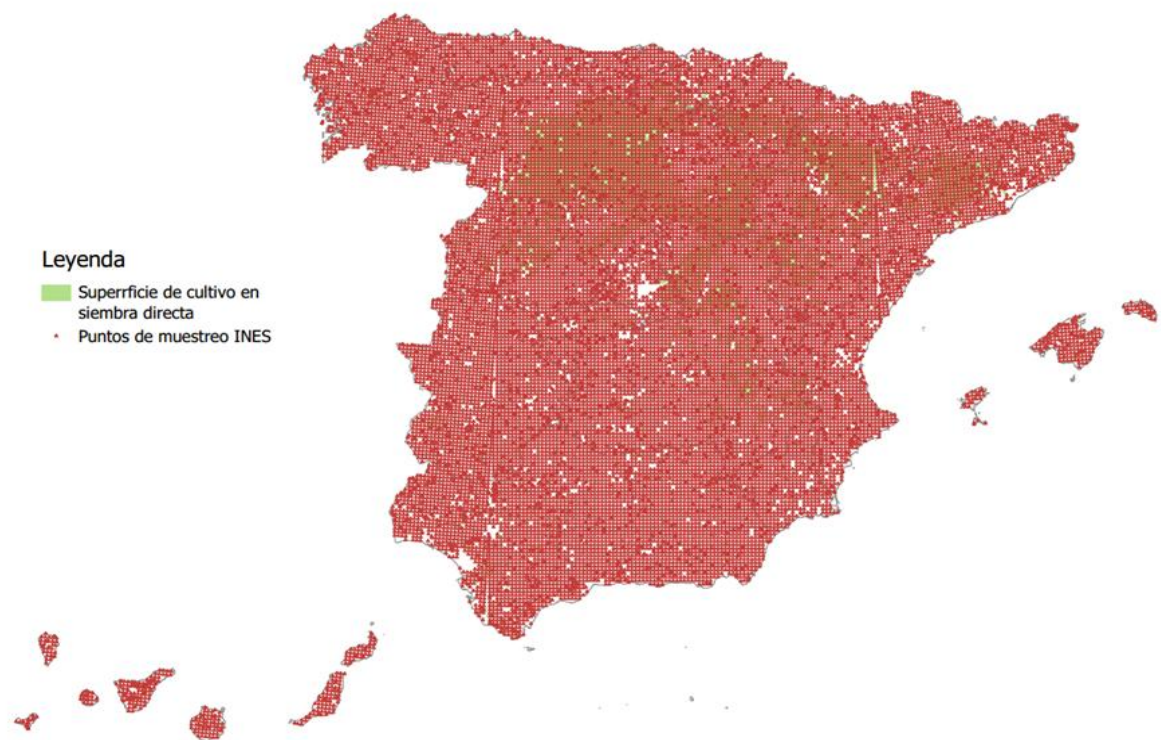
Por otro lado, un especialista agrícola del INES recopila la información del punto de partida de la superficie de estudio.

➤ **Factor P**, las principales prácticas de conservación del suelo que se tienen en cuenta a la hora de realizar el cálculo de este factor son: cultivo a nivel, cultivo en terraza, cultivo en bancales, cultivo en faja y drenaje.

Para estimar la erosión a partir de la información de la práctica de siembra directa, **se considera que los factores de la fórmula del modelo RUSLE2016 se mantienen constantes en la superficie comprometida, y que principalmente sólo se produce una variación significativa en el factor C (cultivo y manejo)**. No considerándose, para la estimación del I.13.1, la variación de la erosión relacionada con el aumento potencial de la materia orgánica que las técnicas de agricultura de conservación como la siembra directa presentan. Es decir, solo se tienen en cuenta la variación de las pérdidas medias de suelo por erosión asociadas a la implantación de cubierta vegetal en los cultivos (restos y rastrojos), así como la variación asociada al laboreo de conservación y a la rotación de cultivos.

Partiendo de los puntos muestreados del Inventario Nacional de Erosión de Suelos (INES), y con la información de la localización de la superficie en siembra directa de 2023, se determinan aquellas parcelas donde las técnicas apoyadas por el PEPAC tienen un efecto significativo. **La estimación de este indicador se realiza teniendo en cuenta la información inicial de la superficie del INES y la situación final al implementar la práctica de siembra directa (diferencias antes y después).**

Figura 14. Puntos de muestreo del INES y superficie de siembra directa.



Fuente: elaboración propia a partir de datos del INES y RSU 2023.

Para la selección de los puntos de muestreo, se utiliza la referencia cartográfica de los mismos y la localización de las parcelas de siembra directa en 2023 de la RSU. Además, se establece la premisa de que no existe un cambio de uso del suelo (agrícola a pastizal o forestal), para ello, sólo se van eligen aquellos puntos del INES cuya clave de cultivo es la siguiente:

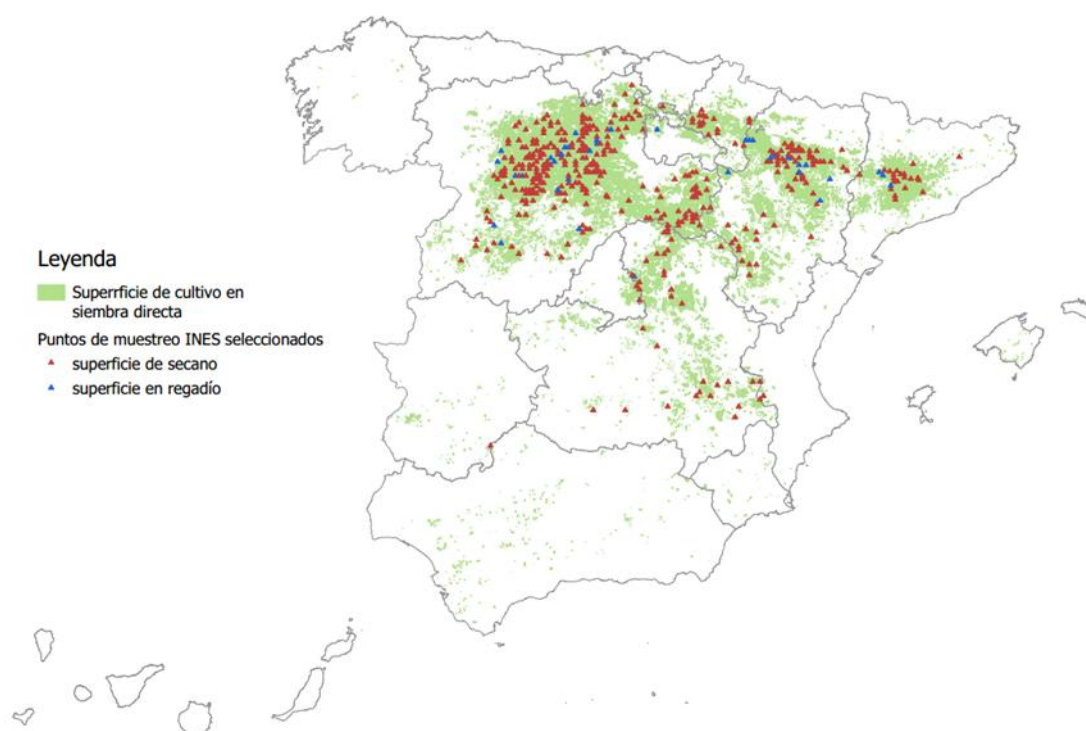
Tabla 6. Clave de cultivo en los puntos del INES.

Código	Uso del suelo
38	Cultivos herbáceos
39	Cultivos herbáceos de regadío
40	Cultivos herbáceos de secano
41	Arroz de regadío
60	Praderas y pastizales
61	Praderas y pastizales de secano
62	Otros cultivos
63	Otros cultivos
64	Otros cultivos de regadío
65	Otros cultivos de secano

Fuente: elaboración propia a partir de datos del INES.

En 2023, se localizan 436 puntos de muestreo en tierras agrícolas con la práctica de siembra directa, de los cuales, 36 corresponden a cultivos herbáceos u otros cultivos en regadío y los 400 restantes a puntos de muestreo de cultivos herbáceos u otros cultivos de secano.

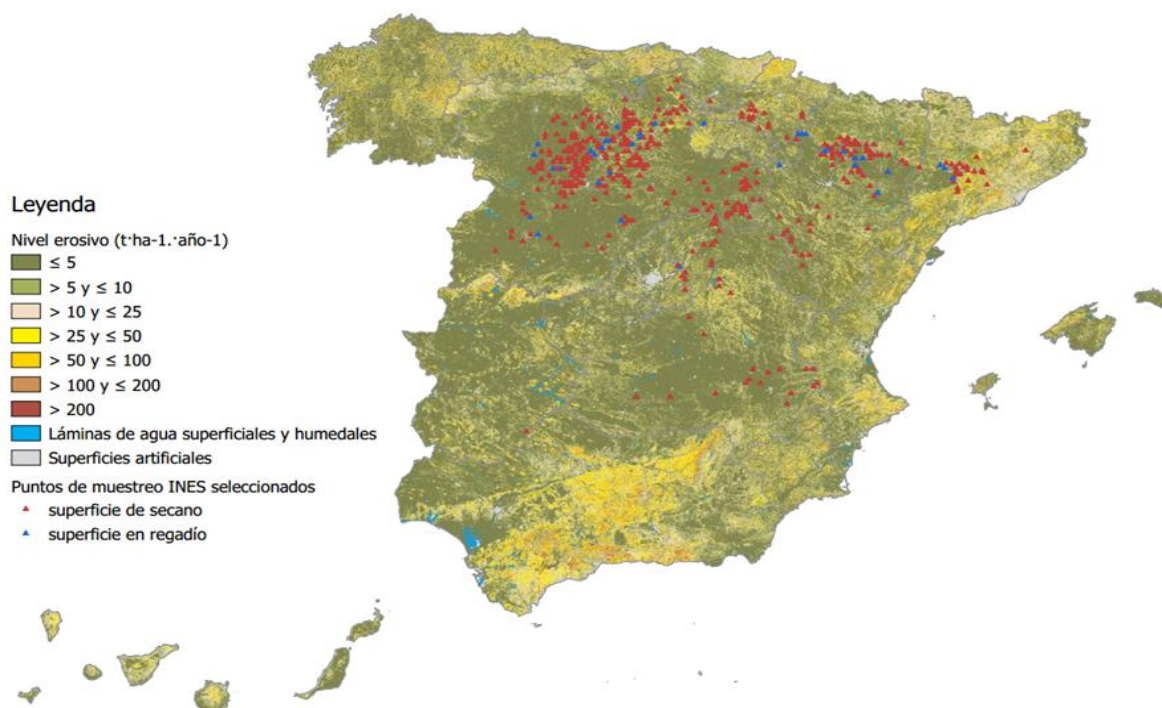
Figura 15. Puntos de muestreo del INES relacionados con la superficie de siembra directa.



Fuente: elaboración propia a partir del INES.

En la Figura 16, se muestran los puntos de muestra del INES, seleccionados y categorizados según niveles erosivos.

Figura 16. Puntos de muestreo seleccionados según niveles erosivos. INES.



Fuente: elaboración propia a partir del INES.

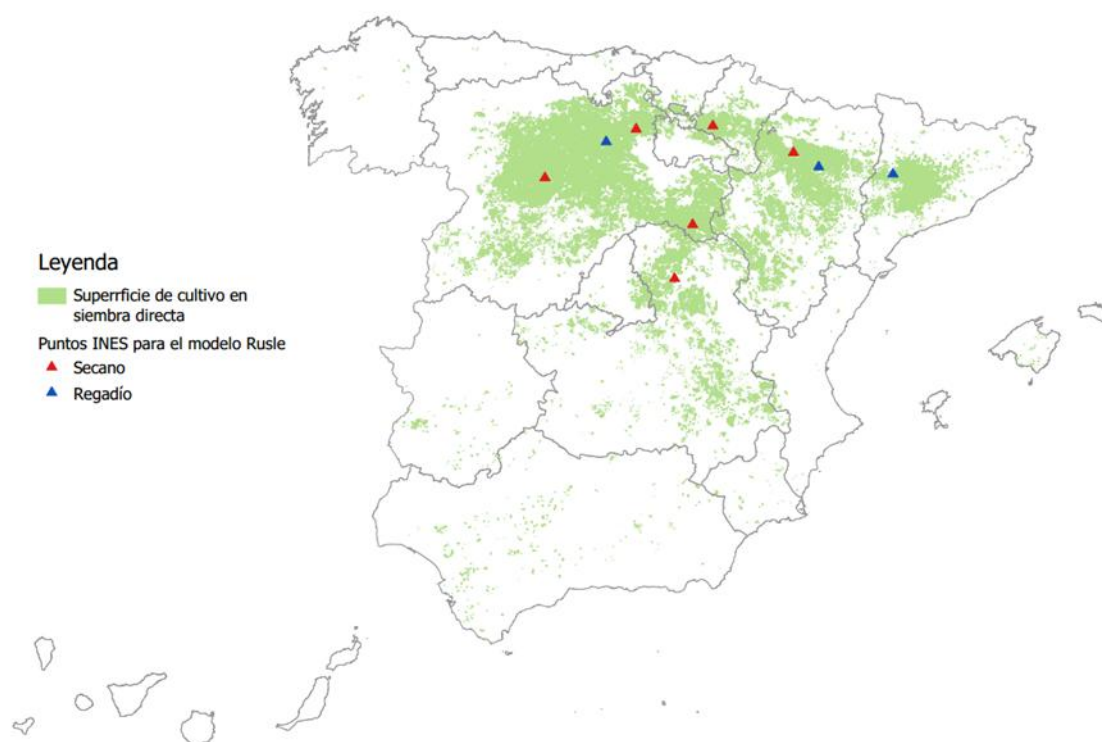
Para seleccionar los puntos de muestreo de aplicación del modelo RUSLE, se tienen en cuenta la localización del mismo (provincia), con el objetivo de que los puntos a estudiar representen una parte significativa de la superficie en siembra directa y que haya una heterogeneidad en la estructura del suelo. A su vez, también se tiene en cuenta la pendiente y si es seco o regadío. Por último, se lleva a cabo una selección aleatoria de los puntos de muestreo del INES a considerar en el estudio según estas indicaciones (Tabla 7).

Tabla 7. Número de puntos INES en superficie de siembra directa por técnica de cultivo (secano o regadío) e inclinación de la pendiente (%).

Características		Total puntos INES	Selección muestra
Secano	$\leq 10\%$	355	5
	>10 y $\leq 30\%$	44	1
Regadío	$\leq 10\%$	35	2
	>10 y $\leq 30\%$	1	1

Fuente: elaboración propia.

Figura 17. Representación espacial de puntos de muestreo INES seleccionados para el modelo.



Fuente: elaboración propia a partir del INES.

Finalmente, la estimación del cambio en el riesgo de erosión de la superficie de siembra directa es consultada a partir de la información disponible en las Redes TECO-Red Cultivos, un sistema de información de datos técnico-económicos de los sistemas productivos de cultivos herbáceos e industriales en España, y cuyo objetivo es contribuir a lograr un mayor conocimiento sobre la realidad de los mismos. Está basado en el concepto de Explotación Típica y Paneles, que representa el sistema de producción más común en una región en cuanto a parámetros técnico-económicos: tamaño, sistema productivo, rendimientos, ingresos y costes.

Teniendo en cuenta la información de las diferentes explotaciones típicas de cada una de las regiones que implementan la práctica de siembra directa en los cultivos, se describen las operaciones más comunes en los cultivos en siembra directa de cada uno de los puntos de muestreo INES seleccionados. A su vez, esta información es la utilizada para calcular en la ecuación del RUSLE, el riesgo de erosión en cada uno de estos puntos de muestreo al realizar siembra directa.

1.1.7. Metodología secuestro de carbono y emisiones de gases de efecto invernadero.

Para estimar los impactos del PEPAC en la materia orgánica en los suelos de siembra directa y su contribución a mitigar el cambio climático, en primer lugar, se va a estudiar la **situación inicial del carbono retenido en el suelo a 2022** (línea de base), en la superficie que se declaró en 2023 en el RSU dentro de las intervenciones que contienen la práctica de siembra directa.

Posteriormente se ha aplicado un proceso para analizar la repercusión del PEPAC, a través de la siembra directa, con el cálculo de los indicadores de impacto I.10, sobre emisiones e I.11, sobre secuestro de carbono.

- **Indicador I.10 Contribución a la mitigación del cambio climático**, en concreto los dos siguientes subindicadores relacionados con las emisiones y absorciones anuales en el uso de la tierra:
 - **Emisiones y absorciones de GEI provenientes del UTCUTS (en inglés LULUCF)**, en concreto las emisiones relacionadas con tierras de cultivo (CRT 4B)
 - **Emisiones de GEI procedentes de la agricultura, incluidas las tierras de cultivo y los pastizales**, que suma las emisiones de GEI procedentes de la agricultura y las emisiones y absorciones de GEI procedentes del UTCUTS para tierras de cultivo y pastizales.
- **Indicador I.11 Mejora del secuestro de carbono, en concreto**
 - **estimación del contenido total de carbono orgánico en suelos de tierras agrícolas** en mega toneladas (Mt) de C.
 - **el contenido medio de carbono orgánico en tierras agrícolas** Se mide en gramos de carbono por kg (g de C/kg).

Para analizar el efecto neto de la siembra directa y cuantificar el impacto se ha aplicado una metodología basada en la iniciativa 4 por mil, además de la estimación de los impactos a través de la metodología proporcionada por el European Evaluation Helpdesk²⁴,

²⁴ [Rough estimate of the climate change mitigation potential of the CAP Strategic Plans \(EU-27\) over the 2023-2027 period | EU CAP Network](#)

A su vez estas estimaciones se complementan con los primeros resultados del estudio AGRIAMBIO²⁵, que establece una red de monitorización del COS en suelos agrícolas para estudiar los potenciales los efectos de la agricultura de carbono implementada el PEPAC.

Por último, se ha cuantificado la incidencia de la siembra directa en las emisiones de gases de efectos invernadero, por consumo energético, para ello se propone un indicador adicional Reducción del consumo energético, que estima la reducción de las emisiones de CO₂eq derivadas de la reducción del consumo de gasoil. Este indicador también se va a utilizar para calcular la variación de los costes al implementar la siembra directa.

A continuación, se detallan los diferentes métodos aplicados, así como sus fuentes de información:

Cuantificación de la materia orgánica en los suelos de siembra directa en 2022 (línea de base)

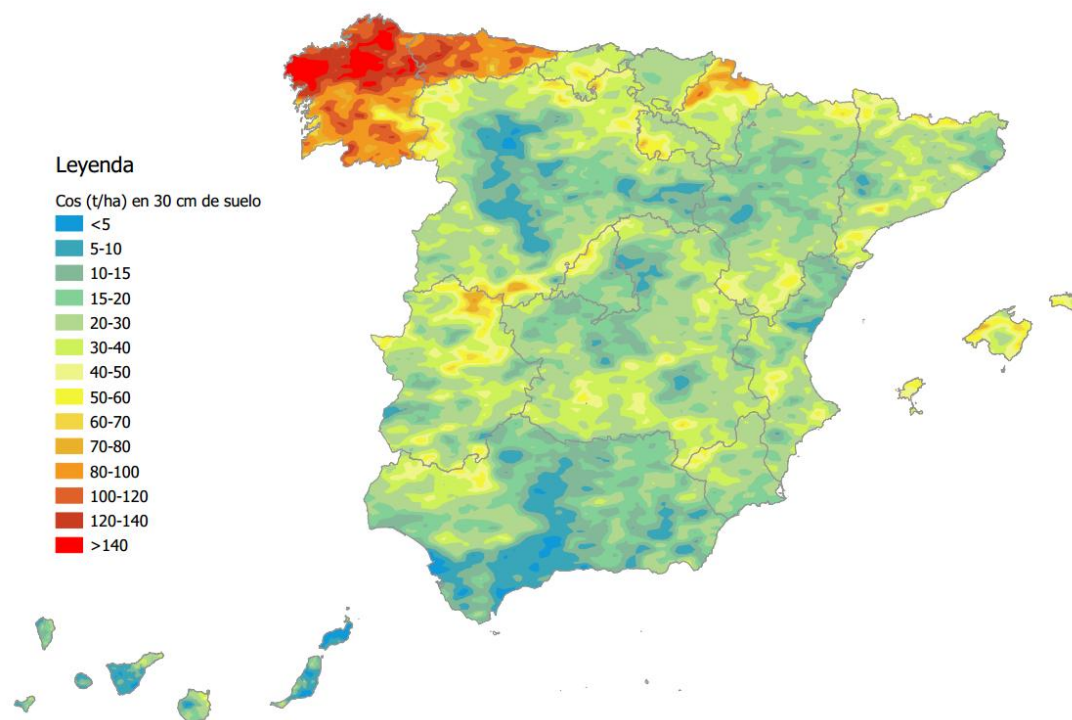
Para la cuantificación de este indicador en los cultivos de siembra directa durante el proceso de implementación del PEPAC se parte de la información recabada en el Inventario Nacional de Erosión de Suelos (INES). El MITERD ha desarrollado, a partir de las bases de datos provinciales del INES, una base de datos nacional de parcelas INES (BD-COS10-INES) que contiene, además de los datos necesarios para el cálculo directo del Carbono Orgánico del Suelo (COS) a 10 cm en cada parcela que contiene, todos aquellos campos que se han considerado necesarios como apoyo para la estimación del COS a 30 cm (de caracterización en gabinete de la parcela de muestreo, de observación de campo y de análisis de laboratorio). Además, ha añadido campos de reclasificación y homogeneización (tipo de vegetación y usos UNFCCC, región climática, altitud, pendiente, etc), otros procedentes de cruces con capas temáticas (como es el caso de la precipitación y temperatura) y los campos necesarios para el cálculo del COS.

La metodología implementada por el MITERD le ha permitido obtener una nueva estimación del COS en España a partir de los valores calculados para los primeros 10 cm del suelo. Para ello, se emplean los datos disponibles en la red de parcelas del INES y de la parametrización de la relación entre el contenido de COS en el primer horizonte (10 cm) y el horizonte hasta los 30 cm. A continuación, se muestra la estimación del carbono orgánico del suelo (COS)²⁶ (Figura 18 y Figura 19).

²⁵ Convenio MAPA-CSIC para el seguimiento y evaluación con base científica del plan estratégico de la PAC 2023-2027 de España.

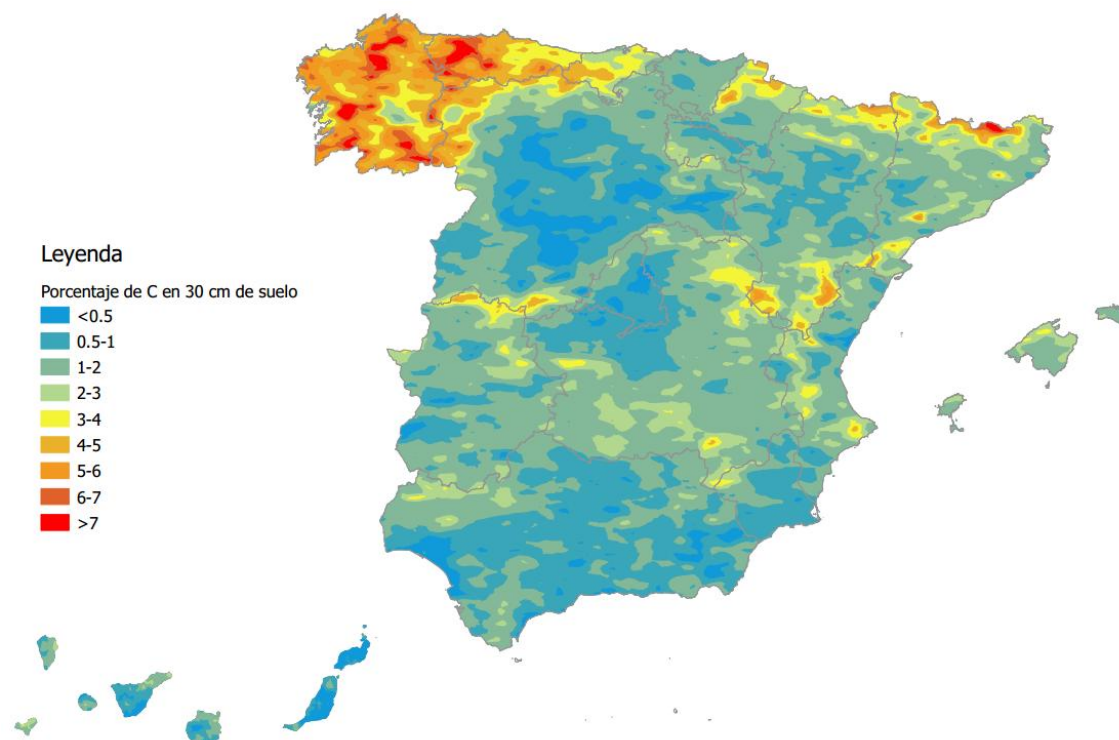
²⁶ Estimación carbono orgánico del suelo en España
https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/desertificacion-restauracion/libro_mapadelcarbono_v311_tcm30-552615.pdf.

Figura 18. Mapa del COS retenido en los primeros 30 cm del suelo.



Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la estimación del carbono orgánico del suelo del MITERD.

Figura 19. Mapa del porcentaje de carbono en los primeros 30 cm del suelo.



Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la estimación del carbono orgánico del suelo del MITERD.

La comparación de los resultados de la estimación del carbono orgánico en el suelo de MITERD (COS1030) con otros estudios, como pueden ser los valores utilizados en el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efectos Invernadero (GEI) de España para las

diferentes regiones climáticas, permite al MITERD mostrar que el patrón general de contenido de COS se mantiene según la secuencia climática: Atlántico > Montaña > Continental > Mediterráneo, en todos los usos del suelo. Como conclusión, se deduce que los valores obtenidos en COS1030 son coherentes con la estimación actualmente utilizada en el Inventario Nacional de Emisiones (GEI).

Como se puede observar en el documento del MITERD²⁷, el valor de la mediana de COS para el total nacional obtenido en COS1030 coincide casi exactamente para los usos forestales, y es ligeramente inferior en el caso de los cultivos (Tabla 8). Las medianas de COS en el uso forestal desarbolado son también muy similares en ambos estudios para todos los climas, así como las de los cultivos mediterráneos. En las formaciones arboladas hay bastante diferencia entre las medianas para la región atlántica (valor más alto en COS1030) y para las regiones de montaña y mediterránea (valores más bajos en COS1030), que coinciden en el caso de la región continental.

Tabla 8. Comparativa con los valores de la mediana por uso y clima utilizados en el Informe. GEI.

USO/CLIMA		Mediana COS1030 (t/ha)				
		Nacional	Montano	Atlántico	Continental	Mediterráneo
Forestal arbolado	COS1030	51,75	49,39	85,72	50,94	37,77
	GEI	51,39	57,44	64,21	50,35	46,36
Forestal desarbolado	COS1030	47,70	70,88	72,04	46,95	28,38
	GEI	48,73	75,6	76,94	45,79	37,02
Agrícola	COS1030	27,02	-	62,17	28,03	25,23
	GEI	31,48	47,63	50,28	33,72	29,03

Fuente: estimación del carbono orgánico del suelo, del MITERD.

Las comparaciones con otros estudios a nivel nacional y regionales permiten constatar que en todos los casos el clima y los usos del suelo son determinantes en el contenido de COS, con valores superiores en los climas húmedos, valores similares en bosques y matorrales y contenidos más bajos en los usos agrícolas.

Cuantificación de la materia orgánica en el suelo

Para analizar el estado de la materia orgánica en cultivos de siembra directa y, por tanto, poder evaluar en qué medida la siembra directa ha contribuido a la mitigación del cambio climático a través de la captura de carbono y por la reducción de emisiones, se emplean los indicadores de impacto I.10 e I.11.

- El **indicador I.10 “Contribución a la mitigación del cambio climático”** informa de las emisiones de GEI procedentes de la agricultura a través de siete indicadores específicos, que proporcionan información sobre el sector agrícola y las zonas rurales. El subindicador **Emisiones y absorciones de GEI provenientes del UTCUTS (en inglés LULUCF)** mide las emisiones y absorciones anuales agregadas de dióxido de carbono (CO₂) y emisiones de metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) de tierras de cultivo

²⁷ [libro_mapadelcarbono_v311_tcm30-552615.pdf](#).

y pastizales, las categorías relevantes para este subindicador relacionadas con la gestión de tierras de cultivo y pastizales, es aquí donde la práctica de siembra directa contribuye a la mitigación del cambio climático.

El **indicador I.11 “Mejora del secuestro de carbono”** estima el contenido total de carbono orgánico en los suelos de tierras agrícolas a través de tres indicadores específicos: la estimación del contenido total de carbono orgánico en suelos de tierras agrícolas (I.11.1); el contenido medio de carbono orgánico en tierras agrícolas (I.11.2); y la estimación de los cambios del COS a lo largo del tiempo (I.11.3). Estos tres subindicadores se basan en la integración de datos terrestres, procedentes del estudio de suelos LUCAS²⁸ con un marco de modelado avanzado que acopla modelos basados en procesos y aprendizaje automático.

1. Aplicación de la iniciativa 4 por mil en el cálculo de los impactos.

La cuantificación de los logros de la práctica parte de la consulta de la información del documento **“Iniciativa 4 por mil: El carbono orgánico del suelo como herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático en España²⁹”**, publicado por el MITERD en 2018. Este documento constituye una revisión de artículos científicos referidos al papel del COS en los ecosistemas agrarios y el potencial de secuestro de carbono en los ecosistemas agrícolas. También ofrece varios estudios sobre los efectos beneficiosos de las prácticas de agricultura de conservación (AC) sobre los niveles de secuestro de carbono atmosférico.

La metodología planteada en este documento permite estimar el valor del COS, y se basa a su vez en la metodología presentada en Rovira et al (2007), que parte de la siguiente fórmula:

$$COS = 100 \times C \times D_a \times G \times \frac{100 - V}{100}$$

Donde:

- COS: Concentración de COS en unidades de masa por unidad de superficie para la profundidad de suelo considerada.
- C: Concentración de Carbono en la tierra fina (%).
- D_a: Densidad aparente del suelo para la profundidad considerada (g/cm³).
- G: Profundidad del horizonte estudiado (cm).
- V: Porcentaje del volumen del horizonte ocupado por piedras y gravas.

Este informe cuantifica el aumento de COS en el suelo y la eliminación de emisiones de GEI, en **0,85 t ha⁻¹ año⁻¹**, como un valor medio de los estudios realizados con datos de fijación hasta 10 años para la técnica de siembra directa. Para determinar en qué medida se ha impulsado el logro por el PEPAC, se han diferenciado, por un lado, las superficies de siembra directa de 2022 que se mantienen al implementar el PEPAC, ya que en ellas ya se venía aplicando la práctica y la incidencia del PEPAC podría ser sólo de impulso del mantenimiento y por otro,

²⁸ LUCAS: <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/projects/lucas>

²⁹ Iniciativa 4 por mil: el carbono orgánico del suelo como herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático en España https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/4por1000_tcm30-438109.pdf

las superficies donde se implementa siembra directa al aplicar el PEPAC, que son aquellas en las que realmente se ha impulsado el objetivo durante el periodo de programación 2023-2027.

A estas superficies se les ha aplicado el coeficiente medio para cuantificar el aumento de COS y la eliminación de emisiones, para obtener las toneladas de C al año que se retienen y a su vez, este COS se ha convertido en toneladas de CO₂ equivalente.

Por otro lado, en el indicador de impacto establecido en el marco de seguimiento y evaluación del PEPAC, I.11 “Mejora del secuestro de carbono”, se establecen los subindicadores I.11.1 “Estimación del contenido total de carbono orgánico en suelos de tierras agrícolas”, que se mide en mega toneladas (Mt) de C, y el subindicador I.11.2. “El contenido medio de carbono orgánico en tierras agrícolas”, que se mide en gramos de carbono por kg (g de C/kg).

Para calcular este último subindicador a partir del dato de cantidad de COS en t/ha es necesario obtener la concentración media en g/kg. Para ello, se considera que el indicador está referido a los 20 primeros centímetros del suelo y presenta una densidad aparente en las tierras de cultivo de 1,10 g/cm³, valor medio en el mapa del carbono orgánico del suelo de España para los 30 cm de profundidad³⁰. La conversión empleada se muestra a continuación:

$$(X \text{ t COS})/ha \times (10^6 \text{ g COS})/(t \text{ COS}) \times ha / (2 \times 10^9 \text{ cm}^3 \text{ suelo}) \times (1 \text{ cm}^3 \text{ suelo}) / (1,10 \text{ g suelo}) \times (10^3 \text{ g suelo})/(kg \text{ suelo}) = 0,4545455 X (g \text{ COS})/(kg \text{ suelo})$$

Por tanto, basta con multiplicar el dato de t/ha por un factor de conversión de 0,454545455 para obtener una estimación del subindicador I.11.2 en g/kg de suelo y, por tanto, la concentración de carbono orgánico del suelo en tierras de cultivo con siembra directa.

2. Estimación de los impactos a través del Rough estimate of climate change mitigation potential of the CAP Strategic Plans (EU-18) over the 2023-2027³¹.

En segundo lugar, se ha empleado el informe “**Rough estimate of the climate change mitigation potential of the CAP Strategic Plans (EU-18) over the 2023-2027³²**”, ofrecido por el European Evaluation Helpdesk for the CAP, que desarrolla una metodología para estimaciones del COS basada en la información disponible en los Planes Estratégicos de la PAC aprobados por la Comisión en diciembre de 2022. Esta estimación permite considerar las intervenciones y las buenas condiciones agrarias y ambientales (BCAM) descritas en el PEPAC y vincularlas con las prácticas agrícolas y sus posibles efectos en la mejora del secuestro de carbono y la reducción de las emisiones de GEI.

Sin embargo, es importante recalcar que no constituye una evaluación del impacto adicional del PEPAC (en comparación con una situación hipotética sin la PAC o con la situación anterior a 2023) en las emisiones actuales de la agricultura.

³⁰ https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/desertificacion-restauracion/libro_mapadelcarbono_v311_tcm30-552615.pdf.

³² *Rough estimate of the climate change mitigation potential of the CAP Strategic Plans (EU) over the 2023-2027*: https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cmef/sustainability/climate-change-mitigation-potential-csp-eu-18-2023-27_en

Dicha metodología presenta una serie de pasos, que se recogen a continuación. En primer lugar, caracteriza la información sobre las prácticas agrarias vinculadas al PEPAC de España, que están alineadas con la implementación de la siembra directa (Tabla 9).

Tabla 9. Prácticas agrarias relacionadas con siembra directa.

Intervención	Importe unitario	Práctica agraria
1PD31001803V1 - Ecorrégimen "Agricultura de carbono y agroecología: rotaciones y siembra directa en tierras de cultivo de secano.	1PD31001803V1002	S12 Sin labranza
	1PD31001803V1004	S2X Cobertura del suelo - General
	1PD31001803V1005	R11 Rotación de cultivos
	1PD31001803V1006	
1PD31001804V1 - Ecorrégimen "Agricultura de carbono y agroecología: rotaciones y siembra directa en tierras de cultivo de secano húmedo".	1PD31001804V1002 1PD31001804V1003	S12 Sin labranza
		S2X Cobertura del suelo - General
		R11 Rotación de cultivos
1PD31001805V1 - Ecorrégimen "Agricultura de carbono y agroecología: rotaciones y siembra directa en tierras de cultivo de regadío".	1PD31001805V1002	S12 Sin labranza
	1PD31001805V1004	S2X Cobertura del suelo - General
	1PD31001805V1005	R11 Rotación de cultivos
	1PD31001805V1006	

Fuente: Archivo de prácticas agrícolas de PEPAC³³. Los importes unitarios apuntados en la revisión realizada por el Helpdesk recogen solo aquellos relativos a la siembra directa (no incluyen los destinados a impulsar las rotaciones), tanto en la península como en Baleares, incluyendo aquellos importes que no consideran la plurianualidad como los que incentivan la misma, tanto y como se recoge en los apartados relativos a los importes unitarios planificados del diseño de las intervenciones.

Una vez identificada la superficie en la que se ha aplicado la siembra directa a través de las declaraciones de superficie de la base de datos del RSU, 2023 y 2024, se asigna un coeficiente de mitigación a cada una de las prácticas agrícolas. Para ello, se ha empleado la información ofrecida en el Anexo 1 "Emisiones derivadas de las prácticas agrícolas y coeficientes de eliminación" y el Anexo 2 "Contribución potencial estimada de mitigación de los programas ecológicos y ENVCLIM por CSP y práctica agrícola"³⁴ (Tabla 10).

Tabla 10. Coeficiente de emisión y eliminación de cada una de las prácticas agrarias.

Práctica agraria	Coeficientes (SOC)			Unidades
	Mínimo	Valor medio	Máximo	
S12 Sin labranza	Para el rango completo de profundidad del suelo, los valores no son significativos para el COS. Los efectos de los GEI tampoco son significativos.			-
S2X Cobertura del suelo - General	-733,33	-770,00	-806,67	kg CO ₂ eq/ha/año
R11 Rotación de cultivos	-149,21	-268,58	-380,49	kg CO ₂ eq/ha/año

Fuente: informe "Rough estimate of the climate change mitigation potential of the CAP Strategic Plans (EU-18) over the 2023-2027 period, General methodology".

A partir de los datos de expuestos, se han cuantificado los posibles efectos anuales de la siembra directa a la mejora del secuestro de carbono y la reducción de las emisiones de GEI. Se estima el potencial de mitigación de la práctica, para lo que se asigna un coeficiente de

³³ Planes Estratégicos de la PAC - Página de datos

³⁴ https://eu-cap-network.ec.europa.eu/publications/rough-estimates-climate-change-mitigation-potential-cap-strategic-plans-eu-27-over_en#section--resources

mitigación que represente el impacto en la reducción de las emisiones de GEI, de la absorción de carbono o de la protección del carbono en el suelo o la biomasa, expresado en kilogramos de CO₂ equivalente (CO₂eq) por unidad al año, a partir del empleo de la siguiente fórmula:

$$\text{Potencial}_{i,j} = A_{i,j} \times \text{Coef}_i$$

Donde:

- *Potencial_{i,j}*: Potencial de mitigación estimado de la práctica agrícola i bajo intervención j.
- *A_{i,j}*: Unidad de medida (hectáreas, etc.) donde se desarrolla la práctica agrícola i bajo intervención j. Se toma como referencia los datos de superficie acogida a la práctica de siembra directa de cada anualidad 2023 y 2024. No obstante, para **evitar doble contabilización de los efectos, se considera que los efectos de la S2X “Cobertura del suelo – General” y R11 “Rotación de cultivos” en la rotación de la superficie es 0**. Además, los datos disponibles no permiten apreciar la superficie que tiene rotación de cultivos por el compromiso establecido en siembra directa.
- *Coef_i*: Coeficiente de mitigación de la práctica agrícola i. Se toma el valor medio de la Tabla 10.

Esta metodología del Helpdesk, centra el enfoque en **los posibles efectos positivos de las prácticas agrícolas** apoyas mediante las intervenciones de la PEPAC y la buenas condiciones agrarias y medioambientales (BCAM). **No constituye una evaluación del impacto adicional del PEPAC** en las emisiones actual de la agricultura y el sector LULUCF en comparación con una situación hipotética sin la PAC ni con la situación anterior a 2023. **Tampoco se considera el incentivo de prácticas agrícolas con impactos ambientales negativos.**

Por último, ya que en el momento de la implementación del PEPAC el 27,5% de la superficie de cultivo de 2023, y el 26,6% de la superficie de 2024 ya realizaba la siembra directa, los coeficientes de la “Iniciativa 4 por mil: El carbono orgánico del suelo como herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático en España”, así como los recogidos en la “Estimación de los impactos a través del Rough estimate of climate change mitigation potential of the CAP Strategic Plans (EU-18) over the 2023-2027” se calculan de manera diferenciada para la superficie en la que se aplicaba la siembra directa antes de la implementación del PEPAC de aquellas relativas a la nueva superficie impulsada por el PEPAC.

Emisiones por consumo energético. Ahorro y Eficiencia Energética con Agricultura de Conservación

En cuanto a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), se considera interesante complementar los resultados del **indicador I.10 “Contribución a la mitigación del cambio climático”** con un indicador adicional que refleje los efectos de la práctica de siembra directa en las emisiones de CO₂ procedentes del uso energético de maquinaria agrícola, edificios y

operaciones agrícolas. En la agricultura de conservación el número de operaciones sobre el suelo disminuyen en gran medida respecto a la agricultura convencional, por lo que las emisiones de GEI derivadas de los efectos anteriormente comentados se reducen de manera considerable. Para estudiar en profundidad la reducción de emisiones de CO₂ a la atmósfera y su relación con el consumo energético, se considera relevante incluir el **indicador adicional** basado en la “Reducción del consumo energético”. Con este fin, se consulta el estudio **Ahorro y Eficiencia Energética con Agricultura de Conservación**³⁵ (2009), que trata sobre los consumos energéticos y de gasóleo de las prácticas de agricultura de conservación elaborado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Este indicador adicional también permite cuantificar en qué medida la práctica de siembra directa puede incidir en otro de los factores de éxito, la competitividad de la explotación

El análisis realizado por IDAE, se centra en las operaciones necesarias para la preparación del terreno, pero también considera todos los factores que intervienen en el proceso productivo de un determinado cultivo, es decir el consumo energético de cada sistema de manejo agrícola incluye las aportaciones de todos aquellos factores que intervienen en todo el proceso de producción, como semillas, fertilizantes, productos fitosanitarios, etc. Todos ellos, junto con las características agroclimáticas de la zona, se incluyen en el balance energético de cada uno de los sistemas de manejo considerados en el informe Ahorro y Eficiencia Energética con Agricultura de Conservación.

