

Actualización de mapas de cultivos en las Islas Canarias por medio de imágenes de satélite de muy alta resolución espacial

M. Labrador-García¹, M. Arbelo² y Lara A. Arroyo³

¹ GMR Canarias. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente. Gobierno de Canarias. C/ Subida al Mayorazgo, 24-portal B. 38110 Santa Cruz de Tenerife (Islas Canarias, España). Correo electrónico: mauriciolg@gmrcanarias.com

² Grupo de Observación de la Tierra y la Atmósfera (GOTA). Universidad de La Laguna (Islas Canarias, España).

³ Centro de Investigación del Fuego (CIFU). Fundación General del Medio Ambiente de Castilla La Mancha.

RESUMEN

Una imagen de satélite de muy alta resolución (GeoEye-1) fue empleada para estudiar su viabilidad en la actualización de los mapas de cultivos en la isla de Tenerife. La imagen fue ortorectificada y clasificada tomando como base la información obtenida en el trabajo de campo posterior a su adquisición. El método de clasificación aplicado fue el de la máxima probabilidad (maximum likelihood). El resultado de la clasificación fue adaptado a la malla del mapa de cultivos en un proceso de vectorización. Los resultados (raster y vector) fueron analizados por medio de una matriz de errores. Ambas metodologías mostraron buenos resultados, aunque la imagen ráster ofreció una mayor precisión global.

Palabras clave: Teledetección, GeoEye-1, agricultura, clasificación.

ABSTRACT

A very high resolution satellite image (GeoEye-1) was used for testing the update of agricultural maps in the island of Tenerife (Canary Islands, Spain). The image was orthorectified and classified based on ground truth data, collected a few days after the acquisition of the satellite image. The classification technique was maximum likelihood. The classified raster image was adapted to the cadastral vector layer through a process of vectorization. The results (raster and vector) were analyzed by means of error matrices and compared to each other. Both methodologies showed good results, although the raster image gave the best overall accuracy.

Keywords: Agriculture, remote sensing, GeoEye-1, classification.

INTRODUCCIÓN

Los mapas de cultivos son una herramienta fundamental para la gestión del territorio en Canarias. Debido a la pequeña extensión de las islas, el medio rural se entremezcla con frecuencia con el urbano, por lo que para llevar a cabo políticas y/o actuaciones eficaces es necesario un preciso y actualizado inventario cartografiado de los diferentes cultivos presentes en la isla

Hasta el día de hoy, los mapas de cultivos en Canarias se han realizado mediante un intenso trabajo de campo, identificando los cultivos a pie de finca. Este método, aunque preciso, es

demasiado costoso, lo que lleva a que la renovación de estos mapas tome más tiempo del que sería necesario para ser una herramienta eficaz de gestión del territorio.

El empleo de imágenes de satélite para la detección de cultivos es una técnica empleada con frecuencia en muchos ámbitos. Sin embargo, en un territorio tan fragmentado y con parcelas de pequeña superficie, como en las islas Canarias, los satélites usados tradicionalmente en este tipo de trabajos están limitados por su resolución espacial.

El lanzamiento de satélites con sensores de muy alta resolución espacial en los últimos años,

abre un campo de posibilidades al empleo de la teledetección en la identificación de cultivos en territorios en los que el tamaño de los elementos a identificar no permite el uso de satélites de menor resolución espacial.

ZONA DE ESTUDIO Y DATOS

La zona elegida para este estudio se encuentra en las medianías del sur de la isla de Tenerife, entre los 800 y los 1500 metros sobre el nivel del mar. Abundan principalmente cultivos de viña y papa, además de terreno arable y suelo agrícola no cultivado. Ocupa una superficie total de unos 50 Km². Existen en la zona otros cultivos que ocupan mucha menor superficie y que no han sido tenidos en cuenta en este estudio.



Imagen 1: Muestra de imagen de GeoEye-1 de la zona de estudio.

Una imagen del satélite GeoEye-1 fue programada en la fecha en la que el cultivo estacional más importante de la zona se encontraba en máximo desarrollo. La imagen se captó el día 3 de octubre de 2010. GeoEye-1 dispone de un sensor multiespectral, con 4 bandas (450-520 nm, 520-600 nm, 625-695 nm, 760-900 nm), y 2 m/píxel de resolución espacial y una banda pancromática (450-900 nm), de 0,5 m/píxel. La imagen adquirida se recibió en el nivel de mínimo procesado (GeoTM). Por lo tanto, estaba corregida radiométricamente, orientada y proyectada en el sistema de coordenadas UTM – WGS 1984, aunque no estaba ortorectificada. (<http://www.geoeye.com/Corpsite>)

Entre los días 6 y 13 de octubre, fue realizado el trabajo de campo con el fin de obtener la

información necesaria para realizar la clasificación y validar los resultados. Este trabajo consistió en la realización de un muestreo aleatorio de parcelas, teniendo en cuenta que todos los cultivos y usos del suelo representativos de la zona de estudio quedaran registrados. En total se visitaron 170 parcelas de cultivo, de las que se obtuvo la siguiente información: Cultivo, estado de desarrollo, fecha de paso y el código de la fotografía tomada a pie de finca. Esta información fue recogida en formato shape empleando un tablet PC. Un GPS sincronizado con el equipo ayudó a la orientación en campo y a la ubicación de las parcelas a muestrear.

