

EL USO DE LA TELEDETECCIÓN PARA LA RECOMENDACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LAS PRÁCTICAS DE RIEGO EN EL ESPACIO SUDOE. PROYECTO TELERIEG

M. Erena⁽¹⁾; D. Intrigliolo⁽²⁾; P. Pérez⁽¹⁾; P. García⁽¹⁾; D. Sánchez⁽¹⁾; L. Fernández⁽³⁾; S. Montesinos⁽³⁾; S. García⁽⁴⁾; L. A. Ruiz⁽⁵⁾; J. Recio⁽⁵⁾; T. Hermosilla⁽⁵⁾; J. Pecci⁽⁶⁾; J. F. Berthoumieu⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ *Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario (IMIDA).*

⁽²⁾ *Instituto Valenciano de Investigación Agraria (IVIA).*

⁽³⁾ *GEOSYS, S. L.*

⁽⁴⁾ *Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT).*

⁽⁵⁾ *Universidad Politécnica de Valencia CGAT-UPV.*

⁽⁶⁾ *INDRA Espacio S.A.*

⁽⁷⁾ *Association Climatologique de la Moyenne Garonne (ACMG).*

RESUMEN

La Consejería de Agricultura y Agua, a través del Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA), ha iniciado el pasado 1 de Abril un proyecto europeo del programa SUDOE-Mejora de la sostenibilidad para la protección y conservación del medio ambiente y el entorno natural del SUDOE, denominado TELERIEG. La finalidad del proyecto es mejorar las recomendaciones y el seguimiento de las prácticas de riego en los principales cultivos del área del trasvase Tajo-Segura (ATS). Para ello se combinará la información derivada de imágenes de satélite de diferentes resoluciones con la toma de datos en campo. Es esperable que los resultados obtenidos puedan contribuir a mejorar la gestión eficiente gestión del agua de riego que se realiza en la zona del ATS. En definitiva se pretende conseguir una mejor protección del medio ambiente a través de un manejo más eficiente y racional del recurso agua en la agricultura, así como una más eficaz prevención y capacidad de respuesta ante los riesgos naturales en la zona SUDOE. Los objetivos específicos son mejorar la capacidad de recogida y análisis de datos, así como facilitar la toma de decisiones por parte de los usuarios y gestores del agua, desde las administraciones públicas a los usuarios finales (agricultores), desarrollando herramientas que, basadas en la teledetección, permitan obtener datos precisos y actualizados, y que proporcionen utilidades para la toma de estas decisiones. Además, se pretende asegurar el acceso de los usuarios de todo el área SUDOE a través de la implantación de redes de colaboración interregional y de acceso fácil entre socios del programa, y de éstos con los usuarios finales del agua.

ABSTRACT

The “Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA)”, an entity that belongs to the “Consejería de Agricultura y Agua” part of the Murcia local government, has started on April 2009, within the SUDOE framework “improvement of sustainability by protecting the environment in the SUDOE region”, a European project named TELERIEG. The projects aims at improving agricultural water management assessment and technology transfer in the area affected by the Tajo-Segura water transfer (ATS). The results should help in improving the current water management of the ATS region using information derived from both, remote sensing and ground measurements approaches. The ultimate goal is to improve the environment protection by achieving a better agricultural water management, as well as increasing the prevention and responses to the environment risks in the SUDOE region. More specifically the projects aims at defining better data gathering protocols as well as at improving the decision taking process at different user level from the administration down to the growers. The new data gathering protocols will be based on remote sensing techniques and should help to obtain new more updated information. Another important goal is to transfer the technology developed between the users of the SUDOE region. This will be achieved by building an easy to access interregional collaboration net between all project partners and also between each project partner and the final water users.

Palabras clave: teledetección, agua, recomendaciones de riego, baja, media y alta resolución espacial.

INTRODUCCIÓN

En el proyecto de cooperación interregional TELERIEG participan 9 socios de tres países del área SUDOE.

