

Resultados del Grupo Operativo de Agricultura Ecológica (GOAE) sobre el control de malas hierbas en el cultivo de leguminosas

Proyecto desarrollado por Urcacyl, Caecyl y Arae, con la colaboración del Itagra

El Grupo Operativo de Agricultura Ecológica (GOAE), formado por Urcacyl, Caecyl y Cooperativa ARAE, con la colaboración del Centro Tecnológico Itagra) se encuentra en fase de divulgación de los resultados obtenidos tras la realización de su proyecto *Control de malas hierbas en el cultivo de leguminosas ecológicas*, desarrollado en las dos últimas campañas agrícolas.

Su objetivo es evaluar alternativas, aptas en agricultura ecológica y aportar respuestas innovadoras que mejoren el control de la flora adventicia, y que complementen o sustituyan las técnicas utilizadas hasta ahora. Esta es una de las demandas del sector productor ecológico. También se pretende demostrar la viabilidad técnica, económica y medioambiental de esta agricultura y su contribución al mantenimiento de la biodiversidad y sostenibilidad del medio ambiente. De todo ello se ha informado en los últimos números de la revista. En este expondremos los resultados de la cosecha 2020.

Control de adventicias

Durante estas dos campañas, a lo largo de todo el ciclo de cultivo, se han realizado monitoreos de la proliferación de especies arvenses, así como mapas de Índice de Vegetación (NDVI) para evaluar el vigor y desarrollo del cultivo, en cada una de las alternativas ensayadas. Además se han llevado 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 ha tomado varias muestras de unos 50-60m2 por banda experimental con cosechadora de ensayos, así como una muestra de 2kg por alternativa para realizar en laboratorio análisis de calidad y perfil nutricional (Proteína Bruta, entre otros)

En las siguientes tablas se muestran, para cada una de las alternativas de control de adventicias empleadas, los rendimientos de la cosecha 2020, componentes importantes del rendimiento como el

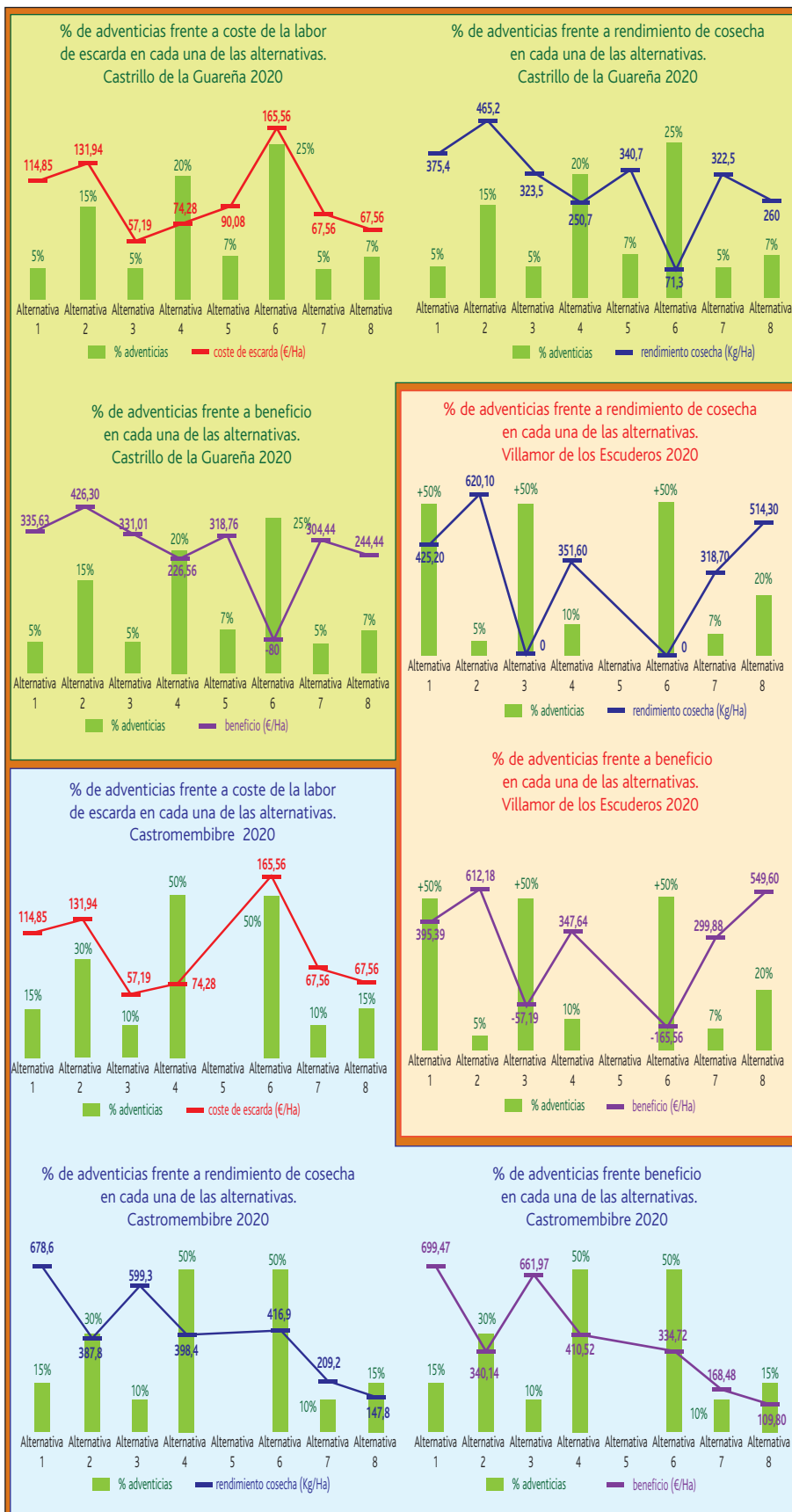
número de vainas y peso específico del garbanzo, los resultados de las estimaciones visuales de recubrimiento por plantas adventicias, y el coste en euros/ha de cada una de las alternativas para escarda evaluadas.

