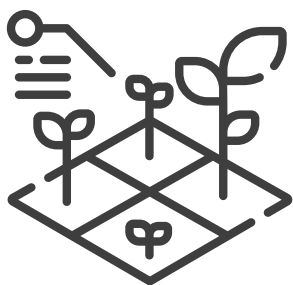




TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LA AGRICULTURA



EL PROYECTO LIFE IP DUERO TRATA DE BUSCAR SOLUCIONES QUE PERMITAN ADECUAR EL ENTAMADO SOCIOECONÓMICO A LOS RETOS QUE PLANTEA LA AGRICULTURA DEL SIGLO XXI. PARA ASESORAR A LOS PROFESIONALES DEL CAMPO EL PROYECTO PONE A SU DISPOSICIÓN EL DESARROLLO DE NUEVAS APLICACIONES TECNOLÓGICAS, CON LA FINALIDAD DE ALCANZAR TODOS LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS EN EL PROYECTO.

En la actualidad, resulta necesaria una modernización del riego, mejorando la eficiencia sin influir en la producción y estando en línea con estrategias adaptativas de cambio climático. Una de las alternativas para el ahorro de agua sería implementar soluciones tecnológicas que permitan que el consumo de agua se ajuste a la demanda. De este modo, el objetivo de esta acción es dar apoyo a los agricultores para lograr prácticas más sostenibles y rentables, Como riegos prescritos a través de imágenes satelitales, modelos predictivos de inteligencia artificial y meteorología.

SATIVUM

LA APLICACIÓN GRATUITA DEL ITACYL QUE TE AYUDARÁ EN LA TOMA DE DECISIONES

Paredes Gómez, V.¹
Puertas de Castro, N.²
Fernández Sánchez, M.¹
Río Briones, G.²
Nafría García, D.A.¹

Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL)

¹Área de Desarrollo Tecnológico - Unidad de Información Geográfica e Innovación

²Área de Tecnologías de la Información - Unidad de Desarrollo



INSTITUTO
TECNOLÓGICO
AGRARIO

Junta de Castilla y León
Consejería de Agricultura, Ganadería
y Desarrollo Rural



**Junta de
Castilla y León**

El sector agrícola está sufriendo continuos cambios: transformación digital, modificaciones en la Política Agraria Común (PAC), nueva normativa en cuanto a zonas vulnerables a la contaminación por nitratos, uso de fertilizantes, cuaderno de explotación, etc. Todo ello en un contexto de gran volatilidad con unos costes de producción disparados. Este es el nuevo escenario en el que se encuentran los agricultores y sus asesores hoy en día: ocupados en cumplir todos los requisitos que se les imponen y al mismo tiempo necesitados de mantenerse actualizados en las nuevas tecnologías, pero sin olvidar su principal objetivo, sacar producción de sus cultivos y gestionar de manera óptima su explotación. En el ITACyL son conscientes de ello, y por eso el Instituto inició el proyecto que creó SATIVUM, una aplicación web que pretende ayudar a los agricultores y asesores facilitándoles el acceso a toda la información disponible relacionada con sus parcelas mediante una interfaz sencilla e intuitiva desde cualquiera de sus dispositivos: móvil, tablet u ordenador. En este artículo, se resumen las principales funcionalidades que ofrece SATIVUM y las principales características que otorgan a la herramienta un valor añadido sin precedente para la transformación del sector a la Agricultura 4.0.



CARACTERÍSTICAS DE LA HERRAMIENTA

APLICACIÓN GRATUITA Y DE SENCILLO MANEJO

La herramienta Sativum es una aplicación web multiplataforma, por lo que se puede acceder desde cualquier dispositivo (ordenador de sobremesa, tablet o móvil) y navegador (aunque preferentemente desde Google Chrome) desde el enlace www.sativum.es¹ (ver acceso en la figura 1). Se basa en un desarrollo modular de manera que a medida que se van desarrollando nuevas funcionalidades requeridas por los usuarios activos, se van implementando en la aplicación, sin necesidad de que el usuario tenga que actualizar su versión. En estos momentos, la versión sobre la que se está trabajando es la v.40.0.

CONEXIÓN CON LA ADMINISTRACIÓN

Hay otros dos aspectos fundamentales que subyacen en Sativum: uno es la conexión con la administración, y, el otro, proporcionar servicios abiertos.

