

# **SATIVUM: APLICACIÓN A LOS CULTIVOS FORRAJEROS**

Luis Carlos Fernández García

Subdirección de Infraestructuras Agrarias / Área de Desarrollo Tecnológico / Unidad de Información Geográfica e Innovación. Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACYL), Valladolid, Castilla y León. Correo electrónico: fergarlu@itacyl.es

## **1. Introducción**

La sostenibilidad de los **pastos** es clave para la viabilidad de la ganadería asturiana, en un contexto de creciente presión económica, normativa y ambiental. Lograr un manejo eficiente de los recursos forrajeros no solo asegura la alimentación del ganado, sino que también contribuye a la conservación del suelo y a la rentabilidad de las explotaciones. En este sentido, herramientas digitales como **SATIVUM**, desarrollada por ITACyL, ofrecen al ganadero apoyo gratuito para la toma de decisiones, integrando datos satelitales, climáticos y del suelo, además de facilitar el cumplimiento de obligaciones como el cuaderno digital. Su uso permite transitar desde una gestión basada en la experiencia a otra apoyada en información objetiva y actualizada, personalizada para cada cultivo y parcela.

El empleo de SATIVUM en cultivos forrajeros, validado a través del proyecto europeo **GUARDIANS**, abre nuevas oportunidades para mejorar la eficiencia, sostenibilidad y resiliencia de las explotaciones ganaderas.

## **2. El Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL)**

La entidad desarrolladora de SATIVUM, es el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL): <https://www.itacyl.es/>. Se trata de una entidad pública de derecho privado adscrita a la Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural de la Junta de Castilla y León. Sus líneas de trabajo incluyen:

- Investigación y desarrollo: participando en numerosos proyectos de I+D+i nacionales y europeos, colaborando con universidades, centros de investigación y empresas para desarrollar soluciones innovadoras en agricultura, ganadería y agroindustria.

- Tecnologías geoespaciales: son clave los Sistemas de Información Geográfica (GIS), la teledetección y las tecnologías de posicionamiento por satélite (desarrollo de la red GNSS de Castilla y León) para monitorizar cultivos, optimizar el riego y mejorar la gestión de recursos. Iniciativas en desarrollo: Mapa de Cultivos y Superficies Naturales de España, portal de Suelos de España, o SATIVUM.
- Calidad diferenciada y promoción: impulsa la certificación y promoción de productos agroalimentarios de calidad, a través de figuras de calidad y marcas como "Tierra de Sabor".
- Infraestructuras agrarias: desarrolla y moderniza infraestructuras de riego y otras instalaciones rurales para mejorar la eficiencia y sostenibilidad del sector.

La sede principal se encuentra en la Finca de Zamadueñas, situada en las afueras de Valladolid, aunque cuenta con delegaciones en todas las provincias de Castilla y León.

### **3. SATIVUM: herramienta digital para apoyar la gestión de los cultivos forrajeros**

En primer lugar, se relatan algunos conceptos clave de la herramienta:

- SATIVUM se ha **desarrollado íntegramente** en ITACyL, tanto desde el punto de vista técnico / agronómico, como informático. La financiación es pública y apoyada en proyectos de I+D+i, como GUARDIANS.
- Su lanzamiento público fue en 2021, y desde entonces está en constante **evolución y mejora**. Fue ideada en un inicio para cultivos extensivos de Castilla y León y con idea de dar soporte a un sistema FAST (*Fertilizer Advisory System Tool*).
- Actualmente cuenta con **más de 5.000 usuarios en toda España**, siendo una herramienta de referencia, máxime a raíz del reciente convenio suscrito entre ITACyL y el FEGA.
- Tiene **soporte web**; de esta manera, está siempre actualizada y no hace falta que el usuario instale nada (no es una app). Puede usarse en cualquier dispositivo informático (ordenador, móvil, tablet), mejor si está dotado del navegador Google Chrome.
- Puede usarse fuera de **cobertura** (habitual en zonas rurales) si previamente se han descargado las imágenes de satélite y las estadísticas de la parcela. De la

misma manera, las anotaciones que se hagan fuera de cobertura, se vuelcan a la base de datos cuando se vuelve a tener red de Internet.

