



## Tres años de ensayos (2018-2021) realizado en el marco del proyecto IWMPRAISE

Juan Antonio Lezáun, Irache Garnica Hermoso. *INTIA*

Ante la problemática que representan actualmente la resistencia de malas hierbas al uso generalizado de herbicidas, la disminución de materias activas disponibles y la ausencia de nuevos herbicidas en el mercado europeo, se hace necesario un cambio en las prácticas de manejo y control de malas hierbas. Por ello, el objetivo general del proyecto europeo IWMPRAISE, en el que participa INTIA, es desarrollar, evaluar y validar estrategias de manejo agronómica y ambientalmente más sostenibles sin poner en riesgo la rentabilidad o la producción de alimentos, piensos o biocombustibles.

En este artículo se presentan las conclusiones de tres años de ensayo empleando cubierta vegetal viva en el cultivo de olivar para reducir el uso de herbicidas y evaluar el efecto que pudiera producir tanto en la cosecha de aceitunas como en su calidad.

### ¿QUÉ ES IWMPRAISE?

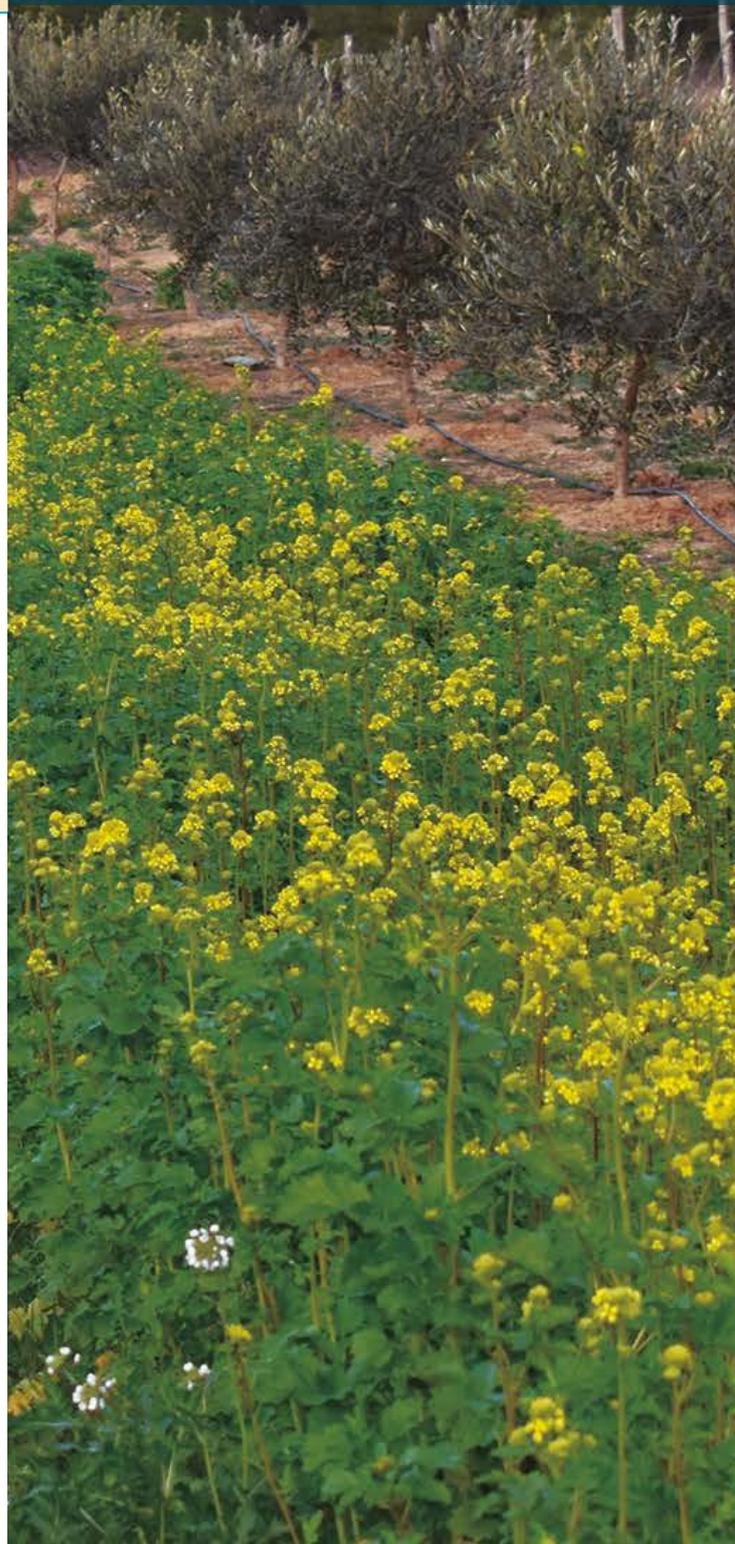
El acrónimo IWMPRAISE corresponde a “Integrated Weed Management: PRACTical Implementation and Solutions for Europe” (Manejo integrado de malas hierbas: implementación práctica y soluciones para Europa). Se trata de un proyecto europeo integrado en el programa Horizonte 2020 que comenzó en 2017 y finalizará en junio de este año. Cuenta con la participación de 37 entidades pertenecientes a 8 países: Dinamarca, Países Bajos, Reino Unido, Francia, Suiza, Eslovenia, Italia y España.