Un pilar importante de Sativum ha sido abrir un nuevo canal de comunicación entre la adminis-

tración y el agricultor que permita simplificar la gestión a ambas partes. Sativum permite a los usuarios descargarse los datos de sus parcelas procedentes de la declaración PAC, de tal manera que su explotación aparezca directamente en la aplicación sin necesidad de ir añadiendo todas las parcelas individualmente. Asimismo, se ha abierto la posibilidad de conectarse con las distintas denominaciones de origen de vinos, para que los viticultores puedan también descargarse sus parcelas registradas en Sativum. Otra funcionalidad relacionada con la gestión de las ayudas es la posibilidad de realizar fotos georreferenciadas asociadas a las parcelas que puedan servir como prueba de cumplimiento con los compromisos adquiridos para la percepción de ayudas.

SERVICIOS ABIERTOS Y PÚBLICOS

Cómo se ha expuesto en el anterior apartado, el segundo aspecto fundamental, y no menos importante para fomentar la digitalización del sector, es el proporcionar servicios abiertos. En el desarrollo de Sativum se ha creado



[¿Qué es Sativum?](#) [Funciones](#) [Tutoriales](#) [Preguntas frecuentes](#) [Contacto](#)

SATIVUM

La tecnología para optimizar tus cultivos

[Acceder](#)

Figura 1.
Principal pantalla de la página web de Sativum con el acceso a la aplicación.

PRINCIPALES FUNCIONALIDADES

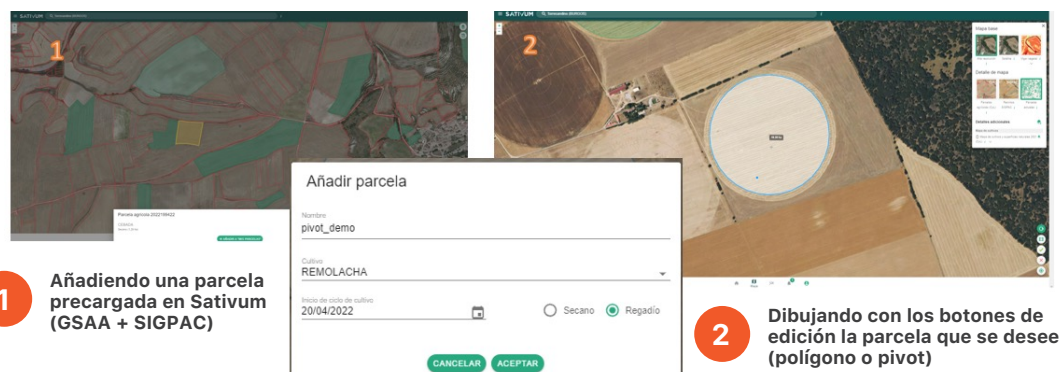
Antes de mencionar cada una de las funcionalidades de las que dispone Sativum, es importante destacar dos cosas.

En primer lugar, mencionar que se trata de un **proyecto vivo y dinámico**, lo que significa que en este momento hay un equipo de trabajo detrás, no sólo dando soporte a los usuarios, sino también trabajando en una constante mejora de la aplicación y desarrollando nuevas funcionalidades que con cada versión desplegada se van implementando para conseguir tener una herramienta lo más útil, completa y robusta posible.

En segundo lugar, es destacable que el **fundamento principal de Sativum es permitir el seguimiento y gestión de parcelas agrícolas**. Para este fin, el primer paso que un agricultor debería dar es importar a su perfil las parcelas que le interesen. Esto puede hacerlo de varias maneras, desde dibujar la parcela en el mapa con los botones de edición (ver Figura 2), o

importando las parcelas ya precargadas por el ITACyL que provienen de recintos SIGPAC declarados por una misma persona, con mismo cultivo, mismo sistema de explotación, entre otros condicionantes. También existen varias opciones para importar parcelas en bloque. Una de las más demandadas es la descarga simultánea de todas las parcelas declaradas en la última solicitud de la PAC presentada por el agricultor o desde los registros vitícolas en caso de viñedos (ver Figura 3). Otra opción muy útil para la figura del asesor es la importación de parcelas mediante ficheros que contengan una lista de parcelas con un determinado formato específico para su lectura en Sativum, en este caso se trata de ficheros csv, o su variante geocsv, que incluyen la información de la geometría de las parcelas para poderlas representar en el mapa.

