

Estrategias de riego deficitario

Marta Goñi Labat. INTIA

Ensayos de gestión del agua para adaptación al Cambio Climático del sector agrario

El proyecto LIFE-IP NAdapta-CC tiene como objetivo la adaptación de Navarra a los efectos del Cambio Climático. Es un proyecto multisectorial y estratégico por su relación con los objetivos de la Hoja de Ruta de Cambio Climático de Navarra (HCCN-KLINA) que intenta impulsar mediante el desarrollo de acciones, con la inclusión de ese objetivo en todas las políticas del Gobierno Foral y con la movilización de fondos para el desarrollo de medidas. Hay más de 370 millones de euros previstos en total para acciones en esa Hoja de Ruta.

Las medidas de adaptación más técnicas, se encuentran englobadas en 6 áreas estratégicas diferentes: agua, bosques, agricultura, salud, infraestructuras y planificación y monitorización, existiendo otras transversales (comunicación, formación y desarrollo e impacto del proyecto) así como complementarias. LIFE-IP NAdapta es un proyecto con un

presupuesto de 15,6 millones de euros que comenzó en 2017 con una duración de 8 años (2017-2025).

Una de las acciones desarrolladas en el área de AGRICULTURA está orientada al uso correcto del agua como recurso agrícola mediante la gestión adaptativa. Enmarcado en este contexto, INTIA lleva realizando desde 2018 varios ensayos con el objetivo de aumentar la eficiencia en el uso del agua de riego. Estas buenas prácticas adquieren cada vez más relevancia tras la reciente publicación de un estudio coordinado por GAN-NIK en el área de AGUA, en donde se prevé una disminución de los recursos hídricos a futuro.

En este artículo se presentan los resultados obtenidos en los ensayos realizados utilizando estrategias de riego deficitario en diferentes cultivos.



RIEGO DEFICITARIO: QUÉ ES

El uso eficiente del agua en la agricultura se ha convertido en un reto a medida que los recursos hídricos disponibles escasean y el coste de la energía aumenta (en regadíos dependientes de energía). Además de priorizar la producción por superficie, hay que tener en cuenta la relación entre el volumen de agua empleado por hectárea y el rendimiento por hectárea del cultivo (consumo de agua específico y productividad del agua por cultivo).

Con el objetivo de aumentar la productividad del agua de riego y desarrollar estrategias de uso eficiente del agua de riego, es preciso conocer la cantidad de agua que se puede reducir sin disminuir el rendimiento y calidad de los cultivos. Esto depende, entre otros factores, de las etapas de crecimiento de la planta.

El **riego deficitario controlado** consiste en reducir las dosis de agua sólo en aquellas etapas del cultivo menos sensibles a la falta de agua, de manera que no se vea comprometido el rendimiento (tanto en cantidad como en calidad) y se puedan cubrir los objetivos productivos sin poner en peligro la viabilidad de la explotación. Otra estrategia es el **riego deficitario sostenido** que consiste en someter al cultivo a una restricción de agua uniforme y controlada estimándose las reducciones en función de la demanda del cultivo.

ENSAYOS DE RIEGO EN NADAPTA

El **objetivo general de los ensayos de riego realizados desde 2018 por INTIA, en el marco del proyecto NAdapta, es presentar diferentes estrategias y herramientas para la evaluación y desarrollo de opciones de adaptación y mitigación del cambio climático.**

En la **campaña 2018** se centraron en la reducción del gasto energético y de la emisión de Gases de efecto invernadero (GEI) mediante el **uso de aspersores de baja presión** (resultados publicados en el artículo: “*Gestión del agua en el sector agrario y adaptación al cambio climático*” de Navarra Agraria nº 233, marzo-abril 2019).

Desde la campaña de **2019**, los objetivos se han centrado en mejorar la eficiencia en el uso del agua mediante la evaluación de **estrategias de riego deficitario controlado (RDC) y riego deficitario sostenido (RDS)** además de continuar en aspersión con los ensayos de aspersores de baja presión.