La metodología planteada por el IDEA, permite obtener unos valores de los coeficientes asociados a cada grupo de cultivo de siembra directa representan la reducción del consumo de gasóleo por hectárea al aplicar la siembra directa, en comparación con las técnicas de laboreo convencional.

Tabla 11. Coeficiente de asociado a cada uno de los cultivos para la estimación del efecto en la reducción consumo de gasóleo (l/ha) de la práctica de Siembra Directa (SD) respecto al laboreo convencional.

Cultivo	Siembra Directa (SD) en comparación con Laboreo convencional (LC), reducción (l/ha)
Trigo	32,8
Cebada	36,8
Maíz	39,93
Girasol	39,2
Guisante	41

Fuente: elaboración propia a partir de la información del IDAE, Ahorro y Eficiencia Energética con Agricultura de Conservación, 2009.

La información de dicho informe permite estimar el efecto de la implementación de la práctica de siembra directa del PEPAC en el consumo de energético. Así los valores de cada cultivo, que se han obtenido a través de una comparación con el laboreo convencional, son el valor de referencia para establecer el coeficiente aplicar a cada grupo de cultivo de siembra directa en el PEPAC. A continuación, se expone la relación utilizada para estimar el indicador adicional “Reducción del consumo energético”.

³⁵https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10995_Agr12_Agric_conservacion_A2009_1ef06e4a.pdf.

Tabla 12. Identificación del coeficiente de reducción de gasóleo a aplicar a los cultivos de siembra directa sin dato en el documento de IDAE.

Cultivo de siembra directa en el PEPAC	Coeficiente a aplicar del Cultivo (Informe del IDAE)
Superficie de cereales	Media coeficientes de trigo, cebada y maíz
Superficie de leguminosas	Guisante*
Superficie de oleaginosas	Girasol
Superficie de cultivos industriales, hortícolas, pratenses y otros cultivos	Media de los coeficientes de trigo, cebada, guisante, girasol y maíz
Superficie de barbecho	No se considera para el cálculo de este indicador

Fuente: elaboración propia. Nota: * Para la comparativa de siembra directa y mínimo laboreo se utiliza la media de todos los valores al no disponer de información sobre el guisante en mínimo laboreo.

Para estimar la variación de las emisiones de CO₂ equivalente, de la eficiencia energética de la siembra directa, se utiliza el factor de emisión del gasóleo B de las instalaciones fijas publicado por el MITEDR, 2,737 kgCo₂eq/litro36.

Por último, ya que en el momento de la implementación del PEPAC el 27,5% de la superficie de cultivo de 2023, y el 26,6% de la superficie de 2024 ya realizaba la siembra directa, se estiman las emisiones de la reducción de CO₂eq reales de la categoría 1A4C a partir de los cálculos de superficie de laboreo de manera diferenciada con la superficie en la que se aplicaba la siembra directa antes de la implementación del PEPAC y por otro lado, aquellas relativas a la nueva superficie impulsada por el PEPAC.

Por otro lado, en la comunicación del inventario nacional de gases de efecto invernadero a la Comisión Europea, se indica que en la categoría 1A4 “Combustión en otros sectores” se recogen las emisiones generadas en las actividades de combustión de los sectores no industriales, entre los que se incluyen los sectores residencial, comercial e institucional (RCI), así como la combustión en agricultura, silvicultura, acuicultura y pesca. Por ello, se determinan las emisiones de GEI por la reducción del consumo de gasoil en la práctica de siembra directa y se relaciona con los datos disponibles del inventario nacional de gases de efecto invernadero de la categoría 1A4.

1.2. Anexo II. Ejecución

1.2.1. Evolución de la siembra directa antes y después del PEPAC

El análisis de la declaración de la Solicitud única del 2022, año previo a la aplicación del PEPAC, muestra que hubo un total de 22.656 solicitudes en las que se incorporó la siembra directa, en las que el 88,2 % eran personas físicas y casi el 11,8% eran entidades jurídicas. En esta campaña, las regiones con más explotaciones relacionadas con esta práctica son Aragón, con casi el 24% del total nacional, Andalucía con el 19%, Castilla-La Mancha, con el 13,5% y Castilla y León con el 11,6%.

Tabla 13. Número de personas beneficiarias según titularidad y Comunidad Autónoma.

CCAA	Personas Físicas	Personas Jurídicas	Total Solicitudes	%*
01. Andalucía	3.868	453	4.321	19,07
02. Aragón	4.654	743	5.397	23,82
04. Illes Balears	248	51	299	1,32
07. Castilla-La Mancha	2.773	284	3.057	13,49
08. Castilla y León	2.278	338	2.616	11,55
09. Catalunya	1.741	216	1.957	8,64
10. Extremadura	195	4	199	0,88
11. Galicia	813	157	970	4,28
13. Región de Murcia	730	156	886	3,91
14. Comunidad Foral de Navarra	789	113	902	3,98
15. Euskadi	26	9	35	0,15
16. La Rioja	130	26	156	0,69
17. Comunitat Valenciana	1.735	126	1.861	8,21
Total	19.980	2.676	22.656	100,00

Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU 2022. (Obtención de datos: 11/07/2025).

Nota: *porcentaje de contribución en el total nacional.

Destaca con respecto a la campaña de 2023 que cuando empieza a aplicarse el PEPAC en Andalucía deja de declararse la práctica en la Solicitud única, y en este año sólo se registran 271 explotaciones, pasando de ser la segunda región con más explotaciones que aplican la siembra directa a tener un peso muy pequeño en el total nacional, del 1,59% de explotaciones.

Tabla 14. Evolución del número de explotaciones en las que se declara siembra directa antes (2022) y después del PEPAC (2023 y 2024).

CCAA	2022	2023	2024	% descenso
01. Andalucía	4.321	271	322	-93%
02. Aragón	5.397	4.571	5.082	-6%
03. Principado de Asturias	-	2	1	-
04. Illes Balears	299	22	17	-94%
06. Cantabria	-	17	21	-
07. Castilla-La Mancha	3.057	1.248	1.329	-57%
08. Castilla y León	2.616	8.627	7.029	169%
09. Catalunya	1.957	4.108	4.582	134%
10. Extremadura	199	86	75	-62%
11. Galicia	-	14	9	-
12. Comunidad de Madrid	970	98	97	-90%
13. Región de Murcia	886	38	21	-98%
14. Comunidad Foral de Navarra	902	1.196	1.365	51%
15. Euskadi	35	45	67	91%
16. La Rioja	156	154	152	-3%
17. Comunitat Valenciana	1.861	36	30	-98%
Total	22.656	20.533	20.199	-11%

Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU 2022, 2023 y 2024.

Nota: *porcentaje de contribución en el total nacional.

Análisis detallado de la evolución de beneficiarios en el nuevo periodo

Del análisis de las explotaciones, para detectar quienes aplicaban la práctica en 2022 y cuáles de ellas continúan con el PEPAC, como se muestra en la Tabla 15, en los años 2023 y 2024 se contabilizaron 14.798 bajas, es decir, explotaciones del año 2022 que no continúan en el nuevo periodo con el mismo NIF, en su mayoría personas físicas (PF), con especial incidencia en Andalucía, Castilla-La Mancha, Aragón y Comunitat Valenciana.

Por el contrario, en los dos primeros años de ejecución del PEPAC se incorporaron 17.073 nuevos beneficiarios, destacando la magnitud de las altas registradas en Castilla y León, Catalunya, Aragón y Navarra. Este proceso no sólo refleja un incremento neto en el número de solicitantes, sino también una diversificación creciente, dado que la participación de personas jurídicas (PJ) adquiere un mayor protagonismo en aquellas comunidades autónomas con mayor dinamismo en la adopción de prácticas vinculadas a la siembra directa.

Tabla 15. Número de beneficiarios que causan baja en el nuevo periodo y número de nuevos beneficiarios (altas) en el nuevo periodo.

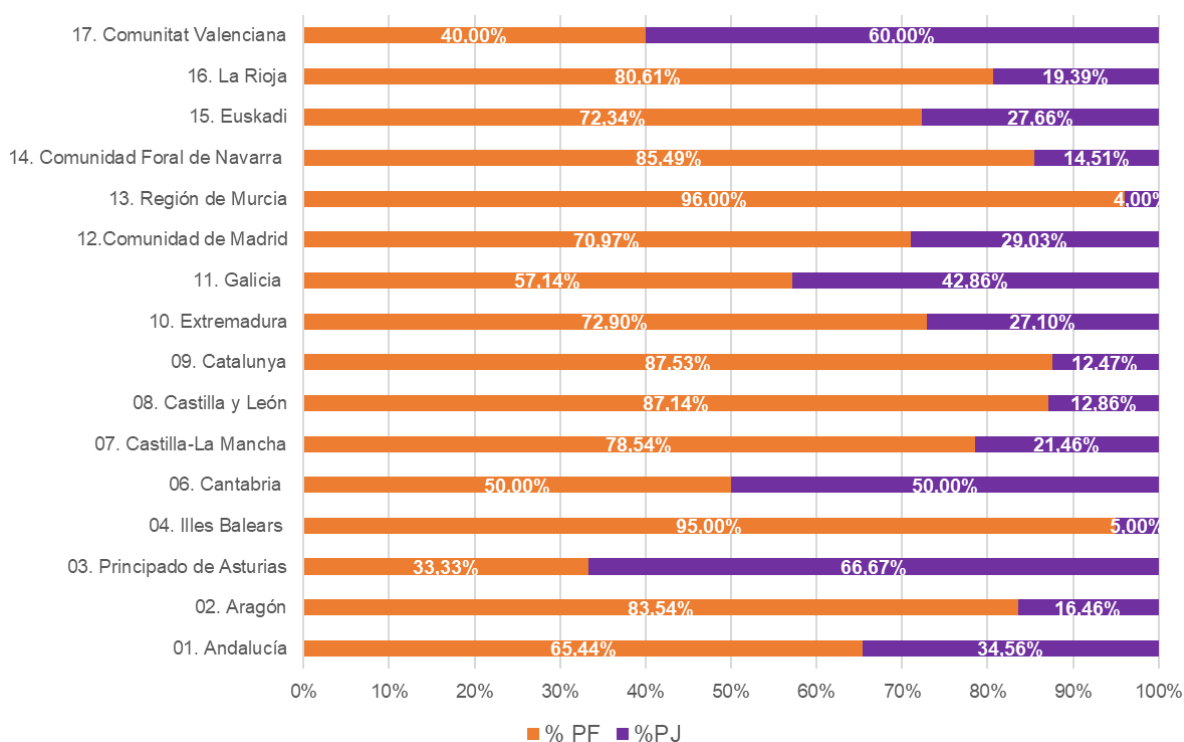
CCAA	Bajas			Altas		
	TS	PF	PJ	TS	PF	PJ
01. Andalucía	4.194	3.777	417	298	195	103
02. Aragón	2.131	1.853	278	2.552	2.132	420
03. Principado de Asturias	-	-	-	3	1	2
04. Illes Balears	291	242	49	20	19	1

CCAA	Bajas			Altas		
	TS	PF	PJ	TS	PF	PJ
06. Cantabria	-	-	-	22	11	11
07. Castilla-La Mancha	2.510	2.296	214	997	783	214
08. Castilla y León	882	773	109	8.070	7.032	1.038
09. Catalunya	442	396	46	3.785	3.313	472
10. Extremadura	199	195	4	107	78	29
11. Galicia	967	812	155	14	8	6
12. Comunidad de Madrid	-	-	-	62	44	18
13. Región de Murcia	863	711	152	25	24	1
14. Comunidad Foral de Navarra	314	268	46	958	819	139
15. Euskadi	32	24	8	47	34	13
16. La Rioja	122	102	20	98	79	19
17. Comunitat Valenciana	1.851	1.727	124	15	6	9
Total general	14.798	13.176	1.622	17.073	14.578	2.495

Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU (2022, 2023 y 2024) Nota: PF: solicitudes de Persona físicas PJ: solicitudes de Personas jurídicas TS: total de las solicitudes.

Como se muestra en la Gráfica 3, sobre la distribución porcentual de los beneficiarios de la RSU 2022 que causaron baja en los dos primeros años del nuevo periodo PEPAC 2023-2027, en todas las comunidades autónomas predominaron las bajas de personas físicas, con porcentajes superiores al 80% en la mayoría de los territorios. Extremadura presentó el valor más elevado con un 97,99% de bajas correspondientes a personas físicas, seguida de Comunitat Valenciana y Castilla-La Mancha. En el extremo contrario, Euskadi registró la mayor proporción de bajas de personas jurídicas (25%), junto con Región de Murcia, Illes Balears y La Rioja. Comunidades con un volumen significativo de bajas como Castilla y León y Catalunya reflejaron también una participación relevante de personas físicas (12,36 % y 10,41%, respectivamente), lo que evidencia que, aunque las bajas se concentran principalmente en personas físicas, la exclusión de la práctica en explotaciones bajo la titularidad de personas jurídicas adquiere un peso considerable en algunos territorios.

Gráfica 3. Personas físicas (PF) y personas jurídicas (PJ) que no continúan en 2023 y 2024 (%).

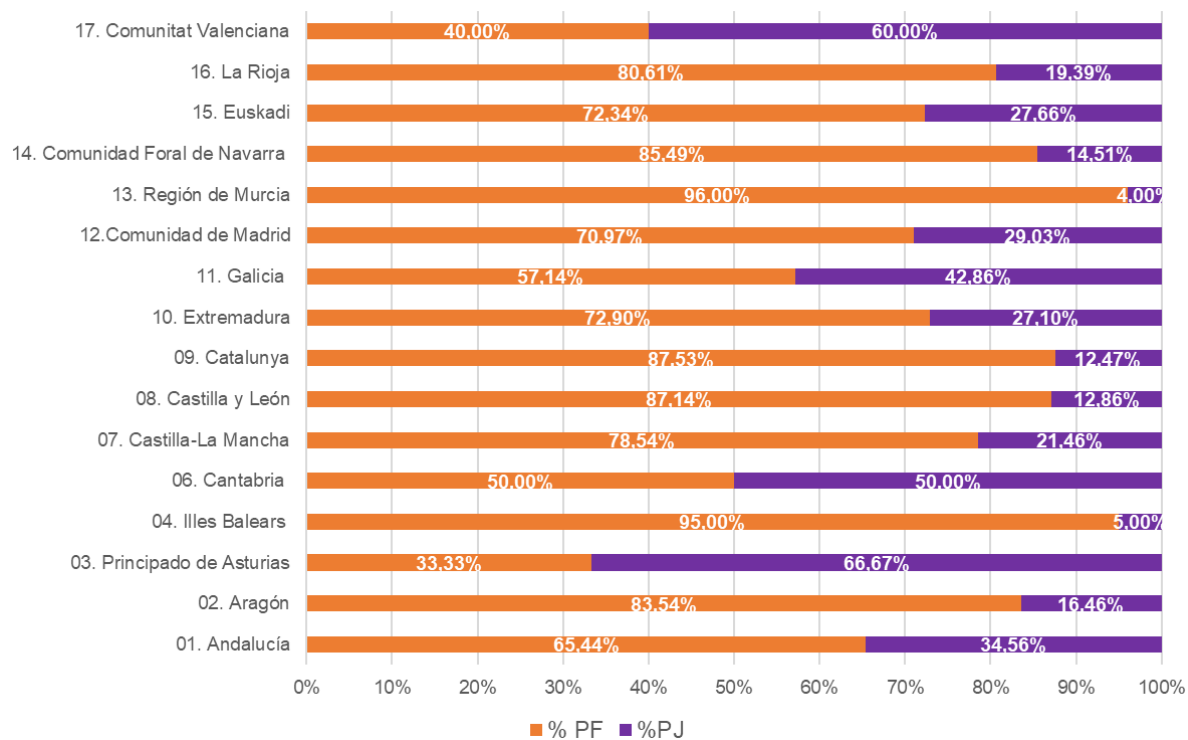


Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU (2022, 2023 y 2024).

Evolución de los beneficiarios clasificados por género

Como muestra la Gráfica 4 sobre la distribución porcentual de nuevos beneficiarios que solicitaron ayudas para la siembra directa en los años 2023 y 2024, en la mayoría de las comunidades, el porcentaje de personas físicas supera ampliamente al de personas jurídicas, como ocurre en la Región de Murcia (96,00 %), Illes Balears (95,00 %), Catalunya (87,53 %) y Navarra (85,49 %). Sin embargo, en el Principado de Asturias (66,67 %) y la Comunitat Valenciana (60,00%) predomina la incorporación de personas jurídicas. Esta diferenciación evidencia un patrón territorial en la tipología de nuevos solicitantes, lo que puede asociarse a factores estructurales y organizativos del sector agrario en cada comunidad autónoma.

Gráfica 4. Personas físicas (PF) y personas jurídicas (PJ) nuevos solicitantes 2023 y 2024 (%).



Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU (2022, 2023 y 2024).

Según los datos por género mostrados en la Tabla 16, relativos a la campaña 2022, de las 19.980 personas físicas, el 88,19% del total, se registraron 13.848 beneficiarios hombres, el 61,1% del total y el 69,3% de las personas físicas y 6.129 beneficiarias mujeres, el 27,05% del total y el 30,7% de las personas físicas.

Tabla 16. Número de personas o entidades solicitantes de siembra directa, por género. 2022.

CCAA	Total	Mujer		Hombre	
		N	%	N	%
01. Andalucía	4.321	1.346	31,15	2.520	58,32
02. Aragón	5.397	1.182	21,90	3.472	64,33
04. Illes Balears	299	77	25,75	171	57,19
07. Castilla-La Mancha	3.057	808	26,43	1.965	64,28
08. Castilla y León	2.616	457	17,47	1.821	69,61
09. Catalunya	1.957	569	29,08	1.172	59,89
10. Extremadura	199	66	33,17	128	64,32
11. Galicia	970	462	47,63	351	36,19
13. Región de Murcia	886	236	26,64	494	55,76
14. Comunidad Foral de Navarra	902	250	27,72	539	59,76
15. Euskadi	35	7	20,00	19	54,29
16. La Rioja	156	38	24,36	92	58,97
17. Comunitat Valenciana	1.861	631	33,91	1.104	59,32
Total general	22.656	6.129	27,05	13.848	61,12

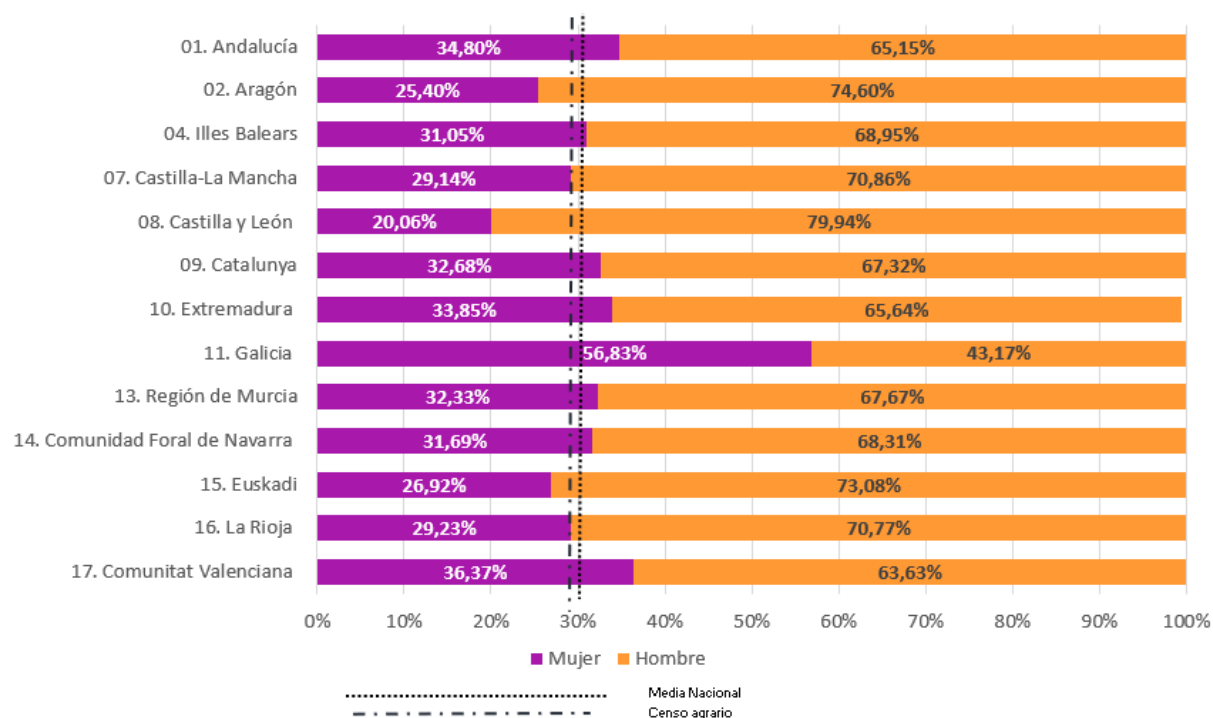
Fuente: Elaboración propia con información de la BBDD del RSU 2022. (Obtención de datos: 11/07/2025).

Nota: *porcentaje de contribución en el total nacional.

El análisis por género evidencia una marcada masculinización en la práctica de siembra directa (61,12%) y una participación femenina del 27,05%, en el total de titulares y del 30,68% si sólo se consideran las personas físicas. El primer valor resulta inferior al registrado en el sector agrario en general, según el Censo Agrario 2020, donde el 29,92% del total de los jefes de explotación son mujeres.

Tal como se aprecia en la Gráfica 5, aunque la masculinización es un fenómeno generalizado, determinadas comunidades autónomas presentan porcentajes de participación femenina próximos o superiores a los del Censo Agrario como titulares de explotaciones. Destacan Galicia, con el 56,83% de mujeres; Comunitat Valenciana, con el 36,37% y Extremadura, con el 33,85%; Andalucía, con el 34,80% y Catalunya con el 32,68% de mujeres.

Gráfica 5. Proporción de mujeres y hombres en el total de personas físicas por Comunidad Autónoma.



Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU (2022).

Para analizar la evolución desde el año de previo al inicio del PEPAC, la información de cada una de las entidades titulares de explotaciones, personas físicas y jurídicas, muestra que, de un total de 39.371 explotaciones diferentes que han aplicado siembra directa en alguna de las campañas entre 2022 y 2023, el 16% la ha aplicado las tres campañas consecutivas.

Por otro lado, el 38% de este total la aplicó en 2022 pero dejó de declararla en la Solicitud única, el 11% sólo la aplicó en 2023 y el 10% sólo la aplicó en 2024, junto a un 23% que empezó a aplicarla en 2023 y continuó con la misma en 2024. Estos tres últimos grupos, un total de 17.073 titulares de explotaciones, han sido motivados por el PEPAC, lo que supone alrededor de un 65% de los solicitantes en cada campaña.

Además, en un 2,2% del total de explotaciones se declaró la siembra directa en 2022 y 2023, pero dejó de declararse en 2024 y otro 1,74% la declaró en 2022 y 2024, dejando el año intermedio sin declarar la práctica.

Si se analiza el detalle de las explotaciones en los tres años, se observa que el 65,3% de las explotaciones, **un total 14.798 respecto a las 22.656 de 2022, dejaron de declarar la práctica de siembra directa con la entrada del PEPAC**. El 89% de estas bajas son relativas a personas físicas. La mayor cantidad de explotaciones se registra en Andalucía, que registra el 28% de las pérdidas de explotaciones, seguida de Castilla-La Mancha, seguida de Castilla-La Mancha y Aragón.

Destaca que la totalidad de explotaciones que declararon la siembra directa en 2022 en Extremadura, dejaron de hacerlo con la entrada del PEPAC y porcentajes muy elevados en Galicia, la C. Valenciana e Illes Balears.

Tabla 17. Número de solicitantes de siembra directa que dejan de aplicar la práctica con PEPAC.

CCAA	Total	% pérdidas*	Mujer	Hombre	% de bajas**
01. Andalucía	4.194	97,1%	1.321	2.454	28%
02. Aragón	2.131	39,5%	499	1.354	14%
04. Illes Balears	291	97,3%	74	168	2%
07. Castilla-La Mancha	2.510	82,1%	706	1.590	17%
08. Castilla y León	882	33,7%	186	587	6%
09. Catalunya	442	22,6%	142	254	3%
10. Extremadura	199	100,0%	66	128	1%
11. Galicia	967	99,7%	461	351	7%
13. Región de Murcia	863	97,4%	229	482	6%
14. Comunidad Foral de Navarra	314	34,8%	78	190	2%
15. Euskadi	32	91,4%	7	17	0%
16. La Rioja	122	78,2%	30	72	1%
17. Comunitat Valenciana	1.851	99,5%	629	1.098	13%
Total general	14.798	65,3%	4.428	8.745	100%

Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU 2022.

Nota: * porcentaje de pérdidas respecto a las declaraciones regionales de 2022. **Porcentaje de explotaciones respecto al total nacional.

Por otro lado, se han analizado las nuevas incorporaciones de explotaciones a las declaraciones de siembra directa con el PEPAC. Como se muestra en la Tabla 18, se han registrado 17.073 nuevas explotaciones en las que se aplica la siembra directa, bien en 2023, en 2024 o que empezaron en 2023 y continuaron en 2024. La mayor cantidad de explotaciones se registra en Castilla y León, que contribuye con el 47% de altas nacionales y tras ella Catalunya, con el 22%. También Aragón supone un porcentaje importante de altas en el total nacional, con el 15%, además de Castilla-La Mancha y Navarra, que contribuyen con el 6% al total nacional.

Tabla 18. Número de solicitantes de siembra directa que causan alta en el nuevo periodo.

CCAA	Sólo 2023	Sólo 2024	2023-2024	Total altas PEPAC	% en el nacional
01. Andalucía	78	124	96	298	2%
02. Aragón	450	934	1168	2.552	15%
03. Principado de Asturias	2	1	-	3	0%
04. Illes Balears	7	3	10	20	0%
06. Cantabria	5	6	11	22	0%
07. Castilla-La Mancha	198	267	532	997	6%
08. Castilla y León	2.599	1.152	4.319	8.070	47%
09. Catalunya	604	1.058	2.123	3.785	22%
10. Extremadura	34	22	51	107	1%
11. Galicia	6	3	5	14	0%
12. Comunidad de Madrid	18	10	34	62	1%
13. Región de Murcia	17	3	5	25	0%
14. Comunidad Foral de Navarra	139	333	486	958	6%
15. Euskadi	17	19	11	47	0%
16. La Rioja	25	28	45	98	1%
17. Comunitat Valenciana	6	5	4	15	0%
Total general	4.205	3.968	8.900	17.073	-

Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU 2022.

Análisis detallado de la evolución de la superficie de siembra directa en el nuevo periodo

De acuerdo con la información recogida en la Solicitud Única, en el 2022 se declararon 583.311 hectáreas de siembra directa, con Aragón, Castilla y León, Castilla-La Mancha y Andalucía como las regiones con mayor superficie declarada. La mayoría de esta superficie proviene de tierras de cultivo de secano que representa el 83,52% mientras que la superficie en regadío el 16,48% del total de la superficie con prácticas de siembra directa, distribuida regionalmente como se muestra en la Tabla 19. Este dato es sensiblemente inferior al ofrecido por la Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos (ESYRCE)³⁷, en el que la superficie de siembra directa según esta fuente es de 985.556 ha³⁸, como se ha detallado en el contexto.

Tabla 19. Superficie de siembra directa en el año 2022. Hectáreas.

CCAA	Tierras de cultivo de secano	Tierras de cultivo de regadío	Superficie total
01. Andalucía	42.392	9.262	51.655

³⁷ [Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos del año 2010](#)

³⁸ Cabe señalar que la metodología para su cuantificación es diferente en ambas bases de datos, que probablemente es la causa de las discrepancias, además de que ESYRCE ya no ofrece información más allá de 2022, por lo que no es posible contrastar la información de ambas fuentes.

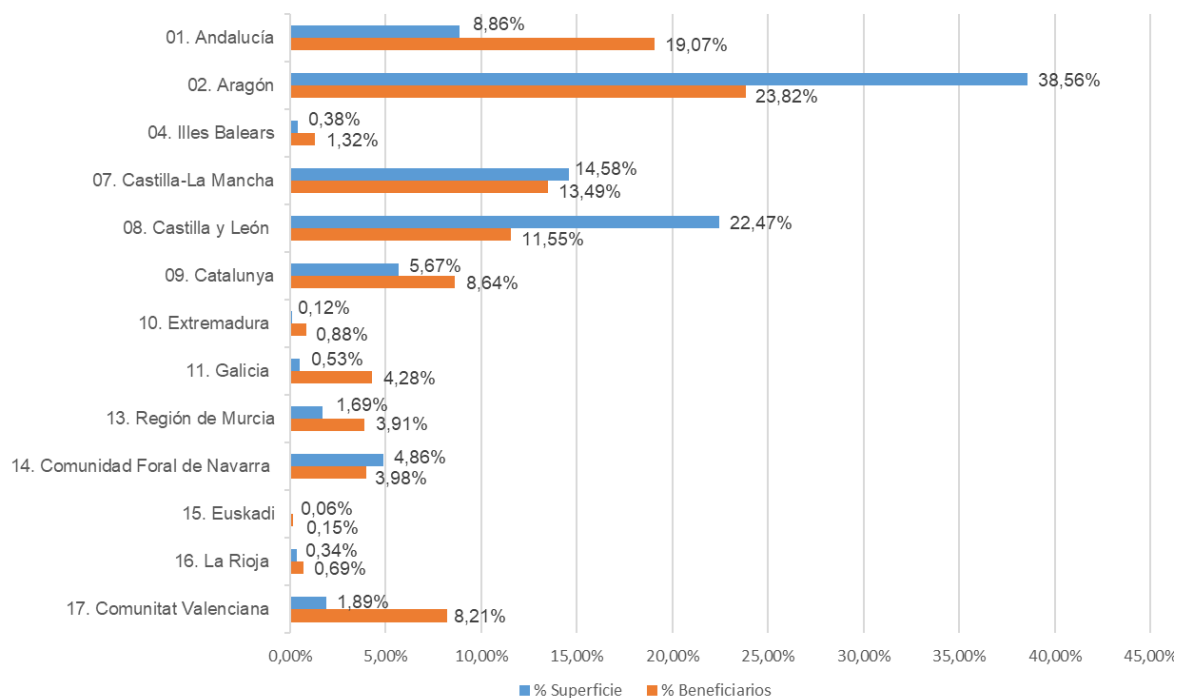
CCAA	Tierras de cultivo de secano	Tierras de cultivo de regadío	Superficie total
02. Aragón	171.854	53.059	224.913
04. Illes Balears	1.992	252	2.244
07. Castilla-La Mancha	77.720	7.310	85.030
08. Castilla y León	121.455	9.597	131.052
09. Catalunya	30.409	2.647	33.056
10. Extremadura	245	471	716
11. Galicia	3.054	35	3.090
13. Región de Murcia	6.833	3.041	9.874
14. Comunidad Foral de Navarra	24.497	3.857	28.354
15. Euskadi	344	0	344
16. La Rioja	1.561	415	1.976
17. Comunitat Valenciana	4.800	6.207	11.007
Total general	487.159	96.152	583.311

Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU 2022. (Obtención de datos: 11/07/2025).

Aragón lidera la contribución al total nacional con una superficie total de 224.913 hectáreas, en las cuales predominan las tierras de secano (171.854 ha) aunque también cuenta con una significativa superficie de regadío (53.059 ha). Castilla y León ocupa el segundo lugar, con 131.052 hectáreas, donde la mayor parte corresponde a secano (121.455 ha), seguido por Castilla-La Mancha con 85.030 hectáreas, destacando igualmente el secano (77.720 ha) sobre el regadío (7.310 ha). Andalucía, con 51.655 hectáreas, presenta un balance notable entre secano (42.392 ha) y regadío (9.262 ha). Catalunya también muestra una superficie considerable de 33.056 hectáreas, donde predomina el secano (30.409 ha).

La distribución de la superficie entre las explotaciones beneficiarias muestra las siguientes proporciones respecto al total nacional, relacionando con las explotaciones que han declarado la práctica.

Gráfica 6. Peso de la superficie y los beneficiarios regionales en el total nacional (%).



Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU (2022). (Obtención de datos: 11/07/2025).

Si se analiza la superficie declarada entre los años 2022, previo al inicio del PEPAC y 2023 y 2024, una vez que se ha aplicado el mismo, se observa un incremento sustancial de la práctica impulsado por el PEPAC, que supone un 140% adicional respecto al año previo a su aplicación. No obstante, este estímulo no se ha producido en todas las regiones ya que, en Andalucía, Illes Balears, Galicia, Murcia y la C. Valenciana se ha producido una reducción de la superficie declarada bajo esta práctica.

Tabla 20. Evolución de la superficie en la que se declara siembra directa antes (2022) y después del PEPAC (2023 y 2024). Hectáreas.

CCAA	2022	2023	2024	% variación
01. Andalucía	51.655	16.514	16.636	-68%
02. Aragón	224.913	271.001	313.135	39%
03. Principado de Asturias	-	20	20	-
04. Illes Balears	2.244	715	528	-76%
06. Cantabria	-	448	425	-
07. Castilla-La Mancha	85.030	127.717	148.391	75%
08. Castilla y León	131.052	776.258	690.647	427%
09. Catalunya	33.056	120.465	148.306	349%
10. Extremadura	716	8.133	8.164	1040%
11. Galicia	3.090	230	156	-95%
12. Comunidad de Madrid	-	8.879	8.328	-
13. Región de Murcia	9.874	1.122	764	-92%
14. Comunidad Foral de Navarra	28.354	50.521	57.414	102%
15. Euskadi	344	2.947	2.234	549%

CCAA	2022	2023	2024	% variación
16. La Rioja	1.976	5.097	5.531	180%
17. Comunitat Valenciana	11.007	2.435	2.081	-81%
Total	583.311	1.392.501	1.402.760	140%

Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU 2022, 2023 y 2024.

Del análisis detallado de la superficie de las explotaciones en el periodo entre 2022 y 2024, se observa que existen 184.053,50 ha de explotaciones en las que se aplica la siembra directa pero cuando se aplica el PEPAC ya no señalan esta práctica en la declaración de superficies de la Solicitud única. Adicionalmente, existe una superficie de 399.257,68 ha en la que se aplica siembra directa en explotaciones que luego continúan declarando la práctica en alguna de las campañas del PEPAC, bien 2023, 2024 o ambas. En estas explotaciones se declara una superficie de 357.000,87 ha que continúan las tres campañas. Estas explotaciones incrementan su superficie motivada por el PEPAC hasta un total de 632.721,53 ha en el año final de declaración.

Hay 25.551,36 ha en explotaciones de 2022 que luego incrementan su superficie en 2023 hasta 44.617,89 ha pero que luego no continúan declarando la práctica en 2024.

El PEPAC es capaz de incentivar la incorporación de 947.196,97 ha en 2023 o 2024 aunque luego la superficie de estas explotaciones desciende hasta 652.584,68 ha, ya que hay 158.858 ha de explotaciones que las incluyen en las declaraciones en 2023 que no continúan en 2024.

Tabla 21. Evolución de la superficie en la que se declara siembra directa antes (2022) y después del PEPAC (2023 y 2024). Hectáreas.

Declaración de siembra directa	Año de inicio	Año final
Sólo campaña 2022 y no continúan	184.053,50	-
Sólo campaña 2023 y no continúan	158.858,76	-
Sólo campaña 2024	153.448,74	-
Campañas 2022-2023 y no continúan	25.551,36	44.617,89
Campañas 2022-2024	16.705,45	26.802,32
Campañas 2023-2024	634.889,47	652.584,68
Campañas 2022-2023-2024	357.000,87	561.301,32

Fuente: Elaboración propia con información de la BBDD del RSU 2022, 2023 y 2024.

Nota: *porcentaje de contribución en el total nacional.

En el análisis regionalizado mostrado en la Tabla 22 se observa que la superficie que deja de acogerse a prácticas de siembra directa y que corresponde a las hectáreas gestionadas por beneficiarios de la Solicitud Única (RSU) de 2022 que no continúan en el nuevo periodo PEPAC 2023-2027, que asciende a 184.054 hectáreas, representa el 31,55% del total de las 583.311 ha totales declaradas en 2022, con una mayor incidencia en Extremadura (100,00%), Galicia (98,63%), Illes Balears (93,15%), Comunitat Valenciana (92,77%) y Andalucía (89,86%).

En términos absolutos destacan las bajas registradas en Andalucía (46.419 ha), Aragón (43.237 ha) y Castilla-La Mancha (39.007 ha), que concentran más de dos tercios de la superficie no declarada a nivel nacional.

Tabla 22. Evolución de la superficie. Evolución de la superficie acogida a siembra directa.

CCAA	Superficie total	Superficie no declarada después de 2022 (ha)	% de pérdida
01. Andalucía	51.655	46.419,10	89,9%
02. Aragón	224.913	43.236,59	19,2%
04. Illes Balears	2.244	2.090,70	93,2%
06. Cantabria	-	-	-
07. Castilla-La Mancha	85.030	39.006,75	45,9%
08. Castilla y León	131.052	18.337,15	14,0%
09. Catalunya	33.056	4.221,84	12,8%
10. Extremadura	716	716,09	100,0%
11. Galicia	3.090	3.047,27	98,6%
12. Comunidad de Madrid	-	-	-
13. Región de Murcia	9.874	9.471,48	95,9%
14. Comunidad Foral de Navarra	28.354	5.894,75	20,8%
15. Euskadi	344	271,48	78,9%
16. La Rioja	1.976	1.129,39	57,2%
17. Comunitat Valenciana	11.007	10.210,91	92,8%
Total general	583.311	184.053,50	31,6%

Fuente: Elaboración propia con información de la BBDD del RSU 2022, 2023 y 2024.

Nota: * Proporción de la superficie que deja de acogerse a prácticas de SD respecto a la superficie declarada con SD en cada CCAA.

1.2.2. Superficie de siembra directa

La superficie declarada bajo el sistema de siembra directa en la Solicitud única, según la información proporcionada en el balance de la PAC 2023 es de 1.392.502 ha, como se puede observar en la Tabla 23, con Castilla y León, Aragón, Catalunya y Castilla-La Mancha como las regiones con mayor superficie declarada. La mayoría de esta superficie proviene de tierras de cultivo de secano que representa el 86,71% del total.

Tabla 23. Superficie de siembra directa según la intervención del PEPAC. Hectáreas. 2023.

CCAA	Secano	Secano húmedo	Regadío	Superficie total	% CCAA
01. Andalucía	11.701	1.790	3.023	16.514	1,1
02. Aragón	232.185	5.599	33.217	271.001	19,7
03. Principado de Asturias	0	20	0	20	0,0
04. Illes Balears	646	0	69	715	0,0
06. Cantabria	0	410	38	448	0,0
07. Castilla-La Mancha	116.768	3.334	7.615	127.717	9,2
08. Castilla y León	692.321	25.451	58.486	776.258	55,3
09. Catalunya	106.956	5.966	7.543	120.465	8,9
10. Extremadura	6.437	109	1.587	8.133	0,6
11. Galicia	0	210	20	230	0,0

CCAA	Secano	Secano húmedo	Regadío	Superficie total	% CCAA
12. Comunidad de Madrid	8.465	9	405	8.879	0,6
13. Región de Murcia	1.021	0	101	1.122	0,1
14. Comunidad Foral de Navarra	24.291	21.930	4.300	50.521	3,7
15. Euskadi	407	2.383	157	2.947	0,2
16. La Rioja	4.012	0	1.085	5.097	0,4
17. Comunitat Valenciana	2.286	85	64	2.435	0,2
Total nacional	1.207.496	67.296	117.710	1.392.502	100,0

Fuente: elaboración propia con datos del informe del balance de la PAC 2023, disponible en [balance-pac-2023.pdf](#).

Esta superficie pasa a ser un total de 1.402.760 ha en las declaraciones de 2024, con un incremento nacional del 0,7%, en las que se conserva el patrón de la campaña anterior, con el 87,6% de la superficie en tierras de cultivo de secano y en el que predominan las mismas regiones.

Tabla 24. Superficie de siembra directa según la intervención del PEPAC. Hectáreas. 2024.

CCAA	Secano	Secano húmedo	Regadío	Superficie total	% CCAA
01. Andalucía	12.058	2.735	1.843	16.636	1,2
02. Aragón	273.183	6.617	33.335	313.135	22,3
03. Principado de Asturias	0	20	0	20	0,0
04. Illes Balears	508	0	20	528	0,0
06. Cantabria	0	393	32	425	0,0
07. Castilla-La Mancha	138.333	3.433	6.625	148.391	10,6
08. Castilla y León	628.586	17.578	44.483	690.647	49,2
09. Catalunya	127.591	10.290	10.425	148.306	10,6
10. Extremadura	6.660	97	1.407	8.164	0,6
11. Galicia	0	136	20	156	0,0
12. Comunidad de Madrid	8.091	0	237	8.328	0,6
13. Región de Murcia	724	0	40	764	0,1
14. Comunidad Foral de Navarra	27.292	25.441	4.681	57.414	4,1
15. Euskadi	525	1.666	43	2.234	0,2
16. La Rioja	4.415	0	1.116	5.531	0,4
17. Comunitat Valenciana	1.954	81	46	2.081	0,1
Total nacional	1.229.920	68.487	104.353	1.402.760	100,0

Fuente: elaboración propia con datos del informe del balance de la PAC 2023, disponible en [balance-pac-2024.pdf](#).