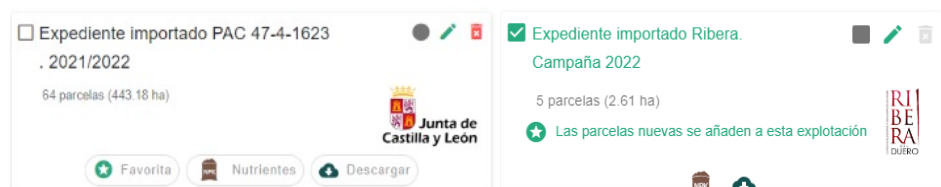
Figura 2.
Principales métodos de incorporar manualmente parcelas.

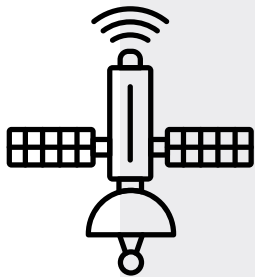


1 Añadiendo una parcela precargada en Sativum (GSAA + SIGPAC)

2 Dibujando con los botones de edición la parcela que se desee (polígono o pivot)

Figura 3.
Explotaciones creadas en Sativum desde el portal de la PAC (izq.) o desde el registro vitícola de la DO de Ribera del Duero (dcha.).





A continuación, damos un repaso de las principales funcionalidades que ofrece la herramienta:

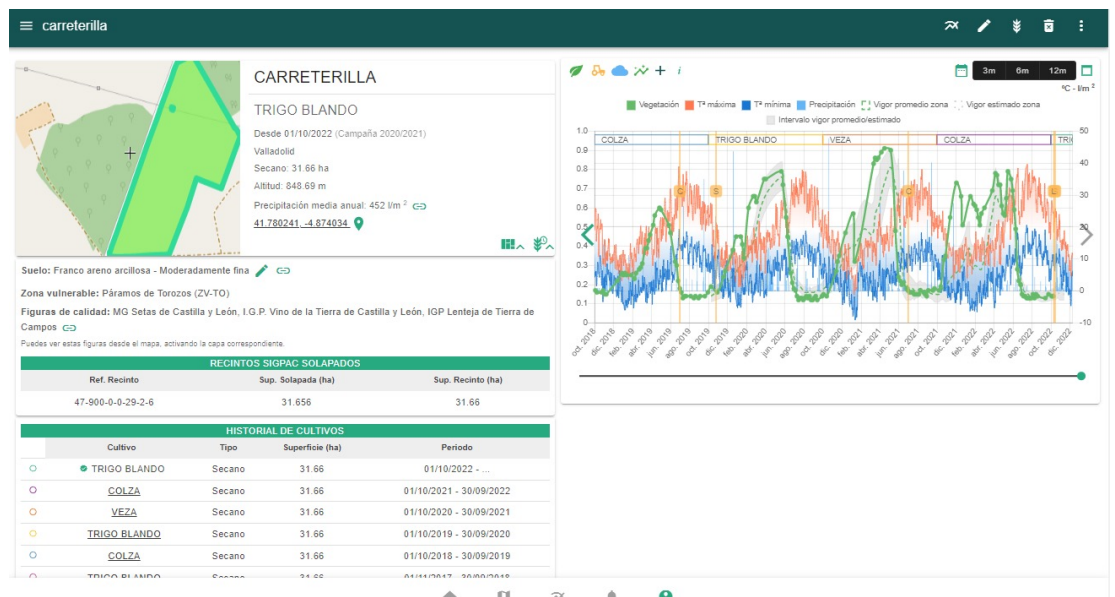
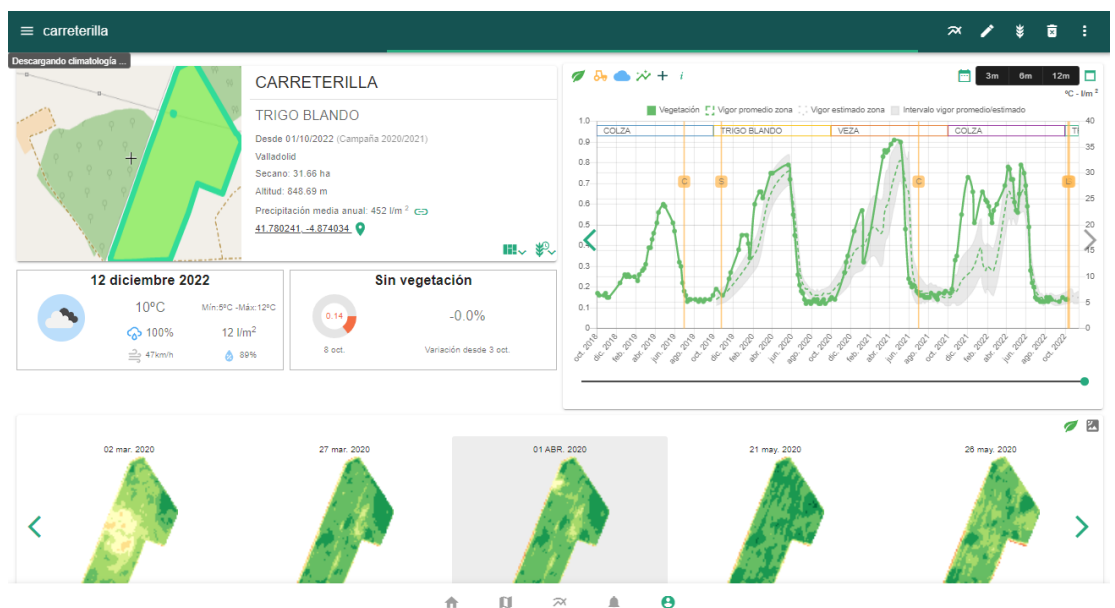
SEGUIMIENTO DE CULTIVOS CON IMÁGENES DE SATELITE

