

El guisante, en sus dos variedades estudiadas completó su ciclo, siendo el que produjo los mayores niveles de biomasa de entre los cultivos estudiados

# IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS DE COBERTURA EN LOS CAMPOS DE ARROZ

**Oriol Ferré<sup>(1)</sup>, Andrea Bertomeu<sup>(1)</sup>, Eva Pla<sup>(1)</sup>, Núria Tomàs<sup>(1)</sup>, Néstor Pérez-Méndez<sup>(1)</sup>, Tomàs Castells<sup>(2)</sup>, Carlos Cantero-Martínez<sup>(2)</sup>, Mar Català-Forner<sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup> IRTA, programa de Cultivos Extensivos Sostenibles

<sup>(2)</sup> Universitat de Lleida. carlos.cantero@udl.cat

El arroz se cultiva en España exclusivamente en monocultivo, sin embargo, recientemente, favorecido por las condiciones de manejo del agua en los meses de otoño e invierno se ha planteado introducir cultivos de cobertura durante los meses en los que los arrozales están sin cultivo con el objetivo de aportar mejoras agronómicas y ambientales.

Para ello se realizó un ensayo en 2020-2021 (noviembre-abril), en el cual se evaluaron un total de 15 especies diferentes incluyendo gramíneas, leguminosas y crucíferas. Los resultados indicaron que las distintas especies estudiadas se complementaron correctamente con el cultivo del arroz. La mayoría de las variedades alcanzaron la floración antes de ser incorporadas al suelo, siendo las variedades de guisante las que obtuvieron mayor producción de biomasa.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo del arroz en el Delta del Ebro ocupa un 67% de su superficie, siendo la principal actividad socioeconómica del territorio (Duro y col., 2020). Debido a las condiciones edafoclimáticas de alta salinidad de la zona, el arroz es el único cultivo que se puede desarrollar de forma adecuada en gran parte de la superficie cultivable del Delta ya que tiene la capacidad de crecer bajo condiciones de inundación, y gracias a ello, puede tolerar las condiciones de salinidad. El arroz en esta zona se cultiva entre los meses de marzo y octubre, mientras que el resto del año los campos permanecen sin cultivo.

En el año 2009 se detectó la presencia de caracol manzana (*Pomacea maculata*) en los arrozales del Delta del Ebro y en 2013 se fijaron unas medidas de lucha contra esta plaga reguladas por la Resolución AAM/2291/2013. Estas medidas consisten en la aplicación de productos fitosanitarios con autorización excepcional (saponinas), la inundación de los campos con agua de mar, y el secado invernal de los campos hasta la siguiente temporada de cultivo, durante los meses de







septiembre a abril. Previamente a la entrada en vigor de esta resolución, los campos de arroz permanecían inundados durante cuatro meses adicionales durante el periodo de otoño e invierno (Real Decreto 708/2002) con el objetivo de proteger la flora y fauna de los humedales (Martínez-Eixarch *et al.* 2017).

La introducción de la medida del secado invernal abre las puertas a la implantación de una serie de cultivos de cobertura, mediante los que se plantea una estrategia de cultivo que podría aportar mejoras agronómicas y también ambientales.

Los cultivos invernales pueden realizarse teniendo en cuenta dos usos agronómicos:

1) Como cultivos de cobertura del suelo o como abonos verdes para apoyar la nutrición de los cultivos.

En ambos casos se incorporan al suelo y añaden otras ventajas como son las de la mejora de su fertilidad, controlar malezas y plagas e incrementar la biodiversidad en sistemas de producción agroecológicos (Lu *et al.* 2000); o

2) Cultivos de forraje, en los que, al completarse el ciclo fenológico puede cosecharse la totalidad de la planta o únicamente el grano de la misma.

Algunas de las familias compatibles como cultivo de cobertura son las gramíneas y las leguminosas. Las gramíneas, como el raigrás italiano, la avena y el sorgo forrajero, producen cantidades de biomasa y desarrollan un extenso sistema radicular que alimentarán la materia orgánica del suelo mejorando su estructura (Camí-Marnet, 2013). Por otro lado, las leguminosas,

aunque producen menos biomasa y sistema radicular, también pueden aumentar la calidad del suelo al aumentar la materia orgánica de éste y, además, establecer simbiosis con determinadas bacterias (*Rhizodium* spp) que poseen la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico al suelo. Esto se observa y se produce en los nódulos formados en las raíces en fase de floración de especies como el guisante para forraje, el haba forrajera o la veza (Camí-Marnet, 2013).

La combinación entre el cultivo de arroz y el cultivo de cobertura puede aportar beneficios en la producción del primero, mejorando la fertilidad y la estructura del suelo. Además, y de forma indirecta, los cultivos de cobertura pueden competir con las malas hierbas, atraer la fauna auxiliar y favorecer la biodiversidad de los agrosistemas de la zona.