1.2.2.1. Superficie de siembra directa en tierras de cultivo de secano (1PD31001803V1)

Según la Solicitud única de 2023, la superficie en la que se declara la aplicación de la práctica de siembra directa (Tabla 25), es de 1.207.496,00 ha, un 26,92% del total de previsto a nivel nacional para toda la intervención, que incluye la rotación y la siembra directa.

Tabla 25. Detalle de la superficie regional acogida a la práctica de siembra directa en secano (1PD31001803V1). Hectáreas. RSU2023.

CCAA	Previsto	Solicitado	% SD/Nacional *	% CCAA/Nacional **
01. Andalucía	-	11.701	0,97	0,26
02. Aragón	-	232.185	19,23	5,18
04. Illes Balears	-	646	0,05	0,01
07. Castilla-La Mancha	-	116.768	9,67	2,60
08. Castilla y León	-	692.321	57,34	15,43
09. Catalunya	-	106.956	8,86	2,38
10. Extremadura	-	6.437	0,53	0,14
12. Comunidad de Madrid	-	8.465	0,70	0,19
13. Región de Murcia	-	1.021	0,08	0,02
14. Comunidad Foral de Navarra	-	24.291	2,01	2,01
15. Euskadi	-	407	0,03	0,01
16. La Rioja	-	4.012	0,33	0,09
17. Comunitat Valenciana	-	2.286	0,19	0,05
Total nacional	4.486.101,86	1.207.496	100,00	26,92

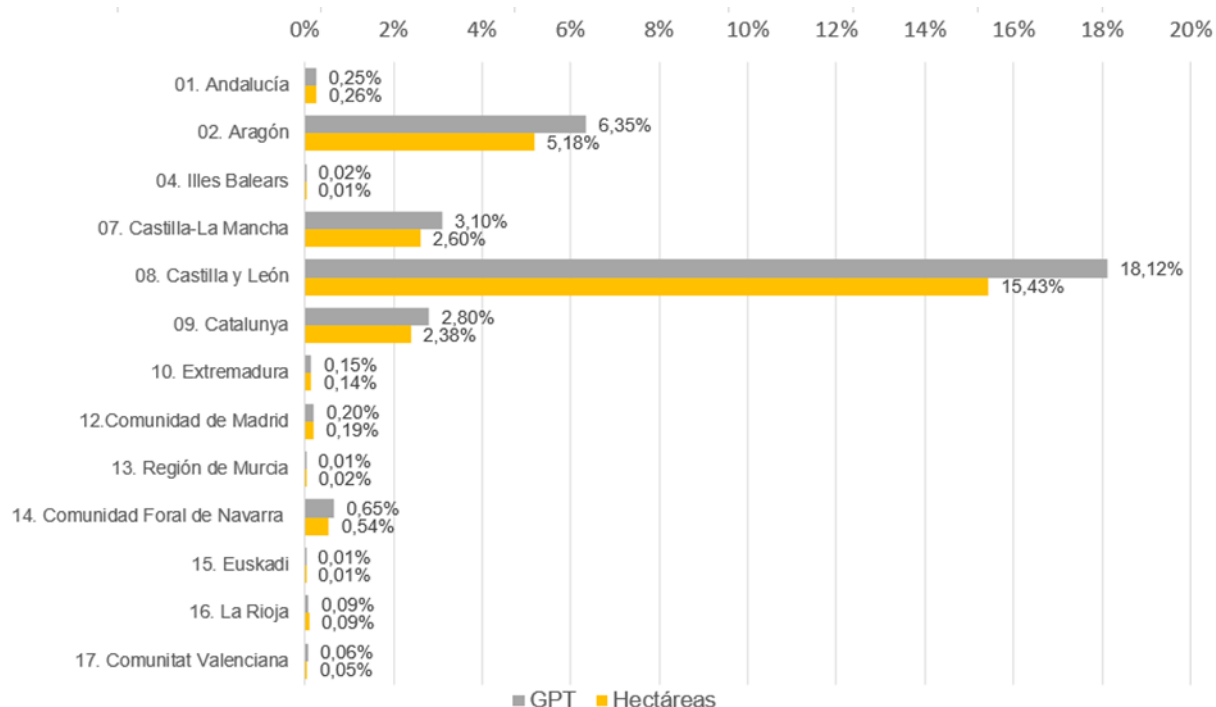
Fuente: Elaboración propia con datos previstos de PROPAC V3.3 e informe del balance de la PAC 2023, disponible en [balance-pac-2023.pdf](#). Nota: %*: Porcentaje de solicitud de SD de cada CCAA sobre el total Nacional.

%**Porcentaje de solicitud de cada CCAA sobre el total Nacional previsto. El objetivo previsto es de toda la intervención, que incluye rotación y siembra directa.

En el conjunto de la intervención el nivel de logro, considerando la superficie declarada, respecto al objetivo previsto ha sido del 105,48%, por lo que los niveles de acogida a ambas prácticas han cumplido las expectativas del PEPAC. Castilla y León se posiciona como la comunidad con mayor superficie ejecutada, con 692.321 ha, el 57,34% del total nacional, seguido por Aragón con 232.185 ha (19,23%). Esta distribución refleja una concentración significativa de la superficie en estas dos comunidades autónomas, a la que se suman Castilla-La Mancha y Catalunya con pesos intermedios en el total nacional.

El resto de regiones contribuyen con un peso menor al 1% en la superficie total nacional, como resultado de una menor acogida de la práctica incentivada por la ayuda.

Gráfica 7. Porcentaje de ejecución del GPT y superficie de siembra directa solicitada en 2023 en secano respecto al objetivo (1PD31001803V1).



Fuente: elaboración propia con datos de PROPAC V3.3 (objetivos), ficheros formato e informe del balance de la PAC 2023, disponible en balance-pac-2023.pdf.

El análisis de la superficie declarada en los años 2023 y 2024, a partir de los datos recogidos en los informes del balance de la PAC y la información declarada en la Solicitud única, contribuye a mostrar la evolución en el grado de acogida de esta práctica en el periodo de programación.

Tabla 26. Evolución de la superficie de Siembra directa declarada en tierras de cultivo de secano entre los años 2023 y 2024. Hectáreas y de cambio.

CCAA	2023	2024	Evolución %
01. Andalucía	11.701	12.058	3,05
02. Aragón	232.185	273.183	17,66
03. Principado de Asturias	0	0	0,00
04. Illes Balears	646	508	-21,36
06. Cantabria	0	0	0,00
07. Castilla-La Mancha	116.768	138.333	18,47
08. Castilla y León	692.321	628.586	-9,21
09. Catalunya	106.956	127.591	19,29
10. Extremadura	6.437	6.660	3,46
11. Galicia	0	0	0,00
12. Comunidad de Madrid	8.465	8.091	-4,42
13. Región de Murcia	1.021	724	-29,09
14. Comunidad Foral de Navarra	24.291	27.292	12,35
15. Euskadi	407	525	28,99
16. La Rioja	4.012	4.415	10,04

CCAA	2023	2024	Evolución %
17. Comunitat Valenciana	2.286	1.954	-14,52
Total nacional	1.207.496	1.229.919	1,86

Fuente: Elaboración propia con datos del informe del balance de la PAC 2023 y RSU 2024.

En el año 2024 (Tabla 26), la superficie de siembra directa en tierras de cultivo de secano experimentó un ligero incremento a nivel nacional, del 1,86 %, hasta alcanzar 1.229.919 ha declaradas, con un aumento en la aplicación de la práctica en 87.300 ha. A pesar de este incremento general, se registran descensos importantes en Murcia (-29,09%), Illes Balears (-21,36%) y C. Valenciana (-14,52%), aunque en estas regiones la superficie en valores absolutos no es muy elevada, a los que se suma el registrado en Castilla y León de un 9,21%, que supone que se deja de aplicar la práctica en 63.735 ha.

Por el contrario, se contabiliza un incremento respecto a la campaña 2023 en regiones con una elevada superficie solicitada como Aragón, en la que existe un incremento del 17,66%, Catalunya (+19,29%) y Castilla-La Mancha (+18,47%), que junto a Navarra (+12,35%), supone un aumento de 86.199 ha, el 98,7% del total nacional.

Si se atiende a los datos proporcionados en el Informe Anual del Rendimiento relativo a la ejecución del ejercicio financiero 2024 (Tabla 27), que considera la superficie que ha sido objeto de pagos, se observa que se ha pagado la ayuda a un total de 1.179.608,42 ha, de las que 975.556,07 ha, el 82,7%, han sido objeto del complemento de plurianualidad, bien en la península o en Illes Balears.

Tabla 27. Detalle de la superficie regional ejecutada en el ejercicio financiero 2024 acogida a la práctica de siembra directa en secano (1PD31001803V1). Hectáreas.

CCAA	Previsto	Pagado	Plurianualidad	%Peso *	%Ejec.**	%Pluri.***
01. Andalucía	-	9.986,01	6.787,71	0,85	0,22	67,97
02. Aragón	-	227.203,39	201.888,87	19,26	5,06	88,86
04. Illes Balears	-	506,96	260,37	0,04	0,01	51,36
06. Cantabria	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
07. Castilla-La Mancha	-	115.847,23	98.358,43	9,82	2,58	84,90
08. Castilla y León	-	686.363,73	544.516,37	58,19	15,30	79,33
09. Catalunya	-	93.963,97	90.584,52	7,97	2,09	96,40
10. Extremadura	-	6.115,29	3.757,55	0,52	0,14	61,45
12. Comunidad de Madrid	-	9.094,14	5.289,38	0,77	0,20	58,16
13. Región de Murcia	-	722,32	156,83	0,06	0,02	21,71
14. Comunidad Foral de Navarra	-	23.942,34	19.619,89	2,03	0,53	81,95
15. Euskadi	-	297,22	250,49	0,03	0,01	84,28
16. La Rioja	-	3.370,04	1.997,25	0,29	0,08	59,26
17. Comunitat Valenciana	-	2.196,78	2.088,41	0,19	0,05	95,07
Total nacional	4.486.101,86	1.179.609,42	975.556,07	100,00	26,29	82,70

Fuente: elaboración propia con datos del informe del balance de la PAC 2023, BDCIAR 2024 y ficheros formato.

Nota: %*: Porcentaje de superficie ejecutado en SD de cada CCAA sobre la Superficie Nacional ejecutada.

%** Porcentaje de superficie ejecutado en SD de cada CCAA sobre la Superficie Nacional prevista. La superficie prevista es de toda la intervención, que incluye rotación y siembra directa.

%*** Porcentaje de superficie con plurianualidad sobre la superficie ejecutada de cada CCAA.

1.2.2.2. Superficie de siembra directa en tierras de cultivo de secano húmedo (PD31001804V1)

El número de hectáreas declaradas en 2023 en la siembra directa en secano húmedo (Tabla 28) supone el 16,21% del objetivo previsto para toda la intervención en la que se incluye la rotación y la siembra directa, que en su conjunto ha alcanzado el 144,89% del objetivo previsto, superando con creces las expectativas previstas para ambas prácticas, según la superficie declarada.

Tabla 28. Detalle de la superficie regional acogida a la práctica de siembra directa en secano húmedo (1PD31001804V1). Hectáreas. RSU2023.

CCAA	Previsto	Solicitado	% SD/Nacional *	% CCAA/Nacional **
01. Andalucía	-	1.790	2,66	0,43
02. Aragón	-	5.599	8,32	1,35
03. Principado de Asturias	-	20	0,03	0,00
06. Cantabria	-	410	0,61	0,10
07. Castilla- La Mancha	-	3.334	4,95	0,80
08. Castilla y León	-	25.451	37,82	6,13
09. Catalunya	-	5.966	8,87	1,44
10. Extremadura	-	109	0,16	0,03
11. Galicia	-	210	0,31	0,05
12. Comunidad de Madrid	-	9	0,01	0,00
14. Comunidad Foral de Navarra	-	21.930	32,59	5,28
15. Euskadi	-	2.383	3,54	0,57
17. Comunitat Valenciana	-	85	0,13	0,02
Total nacional	415.172,72	67.296	100,00	16,21

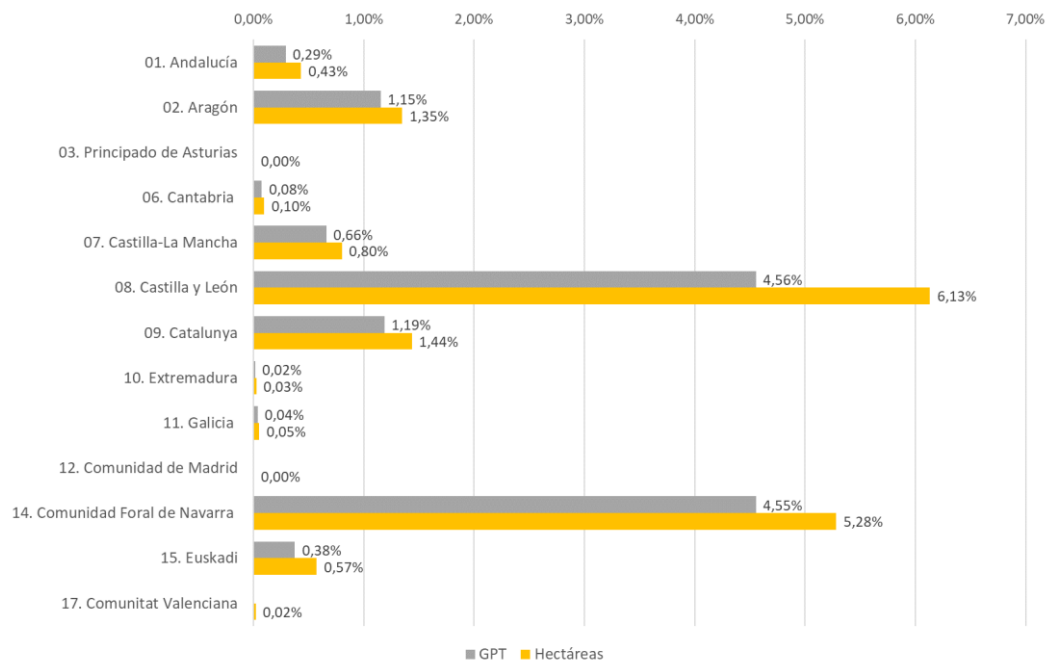
Fuente: elaboración propia con datos previstos de PROPAC V3. e informe del balance de la PAC 2023, disponible en [balance-pac-2023.pdf](#).

Nota: %*: Porcentaje de solicitud de SD de cada CCAA sobre el total Nacional.

%** Porcentaje de solicitud de SD de cada CCAA sobre el total Nacional previsto. El objetivo previsto es de toda la intervención, que incluye rotación y siembra directa.

Castilla y León encabeza la declaración de superficies con 25.451 hectáreas, lo que equivale al 37,82% del total nacional, seguida de la Comunidad Foral de Navarra con 21.930 hectáreas (32,59%). También se observa que existen numerosas regiones en las que la práctica no ha tenido una declaración relevante, con pesos en el total nacional inferiores al 1%.

Gráfica 8. Porcentaje de ejecución del GPT y superficie de siembra directa solicitada en 2023 en secano húmedo respecto al objetivo (1PD31001804V1).



Fuente: elaboración propia con datos de PROPAC V3.3, ficheros formato y RSU 2023.

El análisis de la superficie declarada en estas zonas para los años 2023 y 2024, conforme a los datos proporcionados en el balance de la PAC, proporciona una visión más precisa de la evolución de la práctica en el periodo de programación.

Tabla 29. Evolución de la superficie declarada de Siembra directa en tierras de cultivo de secano húmedo en los años 2023 y 2024. Hectáreas.

CCAA	2023	2024	Evolución %
01. Andalucía	1.790	2.735	52,79
02. Aragón	5.599	6.617	18,18
03. Principado de Asturias	20	20	0,00
04. Illes Balears	0	0	0,00
06. Cantabria	410	393	-4,15
07. Castilla-La Mancha	3.334	3.433	2,97
08. Castilla y León	25.451	17.578	-30,93
09. Catalunya	5.966	10.290	72,48
10. Extremadura	109	97	-11,01
11. Galicia	210	136	-35,24
12. Comunidad de Madrid	9	0	-100,00
13. Región de Murcia	0	0	0,00
14. Comunidad Foral de Navarra	21.930	25.441	16,01
15. Euskadi	2.383	1.666	-30,09
16. La Rioja	0	0	0,00
17. Comunitat Valenciana	85	81	-4,71
Total nacional	67.296	68.487	1,77

Fuente: elaboración propia con datos del informe del RSU 2023 y RSU 2024.

Durante el periodo 2023-2024 (Tabla 29), la superficie dedicada a la siembra directa en tierras de secano húmedo solicitada mostró un leve incremento a nivel nacional, de 67.296 ha en 2023 a 68.487 ha en 2024, lo que representa un aumento del 1,77 %. Este crecimiento se explica principalmente por los incrementos registrados en comunidades como Navarra en 3.511 ha, el 16,01 % de lo declarado en 2023; Catalunya con 4.324 ha, el 72,48 %; Aragón 1.018 ha, el 18,18 % y Andalucía, con 945 ha, un 52,79% de lo declarado en 2023. Por el contrario, Castilla y León registró un descenso de 7.873 ha, el 30,93 %, seguida por Euskadi con 717 ha, el 30,09 % y otras regiones con cantidades inferiores a las 100 ha.

Tabla 30. Detalle de la superficie regional pagada en el ejercicio financiero 2024 acogida a la práctica de siembra directa en secano húmedo (1PD31001804V1). Hectáreas.

CCAA	Previsto	Pagada	Plurianualidad	%Peso*	%Ejec.**	%Pluri.***
01. Andalucía		1.576,72	741,77	2,42	0,38	47,05
02. Aragón		5.601,88	4.352,36	8,61	1,35	75,67
03. Principado de Asturias		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06. Cantabria		395,85	187,89	0,61	0,10	47,46
07. Castilla-La Mancha		3.323,82	2.547,37	5,1	0,80	76,64
08. Castilla y León		25.012,00	11.336,77	38,43	6,02	45,33
09. Catalunya		5.249,09	4.662,47	8,07	1,26	88,82
10. Extremadura		69,55	69,55	0,1	0,02	100,00
11. Galicia		202,43	27,03	0,31	0,05	13,35
14. Comunidad Foral de Navarra		21.550,21	16.307,18	33,11	5,19	75,67
15. Euskadi		2.101,31	773,57	3,23	0,5	36,81
16. La Rioja		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17. Comunitat Valenciana		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total nacional	415.172,72	65.082,86	41.005,96	100,00	15,68	63,01

Fuente: elaboración propia con datos del informe del balance de la PAC 2023 y BDCIAR 2024.

Nota: %*: Porcentaje de superficie ejecutado en SD de cada CCAA sobre la Superficie Nacional ejecutada.

%** Porcentaje de superficie ejecutado en SD de cada CCAA sobre la Superficie Nacional prevista. La superficie prevista es de toda la intervención, que incluye rotación y siembra directa.

%*** Porcentaje de superficie con plurianualidad sobre la superficie ejecutada de cada CCAA.

Los datos recogidos en la Tabla 30 sobre la ejecución de superficie por comunidades autónomas correspondiente al ejercicio financiero 2024, muestran que del total nacional previsto (415.172,72 ha), se han pagado 65.082,86 ha con prácticas de siembra directa, lo que representa un 15,68% del objetivo de la intervención. De esta superficie, 41.005,96 ha, es decir, un 63,01%, corresponden a superficies con compromisos con carácter plurianual, en los que tienen especial peso en comunidades como Navarra, en la que el 75,67% de la superficie pagada percibe el compromiso de plurianualidad, Aragón con el 75,67% y Castilla-La Mancha con el 76,64%.

1.2.2.3. Superficie de siembra directa en tierras de cultivo de regadío

El número de hectáreas acogidas en 2023 a la práctica de siembra directa en regadío (Tabla 31) representa un 10,76% del objetivo previsto para la intervención, en la que se incluye tanto

la rotación como la siembra directa, que en su conjunto ha alcanzado el 125,65% del objetivo previsto, superando ampliamente la planificación para la intervención.

Tabla 31. Detalle de la superficie regional acogida a la práctica de siembra directa en regadío (1PD31001805V1). Hectáreas. RSU 2023.

CCAA	Previsto	Solicitado	%*	%**
01. Andalucía	-	3.023	2,57	0,28
02. Aragón	-	33.217	28,22	3,04
04. Illes Balears	-	69	0,06	0,01
06. Cantabria	-	38	0,03	0,00
07. Castilla-La Mancha	-	7.615	6,47	0,70
08. Castilla y León	-	58.486	49,69	5,35
09. Catalunya	-	7.543	6,41	0,69
10. Extremadura	-	1.587	1,35	0,15
11. Galicia	-	20	0,02	0,00
12. Comunidad de Madrid	-	405	0,34	0,04
13. Región de Murcia	-	101	0,09	0,01
14. Comunidad Foral de Navarra	-	4.300	3,65	0,39
15. Euskadi	-	157	0,13	0,01
16. La Rioja	-	1.085	0,92	0,10
17. Comunitat Valenciana	-	64	0,05	0,01
Total nacional	1.093.708,61	117.710	100,00	10,76

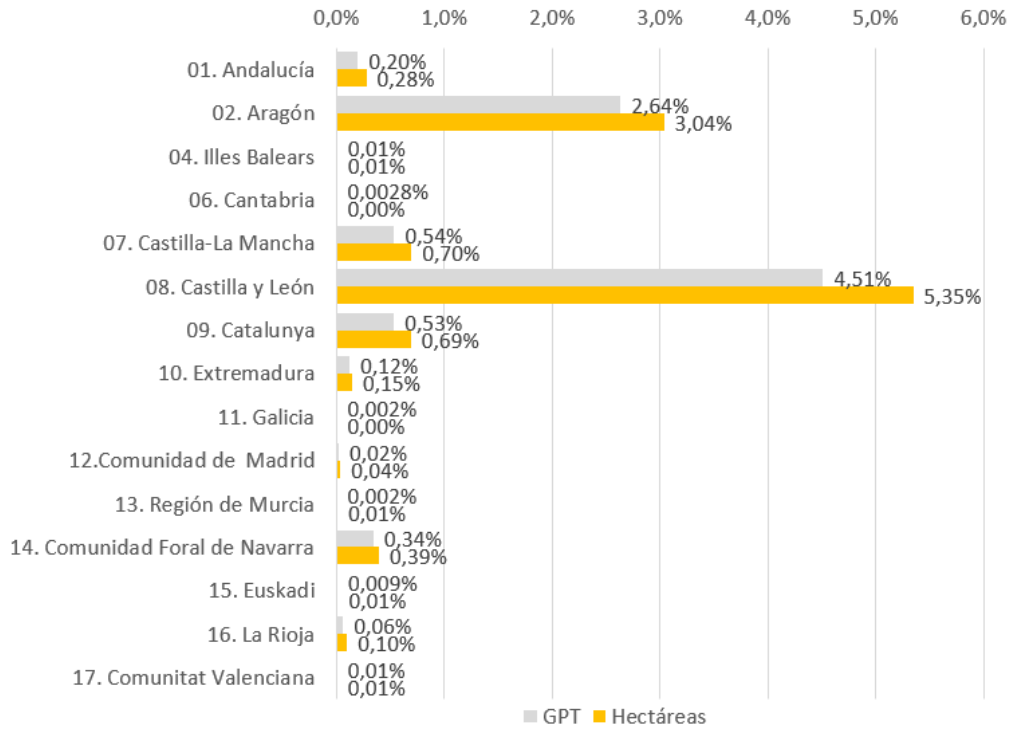
Fuente: elaboración propia con datos previstos de PROPAC V3.3 e informe del balance de la PAC 2023, disponible en [balance-pac-2023.pdf](#).

Nota: %*: Porcentaje de solicitud de SD de cada CCAA sobre el total Nacional.

%**Porcentaje de solicitud de SD de cada CCAA sobre el total Nacional previsto. El objetivo previsto es de toda la intervención, que incluye rotación y siembra directa.

Castilla y León encabeza la superficie declarada, con 58.486 hectáreas, lo que supone el 49,69% del total nacional, seguida por Aragón con 33.217 hectáreas, que representa un 28,22%. También suponen superficies solicitadas importantes, aunque de menor magnitud, las declaradas en Castilla-La Mancha, con 7.615 ha, Catalunya, con 7.543 ha, Navarra, con 4.300 ha y Andalucía, con 3.023 ha. En Extremadura y La Rioja también existe un nivel de acogida de entre 1.000 y 1600 ha, de alrededor del 1% nacional.

Gráfica 9. Grado de ejecución del GPT y superficie de siembra directa solicitada en 2023 en regadío respecto al objetivo (1PD31001805V1).



Fuente: elaboración propia con datos de PROPAC V3.3, ficheros formato y RSU 2023.

Los datos extraídos del balance de la Solicitud única de 2023 y 2024 permiten mostrar la evolución en el nivel de acogida de la práctica de siembra directa, según la superficie declarada.

Tabla 32. Evolución de la superficie de Siembra directa en tierras de cultivo de regadío en los años 2023 y 2024. Hectáreas.

CCAA	2023	2024	Evolución %
01. Andalucía	3.023	1.843	-39,03
02. Aragón	33.217	33.335	0,36
03. Principado de Asturias	0	0	0,00
04. Illes Balears	69	20	-71,01
06. Cantabria	38	32	-15,79
07. Castilla-La Mancha	7.615	6.625	-13,00
08. Castilla y León	58.486	44.483	-23,94
09. Catalunya	7.543	10.425	38,21
10. Extremadura	1.587	1.407	-11,34
11. Galicia	20	20	0,00
12. Comunidad de Madrid	405	237	-41,48
13. Región de Murcia	101	40	-60,40
14. Comunidad Foral de Navarra	4.300	4.681	8,86
15. Euskadi	157	43	-72,61
16. La Rioja	1.085	1.116	2,86
17. Comunitat Valenciana	64	46	-28,13
Total nacional	117.710	104.353	-11,35

Fuente: elaboración propia con datos del informe del RSU 2023 y RSU 2024.

Durante el periodo 2023-2024 (Tabla 32), la superficie solicitada de siembra directa en tierras de cultivo de regadío experimentó un descenso a nivel nacional, pasando de 117.710 ha en 2023 a 104.353 ha en 2024, lo que representa una reducción del 11,35%. Castilla y León, aunque sigue liderando en superficie total con 44.483 declaradas ha en 2024, sufrió una pérdida destacada de más de 14.000 ha, el 23,94% de lo solicitado en 2024. También se registraron descensos significativos en Andalucía, con 1.180 ha menos, el 39,03 % respecto a 2023, Castilla-La Mancha, de 990 ha, el 13% y Extremadura, de 180 ha, el 11,34 %.

Por el contrario, Catalunya experimentó un notable crecimiento, aumentando su superficie en 2.882 ha, un 38,21 % adicional a 2023. Navarra también mostró una evolución positiva con un incremento del 8,86 %, 381 ha y Aragón con 118 ha adicionales, el 0,36% de la solicitada en 2023.

Tabla 33. Detalle de la superficie regional pagada en el ejercicio financiero 2024 acogida a la práctica de siembra directa en regadío (1PD31001805V1). Hectáreas.

CCAA	Previsto	Pagada	Plurianualidad	%Peso *	%Ejec.**	%Pluri.***
01. Andalucía		2.741,83	1.262,14	2,47	0,25	46,03
02. Aragón		31.331,16	25.504,48	28,24	2,86	81,40
04. Illes Balears		54,61	0,00	0,05	0,00	0,00
06. Cantabria		37,37	0,00	0,03	0,00	0,00
07. Castilla-La Mancha		6.917,28	5.719,23	6,24	0,63	82,68
08. Castilla y León		56.878,42	34.703,54	51,27	5,20	61,01
09. Catalunya		5.929,04	4.836,43	5,34	0,54	81,57
10. Extremadura		1.579,82	1.065,17	1,42	0,14	67,42
11. Galicia		20,10	20,10	0,02	0,00	100,00
12. Comunidad de Madrid		274,88	143,17	0,25	0,03	52,08
13. Región de Murcia		30,08	0,00	0,03	0,00	0,00
14. Comunidad Foral de Navarra		4.155,84	2.686,34	3,75	0,38	64,64
15. Euskadi		119,62	42,57	0,11	0,01	35,59
16. La Rioja		810,47	340,83	0,73	0,07	42,05
17. Comunitat Valenciana		57,53	45,65	0,05	0,01	79,35
Total	1.093.708,61	110.938,05	76.369,65	100,00	10,14	68,84

Fuente: elaboración propia con datos del informe del balance de la PAC 2023 y BDCIAR 2024. Nota: %*: Porcentaje de superficie pagada de SD de cada CCAA sobre la Superficie Nacional. %** Porcentaje de superficie pagada en SD de cada CCAA sobre la Superficie Nacional prevista. La superficie prevista es de toda la intervención, que incluye rotación y siembra directa. %*** Porcentaje de superficie con plurianualidad sobre la superficie ejecutada de cada CCAA.

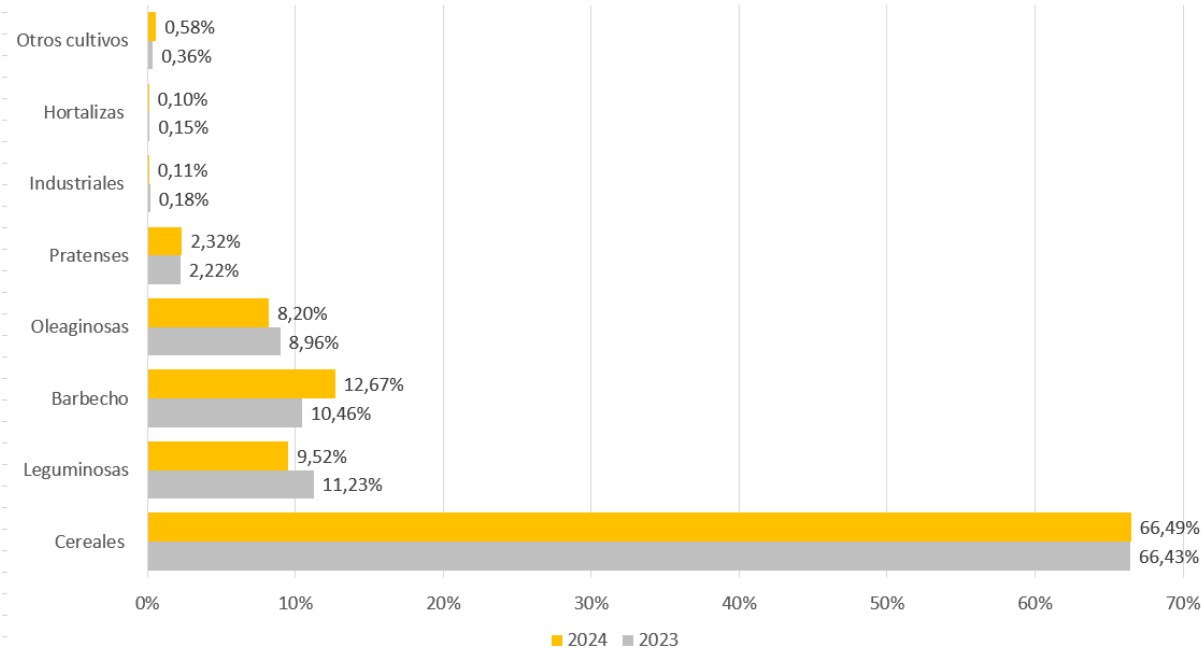
De acuerdo con los datos recogidos en la Tabla 33 sobre la ejecución de la intervención de siembra directa por comunidades autónomas, se observa que, del total nacional previsto para la intervención completa (1.093.708,61 hectáreas, incluyendo siembra directa y rotación), se ha registrado una ejecución en cuanto a superficie pagada de 110.938,05 ha exclusivamente en siembra directa, lo que representa un 10,14% del total previsto. De esta superficie pagada, 76.369,65 ha, corresponden a compromisos de plurianualidad, es decir, un 68,84%. Las comunidades que concentran una mayor superficie con compromisos de plurianualidad respecto a la superficie pagada en siembra directa son Aragón, con el 81,40% de la superficie

con este compromiso, Castilla-La Mancha con el 82,68% y Catalunya con el 81,57%, todas con un alto grado de plurianualidad.

1.2.2.4. Superficie por cultivos en siembra directa

En el análisis de la evolución de la superficie cultivada mediante prácticas de siembra directa (SD) durante los años 2023 y 2024, desglosada por tipo de cultivo, entre los que se identifican los cereales, leguminosas, oleaginosas, cultivos industriales, pratenses, hortalizas y otros cultivos, además del barbecho en siembra directa, se observa la predominancia del cultivo de cereal en las dos campañas registradas, con aproximadamente el 66% del total de superficie declarada.

Gráfica 10. Porcentaje de la Superficie (ha) de cultivos en Siembra directa en los años 2023 y 2024.



Fuente: Elaboración propia con información de la BBDD RSU 2023 y RSU 2024.

Como se muestra en la Gráfica 10 las siguientes alternativas declaradas en la ayuda son el de barbecho, cuya presencia aumenta del 10,46% al 12,67% de la superficie, seguido de las leguminosas, que reducen su peso del 11,23% al 9,52%. Las oleaginosas también disminuyen ligeramente, pasando del 8,96% al 8,20%, aunque estas oscilaciones pueden estar influenciadas mayoritariamente por el efecto del compromiso de rotación de los cultivos, ya que los totales de superficie son muy similares, con una superficie declarada en 2023 de 1.392.501 ha y en 2024 de 1.402.760 ha.

En cuanto al resto de cultivos, las pratenses mantienen una proporción estable (2,22% en 2023 y 2,32% en 2024), mientras que los cultivos industriales, hortalizas y otros cultivos reflejan valores marginales, todos por debajo del 1%. Los cultivos industriales bajan del 0,18% al 0,11%, las hortalizas bajan del 0,15% al 0,10%, y otros cultivos aumentan del 0,36% al 0,59%. La distribución porcentual de cultivos en siembra directa no presenta cambios sustanciales entre 2023 y 2024. El liderazgo de los cereales refuerza su papel principal en las prácticas de SD.

1.2.2.4.1. Superficie de Cereales en siembra directa

Los cereales constituyen el grupo de cultivos con mayor implantación en siembra directa, con más del 66% de la superficie acogida a la práctica en los dos años analizados (2023 y 2024). No obstante, esta proporción es variable entre las regiones y cambia entre años como consecuencia del ligero incremento de superficie total acogida a la práctica entre campañas y del efecto de la rotación. La superficie de cereales (Tabla 34) en siembra directa a nivel nacional prácticamente se mantiene constante con un aumento, del 0,06% entre campañas.

Tabla 34. Evolución de la superficie de Cereales con prácticas de siembra directa en los años 2023 y 2024.

CCAA	Cereales (%)		Evolución (%)	Total Siembra directa (ha)	
	2023	2024		2023	2024
01. Andalucía	74,09	68,92	-5,17	16.514	16.636
02. Aragón	73,09	71,40	-1,69	271.001	313.135
03. Principado de Asturias	0,00	100,00	100,00	20	20
04. Illes Balears	83,49	68,88	-14,61	715	528
06. Cantabria	43,44	59,50	16,06	448	425
07. Castilla-La Mancha	62,21	60,78	-1,44	127.717	148.391
08. Castilla y León	60,17	60,04	-0,13	776.258	690.647
09. Catalunya	88,72	86,45	-2,26	120.465	148.306
10. Extremadura	78,88	71,61	-7,27	8.133	8.164
11. Galicia	8,59	5,60	-2,99	230	156
12. Comunidad de Madrid	68,79	66,31	-2,48	8.879	8.328
13. Región de Murcia	72,18	67,09	-5,09	1.122	764
14. Comunidad Foral de Navarra	79,47	78,77	-0,70	50.521	57.414
15. Euskadi	74,44	68,57	-5,87	2.947	2.234
16. La Rioja	72,24	70,11	-2,13	5.097	5.531
17. Comunitat Valenciana	60,74	58,12	-2,62	2.435	2.081
Total nacional	66,43	66,49	0,06	1.392.501	1.402.760

Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU años 2023 y 2024 y del Balance de la PAC para la superficie total de la siembra directa.

1.2.2.4.2. Superficie de leguminosas en siembra directa

Las leguminosas son, como se ha indicado anteriormente, la segunda alternativa de cultivo considerada en la rotación en la siembra directa. A nivel nacional, su participación dentro del sistema de siembra directa fue del 11,23 % en 2023 y del 9,52 % en 2024, lo que representa una disminución de 1,71 puntos porcentuales en el último año. Como se observa en la tabla siguiente, no en todas las regiones, ni en todas las campañas, está presente en las mismas proporciones. Destacan castilla y León y la Comunidad de Madrid, con una proporción de leguminosas de entre el 13% y 15% que mantiene su peso en ambos años.

Tabla 35. Evolución de la superficie de leguminosas con prácticas de siembra directa en los años 2023 y 2024.

CCAA	Leguminosas (%)		Evolución (%)	Total Siembra directa (ha)	
	2023	2024		2023	2024
01. Andalucía	5,13	8,47	3,33	16.514	16.636
02. Aragón	7,72	6,05	-1,68	271.001	313.135
03. Principado de Asturias	0,00	0,00	0,00	20	20
04. Illes Balears	1,70	9,62	7,92	715	528
06. Cantabria	0,59	1,58	0,99	448	425
07. Castilla-La Mancha	14,70	9,50	-5,20	127.717	148.391
08. Castilla y León	13,86	13,14	-0,72	776.258	690.647
09. Catalunya	2,18	1,95	-0,24	120.465	148.306
10. Extremadura	0,00	11,61	11,61	8.133	8.164
11. Galicia	1,44	0,06	-1,38	230	156
12. Comunidad de Madrid	15,98	14,65	-1,33	8.879	8.328
13. Región de Murcia	0,73	0,13	-0,59	1.122	764
14. Comunidad Foral de Navarra	5,06	4,52	-0,55	50.521	57.414
15. Euskadi	7,49	9,00	1,51	2.947	2.234
16. La Rioja	4,77	6,00	1,23	5.097	5.531
17. Comunitat Valenciana	8,87	4,31	-4,57	2.435	2.081
Total nacional	11,23	9,52	-1,71	1.392.501	1.402.760

Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU años 2023 y 2024 y del Balance de la PAC para la superficie total de la siembra directa.

1.2.2.4.3. Superficie de oleaginosas en siembra directa

La superficie destinada a oleaginosas es la tercera opción elegida en las rotaciones de las explotaciones con siembra directa que ha mostrado una estabilidad relativa, manteniendo su participación porcentual en el conjunto de cultivos implantados bajo esta técnica, en torno al 8%, con una ligera disminución en 2024. No en todas las regiones está presente en la misma proporción y destacan castilla León y Euskadi con superficies que rondan entre el 10 y el 13% de la total de siembra directa.

Tabla 36. Evolución de la superficie de oleaginosas con prácticas de siembra directa en los años 2023 y 2024.

CCAA	Oleaginosas (%)		Evolución (%)	Total Siembra directa (ha)	
	2023	2024		2023	2024
01. Andalucía	9,81	13,22	3,41	16.514	16.636
02. Aragón	1,91	1,50	-0,40	271.001	313.135
03. Principado de Asturias	0,00	0,00	0,00	20	20
04. Illes Balears	0,00	0,00	0,00	715	528
06. Cantabria	0,00	8,58	8,58	448	425
07. Castilla-La Mancha	7,88	9,06	1,19	127.717	148.391
08. Castilla y León	12,88	12,64	-0,24	776.258	690.647

CCAA	Oleaginosas (%)		Evolución (%)	Total Siembra directa (ha)	
	2023	2024		2023	2024
09. Catalunya	4,32	3,22	-1,11	120.465	148.306
10. Extremadura	2,11	2,71	0,60	8.133	8.164
11. Galicia	0,38	0,00	-0,38	230	156
12. Comunidad de Madrid	1,13	3,01	1,88	8.879	8.328
13. Región de Murcia	0,00	0,00	0,00	1.122	764
14. Comunidad Foral de Navarra	3,37	2,95	-0,41	50.521	57.414
15. Euskadi	12,80	10,67	-2,13	2.947	2.234
16. La Rioja	8,45	6,63	-1,81	5.097	5.531
17. Comunitat Valenciana	2,36	0,96	-1,40	2.435	2.081
Total nacional	8,96	8,20	-0,76	1.392.501	1.402.760

Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU años 2023 y 2024 y del Balance de la PAC para la superficie total de la siembra directa.

1.2.2.4.4. Superficie de cultivos industriales en siembra directa

Los cultivos industriales, en los que se han englobado el algodón, la remolacha y el cáñamo, tienen una presencia testimonial en la siembra directa, con solo el 0,18% de la superficie nacional en 2023 que desciende al 0,11% en 2024. Están presentes en Andalucía y Castilla y León, en las que baja su proporción en 2024, a las que se suman Navarra, Euskadi y La Rioja en 2024.

Tabla 37. Evolución de la superficie de cultivos industriales con prácticas de siembra directa en los años 2023 y 2024.

CCAA	Cultivos industriales (%)		Evolución (%)	Total Siembra directa (ha)	
	2023	2024		2023	2024
01. Andalucía	1,47%	1,08%	-0,40%	16.514	16.636
08. Castilla y León	0,29%	0,19%	-0,10%	776.258	690.647
14. Comunidad Foral de Navarra	0,00%	0,03%	0,03%	50.521	57.414
15. Euskadi	0,00%	0,66%	0,66%	2.947	2.234
16. La Rioja	0,00%	0,42%	0,42%	5.097	5.531
Total nacional	0,18%	0,11%	-0,07%	1.392.501	1.402.760

Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU años 2023 y 2024 y del Balance de la PAC para la superficie total de la siembra directa.