Resultados

A pesar de que un estudio de este tipo, necesita de un mayor número de años para obtener datos más concluyentes, lo que hemos observado es que en la campaña 2019 fueron los métodos que no emplearon arado de vertedera los que presentaron un resultado más eficiente en el control de las plantas adventicias. En cambio en la campaña 2020 fueron las alternativas que empleaban arado de vertedera, las que presentaron un mejor resultado. Hay que tener en cuenta que la primavera del 2020 ha sido bastante lluviosa, lo que ha perjudicado en tiempo y forma la realización de labores de escarda con cultivadores.

Los dos aperos innovadores utilizados presentaron mejoras en cuanto a la reali-

Alternativa	Método cultural aplicado	Preparación lecho de siembra	ENSAYO CASTRILLO DE LA GUAREÑA						ENSAYO VILLAMOR DE LOS ESCUDEROS						ENSAYO CASTROMEMBIBRE					
			Control adventicias post-siembra	Estimación visual adventicias	Nº de Vainas	Cosecha (kg/ha)	Peso específico (kg/Hl)	Coste de la labor (€/ha)	Control adventicias post-siembra	Estimación visual adventicias	Nº de Vainas	Cosecha (kg/ha)	Peso específico (kg/Hl)	Coste de la labor (€/ha)	Control adventicias post-siembra	Estimación visual adventicias	Nº de Vainas	Cosecha (kg/ha)	Peso específico (kg/Hl)	Coste de la labor (€/ha)
1	Siembra convencional	arado de vertedera + cultivador	Almohaza + cultivador	5%	47,7	375,4	41,8	114,85	Almohaza + Cultivador	>5 0%	21,2	425,2	68,1	114,85	Almohaza + Cultivador	15%	33,1	678,6	78,5	114,85
2	Siembra convencional	arado de vertedera + cultivador	Apero innovador	15%	30,1	465,2	69,9	131,94	Apero innovador	5%	16,3	620,1	59	131,94	Cultivador	30%	32,8	387,8	63,8	131,94
3	Siembra convencional	Cultivador	Almohaza + cultivador	5%	29,7	323,5	80,2	57,19	Almohaza + cultivador	> 50 %	21,3	-	-	57,19	Almohaza + cultivador	10%	32,1	599,3	59,4	57,19
4	Siembra convencional	Cultivador	Apero innovador	20%	19,9	250,7	74,3	74,28	Apero innovador	10%	11,9	351,6	33,9	74,28	Cultivador	50%	18,4	398,4	60,8	74,28
5	Siembra en cerros	Cultivador	Cultivador	7%	26,6	340,7	74,4	90,08												
6	Siembra en líneas agrupadas	Cultivador	Cultivador	25%	9,1	71,3	23,8	165,56	Cultivador	>50 %	4,9	-	-	165,56	Cultivador	50%	11,3	416,9	72,3	165,56
7	Siembra tardía con inóculo	Cultivador	Cultivador	5%	13,7	322,5	78,4	67,56	Cultivador	7%	8,3	318,7	31,8	67,56	Cultivador	10%	18,4	209,2	42,9	67,56
8	Siembra tardía	Cultivador	Cultivador	7%	18,4	260	78,9	67,56	Cultivador	20%	11,3	514,3	45,7	67,56	Cultivador	15%	14,6	147,8	31	67,56