Sativum tiene como una de sus funciones principales la capacidad de facilitar el seguimiento de parcelas agrícolas a través de imágenes de satélite. Las imágenes de satélite permiten obtener mediciones sobre como crece la vegetación o como entra en senescencia y ayudan a detectar anomalías que afectan a toda la parcela o a algunos rodales concretos. Los módulos de Sativum basados en imágenes de satélite hacen un seguimiento de toda la parcela a lo largo de la campaña, identifican zonas singulares y hacen comparativas entre parcelas que permitan identificar buenas prácticas (ya sea entre parcelas de la explotación o pertenecientes a otras).

Sativum utiliza principalmente las imágenes del satélite óptico Sentinel-2 del programa Copernicus de la Unión Europea. Este satélite, con una resolución espacial de hasta 10 metros, permite actualizar las imágenes de una parcela al menos cada 5 días, aunque durante las épocas de mayor cobertura nubosa, los plazos se van alargando. A través de estas imágenes Sativum proporciona al usuario una tira de todas las imágenes disponibles libres de nubes que existen sobre cada una de sus parcelas registradas. Esto puede visualizarse desde el cuadro de control de cada parcela, que es la pantalla principal donde consultar toda la información disponible (ver Figura 4).

Pero además Sativum incorpora una imagen de alta resolución de 1,5 m, (similar a una ortofoto) que se actualiza una vez al año. Esta imagen permite obtener un detalle más actual sobre la realidad del parcelario y sus cambios anuales.

Figura 4.
Pantalla del cuadro de control de una parcela registrada en Sativum por un usuario.





ACCESO A DATOS EDÁFICOS, CLIMÁTICOS, Y OTRAS BASES DE DATOS

La gran potencialidad que tiene Sativum se consigue con el acceso a una cantidad ingente de datos disponibles en distintas bases de datos de la administración, como la Base de datos de los suelos de Castilla y León, gestionada por el ITACyL, con 30.000 muestras de suelo de nuestra región (https://suelos.itacyl.es/visor_datos). Permite estimar mediante procesos de geoestadística datos del suelo de forma continua en todo el territorio de Castilla y León, con mapas interpolados de los distintos parámetros analizados (pH, contenido en materia orgánica, textura, etc.) También se accede a una plétora de datos climáticos extraídos de las más de 800 estaciones meteorológicas de AEMET y del ITACyL en Castilla y León, que cubren el territorio nacional. Asimismo, Sativum pone a disposición del usuario datos de altimetría, ortofotografías, referencias catastrales y SIGPAC y de muchas otras capas de información geográficas preparadas por el Instituto *ad hoc*.

