

XV CONGRESO NACIONAL DE COMUNIDADES DE REGANTES – LEÓN 2022

Monitorización de parcelas en regadío y herramientas para la gestión óptima para el agricultor: SATIVUM

**Vanessa Paredes Gómez⁽¹⁾, Miriam Fernández Sánchez⁽¹⁾, Nuria Puertas de Castro⁽²⁾,
Gustavo Río Briones⁽²⁾, Vicente Del Blanco Medina⁽¹⁾, Alberto Gutiérrez García⁽¹⁾ y David
A. Nafría García⁽¹⁾**

Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL), Subdirección de Infraestructuras Agrarias, Área de Desarrollo Tecnológico - Unidad de Información Geográfica e Innovación ⁽¹⁾ y Área de Tecnologías de la Información - Unidad de Desarrollo ⁽²⁾, Finca Zamadueñas, Ctra. Burgos Km. 119, 47071, Valladolid

1 - INTRODUCCION

Desde el ITACYL se trabaja para dar servicios técnicos operativos tanto a la propia administración como a los usuarios finales del sector agrario con el fin de impulsar el sector en un mundo cada vez más competitivo. La digitalización y la incursión de la agricultura 4.0 fomenta el uso de herramientas y soluciones digitales que ayuden a la toma de decisiones no sólo a los responsables de políticas agrarias sino también a los propios agricultores y comunidades de regantes para ayudarles a optimizar la gestión de su actividad. En este contexto, nos gustaría destacar dos soluciones digitales desarrolladas por nuestro Instituto y accesibles desde la web. El primero se trata del **Mapa Binario de Regadío de Castilla y León (MBREG)**, que es un mapa que identifica mediante teledetección la superficie con regadío efectivo, es decir, superficie que realmente ha sido regada. Esta capa de información es un producto derivado del mapa de cultivos y superficies naturales de Castilla y León que semestralmente elabora y publica el ITACyL desde su web: <https://mcsncyl.itacyl.es/>. El MBREG ofrece soporte a la propia administración para mejorar la planificación de regadíos o políticas del agua. Además, es una fuente de datos que, junto con el mapa de cultivos, se ha incorporado al flujo de trabajo operativo del sistema de gestión y control de ayudas de la Política Agraria Comunitaria de Castilla y León dentro del nuevo paradigma de controles por monitorización, dando información relativa del tipo de cultivo y del riego efectivo. La segunda herramienta que queremos presentar es **Sativum**, una aplicación digital multiplataforma que ayuda al agricultor o técnico asesor en la toma de decisiones de las parcelas agrícolas. Sativum brinda la posibilidad al agricultor de acceder de una manera sencilla a toda la información que el ITACyL tiene a disposición pública, integrando datos de suelo, labores, nutrientes, clima, plagas e imágenes de satélite preprocesadas para poder hacer un seguimiento de cualquier parcela agrícola de España. Asimismo, la aplicación cuenta con un visor en el que se pueden cargar distintas capas de

información, incluido el Mapa binario de regadío (MBREG). La sinergia que estas dos soluciones desarrolladas por el ITACyL ofrecen tanto a agricultores como a los organismos responsables del control y ayudas al sector, les convierte en una valiosa herramienta de gestión para la gestión óptima de los recursos hídricos.

2 - MAPA BINARIO DE REGADÍO (MBREG)

La metodología aplicada para obtener este mapa es una clasificación supervisada basada en el aprendizaje automático con árboles de decisión (Paredes-Gómez, 2019 y 2020). A partir del algoritmo inductivo See5 se genera un modelo predictivo en función de las reflectancias de las imágenes de los satélites Sentinel-2 de la Agencia Europea del Espacio y con ayuda de la información auxiliar, como son variables meteorológicas y derivados del modelo digital del terreno, se determina en basa a pixel si la superficie ha sido regada o no.