En la **Tabla 1** se presentan los ensayos realizados desde 2018.

Tabla 1. Ensayos de riego realizados desde 2018 en NADAPTA

Ensayo	Campaña	Cultivo
Aspersores a baja presión (BP)	2018	Maíz grano
Riego deficitario controlado + BP/PC	2019	Maíz grano
Riego deficitario sostenido (goteo)	2019	Brócoli
Riego deficitario sostenido + BP/PC	2020	Guisante seco
Riego deficitario sostenido + BP/PC	2020-2023	Alfalfa
Riego deficitario controlado (goteo)	2021	Tomate

Significado: BP = Baja Presión. PC = Presión Convencional.

“ El riego deficitario controlado consiste en reducir las dosis de agua en etapas del cultivo menos sensibles .”

Campaña 2019

Maiz

Los ensayos de maíz consistieron en probar en riego por aspersión (18 x 15T) diferentes dosis de riego deficitario controlado (RDC) con diferentes presiones de trabajo de aspersores a 2.5 bar y 3.5 bar. El riego deficitario se aplicó en las fases desde nacimiento a 8-10 hojas y desde estado grano pastoso a madurez fisiológica.

La dosis de riego de referencia (4.800 m³/ha) se calculó con la herramienta de ayuda a la decisión ‘HAD riego’ de AGROasesor que permite realizar balances en tiempo real. La frecuencia de riego de referencia se ajustó a reponer el nivel de capacidad de campo del suelo. Las cantidades de riego finales aportadas



Ensayo de riego en tomate.

fueron del 108%, 100%, 80% y 70% de las recomendaciones de riego. La dosis del 108% es la dosis tradicional aplicada en la zona. En la **Tabla 2** se detallan todos los ensayos.

Brócoli

Los ensayos en brócoli se realizaron con riego por goteo en microparcels y consistieron en comparar los resultados obtenidos con aportaciones de riego del 100%, 77% y 62%. Estas estrategias de riego deficitario sostenido se comenzaron a aplicar una vez que el cultivo estuvo implantado correctamente. La dosis de riego de referencia se calculó gracias a la herramienta HAD riego de la plataforma AGROasesor (2.165 m³/ha).



Aplicación HAD riego de AGROasesor.

Campaña 2020

Los ensayos consistieron en probar la respuesta de dos variedades de guisante en riego por aspersión (18 x 15T) con diferentes presiones de trabajo de aspersores a 2.5 bar y 3.5 bar y con diferentes dosis de riego deficitario sostenido. Las altas precipitaciones de la campaña 2020 no permitieron el riego hasta la semana del 18 de mayo. La dosis de riego de referencia a partir del 18 de mayo (1.599 m³/ha) se calculó con la herramienta HAD riego (AGROasesor) y la frecuencia de riego se ajustó a reponer el nivel de capacidad de campo del suelo. Las cantidades de riego finales aportadas (a partir del 18 de mayo) fueron del 100%, 73% y 65% de las recomendaciones de riego. Como comparativa con campañas anteriores, las necesidades de riego fueron de 2.710 m³/ha en 2019 y de 3.130 en 2018.

Campaña 2021

Tomate de industria

En los ensayos de tomate se probaron 3 diferentes dosis de riego deficitario controlado en riego por goteo. Las fases en las que no se aplicó reducción de dosis fueron implantación, floración y cuajado de frutos.