MÓDULO DE LABORES

Actualmente el módulo que dispone Sativum para registrar todas las labores que se realicen sobre una parcela es meramente informativo, y no es posible tabular en detalle los datos proporcionados. Sin embargo, a la espera de recibir el cuaderno oficial de explotación, Sativum, al igual que otras herramientas desarrolladas en el mercado, podrá conectarse a la aplicación oficial y volcar o importar los datos de labores registradas con el fin de completar los campos obligatorios que exija el cuaderno oficial. A pesar de la sencillez temporal que muestra este módulo tiene un valor añadido implícito, y es que desde el cuadro de control (Figura 4) podremos activar el icono de labores para visualizar cada labor realizada en la gráfica de seguimiento por satélite del cultivo establecido en la parcela, en el cual se ve la evolución fenológica del cultivo a través de uno de los índices de seguimiento de la vegetación más ampliamente usados, el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI). De esta manera, se puede ver solapada tanto la información del estado del cultivo, como del momento exacto de cada labor. Esto puede ser útil, por ejemplo, para detectar una fitotoxicidad en el cultivo tras una aplicación excesiva o inapropiada de un fitosanitario. En la misma gráfica y para ayudar a interpretar la evolución del cultivo, también se pueden visualizar los datos meteorológicos de precipitación y temperatura del periodo seleccionado en la gráfica.

ZONIFICACIÓN DE PARCELAS PARA DOSIFICACIÓN VARIABLE

La última funcionalidad implementada es el módulo de Zonificación, con el que un usuario puede seleccionar la o las imágenes de satélite que desee promediar para zonificar su parcela en tantas áreas como desee. Este mapa con las zonas calculadas, puede exportarse en un fichero con formato interoperable entre distintos terminales del tractor; así, el usuario elegirá el formato a exportar según la pantalla que tenga. Este módulo le permite personalizar la cantidad de producto a aplicar en cada zona, pero lo más importante a destacar es que en caso de que el usuario quiera un mapa de fertilización, podrá calcular la cantidad de fertilizante a aplicar según el balance de nutrientes que ya tiene implementado Sativum (Figura 5). Es un módulo que permite que cualquier agricultor, con o sin aperos sofisticados, se acerque a una agricultura más avanzada, proporcionándole una herramienta para realizar dosificación variable.

