

Tierras

agricultura

2 0 2 0

290

www.laagriculturadigital.com



GENÓMICA

ENTREVISTA A
ANTONIO MOLINA
(CENTRO DE
BIOTECNOLOGÍA
Y GENÓMICA DE
PLANTAS)



MECANIZACIÓN

LA ABONADORA,
UNA MÁQUINA
VITAL A LO LARGO
Y ANCHO DEL
CAMPO



SANIDAD VEGETAL

ENTREVISTA A
ERIC LIÉGEOIS,
DIRECTOR DE
AUTORIZACIÓN
DE PRODUCTOS
FITOSANITARIOS
DE LA DG SANTE



Fertilización: tecnología para lograr la máxima eficiencia

nitrogenados
Nitro sulfam
complejos
nph Forterra
liberación lenta
FERTILENT

siempre

www.mirat.net ~ fertilizantes@mirat.net

MIRAT
fertilizantes



Proporciona una solución holística que integra el manejo de agua, la energía (incluida la energía fotovoltaica) y los demás medios de producción en el sistema agrario

Proyecto Supromed: Sostenibilidad socioeconómica y ambiental de los sistemas agrícolas mediterráneos

88

El objetivo es tratar de reducir en la práctica el consumo de agua en los cultivos buscando la máxima productividad agronómica y económica del agua de riego, tanto a nivel de parcela como de explotación agraria, ayudando a hacerlos más resistentes al cambio climático y a la variabilidad de precios de los productos agrícolas en un mercado cada vez más globalizado.

• Nascimento A.K.¹, Domínguez A.¹;
López-Urrea R.²;
Martínez-López J.A.²; Sánchez N.²;
Tarjuelo J.M.¹ (P); Martínez-Romero A.¹

¹CREA-UCLM, Albacete jose.tarjuelo@uclm.es

²ITAP, Albacete, España



El ahorro y la correcta gestión del agua será esencial en la agricultura del futuro.

El aumento de la población mundial, la creciente necesidad de producción de alimentos, el desarrollo socioeconómico y el cambio climático generan presiones cada vez más importantes sobre el consumo de agua. Esta situación se ve agravada por la cada vez menor disponibilidad de agua para para la agricultura (por prioridades del uso urbano y medioambiental) y en una situación de demanda creciente, al ser el agua imprescindible para garantizar la rentabilidad y sostenibilidad de la agricultura en prácticamente la totalidad de los países. Esta situación puede ser peor en acuíferos costeros sobreexplotados con problemas de intrusión de agua del mar.

Como ejemplo de una de las acciones para afrontar esta situación, la fundación PRIMA de la Unión Europea financia el proyecto Supromed (Producción sostenible en ambientes con recursos hídricos limitados del agro-ecosistema Mediterráneo), a desarrollar entre octubre de 2019 y septiembre de 2022, coordinado por el Centro Regional de Estudios del Agua (CREA) de la Universidad de Castilla-La Mancha.



La sostenibilidad de la agricultura requiere utilizar las últimas tecnologías

La sostenibilidad de la agricultura requiere utilizar tecnologías, herramientas y modelos de Ayuda en la Toma de Decisiones (ATD) que permitan abordar al menos (Tarjuelo et al., 2015):

- La determinación de las necesidades de agua de los cultivos con el mayor nivel de precisión posible, incluida la aplicación de técnicas de riego deficitario controlado (RDC), así como ayudar a los agricultores a que sean capaces de implementar en su explotación una programación de riegos optimizada que permita maximizar la productividad agronómica -producción- y económica -margen bruto- del agua de lluvia y de riego (Lopez-Mata et al., 2019).
- Nuevas variedades/especies adaptables al cambio climático.
- La optimización del diseño y manejo de los sistemas de riego, buscando reducir el consumo de agua -mejorando la eficiencia de riego- y de la energía que lleva asociada -extracción de agua de acuíferos, desalinización, depuración y aplicación con el riego a presión (aspersión y goteo)-, utilizando sistemas de riego que estén bien diseñados, manejados y conservados para poder conseguir una alta uniformidad de riego.
- Mejorar los sistemas de asignación y gestión de los recursos hídricos renovables de forma justa, equitativa y transparente, utilizando criterios económicos

El uso de nuevas tecnologías digitalizadas para mejorar la productividad agronómica y económica del agua, la energía y los demás medios de producción, tal y como se aborda en el proyecto SUPROMED, contribuirá a:

- a) la creación de empleos directos e indirectos para técnicos cualificados, facilitando la integración de los jóvenes en el contexto rural;*
- b) mantener y diversificar los ingresos de los agricultores al poder adaptar la rotación de cultivos a las demandas del mercado;*
- c) mantener la población en las zonas rurales, facilitando el relevo generacional de jóvenes agricultores que verán condiciones de trabajo más cómodas;*
- d) prevenir el abandono de tierras y la desertificación, mejorando la calidad de vida de los agricultores a través de la capacitación en nuevas tecnologías.*

Además, al promover el uso de nuevas tecnologías, se requerirán muchos otros servicios de apoyo (análisis de negocios, canales de distribución, marketing y comunicación, etc.) que también contribuirán a una mayor demanda de profesionales.

