

# Control de malas hierbas en las leguminosas ecológicas

El proyecto evalúa un apero innovador con un cultivador equipado con cámaras de visión artificial

El proyecto de *Control de malas hierbas en el cultivo de leguminosas ecológicas*, dirigido por el Grupo Operativo de Agricultura Ecológica, ya ha finalizado las pruebas experimentales realizadas en campo correspondientes a la segunda y última de las campañas en las que se desarrolla el proyecto. Recordemos que su objetivo es analizar y mejorar, con diversas técnicas y manejos innovadores, el control de las hierbas adventicias en este cultivo ecológico. El GO está formado por la cooperativa ARAE, Caecyl y Urcacyl, con la colaboración del Centro Tecnológico Itagra. Este proyecto está cofinanciado por el Fondo Europeo de Agricultura y Desarrollo Rural (FEADER).

En esta segunda campaña, el cultivo del garbanzo, variedad Garabito, se sembró a mediados de marzo de 2020, con sembradoras monograno a una distancia de 65 centímetros entre líneas, y de 6 centímetros entre plantas. Las condiciones climáticas de la pasada primavera propiciaron una buena nascencia en cuanto a emergencia y uniformidad del cultivo.

En este artículo presentaremos los resultados de población de adventicias y producción obtenida (kg/ha) con los diferentes métodos de evaluación para el control de la flora arvense, que han sido una combinación de métodos tradicionales, innovadores y culturales. De este modo, como se puede ver en las tablas adjuntas, se establecieron un total de ocho bandas o alternativas, asignándose a cada una de ellas una de las siguientes alternativas de control.

## Falsas siembras

La técnica de *falsas siembras* consiste en realizar una preparación del lecho de siembra para que germinen las semillas de plantas adventicias, que son eliminadas mecánicamente con un cultivador. Después de esta escarda, ya se procedería con las labores de siembra del cultivo. La almohaza es un apero muy adecuado para la



**Rotores binadora Rotosark.**

escarda mecánica en post emergencia, es decir con la planta de garbanzo ya nacida y presente en la parcela.

El primer método es la inoculación de las semillas del garbanzo, que se realizó en colaboración con el grupo de expertos IQUIMAB de la Universidad de León. La formación de nódulos radiculares capaces de fijar el nitrógeno atmosférico en los cultivos de legumbres, como consecuencia de la inoculación con cepas de rizobios seleccionadas, mejora el rendimiento del cultivo, como ha sido suficientemente bien demostrado (Mulas et al. 2017). Además de esto, los nódulos activos y eficientes proporcionan nitrógeno a demanda del cultivo, de forma independiente al contenido edáfico del mismo, lo que le otorga una ventaja competitiva frente a las adventicias, que no disponen de esta fuente de nitrógeno independiente del suelo, especialmente en los cultivos ecológicos que suelen desarrollarse en condiciones oligotróficas.

Debido a que solamente se alcanza la suficiente eficiencia en la fijación de nitrógeno cuando los nódulos radiculares se forman con los rizobios más adecuados, (la mera presencia de nódulos espontáneos

por rizobios nativos no garantiza una adecuada fijación de N) la inoculación es fundamental (Araujo et al. 2015; Mulas et al. 2015).

El segundo método, utilizado en las dos campañas, ha sido el empleo de nuevos aperos de escarda mecánica mejorados técnicamente.

Durante el primer año del proyecto se evaluó un apero innovador, consistente en un cultivador equipado con cámaras de visión artificial. La información captada por estas cámaras sirven para guiar el apero, moviéndose éste automáticamente en el eje horizontal, aproximándose así con mayor precisión a la línea de cultivo y de esta manera realizar una mayor limpieza de malas hierbas. Este tipo de máquinas aun no tiene presencia en el campo español y por lo tanto se planteaba la necesidad de evaluar su eficacia. Pudimos observar que este apero, gracias a la tecnología que tienen implantada, permite realizar las labores de una forma más precisa y mayores velocidades de trabajo que los cultivadores convencionales, lo cual aumenta la productividad en el control de malas hierbas de forma mecánica.