1.2.2.4.5. Superficie de hortalizas en siembra directa

Las hortalizas son una opción muy poco representativa en el total de la siembra directa. Además, no está presente en regiones como Asturias, Illes Balears, o Navarra, y sufren un descenso generalizado en la mayor parte de las regiones, que resulta en un descenso a nivel nacional entre campañas. Las únicas regiones en las que se registra un leve aumento o incluso su nueva consideración en la práctica son Cantabria, Catalunya y Extremadura, aunque con un aumento muy discreto.

Tabla 38. Evolución de la superficie de cultivos hortícolas con prácticas de siembra directa en los años 2023 y 2024.

CCAA	Hortícolas (%)		Evolución (%)	Total Siembra directa (ha)	
	2023	2024		2023	2024
01. Andalucía	0,34%	0,33%	-0,01%	16.514	16.636
02. Aragón	0,06%	0,05%	-0,02%	271.001	313.135
03. Principado de Asturias	0,00%	0,00%	0,00%	20	20
04. Illes Balears	0,00%	0,00%	0,00%	715	528
06. Cantabria	0,00%	1,39%	1,39%	448	425
07. Castilla-La Mancha	0,12%	0,05%	-0,07%	127.717	148.391
08. Castilla y León	0,19%	0,12%	-0,07%	776.258	690.647
09. Catalunya	0,04%	0,07%	0,04%	120.465	148.306
10. Extremadura	1,09%	1,10%	0,01%	8.133	8.164
11. Galicia	0,25%	0,55%	0,30%	230	156
12. Comunidad de Madrid	0,00%	0,00%	0,00%	8.879	8.328
13. Región de Murcia	3,41%	1,06%	-2,35%	1.122	764
14. Comunidad Foral de Navarra	0,13%	0,13%	0,00%	50.521	57.414
15. Euskadi	1,25%	0,00%	-1,25%	2.947	2.234
16. La Rioja	0,05%	0,00%	-0,05%	5.097	5.531
17. Comunitat Valenciana	0,10%	0,01%	-0,10%	2.435	2.081
Total nacional	0,15%	0,10%	-0,05%	1.392.501	1.402.760

Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU años 2023 y 2024 y del Balance de la PAC para la superficie total de la siembra directa.

1.2.2.4.6. Superficie de pratenses en siembra directa

Los cultivos identificados como pratenses a efectos de esta evaluación, entre los que se han englobado la alfalfa, el raygrass, el trébol y las mezclas de especies pratenses suponen en torno al 2% de la superficie acogida a la práctica de siembra directa a nivel nacional. Con esta tipología de cultivos destaca Galicia, con alrededor del 90% de la superficie de 2024, y con un incremento respecto a 2023. Le sigue Cantabria, con el 22% de la superficie en 2024, pero con un descenso acusado respecto a 2023.

Tabla 39. Evolución de la superficie de cultivos Pratenses con prácticas de siembra directa en los años 2023 y 2024.

CCAA	Pratenses (%)		Evolución (%)	Total Siembra directa (ha)	
	2023	2024		2023	2024
01. Andalucía	0,33%	0,20%	-0,14%	16.514	16.636
02. Aragón	1,59%	1,65%	0,06%	271.001	313.135
03. Principado de Asturias	100,00%	0,00%	-100,00%	20	20
04. Illes Balears	1,35%	9,19%	7,84%	715	528
06. Cantabria	43,91%	22,00%	-21,91%	448	425
07. Castilla-La Mancha	0,21%	0,28%	0,07%	127.717	148.391
08. Castilla y León	3,06%	3,41%	0,36%	776.258	690.647

CCAA	Pratenses (%)		Evolución (%)	Total Siembra directa (ha)	
	2023	2024		2023	2024
09. Catalunya	1,19%	1,69%	0,51%	120.465	148.306
10. Extremadura	2,62%	0,64%	-1,98%	8.133	8.164
11. Galicia	80,98%	90,04%	9,06%	230	156
12. Comunidad de Madrid	0,13%	0,10%	-0,03%	8.879	8.328
13. Región de Murcia	0,04%	0,00%	-0,04%	1.122	764
14. Comunidad Foral de Navarra	0,66%	0,80%	0,14%	50.521	57.414
15. Euskadi	0,00%	5,63%	5,63%	2.947	2.234
16. La Rioja	0,29%	0,29%	0,00%	5.097	5.531
17. Comunitat Valenciana	0,42%	0,08%	-0,33%	2.435	2.081
Total nacional	2,22%	2,32%	0,11%	1.392.501	1.402.760

Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU años 2023 y 2024 y del Balance de la PAC para la superficie total de la siembra directa.

1.2.2.4.7. Superficie de barbecho en siembra directa

El barbecho se ha considerado importante en la rotación de superficies bajo la práctica de siembra directa, ya que se ha incluido en alrededor del 11-12% de la superficie declarada bajo esta práctica, como media nacional. El porcentaje en el que está presente varía entre regiones y entre campañas, como se observa en la siguiente tabla. Destaca la C. Valenciana, con un 36,17% con un de superficie declarada en 2024 y Murcia, con el 31,72%, ambas con un importante incremento desde la campaña anterior, y tras ellas Aragón y Castilla-La Mancha, con un 19% de superficie en 2024.

Tabla 40. Evolución de la superficie de barbecho con prácticas de siembra directa en los años 2023 y 2024. Hectáreas.

CCAA	Barbecho (%)		Evolución (%)	Total Siembra directa (ha)	
	2023	2024		2023	2024
01. Andalucía	7,45%	7,49%	0,03%	16.514	16.636
02. Aragón	15,21%	19,09%	3,88%	271.001	313.135
03. Principado de Asturias	0,00%	0,00%	0,00%	20	20
04. Illes Balears	12,88%	10,25%	-2,63%	715	528
06. Cantabria	11,67%	6,56%	-5,12%	448	425
07. Castilla-La Mancha	13,97%	19,34%	5,37%	127.717	148.391
08. Castilla y León	9,32%	9,74%	0,42%	776.258	690.647
09. Catalunya	3,46%	6,60%	3,14%	120.465	148.306
10. Extremadura	6,20%	11,81%	5,61%	8.133	8.164
11. Galicia	0,07%	0,00%	-0,07%	230	156
12. Comunidad de Madrid	13,70%	15,12%	1,42%	8.879	8.328
13. Región de Murcia	23,68%	31,72%	8,04%	1.122	764
14. Comunidad Foral de Navarra	9,96%	11,62%	1,66%	50.521	57.414
15. Euskadi	2,63%	4,91%	2,27%	2.947	2.234
16. La Rioja	13,75%	15,52%	1,77%	5.097	5.531

CCAA	Barbecho (%)		Evolución (%)	Total Siembra directa (ha)	
	2023	2024		2023	2024
17. Comunitat Valenciana	27,93%	36,17%	8,24%	2.435	2.081
Total nacional	10,46%	12,67%	2,22%	1.392.501	1.402.760

Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU años 2023 y 2024 y del Balance de la PAC para la superficie total de la siembra directa.

1.2.3. Gasto Público Total (GPT)

En el Plan Estratégico de la PAC (PEPAC), en el marco de las prácticas diseñadas en los ecorregímenes, las intervenciones orientadas a fomentar prácticas de siembra directa han contemplado los principales sistemas de cultivo: secano, secano húmedo y regadío. Aunque bajo un mismo código de intervención se han incluido prácticas tanto para la rotación de cultivos como para la siembra directa; teniendo en cuenta el foco de la evaluación, el análisis se centra específicamente en esta última, con el objetivo de analizar su grado de implantación, su distribución territorial y los factores que influyen en su adopción en los diferentes contextos productivos. Por lo tanto, se analizará la práctica incluida en 3 códigos distintos de intervención descritos en el PEPAC, uno para cada uno de los sistemas de gestión (secano, secano húmedo y regadío).

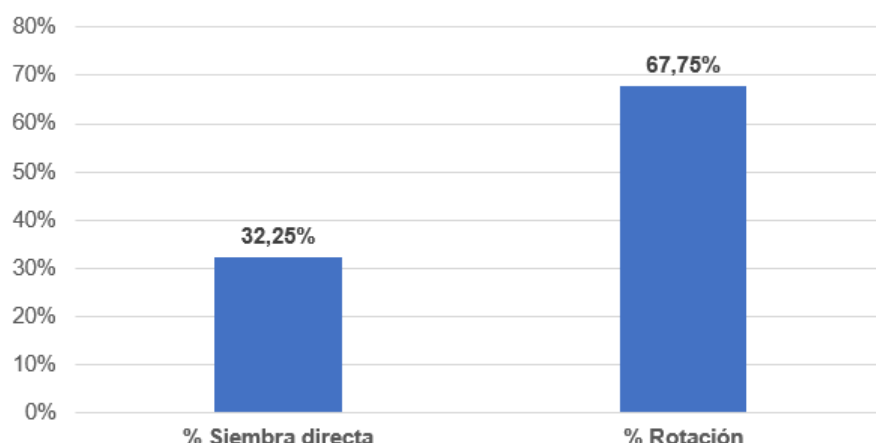
A continuación, se examina la ejecución de la siembra directa en cada uno de estos sistemas, en relación con el gasto público total pagado en el ejercicio financiero de 2024 (EF2024), el único llevado a cabo e incluido en el contexto de esta evaluación, que incluye los pagos a titulares que hicieron la declaración de la Solicitud única de la PAC en la campaña 2023, teniendo en cuenta los detalles del territorio nacional.

1.2.3.1. Ecorrégimen "Agricultura de carbono y agroecología: rotaciones y siembra directa en tierras de cultivo de secano" (1PD31001803V1)

Según se establece en el diseño de la intervención de la versión 3.3 del PEPAC, esta incluye prácticas de rotación y de siembra directa en secano, para dar respuesta al OE4 y OE5³⁹, con la distribución de gasto que se muestra a continuación.

³⁹ OE4: Contribuir a la adaptación al cambio climático y a su mitigación, también mediante la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorando la captura de carbono, así como promover la energía sostenible; OE5: Promover el desarrollo sostenible y la gestión eficiente de recursos naturales como el agua, el suelo y el aire, en particular mediante la reducción de la dependencia química.

Gráfica 11. Distribución nacional del gasto público total ejecutado (GPT) entre las dos prácticas del ecorrégimen de rotaciones y siembra directa en secano (PD31001803V1). EF2024. porcentaje.



Fuente: elaboración propia con datos de BDCIAR 2024.

Esta intervención destinada a prácticas sostenibles en tierras de cultivo de secano supuso un gasto público ejecutado⁴⁰ de 231.608.355,54 €, en el ejercicio financiero 2024 (en adelante EF2024), lo que supone el 98,62% del objetivo previsto para la misma. La Gráfica 11 muestra que, del total de la ayuda, un 32,25% se destina a superficies acogidas a la siembra directa, mientras que el 67,75% corresponde a la rotación de cultivos. Estos porcentajes reflejan un claro predominio de la rotación como práctica más extendida dentro de esta intervención. No obstante, la siembra directa mantiene una presencia significativa, lo que subraya su importancia dentro del conjunto de estrategias sostenibles aplicadas en el secano.

Las comunidades autónomas con mayor ejecución económica fueron Castilla y León, con 42.548.059,01 € (56,97% del total nacional), y Aragón, con 14.905.335,12 € (19,96%). Con menores importes les siguen Castilla-La Mancha (7.273.800,34 €) y Catalunya (6.576.582,52 €). Esta distribución del gasto refleja con claridad el peso relativo que tienen estas regiones en la aplicación de la medida.

El gasto público total destinado a impulsar la aplicación de la práctica en secano durante varios años consecutivos, o plurianualidad, pagado en 2024, se eleva a 65.810.557,59 € (88,12% respecto al ejecutado) en el total de las comunidades autónomas. Con detalle, la práctica plurianual en el total de la siembra directa es mayoritaria en regiones como Catalunya, Aragón y la Comunitat Valenciana en las que los pagos por este compromiso superan el 90% del total ejecutado en la región. También son muy elevados los compromisos por plurianualidad en el resto de regiones, observando que la plurianualidad tiene una menor acogida en Murcia, en la que solo el 29,90% del gasto apoya este compromiso e Illes Balears (57,30%).

En la Tabla 41 se muestra la asignación presupuestaria prevista para esta intervención en el ejercicio financiero 2024, de 234.845.259 € a nivel nacional, de los cuales en siembra directa se ejecutaron 74.682.935,02 €, lo que representa un 31,80% del gasto público total previsto

⁴⁰ Según los datos recogidos en la base de datos que ha contribuido a la elaboración del Informe Anual del Rendimiento- BDCIAR.

para la intervención. La ejecución incluye tanto los importes unitarios básicos de la práctica de siembra directa como los complementos por plurianualidad, contemplados en la normativa.

Tabla 41. Detalle regional del gasto público total (GPT) de siembra directa en secano (PD31001803V1). Euros. EF2024.

CCAA	Previsto	Ejecutado SD	Plurianualidad	% Peso *	%Ejec. **	%Pluri. ***
01. Andalucía		588.535,11	453.640,18	0,79	0,25	77,08
02. Aragón		14.905.335,12	13.773.878,69	19,96	6,35	92,41
04. Illes Balears		42.238,81	24.201,33	0,06	0,02	57,30
07. Castilla-La Mancha		7.273.800,34	6.534.713,81	9,74	3,10	89,84
08. Castilla y León		42.548.059,01	36.395.228,84	56,97	18,12	85,54
09. Catalunya		6.576.582,52	6.416.666,17	8,81	2,80	97,57
10. Extremadura		346.085,71	249.652,29	0,46	0,15	72,14
12.Comunidad de Madrid		472.839,94	318.167,49	0,63	0,20	67,29
13. Región de Murcia		34.994,25	10.462,13	0,05	0,01	29,90
14. Comunidad Foral de Navarra		1.531.784,39	1.342.355,84	2,05	0,65	87,63
15. Euskadi		20.165,81	17.938,19	0,03	0,01	88,95
16. La Rioja		201.632,00	137.784,38	0,27	0,09	68,33
17. Comunitat Valenciana		140.882,01	135.868,25	0,19	0,06	96,44
Total	234.845.259	74.682.935,02	65.810.557,59	100,00	31,80	88,12

Nota: %*: Porcentaje de ejecución del GPT ejecutado en SD de cada CCAA sobre del GPT Nacional ejecutado.
%** Porcentaje de ejecución del GPT ejecutado en SD de cada CCAA sobre del GPT Nacional previsto. El GPT previsto es de toda la intervención, que incluye rotación y siembra directa.
%*** Porcentaje de plurianualidad sobre GPT ejecutado de cada CCAA. Fuente: Elaboración propia con datos previstos de PROPAC V3.3 y datos de ejecución de los ficheros formato 2024.

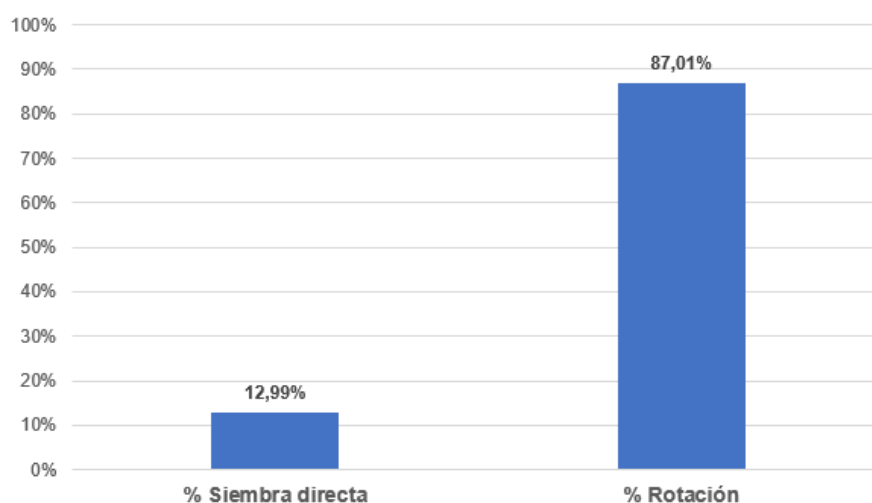
1.2.3.2. Ecorrégimen “Agricultura de carbono y agroecología: rotaciones y siembra directa en tierras de cultivo de secano húmedo” (1PD31001804V1)

De igual forma, a través de la programación de esta intervención se ha previsto promover el impulso de la práctica de la siembra directa para contribuir al OE4 y OE5, aunque en este caso en tierras de cultivo de secanos húmedos. Este aspecto se establece mediante un criterio de pluviometría, comprendiendo todas aquellas comarcas de España cuya pluviometría media en los últimos 10 años es mayor o igual a 650 mm.

Durante el ejercicio financiero 2024, esta intervención registró una ejecución⁴¹ de 37.214.683,18 € de gasto público total, el 99,35% previsto para la misma, del que el 12,99% (Gráfica 12) se destina a la siembra directa, mientras que el 87,01% corresponde a la rotación de cultivos. Estos datos reflejan un claro predominio de la rotación como práctica preferente en el secano húmedo, mientras que la siembra directa mantiene una presencia más limitada.

⁴¹ Según los datos recogidos en la base de datos que ha contribuido a la elaboración del Informe Anual del Rendimiento- BDCIAR.

Gráfica 12. Distribución nacional del gasto público total ejecutado (GPT) entre las dos prácticas del ecorrégimen de rotaciones y siembra directa en secano húmedo (PD31001804V1).



Fuente: elaboración propia con datos de BDCIAR 2024.

Las comunidades autónomas con mayor ejecución son Comunidad Foral de Navarra (1.706.077,77€), Castilla y León (1.706.334,15€) y Catalunya (444.838,21€), que representan el 35,28%, 35,29% y 9,20% respectivamente. Las comunidades con menor ejecución en esta intervención son Galicia (14.096,50€) y Extremadura (5.748,41€), que no superan el 0,5% en el peso del total nacional.

El gasto que está impulsando la plurianualidad representa una parte significativa de la ejecución y asciende a 3.419.014,78 € lo que equivale al 70,70% del total ejecutado. La Comunidad Foral de Navarra encabeza con 1.387.454,13 € (81,32%), seguida por Aragón con 359.056,57 € (83,12%). Catalunya aporta 408.497,66 € (91,83%), mientras que Castilla-La Mancha registra 203.407,98 € (82,22%) e incentivan la práctica del compromiso en un elevado porcentaje. Otras comunidades, como Andalucía, Euskadi, Cantabria y Galicia, presentan importes más reducidos, con cantidades inferiores a 100.000 € en algunos casos y la plurianualidad supone una ejecución menor del compromiso. Castilla y León con 912.123,03 € (53,46%) presenta un importe elevado de los pagos en valor absoluto, pero el compromiso de plurianualidad supone el 53,56% del gasto público total pagado.

La asignación presupuestaria prevista para esta intervención en el EF24 (Tabla 42) fue de 37.456.883,20 €, para rotación y siembra directa en conjunto, en todo el territorio nacional y se registró un importe ejecutado de 4.835.829,17€, en siembra directa, el 12,91% del GPT previsto en la intervención que incluye siembra directa y rotación. La ejecución incluye tanto los importes unitarios básicos de la práctica de siembra directa como los complementos por plurianualidad, que se destina a impulsar la permanencia del compromiso durante varios años consecutivos.

Tabla 42. Detalle regional del gasto público total (GPT) de siembra directa en secano húmedo (1PD31001804V). Euros. EF2024.

CCAA	Previsto	Ejecutado	Plurianualidad	%Peso*	%Ejec.**	%Pluri.***
01. Andalucía		109.563,11	60.325,21	2,27	0,29	55,06
02. Aragón		431.998,48	359.056,57	8,93	1,15	83,12
06. Cantabria		28.740,82	15.432,06	0,59	0,08	53,69
07. Castilla-La Mancha		247.405,48	203.407,98	5,12	0,66	82,22
08. Castilla y León		1.706.334,15	912.123,03	35,29	4,56	53,46
09. Catalunya		444.838,21	408.497,66	9,20	1,19	91,83
10. Extremadura		5.748,41	5.748,41	0,12	0,02	100,00
11. Galicia		14.096,50	2.581,80	0,29	0,04	18,32
14. Comunidad Foral de Navarra		1.706.077,77	1.387.454,13	35,28	4,55	81,32
15. Euskadi		141.026,24	64.387,93	2,92	0,38	45,66
Total general	37.456.883,20	4.835.829,17	3.419.014,78	100,00	12,91	70,70

Fuente: elaboración propia con datos previstos de PROPAC V3.3 y datos de ejecución de los ficheros formato 2024.

Nota: %*: Porcentaje de ejecución del GPT ejecutado en SD de cada CCAA sobre del GPT Nacional ejecutado.

%** Porcentaje de ejecución del GPT ejecutado en SD de cada CCAA sobre del GPT Nacional previsto. El GPT previsto es de toda la intervención, que incluye rotación y siembra directa.

%*** Porcentaje de plurianualidad sobre GPT ejecutado de cada CCAA.

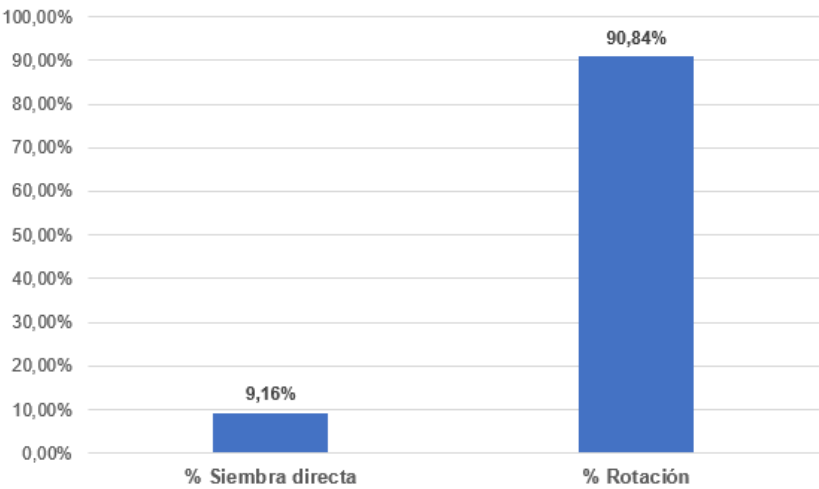
1.2.3.3. Ecorrégimen Agricultura de carbono y agroecología: rotaciones y siembra directa en tierras de cultivo de regadío (1PD31001805V1)

De la misma forma que las intervenciones anteriores, con esta ayuda se pretende incentivar la aplicación de la práctica de la siembra directa en tierras de cultivo de regadío, para impulsar el OE4 y OE5.

Durante el ejercicio financiero 2024 esta intervención, aplicada en cultivos en regadío, contó con un gasto público total ejecutado⁴² de 168.400.118,07 €, el 98,21% del objetivo presupuestario previsto para la intervención a nivel nacional. De este importe, el 9,16% se destinó a superficies gestionadas mediante siembra directa (Gráfica 13), mientras que el 90,84% correspondió a la rotación de cultivos. Esta distribución revela un marcado predominio de la rotación como práctica preferente en sistemas de regadío.

⁴² Según los datos recogidos en BDCIAR.

Gráfica 13. Distribución nacional del gasto público total ejecutado (GPT) entre las dos prácticas del ecorrégimen de rotaciones y siembra directa en regadío1(PD31001805V1).



Fuente: elaboración propia con datos de BDCIAR 2024.

La comunidad autónoma con mayor contribución a la ejecución nacional es Castilla y León, con 7.739.897,89 € (50,17% del total), y le sigue Aragón, con 4.520.328,61 € (29,30%), que en conjunto aglutinan más del 80% de los fondos destinados a siembra directa. Por el contrario, Cantabria (4.801,37 €), Murcia (4.193,43 €) y Galicia (3.306,97 €) registraron las cifras más bajas de ejecución.

El gasto público destinado a la plurianualidad, con objeto de incentivar la aplicación del compromiso en anualidades sucesivas, representa una parte significativa de la inversión ejecutada y asciende a 11.215.695,06 €, el 72,70% del total ejecutado. Castilla y León invierte 5.060.437,07 €, que supone el 65,38% de la ejecución para el impulso de esta condición. Aragón con 3.790.541,14 € (83,86%), seguida por y Castilla-La Mancha con 778.565,31 € (84,71%). Catalunya aporta 767.629,65 € (83,80%), mientras que la Comunidad Foral de Navarra registra 407.070,33 € (69,26%). Otras comunidades, como Andalucía, Extremadura, Galicia, Comunidad de Madrid, Euskadi, La Rioja y Comunitat Valenciana, presentan importes más reducidos, con cantidades inferiores a 200.000 € en algunos casos, con una proporción variable en función de la región de acogida a la práctica.

La asignación presupuestaria prevista para esta intervención en el ejercicio financiero 2024 (Tabla 43) es de 171.471.478,40€ para el conjunto de prácticas de siembra directa y rotación en regadío, a nivel nacional. De este total, se ejecutaron 15.426.307,69 € específicamente en siembra directa, el 9% del gasto público total previsto.

Tabla 43. Detalle regional del gasto público total (GPT) de siembra directa en regadío (1PD31001805V1). Euros. EF2024.

CCAA	Previsto	Ejecutado	Plurianualidad	%Peso*	%Ejec.**	%Pluri.***
01. Andalucía		342.204,36	174.793,90	2,22	0,20	51,08
02. Aragón		4.520.328,61	3.790.541,14	29,30	2,64	83,86
04. Illes Balears		10.758,53	0,00	0,07	0,01	0,00
06. Cantabria		4.801,37	0,00	0,03	0,00	0,00

CCAA	Previsto	Ejecutado	Plurianualidad	%Peso*	%Ejec.**	%Pluri.***
07. Castilla-La Mancha		919.114,21	778.565,31	5,96	0,54	84,71
08. Castilla y León		7.739.897,89	5.060.437,07	50,17	4,51	65,38
09. Catalunya		915.990,68	767.629,65	5,94	0,53	83,80
10. Extremadura		209.838,68	148.556,76	1,36	0,12	70,80
11. Galicia		3.306,97	3.306,97	0,02	0,00	100,00
12. Comunidad de Madrid		36.446,40	19.023,24	0,24	0,02	52,20
13. Región de Murcia		4.193,43	0,00	0,03	0,00	0,00
14. Comunidad Foral de Navarra		587.750,32	407.070,33	3,81	0,34	69,26
15. Euskadi		15.268,42	5.921,01	0,10	0,009	38,78
16. La Rioja		107.431,79	52.531,22	0,70	0,06	48,90
17. Comunitat Valenciana		8.976,03	7.318,46	0,06	0,01	81,53
Total	171.471.478,40	15.426.307,69	11.215.695,06	100,00	9,00	72,70

Fuente: elaboración propia con datos previstos de PROPAC V3.3 y datos de ejecución de los ficheros formato 2024.

Nota: %*: Porcentaje de ejecución del GPT ejecutado en SD de cada CCAA sobre del GPT Nacional ejecutado.

%** Porcentaje de ejecución del GPT ejecutado en SD de cada CCAA sobre del GPT Nacional previsto. El GPT previsto es de toda la intervención, que incluye rotación y siembra directa.

%*** Porcentaje de plurianualidad sobre GPT ejecutado de cada CCAA.

1.2.4. Personas o entidades beneficiarias

En el caso de este indicador se han podido analizar dos campañas de solicitud, al contar con información relativa a la declaración de la Solicitud única de 2023, para la que, como se ha visto anteriormente se registraron pagos y se han analizado en esta evaluación, y 2024, para la que en esta evaluación todavía no estaban contabilizados los pagos.

Campaña 2023

Se ha obtenido el número de personas titulares de explotaciones que han aplicado la práctica de siembra directa, en cualquiera de las tres intervenciones en las que se incluye, a través del análisis de las explotaciones que solicitaron la ayuda en la Solicitud⁴³ única de 2023, para el nuevo periodo 2023-2027 del PEPAC.

Tabla 44. Número de personas beneficiarias según titularidad y Comunidad Autónoma.

CCAA	Personas Físicas	Personas Jurídicas	Total Solicitudes	%*
01. Andalucía	174	97	271	1,32
02. Aragón	3.887	684	4.571	22,26
03. Principado de Asturias	-	2	2	0,01
04. Illes Balears	20	2	22	0,11
06. Cantabria	7	10	17	0,08
07. Castilla-La Mancha	1.022	226	1.248	6,08

⁴³ Los datos se han obtenido de la base de datos RSU, con la actualización de fecha de 2 de septiembre de 2024.

CCAA	Personas Físicas	Personas Jurídicas	Total Solicitudes	%*
08. Castilla y León	7.517	1.110	8.627	42,02
09. Catalunya	3.636	472	4.108	20,01
10. Extremadura	59	27	86	0,42
11. Galicia	6	8	14	0,07
12. Comunidad de Madrid	71	27	98	0,48
13. Región de Murcia	34	4	38	0,19
14. Comunidad Foral de Navarra	1.047	149	1.196	5,82
15. Euskadi	28	17	45	0,22
16. La Rioja	122	32	154	0,75
17. Comunitat Valenciana	23	13	36	0,18
Total	17.653	2.880	20.533	100

Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU 2023. (Obtención de datos: 02/09/2024).

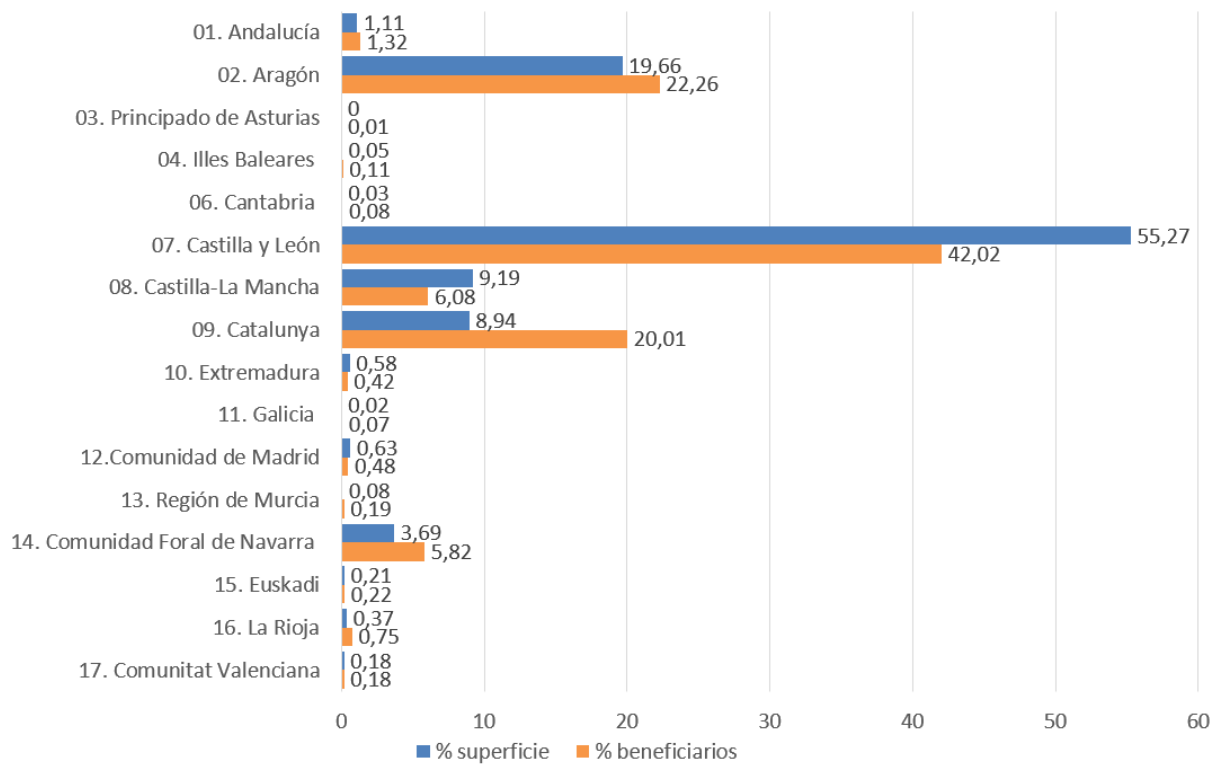
Nota: *porcentaje de contribución en el total nacional.

Como se observa en la Tabla 44 y en la Gráfica 14, a excepción de Asturias, Cantabria y Galicia, en el resto de comunidades autónomas la proporción de personas físicas es significativamente mayor al de entidades jurídicas.

Castila y León, Aragón y Catalunya aportan conjuntamente el 83 y 86% de las personas físicas beneficiarias al total nacional, que se eleva a 17.653 personas. También estas tres regiones son las que mayor cantidad de entidades jurídicas solicitantes registran, que en conjunto suponen el 78,6% de las 2.880 entidades solicitantes en el conjunto nacional.

De la misma forma que ocurría con la superficie, la región con mayor peso en el total nacional es Castilla y León, con el 42% del total de titulares beneficiarios y tras ella Aragón, con el 19,46%. Sin embargo, comparando el peso de la contribución de cada región al total nacional con el de los beneficiarios, se observa (Gráfica 14) que en Castilla y León o Castilla-La Mancha, las explotaciones tienen una extensión media mayor que en otras regiones, como por ejemplo en Catalunya, Aragón o la Comunidad Foral de Navarra.

Gráfica 14. Proporción de la superficie y los beneficiarios regionales en el total nacional (%).



Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU (2023) (Obtención de datos: 02/09/2024) y Balance PAC (2023 – 2024).

Campaña 2024

Tal como se detalla en la Tabla 45, salvo en Asturias y Galicia, en el resto de comunidades autónomas la participación de personas físicas beneficiarias supera a la de entidades jurídicas. Castilla y León, Aragón y Catalunya concentran conjuntamente el 82,8% de las personas físicas beneficiarias a nivel nacional, lo que equivale a 17.240 titulares y, además, registran también el mayor número de entidades jurídicas solicitantes, que en conjunto representan el 77,2% de las 2.959 entidades contabilizadas en el ámbito nacional.

Tabla 45. Número de personas beneficiarias según titularidad y Comunidad Autónoma.

CCAA	Personas Físicas	Personas Jurídicas	Total solicitudes	%*
01. Andalucía	224	98	322	1,59
02. Aragón	4.317	765	5.082	25,16
03. Principado de Asturias	1	0	1	0,00
04. Illes Balears	16	1	17	0,08
06. Cantabria	11	10	21	0,10
07. Castilla-La Mancha	1.083	246	1.329	6,58
08. Castilla y León	6.068	961	7.029	34,80
09. Catalunya	3.996	586	4.582	22,68
10. Extremadura	56	19	75	0,37
11. Galicia	6	3	9	0,04
12. Comunidad de Madrid	71	26	97	0,48

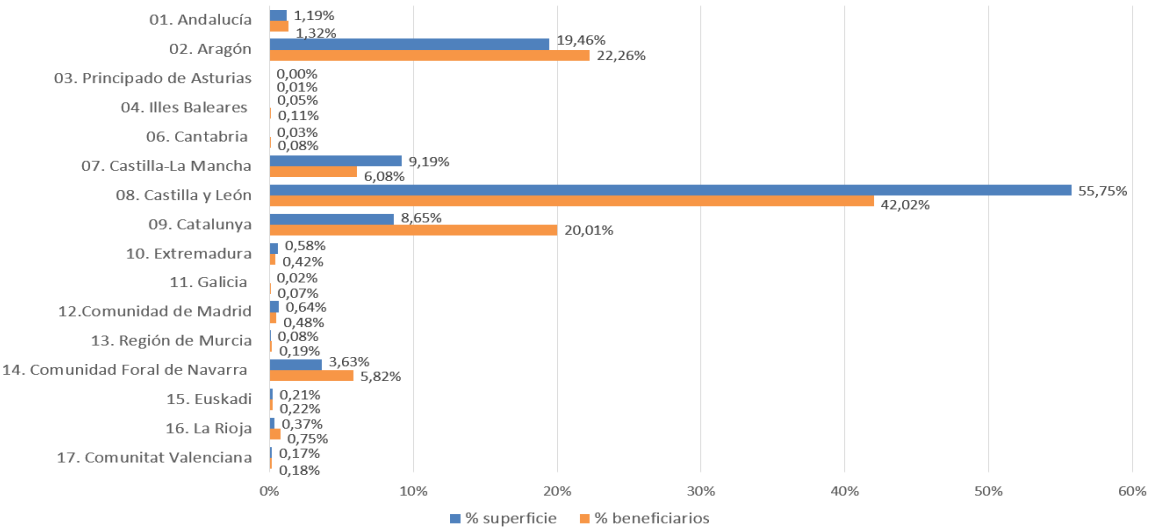
CCAA	Personas Físicas	Personas Jurídicas	Total solicitudes	%*
13. Región de Murcia	20	1	21	0,10
14. Comunidad Foral de Navarra	1.182	183	1.365	6,76
15. Euskadi	45	22	67	0,33
16. La Rioja	128	24	152	0,75
17. Comunitat Valenciana	16	14	30	0,15
Total nacional	17.240	2.959	20.199	100,00

Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU 2024.

Nota: *porcentaje de contribución en el total nacional.

De forma similar a lo ocurrido con la superficie, la región con mayor peso en el total nacional es **Castilla y León**, con el **34,95%** del total de titulares beneficiarios, seguida de **Aragón**, con el **25,16%**. Sin embargo, al comparar el peso de la contribución de cada región al total nacional con el de los beneficiarios, se observa (Gráfica 15) que en Castilla y León o Castilla-La Mancha las explotaciones presentan una extensión media mayor que en otras regiones.

Gráfica 15. Peso de la superficie y los beneficiarios regionales en el total nacional (%).



Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU (2023) (Obtención de datos: 02/09/2024) y Balance PAC (2023 – 2024).

Evolución 2023-2024

El análisis de las dos campañas de solicitudes muestra un descenso en el número de solicitudes para aplicar la práctica de la siembra directa, observando un descenso en el 1,63% de las solicitudes, según los datos disponibles en esta evaluación. Este efecto no es igual en todas las comunidades autónomas, registrando incrementos en algunas y descensos en otras, de distinta magnitud, como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 46. Evolución de personas físicas (PF), jurídicas (PJ) y total de solicitudes en el período 2023 – 2024 (% de cambio respecto a 2023).

CCAA	PF + PJ 2023	PF + PJ 2024	Ev. Total solicitudes
01. Andalucía	271	322	18,82%
02. Aragón	4.571	5.082	11,18%
03. Principado de Asturias	2	1	-50,00%
04. Illes Balears	22	17	-22,73%
06. Cantabria	17	21	23,53%
07. Castilla-La Mancha	8.627	1.329	-84,59%
08. Castilla y León	1.248	7.059	465,63%
09. Catalunya	4.108	4.582	11,54%
10. Extremadura	86	75	-12,79%
11. Galicia	14	9	-35,71%
12. Comunidad de Madrid	98	97	-1,02%
13. Región de Murcia	38	21	-44,74%
14. Comunidad Foral de Navarra	1.196	1.365	14,13%
15. Euskadi	45	67	48,89%
16. La Rioja	154	152	-1,30%
17. Comunitat Valenciana	36	30	-16,67%
Total nacional	20.533	20.199	-1,63%

Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU (2023 y 2024).

El análisis de la evolución en función de la tipología de la persona titular, personas físicas o personas jurídicas y el total de solicitudes entre los años 2023 y 2024 muestra que las solicitudes de personas físicas disminuyeron un -2,34%, mientras que las de personas jurídicas crecieron un 2,74%, lo que dejó una caída global más contenida en el total de solicitudes de -1,63%. Sin embargo, estas cifras agregadas presentan marcadas diferencias entre comunidades autónomas.

En el caso de las regiones con un mayor nivel de acogida, como en Castilla y León, Catalunya, Aragón y Navarra, la ayuda tuvo un efecto incentivador para la acogida de explotaciones, registrando incrementos en las solicitudes de ambas tipologías, tanto personas físicas como jurídicas. No es el caso de Castilla-La Mancha, que a pesar de encontrarse entre las regiones con un mayor nivel de acogida a nivel nacional sufrió un descenso en el total de solicitudes de ambas tipologías, de entre un 77 y un 86% de pérdida de explotaciones en las que se aplica la práctica.

Tabla 47. Proporción de incremento de personas físicas, jurídicas y total de solicitudes en el período 2023 – 2024 (%).

CCAA	Personas físicas	Personas jurídicas	Total solicitudes
01. Andalucía	28,74	1,03	18,82
02. Aragón	11,06	11,84	11,18
03. Principado de Asturias	*	-100,00	-50,00

CCAA	Personas físicas	Personas jurídicas	Total solicitudes
04. Illes Balears	-20,00	-50,00	-22,73
06. Cantabria	57,14	0,00	23,53
07. Castilla-La Mancha	-85,59	-77,84	-84,59
08. Castilla y León	495,30	331,42	465,63
09. Catalunya	9,90	24,15	11,54
10. Extremadura	-5,08	-29,63	-12,79
11. Galicia	-	-62,50	-35,71
12. Comunidad de Madrid	-	-3,70	-1,02
13. Región de Murcia	-41,18	-75,00	-44,74
14. Comunidad Foral de Navarra	12,89	22,82	14,13
15. Euskadi	60,71	29,41	48,89
16. La Rioja	4,92	-25,00	-1,30
17. Comunitat Valenciana	-30,43	7,69	-16,67
Total general	-2,34	2,74	-1,63

Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU (2023 y 2024).

Las caídas más pronunciadas en solicitudes de personas físicas se registraron en Castilla-La Mancha (-85,59%), Región de Murcia (-41,18%), Illes Balears (-20,00%), Comunitat Valenciana (-30,43%), reflejando una contracción significativa en estos territorios. En personas jurídicas, los descensos más relevantes se registran en Castilla-La Mancha (-77,84%), Región de Murcia (-75,00%), Illes Balears (-50,00%) y Galicia (-62,50%), confirmando que en varias comunidades la reducción afectó a ambas tipologías.

