

# Identificación basada en objetos de cultivos hortícolas bajo invernadero a partir de estéreo imágenes del satélite WorldView-3 y series temporales de Landsat 8

Proyecto GreenhouseSat: <https://www.ual.es/Proyectos/GreenhouseSat>

## 1.- Introducción y Objetivos

En estos últimos años y en el marco de dos proyectos nacionales de investigación: (1) **Proyecto del Plan Nacional de Investigación** con referencia **CTM2010-16573/TECNO** (<http://www.ual.es/Proyectos/GEOEYE1WV2/index.htm>) y (2), Proyecto del **Programa Estatal de Investigación**, RETOS DE LA SOCIEDAD con referencia **AGL2014-56017-R** (<https://www.ual.es/Proyectos/GreenhouseSat>) nuestro grupo de investigación ha demostrado las capacidades de las imágenes de satélites de muy alta resolución (QuickBird, IKONOS, GeoEye-1, WorldView-2) para generar productos georreferenciados de precisión, como son ortoimágenes PAN y fusionadas (pansharpened), Modelos Digitales de Superficies (DSMs), o mapas de usos de suelos en ambientes urbanos mediante técnicas de análisis de imágenes basada en objetos (OBIA).

Por otra parte, el área mediterránea acoge una de las mayores concentraciones de cultivos protegidos del mundo (Fig. 1). Este sistema productivo está registrando un rápido incremento de superficie en países como China o Marruecos.

El objetivo fundamental del proyecto AGL2014-56017-R es detectar y clasificar, de manera totalmente remota y utilizando únicamente imágenes ópticas y multitemporales de distintos satélites, los cultivos hortícolas que crecen bajo invernadero en cualquier parte del mundo. Conociendo la superficie invernada dedicada a cada cultivo en una campaña, podríamos estimar la producción de determinados productos hortícolas cultivados bajo los invernaderos, incluso antes de que el propio producto sea recolectado e introducido en el mercado.



Figura 1. Imágenes Landsat mostrando el incremento de invernaderos en el Campo de Dalías.

## 2.- Fases del Proyecto

### 2.1. Zona Piloto

La zona de estudio elegida para este proyecto se sitúa en la comarca agrícola del Campo de Dalías, en Almería. La zona piloto tiene una forma rectangular de unos 8000 m de ancho por 10000 m de alto, y ocupa parte de los términos municipales de El Ejido, La Mojenera y Vícar (Fig. 2).

### 2.2. Fases Generales y Específicas

#### I.- Detección remota de invernaderos:

I.1.- Orientación remota de estéreo pares de WorldView-3. Orientación o triangulación del estéreo par de WorldView-3 sin necesidad de medir en campo puntos de control (Ground Control Points; GCPs). En este punto se pretende estudiar la pérdida de precisión en el proceso de orientación de imágenes de satélite debido a la no disponibilidad de GCPs de calidad medidos con DGPS en campo. Se ensayarán diferentes propuestas para suplir esta falta de información.

I.2.- Generación del nDSM. Optimización de la precisión alcanzable en la obtención de un nDSM extraído en zonas de invernaderos a partir de estéreo pares de WorldView-3. En este punto se ensayarán diferentes algoritmos de correlación automática de imágenes (dense matching) para extracción de DSM y distintos algoritmos de filtrado para obtener un DTM (Fig. 3).

I.3.- Segmentación de la imagen. En este punto trataremos de proponer una metodología para generar una segmentación en zonas invernadas, donde el objetivo será que cada invernadero en la zona quede totalmente incluido en el menor número de segmentos u objetos resultantes del proceso de segmentación, evitando la sub-segmentación (Fig. 4).

I.4.- Detección y clasificación de invernaderos. Utilizando como fuentes de datos, las ortoimágenes PAN, MS y pansharpened y el nDSM generadas a partir del estéreo par de WorldView-3 (Fig. 5), se pretende clasificar los objetos segmentados en el punto anterior que se corresponden con la clase invernaderos.

#### II.- Identificación de cultivos bajo invernaderos:

II.5.- Optimización del preprocesado de imágenes Landsat 8 (Fig. 5). Una vez detectados los segmentos de la clase invernaderos (O I.3 y I.4), nos apoyaremos en imágenes multi-temporales de Landsat 8 tomadas a lo largo de una campaña agrícola para lograr la identificación de cultivos bajo invernaderos. Las imágenes de la serie temporal de Landsat 8 tendrán que ser preprocesadas mediante correcciones atmosféricas, pansharpened y rectificación.

II.6.- Identificación del cultivo mediante OBIA y Data Mining. Para cada imagen fusionada de la serie temporal de Landsat 8 (Fig. 6) preprocesada y para cada segmento de la clase invernadero obtenido en el Objetivo I, se extraerán diferentes características (e.g., espectrales, de textura, índices de vegetación). Con estas características se emplearán árboles de decisión para analizar los datos de entrada, y tras las fases de entrenamiento y validación, construir el árbol de decisión que nos seleccione las características y umbrales óptimos para la identificación de cultivos bajo invernadero (Fig. 7).



