



**III Congreso de Regadíos de Aguas Subterráneas
Valladolid
29 de noviembre de 2023**

**Experimentación en riego de baja presión y aplicación
de nuevas tecnologías en los cultivos de regadío de
Castilla y León
(Proyecto REBAPRES)**

Onésimo del Río Rodríguez

onesimo.delrio@ltacyl.es

Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León



INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

OBJETIVOS E IMPACTO

El objetivo fundamental es demostrar que se puede regar con menor presión, reduciendo los costes, sin mermar la calidad del riego y ni la producción óptima deseada.

El impacto potencial más claro será la posibilidad de **reducir los costes energéticos en las zonas de regadío** usando aspersores de baja presión, equipos y técnicas innovadoras. Repercusión sobre la viabilidad de las explotaciones en los principales cultivos de regadío de Castilla y León.

Ensayos destinados a comprobar el comportamiento y rendimiento del cultivo ante dos escenarios de riego (presión convencional **3,5 bar** y baja presión **2 bar**).

Proyecto enmarcado en la medida 16 del Programa de Desarrollo Rural de Castilla y León 2014-2020, de ayuda para proyectos piloto y para el desarrollo de nuevos productos y procesos y tecnologías (cofinanciado fondos FEADER).

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



UNIÓN EUROPEA



MATERIALES Y MÉTODOS

Duración del proyecto: 3 campañas de riego (2021-2022-2023)

Cultivos: maíz, patata y remolacha. Para cada cultivo se ensaya el riego en “**Baja Presión**” y con presión convencional “**Testigo**”.

Participantes:

- **4 Agricultores** de la CR del Canal de Tordesillas (Valladolid), CR de Soto de Cerrato (Palencia) y CR del Canal del Riaza (Valladolid-Burgos). Aportan las parcelas de ensayo.
- **4 Empresas VYRSA, NAANDAJAIN IBERICA, REGABER , NELSON.** Aportan el material de riego.



- **ITACYL**, coordinación y seguimiento del proyecto.

Parcelas de ensayo: proyecto realizado en **parcelas comerciales.**

- Campaña **2021:** 10 parcelas (3 patata, 5 maíz, 2 remolacha)
- Campaña **2022:** 7 parcelas (1 remolacha, 2 patata, 4 maíz)
- Campaña **2023:** 7 parcelas (2 remolacha, 2 patata, 3 maíz)

PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

- **ENSAYO:** se ha realizado un ensayo por parcela.
- **SUBENSAYO** – formado por cada tipo de aspersor ensayado en cada parcela.
- **MICROPARCELAS:** delimitadas por los 4 aspersores que definen la cuadrícula del marco real de riego (cada uno de los polígonos interiores).



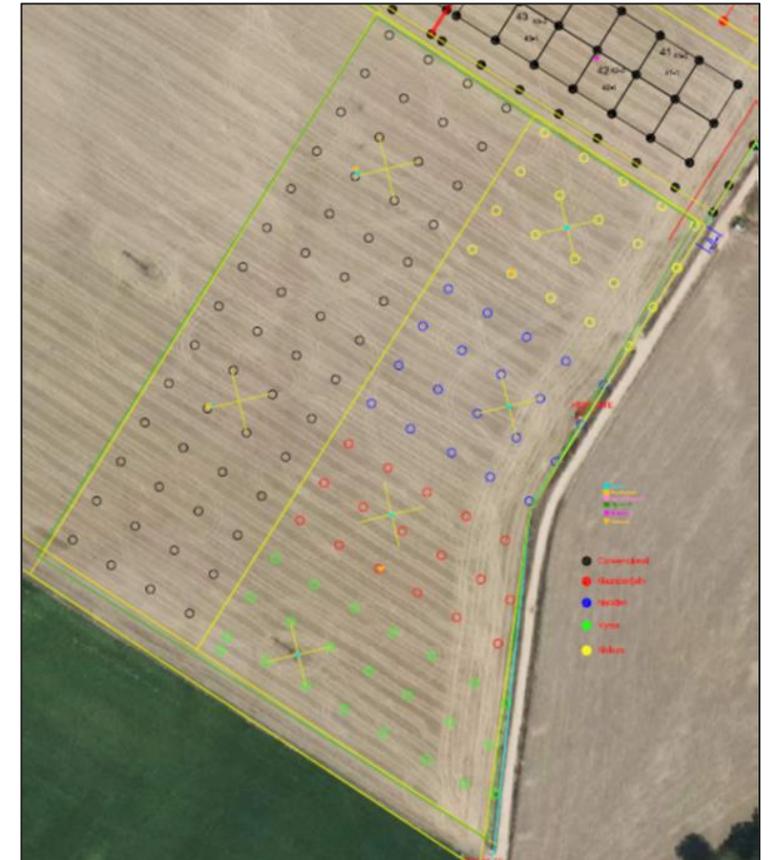
Parcela Patata Tordesillas 2023



Parcela Maíz Tordesillas 2023

Subensayos en MICROPARCELAS para los cultivos de **patata y remolacha**: Idénticas condiciones de cultivo (siembra, dosis de riego, tratamientos, etc), pero con la variable del riego a baja presión (presión en boquilla 2 kg/cm²).