En contraste, varias comunidades experimentaron un incremento notable en las solicitudes. En personas físicas destacan Castilla y León (+495,30%), Euskadi (+60,71%) y Cantabria (+57,14%). Por su parte, las personas jurídicas crecieron con fuerza en Castilla y León (+331,42%), Euskadi (+29,41%) y Catalunya (+24,15%). En la mayoría de estos casos, el crecimiento en ambos tipos de solicitantes impulsó también el total de solicitudes, como se aprecia en Castilla y León (+465,63%), Euskadi (+48,89%) y Cantabria (+23,53%).

En suma, el período 2023–2024 muestra una dualidad territorial marcada, sin una tendencia clara generalizada que ha dado como resultado un descenso en el número total de explotaciones donde se aplica la siembra directa.

1.2.4.1. Beneficiarios clasificados por género

Campaña 2023

Como se muestra en la Tabla 48, de las 20.533 solicitudes, 17.653 se han realizado por personas físicas, el 85,97% del total.

Del total de solicitudes, 13.040 beneficiarios corresponden a hombres, el 63,51% del total de solicitudes y 4.612 a mujeres, el 22,46%, lo que refleja una mayor masculinización de la

práctica siembra directa respecto al total del sector agrario, teniendo en cuenta que el censo agrario 2020 muestra que el 29,92% de los jefes de explotación eran mujeres.

Tabla 48. Número de personas físicas (hombre mujer) y solicitantes totales de siembra directa (%). 2023.

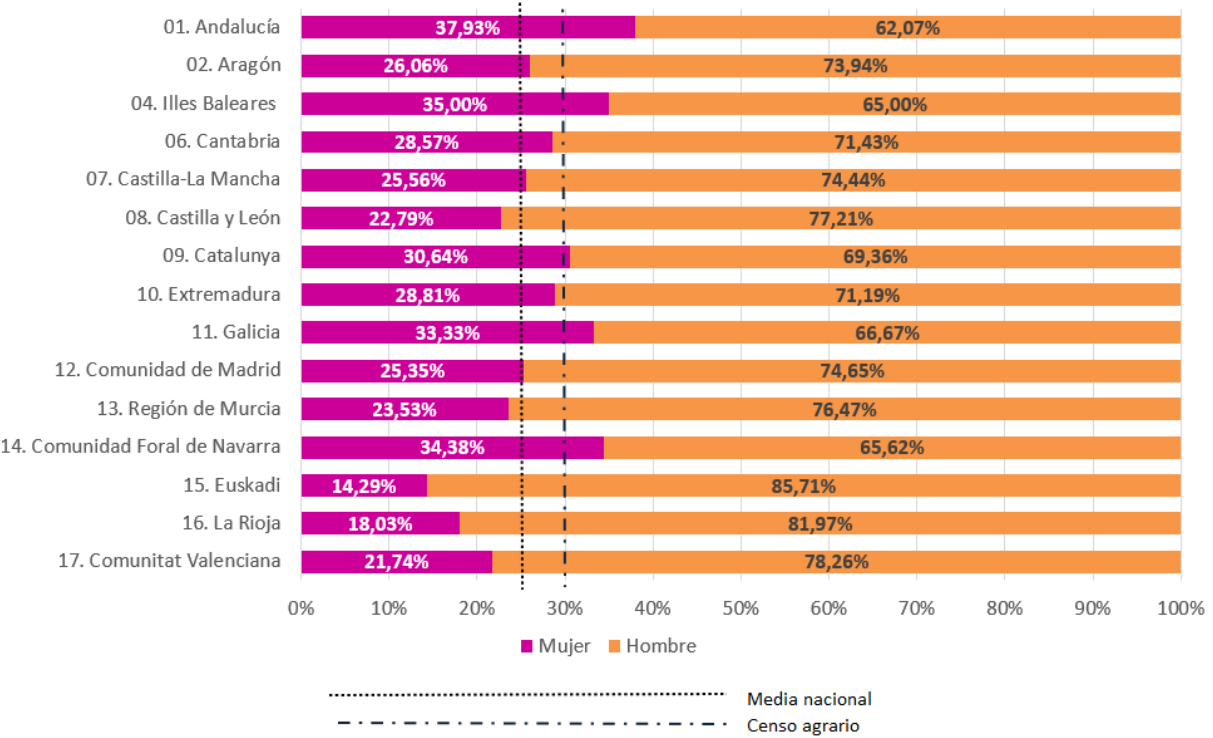
CCAA	Mujer		Hombre		Total
	N	%	N	%	
01. Andalucía	66	24,35	108	39,85	271
02. Aragón	1.013	22,16	2.874	62,87	4.571
03. Principado de Asturias	0	0,00	0	0,00	2
04. Illes Balears	7	31,82	13	59,09	22
06. Cantabria	2	11,76	5	29,41	17
07. Castilla-La Mancha	261	20,91	760	60,90	1.248
08. Castilla y León	1.713	19,86	5.804	67,28	8.627
09. Catalunya	1.114	27,12	2.522	61,39	4.108
10. Extremadura	17	19,77	42	48,84	86
11. Galicia	2	14,29	4	28,57	14
12. Comunidad de Madrid	18	18,37	53	54,08	98
13. Región de Murcia	8	21,05	26	68,42	38
14. Comunidad Foral de Navarra	360	30,10	687	57,44	1.196
15. Euskadi	4	8,89	24	53,33	45
16. La Rioja	22	14,29	100	64,94	154
17. Comunitat Valenciana	5	13,89	18	50,00	36
Total general	4.612	22,46	13.040	63,51	20.533

Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU (2023) (Obtención de datos: 02/09/2024).

Nota: %: Muestra el porcentaje según género o persona jurídica en el total de la región.

Aunque la masculinización es generalizada en todas las regiones, como muestra la Gráfica 16, algunas comunidades presentan mayor presencia de mujeres acercándose o superando a los valores del censo agrario para las titulares de explotaciones. Este es el caso de las solicitantes de Andalucía, con el 37,93% de mujeres; Illes Balears, con el 35% y Galicia, con el 33,33% de mujeres, aunque en ambos casos con un conjunto muy reducido de solicitantes totales; Navarra, con el 34,38% de mujeres y Catalunya, con el 30,64%.

Gráfica 16. proporción de mujeres y hombres en el total de personas físicas por Comunidad Autónoma (2023).



Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU (2023) (Obtención de datos: 02/09/2024).

Campaña 2024

En la campaña 2024, el número de solicitudes realizadas fue de **17.240**, de las cuales, **13.385** corresponden a hombres, el **77,64%** del total de solicitudes, **3.545** a mujeres, el **20,56%**, y **310** no especifican género, el **1,80%**, lo que, de igual manera que en 2023, refleja una marcada masculinización en la práctica de la siembra directa, mayor que la registrada en 2023, con el 22,46% de las solicitudes de esa campaña y aun mayor que la aplicable al sector agrario según los datos del Censo Agrario 2020, con el 29,92%.

Tabla 49. Número de personas físicas (hombre mujer) y solicitantes totales de siembra directa (%). 2024.

CCAA	Mujer		Hombre		*N/S		Total general
	N	%	N	%	N	%	
01. Andalucía	24	10,71	197	87,95	3	1,34	224
02. Aragón	278	6,44	4.010	92,89	29	0,67	4.317
03. Principado de Asturias		-	-	-	1	100,00	1
04. Illes Balears	7	43,75	9	56,25	-	-	16
06. Cantabria	4	36,36	7	63,64	-	-	11
07. Castilla-La Mancha	1.365	126,04	4.600	424,75	103	9,51	1.083
08. Castilla y León	263	4,33	800	13,18	20	0,33	6.068
09. Catalunya	1.152	28,83	2.744	68,67	100	2,50	3.996
10. Extremadura	15	26,79	38	67,86	3	5,36	56
11. Galicia	1	16,67	5	83,33	-	-	6

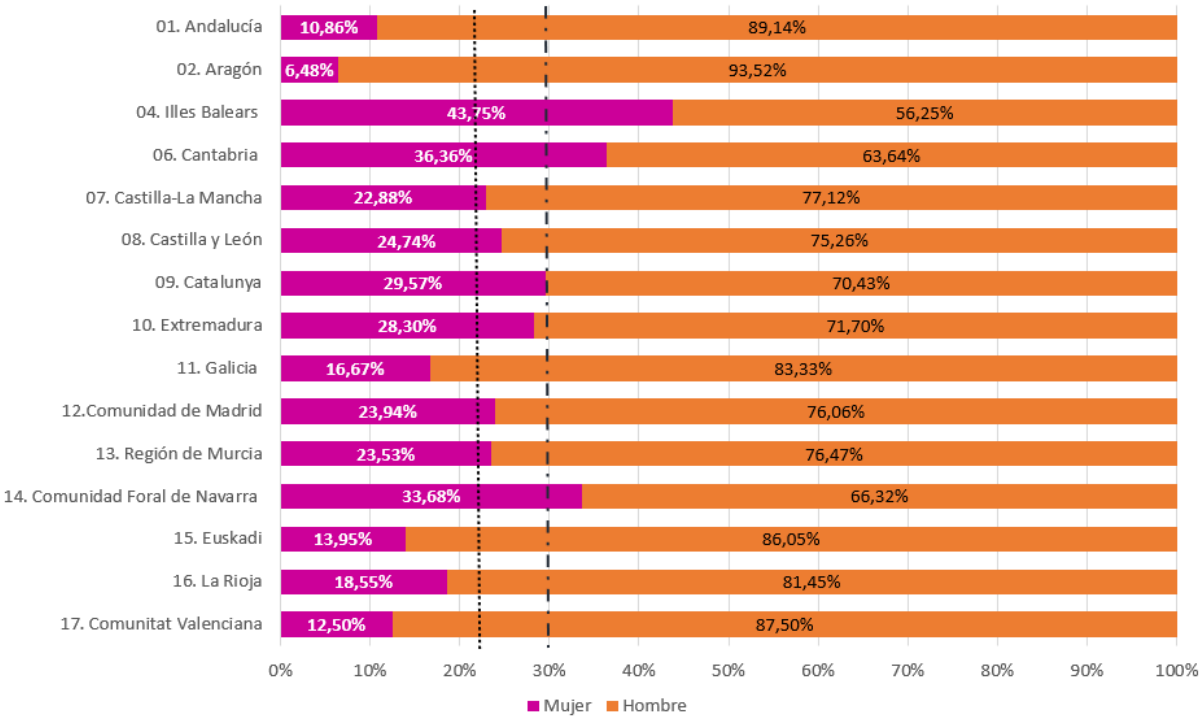
CCAA	Mujer		Hombre		*N/S		Total general
	N	%	N	%	N	%	
12.Comunidad de Madrid	17	23,94	54	76,06	-	-	71
13. Región de Murcia	4	20,00	13	65,00	3	15,00	20
14. Comunidad Foral de Navarra	384	32,49	756	63,96	42	3,55	1.182
15. Euskadi	6	13,33	37	82,22	2	4,44	45
16. La Rioja	23	17,97	101	78,91	4	3,13	128
17. Comunitat Valenciana	2	12,50	14	87,50	-	-	16
Total general	3.545	20,56	13.385	77,64	310	1,80	17.240

Fuentes: elaboración propia en base a la información de la BBDD de RSU 2024.

Nota: N/S*: Personas físicas no diferenciadas por género.

La masculinización es una constante, aunque con ciertas diferencias entre comunidades autónomas. Algunas regiones presentan una mayor participación relativa de mujeres, acercándose a los valores nacionales del censo agrario, pero en ningún caso superando este valor. Es el caso de Illes Balears, donde el 43,75% de las solicitudes de personas físicas corresponden a mujeres; Cantabria, con un 36,36%; y la Comunidad Foral de Navarra con un 33,68%, aunque en el caso de las primeras dos comunidades, el porcentaje se debe matizar al ser un número de solicitudes muy pequeño. Catalunya, con un 29,57%, constituye otra de las comunidades autónomas con mayor participación de mujeres, con un porcentaje cercano al registrado por el Censo Agrario.

Gráfica 17. proporción de mujeres y hombres en el total de personas físicas, que indican el género, por Comunidad Autónoma (2024).



Fuente: elaboración propia en base a la información de la BBDD del RSU 2024. Nota: hay un total de 310 personas que no han indicado el género.

Evolución 2023-2024

Como se ha indicado anteriormente, hay un descenso de explotaciones entre las dos campañas analizadas, que en el caso de las personas físicas supone 412 solicitudes menos. Al analizar el cambio por género se observa que el descenso es más acusado en mujeres, para las que se registra una pérdida entre campañas de 1.067 explotaciones, un 23,14% de descenso respecto a las solicitudes de 2023 que, para los hombres, para los que se registra un aumento nacional de 345 explotaciones, con un incremento del 2,65% respecto a las solicitudes de 2023.

Tabla 50. Cambios en las solicitudes, por género, entre 2023 y 2024. Cambios en el número de personas y de cambio.

CCAA	Mujer		Hombre	
	Nº	%	Nº	%
01. Andalucía	-42	-63,64%	89	82,41%
02. Aragón	-735	-72,56%	1.136	39,53%
03. Principado de Asturias	0	0,00%	0	0,00%
04. Illes Balears	0	0,00%	-4	-30,77%
06. Cantabria	2	100,00%	2	40,00%
07. Castilla-La Mancha	1.104	422,99%	3.840	505,26%
08. Castilla y León	-1.450	-84,65%	-5.004	-86,22%
09. Catalunya	38	3,41%	222	8,80%
10. Extremadura	-2	-11,76%	-4	-9,52%
11. Galicia	-1	-50,00%	1	25,00%
12. Comunidad de Madrid	-1	-5,56%	1	1,89%
13. Región de Murcia	-4	-50,00%	-13	-50,00%
14. Comunidad Foral de Navarra	24	6,67%	69	10,04%
15. Euskadi	2	50,00%	13	54,17%
16. La Rioja	1	4,55%	1	1,00%
17. Comunitat Valenciana	-3	-60,00%	-4	-22,22%
Total general	-1.067	-23,14%	345	2,65%

Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU (2023 y 2024).

Nota: en realidad se registra un descenso de personas físicas de 412, pero en la tabla se incluyen aquellas explotaciones en las que se indica el género.

Los cambios más elevados para las mujeres, en regiones en las que hay un número de solicitudes elevado, se produjeron en Castilla-La Mancha (+422%), Castilla y León (-84,65%) y Aragón (-72,56%).

1.2.4.2. Beneficiarios (personas físicas) por género y edad

Campaña 2023

Con la información disponible de edad proporcionada por las personas solicitantes, las personas físicas con menos de 40 años, suponen el 10,77% del total de personas físicas para el año 2023, con un total de 1.902 personas. Dentro de este total, las mujeres suponen el

12,72% de las personas jóvenes, mientras que los hombres abarcan el 87,28% de las solicitudes, por lo que la masculinización es más acentuada entre los jóvenes.

Como se observa en la Tabla 51, la participación de las personas jóvenes no es similar en todas las regiones, y puede llegar a alcanzar el 30% del total de personas físicas, como es el caso de Illes Balears, aunque no es representativo debido al bajo número de solicitudes. En las regiones con mayor acogida de la práctica, la participación oscila entre casi el 8% de Navarra y alrededor del 12,54% de Aragón. Las mujeres jóvenes suponen el 12,72% del total de personas jóvenes a nivel nacional, con porcentajes muy variables entre regiones. En aquellas con mayor cantidad de solicitudes las mujeres jóvenes oscilan entre casi el 11% y casi el 17% del total de personas jóvenes que se acogen a la ayuda, por lo que en este sector poblacional podría estar acentuándose la masculinización.

Tabla 51. Número de beneficiarios (personas físicas) clasificados según género y edad por comunidad autónoma.

CCAA	Mujer		Hombre		≤40		Mujer ≤40
	≤40	>40	≤40	>40	N	%*	%**
01. Andalucía	1	65	18	90	19	10,92	5,26
02. Aragón	61	952	422	2.452	483	12,43	12,63
03. Principado de Asturias	-	-	-	-	-	-	-
04. Illes Balears	2	5	4	9	6	30,00	33,33
06. Cantabria	-	2	1	4	1	14,29	0,00
07. Castilla-La Mancha	16	245	101	659	821	11,46	13,68
08. Castilla y León	88	1.625	733	5.071	117	10,92	10,72
09. Catalunya	56	1.058	277	2.245	333	9,16	16,82
10. Extremadura	2	15	6	36	8	13,56	25,00
11. Galicia	1	1	0	4	1	16,67	100,00
12. Comunidad de Madrid	1	17	8	45	9	12,68	11,11
13. Región de Murcia	1	7	1	25	2	5,88	50,00
14. Comunidad Foral de Navarra	13	347	70	617	83	7,93	15,66
15. Euskadi	-	4	1	23	1	3,57	0,00
16. La Rioja	-	22	14	86	14	11,48	0,00
17. Comunitat Valenciana	-	5	4	14	4	17,39	0,00
Total	242	4.370	1.660	11.380	1.902	10,77	12,72

Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU (2023). (Obtención de datos:02/09/2024). Nota:

* Proporción de las personas jóvenes en el total de las personas físicas. ** % de las mujeres jóvenes en el total de personas jóvenes.

Campaña 2024

A nivel nacional, las personas solicitantes de la ayuda de siembra directa menores de 40 años suponen el **11,42%** del total de personas físicas beneficiarias, con **1.968** solicitudes. No obstante, su distribución no es homogénea y muestra diferencias, como se muestra en la Tabla 52.

Existen comunidades como **Castilla y León (11,34%)**, **Aragón (13,18%)**, **Catalunya (9,81%)** **Castilla-La Mancha (13,20%)** y **Navarra (8,63%)**, que destacan no sólo por su proporción de jóvenes beneficiarios, sino también por su peso en el conjunto nacional en términos absolutos.

Las mujeres jóvenes representan en el conjunto nacional en la campaña 2024 el 9,74% de las personas de este sector poblacional, lo que supone una masculinización acusada.

Tabla 52. Número de beneficiarios (personas físicas) clasificados según género y edad por comunidad autónoma.

CCAA	Mujer		Hombre		*N/S		≤40		Mujer
	≤40	>40	≤40	>40	%**	>40	N	%	≤40
01. Andalucía	1	23	21	176	0	3	22	9,82	4,55
02. Aragón	19	259	539	3.471	11	18	569	13,18	3,41
03. Principado de Asturias	-	-	-	-	0	1	-	-	0
04. Illes Balears	2	5	2	7	-	-	4	25,00	50,00
06. Cantabria	0	4	2	5	-	-	2	18,18	0,00
07. Castilla-La Mancha	15	248	122	678	6	14	143	13,20	10,95
08. Castilla y León	69	1.296	573	4.027	46	57	688	11,34	10,75
09. Catalunya	56	1.096	306	2.438	30	70	392	9,81	15,47
10. Extremadura	1	14	7	31	3	0	11	19,64	12,50
11. Galicia	0	1	0	5	-	-	0	0,00	0
12.Comunidad de Madrid	1	16	8	46	-	-	9	12,68	11,11
13. Región de Murcia	0	4	1	12	2	1	3	15,00	0,00
14. Comunidad Foral de Navarra	16	368	76	680	10	32	102	8,63	17,39
15. Euskadi	0	6	4	33	0	2	4	8,89	0,00
16. La Rioja	1	22	14	87	1	3	16	12,50	6,67
17. Comunitat Valenciana	0	2	3	11	-	-	3	18,75	0,00
Total general	181	3.364	1.678	11.707	109	201	1.968	11,42	9,74

Fuentes: elaboración propia en base a la información de la BBDD del RSU 2024.

Nota: N/S*: Personas físicas no diferenciadas por género.

*% Proporción de las personas jóvenes en el total de las personas físicas.

Evolución 2023-2024

El análisis de la evolución de las solicitudes presentadas por personas físicas jóvenes, es decir con edad menor o igual a 40 años, entre las campañas 2023 y 2024, muestra un ligero aumento del nivel de acogida de la práctica a nivel nacional del 3,47%, lo que refleja una relativa estabilidad de este grupo frente a las reducciones observadas en el conjunto de personas físicas. La evolución presenta una marcada heterogeneidad territorial: mientras que en algunas comunidades autónomas la participación de personas jóvenes se redujo de forma importante, como en el caso de Castilla y León, en otras se incrementó notablemente, como en Castilla-La Mancha, Catalunya y Aragón, como regiones con un mayor nivel de acogida.

Tabla 53. Evolución del nivel de acogida de las personas físicas jóvenes en siembra directa entre 2023 y 2024 (Nº de personas).

CCAA	Mujer	Hombre	Total	%
01. Andalucía	-	3	3	15,79
02. Aragón	-42	117	86	17,81
03. Principado de Asturias	-	-	-	-
04. Illes Balears	-	-2	-2	-33,33
06. Cantabria	-	1	1	-
07. Castilla-La Mancha	-1	21	26	22,22
08. Castilla y León	-19	-160	-133	-16,20
09. Catalunya	-	29	59	17,72
10. Extremadura	-1	1	3	37,50
11. Galicia	-1	-	-1	-100,00
12. Comunidad de Madrid	-	-	-	-
13. Región de Murcia	-1	-	1	50,00
14. Comunidad Foral de Navarra	3	6	19	22,89
15. Euskadi	-	3	3	300,00
16. La Rioja	1	-	2	14,29
17. Comunitat Valenciana	-	-1	-1	-25,00
Total general	-61	18	66	3,47

Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU (2023 y 2024).

Nota: en el total de jóvenes se incluyen aquellas personas que han indicado la edad, aunque no el género.

La evolución en el nivel de acogida también muestra diferencias en función del género: en las mujeres jóvenes se detecta una pérdida de interés en casi todas las regiones (a excepción de La Rioja y Navarra) mientras que en los hombres jóvenes aumenta el volumen de solicitudes.

1.2.4.3. Formación agraria de jefes de explotación

Campaña 2023

Según los datos recopilados en la Solicitud única a nivel nacional, del total de personas solicitantes en 2023 que se acogieron a la práctica de siembra directa, 12.594 de solicitantes, el 61,34% de los jefes de explotación, tienen conocimientos agrarios adquiridos a través de la experiencia práctica, como se muestra en la Tabla 54. El siguiente bloque con más solicitantes reúne a 5.636 personas, el 27,44% de los jefes de explotación, que han recibido cursos de formación agraria; 1.548 personas, el 7,53% tiene formación profesional agraria y, finalmente, 755 personas, un 3,67%, disponen de estudios universitarios o formación superior agraria.

Tabla 54. Tipo de formación de los jefes de explotaciones con siembra directa. 2023. Nº personas.

CCAA	Sólo experiencia práctica agraria	Cursos de formación agraria	Formación profesional agraria	Estudios universitarios o superior (agrario)	Total
01. Andalucía	171	52	5	43	271
02. Aragón	2.206	1.550	575	240	4.571
03. Principado de Asturias	-	2	-	-	2

CCAA	Sólo experiencia práctica agraria	Cursos de formación agraria	Formación profesional agraria	Estudios universitarios o superior (agrario)	Total
04. Illes Balears	6	8	6	2	22
06. Cantabria	9	6	1	1	17
07. Castilla-La Mancha	683	473	33	59	1.248
08. Castilla y León	6.261	1.721	464	181	8.627
09. Catalunya	2.367	1.220	383	138	4.108
10. Extremadura	52	22	2	10	86
11. Galicia	7	6	1	-	14
12. Comunidad de Madrid	43	44	2	9	98
13. Región de Murcia	19	17	-	2	38
14. Comunidad Foral de Navarra	662	422	62	50	1.196
15. Euskadi	26	16	-	3	45
16. La Rioja	70	56	14	14	154
17. Comunitat Valenciana	12	21	-	3	36
Total general	12.594	5.636	1.548	755	20.533

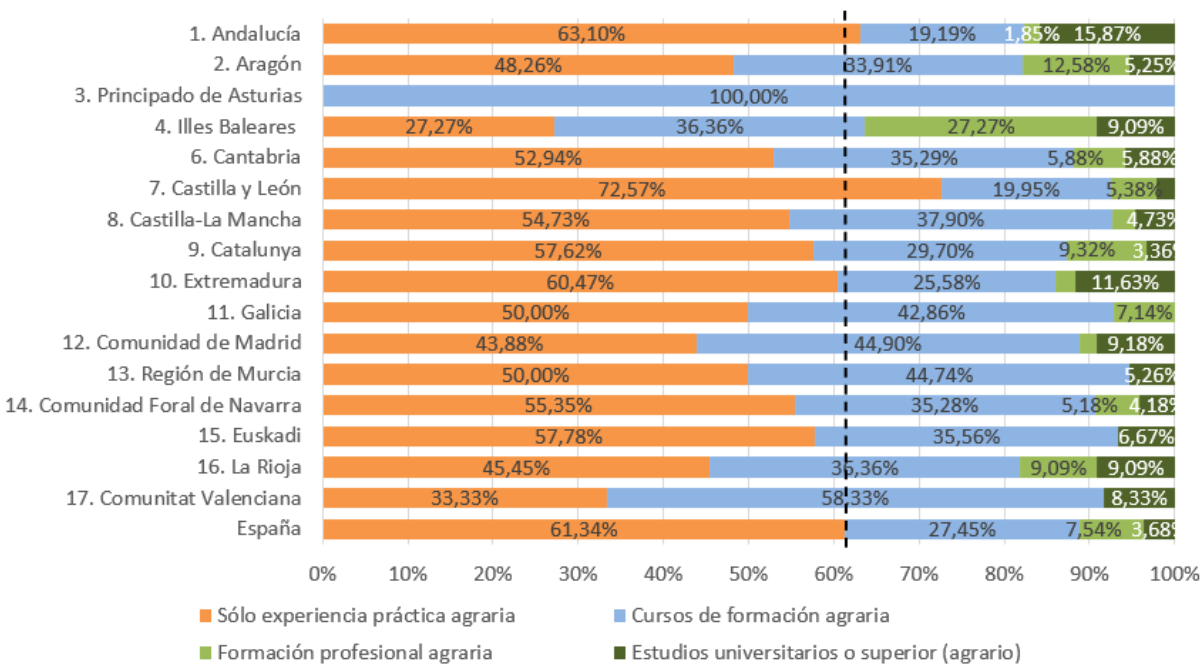
Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU 2023. (Obtención de datos: 02/09/2024).

La formación de las personas acogidas a la ayuda no siempre guarda las mismas proporciones entre regiones. En este caso, aquellas en las que el grupo mayoritario tiene solo experiencia práctica (EPA) son Andalucía, con un porcentaje muy similar al nacional, Aragón, Cantabria, Castilla y León, que destaca por superar la media nacional y además ser una región con elevado nivel de aplicación de la práctica, Castilla-La Mancha, Catalunya, Extremadura, Galicia, Murcia, Navarra, Euskadi y La Rioja con un porcentaje inferior a la media nacional.

En Asturias, Illes Balears, Comunidad de Madrid, y Comunitat Valenciana el grupo mayoritario es el de aquellas personas con cursos de formación agraria (CFA), aunque estas regiones no cuentan con un grupo muy numeroso de beneficiarios que se acogiesen a la práctica de siembra directa.

La formación universitaria (EUS/A) suele recaer en el grupo minoritario en la mayor parte de las regiones, a excepción de Andalucía, Extremadura, la Comunidad de Madrid, y la Rioja, en las que sus proporciones son iguales o superiores a las de las personas con formación profesional. En este caso, destaca Andalucía, en la que el grupo con formación universitaria supera con creces la media nacional y la del resto de regiones, con un grupo relativamente numeroso, de 50 personas.

Gráfica 18. Nivel de formación agraria de los jefes de explotación, respecto al total de cada región.



Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU (2023.) (Obtención de datos: 02/09/2024).

En función del género, como se observa en la Tabla 55, se evidencian diferencias significativas en la formación de las personas jefes de explotación. En ambos sexos, la mayoría de las personas cuenta con formación basada exclusivamente en experiencia práctica agraria (EPA), aunque el porcentaje de mujeres respecto al total es mayor que el de hombres, con un 78,7% de mujeres frente a un 56% de hombres con este nivel de formación (Tabla 55). La elevada concentración de mujeres en este estrato de formación hace que la proporción en los siguientes niveles sea siempre menor a la de hombres.

En este caso, la única excepción entre ambos grupos poblacionales se observa en el estrato de más formación, estudios universitarios y/o superiores agrarios, ya que para los hombres es el que menos personas reúne mientras que las mujeres duplican al estrato anterior, relativo a la formación profesional agraria.

Tabla 55. Tipo de formación agraria de los jefes de explotación según el género a nivel nacional.

Tipo de formación	Hombre	Mujer	% Hombre	% Mujer
EPA: Experiencia práctica agraria	8.902	3.688	56,20	78,70
CFA: Cursos de formación agraria	4.801	833	30,31	17,78
FPA: Formación profesional agraria	1.489	59	9,40	1,26
EUS/A: Estudios universitarios y/o superiores agrarios	649	106	4,10	2,26
Total	15.841	4.686	100,00	100,00

Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU 2023. (Obtención de datos: 02/09/2024).

Campaña 2024

Según la información registrada para los solicitantes de siembra directa en la Solicitud Única a nivel nacional correspondiente a la campaña 2024, 11.910 personas, el 58,96% de los jefes de explotación, declaran contar únicamente con conocimientos que provienen de la

experiencia práctica, que es la modalidad formativa predominante. Tras ella, el 28,77% de los solicitantes de siembra directa han recibido también cursos de formación agraria; el 8,30% ha accedido a la formación profesional agraria y el 3,96% tiene estudios universitarios o superiores agrarios.

Tabla 56. Tipo de formación de los jefes de explotaciones con siembra directa. 2024. Nº personas.

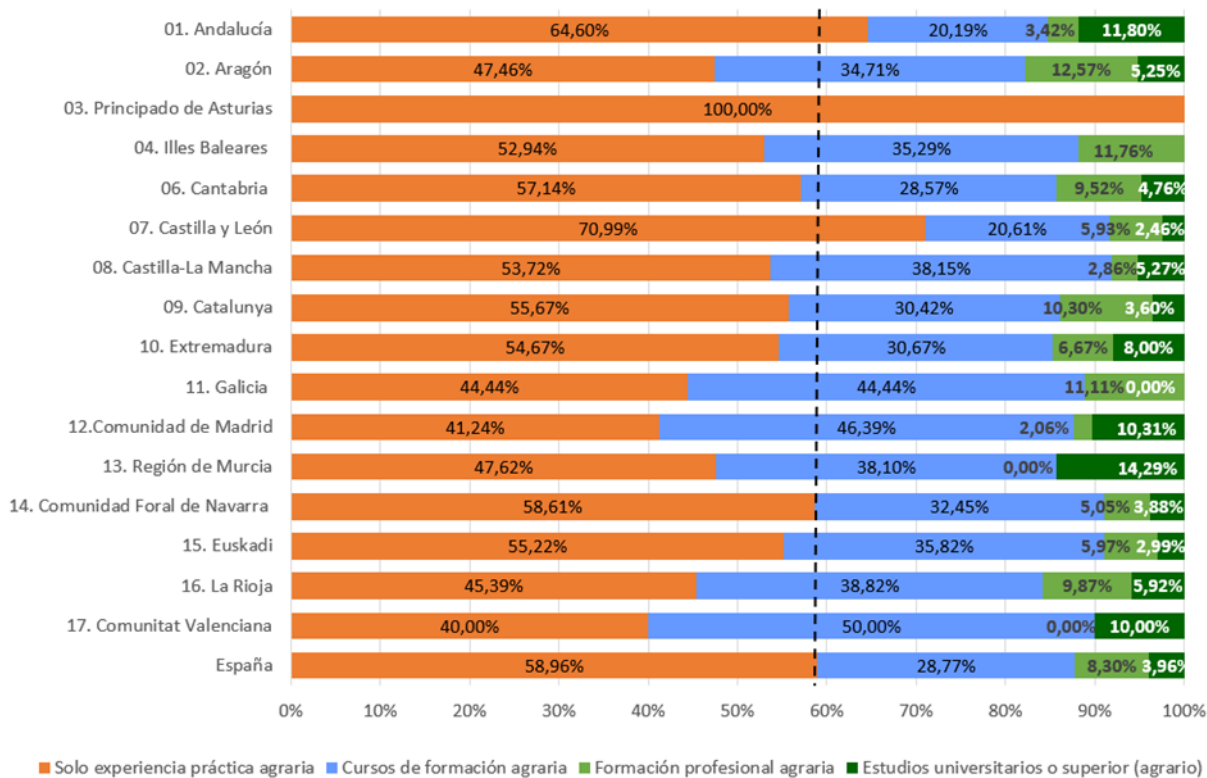
CCAA	Solo experiencia práctica agraria	Cursos de formación agraria	Formación profesional agraria	Estudios universitarios o superior (agrario)	Total general
01. Andalucía	208	65	11	38	322
02. Aragón	2.412	1.764	639	267	5.082
03. Principado de Asturias	1	-	-	-	1
04. Illes Balears	9	6	2	-	17
06. Cantabria	12	6	2	1	21
07. Castilla-La Mancha	714	507	38	70	1.329
08. Castilla y León	4.990	1.449	417	173	7.029
09. Catalunya	2.551	1.394	472	165	4.582
10. Extremadura	41	23	5	6	75
11. Galicia	4	4	1	-	9
12. Comunidad de Madrid	40	45	2	10	97
13. Región de Murcia	10	8	-	3	21
14. Comunidad Foral de Navarra	800	443	69	53	1.365
15. Euskadi	37	24	4	2	67
16. La Rioja	69	59	15	9	152
17. Comunitat Valenciana	12	15	-	3	30
Total general	11.910	5.812	1.677	800	20.199

Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU 2024.

Al observar la distribución regional, se observa, igual que en 2023, que la experiencia práctica predomina en la mayoría de las comunidades autónomas, especialmente en aquellas con un alto número de jefes de explotación, aunque la media nacional es ligeramente inferior, en algo más de 4 puntos porcentuales, respecto a la campaña anterior. Andalucía y Castilla y León siguen superando la media nacional y mientras en la primera ha incrementado ligeramente la proporción de este grupo, en Castilla y León se ha reducido ligeramente. De forma similar, en Catalunya, Castilla-La Mancha y Andalucía, más de la mitad de los titulares de explotación también se formaron exclusivamente a través de la práctica agraria.

Sigue destacando la proporción, mayor a la media nacional, del grupo de solicitantes con estudios superiores agrarios en Andalucía, Madrid, Murcia y C. Valenciana, aunque en estas dos últimas regiones no hay un grupo importante de solicitantes de siembra directa.

Gráfica 19. Nivel de formación agraria de los jefes de explotación. respecto al total de cada región.



Fuente: elaboración propia con información de la BBDD del RSU (2024).

En relación al género y al tipo de formación para el año 2024, de la misma forma que en 2023, en ambos sexos, la mayoría cuenta con formación basada exclusivamente en **experiencia práctica agraria (EPA)**, y el porcentaje de mujeres continúa siendo superior al de los hombres: **78,45% de mujeres frente a 54,79% de hombres**.

Al igual que en el año 2023, la única excepción entre ambos grupos se observa en el nivel más alto de formación, correspondiente a los **estudios universitarios y/o superiores agrarios (EUS/A)**. En el caso de las mujeres, este estrato representa el **2,26%**, lo que supone una proporción superior a la observada en la **formación profesional agraria (FPA)** (**1,42%**), repitiéndose así la detectado en 2023. Entre los hombres, en cambio, la distribución sigue una secuencia descendente: **9,78% accede a formación profesional agraria y solo 4,17% alcanza el nivel universitario o superior**.

Tabla 57. Tipo de formación agraria de los jefes de explotación según el género a nivel nacional.

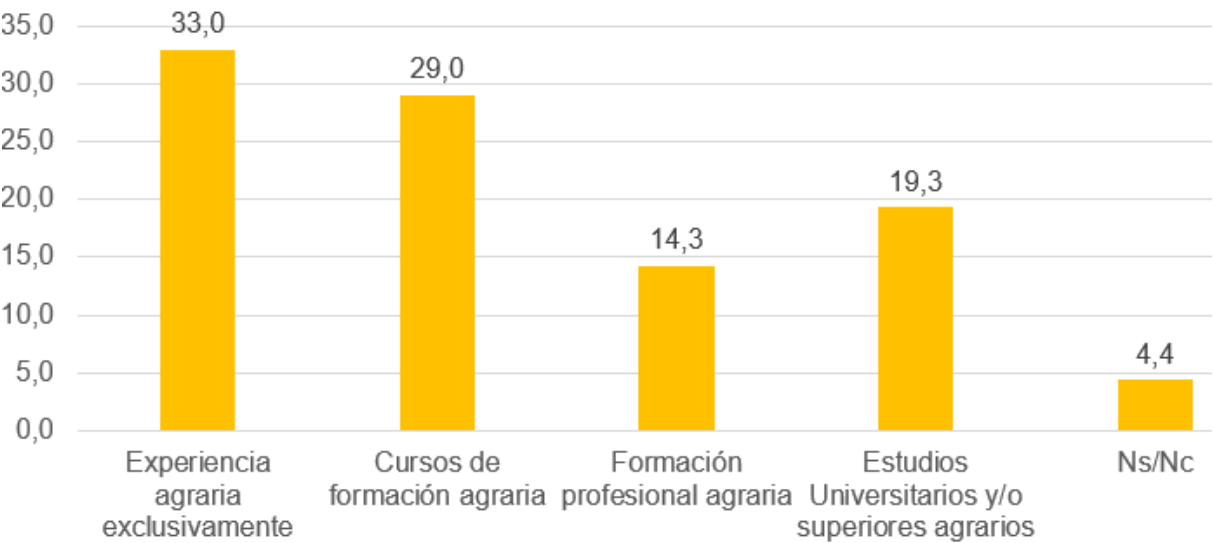
Tipo de formación	HOMBRE	MUJER	*N/S	% Hombre	% Mujer	% N/S
EPA: Experiencia práctica agraria	8.597	2.708	157	54,79	78,45	62,06
CFA: Cursos de formación agraria	4.904	617	65	31,26	17,87	25,69
FPA: Formación profesional agraria	1.535	49	16	9,78	1,42	6,32
EUS/A: Estudios universitarios o superiores	654	78	15	4,17	2,26	5,93
Total género	15.690	3.452	253	100,00	100,00	100,00

Fuente: Elaboración propia con información de la BBDD del RSU 2024.

Nota: N/S*: Personas físicas no diferenciadas por género.

Más allá de la información proporcionada en esta base de datos, el nivel de formación de las personas que han respondido al sondeo de opinión realizado a las personas que han declarado la práctica en 2023 o 2024, y las respuestas están el línea con los datos del RSU ya que se observa que la mayor parte de ellas apuntan a una experiencia exclusivamente agraria seguidos de cursos de formación agraria, con escasa representación de personas con formación profesional, aunque un nivel ligeramente superior de aquellas personas con estudios universitarios, que previsiblemente tengan mayor aptitud o capacidad para responder a encuestas digitales.

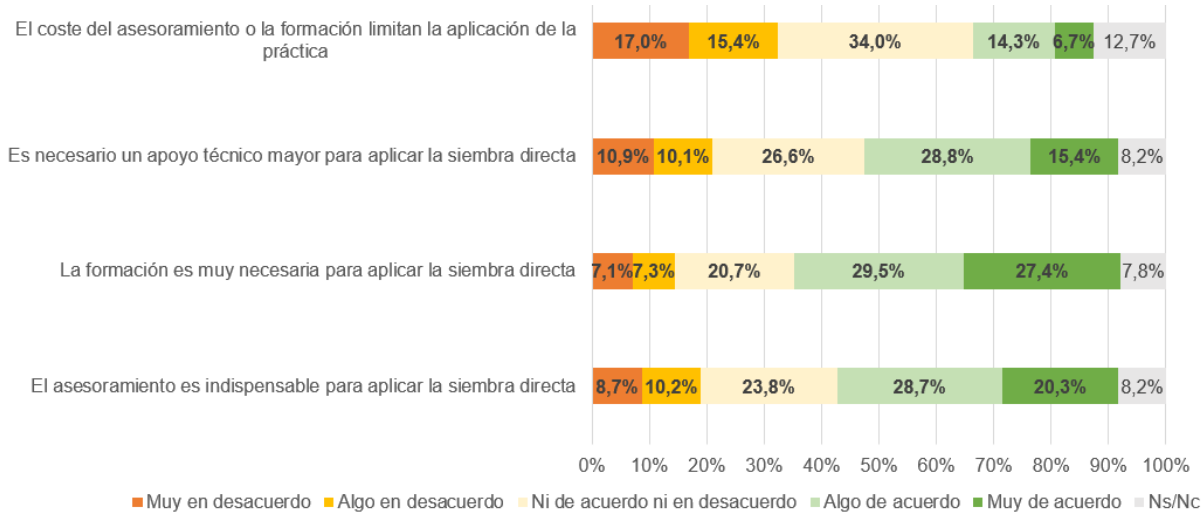
Gráfica 20. Proporción del total de personas que han respondido a la encuesta en función de su nivel formativo



Fuente: sondeo de opinión realizado a las personas que han declarado la siembra directa en 2023 y 2024.

En este sondeo el 36,1% de las respuestas apunta que se ha recibido formación o asesoramiento para llevar a cabo la siembra directa, frente a un 57,6% que no.

Gráfica 21. Proporción opiniones sobre el asesoramiento y la formación



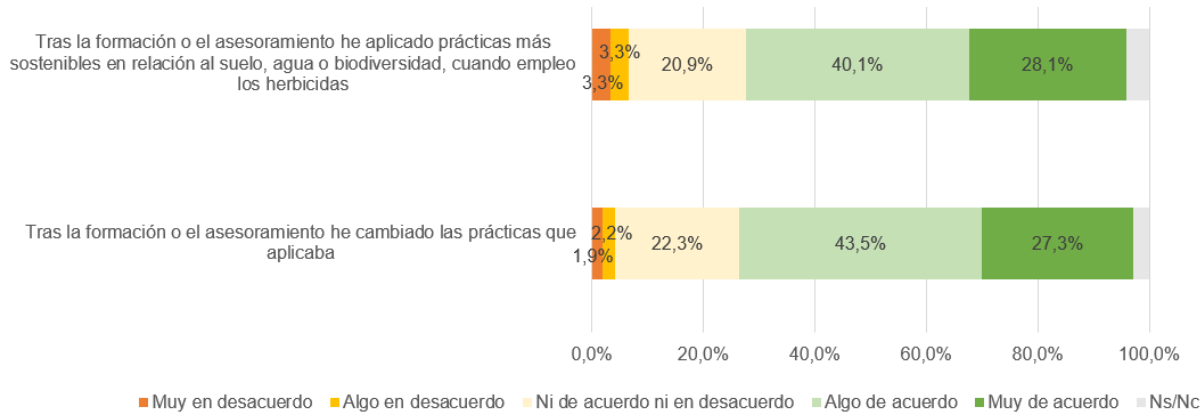
Fuente: sondeo de opinión realizado a las personas que han declarado la siembra directa en 2023 y 2024.

Aproximadamente la mitad de las personas piensan que el asesoramiento (49%) o la formación (57%) son necesarias o indispensables para aplicar la siembra directa, frente a un 18,9% que opina que no está de acuerdo con este aspecto en relación con el asesoramiento y el 14,5% en el caso de la formación, a pesar del bajo nivel formativo de un porcentaje elevado de personas.

Un 44% indica que es necesario un mayor apoyo técnico para aplicar la práctica y un 21% señala que el coste de este apoyo, bien a través del asesoramiento o de la formación suponen una limitación.

La opinión en cuanto los resultados de la formación y el asesoramiento muestra que se cambian las prácticas que se aplicaban en un 70,8% de los casos, con mayor o menor intensidad y que incide en la aplicación de prácticas más sostenibles, en el 68,2%, aunque todavía queda margen de mejora de los resultados, en alrededor del 26% de las respuestas, en las que no se producen estos resultados.

Gráfica 22. Resultados del asesoramiento y la formación.

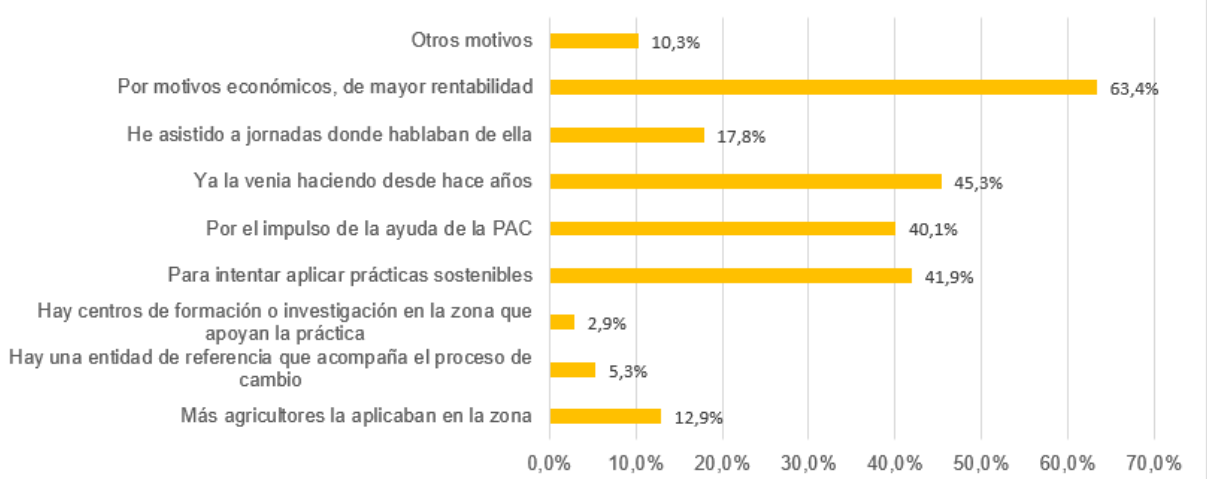


Fuente: sondeo de opinión realizado a las personas que han declarado la siembra directa en 2023 y 2024.

Finalmente, según se señala por aquellas personas que han respondido al sondeo de opinión, la formación y la divulgación son importantes para motivar la aplicación de la práctica, como

se observa en la siguiente gráfica, más allá de que la principal motivación reside en los motivos económicos, como se señala en el 63,4% de los casos. No obstante, en el 45,3% de las respuestas se indica que la motivación tiene su origen en la experiencia de aplicar la práctica antes de la aplicación del PEPAC, ligeramente por encima de la motivación que ha supuesto la ayuda del PEPAC para el 40,1% de las personas. Las jornadas han tenido un efecto positivo para considerar la práctica en casi el 18% de las personas y la observación de otras explotaciones han supuesto un efecto motivador en casi el 13%. Las entidades de referencia han sido importantes para aplicar la práctica en el 5.3% de las respuestas.

Gráfica 23. Motivación para aplicar la práctica basada en la formación y la divulgación.



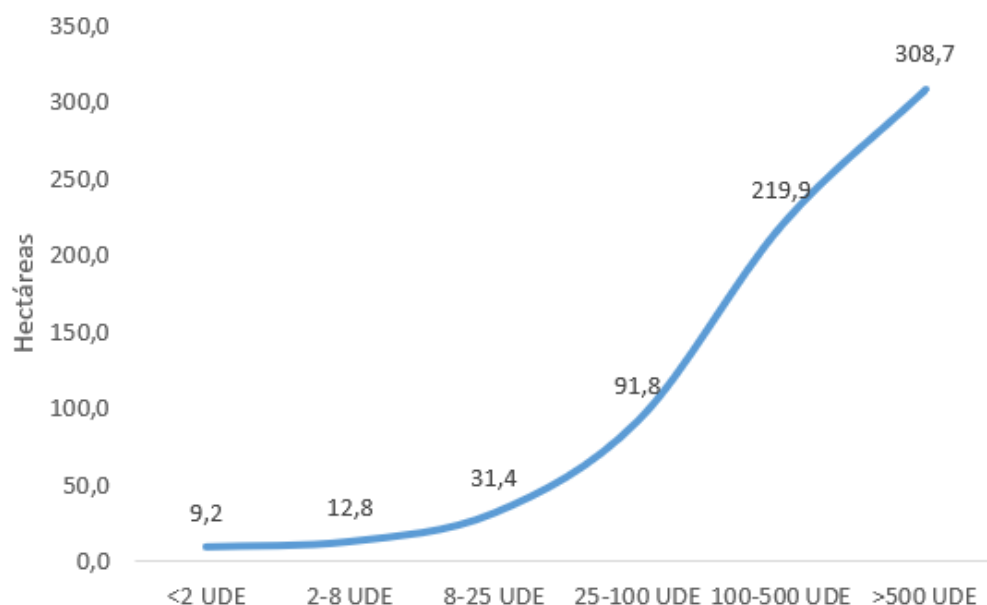
Fuente: sondeo de opinión realizado a las personas que han declarado la siembra directa en 2023 y 2024.

1.2.5. Análisis de la dimensión económica de las explotaciones

Al objeto de poder analizar las características de las explotaciones en relación a su dimensión económica, se ha rescatado la información existente sobre este último indicador de la última anualidad de la Base de Datos de Explotaciones (BDEX), que para esta evaluación es del año 2022. Esto supone que, de un total de explotaciones de siembra del 4,3% en 2023 y del 6,9% en 2024.

Para mostrar el alcance de la dimensión física en función de la dimensión económica de las explotaciones que se han acogido al régimen de siembra directa, se representan estas características en la Gráfica 24, en la que se observa que la extensión de las explotaciones más pequeñas ronda las 9 hectáreas y las de mayor dimensión económica está en torno a las 309 ha.

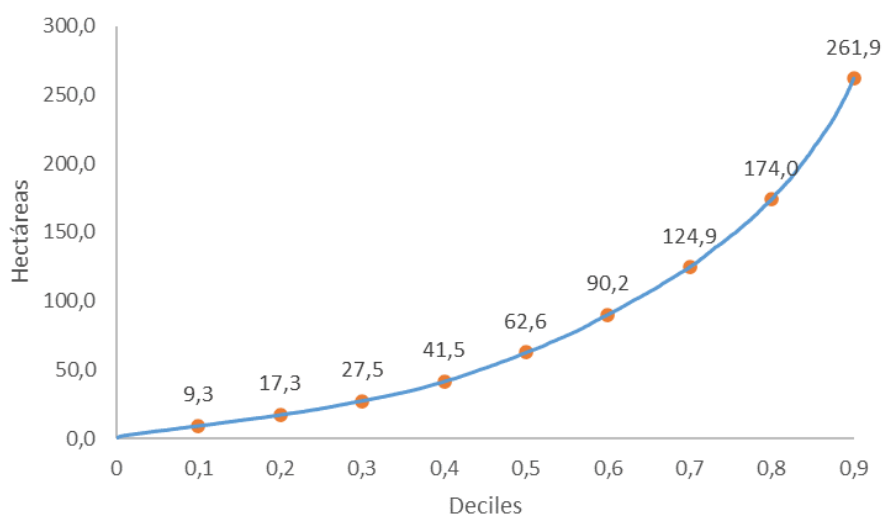
Gráfica 24. Media de hectáreas por nivel de unidad de dimensión económica (UDE) para las explotaciones acogidas a siembra directa en 2023 y 2024. Superficie total de la explotación.



Fuente: elaboración propia a partir de la información de la RSU y BDEX 2022.

Para ofrecer una visión más completa sobre la caracterización del tamaño de las explotaciones que aplican la siembra directa se ha analizado el reparto de explotaciones en función de los deciles, en función de su superficie total. Según la siguiente gráfica, el 50% de las explotaciones en España tienen una extensión menor de 62,6 hectáreas en la campaña 2024.

Gráfica 25. Superficie total de las explotaciones acogidas a siembra directa en 2024. Deciles y hectáreas.



Fuente: elaboración propia a partir de la información de la RSU y BDEX 2022.

Las explotaciones más numerosas se encuentran en los tramos entre 25 y 500 UDE, aunque en aquellas entre 2 y 25 UDE también se aplica la siembra directa en porcentajes muy alto de

la explotación y también son muy numerosas respecto al total del conjunto de siembra directa, como se observa en la siguiente tabla.

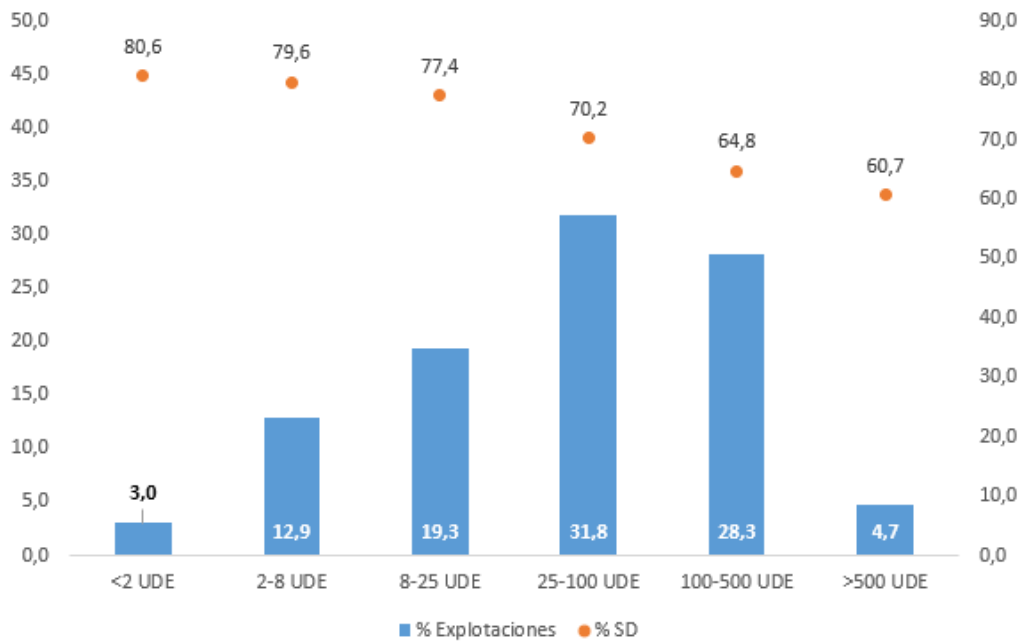
Tabla 58. Características de las explotaciones acogidas a siembra directa.

Dimensión económica	Nº explotaciones		Media de Superficie total explotación (ha)		Media de Superficie siembra directa (ha)	
	2023	2024	2023	2024	2023	2024
<2 UDE	588	566	7,2	11,4	4,8	6,6
2-8 UDE	2.453	2.430	12,2	13,3	9,1	9,9
8-25 UDE	3.686	3.635	30,6	32,1	22,0	23,4
25-100 UDE	6.343	5.971	89,5	94,3	60,4	63,7
100-500 UDE	5.738	5.311	217,9	222,0	126,3	131,6
>500 UDE	842	882	319,3	298,5	150,8	143,6
Sin identificar	883	1.404	77,3	85,1	54,0	59,9
Total	20.533	20.199	112,1	112,9	67,6	69,5

Fuente: elaboración propia a partir de la información de la RSU y BDEX 2022.

La dimensión económica se relaciona de forma inversa con el porcentaje dedicado a siembra directa ya que las explotaciones más grandes dedican a esta práctica una proporción menor de su superficie, tal y como podemos ver en la Tabla 58 y la Gráfica 26. Tal y como se observa en la Tabla 59, el mayor porcentaje de las explotaciones de 2023 y 2024, que ronda el 32% en del total ambos años, se encuentran en la categoría 25-100 UDE y ellas, la media de su dedicación a la siembra directa está alrededor del 70.

Gráfica 26. Porcentaje de explotaciones por UDE y porcentaje de superficie medio dedicado a siembra directa para cada una de ellas en 2024.



Fuente: elaboración propia a partir de la información de la RSU y BDEX 2022.

De total de explotaciones, aproximadamente un 26% en el 2023 y un 25% en el 2024 aplican esta práctica en el total de la superficie declarada de la explotación. Este porcentaje aumenta en los rangos de dimensión económica menores y disminuye en aquellos tramos superiores, como se observa en la siguiente tabla.

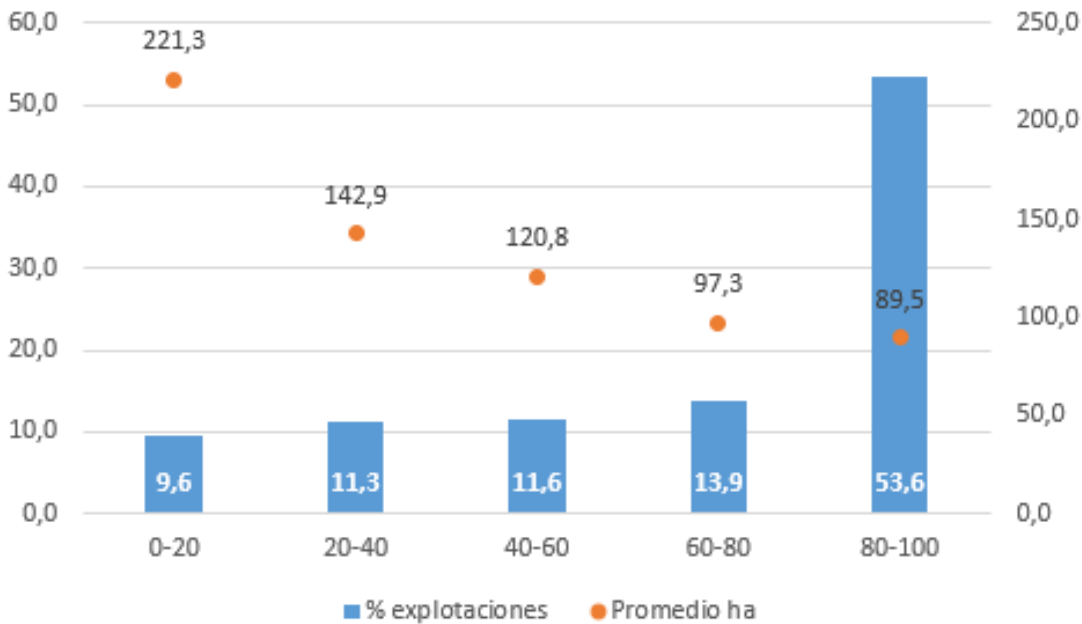
Tabla 59. Explotaciones en las que la siembra directa se aplica al 99,9% de la superficie declarada.

Dimensión económica	2023		2024	
	Nº explotaciones	%	Nº explotaciones	%
<2 UDE	264	45%	232	41%
2-8 UDE	787	32%	728	30%
8-25 UDE	1075	29%	1024	28%
25-100 UDE	1576	25%	1386	23%
100-500 UDE	1170	20%	1084	20%
>500 UDE	80	10%	78	9%
Sin identificar	312	35%	489	35%
Total	5264	26%	5021	25%

Fuente: elaboración propia a partir de la información de la RSU y BDEX 2022. Porcentaje de explotaciones con más del 99,9% de siembra directa respecto al total de explotaciones que realizan siembra directa.

Si se analizan conjuntamente los porcentajes de superficie dedicada a siembra directa de las explotaciones y la media de la superficie total de las explotaciones, como se muestra en la Gráfica 27 para 2024, se observa que el 53,6% de las explotaciones dedican a siembra directa entre el 80-100% de su superficie, con 89,5 hectáreas totales medias de la explotación. A medida que aumenta el tamaño medio de la explotación se reduce la proporción dedicada a siembra directa, llegando al 0-20% para las explotaciones de 221,3 hectáreas totales.

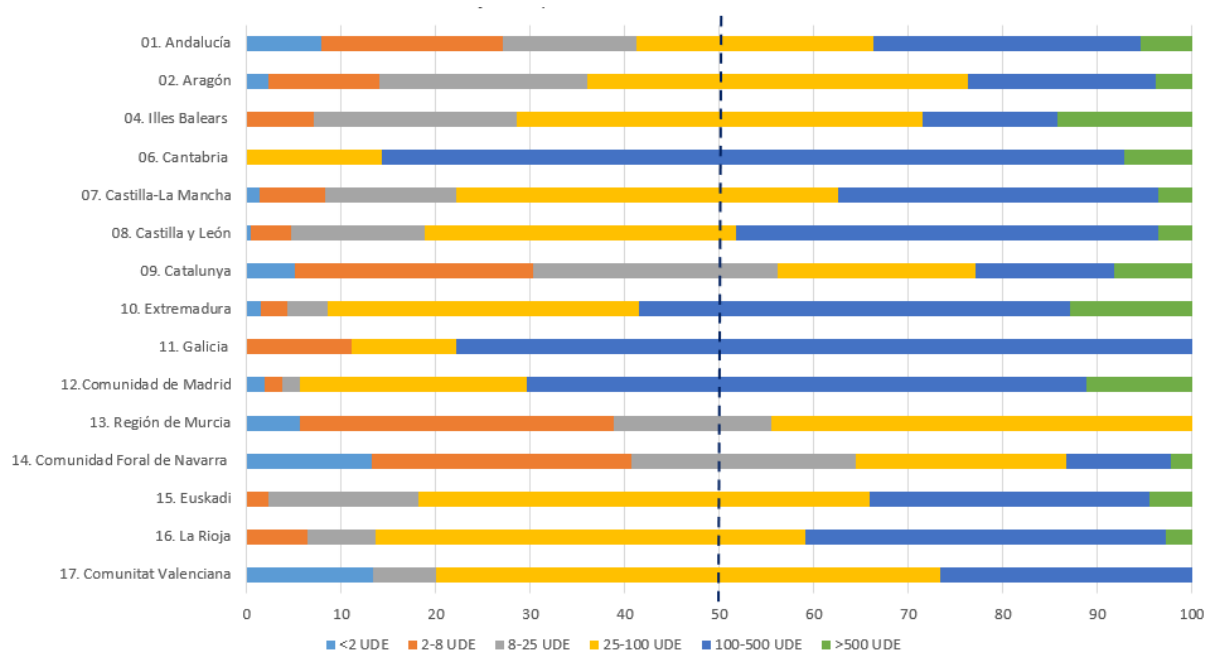
Gráfica 27. Porcentaje dedicado a siembra directa y tamaño medio de la explotación (superficie total) en 2024. Porcentaje del total explotaciones y hectáreas.



Fuente: elaboración propia a partir de la información de la RSU 2024.

En la gráfica siguiente se recoge la proporción de explotaciones de cada tramo de UDE en función del total de explotaciones de cada región. Se observa que en aquellas regiones en las que ha registrado una mayor cantidad de explotaciones con siembra directa, predominan aquellas de dimensión entre 25-100 UDE en Aragón y Castilla-La Mancha. En Castilla y León son más frecuentes aquellas de entre 100 y 500 UDE, aunque también existe una gran proporción del tramo inferior, de 25-100 UDE. En Catalunya aparece un reparto muy similar entre los tres tramos de UDE que van desde 2 a 100 UDE, con una menor proporción en los tramos extremos y en Navarra ocurre algo muy similar, aunque tienen una mayor proporción del tramo de menos de 2 UDE.

Gráfica 28. Reparto de las explotaciones con siembra directa en función de la dimensión económica y la región. Porcentaje respecto al total explotaciones 2024.



Fuente: elaboración propia a partir de la información de la RSU y BDEX 2022.

Por otro lado, la Tabla 60 proporciona información acerca de las superficies medias de las explotaciones regionales y del porcentaje medio que se dedica a siembra directa en cada una de ellas. Entre las regiones que más explotaciones cuentan con siembra directa, las explotaciones tienen una dimensión física de en torno a 52 ha, registradas en Catalunya y casi 200 ha contabilizadas en Castilla-La Mancha, en 2023, y con poca variación en 2024. Las proporciones de estas explotaciones dedicadas a la siembra directa varían alrededor del 7% en Aragón, Castilla-La Mancha y Catalunya y el 74% cuantificado en Castilla y León y Navarra en 2023. En estas cinco regiones las proporciones medias de las explotaciones dedicadas a siembra directa aumentan en 2024.

Tabla 60. Media de la superficie total por explotación (ha) y media del porcentaje de la misma dedicado a siembra directa por comunidades autónomas. 2023 y 2024.

CCAA	2023		2024	
	Superficie total media (ha)	Media del % de SD	Superficie total media (ha)	Media del % de SD
01. Andalucía	191,4	49,4	167,5	47,0
02. Aragón	100,6	67,8	103,8	68,7
03. Principado de Asturias	51,9	22,4	20,2	97,6
04. Illes Balears	208,4	37,3	171,5	43,9
06. Cantabria	63,8	40,5	64,4	50,2
07. Castilla-La Mancha	194,7	67,0	203,0	68,8
08. Castilla y León	137,3	74,5	144,7	76,1
09. Catalunya	52,2	68,2	55,8	70,1
10. Extremadura	307,5	46,2	297,0	51,2
11. Galicia	40,2	40,6	37,9	41,5
12. Comunidad de Madrid	153,6	73,3	148,0	77,3
13. Región de Murcia	66,6	50,8	69,6	51,2
14. Comunidad Foral de Navarra	67,0	74,6	67,9	75,2
15. Euskadi	46,7	67,1	66,3	61,5
16. La Rioja	66,7	58,9	74,6	61,4
17. Comunitat Valenciana	159,5	71,3	155,2	72,8

Fuente: elaboración propia a partir de la información de la RSU y BDEX 2022.

1.3. Anexo III. Herbicidas empleados

Herbicidas utilizados para el análisis de 2021 a 2024.

Para establecer el valor frontera de las aguas superficiales y subterráneas se consulta:

- [Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre](#), por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.
- [Real Decreto 1514/2009, de 2 de octubre](#), por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro.
- [Guía para la evaluación del estado de las aguas superficiales y subterráneas](#).

COD_PARAMETRO	NOMBRE	CAS
24DB	ACIDO 4-(2,4-DICLOROFENOXI) BUTIRICO	94-82-6
ACLONIFE	ACLONIFENO	74070-46-5
AMETRINA	AMETRINA	834-12-8
AMIT	AMITROL	61-82-5
AMPA	ACIDO AMINOMETILFOSFÓNICO	1066-51-9
ATRATON	ATRATON	1610-17-9
ATRAZINA	ATRAZINA	1912-24-9
BENAL	BENALAXIL	71626-11-4

COD_PARAMETRO	NOMBRE	CAS
BENTAZONA	BENTAZONA	25057-89-0
BENZXI	BENZOXIMATO	29104-30-1
BIFEN	BIFENOX	42576-02-3
BROMAC	BROMACILO	341-40-9
BUTAF	BUTAFENACILO	134605-64-4
CARFT	CARFENTRAZONA ETIL	128639-02-1
CDFP	CLODINAFOP-PROPAGIL	105512-06-9
CIB	CIBUTRINA	28159-98-0
CICLU	CICLURON	2163-69-1
CLORDI	CLORTAL DIMETIL	1861-32-1
CLOXUR	CLOROXURON	1982-47-4
CLSFR	CLORSULFURON	64902-72-3
CLP	CLOPIRALIDA	1702-17-6
CLTLRN	CLOROTOLURON	15545-48-9
CYANAZINA	CIANACINA	21725-46-2
DEA	ATRAZINA DESETIL	6190-65-4
DFFN	DIFLUFENICAN	83164-33-4
DIA	ATRAZINA DESISOPROPIL	1007-28-9
DICLANILINAN	3,4-DICLOROANILINA	95-76-1
DICLB	DICLOBUTRAZOL	75736-33-3
DICLOF	DICLOFOP	40843-25-2
DIURON	DIURON	330-54-1
DMTN	DIMETENAMIDA	87674-68-8
D-TBZ	TERBUTILAZINA DESETIL	30125-63-4
ETOFUMESATO	ETOFUMESATO	26225-79-6
FLZSF	FLAZASULFURON	104040-78-0
FLUFCT	FLUFENACET	FLUFENACET
FXAD24	2,4-D (AC. 2,4-DICLOROFENOXIACETICO)	94-75-7
FXADP24	DICLORPROP	120-36-5
FXAMCPA	ACIDO 4-CLORO-2-METILF	94-74-6
FXAMCPP	MECOPROP (MCPP)	93-65-2
FXP	FLUROXIPIR	69377-81-7
GLIFOSATO	GLIFOSATO	1071-83-6
GLUF	GLUFOSINATO	51276-47-2
ISOPROTURON	ISOPROTURON	34123-59-6
LINUR	LINURON	330-55-2
METAMTR	METAMITRONA	41394-05-2
METOLACLORO	METOLACLORO	51218-45-2
METRIBUZINA	METRIBUZINA	21087-64-9
MEZACL	METAZACLORO	67129-08-2
MFNCT	MEFENACET	73250-68-7
MLN	MONOLINURON	1746-81-2
MTB	METOBROMURON	3060-89-7
MTSFM	METSULFURON METIL	74223-64-6
MTX	METOXURON	19937-59-8
NCS	NICOSULFURON	111991-09-4
OAX	OXADIAZON	19666-30-9
OXIF	OXIFLUORFEN	42874-03-3
PENDIMETALIN	PENDIMETALIN	40487-42-1
PROMETON	PROMETON	1610-18-0
PROMETRINA	PROMETRINA	7287-19-6

COD_PARAMETRO	NOMBRE	CAS
PROPANIL	PROPANIL	709-98-8
PROPAZINA	PROPAZINA	139-40-2
PROPIZAMIDA	PROPIZAMIDA	23950-58-5
PROSUL	PROSULFOCARB	52888-80-9
PTXMD	PETOXAMIDA	106700-29-2
QZP	QUIZALOFOP	76578-12-6
QZP-E	QUIZALOFOP ETIL	76578-14-8
SBZ	SEBUTILAZINA	7286-69-3
SDRN	SIDURON	1982-49-6
SECBUMETON	SECBUMETON	26259-45-0
SIMAZINA	SIMAZINA	122-34-9
TBDT	TERBUMETON DESETIL	30125-64-5
TBM	TERBUMETONA	33693-04-8
TBNRM	TRIBENURON METIL	101200-48-0
TBTRN	TEBUTIURON	34014-18-1
TERAZ	TERBUTILAZINA	5915-41-3
TERBUTRINA	TERBUTRINA	886-50-0
TFSMET	TIFENSULFURON METIL	79277-27-3
TRIFLURALINA	TRIFLURALINA	1582-09-8
BENFUMETIL	BENSULFURON METIL	83055-99-6
DCM	DICAMBA	1918-00-9
ISMS	IODOSULFURON METIL SODIO	144550-36-7
IXF	ISOXAFLUTOL	141112-29-0
LCL	LENACILO	_2164-08-1
PCR	PICLORAM	C1918-02-1
QMR	QUINMERAC	90717-03-6
PZQ	PROPAQUIZAFOP	111479-05-1
IMAZAPIR	IMAZAPIR	81334-34-1
CDZ	CLORIDAZONA	1698-60-8
PPCLR	PROPAFLOR	1918-16-7
BENF	BENFLURALINA	1861-40-1
CLOD	CLODINAFOP	114420-56-3
DICLNI	DICLOBENIL	1194-65-6
DINS	DINOSEB	88-85-7
HXZN	HEXAZINONA	51235-04-2
IOXIN	IOXINIL	1689-83-4
MCPB-A	MCPB	94-81-5
TPX	TEPRALOXIDIM	149979-41-9
TSF	TRIASULFURON	82097-50-5

1.4. Anexo IV. Sondeo de opinión de las personas que han declarado la siembra directa en la solicitud única

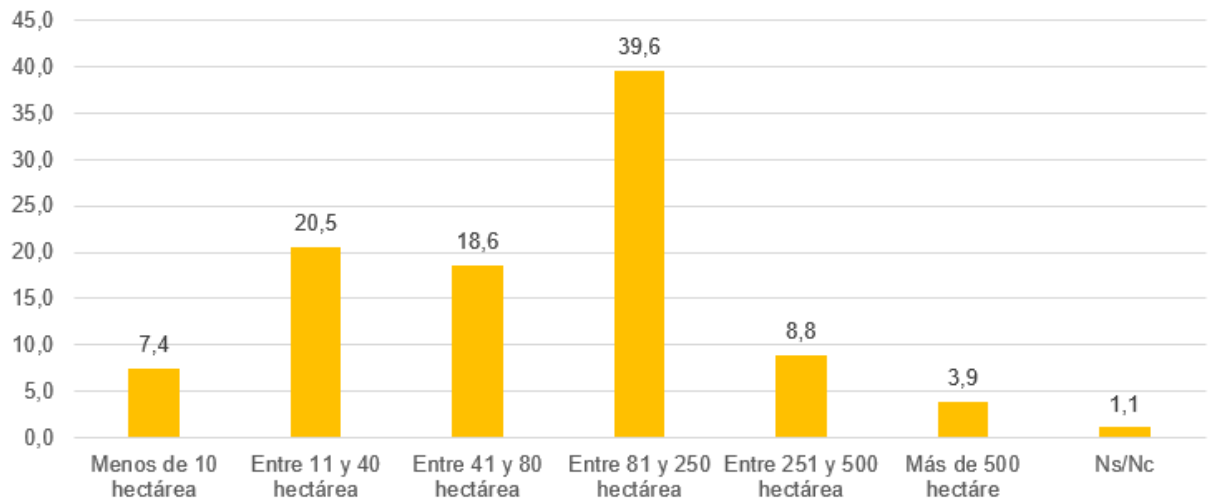
A continuación, se presentan los resultados obtenidos tras realizar un sondeo sobre la práctica de la siembra directa, técnica agrícola que busca reducir la alteración del suelo y mejorar su sostenibilidad, realizado en octubre de 2025. Se han obtenido respuestas de 1.100 personas, de las que el 90,5% han aplicado la práctica en su explotación en alguno de los años entre 2022, o anteriores, y 2025, y el 9,5% indica que no ha aplicado esta práctica.

A través de las respuestas recopiladas, se analizan distintos aspectos relacionados con su aplicación, como las motivaciones de los agricultores, los cambios en las prácticas agronómicas, el uso de insumos y las percepciones sobre su rentabilidad y efectos medioambientales. Los datos permiten conocer mejor cómo se está adoptando este sistema, cuáles son sus principales ventajas y qué dificultades encuentran quienes lo aplican en el campo, entre otros aspectos.

¿Cuál es el tamaño de las explotaciones que aplican siembra directa?

Según se muestra en la Gráfica 29, el tamaño de explotación predominante entre quienes han respondido al sondeo de opinión y aplican siembra directa se sitúa en el rango de entre 81 a 250 hectáreas, representando aproximadamente el 39,6% del total. En segundo lugar, destacan las explotaciones de entre 11 y 40 hectáreas, que constituyen en torno al 20,5%, seguidas por aquellas de 41 a 80 hectáreas, que alcanzan un 18,6%. El resto de explotaciones presentan una menor representación, con valores inferiores al 8,8.

Gráfica 29. Tamaño de la explotación en hectáreas.

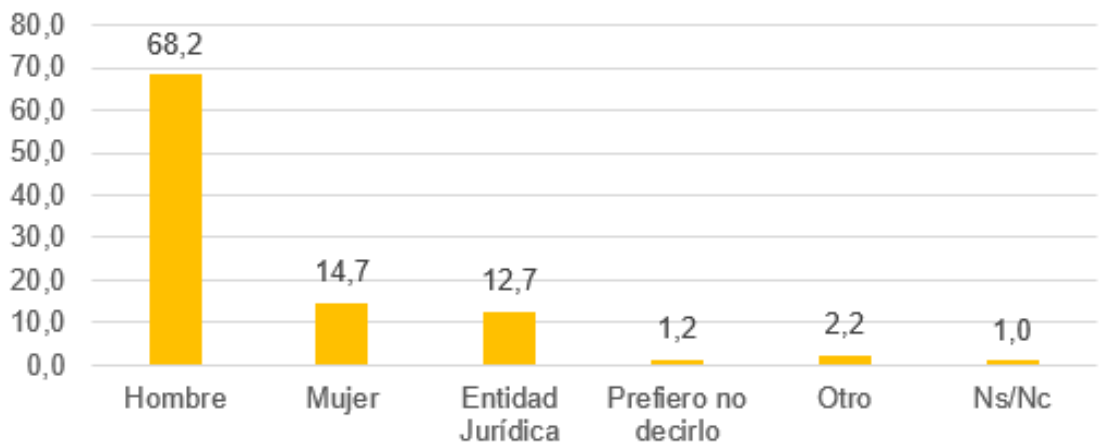


Datos obtenidos en el sondeo sobre siembra directa entre 2022 y 2024.

Sexo del titular de la explotación.

Al analizar los datos de la Gráfica 30, se observa una mayor proporción de hombres que aplican la práctica, reflejo de la estructura del sector agrícola, con un 68,2% respecto del total, frente al 14,7% de mujeres, con un porcentaje ligeramente inferior al registrado en el total de las intervenciones, que se encontraba en torno al 20-22%. El porcentaje de personas físicas, por tanto, corresponde a un 82,9% en comparación de las entidades jurídicas que representan el 12,7%. El 4,4% de los casos se agrupa bajo la categoría de datos no identificados.

Gráfica 30. Sexo del titular de la explotación.



Obtenidos de la encuesta de siembra directa entre 2022 y 2024.

¿Pertenece la explotación a una cooperativa o entidad asociativa?

Los datos muestran que, del total de explotaciones, un 50,8% no está vinculado a ninguna cooperativa ni entidad asociativa, frente al 47,2% que pertenecen a este tipo de organizaciones. En el 2,0% restante no se dispone de información.

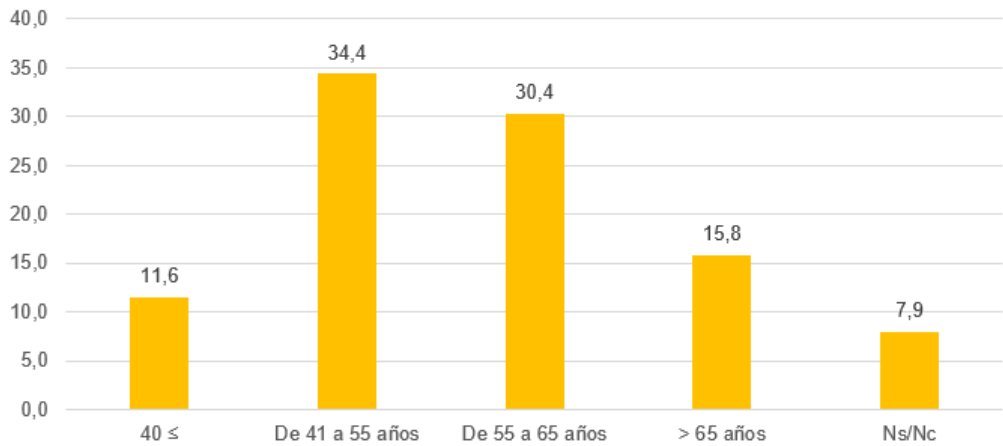
Titularidad compartida.

El 80% de las explotaciones no cuentan con titularidad compartida, mientras que el 16% comparte la titularidad de su explotación. Del 3,2% de los casos, no se dispone de información al respecto.

Edad de los titulares de las explotaciones.

La mayor parte de las personas que aplican siembra directa, según la Gráfica 31, se concentra en el grupo de entre 41 y 55 años, que representa el 34,4% del total, seguido por quienes tienen entre 55 y 60 años (30,4%) y, en menor proporción, por los mayores de 65 años (15,8%). Por su parte, la participación de personas menores de 40 años es significativamente inferior, con un 11,6%.

Gráfica 31. Edad de los titulares de la explotación.

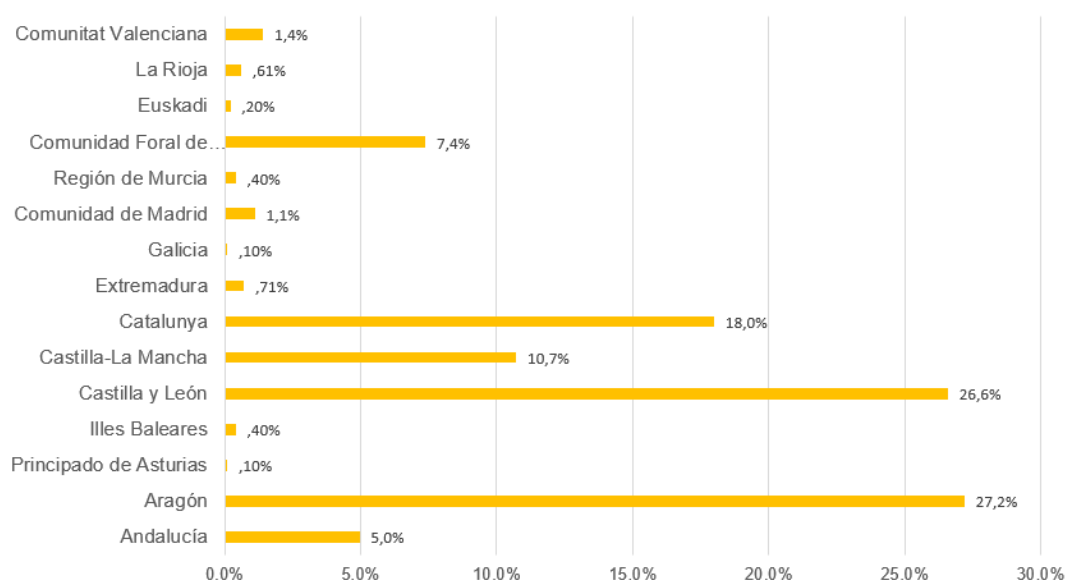


Datos obtenidos de la encuesta de siembra directa entre 2022 y 2024.

Comunidad Autónoma donde se aplica siembra directa.

Las comunidades autónomas con mayor presencia de personas que han respondido a la encuesta son, respectivamente, Aragón con un 27,2%, seguido de Castilla y León con un 26,6% y Cataluña con un 18%. Castilla-La Mancha (10,7%) y la Comunidad Foral de Navarra (7,4%) presentan valores intermedios. En contraste, las proporciones más reducidas se registran en Galicia (0,10%), Principado de Asturias (0,10%), Euskadi (0,20%) y La Rioja (0,61%). Esta distribución es coherente con los niveles de acogida de las intervenciones en cada región, aunque en el caso de Castilla y León las personas que la aplican son menos proactivas, al ser la región con el mayor nivel de acogida con diferencia sobre las demás.

Gráfica 32. Distribución geográfica de la siembra directa.



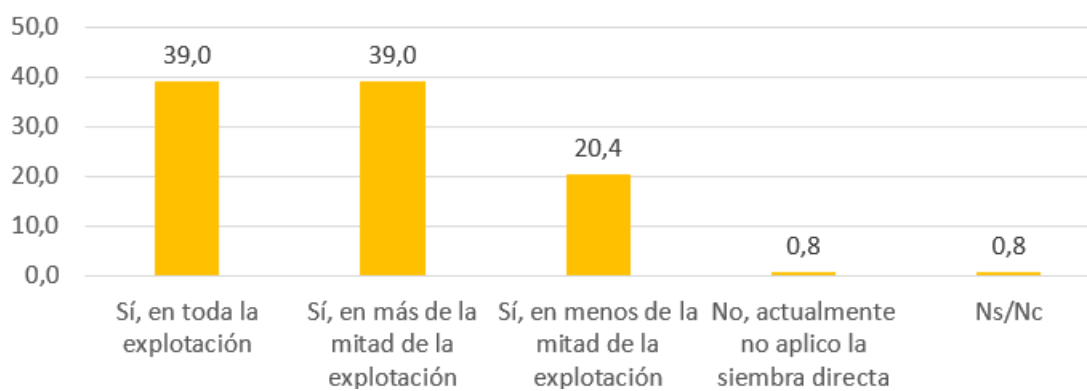
Datos obtenidos de la encuesta de siembra directa entre 2022 y 2024.