Figura 2. Zona piloto.

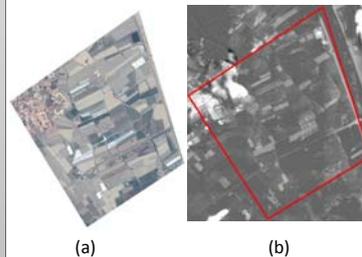


Figura 3. Ortoimagen pansharpened de WorldView-2 (composición RGB) (a), y nDSM generado a partir del estéreo par PAN de WorldView-2 (b)

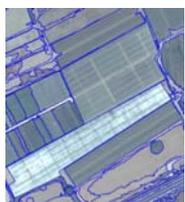


Figura 4. Segmentación de imagen con eCognition.



Figura 5. Izquierda: Ortho Imagen MS (1.6 m) WV2, 30 Sept. 2013. Derecha: Ortho Imagen pansharpened (15 m) Landsat 8, 12 Sept. 2013.

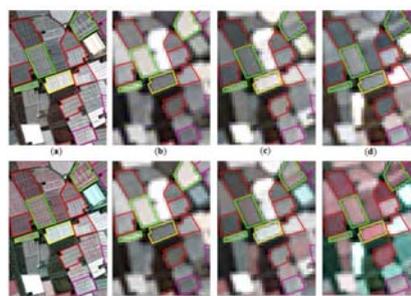
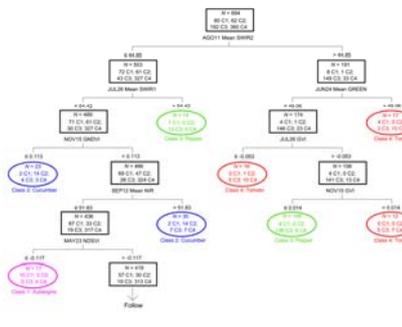


Figura 6. Ortoimagen de WV2 MS y ortoimágenes multi-temporales de Landsat 8 pan-sharpened mostrando la evolución de los cultivos bajo invernadero en el tiempo. (a) WV2 RGB 30 Septiembre; (b) Landsat 8 RGB 11 Agosto; (c) Landsat 8 RGB 12 Septiembre; (d) Landsat 8 RGB 15 Noviembre; (e) WV2 falso color (NIR R G) 30 Septiembre; (f) Landsat 8 falso color 11 Agosto; (g) Landsat 8 falso color 12 Septiembre; (h) Landsat 8 falso color 15 Noviembre. Objetos en rojo = tomate, verde = pimiento, morado = berenjena y amarillo = pepino.

## 3.- Resultados

Primeros resultados obtenidos en la campaña de otoño de 2013 en colaboración con VICASOL. Árbol de decisión calculado para la serie temporal de Landsat 8. N es el número de objetos en cada nodo, Class 1 (C1) = aubergine (berenjena), C2 = cucumber (pepino), C3 = pepper (pimiento), C4 = tomato (tomate). AGO11, 11 Agosto; JUL26, 26 Julio; JUN24, 24 Junio; NOV15, 15 Noviembre; SEP12, 12 Septiembre.



Combinations	No. of Features	OA (%)	Kappa Coefficient				F1 (%)	
			Aubergine	Cucumber	Pepper	Tomato		
Only Landsat	26 July, August, September	63	75.5	0.56	17.6	39.0	81.4	81.9
	26 July, August, September, November	84	77.6	0.62	26.3	51.3	87.3	83.7
WV2 + Landsat	8 June, 26 July, August, September, November	105	79.8	0.66	45.4	52.5	87.9	85.0
	May, 8 June, 26 July, August, September, November	126	79.3	0.66	43.5	56.3	87.4	85.4
WV2 + Landsat	WV2: 26 July, August, September	103	76.9	0.62	54.8	52.6	83.2	82.4
	WV2: 26 July, August, September, November	124	81.1	0.69	55.5	67.2	85.6	86.0
WV2: 8 June, 26 July, August, September, November	145	82.1	0.71	64.5	66.7	84.2	87.5	

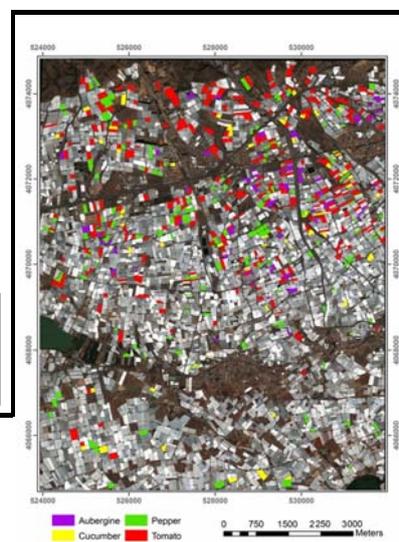


Figura 7. Detección de cultivos bajo invernadero.