A partir del programa Origins™ de Kellogg's®, cuyos objetivos son optimizar los recursos, mejorar la rentabilidad y reducir el impacto medioambiental de los cultivos de arroz, se ejecutó el presente ensayo, con la finalidad de identificar qué especies y variedades se adaptan mejor a las condiciones edafoclimáticas de la zona y así, complementarse con el cultivo del arroz.

### MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo durante la campaña 2021 en el hemidelta derecho del Delta del Ebro. La parcela presentaba una textura de suelo arcillo-limoso (arcilla: 42,9%, limo: 51% y arena: 6,2%), una conductividad eléctrica del extracto de pasta saturada de 3,23 dS/m y un contenido de materia orgánica de 2,5 %.

La temperatura media durante los meses de cultivo objeto de estudio (noviembre-abril), fue de 12,3°C y la precipitación acumulada fue de 96,1 mm, manteniéndose el suelo en unas condiciones de humedad óptimas para el desarrollo del cultivo de cobertura.

El diseño experimental fue de bloques al azar con 4 repeticiones. Se evaluaron un total de 15 variedades de distintas especies (Tabla 1). El material vegetal del ensayo, así como la dosis de siembra fueron proporcionados por las siguientes empresas de semillas: Semillas Fitó, Agraria Estany SL, Semillas Batlle SA y Limagrain Ibérica (Tabla 1). La dosis de siembra se estableció a partir de la densidad de plantas adecuada para cada especie.

La superficie de cada parcela elemental fue de 10,2 m<sup>2</sup> y se sembraron en líneas, separadas entre sí 15 cm, mediante una sembradora de ensayos (Fig. 1). Posteriormente, se realizó un pase de rodillo para compactar el terreno, evitar la pérdida de humedad y favorecer el contacto de la semilla con el suelo.

Se realizó un seguimiento de la conductividad y la profundidad del agua de la capa freática durante todo el ciclo de cultivo, mediante un piezómetro

FAMILIA	ESPECIE/VARIEDAD	DOSIS DE SIEMBRA (kg/ha)
Leguminosas	Guisante/Guinda	220
	Guisante/Bagoo	250
	Trébol/Mescla	30
	Haba/Axel	200
	Haba/Prothabon	200
	Veza/Prontiveza	100
	Veza/Capello	60
Gramíneas	Trigo/LG Albufera	220
	Trigo/Capuchon 4	250
	Avena/Rapidena	150
	Cebada/Mochina 9	180
	Cebada/LG Austral	220
	Raigrás/Alihop	40
	Raigrás/Trinova	35
Crucíferas	Colza/Valle del oro	8

Tabla 1. Dosis de siembra de las distintas variedades estudiadas.

Seguimiento Fenológico		Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Siembra-Emergencia (días)	Siembra-Floración (días)
LEGUMINOSAS	Guisante/Guinda							15	90
	Guisante/Bagoo							15	90
	Trébol/Mezcla							7	*
	Haba/Axel							15	114
	Haba/Prothabon							15	114
	Veza/Prontiveza							15	114
	Veza/Capello							15	114
GRAMÍNEAS	Trigo/LG Albufera							7	131
	Trigo/Capuchon 4							7	153
	Avena/Rapidena							7	131
	Cebada/Mochina 9							7	123
	Cebada/LG Austral							7	123
	Raigrás/Alíhop							7	*
	Raigrás/Trinova							7	*
CRUCÍFERAS	Colza/Valle de oro							7	114

Tabla 2. Seguimiento fenológico y periodo de duración de las distintas variedades estudiadas. La línea negra más gruesa indica el momento de cosecha de las variedades para poder iniciar los trabajos de preparación del terreno para el cultivo del arroz. El \* indica que no llegaron a floración.

instalado en la parte central de la parcela a una profundidad de 1,5 m.

Durante todo el ciclo de cultivo, se realizó un seguimiento de la fenología de las distintas variedades ensayadas, registrando el momento de la emergencia y de la floración.

A finales del mes de marzo, fecha límite para el comienzo de los trabajos preparativos para el cultivo del arroz, se determinó la biomasa. Para ello se cosecharon dos metros lineales por cada parcela elemental. Cada muestra fue secada en una estufa de aire forzado a 70°C durante 72 horas hasta alcanzar el peso constante. Una vez secadas, se calculó la biomasa a partir de la fórmula siguiente:

$$\text{Biomasa} = \frac{\text{Peso seco (kg)}}{\text{Superficie cosechada (ha)}}$$