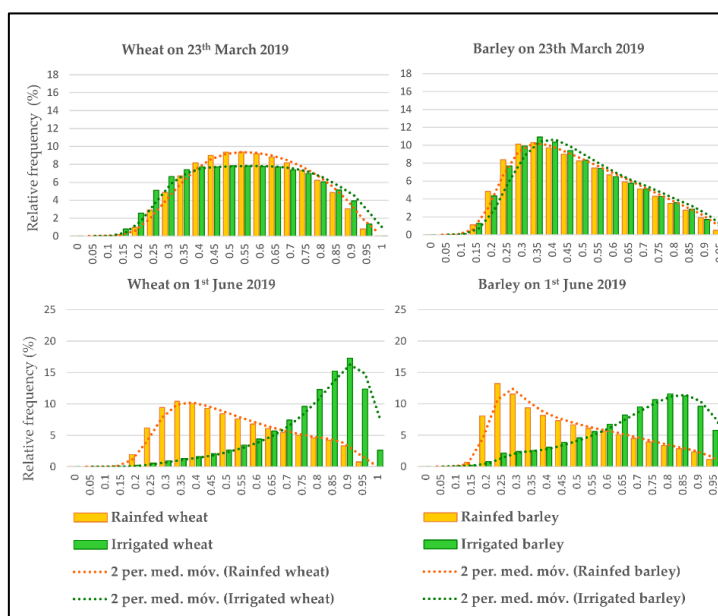


Figura 1. Histograma de los valores de NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada) para cultivos en regadío (en verde) y en secano (en amarillo). Las dos figuras de la derecha muestran valores para la cebada en dos fechas diferentes, al inicio de la estación de máximo crecimiento (23 de marzo) y al final de dicho periodo (1 de junio). Las figuras de la izquierda muestran valores NDVI para el trigo en esas mismas fechas.

Anualmente se publica un mapa con la superficie de Castilla y León identificada con riego efectivo, es decir, toda la superficie que por teledetección ha sido identificada como regada según la respuesta espectral que tiene cada tipo de superficie dentro del territorio de Castilla y León (ver figura 1). Este mapa junto con el Mapa de Cultivos y Superficies

Naturales de Castilla y León se puede consultar en el visor de datos de la web (ver figura 2) o proceder a la descarga de su formato original para que el usuario pueda operar con el para el fin que necesite. Este producto ayuda a identificar qué zonas de la región están siendo realmente regadas en cada campaña agrícola y puede estimar la intensificación del regadío en determinadas zonas (ver figura 3(a)). Asimismo, también es posible identificar no sólo las parcelas regadas de manera regular y uniforme con un consumo considerable de agua, sino también aquellas que han sido regadas ocasionalmente o con un menor consumo de agua o de manera menos uniforme (ver figura 4).

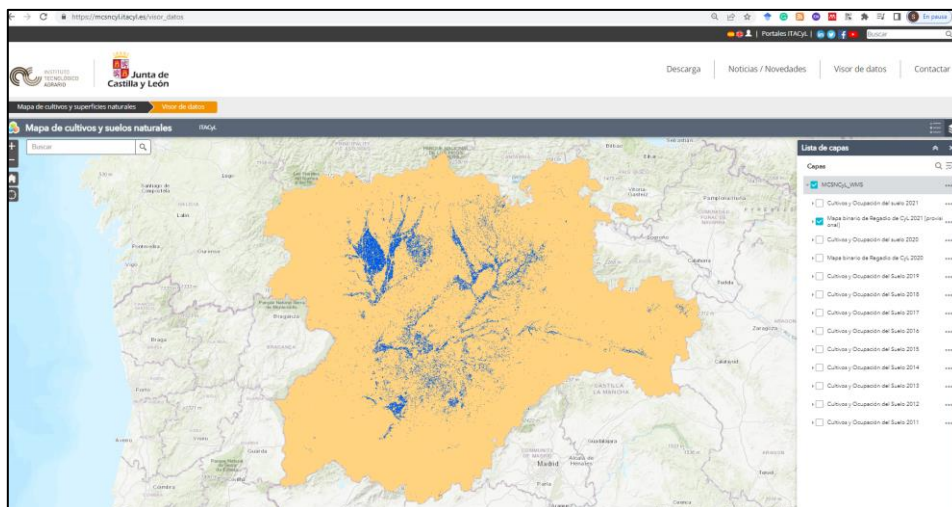


Figura 2. Visor de datos del Mapa de Cultivos y de Superficies Naturales de Castilla y León, mostrando la capa del mapa de regadío del año 2021.