### ¿CUÁL HA SIDO EL PAPEL DE INTIA EN ESTE PROYECTO?

Los trabajos de la sociedad pública INTIA se han centrado en el cultivo de cubiertas vegetales vivas en olivar para reducir el empleo de herbicidas y evaluar el efecto que pudiera producir sobre la cosecha de aceitunas y su calidad, en relación al manejo habitual de suelo desnudo con herbicidas

## PROYECTOS

# Ensayos en cubiertas en olivar



totales. En esta tarea se ha colaborado con el IAS-CSIC de Córdoba que es el coordinador del paquete de cultivos leñosos en el proyecto.

Se inició el ensayo en el otoño de 2018 en un olivar de Larraga de la variedad Arróniz propiedad de D. Alejandro Muneta. Los olivos tenían 5 años de edad y están plantados a un marco de 6,5 m x 5,5 m sobre un suelo de una textura franco arcillo limosa, con un pH en agua de 8,39 y un contenido en carbonatos de 34,56 %. La parcela tiene una instalación de riego por goteo con un ramal en cada fila y 3 goteros de caudal nominal 4 l/hora para cada árbol separados 1 m. Se estableció un diseño de bloques con 4 repeticiones y dos tratamientos. La parcela elemental está constituida por 6 olivos alineados y las dos calles adyacentes. El manejo del cultivo es el habitual de la zona, con poda en marzo-abril y protección fitosanitaria frente a las plagas (cochinilla, polilla y mosca) y enfermedades (repilo) habituales, realizándose dos aplicaciones, una en junio en prefloración y otra a principios de octubre.

Se establecieron dos estrategias para el manejo del suelo que se pusieron en marcha:

- Estrategia 1 (NT): Las calles a ambos lados de la fila de olivos se mantuvieron sin cubierta utilizando un herbicida total.
- Estrategia 2 (CC): Cubierta vegetal en el centro de las calles, a ambos lados de la fila de olivos.

En ambas estrategias, el manejo de la fila o línea de cultivo fue similar y se mantuvo libre de adventicias con herbicida en una banda de aproximadamente 2-4 m de anchura según campañas.