La implementación de SUPROMED contribuirá también a desarrollar políticas para generar sistemas de producción de alimentos sostenibles, implementando prácticas agrícolas que ayuden a mantener los ecosistemas mediante la reducción del consumo de agua, fertilizantes y energía, aumentando la productividad por unidad de superficie y de agua utilizada, fortaleciendo su capacidad de adaptación a las condiciones climáticas extremas (sequías, inundaciones y otros desastres ligados al cambio climático).

y sociales en un marco de sostenibilidad. Para ello es necesario realizar, con rigor científico y transparencia, estudios que permitan identificar los recursos hídricos superficiales y subterráneos disponibles y su distribución espacial, con ayuda de modelos que permitan hacer un seguimiento continuo de su evolución temporal para utilizar solo los recursos renovables.

- Aplicar técnicas para reducir la erosión del suelo, mejorar la fertilidad y mitigar la salinización en condiciones de escasez de agua, mejorando el equilibrio de nutrientes.
- Implementar soluciones integradas para el manejo de plagas y enfermedades para sistemas de producción de plantas y animales, aprovechando al máximo las potencialidades del material vegetal autóctono.
- Mejorar la formación, información y asesoramiento de los agricultores y técnicos, para que sean capaces de aplicar las tecnologías, herramientas y modelos de ATD ya disponibles -desarrollados por los centros de investigación, universidades, empresas y asesores del sector-, para conseguir que la mejora de la productividad del agua sea una realidad.

- Utilizar plataformas Web-GIS para transferir y compartir información y tecnología con los usuarios finales en tiempo real, dentro de un proceso de retroalimentación (Internet).

Además, al promover el uso de nuevas tecnologías, se requerirán muchos otros servicios de apoyo (análisis de negocios, canales de distribución, marketing y comunicación, etc.) que también contribuirán a una mayor demanda de profesionales.

La implementación de Supromed contribuirá también a desarrollar políticas para generar sistemas de producción de alimentos sostenibles, implementando prácticas agrícolas que ayuden a mantener los ecosistemas mediante la reducción del consumo de agua, fertilizantes y energía, aumentando la productividad por unidad de superficie y de agua utilizada, fortaleciendo su capacidad de adaptación a las condiciones climáticas extremas (sequías, inundaciones y otros desastres ligados al cambio climático).

Supromed utiliza datos georreferenciados en tiempo real de clima, de suelo y de cultivo, junto con imágenes de satélite para el seguimiento del crecimiento y desarrollo de los cultivos y la programación de riegos, generando clasificaciones agroclimática y zonificación, con alertas agrícolas, junto con herramientas de pronóstico de sequía relacionadas con el cambio climático. Adicionalmente utiliza el seguimiento y pronóstico de sequías como herramientas esenciales para la implementación de medidas para reducir sus impactos negativos, resultando muy útiles para la gestión adecuada de los recursos hídricos.

El proyecto, está desarrollando una plataforma, que incluye distintas herramientas y ayuda en la toma de decisiones (ATD), para asesorar a agricultores y técnicos sobre el diseño y la gestión óptima de sistemas agrícolas para mejorar su resistencia al cambio cli-

mático, que se está calibrando en tres amplias zonas de demostración en España (Albacete), Líbano (Valle del Bekaa) y Túnez (región de Sidi Bouzid).

Una tarea fundamental de Supromed es promover las buenas prácticas agrícolas y las técnicas de gestión del agua, la energía y demás medios de producción entre los agricultores y técnicos, comenzando por los directamente implicados en las zonas de demostración. Además, se está llevando a cabo un amplio programa de formación y transferencia en los anteriores países, a los que se unirá Marruecos, ayudando a los agricultores y a los técnicos en la implementación con éxito de las herramientas y modelos de ATD que lleva incorporado.

Para poder cuantificar las posibles mejoras a introducir con Supromed, en la zona de demostración de España se han seleccionado para el primer año dos tipos de parcelas de seguimiento para 4 cultivos anuales (cebada, ajo, avena y alfalfa) y 3 cultivos leñosos (almendro, pistacho y viña). El primer tipo de parcela tiene dos sectores de riego, uno gestionado por el equipo SUPROMED y otro por el propio agricultor, al que calificamos como innovador, al estar dispuesto a tener una amplia implicación en el proyecto, que sirve además de ejemplo e incentivo para la implantación y el uso de las nuevas herramientas y modelos incluidos en la plataforma a otros agricultores del entorno, y a los que participan en las jornadas de difusión y demostración de los resultados. La segunda parcela es gestionada por un agricultor representativo de las condiciones medias de manejo en la zona. Con estos 3 manejos del cultivo (los dos del primer tipo y el del segundo tipo) se pueden cuantificar las posibles mejoras a conseguir con el uso de la plataforma SUPROMED, para utilizarlas después como base para un análisis socioeconómico del posible impacto del proyecto en el área Mediterránea.