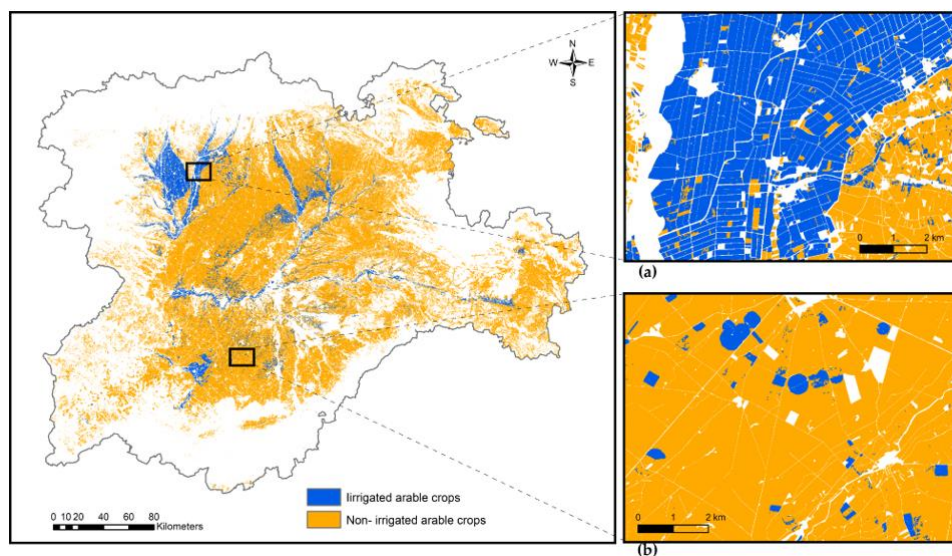


Figura 3. MBREG del 2020 con zoom a dos zonas una principalmente de regadío (a) y otra de secano (b).

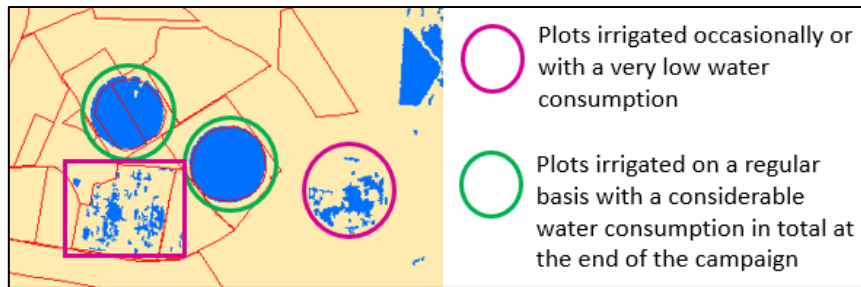


Figura 4. Detalle obtenido con el MBREG de 2021.

Este producto ha sido incorporado al flujo de trabajo operativo del sistema de gestión y control de ayudas de la Política Agraria Comunitaria de Castilla y León dentro del nuevo paradigma de controles por monitorización (Checks by Monitoring en inglés, CbM), para obtener indicadores de si un determinado cultivo en una parcela determinada ha recibido riego, dado que existen ayudas con requisitos específicos de permanecer en un determinado sistema de explotación, por ejemplo, la ayuda asociada a la alfalfa requiere que ésta esté en secano.

3 - SATIVUM

Sativum es un desarrollo informático del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León para agricultores que permite acceder y gestionar información de parcelas agrícolas.



Figura 4. Principal pantalla de la página web de SATIVUM con el acceso a la aplicación.

Se trata de una aplicación web multiplataforma y con un desarrollo modular de manera que a medida que se van desarrollando nuevas funcionalidades requeridas por los usuarios activos, se van implementado en la aplicación, sin necesidad de que el usuario tenga que actualizar su versión. Se asienta sobre tres pilares que se irán desarrollando y perfeccionando:

- Acceso a datos sobre el suelo, el clima y el cultivo a escala de parcela gracias al acceso a datos de diferentes redes de sensores, imágenes de satélites de observación de la tierra y amplias bases de datos creadas en el ITACyL.
- Ayuda en la toma de decisiones sobre el cultivo mediante el desarrollo de algoritmos que basados en la legislación vigente, datos científicos y modelos agronómicos orienten al productor a la hora de elaborar un plan de abonado, recomendación de riego, etc.
- Simplificación de la relación entre el agricultor y la administración pública, así como una vía de comunicación entre ambos para la emisión de avisos o envío por parte del agricultor de fotografías georreferenciadas del cultivo para dar respuesta a los requerimientos de los controles de la PAC en caso necesario.