### ¿QUÉ ES UNA CUBIERTA VEGETAL VIVA?

Cuando nos referimos a cultivos leñosos (frutales, vid, olivo), la cubierta vegetal se corresponde con la vegetación silvestre o sembrada, de naturaleza herbácea principalmente, que ocupa la superficie de la parcela por debajo del cultivo. Puede ser permanente o temporal y ocupar toda la superficie, una franja en la línea del cultivo o una franja en la calle entre las líneas de cultivo. Se evita la aplicación de herbicidas en esa superficie y tiene una función protectora del suelo frente a la erosión que puede ocasionar la lluvia, pero también otras ventajas e inconvenientes. En nuestro ensayo, se trata de una cubierta mixta que ocupa el centro de la calle con una anchura variable entre 2 y 4 m según campañas. En las dos primeras campañas se sembró mostaza blanca (*Sinapis alba* L.) y se conservó toda la flora silvestre como parte de esa cubierta. En la tercera campaña no se sembró mostaza por lo que la cubierta estuvo formada solo por las especies silvestres. La cubierta vegetal en la calle se destruyó cada primavera con un pase de picadora de martillos a la vez que se trituraron los restos de poda.

### ¿QUÉ TAREAS SE HAN REALIZADO EN EL ENSAYO?

Las labores realizadas a lo largo del periodo de ensayo están recogidas en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Calendario de labores realizadas.

Fecha	Estrategia NT	Estrategia CC
16/10/18		Inicio del ensayo
16/10/18		Laboreo superficial para la siembra
17/10/18		Muestreo de suelo
17/10/18	Cubierta silvestre	Siembra <i>Sinapis alba</i> + Cubierta silvestre
2/02/19		Abonado de fondo
12/02/19		Evaluación de flora adventicia (plantas/m <sup>2</sup> )
12/02/19	Glifosato (1.080 g m.a. ha <sup>-1</sup> )	
30/03/19		Inicio de riego
20/04/19		Picado de la cubierta
3/06/19		Tratamiento contra polilla y cochinilla
2/07/19		Evaluación de flora adventicia (% superficie cubierta)
2/07/19	Glifosato (1.080 g m.a. ha <sup>-1</sup> )	
30/09/19		Fin de riego
10/10/19		Tratamiento contra repilo y mosca
15/10/19		Laboreo superficial en las dos estrategias
16/10/19		Siembra <i>Sinapis alba</i> + Cubierta silvestre
16/10/19		Muestreo de suelo
20/11/19		Recolección aceitunas y análisis de calidad de la cosecha
24/03/20		Evaluación de flora adventicia (plantas/m <sup>2</sup> )
24/03/20	Glifosato (1.800 g m.a. ha <sup>-1</sup> )	
21/04/20		Picado de la cubierta
19/06/20		Inicio riego
1/07/20		Evaluación de flora adventicia (% superficie cubierta)
1/07/20	Glifosato (1.800 g m.a. ha <sup>-1</sup> )	
10/10/20		Fin de riego
18/11/20		Recolección aceitunas y análisis de calidad de la cosecha
23/11/20		Evaluación de <i>Conyza</i> spp. (plantas/m <sup>2</sup> )
23/11/20		Muestreo de suelo
4/03/21		Evaluación de flora adventicia (plantas/m <sup>2</sup> )
4/03/21	Glifosato (1.440 g m.a. ha <sup>-1</sup> )	
22/03/21		Abonado de fondo (12-31-40 UF/ha)
6/04/21		Abonado de cobertera (34 UFN/ha + 16 UF SO <sub>3</sub> )
19/05/21	Glifosato (1.080 g m.a. ha <sup>-1</sup> )	
17/06/21		Picado de la cubierta
22/06/21		Evaluación de flora adventicia (% superficie cubierta)
22/06/21	Glifosato (1.440 g m.a. ha <sup>-1</sup> )	
		Fertirrigación en 4 fechas (20-12-24)
28/10/21		Evaluación de <i>Conyza</i> spp. (plantas/m <sup>2</sup> )
16/11/21	Siega de <i>Conyza</i> spp.	
22/11/21		Recolección aceitunas y análisis de calidad de la cosecha
24/12/21		Muestreo de suelo

NT: Calle mantenida sin adventicias con herbicidas.  
CC: Cubierta vegetal sembrada y silvestre en la calle.