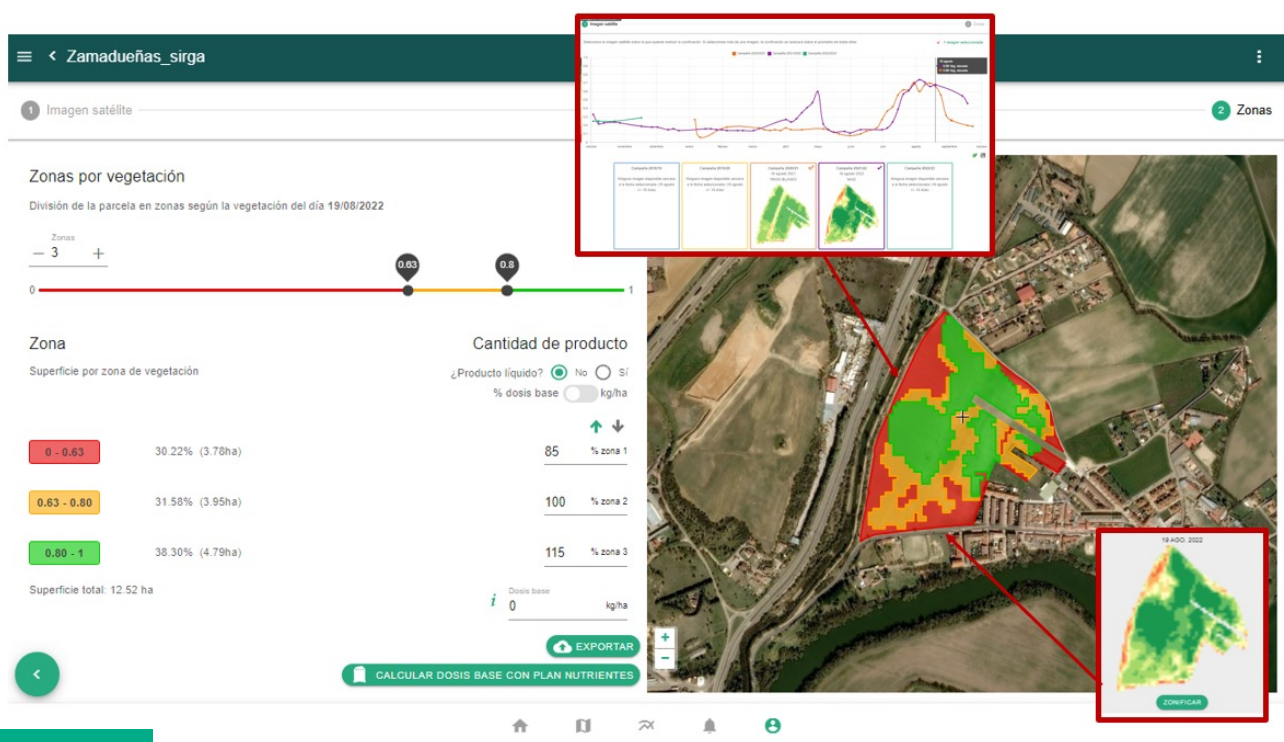


Figura 5.
Pantalla del módulo de zonificación para dosificación variable y enlace al cálculo de nutrientes.

BALANCE DE NUTRIENTES

El módulo desarrollado para guiar a los usuarios a elaborar sus propios planes de fertilización está siendo considerado uno de los puntos fuertes de Sativum, entre otras cosas, porque pone a disposición de los agricultores y técnicos una herramienta que permite hacer balances de nutrientes para cumplir con los requisitos de los eco-regímenes, de la normativa que afecta a las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario y con las obligaciones que establecerá el Real Decreto de nutrición sostenible. Este módulo permite hacer balances de macronutrientes NPK tanto a nivel individual de parcela, o en grupos de parcelas. Se fundamenta en el algoritmo **Fertilcalc**², desarrollado por el profesor F. Villalobos del CSIC y de la Universidad de Córdoba, y su libro de referencia **Fitotecnia**³. A través de un convenio de colaboración con el Dr. Villalobos, los ajustes del algoritmo han sido adaptados principalmente para Castilla y León, por el ITACyL. Es de destacar también, el importante esfuerzo que se ha hecho para precargar los datos del suelo con mapas interpolados para todo el territorio nacional, a partir de la propia base de datos de los suelos de la Comunidad que se ha generado en los últimos diez años desde el Instituto y de otras bases de datos nacionales. Estas estimaciones texturales y de propiedades del suelo precargadas en Sativum, permiten a los agricultores que no dispongan de análisis de suelos tener una aproximación y poder elaborar un plan de abonado más avanzado

considerando también las características del suelo en el que se asienta la parcela. Aun así, lo ideal es que los usuarios dispongan de análisis de los parámetros de suelo de sus parcelas y los introduzcan en Sativum, para una mejor personalización y optimización del cálculo del abonado. Con este módulo, el usuario puede planificar la selección de fertilizantes minerales o aportaciones orgánicas que necesita su cultivo en base a datos del cultivo precedente y manejo, y el objetivo de producción a alcanzar por el cultivo de la campaña actual. Pese a ser un asunto de gran complejidad, Sativum simplifica este cálculo para el agricultor, incorporando los parámetros de los principales cultivos y precargando los datos de suelos en todas las parcelas.

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 que son aportados por el agua de 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 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.



MÓDULO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

A través del equipo del Observatorio de Plagas del ITACyL, Sativum incorpora un módulo en el que se informa del calendario de plagas y enfermedades asociado a los principales cultivos de la región. Se dan dos niveles de avisos: Activas o en Vigilancia, dependiendo si se está o no más cerca del periodo crítico de presencia de dicha plaga o enfermedad. Ordenadas según el nivel de alerta, el usuario puede navegar por una tarjeta informativa de cada plaga que le llevará al portal <http://plagas.itacyl.es>, donde podrá encontrar toda la información relativa y ampliada.

Figura 6.
Módulo de plagas
con el calendario
que afecta al trigo.



GALERÍA Y FOTOS GEORREFERENCIADAS

En esta sección se puede asociar fotos a las parcelas, bien desde la galería del dispositivo que usemos o bien incorporándolas desde la cámara del móvil.

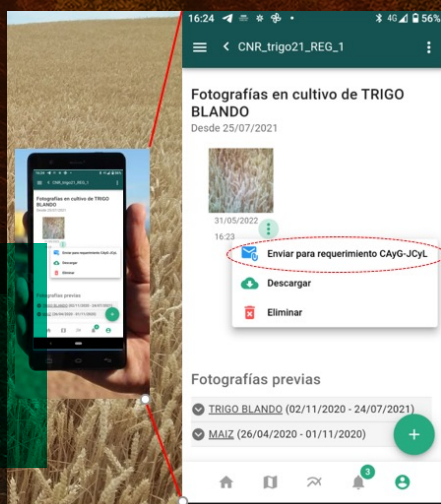


Figura 8.
Envío desde
Sativum de foto
georeferenciada del
cultivo

SECCIÓN DE AVISOS

La aplicación tiene un potente sistema de recepción de avisos (ver Figura 8) que pretende ser una vía de comunicación para transmitir información relevante desde el punto de vista agronómico (plagas y enfermedades, resultados de experimentación, consejos de uso de la aplicación o próximos cursos y jornadas) como administrativo (información relacionada con plazos de la PAC, nueva normativa, etc.) También se lanzan alertas meteorológicas desde el propio cuadro de control si es que éstas afectan al ámbito de la parcela.

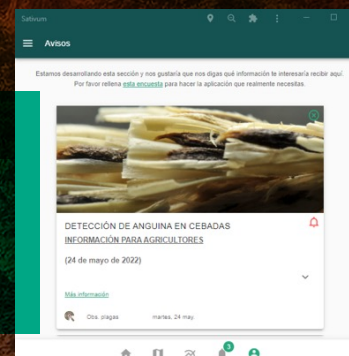


Figura 9.
Notificación enviada
al usuario registrado
desde la sección de
avisos (se indica en
verde el nº de nuevos
avisos sin leer).

CONSEJOS DE USO Y SOPORTE

LO PRIMERO QUE RECOMENDAMOS AL USUARIO ES **QUE SE REGISTRE EN LA APLICACIÓN** PARA PODER TENER ACCESO A TODAS LAS FUNCIONALIDADES IMPLEMENTADAS EN SATIVUM, YA QUE ALGUNAS DE ELLAS TIENEN ESTE REQUISITO.

Tan sólo es necesario proporcionar un correo electrónico para generarse un usuario y contraseña que permita al agricultor crearse un perfil de Sativum donde de forma local, en su dispositivo, almacenará toda la información asociada a sus parcelas ([ver acceso al usuario en la figura 9](#)).

El ITACyL dispone de un canal de YouTube donde ha incorporado una lista de vídeos o píldoras formativas, que muestran qué pasos seguir para determinadas funcionalidades que ofrece la aplicación. Este enlace⁴ sirve de recurso didáctico para los usuarios de Sativum. Asimismo, también están a disposición del usuario una lista de vídeos en la sección de tutoriales⁵ de la web de Sativum, para poder aprender de forma autodidacta.

El ITACyL también facilita a los usuarios un correo de soporte exclusivo para Sativum, por el que podrán informar de cualquier problema encontrado, proponer sugerencias o solicitar ayuda para el uso de la aplicación. Este correo es: **sopORTE-sativum@itacyl.es**

Figura 9. Esquema con pasos a seguir para registrarse y crear un perfil de usuario en Sativum.





CONCLUSIONES

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, en la que la consulta de toda la información disponible para el agricultor se integre en una única aplicación, ofreciendo también la posibilidad de comunicación directa 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 las empresas y a la administración.

REFERENCIAS

1. <https://www.sativum.es/>
2. 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>
3. Villalobos Martín, F.J y Fereres Castiel, E. Fitotecnia: principios de agronomía para una agricultura sostenible. Mundi-Prensa Libros.2017
4. <https://youtube.com/playlist?list=PL4rLSLizHRq0HNdd8CiOxXP1FckpBKmAG>
5. <https://www.sativum.es/web/sativum/tutorials>