La optimización del riego en el cultivo de hortalizas contribuirá a la sostenibilidad de las explotaciones con el cambio climático.

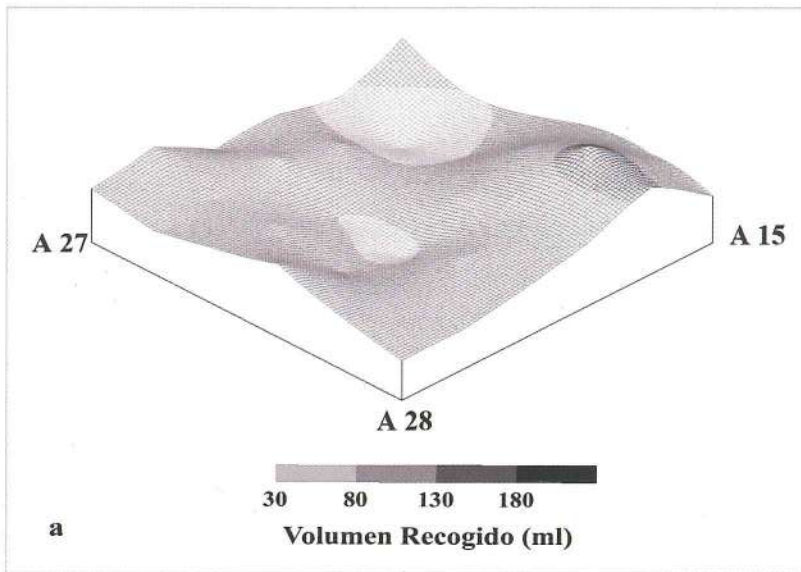


Figura 1. Patrón de distribución del agua aplicada en una hora durante la evaluación en el marco de riego para el cultivo de la cebolla.

91

Los seguimientos de los cultivos incluyen: a) el control de todas las labores de cultivo y su cuantificación económica; b) una evaluación de los sistemas de riego para conocer la uniformidad de riego y las condiciones de funcionamiento, que sirven además de base para la identificación de posibles problemas y propuesta de soluciones de mejora que sean económicamente viables; c) la instalación de un traductor de presión con el

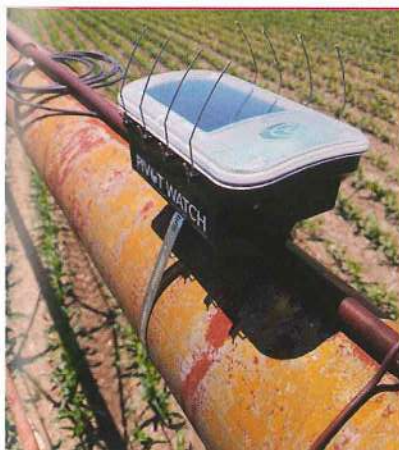
objetivo de poder conocer el inicio y fin de cada riego y poder cuantificar con precisión el agua de riego realmente aplicada según la presión de funcionamiento de cada riego; d) un sensor de capacitancia (tipo FDR de Sentek) para conocer de evolución del contenido volumétrico de agua en el suelo a seis profundidades, que sirve para contrastar el balance simplificado del agua en el suelo utilizado para definir la programa-

FieldNET® Pivot Watch™

UNA SOLUCIÓN DE BAJO COSTE PARA VISUALIZAR SUS EQUIPOS DE RIEGO

FieldNET Pivot Watch es un nuevo producto de Lindsay para colocar en cualquier marca de pivót, y que SIN INSTALACIÓN ELECTRICA le brinda la oportunidad de vigilar a distancia las operaciones de su pivót las 24 horas del día. Fácil de Instalar y alimentado por energía solar (placa y batería incluidas). Permite visualizar el estado del pivót y crear alertas para que se envíen a su teléfono móvil u ordenador, incluso puede ver la presión con la que está trabajando.

FieldNET Pivot Watch brinda a cualquier agricultor acceso a monitorizar cualquier marca de pivót. Es como tener contratado a alguien que nunca duerme.