METODOLOGÍA

Corrección de las imágenes

La imagen fue ortorectificada empleando la información del fichero RPC (rational Polynomial coefficient) suministrado con la imagen (Fraser, 2009) y un modelo de elevación del terreno de 10 m/píxel de resolución espacial (GRAFCAN, 2010). El desfase de altura del geoide en la zona de estudio se obtuvo por medio de un calculador de ondulación en unas coordenadas determinadas (Rapp, 1982). Con esta metodología no fueron necesarios puntos de control para realizar la ortorectificación.

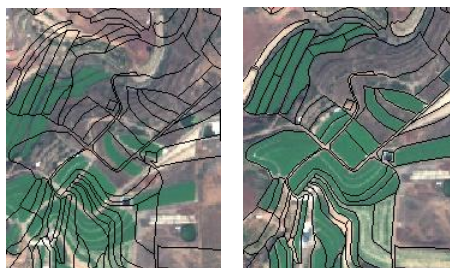


Imagen 2: Muestra de imagen de GeoEye-1 y malla catastral, antes y después de la ortorectificación.

No se consideró necesaria la corrección atmosférica de la imagen debido a que se trata de un estudio desarrollado sobre una sola imagen, por lo que los valores originales (DN) de cada píxel podían usarse directamente en la fase de clasificación.

Por otra parte, en cuanto a la corrección de las diferencias de reflectancia debido a la orografía del terreno, el modelo de elevación del terreno disponible tiene una resolución espacial

de 10 m, mucho más pequeña que los 2 m/píxel de la imagen satelital, lo que no permite una óptima corrección de este tipo. En cualquier caso, el efecto de nivelación del terreno que tiene el aterrazado típico de los cultivos de la zona debería mitigar en gran medida el efecto que pudiera tener el ángulo de incidencia solar sobre laderas con distinta orientación solar.

Clasificación

Un paso previo a la clasificación fue la creación de una máscara que limitara el análisis únicamente a la superficie agraria útil. Se empleó el último mapa de cultivos de la zona para excluir del estudio el territorio que correspondía a suelo urbano (edificaciones y viales), eriales y montes. De esta forma se simplificó el análisis evitando introducir en el proceso de clasificación usos del suelo que están fuera de este estudio.

El método de clasificación empleado fue el de máxima probabilidad. Un número variable de muestras fueron necesarias, en cada clase, para completar el proceso de entrenamiento. Fue necesario dividir las clases en subcategorías con el fin de reflejar la variabilidad en el estado fenológico de los cultivos, técnicas de cultivo o tipo de suelo. Las 4 clases a distinguir fueron: suelo agrícola abandonado, huerta limpia, papa y viña. Cada una de estas clases se dividió a su vez en dos categorías, excepto la viña, que se dividió en tres. De esta forma, el número total de usos del suelo a clasificar fue de 9. Una vez hecha la clasificación las subclases fueron de nuevo reagrupadas.

Los resultados de la clasificación fueron contrastados con la información recogida en campo y analizados, a nivel de píxel, por medio de una matriz de errores, obteniéndose los siguientes resultados, mostrados en las Tablas 1 y 2.

	papa	abandono	h. limpia	viña	total
papa	5.280	0	101	0	5.381
abandono	0	2.539	33	665	3.237
h. limpia	0	5	2.737	140	2.882
viña	13	200	0	4.936	5.149
total	5.293	2.744	2.871	5.741	16.649

Tabla 1: Matriz de errores de la imagen clasificada, desarrollada a nivel de píxel.

h. limpia = huerta limpia o terreno arable

	producer accuracy	user accuracy
papa	99,8%	98,1%
abandono	92,5%	78,4%
h. limpia	95,3%	95,0%
viña	86,0%	95,9%
Total accuracy		93,1%

Tabla 2: Resultados de la clasificación de la imagen raster, desde el punto de vista del productor, del usuario y precisión global.

Los resultados de la matriz de errores muestran una buena clasificación en general, destacando el cultivo de la papa y la huerta limpia, que se clasificaron con precisiones por encima del 95%, tanto desde el punto de vista del “usuario” (*user accuracy*) como desde el “productor” (*producer accuracy*). Las otras dos clases presentes en el estudio presentan precisiones algo más bajas, produciéndose una cierta confusión entre la viña y el terreno en abandono. Este hecho puede ser debido a que el sistema de conducción de la viña y el grado de cobertura vegetal, influyen en las respuestas espectrales de este cultivo.