De cara a esta segunda campaña, como apero innovador se ha evaluado el trabajo realizado por una binadora de rotors, en concreto el modelo Rotosark del fabricante italiano Oliver Agro. Para valorar el funcionamiento de esta máquina en el cultivo del garbanzo, hemos contado con la colaboración de su distribuidor en España, la empresa Ibarra Lorca. El interés de utilizar este tipo de apero radica en que nunca se había evaluado su funcionamiento en el cultivo del garbanzo. Dada la configuración de la máquina, y observando sus resultados en numerosos cultivos hortícolas, nos hacían pensar que esta máquina se podrían adaptar al cultivo ecológico de garbanzos, donde su uso puede resultar muy interesante de cara a conseguir un mayor control de las plantas adventicias.

Esta binadora viene equipada con dos

rotores por línea de siembra a trabajar que están dispuestos con una inclinación de 28° en dirección a la planta. Este sistema puede utilizarse en cultivos cuya siembra o plantación se haga con una separación entre líneas iguales o superior a 30 cm.

Esta máquina debe emplearse como método preventivo de control de adventicias. Los rotores pueden trabajar a una distancia de 1-2 cm de la línea de siembra, realizando una labor sobre a una profundidad de 4-5 cm, eliminando la plantas adventicias de reciente germinación. Esta labor se complementa con el trabajo realizado por una serie de rejas que se encargan de eliminar la flora arvense que se encuentran en el espacio entre las líneas de siembra.

Las condiciones de la coyuntura sanitaria existentes en el momento en el que debía realizarse este trabajo, hizo que hubiera que retrasarlo en los ensayos sembrados a mediados de marzo, por lo que no se ha podido realizar en las condiciones ideales de desarrollo de la mala hierba. En cambio sí que hemos encontrado unas condiciones muy adecuadas para su uso en los ensayos sembrados a primeros de mayo.

## Métodos culturales

Como ya se expuso en el artículo anterior, tras las conclusiones extraídas en el Grupo Focal realizado tras la primera campaña del proyecto, se han complementado las técnicas a evaluar para el control de las malas hierbas de cara a este segundo año. En concreto se han añadido tres métodos culturales: la siembra en cerro, la siembra en líneas agrupadas y la variación de la fecha de siembra.

La siembra en cerro consiste en realizar la siembra del garbanzo sobre un cerro o caballón, el cual posteriormente puede ser aporcado. Está técnica puede disminuir la presencia de malas hierbas en la propia línea del cultivo, que son las más difíciles de combatir por medios mecánicos.

La siembra en líneas agrupadas consiste en sembrar dos líneas de plantas separadas entre sí 10 cm y a 55 cm de separación del siguiente grupo de dos líneas de plantas, como se puede ver en la fotografía, con lo que se pretende reducir el espa-



Aspecto de una de las parcelas de ensayo

cio disponible para la expansión de las plantas adventicias. Esta técnica se diferencia de la habitualmente empleada en la comarca donde se ubican los ensayos que se lleva a cabo con líneas individuales separadas entre sí entre 50-65 cm. Los actuales equipos de autoguiado por GPS, que trabajan con alta precisión, permiten realizar este tipo de siembra de forma muy sencilla.

La variación de la fecha de siembra, retrasando la misma, permite hacer una limpieza previa del terreno antes de ésta, disminuyendo la población de flora arvense. De esta forma, una parte de los ensayos se sembró con varios días de retraso respecto al resto, realizando previamente una labor de escarda con cultivador. En esta siembra tardía utilizamos semilla inoculada y sin inocular, para evaluar si el efecto producido por la siembra tardía en el desarrollo del cultivo, puede verse compensado por la ventaja de la inoculación.