- Interoperabilidad con la **administración** (conexiones al Registro de Explotaciones Agrícolas y al Cuaderno Digital).
- Las Interfaces de Programación de Aplicaciones (**API**) desarrolladas en el marco de SATIVUM son públicas y abiertas, pudiendo ser utilizados por otras empresas o desarrolladores que quieran potenciar la funcionalidad de sus aplicaciones.
- Cuenta con un amplio catálogo de **videotutoriales** en <https://www.sativum.es/web/sativum/tutorials>, así como un FAQ y soporte a usuarios a través del correo electrónico [soporte-sativum@itacyl.es](mailto:soporte-sativum@itacyl.es)



A continuación, se describen las funciones principales de SATIVUM, con algunos consejos de uso (versión 1.1.0).

### 3.1. Registro de usuario

Pulsar el botón Acceder en <https://www.sativum.es/> y a continuación, registrarse gratuitamente con un perfil personalizado para poder emplear todas las funcionalidades, mediante un certificado digital, una cuenta de Google, o creando un usuario y contraseña específicos para la aplicación. Esta última opción quizá sea la más adecuada si se piensa usar más de un dispositivo para acceder.

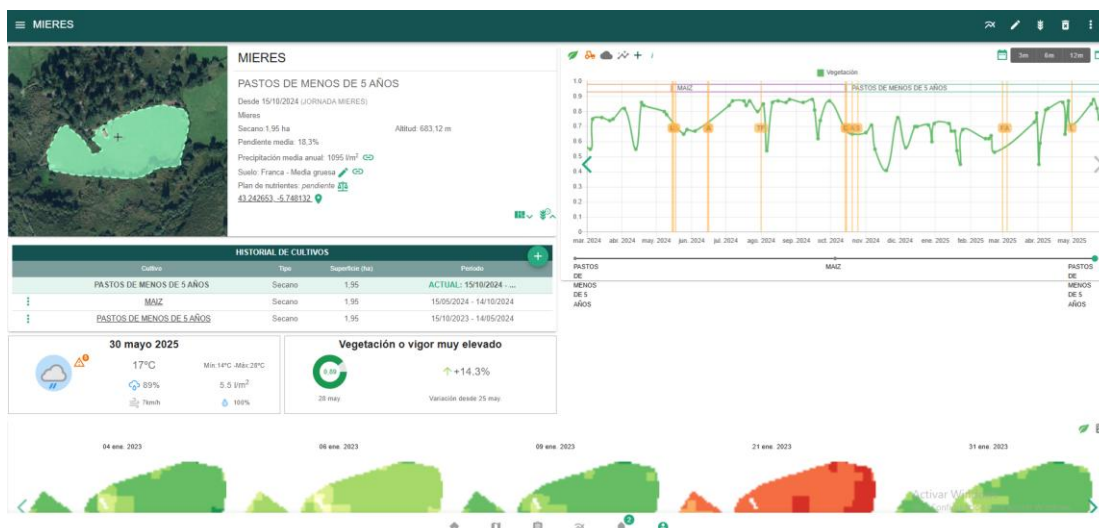
### **3.2. Menú de explotación**

Es la primera página que muestra SATIVUM y permite la gestión de las distintas explotaciones y parcelas que las conforman. Es decir, un usuario puede tener  $n$  explotaciones, con  $n$  parcelas cada una, si bien para mantener óptimo el funcionamiento, se ha limitado a 5 las explotaciones activas, mientras que el resto permanecen archivadas, pudiendo activarse a voluntad.