zación de las labores. El sistema equipado con cámara de visión artificial, utilizado en la campaña 2019, ofrece una ventaja en cuanto a la comodidad de hacer la labor, puesto que al no tener que estar pendiente de la alineación del cultivo en el momento de pasar el apero (puesto que corrige automática y continuamente la posición), permite una velocidad de trabajo mayor y por lo tanto una mejor escarda del cultivo, y una aumento de la productividad de trabajo (ha/h).

El sistema de rotores empleado en la campaña 2020 presentó una alta eficacia en el control de plántulas recién emergidas. La situación de estado de alarma debido a la pandemia, 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 contra, en estas siembras tardías se han obtenido bajos rendimientos de cosecha y garbanzos con valores de peso específicos bajos. En todos los ensayos se observó que las plantas del tratamiento 6 (líneas agrupadas), presentaban un mayor ataque de enfermedades, y han producido un menor número de vainas y menores rendimientos de cosecha.

Efectos de la inoculación

El grupo IQUIMAB, perteneciente a la Universidad de León, se responsabilizó del factor experimental "inoculación del cultivo de garbanzo con rizobios específicos". La cepa utilizada procede de un nódulo radicular de garbanzo cultivado en un agrosistema de la meseta norte de



Biomasa aérea recogida para el análisis del nitrógeno.

la península ibérica, a partir de la cepa bacteriana *Mesorhizobium ciceri*.

Conforme a este ensayo, se valoraron los efectos de la inoculación sobre la nodulación y la producción de biomasa de la planta del garbanzo, extrayendo las siguientes conclusiones:

- La inoculación del garbanzo con la cepa específica *Mesorhizobium ciceri*-USDA 3383 ha producido un incremento significativo, del 35%, en la producción de biomasa del cultivo con respecto al control sin inocular, lo que se atribuye a la eficiencia de la simbiosis que se establece entre el cultivo y la cepa inoculada. Este incremento del desarrollo del cultivo le podría proporcionar una ventaja competitiva frente a las adventicias.

- Aunque se forman nódulos de manera espontánea en el cultivo del garbanzo debido a las bacterias residentes en los suelos analizados, la inoculación con esta cepa específica produce un aumento en el número, biomasa de nódulos y nitrógeno atmosférico fijado, por lo que la inoculación es necesaria para optimizar la nutrición nitrogenada del cultivo en todos los casos.

