

EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA 4 DE SIEMBRA DIRECTA DEL ECORREGÍMEN “AGRICULTURA DE CARBONO Y AGROECOLOGÍA: ROTACIONES Y SIEMBRA DIRECTA” DEL PEPAC



Raquel Díaz Molist

Jefa del Área de evaluación de la PAC

Subdirección General de Planificación de Políticas Agrarias

Madrid, 5 de diciembre de 2025



GrupoTragsa



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

Contenido

- Objetivos y alcance de la evaluación de siembra directa
- Diseño de la evaluación
- Limitaciones de la evaluación
- Análisis de la ejecución
- Respuestas a las preguntas de evaluación
- Recomendaciones



Objetivos y alcance de la evaluación

- Dar cumplimiento al compromiso adquirido en el PEPAC: “...respecto a la práctica 4 de agricultura de conservación/siembra directa de los ecorregímenes, en el año 2025, en relación al **uso de herbicidas**, se llevará a cabo una evaluación, con la información disponible hasta el momento, de sus efectos, con el fin de poder modificar sus condiciones y requisitos si se observan efectos negativos sobre otros objetivos del PEPAC, en particular, la contribución a la protección de la biodiversidad.”
- Evaluar los efectos de la siembra directa en otros aspectos, como la reducción de la **erosión** del suelo, aumento de su **calidad, fertilidad** y **capacidad de absorción del carbono orgánico**, la **biodiversidad** y la **calidad del agua**, entre otros, con el fin de ampliar el alcance y utilidad de la evaluación.



Diseño de la evaluación

➤ ¿En qué medida el uso de herbicidas derivado de la práctica de la siembra directa en el marco del PEPAC produce efectos en ...?

- la utilización y el riesgo de los herbicidas químicos (OE9)
- la biodiversidad, servicios ecosistémicos y hábitats (OE6)
- la calidad del agua (OE5)

➤ ¿En qué medida ha contribuido la siembra directa en el marco del PEPAC a...?

- la captura de carbono orgánico del suelo (OE4, OE5)
- la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (OE4)
- la mejora de la gestión, conservación de los suelos agrícolas (O5)
- La mejora de la calidad del suelo (O5)
- la mejora de la calidad de las masas de agua (O5)
- la protección de la biodiversidad (OE6)
- la competitividad de la explotación (OE1)



Diseño de la evaluación

- Técnicas aplicadas

Métodos cuantitativos
Metodología contrafactual (comparación grupo tratamiento y control) <ul style="list-style-type: none">• Calidad del agua• Biodiversidad en el agua• Uso y riesgo de herbicidas
Aplicación de coeficientes (basados en bibliografía y expertos) <ul style="list-style-type: none">• MO en el suelo• Emisiones de CO₂eq (práctica)• Ahorro energético
Estudios de caso <ul style="list-style-type: none">• Erosión del suelo• Calidad de agua (herbicidas)
Sondeos de opinión: <ul style="list-style-type: none">• Personas que implementan la P4

Métodos cualitativos
Entrevistas a expertos
Sondeo de opinión a personas que implementan la P4



Estudios y documentos de investigación



Limitaciones de la evaluación

- **Escaso tiempo de aplicación de la práctica 4 (solo dos años) para atribuirle impactos claros, pues se requiere un periodo de estudio más prolongado.**
- **Disponibilidad de datos:**
 - Base de datos con naturaleza viva (RSU, SIEX): Se utiliza el RSU de noviembre 2024
 - Base de datos complejas (RSU, SIEX)
 - En la RSU, las declaraciones de siembra directa de 2022 tienen algunos condicionantes que difieren de los de 2023 y 2024
 - Continuidad de las bases de datos (BDEX)
 - Relaciones entre bases de datos (ej.: RETO con SIEX o RSU)
 - No se ha podido acceder a información detallada sobre planes de abonado y tratamientos fitosanitarios (cuaderno digital de explotación)
 - De forma positiva, se ha incorporado información preliminar aportada por los autores de los proyectos: SOILBIO (UPA, CSIC -CEBAS e INRAS- y las universidades de Cádiz, Córdoba y Valencia) y Seguimiento del contenido de COS agrícolas de España (MAPA-INIA)
- **Tiempo disponible para la realización de la evaluación**→Algunos análisis sobre herbicidas se han centrado en el glifosato.