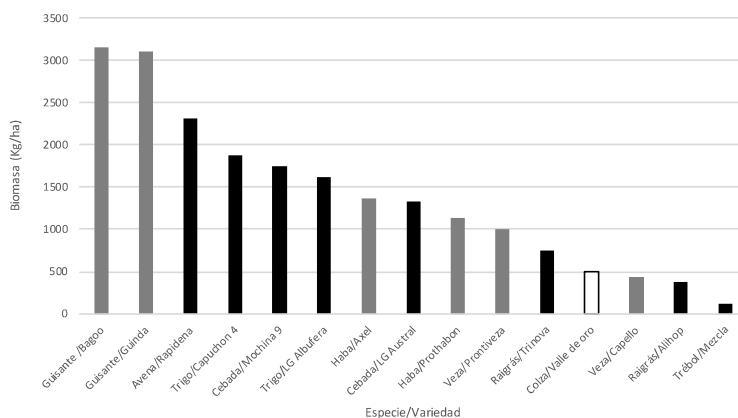


Figura. 1 Resultados biomasa (Kg/ha). Se pueden distinguir las tres familias estudiadas. La gris corresponde a la familia de las leguminosas, la negra a la familia de las gramíneas y la blanca a la familia de las crucíferas.

### RESULTADOS

Ninguno de los cultivos estudiados presentó síntomas de toxicidad por salinidad ni por encharcamiento radicular durante los meses de cultivo. Los valores medios de conductividad

eléctrica del agua de la capa freática fueron de 2.87 dS/m, y ésta se mantuvo a una profundidad media de -1 m durante todo el cultivo, sin llegar a afectar a la zona radicular.





En general, las leguminosas necesitaron un período de tiempo más largo comparado con el resto de las variedades estudiadas para emerger (Tabla 2).

Si el cultivo invernal se implementa como cultivo de cobertura, para conseguir una incorporación que maximice los beneficios, es conveniente esperar hasta el momento en que la planta alcance su máximo desarrollo, que coincide con la acumulación de principios nutritivos en mayor cantidad, siendo éste el momento de floración (Tellez, 1979). En las condiciones del ensayo, las cuales combinan el cultivo de cobertura con el cultivo del arroz, se estableció como fecha límite de incorporación finales de marzo a principios de abril, observándose que la mayoría de las variedades estudiadas ya habían alcanzado la fase de floración en el momento del corte para su posterior incorporación en el suelo. Las dos variedades de guisante (Guinda y Bagoo) fueron las que alcanzaron más rápido la fase de floración (BBCH 60), 4 semanas antes del corte. Por su parte, la mezcla de trébol y las dos variedades de raigrás (Alihop y Trinova) en el momento del corte, no llegaron a la floración.

En cuanto a la valoración de biomasa, dentro de la familia de las leguminosas, el guisante, en sus dos variedades

estudiadas fue el que alcanzó mayor producción, seguida de la avena, dentro de la familia de las gramíneas, (gráfico 1).

## CONCLUSIONES

La mayoría de las variedades estudiadas se adaptan a las condiciones de cultivo de la zona del Delta del Ebro por su ciclo de desarrollo fenológico, por lo que se pueden complementar con el cultivo del arroz.

El guisante, en sus dos variedades estudiadas completó su ciclo, siendo el que produjo los mayores niveles de biomasa de entre los cultivos estudiados.

Como propuesta de futuro, convendría adelantar la fecha de siembra de los cultivos invernales, con el objetivo de proporcionar a las variedades más tiempo para desarrollar su potencial productivo y obtener una mayor cantidad de biomasa, además de evaluar el beneficio agronómico de la complementación de los dos cultivos. ■

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio se realizó en colaboración del IRTA y de la Universidad de Lleida en el programa Origins™ de Kellogg's®.

A las empresas de semillas: Semillas Fitó, Agraria Estany SL, Semillas Batlle SA y Limagrain Ibérica.

El ensayo de campo se realizó en una finca de Adela Tomàs, arrocera colaboradora del programa Origins™ de Kellogg's®.



## BIBLIOGRAFÍA

- Camí-Marnet B. (2013). La rotació de cultius i els adobs verds en horticultura ecològica. Generalitat de Catalunya, Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural. Fitxes tècniques PAE, 22, 1-8.
- Duro, J. A., Llasat, P. G., Soldevila, M. V., Martí, M., Alifonso, X. P., Pons, J. S., Albendea, F. J. F. (2020). Informe d'economia local i regional Terres de l'Ebre 2020. Universitat Rovira i Virgili, Càtedra d'Economia Local i Regional.
- Lancashire et al. (2001). "Estadios de las plantas mono y dicotiledóneas." BBCH Monografía Arroz
- MAPA. (2020). Plan nacional de contingència de Pomaceae spp. Programa nacional para la aplicación de la normativa fitosanitaria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), Madrid.
- Martínez-Eixarch, M., Curcó, A. & Ibáñez, C. Effects of agri-environmental and organic rice farming on yield and macrophyte community in Mediterranean paddy fields. Paddy Water Environ 15, 457-468 (2017)
- Tellez, R. (1979). Abonos verdes, Núm 24-49. Ministerio de agricultura.
- Yao-chi lu, k. bradley watkins, john r. teasdale & aref a. abdul-baki (2000). Cover crops in sustainable food production. food reviews international, 16:2, 121-157, doi: 10.1081/fri-100100285