El origen del proyecto se encuentra en trabajos previos realizados, dentro del proyecto SUDOE "PRECIRIEG" (2007-08) (www.precirieg.net), que desarrolló una red de acciones de colaboración entre diferentes regiones hortofrutícola para un riego preciso y económico, dentro del espacio SUDOE. El trabajo demostró que existían dos realidades diferentes a ambos lados de los Pirineos pero un problema común: en la Península Ibérica, las recurrentes sequías, de comienzo y duración inciertos, que comprometen la disponibilidad de agua, llevan a los agricultores a regar por encima de las necesidades para evitar riesgos de estrés de agua. El proyecto PRECIRIEG demostró que es posible una mejor gestión del riego, más rentable y, en muchos casos, con menor uso de agua pero mejor "georrepártida". Mientras tanto, en el Sudoeste de Francia, el recurso agua se ve comprometido especialmente durante los veranos secos y calurosos, como 2003 o 2006, agravándose la situación por la competencia con los consumidores urbanos. Esto obliga a los agricultores a adoptar métodos más eficientes de gestión, basados en precisas tomas de datos sobre el estado del agua en las plantas y la disponibilidad de agua en el suelo. La limitación para el desarrollo de estos métodos es el coste de inversión, aprendizaje y asesoramiento.

El proyecto PRECIRIEG ha demostrado que el desarrollo de herramientas de trabajo conjuntas, económicas y sencillas de usar es posible y resulta de gran utilidad para un manejo más racional del recurso. La clave es el apoyo a la transferencia y acceso a nuevas tecnologías a los agricultores, concretamente nuevas herramientas de riego preciso. Estas herramientas de demostración han sido desarrolladas en 2007 y 2008 por los diferentes socios en sus zonas de trabajo.

El trabajo en el proyecto TELERIEG se articulará en torno a una serie de Grupos de Tareas-GT.

Los aspectos más técnicos se desarrollan en los GT 2 a 5, con tareas de adquisición y análisis de información: GT.2 Desarrollo de un sistema de procesado automático de imágenes de baja resolución basado en los satélite NOAA y MODIS, que incluirá la corrección atmosférica de las imágenes, GT.3 Sistema de seguimiento de la

vegetación basado en imágenes de media resolución Landsat TM y SPOT 5, el GT.4 Red de parcelas piloto demostrativas y estudios de muy alta resolución basados en el primer año en imágenes adquiridas con la cámara ADS40 de LEICA, GT.5 Desarrollo de un Sistema de asesoramiento en riego para áreas extensas, en el caso de Murcia y Valencia corresponde al área regable de ATS. Este último GT sintetiza todo el trabajo y comprende el desarrollo de la utilidad que marca el objetivo concreto del proyecto.

Por último las labores de difusión, aplicación y formación sobre los productos generados y los resultados del proyecto se realizarán a través del GT.7 publicidad, información y capitalización del proyecto, que incluye el desarrollo de una web con las imágenes procesadas y adquiridas dentro del proyecto y adaptada al directiva INSPIRE, además se organizará un curso internacional por parte de IAMZ-CIHEM en el año 2011 sobre la temática del proyecto.

MATERIAL Y MÉTODOS

Desarrollos de baja resolución

El proyecto desarrollará un modelo de evapotranspiración general para toda la zona SUDOE, construida a partir de imágenes de satélite (NOAA/AVHRR) e información de la red de estaciones meteorológicas. Este modelo generará de forma automatizada el mapa dinámico de evapotranspiración a un nivel regional, una vez corregidas las imágenes atmosféricamente. Además, se desarrollará un sistema de seguimiento del estado de la vegetación a través de indicadores de estrés y necesidades hídricas que contribuyan a la información y formación en materia del manejo del riego. La metodología que se propone para estimar el contenido de agua de la vegetación y su grado de estrés es la definida por Ceccato et al (2002) y Chen et al. (2005) basada en simulaciones con el modelo de transferencia radiactiva acoplado PROSPECT+NADIM.