Análisis de la ejecución

- Incremento de la superficie declarada en siembra directa con la entrada en vigor del PEPAC.
- Mayor grado de acogida: Castilla y León, Aragón, Castilla-La Mancha, Catalunya y Navarra.
- La siembra directa se aplica predominantemente en secano:
 - Secano: 1.207.496 ha en 2023 y 1.229.920 ha en 2024
 - Secano húmedo: 167.296 ha en 2023 y 68.487 ha en 2024
 - Regadío: 117.710 ha en 2023 y 104.353 ha en 2024
- Fundamentalmente los cultivos predominantes son en cereales (66%), leguminosas (10%), oleaginosas (8%), pratenses (2%).



Respuestas a las preguntas de evaluación

¿En qué medida el **uso de herbicidas** derivado de la práctica de la siembra directa en el marco del PEPAC produce efectos en la **utilización y riesgo de herbicidas químicos**?

Metodología	<ul style="list-style-type: none">- Metodología contrafactual (comparación entre grupo de control y tratamiento-siembra directa):<ul style="list-style-type: none">- Indicador: número de aplicaciones de fitosanitarios. Información Redes-TECO (2019-2023) del nº medio de tratamientos SD vs convencional (por año, por cultivo, desglose por insecticidas, fungicidas y herbicidas)- Estudio de caso: compras glifosato SD vs convencional para las explotaciones de cereales, oleaginosas y proteaginosas (Registro Electrónico de Transacciones y Operaciones 2023-2024)- Entrevistas a expertos (Entrevista a técnicos del Centro de Investigación Agroforestal de Albaladejito – IRIAF- y Fincas Colaboradoras) + Encuesta a personas beneficiarias de la P4.- Proyecto LIFE Agromitiga (nº de tratamientos y dosis) y estudios de IRIAF.
Principales conclusiones	<ul style="list-style-type: none">- En SD se hacen 1-3 aplicaciones más de herbicida y las dosis de glifosato son más del doble que en laboreo convencional, pero se realiza un menor número de aplicaciones de insecticidas y fungicidas.- Mayor empleo de herbicidas genera resistencias en plantas adventicias.- Mínimo laboreo o laboreo en líneas palia resistencias y disminuye el uso de herbicidas contribuyendo de manera similar al incremento de la materia orgánica en el suelo y a paliar la erosión.



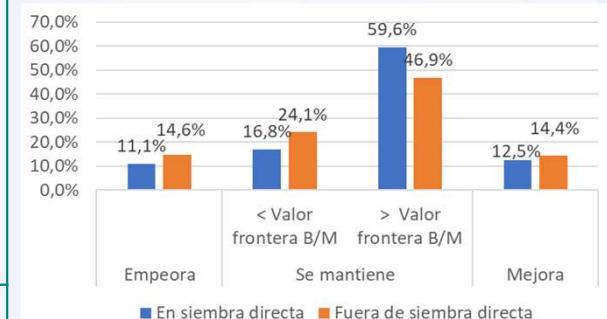
Respuestas a las preguntas de evaluación

¿En qué medida el uso de herbicidas derivado de la práctica de la siembra directa en el marco del PEPAC produce efectos en la biodiversidad, servicios ecosistémicos y hábitats?