### COMPOSICIÓN DE LA CUBIERTA

En los meses de febrero-marzo, se valoró la composición de la cubierta y su biomasa. En la estrategia NT se destruyó a continuación con un pase de herbicida total. En la estrategia CC se dejó crecer libremente. En la **Tabla 2** se recogen los datos medios de los muestreos de flora arvense realizados al final del invierno.

Tabla 2. Resumen de la presencia de adventicias en el control al final de invierno

Fecha	12/02/19		24/03/20		3/03/21	
	NT	CC	NT	CC	NT	CC
Nº de especies	19	16	24 a	14 b	33	25
Nº de familias	11	9	12	7	15	12
Nº de plantas en la cubierta (pl/m <sup>2</sup> )	1.684	2.346	1.407	1.552	2.422	2.571
Nº de plantas sin incluir <i>Sinapis alba</i> (pl/m <sup>2</sup> )	1.684	2.127	1.407	1.424	2.422	2.571

Al final de la primavera, con la vegetación muy desarrollada, se estimó visualmente la superficie ocupada por cada adventicia, antes de destruirse para evitar que compitiera con el cultivo. En este momento, la identificación de las especies es más precisa y por eso se detecta un mayor número de especies que en los muestreos de final de invierno (**Tabla 3**).

Tabla 3. Cobertura del suelo por adventicias según estrategia de manejo.

Fecha	2/07/19		1/07/20		13/05/21	
	NT	CC	NT	CC	NT	CC
Cobertura del suelo (%)	73	88	47,2	74,7	49,8	100
Nº de especies			36	35	20	36



La estrategia NT presenta una cobertura de la superficie menor que la estrategia CC, debido al control realizado por la aplicación herbicida y se corresponde con plantas que han nacido después de la aplicación de herbicida, puesto que no se ha aplicado ningún herbicida residual. Una nueva aplicación herbicida resulta imprescindible para evitar la competencia de adventicias con el cultivo a lo largo del verano en la estrategia NT, siendo suficiente el pase de la picadora en la estrategia CC.

*Anacyclus clavatus*, *Beta maritima*, *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*, *Conyza* spp., *Ditrichia viscosa*, *Hordeum murinum*, *Lolium rigidum*, *Picris echioides*, *Polygonum aviculare* y *Scorzonera laciniata* son las especies que se han detectado en ambas estrategias en todos los muestreos.

*Cirsium arvense* se ha detectado las 3 campañas en la estrategia CC y por el contrario no se ha detectado ninguna campaña en la estrategia NT. Es la única especie que se ha detectado siempre en una estrategia sin detectarse nunca en la otra estrategia.

*Lolium rigidum*, *Bromus* spp. y *Anacyclus clavatus* son más abundantes en la estrategia CC mientras que *Conyza* spp., *Convolvulus arvensis* y *Ditrichia viscosa* lo son en la estrategia NT. Las tres primeras son especies de ciclo anual con emergencia otoñal, mientras que las últimas son especies bisanuales (podemos incluir aquí a *Conyza* spp.) o plurianuales con emergencia principalmente primaveral.

Destacar el elevado número de especies localizadas en el ensayo que generan biodiversidad y que, en el caso de la cubierta, al alcanzarse la floración de muchas de ellas, son un aporte de alimento y cobijo de numerosos artrópodos.

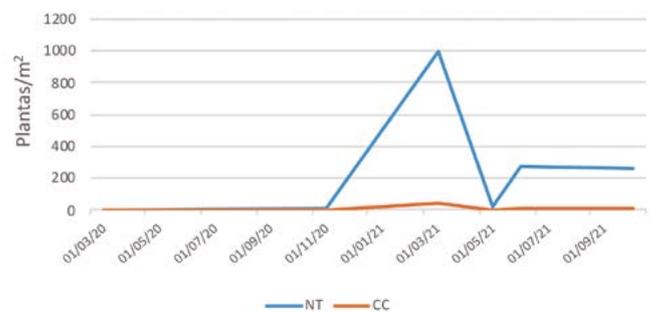
### ¿CUALQUIER ESPECIE SIRVE PARA LA CUBIERTA VEGETAL?

