

# El Gran hermano de los INVERNADEROS

La Escuela Superior de Ingeniería de Almería desarrolla un sistema para el reconocimiento de imágenes por satélite que permite hacer un inventario de los invernaderos de una zona y conocer qué se cultiva en su interior.

Por Alberto F. Cerdera.

**E**n 2013 la Unión Europea y Marruecos suscribieron un acuerdo que abrió las puertas a las exportaciones de productos agroalimentarios producidos en el país norteafricano. Esta decisión causó cierta incertidumbre en el sector agroalimentario español y, más concretamente, en el almeriense, que veían como una amenaza la entrada de productos hortofrutícolas procedentes de marruecos.

En este contexto, investigadores de la Escuela Superior de Ingeniería (ESI) de la Universidad de Almería pensaron en desarrollar una herramienta que permitiera conocer la evolución de los cultivos en invernadero del país vecino y de cualquier parte del mundo, una información que sería de gran valor para definir la estrategia del sector. La idea era observarlos mediante satélite, sin embargo, hasta ahora lo único que se podía hacer con estas imágenes era una delimitación del área que ocupan las explotaciones bajo plástico, pero no conocer lo que ocurre en el interior. Así que los investigadores del grupo de Gestión Integrada del Territorio y Tecnologías de la Información Espacial, coordinados por Manuel Ángel Aguilar Torres, se pusieron manos a la obra para desarrollar una herramienta capaz de digitalizar una superficie de invernaderos para su inventario y clasificación, en función de sus cultivos.

Los investigadores de la ESI almeriense empezaron a sondear los diferentes satélites con imágenes que se ajustaban a sus necesidades. Y vieron que las de Landsat 8 y Sentinel 2 eran adecuadas. Además, las imágenes de estos dos satélites son gratuitas, lo que hacía que el sistema resultase mucho más barato.

El objetivo de este proyecto, bautizado como GreenhouseSat, explica Aguilar Torres, es “intentar actualizar, sin tener que ir a campo, de forma remota, el inventario de invernaderos de una zona”.

Hasta ahora, los satélites servían para identificar la superficie invernada y delimitar las parcelas destinadas a este fin. Sin embargo, no se había dado el paso que han conseguido los investigadores de la Universidad de Almería que, por así decirlo, han logrado entrar en los invernaderos con las imágenes de satélite.

Sin embargo, no ha sido un proceso sencillo. El trabajo, iniciado en 2015 y que termina a finales de este año, se ha estructurado en cuatro fases diferentes. En una primera, los investigadores se dedicaron a analizar las diferentes fuentes de imágenes gratuitas existentes en la actualidad. Así como la descarga y procesado de las imágenes de los satélites,

## Control de invernaderos por satélite

### Objetivo:

Desarrollo de un sistema de análisis de imágenes de satélite para el reconocimiento y clasificación de invernaderos en función de su cultivo.

### Aplicación:

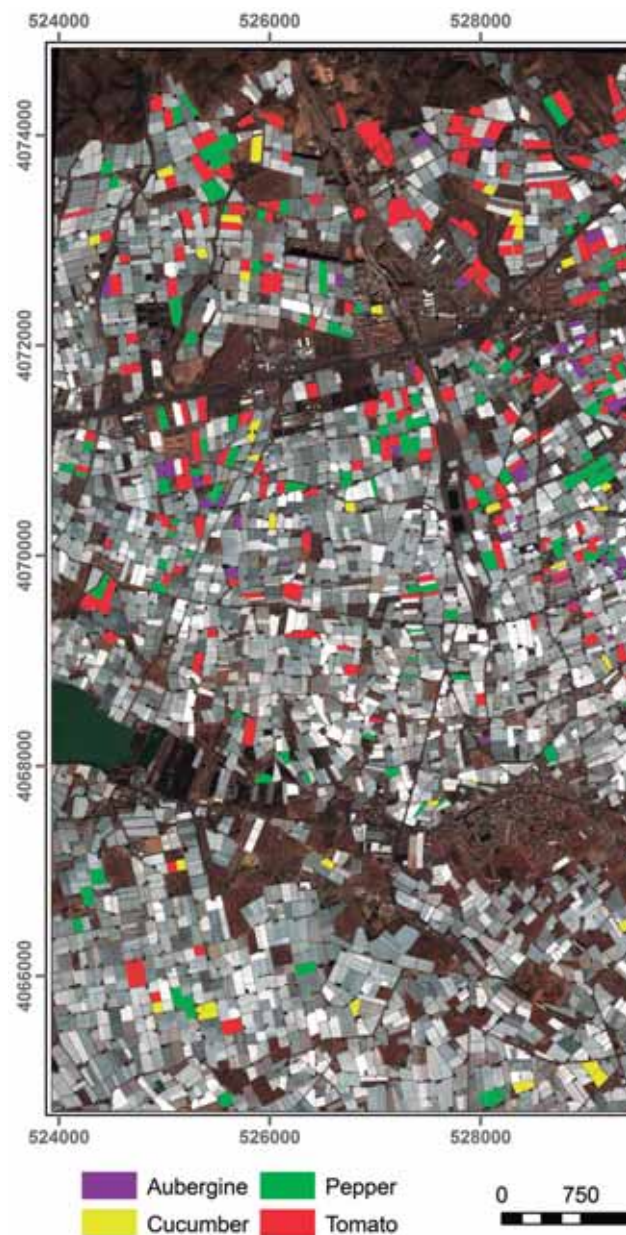
Las pruebas se han realizado en Almería, pero la idea es crear una herramienta que valga para cualquier lugar del mundo.