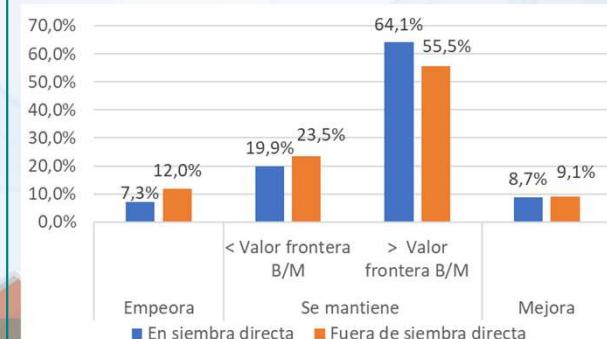
- Metodología**
- Metodología contrafactual → Utilización de indicadores biológicos de calidad del agua del MITERD para las aguas superficiales y subterráneas (fitobentos y de los macroinvertebrados bentónicos) en estaciones influenciadas por la SD y no influenciadas y antes (2020-2022) y con la implementación del PEPAC (2023)
 - Proyecto SOILBIO.
 - Revisión bibliográfica.
 - Entrevista a AECSV.

- Principales conclusiones**
- La biodiversidad se ve influenciada por diversos factores (prácticas agrarias, condiciones edáficas, climáticas...etc.). Los efectos de los herbicidas no pueden verse de forma aislada.
 - Proyecto SOILBIO: prácticas aplicadas (no laboreo, mantenimiento de la cubierta vegetal/rastrojo, rotación de cultivos), están compensando un posible efecto negativo de un mayor uso de herbicidas. Con la SD aumenta la abundancia, riqueza y diversidad de la mesofauna en los suelos de climas mediterráneos. También lombrices.
 - En SD se aprecian más % de estaciones que mantienen el estado de calidad biológico del agua (84,0% en fitobentos y 76,4% en M. bentónicos) vs agricultura convencional (79% en fitobentos y 71,0% en M. bentónicos).

Macroinvertebrados bentónicos



Fitobentos



Respuestas a las preguntas de evaluación

¿En qué medida el **uso de herbicidas** derivado de la práctica de la siembra directa en el marco del PEPAC produce efectos en la calidad del agua?

Metodología	<ul style="list-style-type: none">- Metodología contrafactual (comparación entre grupo de control y tratamiento-SD) antes (2021-2022) y con la implementación del PEPAC (2023-2024). Indicador con información del MITERD: Detección del Riesgo por herbicidas que mide la variación de la concentración de los principales herbicidas en aguas superficiales y subterráneas.- Estudio de caso con información del MITERD centrado en glifosato y su metabolito AMPA para ver diferencias SD vs convencional comparando puntos con cultivos semejantes y misma técnica aplicada (secano/regadío).- Revisión bibliográfica.
Principales conclusiones	<ul style="list-style-type: none">- En aguas superficiales en las zonas de siembra directa la concentración disminuye en el periodo de análisis para 25 de los herbicidas analizados, y en las zonas fuera de siembra directa disminuye para 23. La concentración de glifosato y el AMPA presenta un valor medio inferior y disminuye mucho más en zonas de influencia de la siembra directa.- En aguas subterráneas no parece haber diferencias significativas entre la siembra directa y la agricultura convencional en la influencia en el contenido de glifosato.



Respuestas a las preguntas de evaluación

¿En qué medida ha contribuido la siembra directa en el marco del PEPAC a la captura de carbono orgánico?

Metodología	<ul style="list-style-type: none">- Metodología de cálculo de experto (aplicación de coeficientes basados en bibliografía). Establecer un coeficiente que permita estimar la variación teórica de COS producida por la aplicación de la siembra directa. Indicadores: Contenido total y medio de carbono orgánico en suelos de tierras agrícolas:<ul style="list-style-type: none">- Iniciativa 4 por mil (MITERD).- Rough estimate of the climate change mitigation potential of the CAP Strategic Plans (EU-18) over the 2023-2027 (European Helpdesk for the CAP).- Revisión bibliográfica (IRIAF y Seguimiento del contenido de COS en los suelos agrícolas de España (MAPA-INIA).- Entrevista a AEACSV.
Principales conclusiones	<ul style="list-style-type: none">- Existe una diferencia positiva de retención de carbono en los suelos de siembra directa, aunque con diferencias entre distintas fuentes:<ul style="list-style-type: none">- Iniciativa 4 por mil: la superficie de siembra directa ha contribuido a retener unas 1.183.625,85 t COS en el total de la superficie del año 2023 y 1.192.346,00 t de COS en el año 2024.- Helpdesk: la retención de carbono, con unas 292.159,82 t de COS en el año 2023 y en 294.312,04 t de COS en el año 2024. Valor medio de 0,21 t C/ha/año.



Respuestas a las preguntas de evaluación

¿En qué medida ha contribuido la siembra directa en el marco del PEPAC a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)?

Metodología	<ul style="list-style-type: none">- Metodología de cálculo de experto (aplicación de coeficientes basados en bibliografía). Establecer un coeficiente que permita estimar la variación producida por la aplicación de la siembra directa.<ul style="list-style-type: none">- Indicador “Contribución a la mitigación del cambio climático: Reducción de emisiones GEI”: Iniciativa 4 por mil y Helpdesk.- Indicador “Reducción del consumo energético” (IDAE).- Entrevistas a expertos (AEACSV).
Principales conclusiones	<ul style="list-style-type: none">- Los resultados apuntan a la reducción de emisiones de GEI por la siembra directa, debido al aumento en la retención de carbono en el suelo, así como por el menor uso de combustible (reducción de labores):

Aumento en la retención de carbono en el suelo

Metodología de estimación		Iniciativa 4 por mil		Metodología Helpdesk	
Continuidad o implementación de siembra directa SD		Sup. que se mantiene de 2022	Sup. nueva de siembra directa	Sup. que se mantiene de 2022	Sup. nueva de siembra directa
Estimación de la absorción de CO ₂ eq en el suelo por la práctica de siembra directa (t CO ₂ eq)	2023	1.193.371,68	3.150.535,19	294.565,43	777.661,11
	2024	1.165.776,87	3.210.132,95	287.753,87	792.371,33
	Media 23-24	1.179.574,27	3.180.334,07	291.159,65	785.016,22

Menor uso de combustible

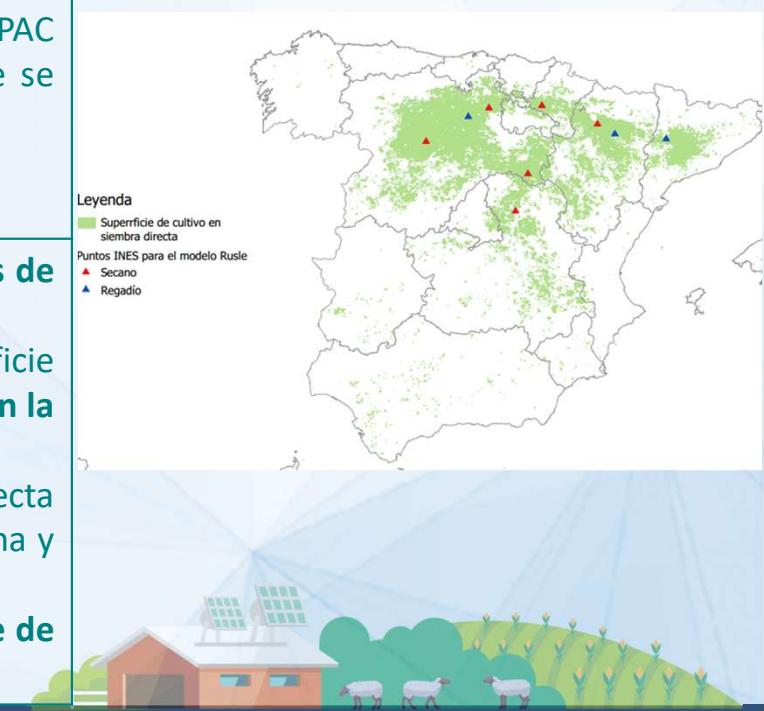
Supuestos de laboreo antes del PEPAC.		Reducción del consumo de gasóleo (laboreo convencional a siembra directa)	
Continuidad o implementación de siembra directa SD		Superficie que se mantiene de 2022	Superficie nueva de siembra directa
Estimación de la reducción de CO ₂ eq del gasóleo en la práctica de siembra directa (t CO ₂ eq)	2023	35.054,22	92.544,14
	2024	33.319,67	91.750,46
	Media 23-24	34.186,95	92.147,30

Respuestas a las preguntas de evaluación

¿En qué medida ha contribuido la siembra directa en el marco del PEPAC a la mejora de la reducción de la erosión del suelo?