- Compatible con todas las marcas de pivots
- Actualizaciones del sistema en tiempo real

- Fácil instalación, hágalo usted mismo
- Acceso a FieldNET Advisor™ para poder decidir cuándo, dónde y cuanto regar

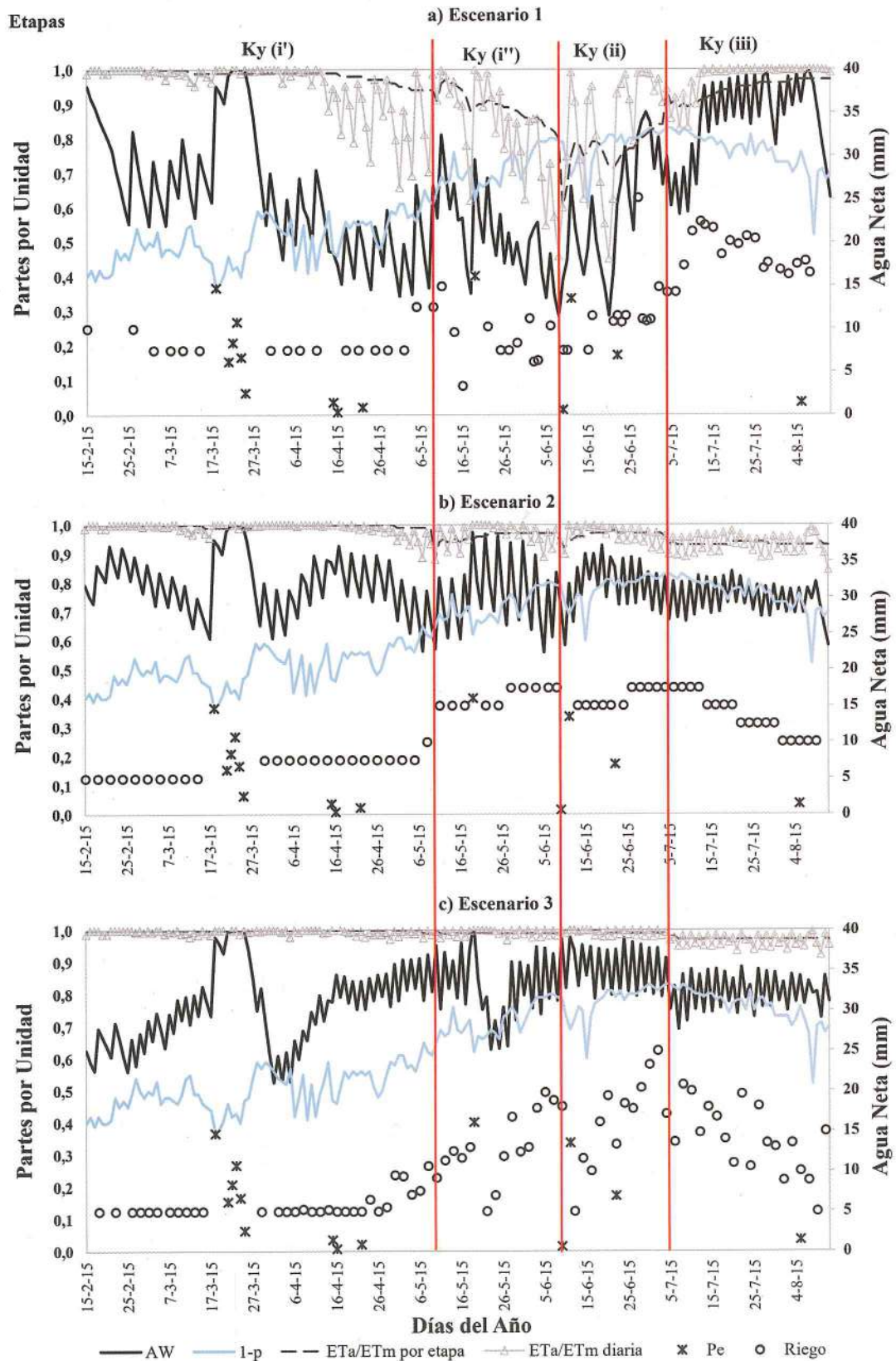
- Funciona con energía solar

Si necesita ampliar la información puede consultar con su distribuidor más cercano o bien ponerse en contacto con nosotros llamando al 955 11 44 51 o a través de www.zimmatic.com

ZIMMATIC™
BY LINDSAY

LINDSAY™

FIELDNET™
BY LINDSAY



AW: Predice el agua disponible del suelo en la zona de la raíz, calculada como el contenido real de agua del suelo menos el contenido de agua del suelo en el punto de marchitez dividido por el agua total disponible del suelo (TAW) (sin dimensiones); p es la fracción de TAW que un cultivo puede extraer de esta zona sin sufrir estrés hídrico (sin dimensiones). Cuando la línea AW está por debajo de la línea $1-p$, se considera que el cultivo está en condiciones de déficit hídrico, disminuyendo la relación ETa/ETm diaria; La relación ETa/ETm acumulada se calcula por etapa; Ky es el coeficiente de estrés de la ecuación de Stewart (1977), en la que se basa MOPECO (sin dimensiones); Pe : precipitación efectiva (mm).