- **Marco de riego 18 x 18m**, marco real.
- **Emisores de riego**: 4 modelos de aspersores de baja presión para regar a 2 kg/cm² y 1 modelo de aspersor convencional para regar a 3,5 kg/cm² (testigo).
- Ensayos de **patata** en Soto de Cerrato (Pa) y San Miguel del Pino (Va).
- Ensayos de **remolacha** en Olivares de Duero (Va)



Parcela Patata Soto de Cerrato 2022

Estos subensayos se han realizado a nivel de microparcela para **asegurar que la dosis y las condiciones de riego fueran similares entre sí.**

Ensayos realizados a nivel de **toda la parcela comercial** para el cultivo de **maíz**.

- Marco de riego **18 x 18**, marco real
- Presión en boquilla del aspersor: **2 kg/cm²**
- Emisores de riego: **4 modelos de baja presión**, de los 4 fabricantes colaboradores.
- Ensayos en San Miguel del Pino (Va) y Olivares de Duero (Va)



Ensayo de Maíz Baja Presión
Olivares de Duero 2023



Cada parcela de baja presión tiene al lado una parcela testigo, en la que se ha utilizado el mismo marco de riego y aspersores convencionales para regar con una presión aproximada de 3,5 kg/cm².



EMISORES DE RIEGO DE BAJA PRESIÓN



**NAANDANJAIN
(5035 SD LP)**



VYRSA (VYR-37)



**NETAFIM
(D-NET 9575)**



**NELSON IRRIGATION
(R33LP)**

Marca	Modelo	Boquillas patata y remolacha	Boquillas maíz
NETAFIM	D-NET® 9575	5,10+2,5 mm	4,36+2,5 mm
VYRSA	VYR 37	5,2+2,4 mm	4,8+2,4 mm
NAANDANJAIN	5035 SD LP	5,0+2,5 mm	4,5+2,5 mm
NELSON	R33 LP	5,56 mm	5,56 mm

La precipitación media regando a 2 kg/cm² por aspersor ha sido de aproximadamente 1.600 mm/h.

CONTROL DE LA PRESIÓN

Para mantener las condiciones de presión de trabajo “objetivo” en cada sub ensayo (± 2 kg/cm² en boquilla de aspersor) se han instalado reguladores de presión fija y constante en cada porta aspersor.

Para monitorizar la presión de trabajo en aspersor se han instalado transductores de presión en las tuberías porta aspersor registrando datos de presión cada 15 minutos en el momento del riego.

También se han instalado manómetros para visualizar la presión de trabajo de forma manual.



REGULADORES DE PRESIÓN
(VYR-19 30 PSI Y PRV 2000)



NUEVAS TECNOLOGÍAS: SENSORES E INSTRUMENTACIÓN

Se han instalado sensores con tecnología específica para agricultura que han estado midiendo y recogiendo parámetros de suelo, clima, planta y agua; enviando de forma inalámbrica datos de pluviometría del sistema, presión, velocidad del viento, humedad de suelo, humedad y temperatura ambiente, etc.