Desde esta ventana, además, se permite la incorporación de forma masiva, de las parcelas, evitando así el tener que ir una por una; para ello, puede realizarse mediante un simple listado en un fichero CSV, en formato GIS (GeoCSV), o directamente desde el Registro de Explotaciones Agrícolas (en este caso, también desde el REA asturiano como entidad habilitada) siempre que se cuente con las autorizaciones correspondientes. Por otro lado, este menú permite anotar las instalaciones, maquinaria y colaboradores (asesores, aplicadores de fitosanitarios, etc.) asociados a estas explotaciones.

### **3.3. Cuadro de detalle de parcela**

Es una de las principales funcionalidades de SATIVUM, y que permite la consulta a nivel de detalle de cada parcela individual, accediendo a una ingente cantidad de datos: características del suelo (que pueden personalizarse si se dispone de datos de análisis), datos climáticos de los últimos 30 años para las estaciones termopluviométricas más próximas, predicción del tiempo, altitud y pendiente, etc. y por supuesto, acceso a todas las imágenes NDVI (indicador que señala el verdor, densidad y salud de la vegetación en cada píxel de una imagen de satélite) del satélite Sentinel 2 desde el año 2018. Estas imágenes, que tienen una frecuencia de 5 días (en ausencia de nubes) y una resolución de 10 m por píxel, permiten intuir el comportamiento del cultivo a lo largo de la campaña, que se representa en modo de gráfico de evolución NDVI – fecha, y, además, pueden ser consultadas individualmente en la parte inferior de la pantalla. Sobre el gráfico pueden mostrarse si se desea, las labores realizadas en la parcela. Por otro lado, si se anota la información correspondiente, puede crearse un auténtico histórico de los cultivos y su manejo, para cada una de las parcelas, de tal manera que permite archivar digitalmente toda la información para ser recuperada cuando sea necesario, facilitando así la toma de decisiones.



### 3.4. Balance de nutrientes

Esta funcionalidad guía a los usuarios en la elaboración de sus propios planes de fertilización o balances de nutrientes. Se fundamenta en el algoritmo Ferticalc, desarrollado por el profesor F. Villalobos del CSIC y de la Universidad de Córdoba, y su publicación de referencia “Fitotecnia: principios de agronomía para una agricultura sostenible”. Cuenta con un modo de funcionamiento básico y otro más avanzado y se guía al usuario a través de cuatro pasos con los que podrá:

- Calcular las necesidades estimadas de nutrientes.
- Decidir cómo se reparte el nitrógeno (fondo y coberteras).
- Seleccionar fertilizantes para aplicar en fondo. Permite además elaborar propuestas de abonado automáticamente. Resulta habitual el añadir en esta fase el estiércol de la explotación ganadera, cuyos contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio pueden personalizarse si se dispone de la analítica correspondiente.
- Seleccionar fertilizantes para aplicar en cobertera. Tanto en el caso del fondo como en éste, permite seleccionar desde un amplio listado proporcionado por los distintos fabricantes, así como listados genéricos.

La versión avanzada permite personalizar un plan más complejo mediante una parametrización detallada de cada cultivo, así como elegir entre cuatro estrategias de fertilización y tener en consideración las características edáficas. Por defecto, la estrategia seleccionada es la de mantenimiento, que busca compensar las extracciones del cultivo sin tener en cuenta el suelo. Los planes de abonado pueden editarse a lo largo de la campaña, así como exportarse a cómodos ficheros Excel para su manejo.

### **3.5. Zonificación para dosificación variable**

SATIVUM permite crear mapas de dosificación variable compatibles con la maquinaria agrícola habitual (incluyendo formato ISOBUS, estándar de comunicación para maquinaria agrícola), a partir de imágenes NDVI históricas (se recomienda usar un mismo cultivo en diferentes campañas).

### **3.6. Cuaderno digital**

Constituye una adaptación fundamental a la cambiante normativa, facilitando al usuario la cumplimentación de los cuadernos, y estando siempre al día de los requisitos que desde las administraciones se van solicitando, en virtud del sistema de información de explotaciones agrarias (SIEX). Así, desde SATIVUM es posible conectar con los repositorios de las distintas comunidades autónomas y enviar automáticamente toda la información al cuaderno (si se desea), adecuadamente protegida.