Vectorización de la imagen clasificada

El mapa de cultivos que desarrolla y utiliza el Gobierno de Canarias se encuentra en formato vectorial (López-Mazaneres, 2009), ya que permite mejores posibilidades de análisis y manejo que un mapa en formato raster (como realizar consultas basadas en los códigos de cada parcela). Es por ello que el resultado final de esta clasificación fue vectorizado y adaptado al formato actual del mapa de cultivos. La malla que sirve como base al mapa de cultivos proviene de la malla catastral, que ha sido modificada durante los trabajos de elaboración de los anteriores mapas de cultivos.

El proceso de vectorización se realizó superponiendo la imagen clasificada (raster) a la malla vectorial del mapa de cultivos y asignando a cada parcela la clase mayoritaria. En este proceso se asume que cada parcela contiene una clase predominante, que será la que defina el cultivo para cada una de las parcelas del mapa de cultivos. El resultado fue evaluado igualmente en contraste con el trabajo de campo, pero en este caso a nivel de parcela.

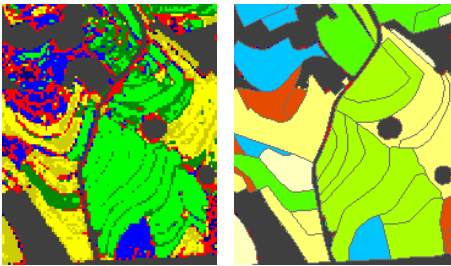


Imagen 3: Izquierda, imagen clasificada en formato raster. A la derecha, vectorización de los resultados de la clasificación, asignando la clase mayoritaria a cada parcela.

Los resultados se presentan en las Tablas 3 y 4.

	papa	abandono	h. limpia	viña	total
papa	36	1	0	0	37
abandono	2	15	7	13	37
h. limpia	0	0	37	2	39
viña	0	0	1	15	16
total	38	16	45	30	129

Tabla 3: Matriz de errores desarrollada a nivel de parcelas

	producer accuracy	user accuracy
papa	94,7%	97,3%
abandono	93,8%	40,5%
h. limpia	82,2%	94,9%
viña	50,0%	93,8%
total accuracy		79,8%

Tabla 4: Resultados de la clasificación de la imagen vectorizada, desde el punto de vista del productor, del usuario y precisión global.

Los resultados obtenidos tras la vectorización ofrecen una menor precisión que los de la clasificación en formato raster. Se observa una sobreestimación del terreno abandonado en detrimento del cultivo de la viña, que ha sido infraclasificado.

CONCLUSIONES

La metodología desarrollada para la obtención del mapa de cultivos partiendo de una imagen de satélite de muy alta resolución ha mostrado ser válida en la zona de estudio.

Sin embargo, será necesario el trabajo con imágenes multitemporales y mejorar del proceso de vectorización para aumentar la precisión de los resultados, de tal forma que el resultado final permita usar el mapa de cultivos como

herramienta de gestión del territorio.

El escaso desarrollo vegetativo de la viña en la fecha de adquisición de la imagen puede haber influido en la pobre clasificación y su confusión con terreno abandonado. El empleo de imágenes en otras fechas podría mejorar los resultados.

Asumir que las parcelas provenientes del mapa de cultivos definen los límites entre diferentes cultivos y usos del suelo, ha provocado una disminución en la precisión de los resultados tras el proceso de vectorización.

Por lo tanto, el desarrollo de una clasificación basada en análisis por objetos, que realice una segmentación previa de la imagen, respetando los límites parcelarios, podría mejorar la precisión final del mapa de cultivos.

BIBLIOGRAFÍA

FRASER, C.S. y RAVANBAKHS, M., 2009. *Georeferencing accuracy of GeoEye-1 imagery*. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing.

GRAFCAN S.A., 2010. *Modelo Digital del Terreno en Canarias (años 2004 - 2006)*. <http://www.grafcan.es>.

LOPEZ-MANZANARES, FERNANDO, 2009. *Mapa de cultivos de la isla de Tenerife. Campaña agrícola 2007/2008. Metodología*. Área de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas. Cabildo de Tenerife.

RICHARD H. RAPP, 1982. *A Fortran Program for the Computation of Gravimetric Quantities from High Degree Spherical Harmonic Expansions, Report 334*. Department of Geodetic Science and Surveying, The Ohio State University, Columbus.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado dentro del marco del proyecto SATELMAC (www.satelmac.com), financiado con fondos FEDER, dentro del Programa de Cooperación Transnacional MAC-2007-2013.