### Equipo:

Coordinado por la UAL, cuenta con investigadores de Jaén, León, Vigo, Italia y Turquía.

### Contacto:

Manuel Ángel Aguilar Torres  
maguilar@ual.es  
[www.ual.es](http://www.ual.es)



“para lo que hemos tenido que hacer estudios radiométricos de las distintas bandas de imágenes de Landsat 8 y Sentinel 2”.

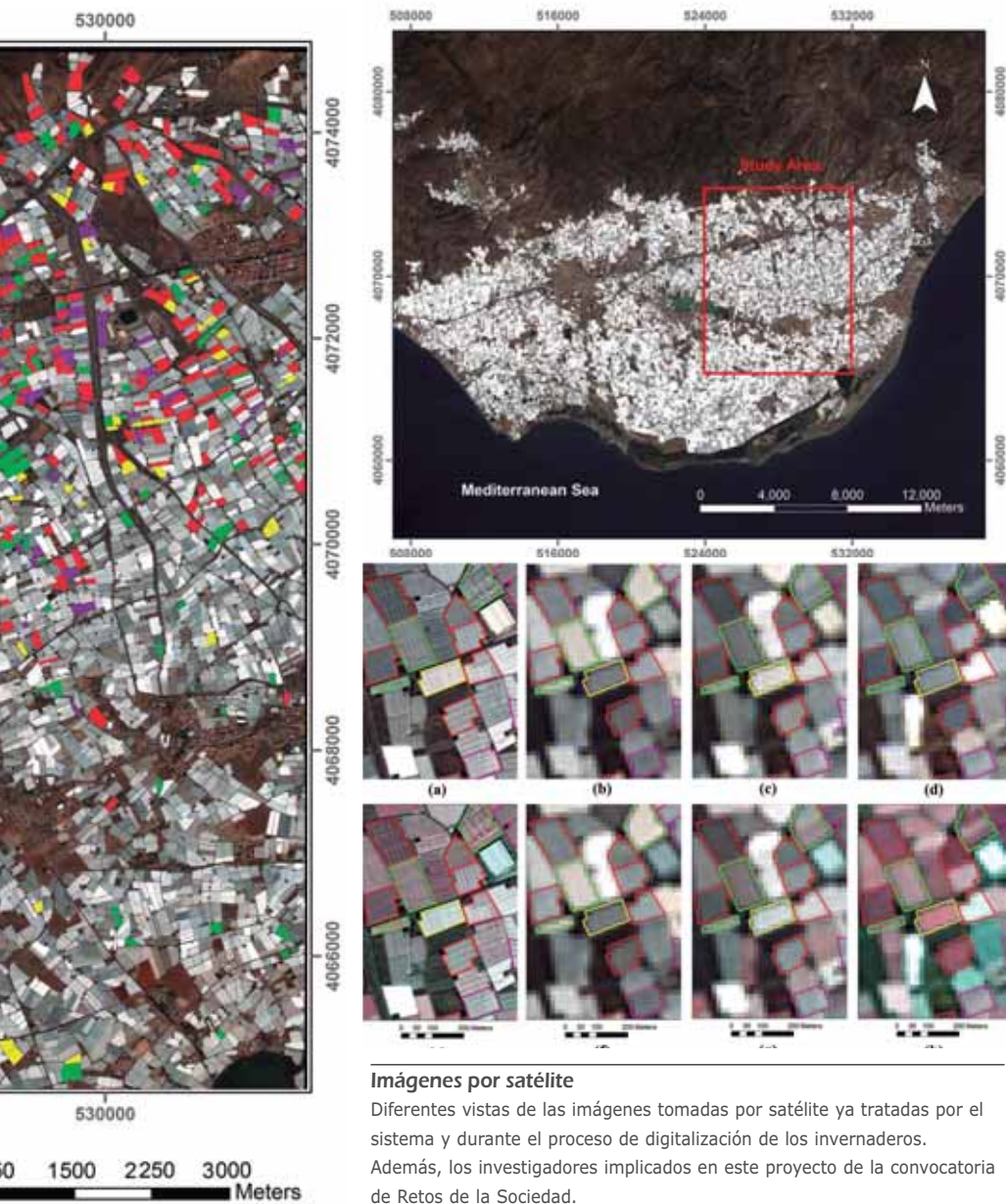
Después, el siguiente paso consistió en obtener la segmentación ideal para una zona de invernaderos. Para ello, el equipo de la ESI ha desarrollado un programa gratuito para evaluar la segmentación y lo aplicaron a los invernaderos, con el objetivo de obtener una delimitación óptima de las explotaciones.