SATIVUM entiende el cuaderno digital como una herramienta tecnológica que permite a los agricultores registrar y gestionar de manera digital todas las actividades relacionadas con la gestión de sus explotaciones agrícolas: siembras, riegos, tratamientos fitosanitarios (con conexión automática al Registro de productos fitosanitarios del MAPA), fertilización, cosechas, y cualquier otra acción que se realice en las parcelas.

Las anotaciones pueden realizarse parcela a parcela o por grupos de parcelas, vinculándolo además a los datos de instalaciones, maquinaria y labores que se introdujeron en la vista de Explotaciones. Por otro lado, SATIVUM ofrece la posibilidad de exportar las labores realizadas en la explotación en un archivo Excel, para su impresión en papel.

### **3.7. Visor de mapas**

Se trata de un visor GIS que permite ubicar y editar las parcelas geográficamente, así como consultar distintas capas de información (imágenes de satélite RGB, que utilizan los colores rojo, verde y azul, y NDVI, características del suelo, información catastral, etc.).

### **3.8. Análisis y comparativa entre parcelas**

La posibilidad de almacenar la información de la evolución del NDVI de cada parcela, permite además el que se puedan realizar distintos análisis:

- Comparativa del comportamiento de una misma parcela en distintas campañas.
- Comparativa de cómo se comporta un mismo cultivo en distintas parcelas.
- Análisis de cómo se comporta cada parte de la parcela en distintos años (zonificación).

Además, desde este módulo es posible también observar a información climatológica de las últimas tres campañas, de tal manera que permite al usuario asociar el comportamiento espectral (NDVI) de la parcela, con relación al clima, lo cual es especialmente importante en cultivos no regados.

### **3.9. SATIVUM en el campo**

SATIVUM permite geolocalizar al usuario sobre el visor de mapas, posicionarlo sobre la parcela y tomar fotografías geolocalizadas que además pueden ser subidas a la galería de imágenes con la que cuenta.

### **3.10. Módulo de plagas y enfermedades**

Para algunos de los cultivos más importantes, SATIVUM cuenta con información consultable sobre las plagas y enfermedades que los pueden aquejar, organizados por fechas en un calendario muy visual, y pudiendo acceder además a toda la información (fichas, descripciones y fotografías, tratamientos, etc.) generada por el Observatorio de plagas y enfermedades agrícolas de Castilla y León.

### **3.11. Avisos y notificaciones**

Estos avisos pueden incluir alertas sobre condiciones climáticas relevantes, plagas, enfermedades, o cualquier otra información que pueda afectar la producción, junto con consejos sobre el uso de SATIVUM, novedades en las versiones y la celebración de cursos y jornadas de divulgación.

## 4. El proyecto GUARDIANS

GUARDIANS es el nombre de un proyecto financiado por la Unión Europea que busca *soluciones inteligentes para potenciar las pequeñas y medianas explotaciones como guardianas del territorio*. Cuenta con un presupuesto total de 5.700.248,88 € a ejecutar en el periodo 2023 – 2027 y donde además de ITACyL, participan 21 organizaciones de 9 países europeos diferentes, que engloban segmentos sociales, de comunicación, pymes, cooperativas agroganaderas, hubs de innovación tecnológica, etc. La entidad coordinadora del proyecto (CTIC) así como varios de los miembros del consorcio, son asturianos, por lo que el proyecto tiene gran repercusión en esta comunidad autónoma. Así, participan entre otras entidades: CTIC, SHINE2Europe, ICONS, RINA, Campoastur, Central Lechera Asturiana, Links, SERIDA, IVL, CZU faculty engineering o CAPSA FOOD.