Pluviómetros



Nodo equipado con pluviómetro, sondas de humedad y anemómetro



Nodo equipado con pluviómetro, sondas de humedad, anemómetro y unidad H y T

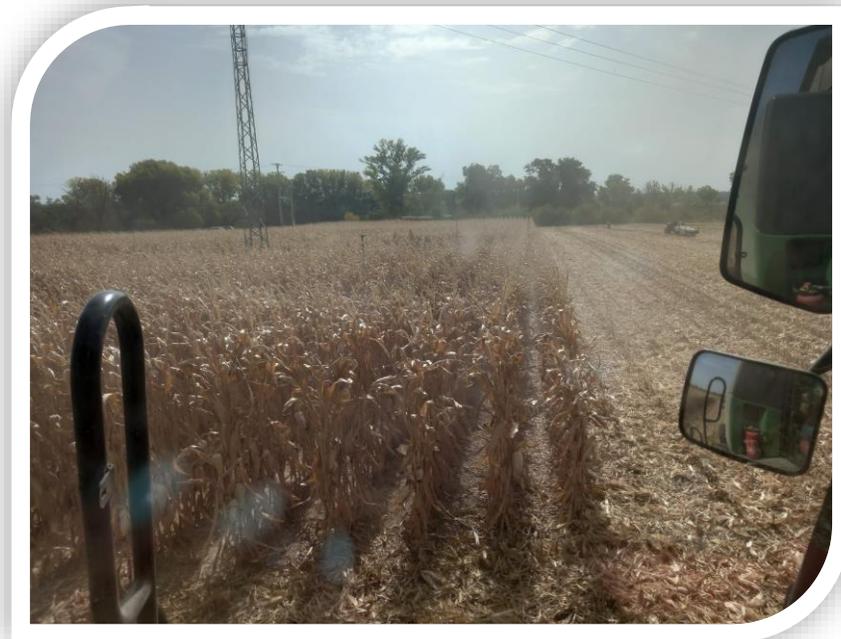
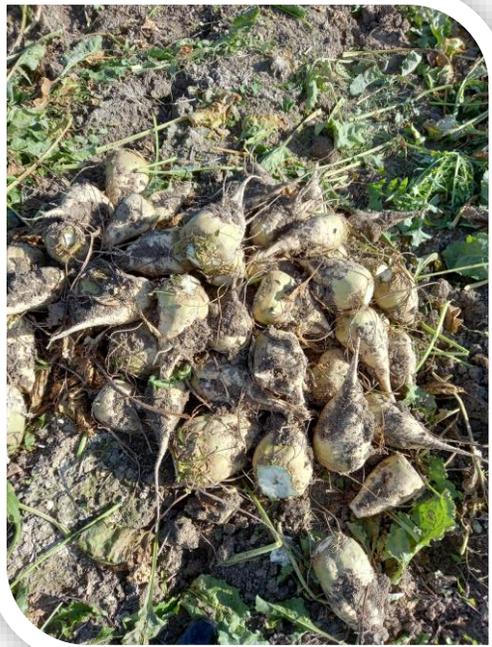
Todos los datos recogidos han servido para evaluar y analizar diariamente el riego y sus condiciones y sobre todo poder optimizarlo.

Llegada la madurez fisiológica de los cultivos se ha procedido a su recolección para realizar la **evaluación de la expresión productiva de los cultivos ensayados.**

- En los **ensayos de maíz**, se ha evaluado el rendimiento final en cosecha ($T\cdot ha^{-1}$) y la humedad del grano (%), calculando los resultados de producción corregida en base seca 14%.
- En los **subensayos de patata** se ha evaluado por un lado el rendimiento final en cosecha en cada una de las parcelas de ensayo ($T\cdot ha^{-1}$) y por otro lado se ha realizado una estimación de la producción ($T\cdot ha^{-1}$) por cada tipo de aspersor ensayado, en base a las muestras recolectadas en una superficie de $4,5\ m^2$ cada una.
- En los **ensayos de remolacha** las variables analizadas han sido el rendimiento final en cosecha ($T\cdot ha^{-1}$) y la calidad industrial (análisis en laboratorio) obtenidos, en cada una de las parcelas de ensayo. También se ha evaluado la estimación de producción por cada tipo de aspersor ensayado, en base a las muestras recolectadas en una superficie de $7\ m^2$ cada una.

SEGUIMIENTO DE LOS CULTIVOS Y EL RIEGO.