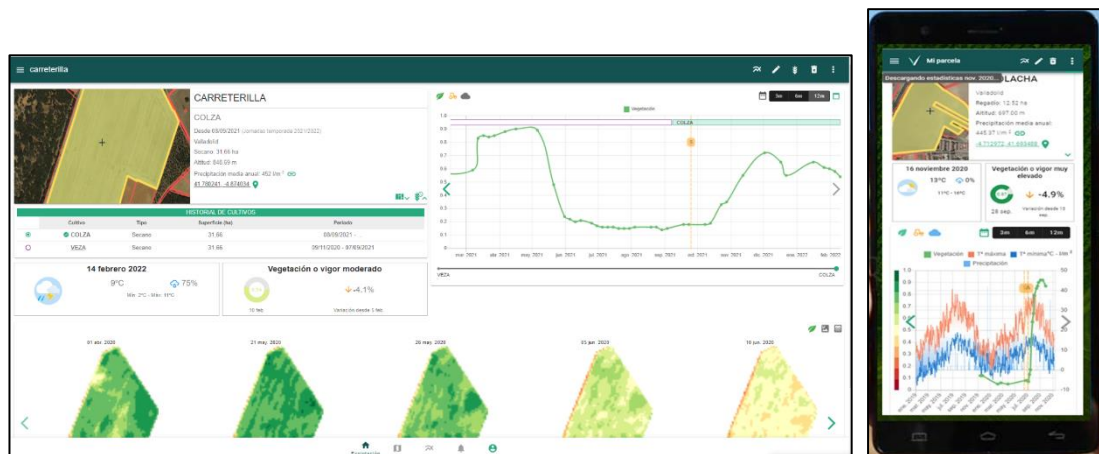


Figura 5. Detalle del cuadro de control de una parcela en Sativum en la versión desktop (izquierda) o móvil (derecha).

Es destacable el módulo de nutrición de cultivos que permite hacer balances de macronutrientes NPK a nivel individual de parcela o de grupos de parcelas. Este módulo se basa en el algoritmo de Fertilicalc (Villalobos, 2020) y permite planificar la elección de fertilizantes minerales o aportaciones orgánicas basándose en datos del cultivo precedente y el objetivo de producción del cultivo en la campaña en curso. Pese a ser un tema de gran complejidad, Sativum incorpora los datos precargados de los suelos de todas las parcelas y los parámetros de los principales cultivos.

La herramienta de nutrición incorpora un servicio que estima el contenido en Nitrógeno y Potasio de las aguas subterráneas, de forma que cuando se realiza un balance de nutrientes para una parcela dada, el sistema incorpora de forma automática las unidades fertilizantes de nitrógeno y potasio que son aportados por el riego en cobertera. De esta forma se pone en valor el alto contenido en nitrógeno de las aguas subterráneas en algunas zonas de España. Esta estimación de contenido en nitrógeno y potasio de las

aguas subterráneas (ver figura 6) se ha realizado a través de los datos de las redes de calidad que administran los órganos de cuenca y complementan los datos de propiedades de los suelos que también están disponibles para toda España.