La creación de un sistema alimentario sostenible exige, ante todo, **devolver la producción primaria a los "guardianes" de la tierra**, es decir, a los propietarios de pequeñas y medianas explotaciones ubicadas en las zonas rurales. Tiene como objetivo promover modelos de agricultura ecológica mediante tecnologías digitales rentables y centradas en las personas. Para ello, se desarrollará una metodología de co-creación multi-actor, una estrategia de adopción y **9 tecnologías** muy variopintas, combinando software y hardware, para cubrir las necesidades de los agricultores. SATIVUM es una de las tecnologías participantes en el proyecto, junto con ODOS (medición de emisiones de carbono y biodiversidad), GRASSGUARD (drones para mantenimiento de pastizales) CERERE (toma de decisiones en agricultura / riego), SWARMSENSE

(monitorización de colmenas), WILDLIFE HERD (drones para proteger cultivos de la fauna salvaje), ECOWARD (metano y emisiones en ganadería), evaluación de la biodiversidad con ADN ambiental y CHAINSPECTOR (trazabilidad de los productos basada en blockchain).

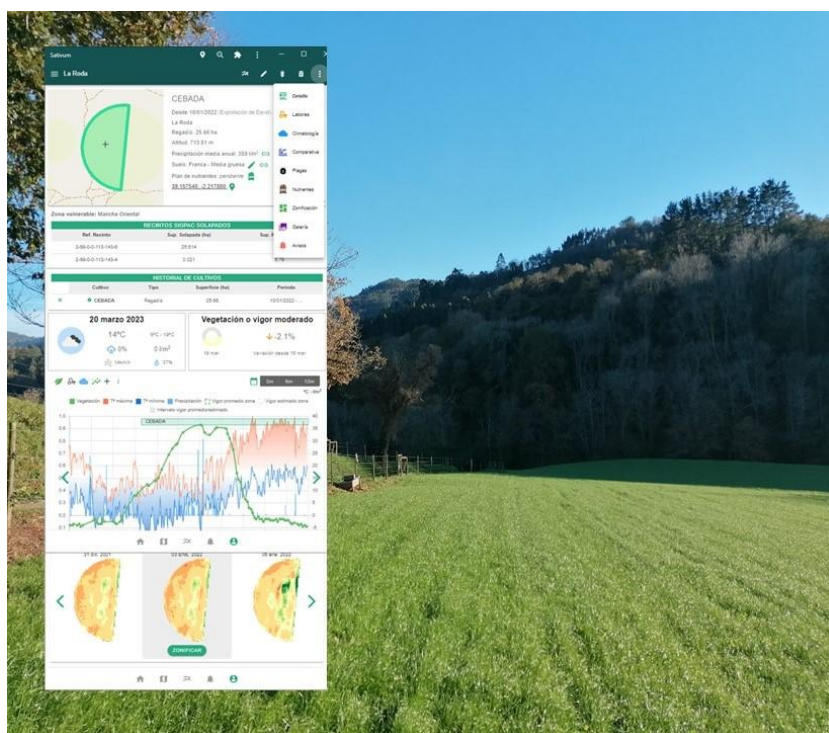
Estas soluciones digitales se pondrán a prueba en un total de 21 explotaciones pequeñas y medianas con una amplia gama de tipos de producción (cultivos herbáceos, cultivos leñosos, praderas y ganadería) en 6 proyectos piloto representados por 4 cooperativas agroganaderas (que actúan como ventanillas únicas) de 4 países diferentes con diversas condiciones ambientales, climáticas y socioeconómicas. Las **acciones** a desarrollar en el marco del proyecto pueden sintetizarse en:

- Aumentar la aceptación de la tecnología y la madurez digital de los agricultores y ganaderos.
- Crear un camino hacia modelos de negocio y gobernanza del sector primario más sostenibles, productivos y resilientes.
- Fomentar el concepto de la cooperativa como ventanilla única: un lugar que combine conocimientos tecnológicos, mejores prácticas empresariales, enfoques agroecológicos y financiación.
- Valorizar los nuevos enfoques agroganaderos junto con sus repercusiones medioambientales y sociales.
- Financiación en cascada: 2 convocatorias abiertas (Open Call) para entidades externas, destinadas a financiar consorcios formados por desarrolladores tecnológicos y pequeñas explotaciones, con el fin de desplegar y probar nuevas herramientas digitales que solucionen los problemas del sector primario. Así, recientemente se ha abierto el primer Open Call del proyecto, abierto a cualquier consorcio formado por una pequeña o mediana explotación, y un desarrollador tecnológico, dotado con 81.000 € por consorcio.