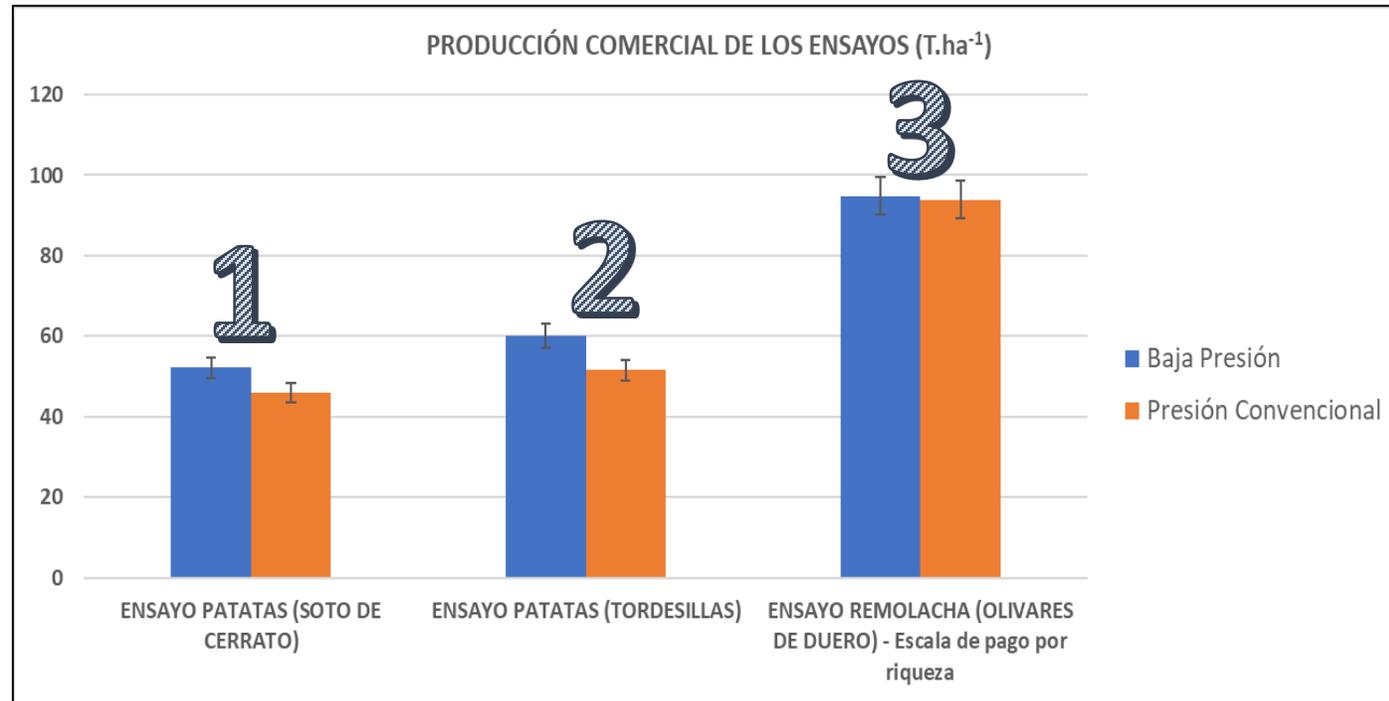




RESULTADOS

Campaña de riego 2021:

Producción comercial en patata y remolacha

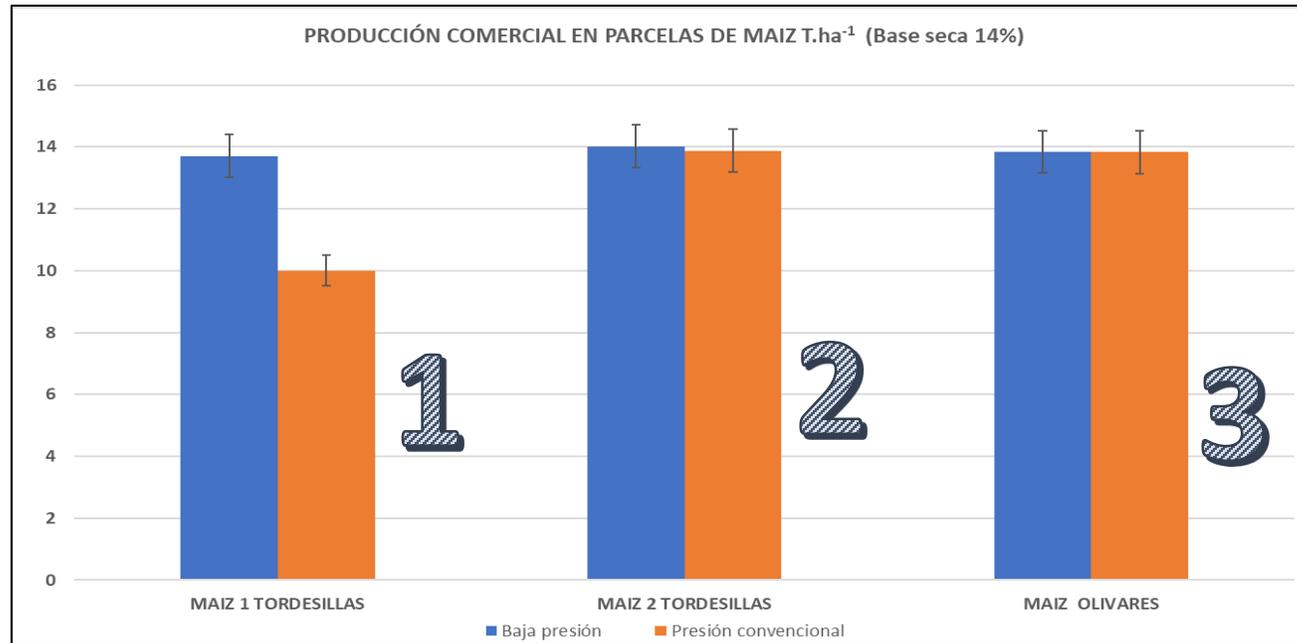


1- El rendimiento total obtenido en la parcela de baja presión fue un **12% superior** al ha obtenido en la parcela testigo.