Desarrollos de media resolución

Para el seguimiento de los cultivos en media resolución se van a utilizar las imágenes Landsat de la serie TM (Thematic Mapper) del Plan Nacional de Teledetección (PNT) que presentan una resolución espacial de 30 m, radiométrica de 8 bits y espectral de 7 bandas, de las cuales, para este trabajo, se van a usar 3 por año para generar los índices de vegetación, mediante la relación:

$$\text{NDVI} = ((\text{IRC} - \text{R}) / (\text{IRC} + \text{R}))$$

siendo: NDVI: Índice de vegetación de Diferencia Normalizada.
IRC: Infrarrojo.
R: Rojo

Esta relación para los sensores Landsat TM se traduce en ((Banda 4 - Banda 3) / (Banda 4 + Banda 3)) con el fin de mejorar la discriminación entre suelos y vegetación y contrastar más claramente la vegetación activa. Montesinos, S. (1990)

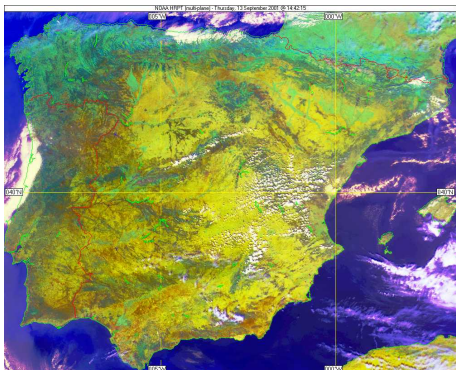


Figura 1. Imagen NOAA archivo del IMIDA.

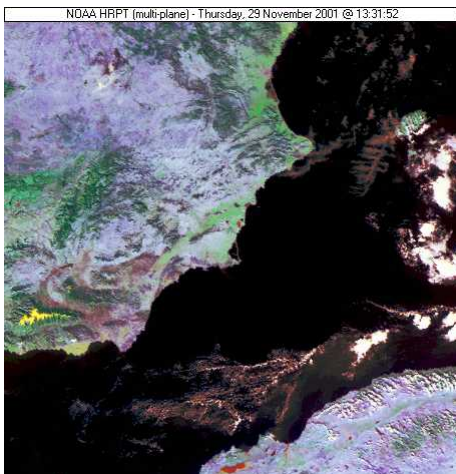


Figura 2. Detalle combinación de bandas 123 del sensor AVHRR del satélite NOAA. Archivo del IMIDA.

Como elemento de comparación se va a generar una imagen en falso color de cada año mediante la combinación de bandas TM4, TM5 y

TM3, en la que la vegetación aparece en tonos rojos (Montesinos, 1990) que se publicaran en el servidor de mapas del proyecto.

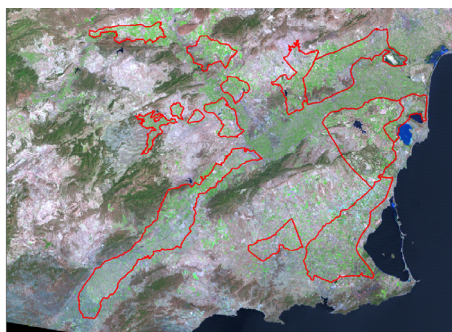


Figura 3. Imagen Landsat del la zona del ATS.

Desarrollos de alta resolución

Las imágenes utilizadas en el proceso se van a tomar durante el primer año de trabajo a partir de un sensor aerotransportado, con información del infrarrojo cercano, en las fechas de máximo estrés para los cultivos cítricos y el viñedo. La cámara utilizada para la captura de imágenes será la Leica ADS40 transportada en un avión tipo Partenavia P68C, con una resolución espacial para la imagen de 35 cm y 16 bits por píxel.

La metodología a seguir se basa en una clasificación estadística supervisada. Para esta parte del estudio, se están recopilando otras imágenes de satélite, cartografía vectorial correspondiente al área del ATS, como son una imagen SPOT 5 del 2009 y otra imagen QuickBird del 2005 tomada para la Región de Murcia.

Las imágenes serán corregidas radiométricamente mediante la conversión de los valores digitales de cada una de sus bandas a valores de reflectancia, así como rectificadas y georreferenciadas para ajustarse al sistema de referencia de la cartografía base. Además, se les aplicará un procedimiento de fusión de las bandas pancromáticas y multiespectral.