En los diferentes estados fenológicos del garbanzo, y a lo largo del ciclo de cultivo en esta campaña, se ha realizado un monitoreo del mismo y se ha controlado desde el momento de la siembra hasta cosecha el nivel de proliferación de especies arvenses. Para evaluar la eficacia de cada alternativa, se han realizado conteos visuales a pie de campo con una periodicidad mensual aproximadamente. El conteo de plantas adventicias, fue determinado utilizando un aro de 0,25 m<sup>2</sup>. En cada tratamiento se midieron cuatro aros (1 m<sup>2</sup>) con el fin de evaluar un área representativa y aleatoria del ensayo. Así se cuantificó en nivel de infestación de plantas adventicias, realizándose una estimación visual del recubrimiento según la escala de Folk (1951).

Para complementarlo, se realizaron mapas de Índice de vegetación (NDVI) que



Momento de la recolección.

permiten comprobar el vigor y desarrollo del cultivo en las diferentes alternativas, y se llevaron a cabo muestreos y análisis foliares para determinar el nivel de biomasa, altura de planta y relación de extracciones nutricionales por parte del cultivo en la parte aérea de la planta.

Para la determinación de rendimientos, se han tomado varias muestras de unos 50-60 m<sup>2</sup> por banda experimental con cosechadora de ensayos (Zurn con ancho de corte 1,20m), así como una muestra de 2 kg por alternativa para realizar en laboratorio análisis de calidad y perfil nutricional (proteína bruta,...)

En las siguientes tablas se muestran los rendimientos de cosecha de cada una de las alternativas de control de plantas adventicias empleado y los resultados de las estimaciones visuales de recubrimiento por plantas adventicias.

## Primeras conclusiones

A falta de un análisis estadístico completo de los datos, en el cual estamos ahora inmersos, de los datos extraídos en la cosecha y del trabajo realizado a pie de campo podemos extraer las siguientes conclusiones:

- Los métodos de control de adventicias que incluían una labor a de vertedera son los que menor porcentaje de población de plantas adventicias han presentado. Las abundantes lluvias de esta pasada primavera han provocado que las labores de escarda superficial realizada con cultivadores y almohazas no se hayan podido realizar en los momentos adecuados, disminuyendo de esta manera la eficacia en el control de adventicias.

- El apero innovador utilizado este año, binador Rotosark, presentó una alta eficacia en el control de plántulas recién emergidas. La situación de estado de alarma

debido a la pandemia, nos obligó a retrasar la demostración y evaluación del funcionamiento de este apero. Debido a esto, en el momento de su uso, la flora arvense presentaba un tamaño muy grande para su correcto control. Aun así la máquina hizo un gran trabajo y observamos que su eficiencia con plantas de pequeño tamaño es muy alta. Por lo tanto la utilización de este apero, en el momento y en condiciones adecuadas, puede ser un excelente método de control de plantas adventicias en el cultivo ecológico de garbanzo.

- El retraso de la fecha de siembra ayuda a controlar la población de adventicias durante todo el ciclo del cultivo, aunque es imprescindible asegurar la humedad del suelo para conseguir una nascencia adecuada del cultivo. Por otro lado, en las siembras tardías se han obtenido bajos rendimientos de cosecha y garbanzos con valores de peso específicos bajos.

### Plazo de ejecución

En el último trimestre de 2020 habrá que dar por concluido el proyecto que estamos comentando en esta serie de artículos, ya que finaliza del plazo de ejecución y justificación dado para los proyectos de la submedida 16.2 del PDR de CyL. Lamentamos que por estos plazos administrativos, no se hayan podido realizar más que dos ciclos de cultivo, en 2019 y 2020, que se queda corto para un ensayo de este tipo.

En la web (<https://goae.caecyl.es/>) se puede encontrar más información relativa al proyecto, como videos de las jornadas realizadas y sus ponencias o resultados obtenidos. En las próximas semanas se anunciarán, a través de la web, nuevas jornadas divulgativas en las que se presentarán los resultados de esta campaña y las conclusiones globales del proyecto.