2- El rendimiento total obtenido en la parcela de baja presión fue un **14% superior** al que se ha obtenido en la parcela testigo

3- El rendimiento global obtenido en la parcela de baja presión aplicando el pago por riqueza a 16^º es un **1 % superior** al que se ha obtenido en la parcela testigo.

Campaña de riego 2021: maíz

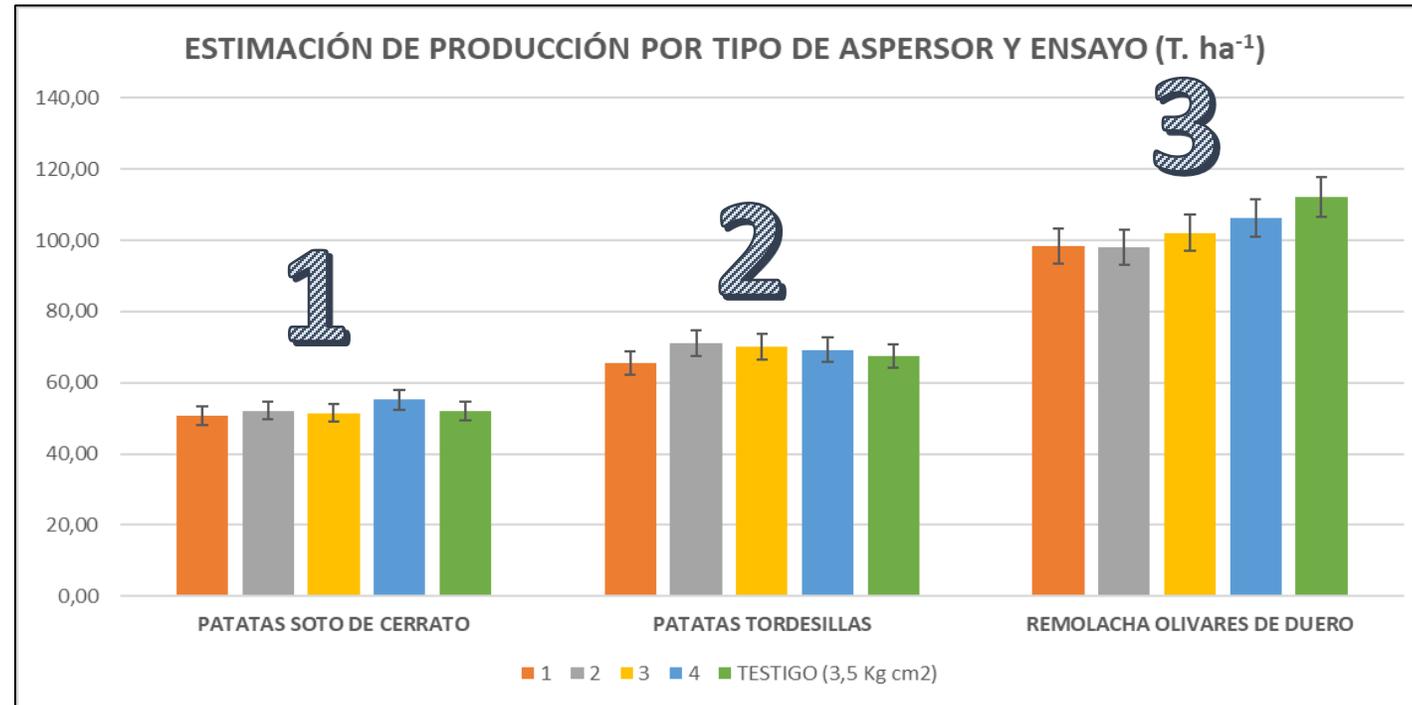


1- El rendimiento global obtenido en la parcela de baja presión en base seca al 14% es un **36,55 % superior** al que se ha obtenido en la parcela testigo.

2- El rendimiento global obtenido en la parcela de baja presión en base seca al 14% es un **0,5 % superior** al que se ha obtenido en la parcela testigo.

3- El rendimiento global obtenido en la parcela de baja presión en base seca al 14% es un **0,2 % superior** al que se ha obtenido en la parcela testigo.

Campaña de riego 2021: estimación de la producción por tipo de aspersor ensayado en patata y remolacha.