Se van a aplicar varias metodologías de análisis para la caracterización de los cultivos, basados en índices de vegetación (NDVI y PVI) y otros parámetros extraídos según la forma y la distribución espacial de los elementos, tanto a nivel de parcela como a nivel de árbol individual. La figura 3 muestra ejemplos de las diferencias de NDVI para dos parcelas de cítricos.

Recomendaciones de riego

Para las recomendaciones de riegos, se utilizara el modelo “AquaCrop”, propuesto recientemente por la FAO, como un nuevo modelo predictivo para cultivos bajo condiciones de déficit hídrico definidos por D. Raes et al (2009) y P. Steduto et al (2009). La aplicación se llevará a cabo en las serán zonas regables del ATS situadas entre Murcia y Alicante.

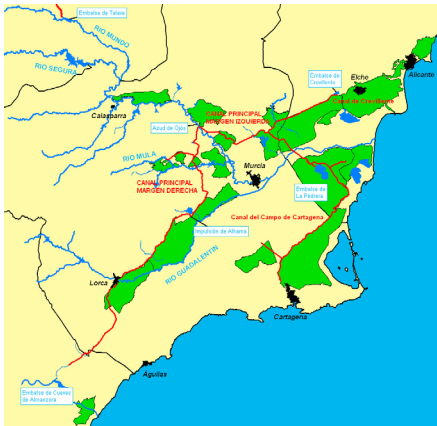


Figura 4. Una de las zonas piloto del proyecto TELERIEG, correspondiente a las zonas regables del ATS.

RESULTADOS

Con la puesta en marcha del proyecto TELERIEG, se pretende desarrollar nuevas utilidades basados en técnicas de teledetección, que permitan una mejor gestión del agua para riego en las diferentes zonas piloto. Dentro del proyecto se pondrá especial énfasis en la transferencia de conocimiento a las comunidades de regantes de las zonas piloto, aunque el proyecto se plantea para que estas herramientas puedan ser útiles y accesibles en todo el territorio SUDOE.

BIBLIOGRAFÍA

Ceccato, P., Gobron, N., Flasse, S., Pinty, B., & Tarantola, S. 2002. Designing a spectral index to estimate vegetation water content from remote

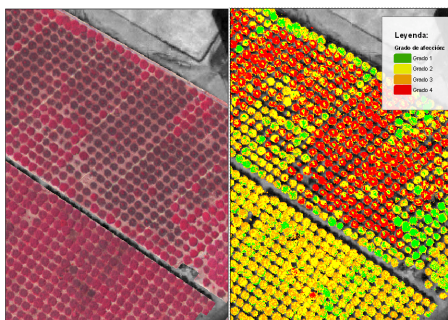


Figura 5. Ejemplo de clasificación en imagen ADS40 del año 2007 (Santomera).

sensing data: Part 1. Theoretical approach. *Remote Sensing of Environment*, 82, 188–197.

Chen, D., J. Huang, T. J. Jackson. 2005. Vegetation water content estimation for corn and soybeans using spectral indices derived from MODIS near- and short-wave infrared bands. *Remote Sensing of Environment* 98: 255-236.

D. Raes, P. Steduto, T. C. Hsiao, and E. Fereres. 2009. AquaCrop The FAO Crop Model to Simulate Yield Response to Water: II. Main Algorithms and Software Description. *Agronomy Journal*. 2009 101: 438–447.

Montesinos, S. 1990. Teledetección: su utilización en la cuantificación y seguimiento de recursos hidráulicos aplicados al regadío. Proceso digital de imágenes LANDSAT TM de la Mancha Occidental. *Informaciones y Estudios* 51. MOPU. Madrid.

P. Steduto, T. C. Hsiao, D. Raes, and E. Fereres. 2009 AquaCrop—The FAO Crop Model to Simulate Yield Response to Water: I. Concepts and Underlying Principles. *Agronomy Journal* 2009 101: 426–437.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto SOE1/P2/E082 esta siendo financiado por el programa cooperación interterritorial SUDOE de la UE. Gran parte de las imágenes a utilizar han sido financiadas por el Plan Nacional de Teledetección-PNT de España que coordina del IGN.