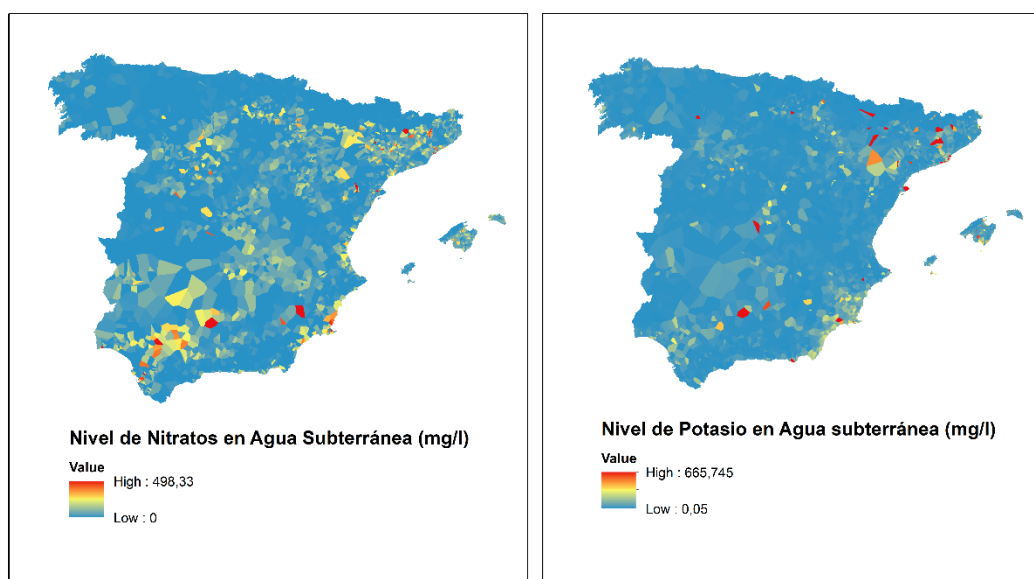


Figura 6 – Mapas interpolados con las estimaciones de N y K en agua subterránea de la Península y Baleares.

4 – CONCLUSIONES

La importancia del acceso a la información del MBREG radica en la limitación que existe actualmente de conocer la superficie real de cultivos en régimen de regadío, así como su variación anual, en particular, en lo que respecta a los cultivos herbáceos. Más aún cuando existe una diversidad de situaciones y de diferentes concepciones del problema según su enfoque, dando lugar a confusiones con la superficie considerada como regable. En muchos casos la característica de 'Regadío' simplemente se hereda de un año al siguiente independientemente del régimen real de explotación que tenga el cultivo presente. Por este motivo, considerando las medidas de precisión obtenidas (más de un 95% de precisión global en el 2021) podemos considerar este servicio como una información de gran interés para la planificación de las infraestructuras de riego, la estadística de rendimientos de los cultivos y la gestión del agua. La estimación e identificación de cultivos de regadío lleva siendo objeto de muchos trabajos de investigación precisamente por la importancia que conlleva el mejor conocimiento posible del uso del agua en un mundo cada vez más escaso de ella. El conocimiento del uso del agua en la agricultura de nuestra región es muy valioso y nos permitirá poder

alcanzar mejor los objetivos propuestos por las directrices europeas para una agricultura más sostenible y una mayor eficiencia de los recursos hídricos.

Por otro lado, la potencialidad que ofrece SATIVUM como herramienta para la ayuda en la toma de decisiones es esencial en el nuevo escenario de la Agricultura 4.0, donde la consulta de toda la información disponible para el agricultor se integre en una única aplicación, ofreciendo también la posibilidad de comunicación con la administración, lo que en el futuro se traducirá en una simplificación de la carga de trabajo de oficina que los agricultores están cada vez más obligados a realizar. Sativum pretende ser una guía para la digitalización del mundo agrario que pueda ayudar tanto a los agricultores en su propia explotación, como a empresas y administración a poder cumplir con todos los requisitos y limitaciones.

5 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<https://mcsncyl.itacyl.es/>

<https://www.sativum.es/>

Paredes-Gómez, V.; Del Blanco-Medina, V.; Gutiérrez-García, A.; Nafría-García, D.A. Seguimiento y evaluación de la capacidad de discriminación de cultivos herbáceos en regadío a partir de imágenes de satélite en el periodo 2016-2018, In Teledetección: Hacia una visión global del cambio climático. In Proceedings of the XVIII Congress of the Spanish Association of Remote Sensing, Valladolid, Spain, 24–27 September 2019; pp. 15–18

Paredes-Gómez, Vanessa, Alberto Gutiérrez, Vicente Del Blanco, and David A. Nafría. 2020. "A Methodological Approach for Irrigation Detection in the Frame of Common Agricultural Policy Checks by Monitoring" *Agronomy* 10, no. 6: 867. <https://doi.org/10.3390/agronomy10060867>

Villalobos, F.J., Delgado, A., López-Bernal, Á. et al. FertilCalc: A Decision Support System for Fertilizer Management. *Int. J. Plant Prod.* 14, 299–308 (2020). <https://doi.org/10.1007/s42106-019-00085-1>