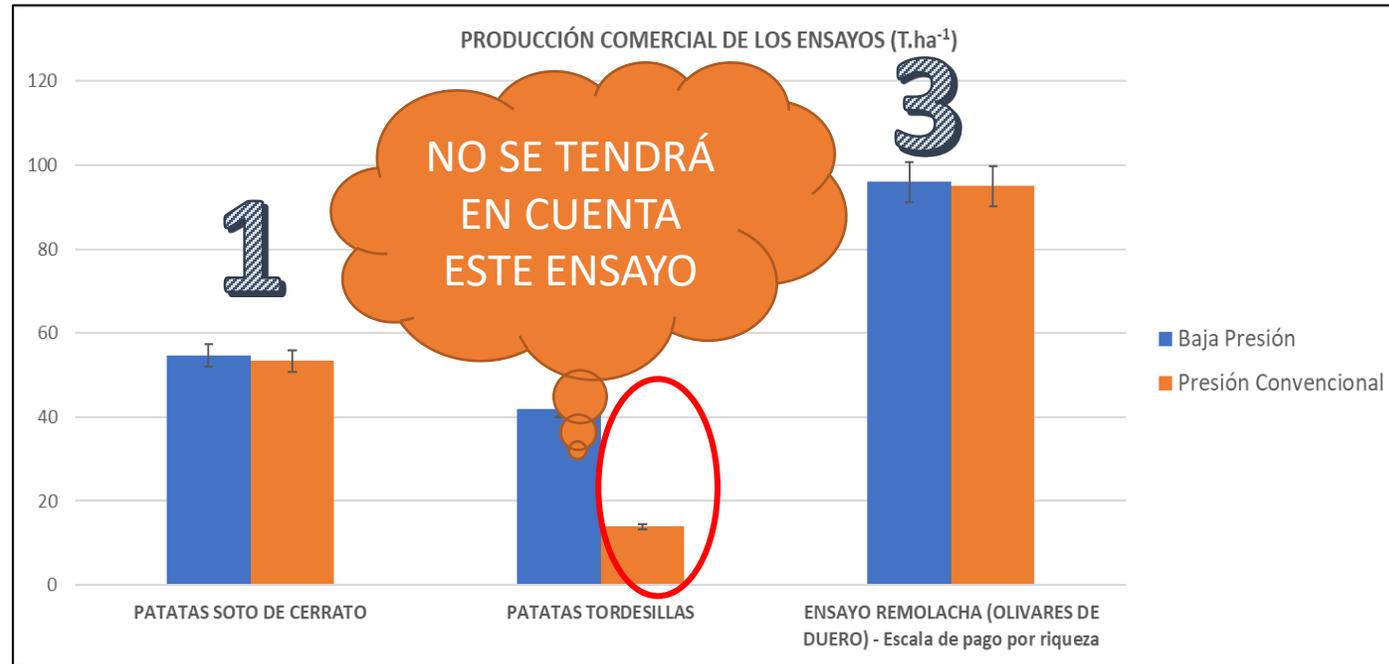


1- Dos de los cuatro tipos de aspersores superaría la estimación de la producción de la testigo. Un tercer tipo habría obtenido una producción similar, y uno de ellos habría obtenido una producción menor (-2,5%).

2- Tres de los cuatro tipos de aspersores superaría la estimación de la producción de la parcela testigo. Un cuarto aspersor habría obtenido una producción menor en comparación con la parcela testigo (-1,5%).

3- Ninguno de los cuatro tipos de aspersores ensayados superaría la estimación de la producción de la testigo. Dos de los aspersores habrían obtenido un 10% menos de producción, otro habría obtenido un 8% menos y otro un 4% menos.