En esta segunda fase se han tenido que realizar trabajos de campo sobre la superficie de trabajo elegida, un polígono de 10x12 kilómetros, ubicado entre El Ejido y La Mojonera, en pleno Poniente almeriense. Los investigadores comprobaron si las delimitaciones de invernaderos realizadas con imágenes de satélite se correspondía con la realidad, a fin de depurar la técnica de trabajo y reducir al máximo el margen de error.

El siguiente paso está relacionado con el segundo y consiste en comprobar sobre el terreno si las superficies delimitadas se corresponden con invernaderos o se trata de otras infraestructuras propias de la zona, como balsas de riego o naves.

Finalmente, los segmentos clasificados como invernaderos se analizan más en profundidad para saber qué cultivo albergaban. Esta fase es la más complicada de todo el proyecto.

La agricultura de precisión es una realidad desde hace años. Sin embargo, ésta no había llegado todavía a los invernaderos, por la complejidad



### Imágenes por satélite

Diferentes vistas de las imágenes tomadas por satélite ya tratadas por el sistema y durante el proceso de digitalización de los invernaderos.

Además, los investigadores implicados en este proyecto de la convocatoria de Retos de la Sociedad.

que supone ver a través de los plásticos. Para ello, han empleado series temporales, en las que han observado la evolución del invernadero, con imágenes tomadas cada dos semanas o cada mes. Y aplicaron una serie de índices a esas imágenes. El equipo de Manuel Ángel Aguilar Torres ha llegado a describir hasta 300 índices que ayudan a conocer el cultivo de un invernadero. Es decir, 300 cualidades observables con los satélites, que dan pistas sobre lo que hay cultivado en el interior de las explotaciones. Esta fase requiere un trabajo de campo muy intenso, para comprobar in situ lo que realmente hay cultivado y depurar la fiabilidad del sistema de clasificación desarrollado. Además, se han apoyado para ello en los inventarios de las cooperativas, donde vienen descritos los cultivos de cada una de las explotaciones socias. Con todo ello, están muy cerca de obtener una regla de decisión para aplicar en cualquier parte del mundo, sin tener que ir al campo a

cotejar los resultados obtenidos con las imágenes de satélite. En la última fase del proyecto, el grupo de la escuela de ingeniería almeriense trabaja en el desarrollo de un algoritmo que automatice todo el proceso, de manera que solamente dándole a un botón, se pongan en marcha todas las acciones y se obtengan unos resultados sobre la superficie elegida. Sin embargo, esta tarea es ciertamente complicada y está suponiendo uno de los retos más importantes de este proyecto. En cualquier caso, la operabilidad del sistema resulta razonable y, aunque todavía no lo tienen automatizado, sí se obtienen resultados muy fiables de una superficie de unos 10x12 kilómetros en tan solo una semana. ¿Qué signos interpretan los investigadores para saber qué cultivo hay en un invernadero? Para dar respuesta a esta incógnita, los investigadores emplean los índices. Por ejemplo, en el caso del reconocimiento de invernaderos de pimiento, la clave, o mejor dicho, el



índice que les lleva a interpretar que se trata de este cultivo es la intensidad del blanqueo del invernadero.

Las características del cultivo de pimiento obliga a que el blanqueo del invernadero sea de una intensidad mayor. Entonces, cada vez que los investigadores se topan con un invernadero que presenta estos niveles de blanqueo saben que están ante una explotación de pimientos. Han conseguido un nivel de acierto de hasta un 93 por ciento.

Por ejemplo, en el caso de la sandía y el melón, el índice empleado para su reconocimiento es el del índice de masa vegetal. Estos cultivos tienen un pico fuerte de vegetación en abril y mayo, que los diferencia del resto. Entonces, gracias a esta característica del cultivo es como reconocen que se trata de un invernadero de sandía o melón.

La fiabilidad del sistema es “muy buena” en pimiento y sandía; “buena”, en tomate y pepino; y “regular”, en el reconocimiento de invernaderos de berenjena y calabacín.

GreenhouseSat es un proyecto del Programa Estatal de Investigación, Desarrollo e Innovación Orientada a los Retos de la Sociedad. Aunque está coordinado por la Universidad de Almería, en él trabajan investigadores de las universidades de Jaén, León, Vigo, el IFAPA, así como grupos de las universidades de Akdeniz (Turquía), y las italianas de Perugia, Bari y Nápoles. Y han colaborado las cooperativas almerienses Murgiverde y Vicasol.

Todos esperan continuar con esta línea de trabajo, a través de un nuevo proyecto solicitado para poner en marcha estas técnicas en terrenos de Marruecos, Turquía e Italia. □