- La nodulación del cultivo y la producción de biomasa es mayor en los tratamientos en los que el control de las malas hierbas se realiza mediante vertedera + cultivador, que en aquellos en los que se realiza mediante varios pases de cultivador (tabla 1)

Tabla 1

Método de control	N° nódulos por planta	Peso fresco de nódulos por planta (mg)	Peso seco de nódulos por planta (mg)	Número vainas por planta	Biomasa aérea fresca por planta (g)	Biomasa aérea seca por planta (g)
Cultivador (varios pases)	11,5 (1,7) a	247 (44,3) a	22,4 (4,6) a	11,2 (0,7) a	15,2 (1,2) a	6,0 (0,5) a
Vertedera + cultivador	13,5 (1,6) a	304 (105,3) a	30,7 (11,3) a	14,5 (1,6) a	21,9 (2,3) b	8,7 (0,8) b

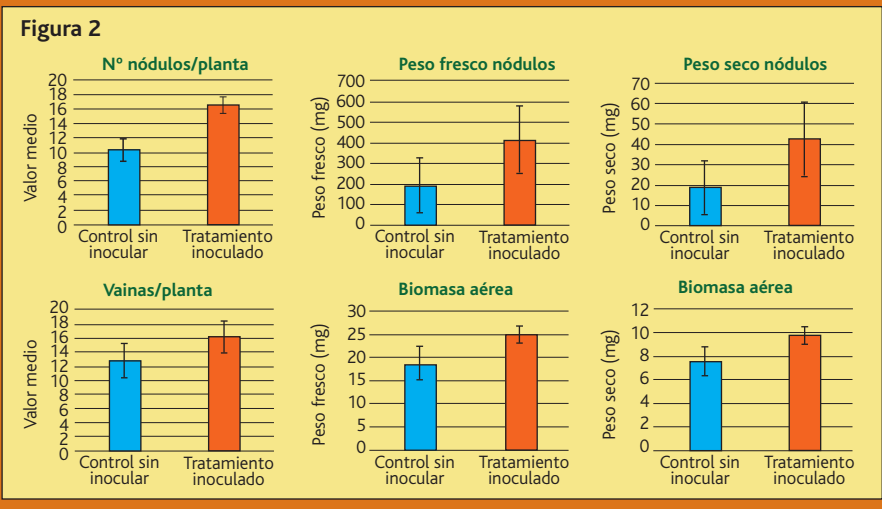
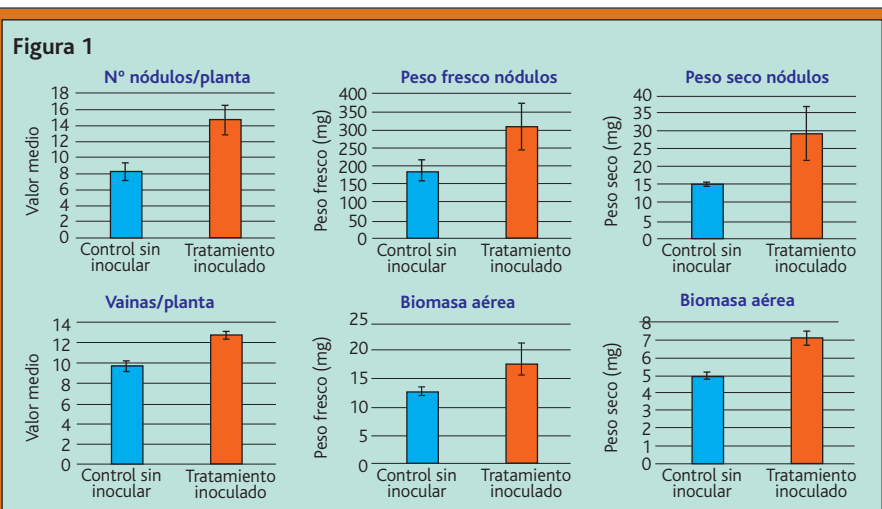
- El método utilizado para el control de las malas hierbas no interfiere en los buenos resultados agronómicos producidos por la inoculación.

- La inoculación incrementa en todos los casos el porcentaje de nitrógeno derivado de la fijación atmosférica, lo que significa que en los tres agrosistemas analizados, la inoculación no solamente ha sido efectiva en términos agronómi-

cos (incremento de la producción de biomasa), sino también en términos de reducción de la dependencia del cultivo del nitrógeno mineral del suelo.