Campaña de riego 2022: patata y remolacha

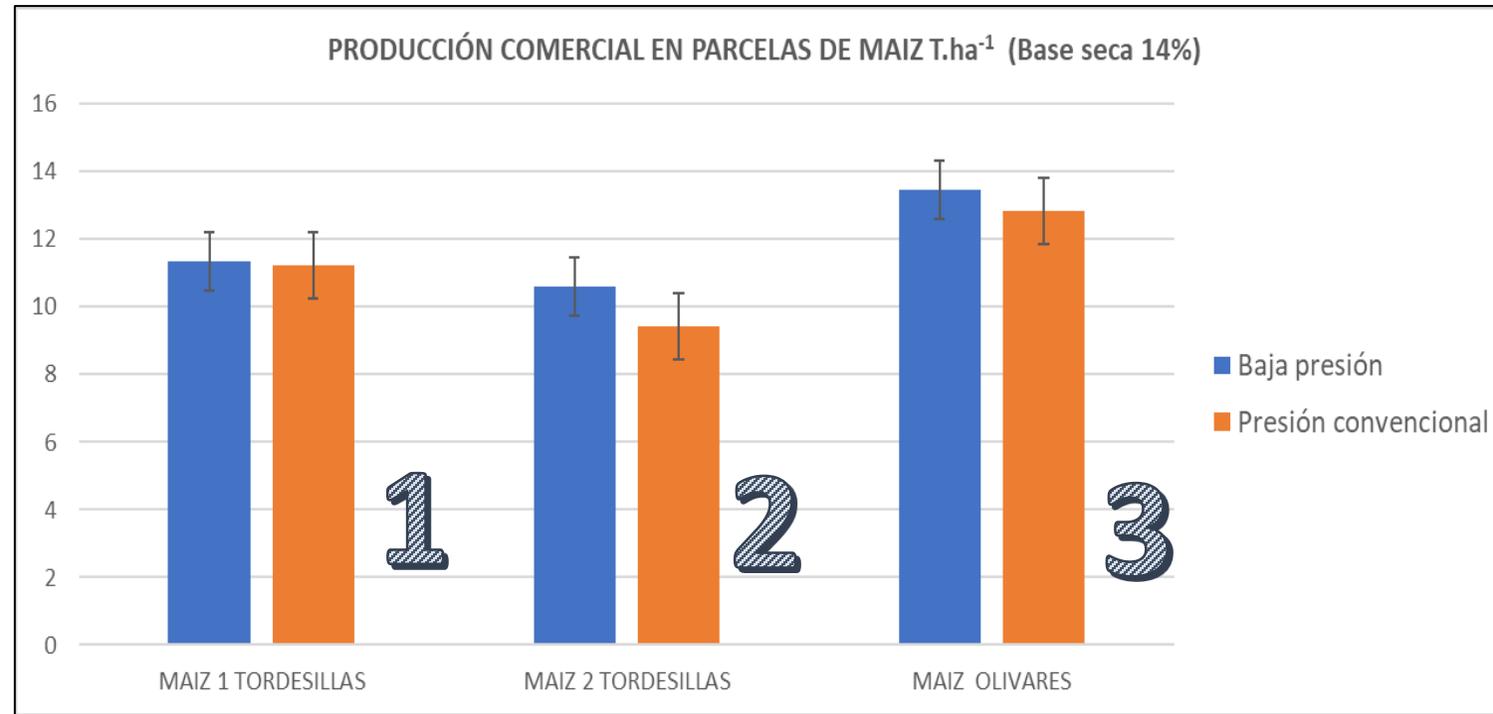


1- El rendimiento total obtenido en la parcela de baja presión fue un **2% superior** al ha obtenido en la parcela testigo.

2- El rendimiento total obtenido en la parcela de baja presión ha sido un **67% superior** al que se ha obtenido en la parcela testigo. **(DATO ANÓMALO)**

3- El rendimiento global obtenido en la parcela de baja presión aplicando el pago por riqueza a 16º es un **1,04 % superior** al que se ha obtenido en la parcela testigo.