- Metodología**
- **Estudio de caso y modelización RUSLE:** Indicador I.13 llamado “Reducción de la erosión del suelo” utilizando información del riesgo de erosión hídrica del suelo del Inventario Nacional de Erosión de Suelos (MITERD) antes del PEPAC en 9 puntos e información de la Redes-TECO (Red Cultivos) con la que se prevé la situación después de la implementación de la P4.
 - Revisión bibliográfica.
 - Encuesta a personas beneficiarias de la P4- Ecorregímenes.

- Principales conclusiones**
- **Más del 80% de la superficie de siembra directa se ha ubicado en zonas de erosión hídrica baja.**
 - La siembra directa contribuye a reducir el riesgo de erosión de la superficie cultivada. **La reducción de la erosión media se estima en 3,4 t/ha y año en la superficie de secano y 1,1 t/ha y año para la superficie de regadío.**
 - De media la superficie en que se implementa la práctica de la siembra directa presenta una reducción media de pérdida de suelo por erosión de 3,2 t/ha y año.
 - **Reducción estimada de la pérdida de suelo media de la nueva superficie de siembra directa atribuible al PEPAC: 3.265.147,30 t/año.**



Respuestas a las preguntas de evaluación

	<p>¿En qué medida ha contribuido la siembra directa en el marco del PEPAC a la mejora de la calidad del suelo?</p>
Metodología	<ul style="list-style-type: none">- Revisión bibliográfica (SOILBIO, entre otros).- Entrevistas a expertos (IRIAF, AEACSV, Cooperativas Agroalimentarias) y sondeo de opinión a personas beneficiarias de la P4.- Información sobre rotación de cultivos: superficie rotación de cultivos (2023-2024) y plurianualidad
Principales conclusiones	<p>Además de lo indicado en las respuestas sobre COS y erosión y lo que se verá posteriormente sobre protección de la biodiversidad...</p> <ul style="list-style-type: none">- La siembra directa incide en la mejora de la calidad del suelo en aspectos diversos como son el aumento de la materia orgánica, la biodiversidad y la estructura del mismo, la infiltración del agua y la humedad del suelo, no sólo por la reducción del laboreo y la permanencia del rastrojo sino también con la rotación del cultivo y la plurianualidad de la práctica.- Además, existe una mayor riqueza y diversidad microbiana con la rotación de cultivos. La rotación se ha producido en el 80,8% de las hectáreas que coinciden en las anualidades 2023 y 2024.- La plurianualidad se ha registrado en una superficie de 1.159.218,1 ha.



Respuestas a las preguntas de evaluación

¿En qué medida ha contribuido la siembra directa en el marco del PEPAC a la mejora de la calidad de las masas de agua?

Metodología	<ul style="list-style-type: none">- Metodología contrafactual (comparación entre grupo de control y tratamiento-SD): Indicadores con información del MITERD sobre el estado de los plaguicidas y de los nitratos en las aguas superficiales y subterráneas antes y con la implementación del PEPAC.- Revisión bibliográfica.
Principales conclusiones	<ul style="list-style-type: none">- En aguas superficiales, en los puntos de detección de plaguicidas en las aguas cercanos a la superficie de SD aumenta el porcentaje de los que mejoran la calificación de su calidad. Y en zonas vulnerables a nitratos se registra un descenso de la concentración de nitratos más acusado en SD, y un incremento en las estaciones que se ubican fuera de las zonas vulnerables a nitratos en siembra directa.- En aguas subterráneas la SD podría incidir en el mantenimiento de la calidad de los puntos de agua. Más puntos de detección de plaguicidas que mantienen su calidad, y menor proporción de éstos que mejoran o empeoran su calidad. Respecto a nitratos, se observa un descenso en la concentración de nitratos más acusado en las estaciones donde se encuentra la superficie de SD (dentro y fuera de las zonas vulnerables a contaminación por nitratos).

CALIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS MASAS DE AGUA (PLAGUICIDAS)

Aguas superficiales

DiD 2020 y 2023	No siembra directa	Siembra directa
Se mantiene	58,0%	55,1%
Empeora	26,9%	26,5%
Mejora	15,2%	18,4%

Aguas subterráneas

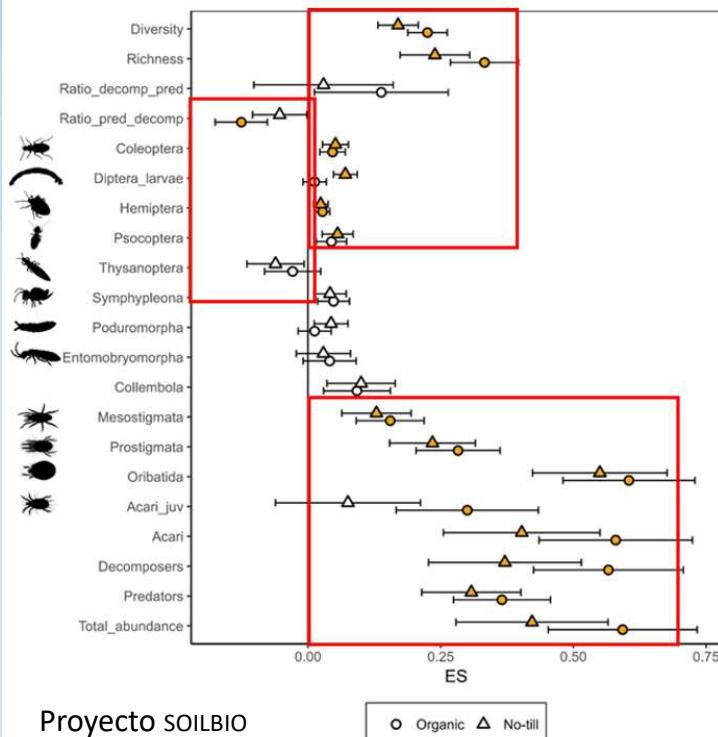
DiD 2020 y 2023	No siembra directa	Siembra directa
Se mantiene	70,7%	78,3%
Empeora	14,5%	10,0%
Mejora	14,8%	11,7%



Respuestas a las preguntas de evaluación

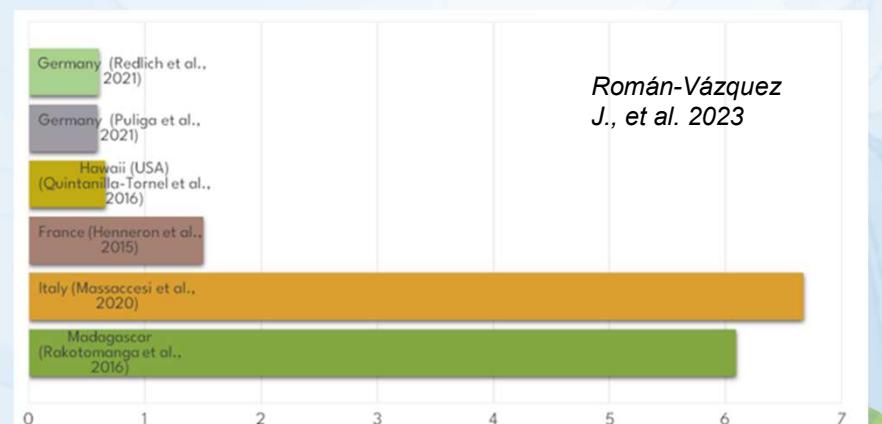
¿En qué medida ha contribuido la SD en el marco del PEPAC a la protección de la biodiversidad?