#### **4.1. Testeo del uso de SATIVUM en prados y cultivos forrajeros en el marco del proyecto GUARDIANS**

En el marco del proyecto GUARDIANS, se han llevado a cabo diferentes pruebas de la herramienta SATIVUM en parcelas de ensayo del **Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario** de Asturias, SERIDA, localizadas en Villaviciosa.

Estas pruebas han constituido el “testbed” diseñado para el proyecto, en su Work Package 3, donde se ha probado el despliegue de la aplicación en cultivos forrajeros (praderas sembradas de raigrás y trébol / prados formados por diferentes especies espontaneas de gramíneas, leguminosas y otras familias botánicas / rotación raigrás italiano de invierno y maíz forrajero) propios de Asturias, comprobando así el grado de adaptación de la misma, por un lado a las características edáficas y climáticas de la zona Norte de España y por otro, a las particularidades del manejo de las producciones vegetales destinadas a la alimentación animal (vacuno, en este caso).



Las pruebas realizadas han abarcado desde la importación de la información geométrica de las parcelas, con la asignación automática de sus características climáticas y del historial de imágenes de satélite, hasta la incorporación manual de los resultados de las analíticas de suelo, el histórico de rotaciones o las anotaciones para el cuaderno digital de explotación. También se han probado las funcionalidades de la herramienta de planes de abonado y la zonificación para la dosificación variable.

Con carácter general estas pruebas han sido **exitosas**, detectando únicamente cierta falta de adaptación de los parámetros de la herramienta de planes de abonado, a algunos de los cultivos de la zona Norte de España, especialmente en lo que los contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio de las distintas partes de la planta y las producciones medias esperadas por campaña hace referencia.

Gracias al proyecto, desde ITACyL se ha contactado con distintas entidades

especializadas, como el Área de Producción Vegetal de la Universidad de Oviedo, CLAS, ASA etc. y se han recopilado artículos científicos, bases de datos y trabajos de investigación realizados en parcelas de ensayo del Norte de España. Todo ello permitirá, en **próximas versiones de SATIVUM**, la inclusión de nuevas especies de cultivos forrajeros y de parámetros de cálculo para la herramienta de planes de abonado más ajustados a la realidad de este tipo de producciones vegetales destinadas a la alimentación animal, en el área de clima atlántico español.

## 5. Conclusiones

La **digitalización**, a través de herramientas como SATIVUM, es fundamental para la gestión eficiente y sostenible de los **cultivos forrajeros**, permitiendo optimizar recursos, reducir costes y facilitar el cumplimiento normativo en las explotaciones ganaderas. SATIVUM se consolida como una plataforma digital **gratuita** y en constante evolución, que integra datos satelitales, climáticos y del suelo, y ofrece funcionalidades como balance de nutrientes, zonificación, cuaderno digital y análisis comparativo de parcelas, adaptándose a las necesidades de agricultores y técnicos.

Las pruebas realizadas en el marco del proyecto **GUARDIANS** han sido mayoritariamente positivas, aunque se ha detectado la necesidad de ajustar algunos parámetros de fertilización a las condiciones específicas del norte de España. La colaboración con entidades especializadas permitirá mejorar la herramienta y adaptarla mejor a los cultivos forrajeros atlánticos. En conjunto, SATIVUM y el proyecto **GUARDIANS** demuestran el potencial de la digitalización para modernizar, hacer más sostenible y rentable el **sector forrajero y ganadero**, con posibilidades de replicarse en otras regiones.