¿Aplica actualmente, año 2025, siembra directa en la explotación?

Los datos de la Gráfica 33 muestran que, en el año 2025, el mantenimiento de la práctica de la siembra directa con respecto al año anterior presenta un nivel notablemente elevado, alcanzando un 98% de continuidad. Sólo el 0,81% de los agricultores abandonan la práctica.

Del total, el 39% mantiene la práctica en toda la explotación, seguido de un 39% que continua en más de la mitad de la superficie y el 20,4% que la aplica en menos de la mitad de la explotación. En el 0,81% del resto de los casos no se dispone de información al respecto.

Gráfica 33. Proporción de aplicación de siembra directa en la explotación en el 2025.

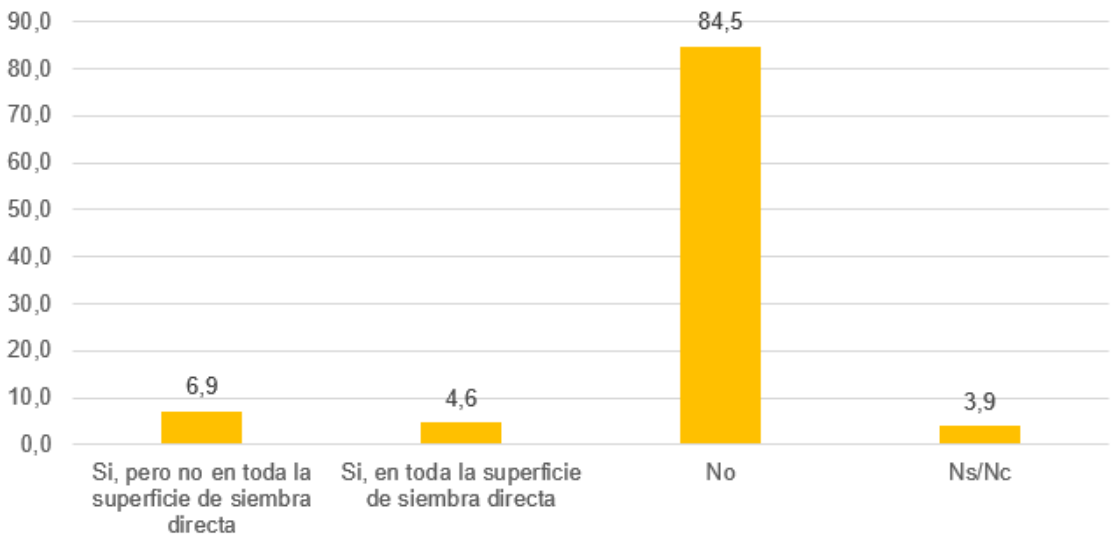


Datos obtenidos de la encuesta de siembra directa entre 2022 y 2024.

¿Gestiona o ha gestionado en alguna ocasión la siembra directa con prácticas de agricultura ecológica, simultáneamente en la misma superficie?

Los datos recopilados a través de la encuesta de siembra directa, Gráfica 34, reflejan que, el 84,5% de agricultores que aplican siembra directa en su explotación no lo hacen simultáneamente con agricultura de conservación, frente a un 11,5% que si aplican ambas técnicas a la vez. Por un lado, un 6,9% aplican siembra directa junto con agricultura de conservación, pero no en toda la superficie de siembra, mientras que un 4,6 la aplica en toda la superficie de siembra directa.

Gráfica 34. Proporción de aplicado de siembra directa junto con agricultura ecológica.



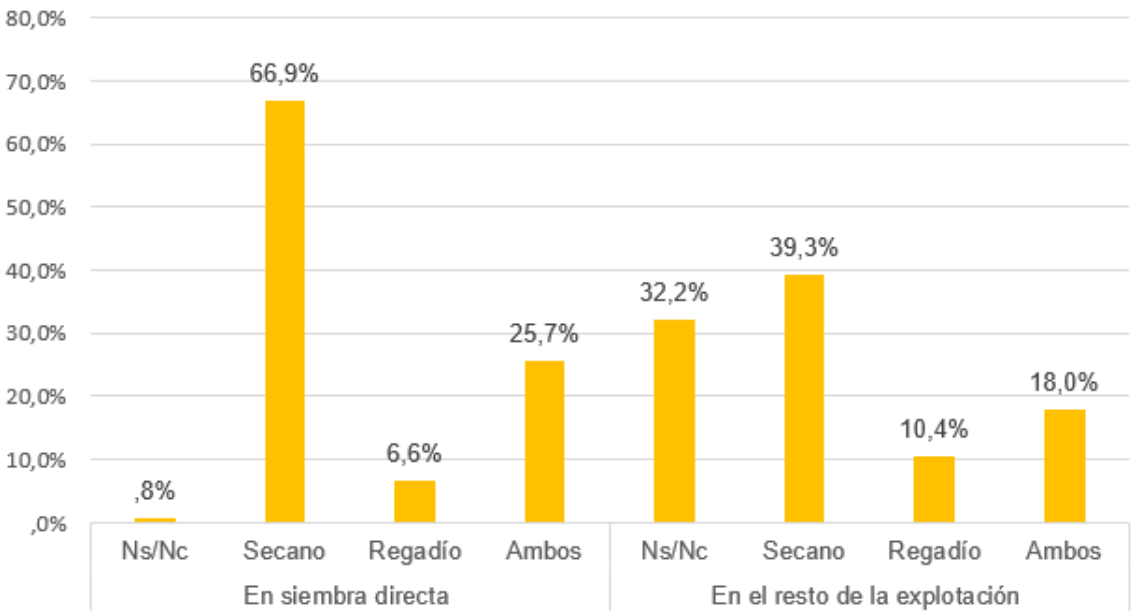
Datos obtenidos de la encuesta de siembra directa entre 2022 y 2024.

Información sobre secano o regadío en el total de la explotación y en siembra directa.

Los resultados de la Gráfica 35 muestran que las personas que han respondido a la encuesta aplican la siembra directa mayoritariamente en terrenos de secano, con un 66,9%, de manera similar a la acogida de las intervenciones, mientras que la gestión en regadío es considerablemente menor, alcanzando un 6,6%. Asimismo, un 25,7% de los agricultores declara aplicar esta práctica bajo ambos tipos de gestión, secano y regadío.

Por otro lado, en el resto de la explotación predomina el secano, con un 39,3%, seguido de regadío con un 10,4% y un 18% que aplican ambas modalidades dentro de su explotación.

Gráfica 35. Proporción de secano o regadío en el total de la explotación y en siembra directa.

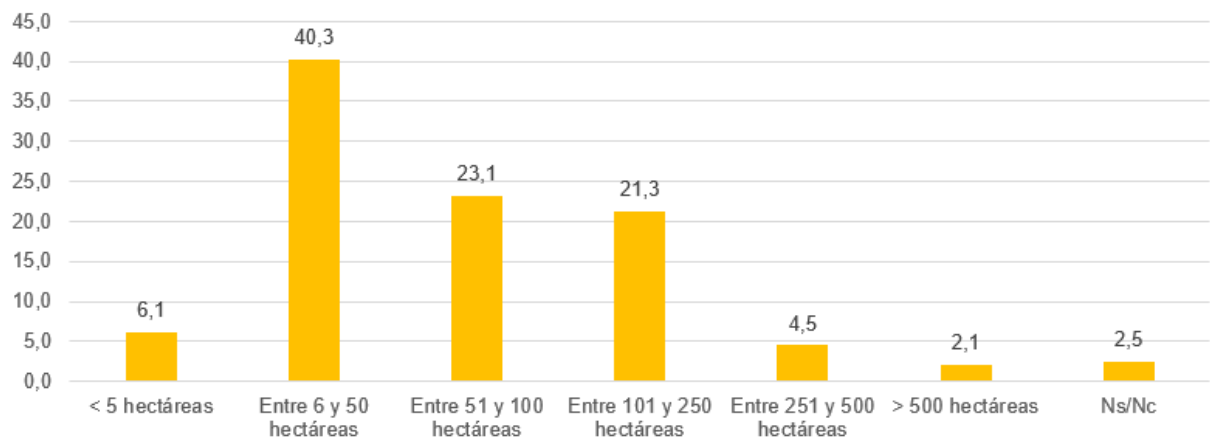


Datos obtenidos de la encuesta de siembra directa entre 2022 y 2024.

¿En cuánta superficie se ha aplicado siembra directa en el último año de realización?

Dentro de la explotación, la superficie mayoritaria donde se aplica siembra directa es de entre 6 y 50 hectáreas representado un 40,3% del total, seguido de entre 51 y 100 hectáreas con un porcentaje del 23,1% y entre 101 y 250 hectáreas con una proporción del 21,3% respecto al total. El resto de hectáreas donde se aplica siembra directa no superan el 7% en la explotación.

Gráfica 36. Proporción de aplicación de siembra directa por hectáreas sobre el total de la explotación.



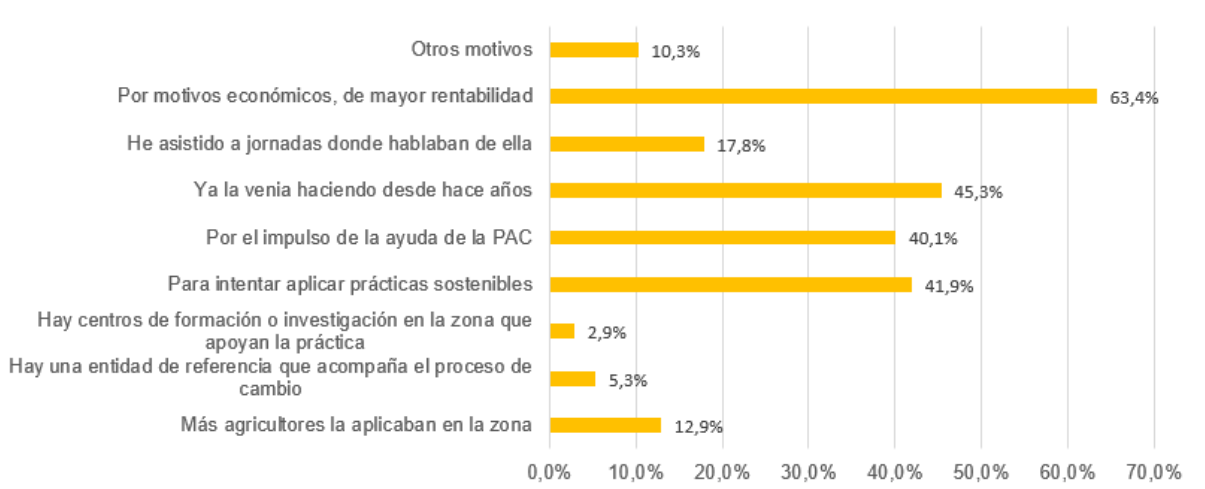
Datos obtenidos de la encuesta de siembra directa entre 2022 y 2024.

Motivación para la aplicación de siembra directa.

Entre las principales motivaciones para la adopción de la siembra directa, destacan los motivos económicos, señalados por el 63,4% de los participantes, principalmente asociados a la mayor rentabilidad que ofrece este sistema.

Asimismo, un 45,3% de los agricultores indica que ya venía aplicando esta práctica desde hace años, lo que refleja una consolidación progresiva en su uso. Otras razones relevantes son la aplicación de prácticas sostenibles (41,9%) y las ayudas procedentes de la PAC (40,1%), que actúan como incentivos complementarios. En menor medida, se mencionan la asistencia a jornadas formativas (17,8%) y la influencia de otros agricultores de la zona (12,9%) como factores que han contribuido a su adopción.

Gráfica 37. Proporción de la motivación para la aplicación de siembra directa.

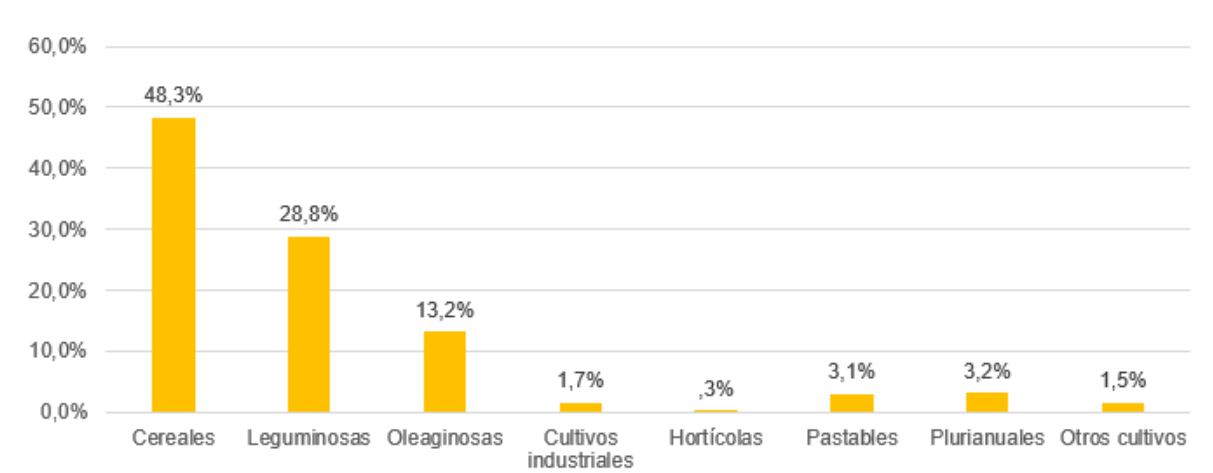


Datos obtenidos de la encuesta de siembra directa entre 2022 y 2024.

Tipo de cultivo.

La Gráfica 38 evidencia una clara predominancia del cultivo del cereal como principal cultivo aplicado en el sistema de siembra directa con un 48,2% respecto del total, seguido de las leguminosas con una proporción del 28,8% y las oleaginosas con 13,2%, conformando los tres cultivos mayoritarios dentro de este sistema, de forma similar a la acogida de la práctica. El resto de cultivos no superan el 10% por lo que su representatividad es reducida.

Gráfica 38. Proporción tipo de cultivo donde se aplica siembra directa.



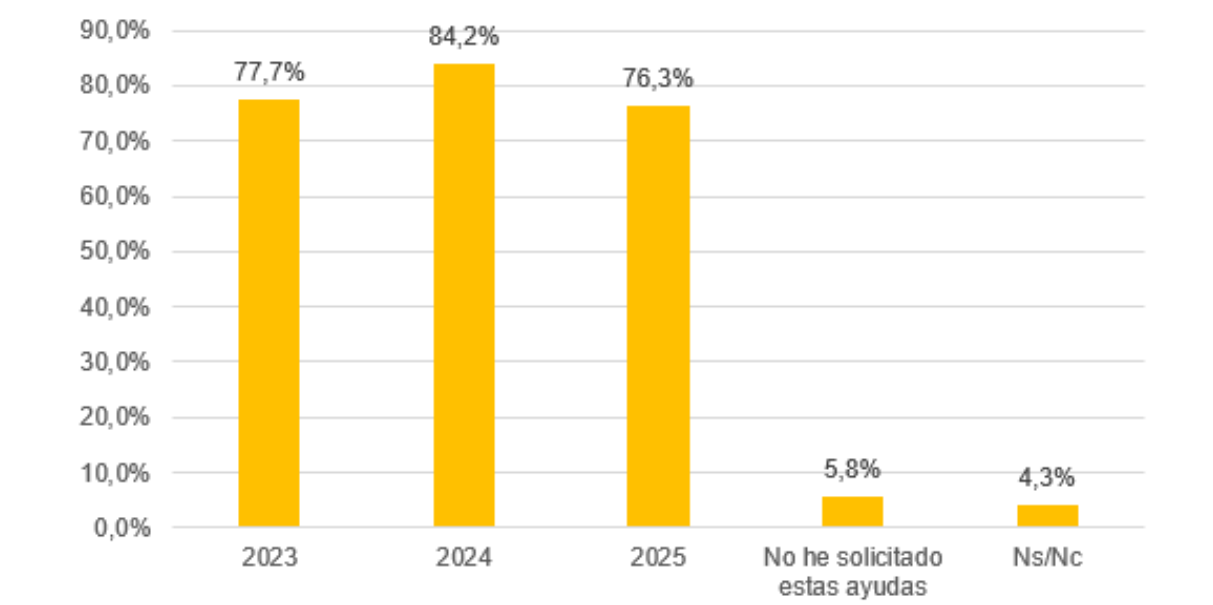
Datos obtenidos de la encuesta de siembra directa entre 2022 y 2024.

Solicitud de la ayuda por año en siembra directa.

Las respuestas al sondeo de opinión muestran una evolución variable en la solicitud de ayudas para la siembra directa a lo largo del periodo analizado. Las el 77,7% de las personas que han respondido presentó solicitud de ayudas en 2023, cifra que aumenta en el caso de las solicitudes en 2024 hasta alcanzar el 84,2%, reflejando una mayor acogida de las intervenciones. En 2025, el porcentaje señalado es un 76,3% de las respuestas.

Por su parte, un 5,8% de las personas no solicitó la ayuda en ninguno de los años analizados, mientras que en un 4,3% de los casos no se dispone de información sobre su situación.

Gráfica 39. Proporción de agricultores solicitantes de la ayuda de los Ecorregímenes.

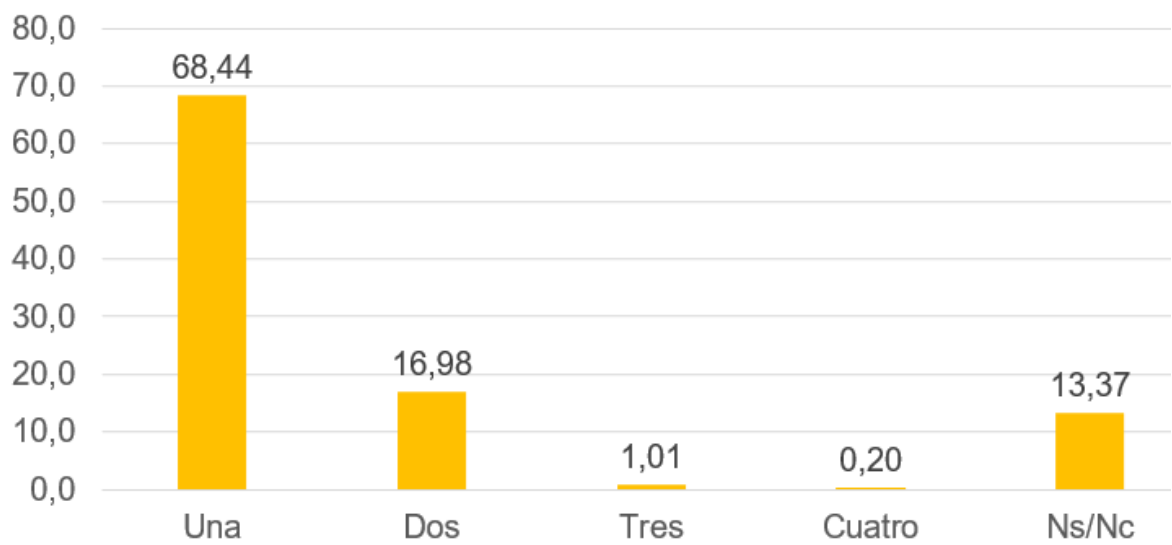


Datos obtenidos de la encuesta de siembra directa entre 2022 y 2024.

Número de tratamientos de glifosato que se suele aplicar de manera previa en siembra directa en un año normal.

En un año normal, según los datos de la Gráfica 40, la aplicación de glifosato se realiza mayoritariamente una vez al año, práctica señalada por el 68,4% de los encuestados. En determinados casos, se llevan a cabo dos aplicaciones anuales (17,0%), mientras que las tres (1,0%) o cuatro (0,2%) aplicaciones presentan una escasa representatividad en el conjunto de la muestra.

Gráfica 40. Proporción número de aplicaciones de glifosato en siembra directa en un año normal.

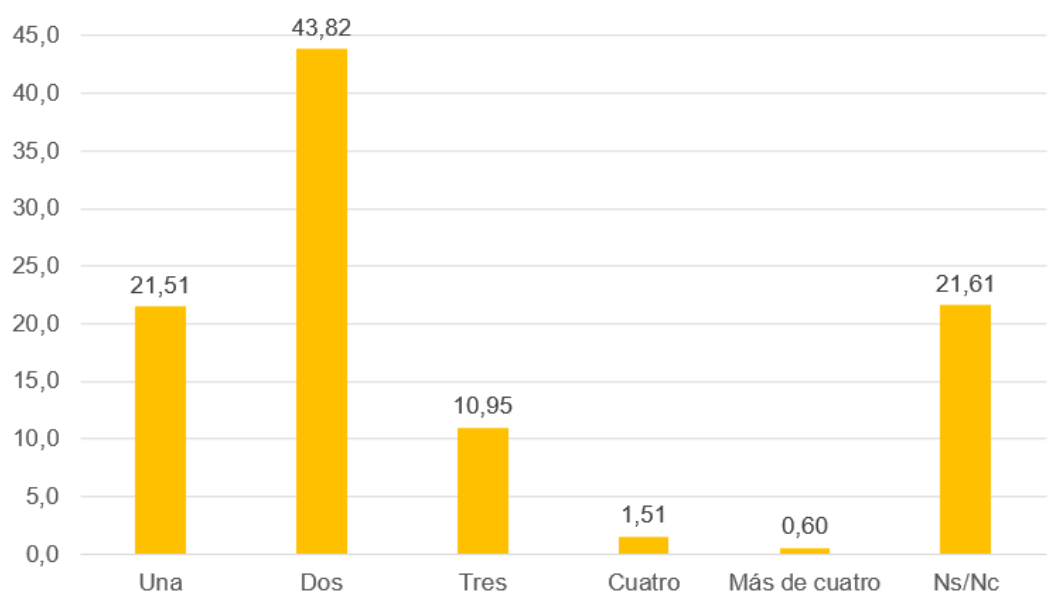


Datos obtenidos de la encuesta de siembra directa entre 2022 y 2024.

Número de tratamientos de glifosato que se suele aplicar de manera previa en siembra directa en un año complejo.

En un año complejo, según los datos de la Gráfica 41, la mayor frecuencia de empleo de glifosato es de dos aplicaciones, según el 43,8% de las respuestas. Asimismo, un 21,5% señala el empleo de una única aplicación al año, mientras que las tres (11,0%) y cuatro (1,5%) aplicaciones representan casos menos frecuentes dentro del conjunto.

Gráfica 41. Proporción número de aplicaciones de glifosato en siembra directa en un año complejo.



Datos obtenidos de la encuesta de siembra directa entre 2022 y 2024.

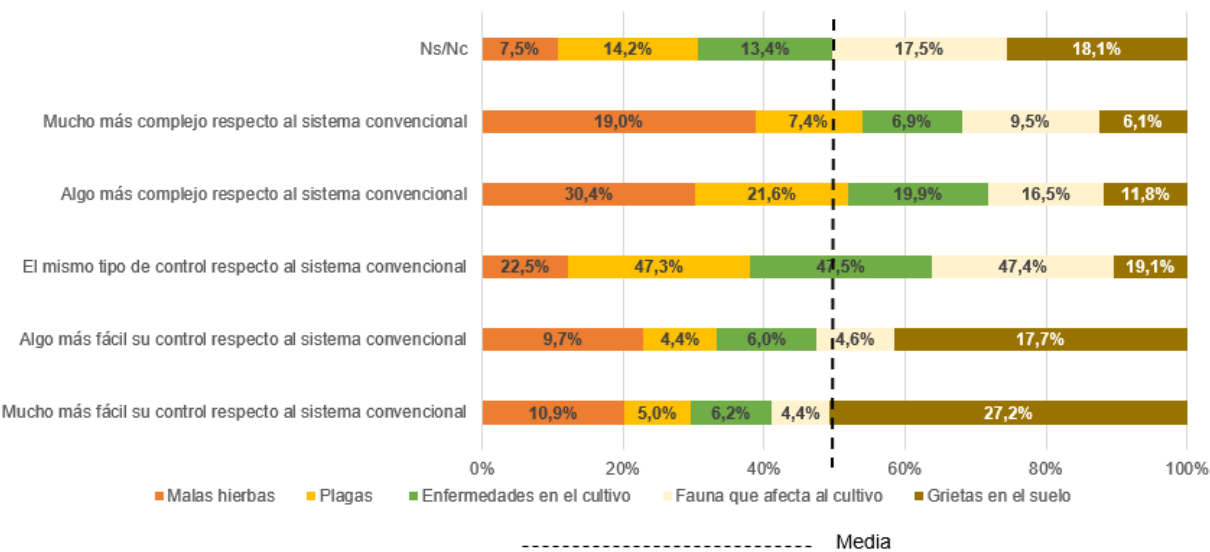
Grado en que ha cambiado las siguientes prácticas al aplicar siembra directa respecto al sistema convencional.

En la comparativa entre la siembra directa y el sistema convencional, los resultados reflejan diversos cambios en la gestión de determinadas prácticas agronómicas. En relación con el control de malas hierbas, un 30,4% de los encuestados considera que su manejo resulta algo más complejo en siembra directa y un 19% indica que son mucho más complejas de gestionar, frente a un 22,5% que opina que no existen diferencias significativas entre ambos sistemas.

Respecto a las plagas, el 47,5% señala que la situación es similar en ambos sistemas, frente a un 21,6% que percibe una ligera mayor dificultad en la siembra directa. De modo semejante, en el caso de las enfermedades, un 47,5% indica que no se observan diferencias, mientras que un 19,9% considera que su control es algo más complejo en este sistema.

En cuanto a la fauna, el 47,4% de los participantes manifiesta que su presencia o manejo es equivalente en ambos métodos de cultivo. Finalmente, el 27,2% afirma que la aparición o corrección de grietas en el suelo resulta más sencilla de gestionar en siembra directa, lo que se podría vincularse a la mejora estructural del suelo derivada de esta práctica.

Gráfica 42. Comparativa entre siembra directa y sistema convencional.



Datos obtenidos de la encuesta de siembra directa entre 2022 y 2024.

Cambios que se producen en siembra directa respecto al convencional.

Los resultados de la Gráfica 43, al evaluar las diferencias de gestión del cultivo entre siembra directa y convencional, evidencian diferencias notables en el uso de insumos y en diversas prácticas agronómicas. En relación con el consumo de combustible, el 86,9% de los encuestados afirma que este se reduce de manera significativa en la siembra directa.

Respecto al uso de agua para riego, se observa un desconocimiento de la información en el 57,1% de los casos, mientras que un 26,5% considera que el consumo permanece igual en ambos sistemas.

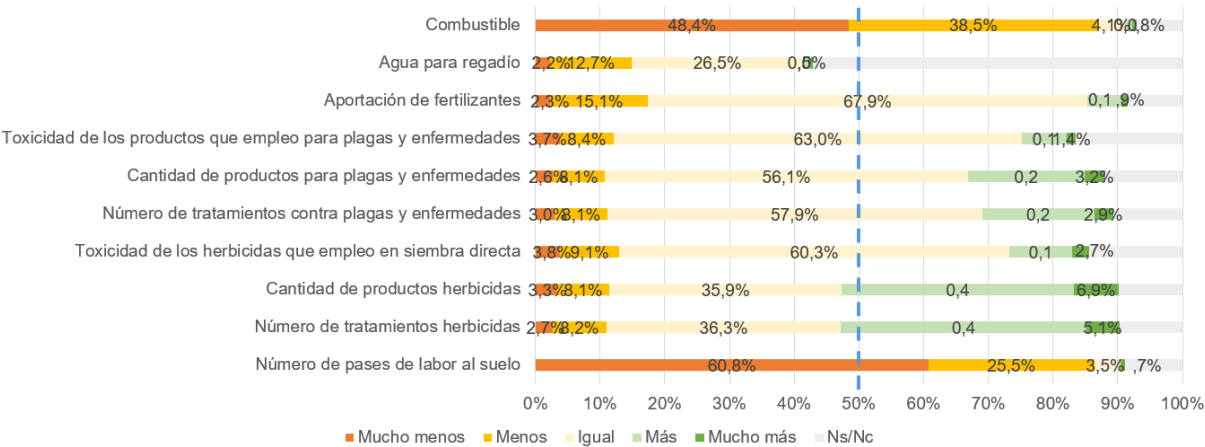
En cuanto a los fertilizantes, el 67,9% indica que su utilización es similar, y un 15,1% señala que disminuye en siembra directa. En lo referente a la toxicidad de los productos utilizados para el control de plagas y enfermedades, el 63% opina que no existen diferencias, mientras que un 8,4% considera que es menor en siembra directa.

En relación con la cantidad de productos aplicados contra plagas y enfermedades, el 56,1% percibe igualdad entre ambos sistemas, aunque un 18% indica un mayor uso en siembra directa. De forma similar, el 57,9% afirma que el número de tratamientos es equivalente, frente a un 17,3% que señala un incremento bajo este sistema.

En cuanto a los herbicidas, el 60,3% considera que su toxicidad es similar en ambos sistemas, mientras que un 9,6% percibe un ligero aumento en siembra directa. Con respecto a la cantidad de producto herbicida, el 35,9% indica que no varía, el mismo porcentaje (35,9%) que considera que aumenta, y un 8,1% que estima que disminuye.

Finalmente, en lo relativo al número de tratamientos y pases de labor al suelo, un 36,3% de los encuestados considera que la frecuencia de tratamientos es similar en ambos sistemas, mientras que un 37,9% afirma que se reduce en siembra directa. De manera coherente, el 86,3% confirma una disminución significativa en el número de pases de labor, lo que refuerza la eficiencia y el menor impacto mecánico característico de este sistema.

Gráfica 43. Cambios en las prácticas de manejo en siembra directa en comparativa del método convencional.

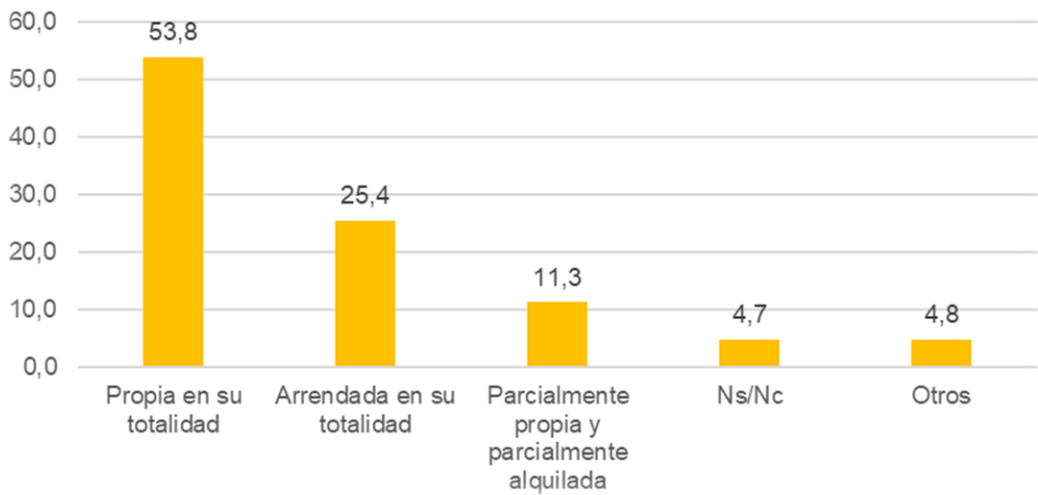


Datos obtenidos de la encuesta sobre siembra directa entre 2022 y 2024.

La maquinaria que emplea en siembra directa ¿Es propia o alquilada?

Los datos reflejan que, del total de agricultores que aplican siembra directa, un 53,8% poseen maquinaria propia, frente a un 25,4% que alquilan la maquinaria para su utilización.

Gráfica 44. Titularidad de las máquinas usadas en siembra directa.



Datos obtenidos de la encuesta de siembra directa entre 2022 y 2024.

Comparación entre siembra directa y convencional.

Los resultados obtenidos, Gráfica 45, reflejan una valoración mayoritariamente positiva de la siembra directa por parte de los agricultores, tanto desde el punto de vista económico como ambiental. En relación con los costes de producción, un 69,2% de los encuestados considera que estos son inferiores respecto al sistema convencional, lo que contribuye a explicar que un 57,7% perciba una mayor rentabilidad en la siembra directa, frente a un 19,6% que no observa diferencias significativas. De forma coherente, un 63,4% de los participantes manifiesta una mayor preferencia por esta práctica frente al cultivo convencional.

En cuanto a la carga de trabajo, un 63,6% rechaza la afirmación de que la siembra directa implique un nivel de esfuerzo superior, lo que refuerza su percepción como un sistema más eficiente en el manejo diario de la explotación.

Desde la perspectiva ambiental, un 47,6% de los encuestados afirma haber notado un incremento de la biodiversidad en sus explotaciones —manifestado en la presencia de aves, insectos y pequeños animales—, mientras que un 27,1% no percibe diferencias. En relación con los compromisos asociados a las ayudas de los ecorrégimenes, un 39,7% los considera exigentes o limitantes, frente a un 26,4% que se muestra neutral. Por otra parte, un 36% de los agricultores reconoce necesitar un mayor apoyo técnico para gestionar adecuadamente la práctica.

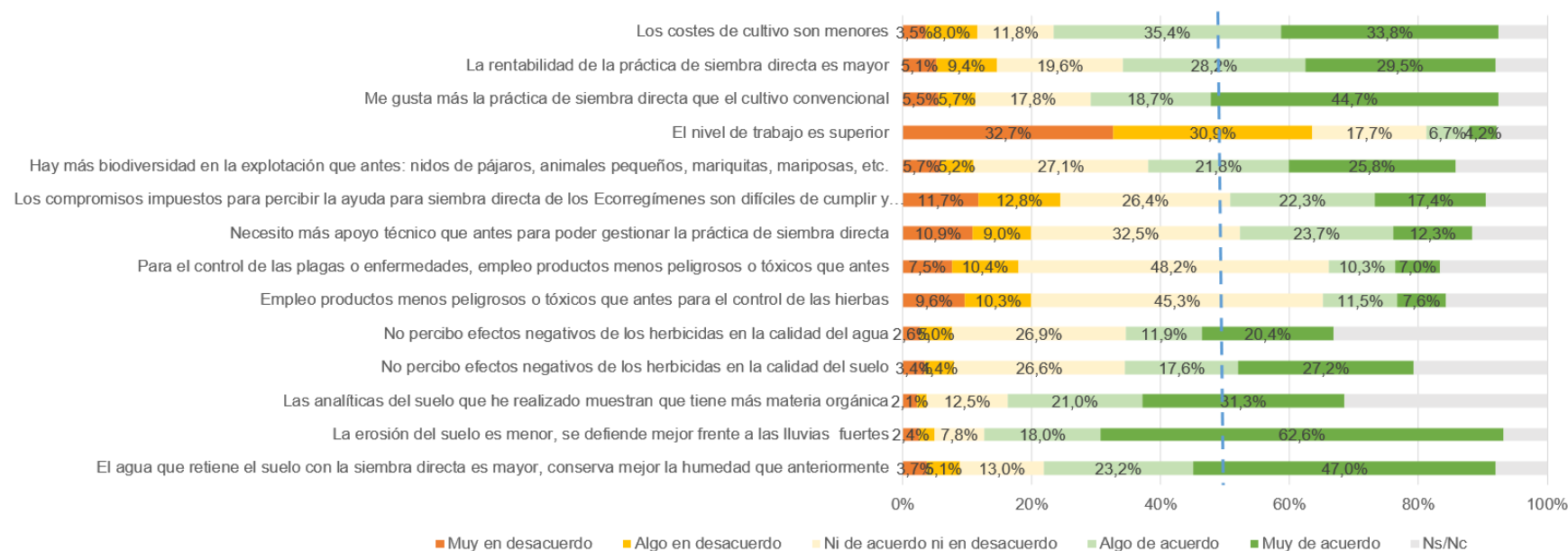
Respecto al uso de productos fitosanitarios, una parte considerable de los encuestados mantiene una posición neutral: el 48,2% no se muestra ni de acuerdo ni en desacuerdo con emplear productos menos tóxicos para plagas y enfermedades, y un 45,3% manifiesta la misma postura en el control de malas hierbas.

En relación con los posibles efectos ambientales, un 32,3% de los participantes no percibe impactos negativos de los herbicidas en la calidad del agua, aunque existe un 33,2% de casos sin información disponible. De forma más clara, un 44,8% indica no apreciar efectos negativos sobre el suelo.

Asimismo, los resultados sobre el estado del suelo son significativamente positivos: un 52,3% afirma que las analíticas reflejan un aumento de la materia orgánica. De manera aún más contundente, un 80,6% de los encuestados considera que la erosión del suelo se ha reducido, y un 70,2% señala que la capacidad de retención de agua y conservación de la humedad es superior respecto a etapas previas.

En conjunto, estos resultados evidencian que la siembra directa es percibida como una práctica rentable, eficiente y con beneficios ambientales tangibles, aunque aún persisten ciertas necesidades de apoyo técnico y espacios de mejora en la gestión y percepción del uso de fitosanitarios.

Gráfica 45. Diferencias entre siembra directa y sistema convencional.



Datos obtenidos de la encuesta realizada sobre siembra directa entre 2022 y 2025.

1.5. Anexo V. Análisis y resultados estadísticos

Se ha aplicado el análisis estadístico sobre los datos que dan lugar varios indicadores empleados en materia de calidad de aguas y biodiversidad en las masas de agua.

Biodiversidad en el agua medida a través de la población de fitobentos y macroinvertebrados bentónicos

Este indicador sobre la biodiversidad en el agua, que mide la variación del estado biológico de bueno/moderado (B/M) de la población de fitobentos y macroinvertebrados bentónicos.

Para el análisis estadístico de la biodiversidad en las aguas superficiales (fitobentos y macroinvertebrados bentónicos), se ha aplicado un modelo de regresión lineal mixto para evaluar las diferencias de la categoría de valoración de la biodiversidad (< Valor frontera B/M y > Valor frontera B/M) en las aguas superficiales de fitobentos y macroinvertebrados bentónicos entre tratamientos (puntos de detección en siembra directa y fuera de siembra directa) y años (2020, 2021, 2022 y 2023).

Para analizar la relación entre la variable dependiente binomial categoría de valoración de biodiversidad (< Valor frontera B/M y > Valor frontera B/M) en función de las tres variables independientes año (2020, 2021, 2022 y 2023), tratamiento (puntos de detección en siembra directa y fuera de siembra directa) y el tipo de indicador (fitobentos y macroinvertebrados), se ha aplicado un modelo de regresión logística mixto.

Tabla 61. Resultados del modelo mixto de regresión logística mixto ejecutado para la variable binomial categoría de valoración de biodiversidad (< Valor frontera B/M y > Valor frontera B/M).

Variables	Chi-cuadrado	P-valor
Año (A)	0,80	0,849
Tratamiento (B)	13,5	< 0,001
Indicador (C)	18,9	< 0,001
A x B	4,11	0,249
A x C	10,9	0,012
B x C	1,99	0,157
A x B x C	0,55	0,907

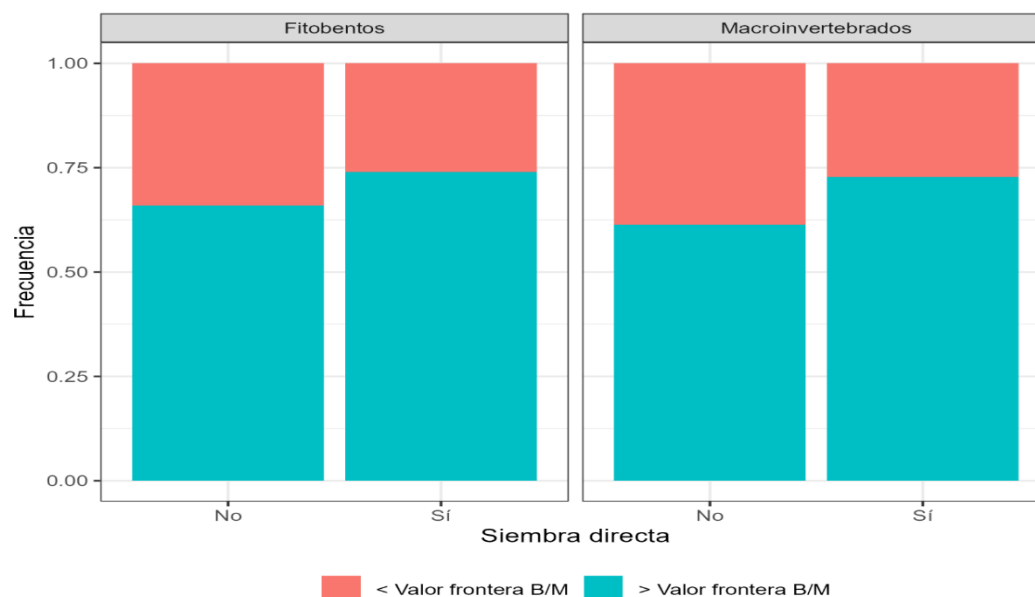
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de los indicadores de Calidad de las Aguas superficiales: fitobentos y macroinvertebrados bentónicos, MITERD.

Como se observa en la Tabla 61, los resultados del modelo mostraron un efecto significativo ($P < 0,05$) para las variables tratamiento y tipo de indicador, pero no para el efecto del año ni de la interacción entre todos ellos. De este modo, en cuanto al efecto temporal, podemos apuntar que la probabilidad de encontrar una mayor o menor frecuencia de ambas categorías de valoración de biodiversidad (< Valor frontera B/M y > Valor frontera B/M) se mantiene constante en el tiempo.