- La inoculación es tanto más efectiva en términos de fijación simbiótica de nitrógeno, cuanto menos efectivos son los rizobios residentes (los que se encuentran naturalmente en el suelo).

- En los nódulos de los tratamientos



inoculados se han aislado un 38 % de bacterias que no pertenecen al taxa inoculado *Mesorhizobium ciceri*-USDA 33837. Estos endosimbiontes de nódulos constituyen un valioso material genético para la producción de co-inoculantes que mejoren el efecto agronómico del inoculante basado en *Mesorhizobium ciceri*-USDA 3383.

• Actualmente no existen soluciones comerciales para la inoculación de semillas. Se estima que el coste de inocular la semilla de garbanzo rondaría los 15 euros/ha.

Tabla 1. Valores medios y error estándar entre paréntesis alcanzados por las diferentes variables dependientes según los distintos métodos de control de malas hierbas. Los valores seguidos dentro de una misma columna no difieren significativamente para $\alpha \leq 0,05$.

Los gráficos de la Figura 1 muestran los resultados observados para las variables dependientes en el tratamiento inoculado con *Mesorhizobium ciceri*, en comparación con el tratamiento sin inocular, para las alternativas en las que el control de malas hierbas consistió en varios pases de cultivador. La Figura 2 presenta los mismos resultados, pero para los agrosistemas que recibieron labor de vertedera seguida de cultivador.

Efectos sobre la calidad

Finalmente el proyecto trata de evaluar la calidad del garbanzo cosechado, para lo que se han utilizado los siguientes parámetros: peso de 100 granos; tamaño (volumen) de 20 granos; absorción de agua por parte de los mismos; porcentaje de cáscara, piel o tegumento. La calidad organoléptica (o culinaria), suele ser una característica varietal aunque, en algunos casos, puede verse modificada por altera-

ciones en el cultivo (por ejemplo secado brusco de las plantas al final del ciclo de cultivo), por las características del suelo, o por el tiempo y condiciones de conservación de los granos.

Para la determinación de esta faceta de la calidad se han empleado la valoración de estos siete descriptores: integridad del grano -nº de granos rotos- (IG); nº de pieles sueltas (PS); característica de la piel -más lisa o rugosa- (SP); dureza de la piel -blanda o dura-(DP); mantecosidad (M) y granulosidad (G). La puntuación global (CGG) es determinada por todos ellos conforme a la siguiente tabla

Valor de CGG	Clasificación
> -10,0	Excelente
-10,1 a - 20,0	Muy buena
-20,1 a - 30,0	Aceptable
< - 30,1	Mala

A continuación, se muestra una tabla con los resultados obtenidos en el panel de cata realizado para el estudio de calidad organoléptica de los garbanzos obtenidos en cada una de las alternativas de control de flora arvense estudiadas.

De los resultados mostrados en este estudio, no podemos afirmar que los diferentes métodos empleados para el control de adventicias, puedan tener un efecto sobre la calidad varietal y organoléptica del garbanzo.

El tratamiento 8, el cuales se corresponden con la siembra tardía presentó un tamaño algo menor que el resto de alternativas. Creemos que esto pudo ser debido al hecho de que se sembraron fuera de la fecha habitual para este cultivo, lo cual también se realizó con el tratamiento 7. Sin embargo el tratamiento 7, no muestra esta diferencia en el tamaño del garbanzo, lo que quizás pueda deberse al efecto de la inoculación de la semilla.

Parámetro calidad	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5	Alternativa 6	Alternativa 7	Alternativa 8
IG	5	5	4	5	4	5	5	5
PS	5	5	5	5	5	5	5	4
SP	2	1	5	2	2	2	2	2
DP	1	2	1	2	2	3	1	1
M	4	4	4	5	4	4	4	4
G	0	0	0	0	0	3	2	0
CGG	0,7	1	-11	0	-4,9	-13,5	-5,3	3,4
Clasificación	Excelente	Excelente	Muy buena	Excelente	Excelente	Muy buena	Excelente	Excelente

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).