La dosis de riego de referencia (4.300 m³/ha) se calculó con la herramienta de riego del SAR de INTIA y la frecuencia de riego de referencia se ajustó a reponer el nivel de capacidad de campo del suelo. **Las cantidades de riego finales aportadas fueron del 100%, 93% y 87% de las recomendaciones de riego.**

Alfalfa

En cuanto a los ensayos de alfalfa, se están probando **en riego por aspersión (18 x 15T) diferentes dosis de riego deficitario** con diferentes presiones de trabajo de aspersores a 2.5 bar y 3.5 bar. En la primera mitad del ciclo del cultivo se aplicó una reducción lineal del 5% de las necesidades de riego, mientras que en la segunda mitad del ciclo de cultivo se aplicó riego deficitario controlado con una reducción del 10% en las etapas menos sensibles. La dosis de riego de la alfalfa se ha estimado mediante los valores de ETo y la extrapolación del valor del coeficiente de cultivo, Kc a partir de imágenes de satélite (Calera y Gonzalez 2007). (**Tabla 2**)

Tabla 2. Ensayos de riego deficitario en las campañas 2019, 2020 y 2021

Cultivo	Tipo aspersor-Presión media (bar)	Dosis (m ³ /ha)
MAIZ	Baja presión-2.5	3.300
	Baja presión-2.5	3.900
	Baja presión-2.5	4.800
	Presión convencional-3.5	4.800
	Presión convencional-3.5	3.900
	Presión convencional-3.5	3.300
	Presión convencional-3.5	5.220
Cultivo	Pluviometría (l/m ² hora)	Dosis (m ³ /ha)
BROCOLI	3.12	2.165
	3.12	1.698
	3.12	1.274
Cultivo	Tipo aspersor-Presión media (bar)	Dosis (m ³ /ha)
GUISANTE	Baja presión-2.5	1.144
	Baja presión-2.5	1.001
	Presión convencional-3.5	1.559
	Presión convencional-3.5	1.144
Cultivo	Pluviometría (l/m ² hora)	Dosis (m ³ /ha)
TOMATE	3.56	4.300
	3.56	4.000
	3.56	3.778
Cultivo	Tipo aspersor-Presión media (bar)	Dosis (m ³ /ha)
ALFALFA	Baja presión-2.5	ENSAYO EN EJECUCIÓN
	Baja presión-2.5	
	Presión convencional-3.5	
	Presión convencional-3.5	



Herramienta de recomendación de riego del SAR (Servicio Asesoramiento al Regante) de INTIA.

Parámetros evaluados

Durante todos los ensayos se tomaron varias medidas con el fin de determinar las diferencias en los tratamientos estudiados. **Los parámetros analizados fueron los siguientes:**

- Humedad de Suelo.
- Desarrollo vegetativo y seguimiento de estados fenológicos.
- Cosecha diferenciada/analíticas por tratamiento.

El **seguimiento de la humedad en suelo** se realizó gracias al uso de sondas de humedad colocadas a diferentes profundidades (15 y 30 cm de profundidad).

El **desarrollo vegetativo** se evaluó mediante evaluaciones en campo y teledetección a través de imágenes obtenidas del vuelo de drones, o imágenes satélite obtenidas de la plataforma AGROasesor. De estas imágenes se obtuvo el NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada). Este valor se calculó para cada sector de riego.

lo que los aspersores de baja presión vuelven a dar los mismos resultados que los de presión convencional, así que una nueva campaña con resultados satisfactorios para la baja presión. **(Gráfico 2)**

En general, la variedad 1 ha presentado valores más altos de producción que la variedad 2. La disminución de riego en un 27% no ha afectado al rendimiento de las dos variedades.

Nuevas tecnologías para el seguimiento de los ensayos



RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Campaña 2019

En los ensayos de **Riego Deficitario Controlado** en maíz, **los tratamientos con 100% y con 108% de la dosis de riego han dado similares resultados de cosecha (Gráfico 1)**. Esto permitiría un ahorro de un 8% de la dosis aportada, por lo que las dosis calculadas con herramientas de balance en tiempo real (AGROasesor) son precisas. En el caso de reducciones de agua del 80% y 70% sí hubo diferencias significativas en los rendimientos. Por otra parte, a igualdad de dosis no hay diferencia entre la baja presión y la presión convencional, por lo que con los aspersores de baja presión (BP) se obtienen los mismos resultados que con los de presión convencional (PC).