Por otro lado, en cuanto al tipo de indicador, los resultados muestran que hay una menor probabilidad (estimate = - 0,43, $P < 0,001$) de encontrar macroinvertebrados en la categoría de valoración de biodiversidad alta (> Valor frontera B/M) en comparación con los fitobentos. Finalmente, en cuanto al efecto del tratamiento, los puntos fuera de siembra directa presentan

una menor probabilidad de situarse en la categoría de valoración de biodiversidad alta (> Valor frontera B/M) en comparación con los puntos en siembra directa para ambos tipos de indicadores fitobentos (estimate = - 0,51; P=0,0047) y macroinvertebrados (estimate = - 0,72; P<0,001) (Gráfica 46). **Es decir, el modelo refleja que en los puntos de detección bajo siembra directa hay una mayor concentración de biodiversidad en agua estimada como fitobentos y macroinvertebrados que en aquellos bajo agricultura convencional.**

Gráfica 46. Frecuencia de puntos para las dos categorías de valoración de biodiversidad (< Valor frontera B/M y > Valor frontera B/M) en función del tratamiento (siembra directa y no siembra directa) y los dos tipos de indicadores (fitobentos y macroinvertebrados).



Fuente: elaboración propia a partir de los datos de los indicadores de Calidad de las Aguas superficiales: fitobentos y macroinvertebrados bentónicos, MITERD. Los años no resultan significativos por lo que no se han tenido en cuenta en la gráfica

Indicador I.18 Riesgo, uso e impactos de los pesticidas.

Aguas superficiales

Se ha desarrollado un modelo lineal mixto⁴⁴ para evaluar las diferencias en la concentración del herbicida glifosato y su metabolito AMPA en las aguas superficiales, entre ambos grupos, es decir, el integrado por los puntos de detección en siembra directa y el grupo de control, con puntos no influenciados por la siembra directa y teniendo en cuenta los años de medición (2021, 2022, 2023 y 2024).

⁴⁴ Todas las comparaciones de medias por pares se realizaron con la prueba post hoc de Bonferroni a un nivel de significación de P < 0,05. En todos los análisis se utilizaron las pruebas de Shapiro-Wilks y Bartlett para evaluar la normalidad y la homocedasticidad de los datos. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el software R Core Team (2024).

Tabla 62. Resultados de los cuatro modelos lineales mixtos ejecutados para los dos tipos de herbicidas (glifosato y AMPA) en aguas superficiales.

Variables	año		Tratamiento		Interacción	
	F-test	P-valor	F-test	P-valor	F-test	P-valor
Glifosato sup	379,2	< 0,001	36,0	< 0,001	16,9	< 0,001
Ampa sup	126,6	< 0,001	54,6	< 0,001	15,2	< 0,001

Fuente: elaboración propia con los puntos de detección de Plaguicidas en las Aguas, MITERD (2021 a 2024).

Análisis del glifosato

Los resultados del modelo mostraron un efecto significativo ($P < 0,05$) en ambas variables año y tratamiento, así como en la interacción entre ambos (

Tabla 62). La Tabla 63 muestra el valor promedio de glifosato ($\mu\text{g/l}$) y los resultados de las pruebas de comparaciones múltiples post-hoc por tratamiento y año. En este sentido, se puede observar que **los puntos de detección influenciados por la siembra directa presentan un valor promedio de glifosato ($\mu\text{g/l}$) significativamente menor** que aquellos catalogados como no siembra directa, a excepción del año 2023, en el cual los valores promedio tienden a igualarse, a pesar de que las fuentes consultadas apuntan a un mayor número de tratamientos con glifosato en siembra directa. Este efecto es coherente con la poca movilidad del glifosato en el suelo y su necesidad de tener un vehículo que, en este caso, está estabilizado por las prácticas aplicadas en la siembra directa y la mejora de la estructura del suelo.

Además, en cuanto a la evolución temporal, se observa **un descenso significativo en la cantidad de glifosato a lo largo del tiempo en ambos tratamientos**. Sin embargo, las variaciones anuales son más pronunciadas en las explotaciones fuera de siembra directa que aquellas bajo siembra directa (Tabla 63). Este descenso podría estar asociado tanto a una menor utilización del producto durante este periodo de análisis como a variaciones ambientales y climáticas que afectan a las explotaciones.

Tabla 63. Resultados de las pruebas de comparaciones múltiples post-hoc sobre el valor promedio de glifosato ($\mu\text{g/l}$) en aguas superficiales para los factores año y tratamiento (siembra directa y no siembra directa).

Año	Tratamiento		Test Post-hoc
	No SD	SD	P-valor
2021	0,0568 a	0,0449 a	< 0,001
2022	0,0506 b	0,0435 a	< 0,001
2023	0,0410 c	0,0396 b	0,36
2024	0,0436 d	0,0352 b	< 0,001

Fuente: elaboración propia a partir de los puntos de detección de Plaguicidas en las Aguas, MITERD (2021 a 2024).

Nota: Para cada tratamiento, las diferentes letras minúsculas indican diferencias significativas ($P < 0,05$) en la prueba post-hoc de Bonferroni entre los años seleccionados.

Por tanto, existen diferencias significativas que apuntan a **una menor cantidad media de glifosato en las aguas superficiales entre la siembra directa que la agricultura convencional**, posiblemente influenciada por la menor movilidad de sustancia como consecuencia de la mejora en la estructura del suelo en explotaciones bajo siembra directa en comparación con aquellas que tienen un laboreo convencional, que están paliando la mayor intensidad de su uso en la siembra directa. **En ambos casos se producen descensos de la cantidad media a lo largo del periodo de referencia**, probablemente inducidos por factores ajenos a la práctica de la siembra directa, ya que se producen en ambos grupos, tratamiento y control, aunque son más acentuados en la agricultura convencional, lo que podría explicarse por la capacidad de la siembra directa de reducir la erosión del suelo y minorar la movilidad del glifosato.

Análisis del AMPA (ácido aminometilfosfónico)

Los resultados del modelo mostraron un efecto significativo ($P < 0,05$) en ambas variables año y tratamiento, así como en la interacción entre ambos (

Tabla 62). La Tabla 64 muestra el valor promedio del metabolito del glifosato-AMPA ($\mu\text{g/l}$) y los resultados de las pruebas de comparaciones múltiples post-hoc por tratamiento y año.

Así, los puntos de detección en **aguas superficiales influenciados por la siembra directa presentan un valor promedio de AMPA ($\mu\text{g/l}$) significativamente menor** que aquellas catalogadas como no siembra directa en todos los años evaluados, posiblemente influenciado por la capacidad de la siembra directa de paliar el arrastre del glifosato. Sin embargo, aunque se mantiene significativo, se observa **un efecto menos potente entre ambos tratamientos en 2024**. La literatura señala que la degradación del AMPA es mucho más rápida en suelos con alta actividad microbiana y microfauna por lo que existe una alta posibilidad de que la mayor actividad microbiana detectada por los ensayos⁴⁵ en suelos de siembra directa esté contribuyendo a este efecto, junto a la capacidad de la siembra directa de reducir la movilidad del glifosato que da lugar al mismo al mejorar la estructura del suelo.

Tabla 64. Resultados de las pruebas de comparaciones múltiples post-hoc sobre el valor promedio de AMPA ($\mu\text{g/l}$) en aguas superficiales para los factores año y tratamiento (siembra directa y no siembra directa).

Año	Tratamiento		Test Post-hoc
	No SD	SD	P-valor
2021	0,0640 ab	0,0349 ab	< 0,001
2022	0,0619 b	0,0484 a	< 0,001
2023	0,0732 a	0,0452 ab	< 0,001
2024	0,0420 c	0,0347 b	0,036

Fuente: elaboración propia a partir de los puntos de detección de Plaguicidas en las Aguas, MITERD (2021 a 2024).

Nota: Para cada tratamiento, las diferentes letras minúsculas indican diferencias significativas ($P < 0,05$) en la prueba post-hoc de Bonferroni entre los años seleccionados.

Por otro lado, en cuanto a la evolución temporal, aunque se observa una media significativamente menor en 2024 que en el resto de años analizados, no hay una tendencia claramente observable en estas fluctuaciones a lo largo del periodo de estudio (Tabla 64).

En conclusión, **en aguas superficiales también se observan diferencias significativas en la cantidad de AMPA detectada en los puntos de control, con menores concentraciones en aquellos influenciados por la siembra directa**, respecto a la agricultura convencional, y aunque hay una disminución de la concentración en 2024 respecto al año inicial de la serie, no hay una tendencia claramente definida.

Aguas subterráneas

De forma similar al análisis realizado en aguas superficiales, se ha desarrollado un modelo lineal mixto⁴⁶ para evaluar las diferencias en las aguas subterráneas del herbicida glifosato y su metabolito AMPA, entre ambos grupos, es decir, el integrado por los puntos de detección

⁴⁵ [Influencia del manejo agrícola sobre la biodiversidad, el funcionamiento y la salud de los suelos mediterráneos \(SOILBIO\) - Fundación Biodiversidad.](#)

⁴⁶ Todas las comparaciones de medias por pares se realizaron con la prueba post hoc de Bonferroni a un nivel de significación de $P < 0,05$. En todos los análisis se utilizaron las pruebas de Shapiro-Wilks y Bartlett para evaluar la normalidad y la homocedasticidad de los datos. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el software R Core Team (2024).

en siembra directa y el grupo de control, con puntos no influenciados por la siembra directa, y teniendo en cuenta los años de medición (2021, 2022, 2023 y 2024).

Tabla 65. Resultados de los cuatro modelos lineales mixtos ejecutados para los dos tipos de herbicidas (glifosato y AMPA) en aguas subterráneas.

Variables	año		Tratamiento		Interacción	
	F-test	P-valor	F-test	P-valor	F-test	P-valor
Glifosato sub	31,6	< 0,001	0,17	0,68	4,52	0.004
Ampa sub	5,55	< 0,001	0,42	0,52	1,92	0,12

Fuente: elaboración propia a partir de los puntos de detección de Plaguicidas en las Aguas, MITERD (2021 a 2024).

Análisis glifosato

Los resultados del modelo mostraron un efecto significativo ($P < 0,05$) en función del año, pero no del tratamiento (Tabla 65), es decir, no hay diferencias significativas en el contenido de glifosato en aguas subterráneas que sean inducidas por las diferencias entre la siembra directa y la agricultura convencional.

La

Tabla 66 muestra el valor promedio de glifosato ($\mu\text{g/l}$) y los resultados de las pruebas de comparaciones múltiples post-hoc por tratamiento y año. Así, a diferencia de lo observado en aguas superficiales, los puntos de agua influenciados por la siembra directa presentan un valor promedio de glifosato ($\mu\text{g/l}$) similar a aquellos no influenciados por la misma.

Por otro lado, en cuanto a la evolución temporal, mientras **se observa un descenso significativo en la cantidad de glifosato a lo largo del tiempo los puntos de detección de la calidad de agua del grupo de tratamiento (siembra directa) y en aquellos no influenciados por la misma (grupo de control) no se muestra una tendencia tan clara.**

Tabla 66. Resultados de las pruebas de comparaciones múltiples post-hoc sobre el valor promedio de glifosato ($\mu\text{g/l}$) en aguas subterráneas para los factores año y tratamiento (siembra directa y no siembra directa).

Año	Tratamiento		Test Post-hoc
	No SD	SD	P-valor
2021	0,0504 a	0,0488 a	0,96
2022	0,0528 a	0,0483 a	0,56
2023	0,0437 b	0,0448 a	0,54
2024	0,0479 b	0,0400 b	0,048

Fuente: elaboración propia a partir de los puntos de detección de Plaguicidas en las Aguas, MITERD (2021 a 2024).
 Nota: Para cada tratamiento, las diferentes letras minúsculas indican diferencias significativas ($P < 0,05$) en la prueba post-hoc de Bonferroni entre los años seleccionados.

Por tanto, en aguas subterráneas no parece haber diferencias significativas entre la siembra directa y la agricultura convencional en la influencia en el contenido de glifosato en los puntos de control de aguas subterráneas, aunque se detecta una disminución descendente significativa en los puntos de siembra directa.

Análisis del AMPA (ácido aminometilfosfónico)

Al igual que para el glifosato, los resultados del modelo mostraron un efecto significativo ($P < 0,05$) en función del año, pero no del tratamiento (Tabla 65), es decir, no hay diferencias significativas entre siembra directa y el resto de puntos en el contenido de AMPA. La

Tabla 67 muestra el valor promedio de glifosato ($\mu\text{g/l}$) y los resultados de las pruebas de comparaciones múltiples post-hoc por tratamiento y año. **Así, a diferencia de lo observado en aguas superficiales, los puntos de control influenciados por la siembra directa presentan un valor promedio de AMPA ($\mu\text{g/l}$) similar a aquellas no influenciados por la misma.**

Sin embargo, en cuanto al efecto temporal, mientras no se observan diferencias significativas entre años en las concentraciones registradas en los puntos de control, en aquellos bajo **siembra directa la concentración de AMPA ($\mu\text{g/l}$) desciende significativamente a lo largo del periodo estudiado.** La literatura señala que la degradación del AMPA es mucho más rápida en suelos con alta actividad microbiana y microfauna por lo que existe una alta posibilidad de que la mayor actividad microbiana detectada por los ensayos⁴⁷ en suelos de siembra directa esté contribuyendo a este efecto, junto a la capacidad de la siembra directa de reducir la movilidad del glifosato que da lugar al mismo al mejorar la estructura del suelo.

⁴⁷ [Influencia del manejo agrícola sobre la biodiversidad, el funcionamiento y la salud de los suelos mediterráneos \(SOILBIO\) - Fundación Biodiversidad.](#)

Tabla 67. Resultados de las pruebas de comparaciones múltiples post-hoc sobre el valor promedio de AMPA ($\mu\text{g/l}$) en aguas subterráneas para los factores año y tratamiento (siembra directa y no siembra directa).

Año	Tratamiento		Test Post-hoc
	No SD	SD	P-valor
2021	0,0499 a	0,0500 a	0,942
2022	0,0472 a	0,0498 a	0,866
2023	0,0436 a	0,0453 ab	0,924
2024	0,0483 a	0,0402 b	0.076

Fuente: elaboración propia a partir de los puntos de detección de Plaguicidas en las Aguas, MITERD (2021 a 2024).

Nota: Para cada tratamiento, las diferentes letras minúsculas indican diferencias significativas ($P < 0,05$) en la prueba post-hoc de Bonferroni entre los años seleccionados.

Con estos datos, **no parece haber evidencia de que la siembra directa influya de manera diferente a la agricultura convencional en las concentraciones de AMPA en aguas subterráneas, aunque se produce un efecto significativo en la reducción de este metabolito en estos puntos de detección influenciados por la siembra directa que no es observable en aquellos del grupo de control.**

Indicador sobre detección del riesgo de plaguicidas. Aguas superficiales

Para analizar⁴⁸ la relación entre la variable riesgo de plaguicida ($\leq$ LQ, $>$ LQ y $<$ Valor frontera y $\geq$ Valor frontera)-variable dependiente- y la influencia en la misma del año (2020, 2022 y 2023) y el tratamiento (influencia de la siembra directa o sin influencia de la misma)-variables independientes-, se ha construido un modelo mixto de regresión logística ordinal. Además del efecto principal de cada variable independiente, se ha evaluado el efecto de la interacción de los dos factores entre sí.

Como se observa en la Gráfica 47 y en la Figura 20, el modelo muestra que **en la siembra directa la probabilidad de encontrar un valor de peor calificación en el riesgo en los puntos de detección es más alta, el doble** (estimate= 2,09; z value=11.01; P-valor< 0,0001), respecto a los puntos no ubicados en siembra directa.

⁴⁸ Variable dependiente ordinal: riesgo de plaguicida ($\leq$ LQ, $>$ LQ y $<$ Valor frontera y $\geq$ Valor frontera) y variables independientes: el año (2020, 2022 y 2023) y el tratamiento (puntos de detección en siembra directa y fuera de siembra directa). La variable punto de detección fue incluida en el modelo como efecto aleatorio, para evitar la pseudoreplicación de las medidas repetidas. El modelo fue implementado con el software estadístico R Core Team (2024) y se emplearon las siguientes librerías: ordinal, car, RVAideMemoire, emmeans, ggplot2 y ggeffects.

Figura 20. Resultados del modelo mixto de regresión logística ordinal sobre los resultados del riesgo de plaguicidas en puntos de siembra directa y fuera de ella en los años 2020, 2022 y 2023. Aguas superficiales.

Random effects:				
Groups	Name	Variance	Std.Dev.	
COD_ESTACI	(Intercept)	4.092	2.023	
Number of groups: COD_ESTACI 3955				
Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
tratamientoSD	2.0935	0.1902	11.009	< 2e-16 ***
Año2022	0.5097	0.0714	7.139	9.40e-13 ***
Año2023	0.5624	0.0727	7.735	1.03e-14 ***
tratamientoSD:Año2022	-0.2634	0.1937	-1.360	0.1740
tratamientoSD:Año2023	-0.3772	0.1928	-1.957	0.0504 .

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1				
Threshold coefficients:				
	Estimate	Std. Error	z value	
Baja Media	0.01375	0.06464	0.213	
Media Alta	2.41231	0.07978	30.237	

Fuente: elaboración propia a partir de los puntos de detección de Plaguicidas en las Aguas, MITERD y RSU 2023.

Los resultados del modelo muestran un efecto significativo ($P < 0,05$) en ambas variables año y tratamiento, pero no en la interacción entre ellas. Por tanto, el modelo predice que la probabilidad de encontrar **una mayor o menor frecuencia de puntos en los distintos niveles de riesgo de plaguicidas difiere en función del año y el tratamiento**. Sin embargo, para detectar el efecto de la evolución temporal (año) en cada uno de los tratamientos (no siembra directa y siembra directa), fue necesario llevar a cabo pruebas de comparaciones múltiples Post hoc sobre el modelo. De este modo, como se observa en la Tabla 68, el valor de -7,14 en el periodo 2020-2022 y un P-valor significativo, indica que **la probabilidad de encontrar una mayor frecuencia de puntos en niveles elevados de riesgo aumenta en 2022 y 2023 respecto a 2020, en puntos no influenciados por la siembra directa**. Por otro lado, **en siembra directa el efecto se mantiene sin variaciones significativas, por lo que no parece haber influencia del año en la variación del incremento del riesgo**.

Tabla 68. Resultados de las comparaciones múltiples Post hoc del modelo para los diferentes años en función de cada uno de los tratamientos (no siembra directa y siembra directa).

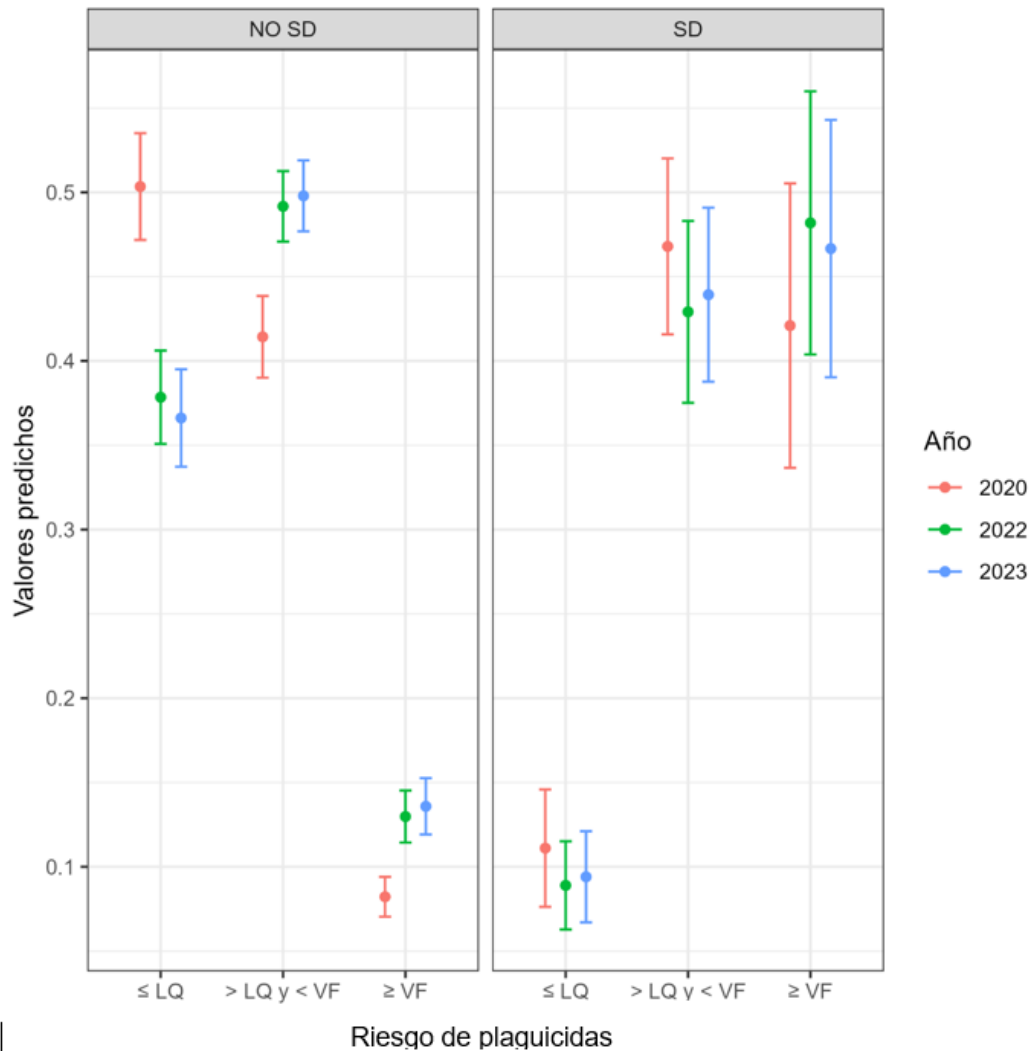
Contrastes	No siembra directa		Siembra directa	
	z.ratio	P-valor	z.ratio	P-valor
2020-2022	-7,14	<0,0001	-1,37	0,517
2020-2023	-7,74	<0,0001	-1,035	0,903
2022-2023	-0.79	1,000	0,379	1,000

Fuente: elaboración propia a partir de los puntos de detección de Plaguicidas en las Aguas, MITERD y RSU 2023.

Finalmente, la Gráfica 47 muestra los valores predichos por el modelo, expresados como la frecuencia de detectar puntos en cada uno de los tres niveles de riesgo de plaguicidas en función del año y el tratamiento (siembra directa y no siembra directa). Así, en el grupo de control de puntos en no siembra directa, los resultados muestran que con el paso del tiempo la probabilidad de detectar puntos en los niveles de riesgo bajo ($\leq$ LQ) desciende significativamente y en niveles altos aumenta, mientras que en el tratamiento de siembra directa el efecto se mantiene constante en todos los años. **Es decir, fuera de siembra directa**

existe una mayor probabilidad, con el paso de los años, de encontrar puntos de peor calificación en el riesgo del agua por plaguicidas frente a la siembra directa, en la que está probabilidad se mantiene.

Gráfica 47 Frecuencia de puntos predicha para los tres niveles de riesgo de plaguicidas en función del Año y el tratamiento (siembra directa y no siembra directa). Aguas superficiales.



Fuente: elaboración propia a partir de los puntos de detección de Plaguicidas en las Aguas, MITERD y RSU 2023.

Indicador sobre detección del riesgo de plaguicidas. Aguas subterráneas

Para analizar y modelar⁴⁹ la relación entre la variable riesgo de plaguicida ($\leq$ LQ, $>$ LQ y $<$ Valor frontera y $\geq$ Valor frontera)-variable dependiente- y la influencia en la misma del año (2020, 2022 y 2023) y el tratamiento, bien sea por la influencia de la siembra directa o sin influencia de la misma-variables independientes-, se ha construido un modelo mixto de regresión logística ordinal. Además del efecto principal de cada variable independiente, se ha evaluado el efecto de la interacción de los dos factores entre sí.

Como se observa en la ones climáticas.

Figura 21 y Tabla 69, los resultados del modelo mostraron un efecto significativo ($P < 0,05$) en la variable Año, pero no en el tratamiento (no siembra directa y siembra directa) ni en la interacción entre ambas. Por tanto, el modelo predice que la **probabilidad de encontrar una mayor o menor frecuencia de puntos en los distintos niveles de riesgo de plaguicidas difiere en función del año, pero no está influenciada por la técnica aplicada, lo que apunta a que también está influenciada por otros factores ajenos a la intervención como pueden ser las condiciones climáticas.**

Figura 21. Resultados del modelo mixto de regresión logística ordinal sobre los resultados del riesgo de plaguicidas en puntos de siembra directa y fuera de ella en los años 2020, 2022 y 2023. Aguas subterráneas.

Random effects:				
Groups	Name	Variance	Std.Dev.	
COD_PUNTO_	(Intercept)	5.753	2.398	
Number of groups: COD_PUNTO_ 2004				
Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
tratamientoSD	-0.516605	0.347417	-1.487	0.137018
Año2022	-0.424467	0.114208	-3.717	0.000202 ***
Año2023	0.069136	0.111634	0.619	0.535715
tratamientoSD:Año2022	-0.184326	0.379353	-0.486	0.627041
tratamientoSD:Año2023	-0.001717	0.350363	-0.005	0.996090

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1				
Threshold coefficients:				
	Estimate	Std. Error	z value	
bajo medio	1.5781	0.1312	12.03	
medio alto	4.2156	0.1788	23.58	

Fuente: elaboración propia a partir de los puntos de detección de Plaguicidas en las Aguas, MITERD y RSU 2023.

Por otro lado, para detectar el efecto de la evolución temporal (Año) en cada uno de los tratamientos (no siembra directa y siembra directa), fue necesario llevar a cabo pruebas de comparaciones múltiples Post hoc sobre el modelo. De este modo, como se muestra en la Tabla 69, la probabilidad de encontrar una mayor frecuencia de puntos en niveles elevados de riesgo disminuye en 2022 con respecto al resto de años (como muestra el P-valor de 0,0006 en el intervalo 2020-2022) en los puntos no influenciados por la siembra directa. Por otro lado, **en siembra directa el efecto se mantiene sin variaciones significativas.**

⁴⁹ Variable dependiente ordinal: riesgo de plaguicida ($\leq$ LQ, $>$ LQ y $<$ Valor frontera y $\geq$ Valor frontera) y variables independientes: el año (2020, 2022 y 2023) y el tratamiento (puntos de detección en siembra directa y fuera de siembra directa). La variable punto de detección fue incluida en el modelo como efecto aleatorio, para evitar la pseudoreplicación de las medidas repetidas.

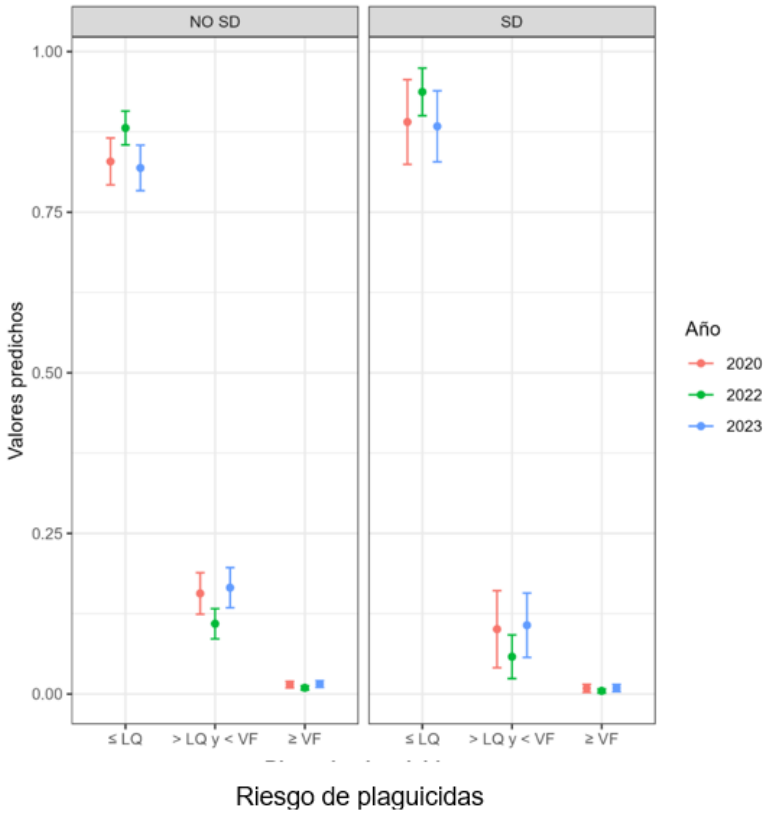
Tabla 69. Resultados de las comparaciones múltiples Post hoc del modelo para los diferentes años en función de cada uno de los tratamientos (no siembra directa y siembra directa).

Contrastes	No siembra directa		Siembra directa	
	z.ratio	P-valor	z.ratio	P-valor
2020-2022	3,72	0,0006	1,68	0,278
2020-2023	-0,62	1,000	-0,20	1,000
2022-2023	-4,83	<0,0001	-2,24	0,076

Fuente: elaboración propia a partir de los puntos de detección de Plaguicidas en las Aguas, MITERD y RSU 2023.

Finalmente, la Gráfica 48 muestra los valores predichos por el modelo expresados como la frecuencia de detectar puntos en cada uno de los tres niveles de riesgo de plaguicidas en función del Año y el tratamiento (siembra directa y no siembra directa). Así, en el grupo de control para no siembra directa, los resultados muestran que, en el año 2022, la probabilidad de detectar puntos en los niveles de riesgo bajo ($\leq$ LQ) aumenta significativamente y en niveles altos disminuye, mientras que en el tratamiento de siembra directa el efecto se mantiene constante o varía en menor medida en todos los años. **Es decir, mientras en los puntos no influenciados por la siembra directa, es más probable un nivel bajo de riesgo en 2022, en los puntos de siembra directa este valor se mantiene.**

Gráfica 48. Frecuencia de puntos predicha para los tres niveles de riesgo de plaguicidas en función del Año y el tratamiento (siembra directa y no siembra directa).



Fuente: elaboración propia a partir de los puntos de detección de Plaguicidas en las Aguas, MITERD y RSU 2023.

1.6. Anexo VI. Bibliografía

Agüera Vega, J., & Márquez García, F. (2012). Técnicas agrarias sostenibles mitigadoras del cambio climático. Proyecto Life + AGRICARBON: Agricultura sostenible en la aritmética del carbono (LIFE08/ENV/E/000129). ISBN: 978-84-695-6406-6. Disponible en: https://agriculturadeconservacion.org/images/descargas/Fichas_Tecnicas/ficha%20tecnica%203.pdf.

Akbarnia, A., & Farhani, F. (2014). Study of fuel consumption in three tillage methods. Disponible en: <https://rae.agriculturejournals.cz/pdfs/rae/2014/04/04.pdf>.

Bosco, S., Perez-Soba, A. M., Chen, M., Montero, C. A., Schievano, A., Tamburini G., Catarino R., Guerrero I, Bielza Diaz-Caneja M., Assouline M., Angileri V., Dentener F., Makowski D., Terres, J. M. (2024). Scientific evidence on farming practices improving sustainable water management in agriculture. European Commission, Ispra. Disponible en: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC137742>.

Bowles, T. M., Jackson, L. E., Loeher, M., & Cavagnaro, T. R. (2017). Ecological intensification and arbuscular mycorrhizas: a meta-analysis of tillage and cover crop effects. *Journal of Applied Ecology*, 54(6), 1785-1793. Disponible en: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1365-2664.12815>.

Briones, M. J. I., & Schmidt, O. (2017). *Conventional tillage decreases the abundance and biomass of earthworms and alters their community structure in a global meta-analysis*. *Global change biology*, 23(10), 4396-4419. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gcb.13744>.

Bueno Hernández, S., Torre Sales, S., Sánchez Vicente D., Fernández Díez-Picazo, M., Fernández Barrena, M., Lázaro Navas, S., Flores Sanz, F. J., Flores García, L. (2025). Documento de Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. MITERD. NIPO: 665-25-00-45. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/es-nid-edicion-2025-.pdf>.

Crespo Iniesta P., González Abadías, A. I. (2024). Informe sobre la calidad de las aguas 2010-2023. MITERD. NIPO: 665-24-041-1. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/proteccion-nitratos-pesticidas/estado-plaguicidas/estado-de-los-plaguicidas-glifosato/2023/INFORME%20CALIDAD%20DE%20LAS%20AGUAS%202682024.pdf>.

Espósito Goya, G., Valiente Gómez, M., Calera Belmonte, C., Castillo, C., Balboa, G., & Videla Mensegue, H. (2011). Siembra directa y eficiencia en el uso de agua de riego en maíz. In XXIX Congreso Nacional de Riegos Córdoba (España). Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Horacio-Videla-Mensegue-2/publication/313990944_Siembra_directa_y_eficiencia_en_el_uso_de_agua_de_riego_en

[maiz/links/5b61f8f9a6fdccf0b206b91d/Siembra-directa-y-eficiencia-en-el-uso-de-agua-de-riego-en-maiz.pdf](https://maiz.links/5b61f8f9a6fdccf0b206b91d/Siembra-directa-y-eficiencia-en-el-uso-de-agua-de-riego-en-maiz.pdf).

EU Cap Network. (2025). *Rough estimate of the climate change mitigation potential of the CAP Strategic Plans (EU-27) over the 2023-2027 period. Executive summary*. Disponible en: https://eu-cap-network.ec.europa.eu/publications/rough-estimates-climate-change-mitigation-potential-cap-strategic-plans-eu-27-over_en.

Gil Ribes, J.A., Veroz González, O., Hernanz Martos, J.L., González Sánchez, E. J. (2009). *Ahorro y Eficiencia Energética con Agricultura de Conservación*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. ISBN: 978-84-96680-44-9 https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10995_Agr12_Agric_conservacion_A_2009_1ef06e4a.pdf.

González Ortega, E., & Fuentes Ponce, M. H. (2022). *Dinámica del glifosato en el suelo y sus efectos en la microbiota*. Revista internacional de contaminación ambiental, 38. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992022000100113&script=sci_arttext.

González, Sánchez, E. J., Veroz González, O., Gil Ribes, J. A., Ordóñez Fernández, R. M. (2018). *Iniciativa 4 por mil: el carbono orgánico del suelo como herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático en España*. D.G. Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. NIPO: 013-18-014-7. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/4por1000_tcm30-438109.pdf.

Holgado Cabrera, A., Román Vázquez, J., Basch, G., Kassam, A., Moreno Blanco, E., Agüera de Pablo Blanco, B., Ruibérriz de Torres, A... (2023). *Boosting the European Green Deal in the crop Production sector: Conservation Agriculture and the tools for its implementation in Denmark, France, Germany, Italy, Poland and Spain*. European Conservation Agriculture Federation (ECAAF).

Jacobsen C.S. y Hjelmsø M.H. (2014). *Agricultural soils, pesticides and microbial diversity*. Curr. Opin. Biotechnol. 27, 15-20. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2013.09.003>.

Labouyrie, M., Ballabio, C., Romero, F., Panagos, P., Jones, A., Schmid, M. W., ... & Orgiazzi, A. (2023). *Patterns in soil microbial diversity across Europe*. Nature Communications, 14(1), 3311. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41467-023-37937-4>

Li, Y., Chang, S. X., Tian, L., & Zhang, Q. (2018). *Conservation agriculture practices increase soil microbial biomass carbon and nitrogen in agricultural soils: A global meta-analysis*. Soil Biology and Biochemistry, 121, 50-58. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038071718300737>.

Li, Y., Song, D., Liang, S., Dang, P., Qin, X., Liao, Y., & Siddique, K. H. (2020). *Effect of no-tillage on soil bacterial and fungal community diversity: A meta-analysis*. Soil and Tillage Research, 204, 104721. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167198720305031>.

Luna Medrano, Margarita Ros, Tadeo Sáez-Sandino, Guiyao Zhou, Dongxue Tao, Kaiyan Zhai, Yue Yin, Tao Zhou, Daniel Revillini, Jose Antonio Pascual, Antonio Rafael Sánchez-

Rodríguez, Raúl Ochoa-Hueso, María del Mar Alguacil, Daniel Sacristán, Javier Alejandro, Gema del Río, Matthias C. Rillig, Manuel Delgado-Baquerizo (2025). [Multiple Sustainable Practices Are Crucial for Enhancing the Provisioning of Agroecosystem Services Worldwide - Medrano - 2025 - Ecology Letters - Wiley Online Library](#)

Margarita Ros, Luna Medrano, Maria del Mar Alguacil, Javier Alejandro, Gema Del Río, Daniel Sacristán, Manuel Delgado-Baquerizo, Antonio Rafael Sánchez-Rodríguez, Raúl Ochoa-Hueso, Jose Antonio Pascual (2025). BIOINDICADORES PARA EL MONITOREO DE LA BIODIVERSIDAD Y LOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS DEL SUELO. Ciencia del Suelo. Revista científica de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo.

Márquez, L. (2011). Optimización del consumo energético en la agricultura. *Ambienta*, 96, 136-151. Disponible en: https://www.revistaambienta.es/content/dam/revistaambienta/files-1/Revista-Ambienta/AMBIENTA/96/Ambienta_2011_96_a6.pdf.

McDaniel, M. D., Tiemann, L. K., & Grandy, A. S. (2014). Does agricultural crop diversity enhance soil microbial biomass and organic matter dynamics? A meta-analysis. *Ecological Applications*, 24(3), 560-570. Disponible en: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1890/13-0616.1>.

Mhazo, N., Chivenge, P., & Chaplot, V. (2016). Tillage impact on soil erosion by water: discrepancies due to climate and soil characteristics. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 230, 231-241. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167880916302389>.

MITECO. Estado de los nitratos en España. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/proteccion-nitratos-pesticidas/estado-nitratos.html>.

MITECO. Estado de los plaguicidas en España. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/proteccion-nitratos-pesticidas/estado-plaguicidas.html>.

Moos, J. H., Schrader, S., & Paulsen, H. M. (2017). Reduced tillage enhances earthworm abundance and biomass in organic farming: A meta-analysis. *Landbauforschung*, 67. Disponible en: https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn059488.pdf.

Nguyen D.B., Rose M.T., Rose T.J., Morris S.G. y van Zwieten L. (2016). *Impact of glyphosate on soil microbial biomass and respiration: A meta-analysis*. *Soil Biol. Bioch.* 92, 50-57. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2015.09.014>.

Pedro González Fernández, IFAPA. Centro de Córdoba. Junta de Andalucía. La mejora de suelos en Siembra Directa y su correcta fertilización. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6203480>.

Plaza Brazal, J. M. (2024). Avance de resultados de experimentación agraria. Campaña 2023-2024. Centro de Investigación Agroforestal de Albaladejito y Fincas Colaboradoras. Provincia

de Cuenca. Disponible en: https://albaladejito.castillalamancha.es/sites/default/files/2024-09/CIAF_boletinInvierno_23-24.pdf.

Puissant, J., Villenave, C., Chauvin, C., Plassard, C., Blanchart, E., & Trap, J. (2021). *Quantification of the global impact of agricultural practices on soil nematodes: a meta-analysis*. *Soil Biology and Biochemistry*, 161, 108383. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003807172100256X>.

PwC. (2021). La Agricultura de Conservación y las herramientas para su puesta en práctica en el contexto del Pacto Verde Europeo. Disponible en: https://aepla.es/wp-content/uploads/2021/12/Estudio_sobre-la-Agricultura-de-Conservacion-05102021.pdf.

Rakotomanga, D., Blanchart, E., Rabary, B., Randriamanantsoa, R., Razafindrakoto, M., & Autray, P. (2016). Crop management and soil macrofauna diversity in the Highlands of Madagascar. Disponible en: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20173014798>.

Real Decreto 47/2022, de 18 de enero, sobre protección de las aguas contra la contaminación difusa producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias. *Boletín Oficial del Estado*, 17, de 20 de enero de 2022. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2022-860>.

Román-Vázquez, J., Moreno-García, M., Repullo-Ruibérriz de Torres, M. A., Veroz-González, O., Agüera-de Pablo Blanco, B., Kassam, A., ... & González-Sánchez, E. J. (2023). Conservation Agriculture: Moving towards the Preservation and Improvement of Biodiversity in Agricultural Ecosystems. European Conservation Agriculture Federation (ECAAF): Brussels, Belgium. Disponible en: https://ecaf.org/wp-content/uploads/2023/09/CA_Biodiversity_report_ECAF.pdf.

Santos, D. P., Santos, G. G., Santos, I. L. D., Schossler, T. R., Niva, C. C., & Marchão, R. L. (2016). Characterization of soil macrofauna in grain production systems in the Southeastern State of Piauí, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51, 1466-1475. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000900045>.

Sun, Y., Zeng, Y., Shi, Q., Pan, X., & Huang, S. (2015). No-tillage controls on runoff: A meta-analysis. *Soil and Tillage Research*, 153, 1-6. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167198715000884>.

Torres, F. P., & Ribes, J. A. G. (2006). Consumo de gasoil y tiempos de trabajo de la maquinaria agrícola. *Agricultura de conservación: AC*, (3), 23-26. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_AC%2FAC_2006_3.pdf.

Venter, Z. S., Jacobs, K., & Hawkins, H. J. (2016). The impact of crop rotation on soil microbial diversity: A meta-analysis. *Pedobiologia*, 59(4), 215-223. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031405616300117>.

Xiong, M., Sun, R., & Chen, L. (2018). Effects of soil conservation techniques on water erosion control: A global analysis. *Science of the Total Environment*, 645, 753-760. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969718326081>.