Campaña de riego 2022: Producción comercial de todos los ensayos

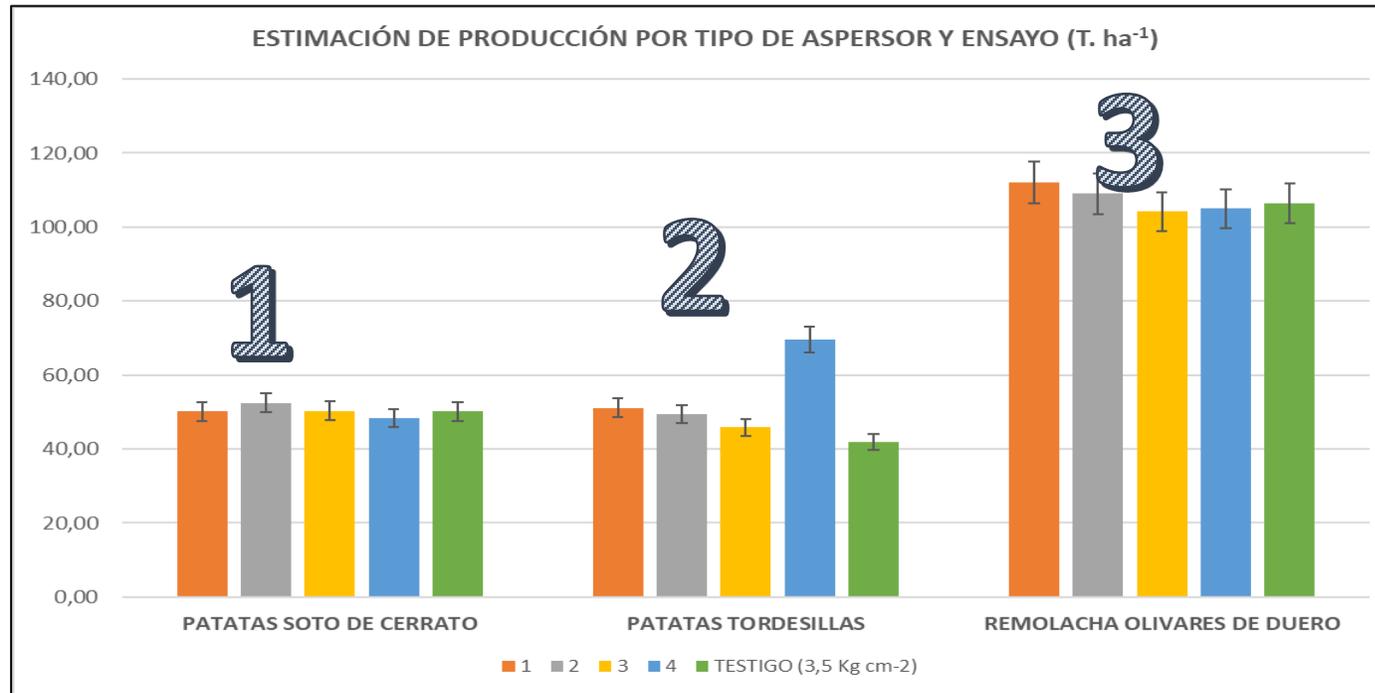


1- El rendimiento global obtenido en la parcela de baja presión en base seca al 14% es un **1,13 % superior** al que se ha obtenido en la parcela testigo.

2- El rendimiento global obtenido en la parcela de baja presión en base seca al 14% es un **12,55 % superior** al que se ha obtenido en la parcela testigo.

3- El rendimiento global obtenido en la parcela de baja presión en base seca al 14% es un **4 % superior** al que se ha obtenido en la parcela testigo.

Campaña de riego 2022: estimación de la producción por tipo de aspersor ensayado en patata y remolacha.



1- Tres de los cuatro tipos de aspersores superaría la estimación de la producción de la testigo. Un tercer tipo habría obtenido una producción menor (3,35%).

2- Los cuatro aspersores ensayados superarían la estimación de la producción de la parcela testigo.

3- De los cuatro aspersores ensayados, dos habrían obtenido un 5,26% y 2,40% respectivamente más de producción que el testigo. Los otros dos aspersores habrían obtenido un 2,15 % menos y otro un 1,32% menos respectivamente que el testigo.

CONCLUSIONES



2021



2022



2023

- ❑ Los resultados obtenidos en las campañas de riego 2021 y 2022 determinan que, por lo general, en la mayoría de los ensayos, la diferencia de presión entre la parcela de baja presión y la parcela testigo no ha tenido repercusión ni en el reparto de agua en el suelo, ni en el rendimiento global obtenido, ni en la evolución del cultivo.
- ❑ Las pequeñas diferencias que se han podido detectar en lo que respecta a la evolución del cultivo y su ciclo fenológico no han afectado tampoco de forma significativa al rendimiento obtenido en ninguno de los ensayos.
- ❑ La monitorización de datos de sensores de humedad del suelo, pluviometrías o para el control de la presión del riego, son de gran ayuda para analizar diariamente el riego y poder optimizar su calidad.



CONCLUSIONES



2021



2022



2023

- ❑ Es importante que en el diseño de las parcelas donde se ensaya la baja presión, la presión media sea de 2 kg/cm², por ello la experiencia obtenida al instalar reguladores de presión individuales ha sido muy positiva, ya que se ha asegurado esa presión en todos y cada uno de los porta-aspersores donde se han instalado.
- ❑ La calidad del riego en este tipo de ensayos a priori no se ha visto afectada al reducir la presión de 3,5 a 2 kg/cm².
- ❑ Realizar este tipo de ensayos en parcelas comerciales implica, que existen riesgos y puntos críticos que pueden afectar de forma relevante a la ejecución del programa de trabajo previsto, e incluso a todo el proyecto en su conjunto. Por ello es importante identificarlos lo antes posible para aplicar medidas correctoras que mitiguen e incluso eliminen esos puntos críticos.



MUCHAS GRACIAS POR
VUESTRA ATENCIÓN



INSTITUTO
TECNOLÓGICO
AGRARIO



Junta de
Castilla y León