Figura 2. Evolución del contenido de agua en el suelo para el manejo del riego en cebolla: a) escenario 1 (E1), manejo del riego aplicado por el agricultor; b) escenario 2 (E2), manejo optimizado utilizando el mismo volumen aplicado por el agricultor; c) escenario 3 (E3), manejo simulado para conseguir el máximo margen bruto (MB).

ción de riegos según el objetivo productivo utilizando el modelo MOPECO (Modelo de OPTimización ECONómica de explotaciones agrícolas) (Dominguez et al., 2012).

En una primera etapa se está utilizando riego sin déficit para cultivos anuales y riego deficitario controlado en cultivos leñosos, usando en este caso las recomendaciones de riego según la sensibilidad al estrés hídrico en los distintos estados fenológicos del cultivo recogidos en la bibliografía. En una segunda fase, se estudiarán con MOPECO y otros modelos, distintos escenarios para extrapolar los posibles resultados a la mejora el uso del agua, la energía y demás medios de producción a nivel de parcela, de finca y regional.

Como ejemplo de algunos de los trabajos, se presentan a continuación los resultados del seguimiento de un cultivo de cebolla (*Allium cepa* L. cv.Valero) en 2015 regado por aspersión fija con marco 17,3 x 16,5 metros, en una parcela de 2,5 hectáreas dividida en 2 sectores de riego, con aspersores de latón con una sola boquilla de 5,2 mm, situado a 2,15 metros sobre el suelo. La parcela forma parte de la red colectiva de riego de Tarazona de la Mancha (Albacete).

Resultados

Los resultados de la evaluación de riego (Figura 1) indican una presión de trabajo de 2,5 bar (inferior a la presión media de trabajo en todos los riegos, que fue de 3,7 bar, debido a que la evaluación se realizó un sábado por la mañana del mes de mayo, que es un día de gran demanda de riego en la red colectiva), una pluviometría media descargada de 5,3 mm h⁻¹ y una pluviometría media que llega al suelo de 5 mm

h⁻¹, con un Coeficiente de Uniformidad (CU)= 87%, y donde el 94% fueron riegos nocturnos, con velocidad del viento media de 1,4 m s⁻¹.

En base a la pluviometría recogida el día de la evaluación y la presión en cada riego, registrada por el transductor, se estimó la dosis neta para cada evento de riego.

Durante el ciclo de cultivo se aplicaron 60 riegos, con una duración de hasta 2,5 horas, aplicados dos veces a la semana en la etapa de establecimiento del cultivo, sin seguir una pauta constante en el resto de etapas, aplicando incluso riegos diarios de hasta 3 horas en el periodo de máxima demanda.

En la Figura 2 se representa la evolución del contenido de agua en la zona radicular realizada con MOPECO-CU durante la campaña de cultivo de la cebolla para tres escenarios: a) el manejo real del agricultor -escenario E1-; b) la utilización del mismo volumen de agua que el agricultor pero tratando de mejorar la programación de riegos, reduciendo el intervalo entre riegos a 2 días a partir del mes de junio, entre otras mejoras -escenario E2-; c) buscando la programación de riego que consigue el máximo margen bruto (MB), limitando los intervalos entre riegos entre 2 y 4 días -escenario E3-.

Durante el ciclo de la cebolla la precipitación efectiva fue de 90,2 mm, concentrada sobre todo en el mes de marzo (49,1 mm) coincidiendo con la etapa de establecimiento de la cebolla, lo que causó percolación en todos los escenarios.

Analizando el manejo aplicado por el agricultor -escenario E1- (Figura 2), se observa que el cultivo pasó



por distintos niveles de estrés hídrico durante todo el ciclo del cultivo, siendo este más fuerte en las etapas de crecimiento vegetativo (Kc ii) y la etapa media (Kc iii), cuyas relaciones de Evapotranspiración acumulada y media (ETa/ETm) en estas etapas fueron 0,8 y 0,84, respectivamente. Por otro lado, el modelo estima una percolación de 90 mm, causada sobre todo por los riegos aplicados en la última etapa, como se observa en la Figura 2.

En el escenario E2 se observa que el hecho de cambiar el intervalo de riego puede mejorar el nivel de humedad en el suelo, aunque la relación ETa/ETm en la etapa más sensible al estrés hídrico fue de 0,97 debido al efecto de la uniformidad. Al comparar los dos escenarios, la relación ETa/ETm global pasa de 0,9 en E1 a 0,96 en E2.

La diferencia más marcada entre los manejos E1 y E2 fue reducir el aporte en la última etapa, dada la menor sensibilidad al estrés de la cebolla en la maduración, lo que redujo además la percolación, permitiendo aumentar el aporte de riego en las etapas más sensibles. El modelo MOPECO indica que al cambiar solo el manejo del riego buscando mejorar la distribución del agua aplicada en las distintas etapas fisiológicas del cultivo, se podría conseguir un incremento del 18% en la producción en comparación con la lograda por el agricultor.

En el escenario E3, al buscar el máximo MB, el modelo simula un volumen bruto 13% superior al aplicado por el agricultor. El volumen distribuido con intervalos de riego entre 2 y 4 días permite alcanzar altos niveles de humedad en el suelo, llegando a una relación ETa/ETm

global de 0,98 y 0,99 al estar afectado por el efecto de la uniformidad de aplicación del agua de riego, aunque podría haber llegado a 1 aportando mucha más agua, lo que aumentaría los costes y reduciría el MB.

Para obtener el máximo rendimiento potencial en cebolla es necesario evitar el déficit hídrico, especialmente durante el desarrollo del bulbo, con lo que el estrés sometido al cultivo en la etapa media (ETa/ETm= 0,84), puede haber favorecido la reducción del rendimiento en un 19,4% respecto al potencial.

El efecto de la uniformidad de distribución del agua de riego en el rendimiento (López-Mata et al 2019), según los calendarios de riegos para los tres escenarios planteados se muestra en la Figura 3. La uniformidad de distribución del agua de riego se simula analizando el comportamiento de 25 puntos donde caen distintas cantidades de agua en cada riego como consecuencia de la falta de uniformidad (Nascimento et al 2019), que son los 25 puntos de cada forma y color en la Figuras 3 a 6. El rendimiento medio simulado para cada escenario es el que corresponde al punto único fuera de cada curva y el rendimiento realmente cosechado es el punto rojo según se indica en la leyenda.

La Figura 4 pone de manifiesto que el MB sigue una tendencia creciente con el agua aplicada hasta alcanzar un máximo, produciéndose después un descenso del MB al aumentar el volumen de riego. Al igual que en el rendimiento, el MB simulado es mayor en el escenario E2 que en el E1, y en este caso solo hay pequeñas diferencias entre el E2 y el E3, pero esto no ha ocurrido en otros casos estudiados según la cantidad de agua aportada y la programación de riegos seguida por el agricultor.

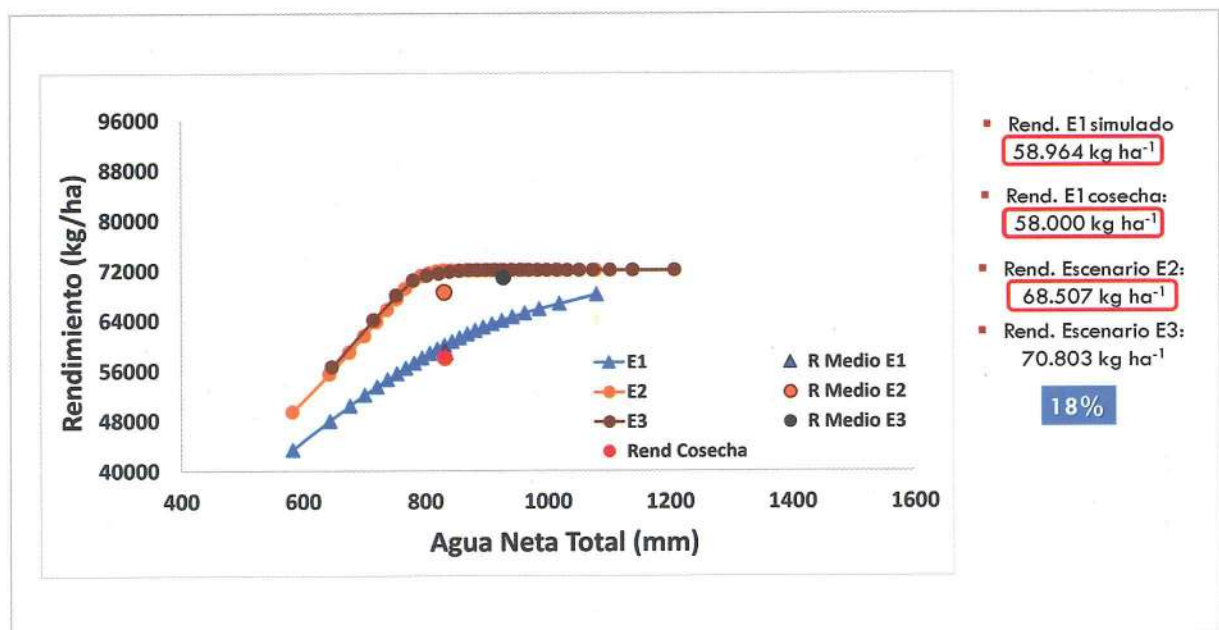


Figura 3. Relación entre el rendimiento y la lámina de agua neta (riego neto más precipitación efectiva) en las 25 zonas contempladas para tener en cuenta el efecto de la uniformidad de riego, para los tres escenarios planteados.

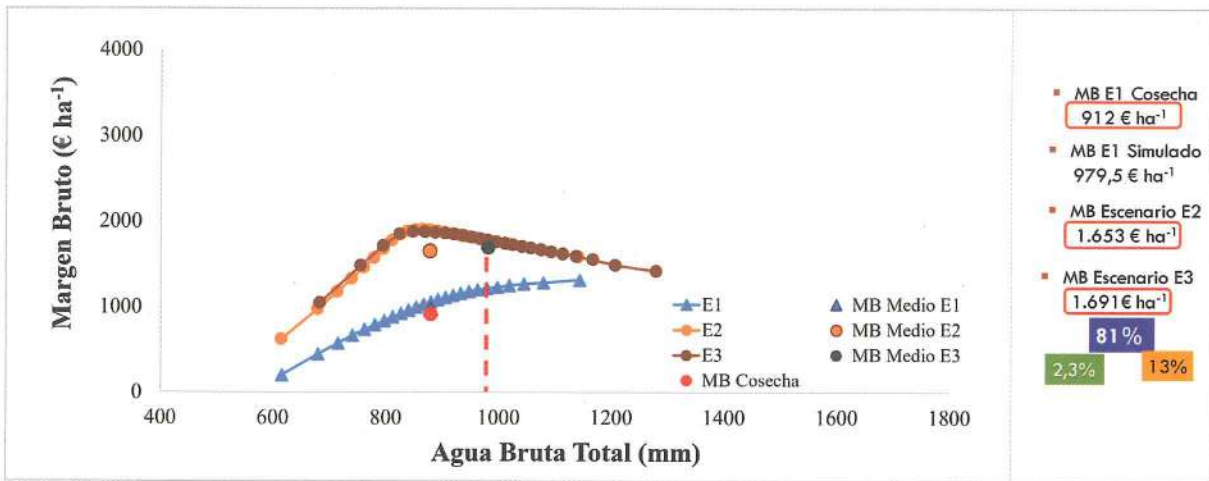


Figura 4. Relación entre el margen bruto (MB) y el agua bruta aplicada (riego bruto más precipitación efectiva) en las 25 zonas contempladas para tener en cuenta el efecto de la uniformidad de riego, para los tres escenarios planteados

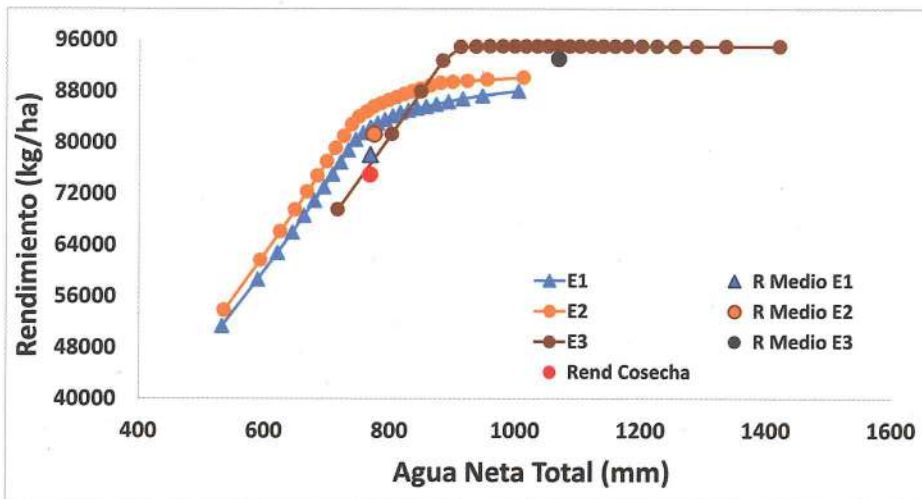


Figura 5. Relación entre el rendimiento y la lámina de agua neta (riego neto más precipitación efectiva) en las 25 zonas contempladas para tener en cuenta el efecto de la uniformidad de riego, para los tres escenarios planteados en el seguimiento de cebolla 2.

Bombas Dosificadoras Fertirrigación

ITC REFERENTE MUNDIAL EN FERTIRRIGACIÓN



Uso eficiente del agua y fertilizantes en instalaciones agrícolas.



MOD. ECOFERTIC

MOD. FERTIC

MOD. EFR

MOD. DOSTEC



ELECTRIC MAGNETIC CONTROLLER DOSING MIXER

Vallès, 26 Pol. Ind. Can Bernades-Subirà 08130
 Sta. Perpètua de Mogoda - Barcelona
 Tel. +34 935 443 040 — Email itc@itc.es
 INJECTION TECNICAL CONTROL Inc. FRESNO - CALIFORNIA - USA

itc.es

ITC
 DOSING PUMPS

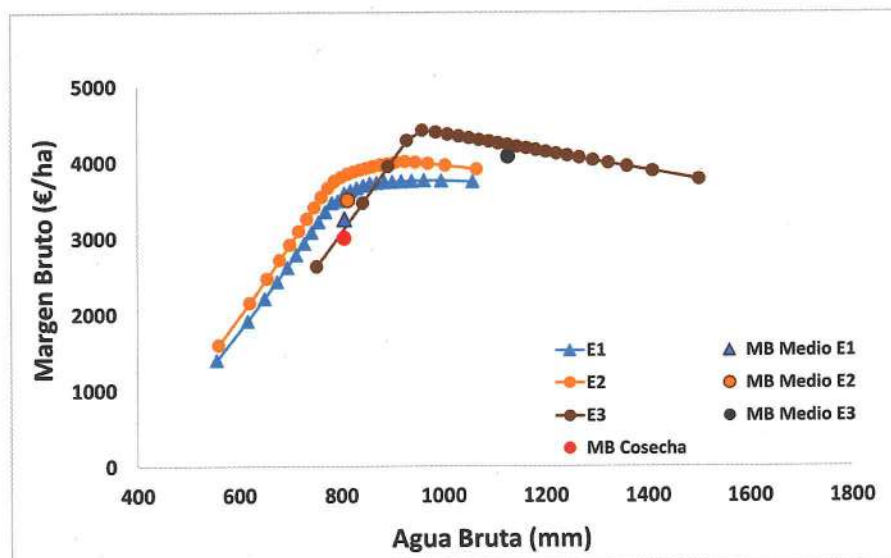


Figura 6. Relación entre el margen bruto (MB) y el agua bruta aplicada (riego bruto más precipitación efectiva) en las 25 zonas contempladas para tener en cuenta el efecto de la uniformidad de riego, para los tres escenarios planteados en el seguimiento de cebolla 2.

Para poner de manifiesto la diferencia entre dos manejos del mismo cultivo por dos agricultores distintos, con un sistema de riego semejante, en las Figuras 5 y 6 se muestran los resultados de otro seguimiento realizado en la campaña 2016. •

Agradecimientos

Queremos agradecer a la fundación PRIMA (Alianza para la Investigación e Innovación en el Área del Mediterráneo) y a la Unión Europea la financiando el proyecto SUPROMED (PRIMA- EU GA-1813), así como a todos los agricultores colaboradores que están haciendo posible la realización de este trabajo.

Conclusiones

Existe una gran cantidad de herramientas y metodologías que se pueden transferir al sector productivo mediterráneo para aumentar su resistencia al calentamiento global y disminuir el impacto sobre el medio ambiente a través de un uso más eficiente y sostenible de los recursos naturales disponibles.

Una de las principales limitaciones es adaptar estas herramientas y metodologías al conocimiento y las necesidades de los agricultores y técnicos. Para conseguir esta adaptación y alcanzar los objetivos planteados, la participación de usuarios finales y empresas especializadas en el proyecto SUPROMED resulta fundamental, así como la organización de cursos y jornadas para promover y capacitar a los técnicos y agricultores en el uso de estas herramientas.



Bibliografía

- Domínguez A., Martínez R.S., de Juan J.A., Martínez-Romero A., Tarjuelo J.M. 2012. Simulation of maize crop behavior under deficit irrigation using MOPECO model in a semi-arid environment. *Agricultural Water Management*. 107, 42-53. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2012.01.006>
- López-Mata, E., Tarjuelo, J.M., Orenco-Valverde, J.J., Pardo, J.J., Domínguez, A., 2019. Irrigation scheduling to maximize crop gross margin under limited water availability. *Agricultural Water Management*, 223, 105678. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.06.013>
- Nascimento A.K, Schwartz R.C., Lima F.A, López-Mata E., Domínguez A., Izquier A., Tarjuelo J.M., Martínez-Romero A. 2019. Effects of irrigation uniformity on yield response and production economics of maize in a semiarid zone. *Agricultural Water Management*. 211, 178-189. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.09.051>
- Stewart, J.I., Hagan, R.M., Pruitt, W.O., Kanks, R.J., Riley, J.P., Danilson, R.E., Franklin, W.T., Jackson, E.B., 1977. Optimizing Crop Production Through Control of Water and Salinity Levels. *Utah Water Res. Lab. PWRG 151-1*, Utah, USA.
- Tarjuelo J.M., Rodríguez-Díaz J.A, Abadía R., Camacho E., Rocamira C., Moreno M.A. 2015. Efficient water and energy use in irrigation modernization: Lessons from Spanish case studies. *Agricultural Water Management*, 162, 67-77. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.08.009>.