En los ensayos de **Riego Deficitario Sostenido (RDS)** en brócoli las diferencias de los rendimientos no fueron significativas entre los tratamientos. Este ensayo ha supuesto una reducción del consumo específico de agua de hasta 44 m³/tonelada. Hay que destacar que los rendimientos obtenidos en micro-parcelas son mayores que los que se pueden obtener en campo, si bien los resultados de micro-parcelas se pueden extrapolar a los de campo.

Campaña 2020

En los ensayos de guisante, la variable presión no ha influido en el rendimiento en las dos variedades, por

Gráfico 1. Resultados de cosecha de los ensayos de maíz

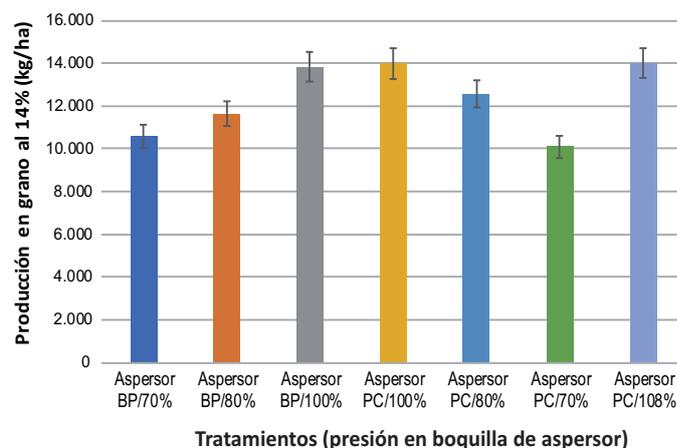
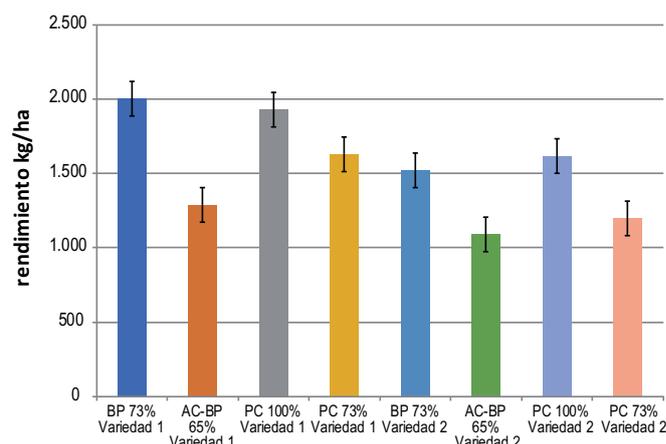
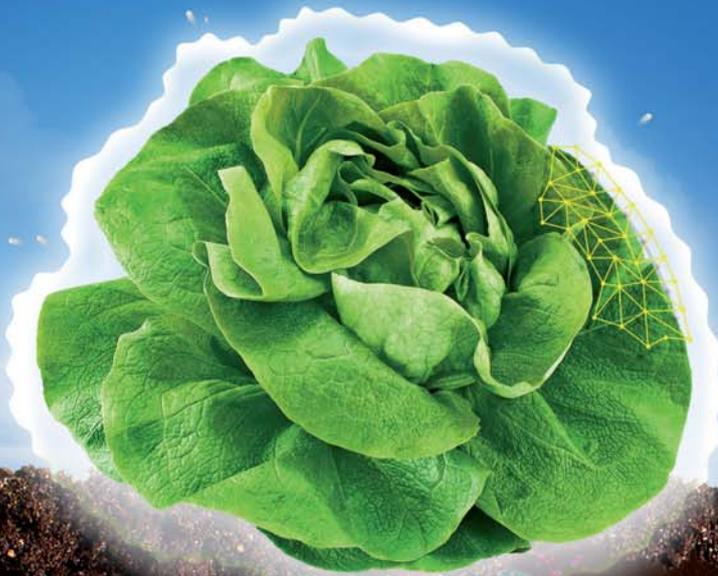