Metodología	- Revisión bibliográfica.
Principales conclusiones	<ul style="list-style-type: none"> - Es necesario considerar el contexto global de la práctica de la siembra directa para analizar el efecto sobre la biodiversidad. - La SD favorece condiciones estables para el desarrollo de comunidades edáficas, refuerza la resiliencia del suelo, incrementa la eficiencia del ciclo de nutrientes y promueve sistemas agrícolas más sostenibles. - Los primeros resultados del proyecto SOILBIO demuestran que la SD aumenta la abundancia, riqueza y diversidad de la mesofauna en los suelos de climas mediterráneos. También lombrices.



Existe un efecto significativo positivo de las prácticas de agricultura ecológica y siembra directa al compararlas con la agricultura convencional sobre la diversidad y riqueza de mesofauna en suelos.

Incremento observado, por diferentes artículos científicos, en abundancia de arañas implementando siembra directa en comparación con la agricultura convencional.



Respuestas a las preguntas de evaluación

¿En qué medida ha contribuido la siembra directa en el marco del PEPAC a la competitividad de la explotación?

Metodología	<ul style="list-style-type: none">- Metodología de cálculo de experto (aplicación de coeficientes basados en bibliografía). Indicador “Reducción del consumo energético” a partir de información del IDAE. Coeficiente la reducción del consumo de gasóleo en los cultivos en SD→Ahorro económico potencial de SD (precio medio del gasóleo agrario del MAPA).- Revisión bibliográfica.- Entrevistas a expertos (IFPRA, AEACSV) y encuesta a personas beneficiarias de la P4.
Principales conclusiones	<ul style="list-style-type: none">- Se estima un ahorro económico derivado de la reducción en el consumo de gasóleo y menor número de horas de trabajo, debido a la menor cantidad de pasos de labor que implica la práctica. Para el total de superficie con siembra directa de 25,78 €/ha en 2023 y 24,67 €/ha en 2024.- Se estima el ahorro de horas de trabajo empleadas en 1 a 4,2h/ha, dando en un beneficio medio de 44€/ha por ahorro de tiempo invertido y de 49€/ha por ahorro de combustibles. También se requiere menos maquinaria, aunque esta es más costosa que en convencional, según las opiniones recabadas.- La motivación principal para acogerse a la práctica está originada por la mayor rentabilidad, aunque hay ensayos que apuntan a una variabilidad en la rentabilidad, condicionado por los niveles de producción que se registren.



Recomendaciones

- **Analizar los impactos en un plazo de tiempo superior.** Sobre todo, para indicadores en los que sólo se cuenta con una serie de dos años, como es en materia de calidad de aguas.
- **Impulsar iniciativas que permitan disponer de alternativas a la dependencia generada de herbicidas en general y del glifosato en particular.**
- **Analizar y aplicar, con cierta flexibilidad, prácticas de laboreo mínimo o puntual cuando la siembra directa presente dificultades, especialmente en el caso del girasol, para no abandonar las técnicas de conservación del suelo.**
- **Incentivar la rotación de cultivos para evitar resistencias y aumentar la eficacia del control de malas hierbas, evitando repetir el mismo tipo cultivo en campañas consecutivas (Ej. No sembrar cereal sobre cereal).**
- **Impulsar la formación, considerado elemento clave para el éxito de la adecuación aplicación de la siembra directa** (más allá de las formaciones realizadas en el marco del Convenio MAPA-AECSV, CCAA, OPAs, Red PAC, Formación para Técnicos del Medio Rural del MAPA, etc.)
- **Apoyar o explorar alternativas (ayudas a la inversión, instrumentos financieros o simplificación administrativa, etc.) para el cambio de maquinaria, factor limitante para la aplicación de la práctica debido a que conlleva una inversión inicial considerable,** aun teniendo en consideración el Plan Renove.
- Compartir experiencias, metodologías y resultados entre proyectos para generar sinergias y reforzar la coherencia del análisis sobre prácticas sostenibles.
- Realizar ensayos que identifiquen las condiciones en las que la siembra directa resulta suficientemente rentable para favorecer su adopción y permanencia en el tiempo.
- Seguir trabajando en la mejora de las bases de datos que permiten el seguimiento continuo y dan soporte a las evaluaciones.





Muchas gracias
por su atención