Para este trabajo se han considerado válidas todas las especies con emergencia preferente en otoño e invierno que finalizan su ciclo al inicio del verano. Por el contrario, no son deseables aquellas especies cuyo ciclo continúa durante el verano porque pueden competir por agua y nutrientes con el cultivo en un momento clave para la obtención de la cosecha.

El manejo realizado en la estrategia CC favorece la implantación de especies de germinación otoñal que se destruyen con la picadora al final de la

primavera. La cubierta y el acolchado creado sobre la superficie es una dificultad añadida para las especies que germinan en primavera - verano, por lo que apenas hay flora en verano y otoño. La estrategia NT persigue el mismo objetivo, pero ha sido insuficiente para impedir la presencia de *Conyza* spp. Estas especies apenas estaban presentes en la calle del olivar al inicio del ensayo, pero su densidad de población ha ido creciendo en las campañas siguientes siendo significativamente mayor en el otoño en los años 2020 y 2021 como puede observarse en la **Gráfica 1**. Se identificaron dos especies *Conyza bonariensis* y *C. canadensis* y aunque la primera era mucho más abundante, los datos se dan agrupados como suma de las dos especies. La aplicación de glifosato a la máxima dosis autorizada repartida en dos o tres aplicaciones no ha sido capaz de controlar estas especies, que cuando empiezan el entallado soporta dosis elevadas de este herbicida y rebrota posteriormente.

Gráfica 1. Evolución de la densidad de población de *Conyza* spp. en el ensayo.



### EL VALOR DE LA BIOMASA PRODUCIDA EN LA CUBIERTA

La biomasa producida por las adventicias se queda sobre el suelo y se incorporará lentamente aumentando el valor de la materia orgánica y contribuyendo poco a poco a mejorar la fertilidad del suelo. Previo a su destrucción según la estrategia, se determinó la cantidad de biomasa producida a lo largo de las tres campañas tal como se muestra en la **Tabla 4**. Los datos están expresados sobre la superficie que realmente está ocupada por la cubierta, sin tener en cuenta la superficie entorno a la fila que se mantiene libre de adventicias.

Tabla 4. Biomasa producida según estrategia.

Biomasa (g/m²) y fecha muestreo	NT		CC	
	2019	176	14 feb.	627
2020	479	24 mar.	858	20 abr.
	83	3 jul.	223	3 jul.
2021	74	8 mar.	456	17 may.
	148	28 oct.	4	28 oct.
Promedio anual	321		723	

La diferencia entre las estrategias es significativa y aunque en este momento no se han observado diferencias en la cantidad de materia orgánica en el suelo, a medio plazo deberá ser superior en la estrategia CC

si se continúa el experimento. Los análisis realizados sobre muestras de suelo en el ensayo (materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasa), no han encontrado diferencias entre las estrategias.

### LA COMPETENCIA DE LA CUBIERTA, ¿PUEDE AFECTAR AL RENDIMIENTO DEL CULTIVO?

La recolección se realizó de forma manual, ayudados de redes de suelo y de un vibrador a motor. En cada parcela elemental se desestimaron el primero y el último árbol, recogiendo y pesándose todas las aceitunas de los 4 árboles centrales. Los resultados se muestran en la **Tabla 5**. En 2021, previo a la recolección fue necesario segar la *Conyza* para poder manejar las redes sin dificultad.

Tabla 5. Rendimiento de aceitunas (kg/ha) de las tres campañas del ensayo.