PARCELA CASTRILLO DE LA GUAREÑA							
Tratamiento	Método cultural aplicado	Preparación lecho de siembra (falsa siembra)	Semilla inoculada	Control adventicias post-siembra	Estimación visual recubrimiento adventicias	Rendimiento cosecha (kg/ha)	Peso específico (kg/Hl)
Alternativa-1	Siembra convencional	Arado de vertedera + cultivador	NO	Almohaza + cultivador	5 %	375,4	41,8
Alternativa-2	Siembra convencional	Arado de vertedera + cultivador	NO	Apero innovador	15 %	465,2	69,9
Alternativa-3	Siembra convencional	Cultivador	NO	Almohaza + cultivador	5 %	323,5	80,2
Alternativa-4	Siembra convencional	Cultivador	NO	Apero innovador	20 %	250,7	74,3
Alternativa-5	Siembra en cerros	Cultivador	NO	Almohaza + cultivador	7 %	340,7	74,4
Alternativa-6	Siembra en líneas agrupadas	Cultivador	NO	Almohaza + cultivador	25 %	71,3	23,8
Alternativa-7	Siembra tardía	Cultivador	SI	Cultivador	5 %	322,5	78,4
Alternativa-8	Siembra tardía	Cultivador	NO	Cultivador	7 %	260,0	78,9
PARCELA VILLAMOR DE LOS ESCUDEROS*							
Tratamiento	Método cultural aplicado	Preparación lecho de siembra (falsa siembra)	Semilla inoculada	Control adventicias post-siembra	Estimación visual recubrimiento adventicias	Rendimiento cosecha (kg/ha)	Peso específico (kg/Hl)
Alternativa-1	Siembra convencional	Arado de vertedera + cultivador	NO	Almohaza + cultivador	>5 0%	425,2	68,1
Alternativa-2	Siembra convencional	Arado de vertedera + cultivador	NO	Apero innovador	5 %	620,1	59,0
Alternativa-3	Siembra convencional	Cultivador	NO	Almohaza + cultivador	> 50 %	-	-
Alternativa-4	Siembra convencional	Cultivador	NO	Apero innovador	10 %	351,6	33,9
Alternativa-6	Siembra en líneas agrupadas	Cultivador	NO	Almohaza + cultivador	> 50 %	-	-
Alternativa-7	Siembra tardía	Cultivador	SI	Cultivador	7 %	318,7	31,8
Alternativa-8	Siembra tardía	Cultivador	NO	Cultivador	20 %	514,3	45,7
PARCELA CASTROMEMBIBRE*							
Tratamiento	Método cultural aplicado	Preparación lecho de siembra (falsa siembra)	Semilla inoculada	Control adventicias post-siembra	Estimación visual recubrimiento adventicias	Rendimiento cosecha (kg/ha)	Peso específico (kg/Hl)
Alternativa-1	Siembra convencional	Arado de vertedera + cultivador	NO	Almohaza + cultivador	15 %	678,6	78,5
Alternativa-2	Siembra convencional	Arado de vertedera + cultivador	NO	Apero innovador	30 %	387,8	63,8
Alternativa-3	Siembra convencional	Cultivador	NO	Almohaza + cultivador	10 %	599,3	59,4
Alternativa-4	Siembra convencional	Cultivador	NO	Apero innovador	50 %	398,4	60,8
Alternativa-6	Siembra en líneas agrupadas	Cultivador	NO	Almohaza + cultivador	50 %	416,9	72,3
Alternativa-7	Siembra tardía	Cultivador	SI	Cultivador	10 %	209,2	42,9
Alternativa-8	Siembra tardía	Cultivador	NO	Cultivador	15 %	147,8	31,0

\*En este ensayo no se realizó el tratamiento 5.

La creación de Grupos Operativos está contemplada dentro de la submedida 16.1 del PDR de CyL "Apoyo para la creación y el funcionamiento de Grupos Operativos de la Asociación Europea de Innovación en materia de productividad y sostenibilidad agrícola". Estas medidas están cofinanciadas por la UE a través del FEADER (Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural).



FONDO EUROPEO AGRÍCOLA DE DESARROLLO RURAL: EUROPA INVIERTE EN LAS ZONAS RURALES



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE