

Eficiencia del riego mediante el servicio Irrimaps® de la empresa Agrisat Iberia basado en datos de satélite y predicciones meteorológicas en el marco del proyecto Effirem

Julio Villodre Carrilero. Dr. en ciencias agrarias y ambientales. Servicio agronómico de agrisat iberia, S. L.



Agrisat Iberia (<https://agrisat.es/>) participa en el proyecto EFFIREM (<https://effirem.org/>) coordinado por AIMCRA, proporcionando estimaciones de necesidades hídricas de los cultivos con una semana de antelación a través de su servicio IRRIMAPS® (<https://irrimaps.com/>).

La metodología de AgriSat se basa en determinar las necesidades hídricas netas de los cultivos o evapotranspiración (ET) mediante la metodología descrita en el manual FAO 56 (Allen et al., 1998), denominada de “dos pasos” a partir de la determinación del coeficiente de cultivo (Kc) y la demanda evaporativa de la

atmósfera o evapotranspiración de referencia (ET_o), ecuación 1. Esta metodología está validada y es ampliamente utilizada para la estimación de las necesidades de agua de la cubierta vegetal (Calera, et al 2016)

$$ET = K_c \cdot ET_o \text{ (Ecuación 1)}$$

A diferencia de la metodología clásica en la que se obtiene el K_c a partir del estado fenológico en el que se encuentra el cultivo, el servicio IRRIMAPS® de AgriSat determina el K_c a partir de la reflectividad espectral de la cubierta por medio de imágenes de satélite. La aproximación más común para estimar esta reflectividad de la cubierta es por medio de índices de vegetación, siendo el más utilizado el NDVI (índice de vegetación de diferencia normalizada). Las relaciones entre K_c-NDVI están ampliamente validadas en múltiples cultivos y cubiertas vegetales desde sus inicios en los años 80 del pasado siglo (Villodre Carrilero, 2019).

El uso del satélite permite adaptar el K_c a las condiciones reales de desarrollo de la vegetación y su dinámica temporal. De esta forma se puede realizar una determinación precisa de las necesidades hídricas del cultivo a lo largo de su ciclo de crecimiento, ya que es habitual que las plantas, a pesar de tener una fenología

similar, presenten una biomasa distinta y, por tanto, requieran unas necesidades hídricas diferentes, véase figura 1. De esta forma el servicio IRRIMAPS® de AgriSat calcula de forma operativa las necesidades hídricas en el tiempo y el espacio, ajustándolas a la mínima unidad de manejo hídrico. Esto permite aplicar un riego variable adaptándose al desarrollo del cultivo en cada zona de la parcela. Como ejemplo de esta aplicación ya se está aplicando de forma operativa el riego variable durante todo el periodo de crecimiento y desarrollo del cultivo en pivots gracias al fruto de un trabajo conjunto entre AgriSat y ACOEMAN (<http://www.acoeman.com/>). En los pivots se divide la superficie regable hasta en 36 sectores de 10° cada uno, gracias a la instalación de un equipo auxiliar automática (Sico-P) que permite variar y ajustar el caudal de agua en cada sector virtual de riego en cualquier pivot (Calera et al. 2020), véase figura 2.

Como se ha comentado anteriormente, las estimaciones de necesidades hídricas del servicio IRRIMAPS® se hacen a futuro con una semana de antelación. Para ello, la ET_o prevista para la próxima semana es obtenida a partir de diversas fuentes y servicios de predicción meteorológica, tanto nacionales como internacionales. La estimación del K_c previsto se reali-



Figura 1. Ejemplo de cultivo en el mismo estado fenológico, pero con una biomasa muy diferente y, por tanto, con unas necesidades hídricas distintas. Estas diferencias son captadas por el satélite, lo que permite una mejor determinación de las necesidades hídricas de los cultivos en relación con la metodología clásica basada únicamente en la fenología.

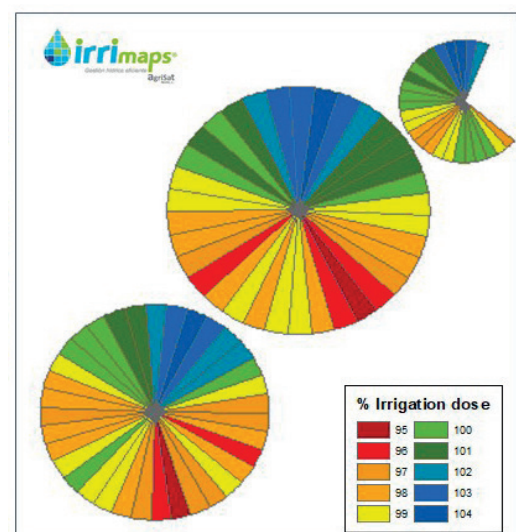
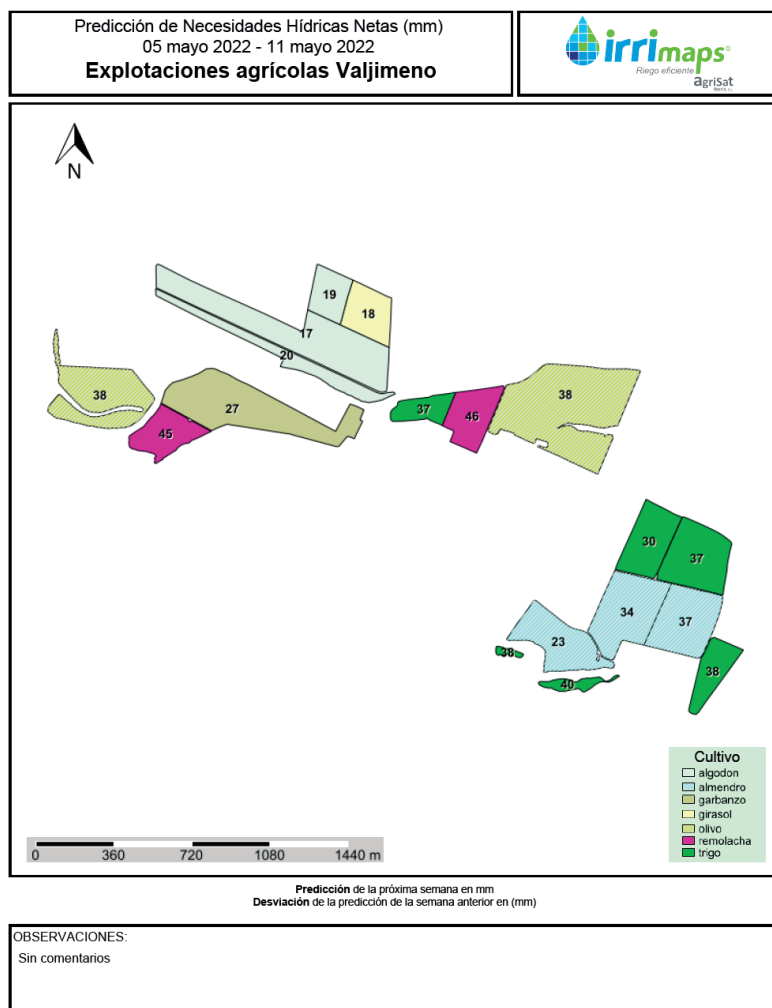
Figura 2. Izquierda, ejemplo de informe del servicio Irrimaps enviado al usuario cada semana a lo largo del ciclo de crecimiento y desarrollo de los cultivos de la explotación. El rotulo numérico dentro de cada parcela indica las necesidades hídricas netas de los cultivos para los próximos 7 días. Derecha, ejemplo real de aplicación de riego variable en varios pivots mediante la metodología de IRRIMAPS® (AgriSat) y la tecnología SicoP de la compañía ACOEMAN.

za a partir de la extrapolación del NDVI partiendo de la última imagen de satélite disponible de la parcela y la evolución temporal de NDVI obtenida de anteriores imágenes que describen el crecimiento y desarrollo del cultivo hasta ese momento. Con el fin de facilitar su uso, las estimaciones de necesidades hídricas se representan en un informe en formato de mapa, en el que figuran todas las parcelas que componen la explotación adoptando diferentes colores en función del cultivo sembrado o plantado. Dentro de cada parcela se indican las necesidades hídricas netas del cultivo para la próxima semana. De forma opcional, también se indica la desviación de las necesidades de la semana anterior, una vez se conoce el valor real observado de la ETo y el NDVI, véase figura 2. El informe se envía de forma personalizada mediante correo electrónico o whatsapp, según las preferencias del usuario final.

Los satélites más ampliamente utilizados en el servicio IRRIMAPS® son los de la constelación Sentinel 2 (A y B) perteneciente al programa Copernicus de la Agencia Espacial Europea (ESA). La frecuencia mínima de obtención de imágenes es de 5 días, lo que se asegura tener una imagen semanal disponible de la parcela. Su resolución espacial es de 10 metros (tamaño de píxel), lo que permite realizar el seguimiento continuo de parcelas mayores a 0,1 ha.

En los periodos con una alta presencia de nubes que impiden obtener una imagen adecuada de la parcela se recurre a los satélites Landsat 8 y 9 de la NASA. La sincronía de paso de estos satélites proporciona una frecuencia de imágenes de 7 días y presentan una resolución espacial de 30x30 metros.

Además de las estimaciones de necesidades hídricas, el empleo del satélite también permite detectar problemas en los cultivos como una mala distribución del agua de riego por fallos en el propio sistema de riego, ataques de plagas o enfermedades, problemas de siembra o de aplicación de insumos, etc., cuya consecuencia puede ser un desarrollo diferente del cultivo en las distintas zonas de las parcelas. Gracias a este servicio personalizado, estas observaciones o recomendaciones son incluidas en el informe para su comprobación y determinación de posibles causas por parte del usuario mediante la necesaria visita de campo, véase Figura 3.



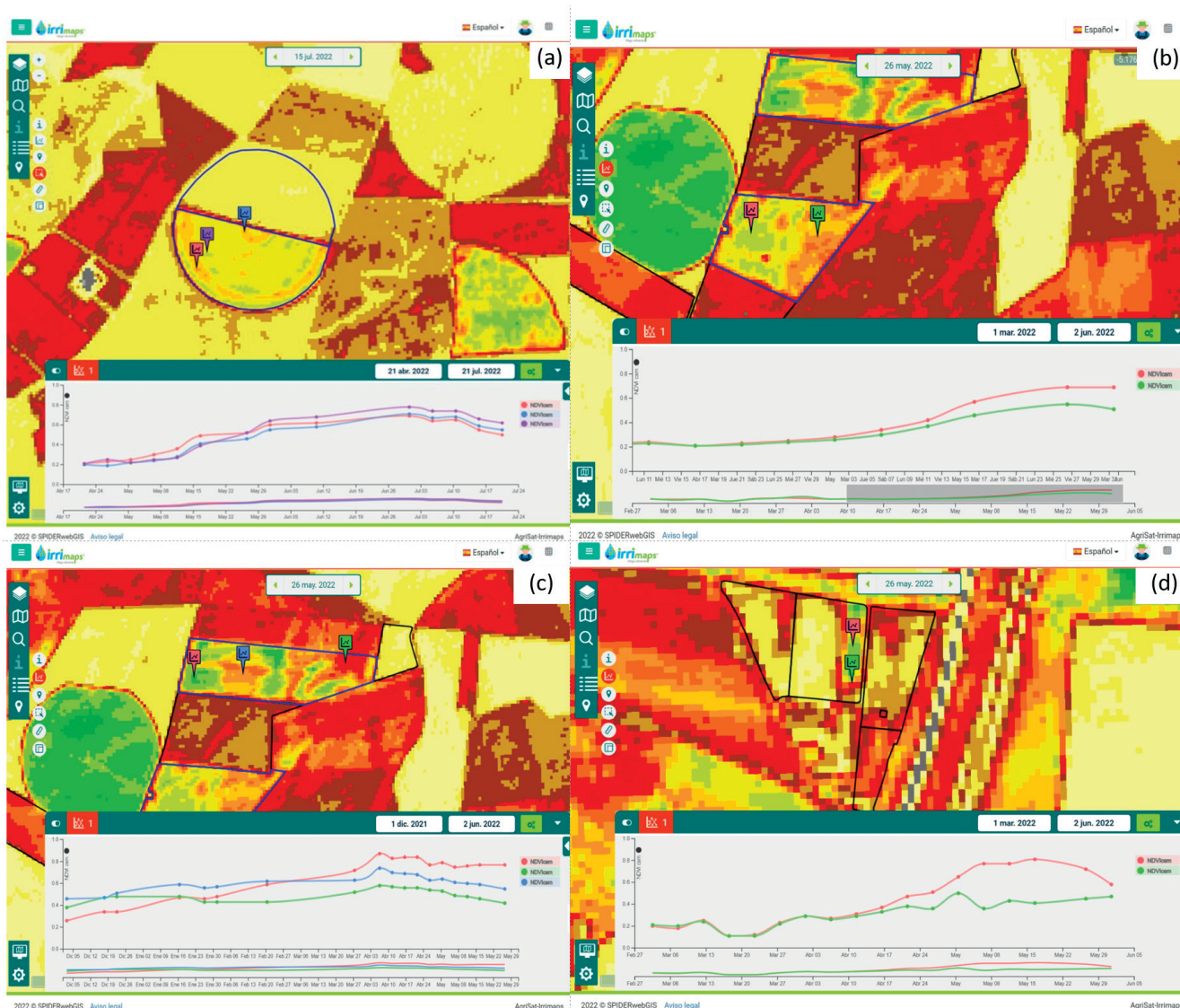


Figura 3. En la figura se muestran algunas de las incidencias observadas durante la campaña de 2022. (a) en la imagen NDVI del 15 de julio y en fechas posteriores se aprecia algún problema de homogeneidad en el riego en algunos sectores del pivó a lo largo de todo el ciclo del cultivo (marcas roja y azul), posiblemente por una menor cantidad de agua aportada por alteración de la carta de riego deducido por el patrón circular del NDVI en estas zonas. (b) y (c) se aprecia un diferente desarrollo de los cultivos (remolacha y trigo, respectivamente) en el desarrollo del cultivo (marcas roja, verde y azul). (d) La serie temporal del NDVI en la marca roja a lo largo del ciclo de cultivo permite estimar la fase de maduración del grano y, por tanto, el final del periodo de riego. Además, también se observa que hay zonas en la parcela en las que la serie temporal del NDVI alcanza valores mucho más bajos a lo largo de todo el ciclo del cultivo, lo que supone un menor rendimiento del cultivo en estas zonas.

BIBLIOGRAFÍA

Allen, R., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. In *Irrigation and Drainage Paper No. 56* (FAO, Issue 56). FAO.

Calera, A., Campos, I., Garrido, J., Bodas, V. (2016). Manejo del agua en cultivos mediante teledetección: determinación de las necesidades de agua y de riego.

Calera, M., Plaza, C., Cuesta, A., Bodas, V., Molina, R., Osann, A., Calera, A. (2020) Estimation of crop water requirements by remote sensing for variable rate applications. operational case in a central pivot of wheat. EGU General Assembly. [https://ui.adsabs.harvard.edu/link_gateway/2020EGUGA..222463C/doi:10.5194/egusphere-egu2020-22463](https://ui.adsabs.harvard.edu/link_gateway/2020EGUGA..222463C/ui.adsabs.harvard.edu/link_gateway/2020EGUGA..222463C/doi:10.5194/egusphere-egu2020-22463)

Villodre Carrilero, J. (2019). *Estimación de la evapotranspiración y el estrés hídrico en la dehesa a alta resolución temporal y espacial mediante teledetección* [Tesis Doctoral, Universidad de Castilla-La Mancha]. <http://hdl.handle.net/10578/22271>



Unión Europea
Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural

Europa invierte en las zonas rurales



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



PNDR
Programa Nacional
de Desarrollo Rural
2014-2020

EFFIREM

Reducción del coste energético del riego en remolacha
mediante eficiencia energética y reducción del
consumo de agua

Actuación cofinanciada por la Unión Europea



Unión Europea
Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural

Europa invierte en las zonas rurales

INVERSIÓN:

Coste total	585.366,20 €
Ayuda	540.166,20 €
Cofinanciación UE	80 %