	2019	2020	2021	Acumulado	
CC	1.404	2.865	3.415	7.684	a
NT	1.473	2.928	3.636	8.037	a

A pesar de la competencia con la cubierta vegetal en las parcelas con la Estrategia CC, ni en el análisis de cada campaña ni en el acumulado de las tres campañas, no se produjo una reducción significativa del rendimiento de aceituna frente a la estrategia NT. Se observa cómo a medida que los olivos van creciendo, también aumenta su rendimiento.

Una muestra de aceitunas de cada parcela se llevó al laboratorio del Trujal Mendía para la determinación de diferentes parámetros de calidad que se recogen en la **Tabla 6**.

Tabla 6. Parámetros de calidad de las aceitunas recolectadas.

No se han encontrado diferencias significativas en ninguno de los parámetros de calidad analizados.

		2019	2020	2021
% Humedad	CC	40,27	42,9 a	41,0 a
	NT		43,3 a	41,2 a
% Aceite	CC	24,73	23,1 a	26,5 a
	NT		23,4 a	26,2 a
% Acidez	CC	0,35	0,32 a	0,41 a
	NT		0,33 a	0,40 a

# Nuestras Batavias con RESISTENCIA A FUSARIUM



ENZA ZADEN



## Calendario de trasplante y recolección

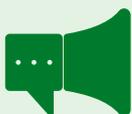
VARIEDAD	Ene	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
BONALISA												
SESMARÍA												
FLEXILA												
GYLONA												

Resistencia total a Bremia BI:16-37	Resistente a Fusarium	Disponible en semilla ecológica Vitalis®

Trasplantes Recolectores

Estas indicaciones son el resultado de múltiples ensayos durante los últimos años en el sureste español, tanto en nuestros centros propios de investigación como con los propios agricultores. Tanto las recomendaciones como los resultados pueden variar según zonas y condiciones climáticas, o si no se observan las debidas prácticas culturales.

## CONCLUSIONES



El empleo de una cubierta vegetal viva ha proporcionado 723 g/m<sup>2</sup> (7.230 kg/ha) de materia seca cada año, que contribuirá a mejorar la fertilidad del suelo, más que el doble que la estrategia que recurre a los herbicidas.

La disponibilidad de plantas que producen flores aumenta la diversidad del agroecosistema, proporcionando alimentos y cobijo a los artrópodos.

Teniendo en cuenta que se trata de una parcela de regadío, en ninguno de los tres años de estudio, la cubierta no ha afectado ni al rendimiento de olivas ni a la calidad de estas, aunque la producción es ligeramente menor cuando se mantiene una cubierta vegetal viva.

Con solo tres años de experiencia, no ha sido posible medir si se han producido cambios respecto a algún parámetro químico del suelo que afecte a su fertilidad.

Muy llamativa la diferencia significativa de presencia de *Conyza* spp. según el manejo que se ha realizado en la calle. En tres años de manejo con herbicidas, *Conyza* spp. se ha instalado de manera significativa en la calle del olivar y puede ser en el futuro inmediato una gran competidora con el cultivo en el verano y otoño, principalmente por el agua del suelo en la fase de llenado de la aceituna, momento crítico para la obtención de una cosecha de calidad y cantidad. La presencia de plantas con tallos lignificados es una difi-

cultad añadida cuando se utilizan redes de suelo para recoger la aceituna, y en el ensayo ha sido necesaria una siega previa a la recolección.

No es posible el control de *Conyza* spp. con un solo herbicida total, por lo que deberá recurrirse a otros herbicidas, solos o en asociación, u otro tipo de prácticas culturales para su control.

El efecto de la cubierta vegetal viva durante el invierno y primavera y el acolchado de restos de la cubierta durante el verano han resultado suficientes para mantener la población de *Conyza* spp. en la calle en un nivel aceptable.



Este proyecto ha recibido financiación del programa de investigación e innovación de la Unión Europea Horizonte 2020 N° 727321