Gráfico 2. Resultados de ensayos de guisante 2020



Tecnología natural

La estrategia integral para lechuga



 **Seitylis™**
Biofungicida de alta
eficacia a bajas dosis

 **Radisei™**
Máxima potencia
desde la raíz



Bioinsecticidas • Biofungicidas • Bioestimulantes

Tel. 962 541 163 • www.seipasa.com

consulta@seipasa.com • [f](#) [t](#) [i](#) [in](#) [y](#)

Premio Nacional
de Innovación 2020
Pequeña y Mediana Empresa



Encuentra tu distribuidor SEIPASA
más cercano en
seipasa.com/distribuidores


seipasa®
natural technology

Campaña 2021

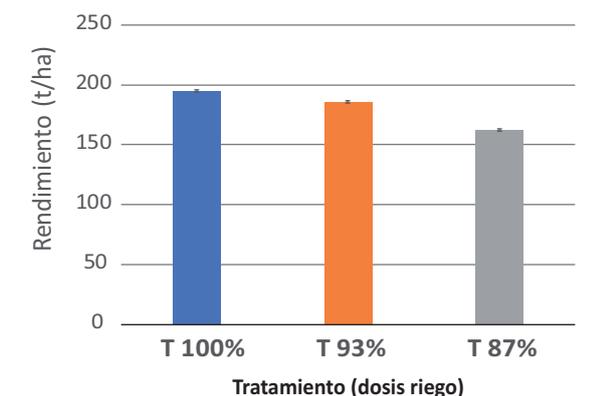
En el caso de tomate se tomaron datos de producción y también se valoró el color, la acidez total y los grados ^oBrix (parámetro que informa sobre la cantidad de azúcares del fruto) en cada tratamiento.

Si se analiza el rendimiento del tomate comercial, se puede concluir que con el tratamiento del 100% y del 93% de la dosis de riego, se han obtenido diferencias no significativas entre los tratamientos. Esto permitiría un ahorro de un 7% de la dosis aportada. En el caso del riego deficitario del 87% las diferencias sí son significativas, viéndose la producción afectada. **(Gráfico 3)**

Por otra parte, **las diferentes dosis de agua no tuvieron repercusión sobre la calidad y tamaño de los frutos.**

En el caso de la alfalfa, el ensayo no había finalizado en el momento de publicar este artículo.

Gráfico 3. Resultados de ensayos de tomate 2021



CONCLUSIONES

- ✦ **Los aspersores de baja presión son una alternativa a la presión convencional en cultivos como maíz y guisante.** El empleo de estos aspersores en zonas de transformación y zonas nuevas de regadío, supondría una disminución de la altura de bombeo lo que implicaría un importante ahorro en la Huella de Carbono, año tras año.
- ✦ **La teledetección, el uso de herramientas de riego con balances hídricos en tiempo real y el seguimiento de humedad de suelo son de importancia crucial** para llevar a cabo estrategias de ahorro de agua y adaptación al cambio climático. En el caso de maíz, el uso de la herramienta de riego en tiempo real supuso un ahorro de un 8% de la cantidad agua.
- ✦ **El riego deficitario sostenido en brócoli con reducción de un 38% de las necesidades de riego permitió un ahorro de agua.** Mientras que **el riego deficitario sostenido en guisante con reducción de un 27% de las necesidades de riego** (desde el 18 de mayo) permitió ahorro de agua.
- ✦ **La reducción de riego en tomate en un 7% no afectó a la producción ni a los principales parámetros de calidad del fruto.**



LÍNEAS FUTURAS DE ACTUACIÓN

A la vista de los resultados obtenidos en todas las campañas estudiadas, las estrategias de riego deficitario están suponiendo una reducción del consumo específico de agua y de la huella hídrica en los cultivos ensayados, permitiendo la optimización del uso del agua de riego.

Desde INTIA tenemos previsto continuar con esta línea de investigación como estrategia de ahorro de agua y energía en alfalfa (ensayo para 3 campañas), tomate y frutales en próximas campañas.

