

SIGNATURAS TEMPORALES PARA DISCRIMINAR LAS CUBIERTAS VEGETALES EN LA PENÍNSULA

A. Pérez-Hoyos y F.J. García-Haro.

*Unidad de Investigación de Teledetección, Facultad de Física, Universidad de Valencia C/ Dr Moliner, 50.
46100 Burjassot, Valencia (Spain) Ana.Perez-Hoyos@uv.es*

RESUMEN

En un estudio previo sobre la comparación de las clasificaciones globales más representativas a nivel de Península Ibérica GLC2000, CORINE y GLOBCOVER, se han encontrado inconsistencias. Por tanto, el objetivo del presente trabajo es aprovechar el alto potencial espectral y temporal que ofrecen los sensores de nueva generación para obtener una clasificación. La clasificación resultante obtenida a partir de la trayectoria temporal de la Fracción de Cobertura Vegetal (FVC) presenta un acuerdo con los productos actualmente disponibles de alrededor 60% a nivel de las 7 clases dominantes en la Península Ibérica. Este valor es del mismo orden o incluso superior al acuerdo que presentan los diferentes productos entre sí. El mapa obtenido permite resolver algunas de las inconsistencias que dichos productos presentan.

ABSTRACT

Accurate and reliable information on land cover is needed both for climatic, agricultural and environmental applications. A preliminary analysis has evidenced important inconsistencies among the most representative land cover cartographies in the Iberian Peninsula, GLC2000 (Global Land Cover), CORINE Land Cover y GLOBCOVER. The aim of this work is to profit the high spectral and temporal potential provided by sensors of last generation like MODIS, to produce a refined land cover classification. The study is focused in reclassified areas that present not agreement between classification using like training data coincident areas. The result, based in temporal profile of FVC (Fraction Vegetation Cover) presents an accuracy of 60% and shows a good consistency with existent products.

Palabras clave: cubiertas del suelo, GLOBCOVER, CORINE, GLC2000, FVC, Península Ibérica.

INTRODUCCIÓN

La elaboración de información sobre las cubiertas del suelo y los estudios sobre sus cambios es una herramienta indispensable para la planificación y ordenación del territorio, la gestión sostenible de los recursos y observación del clima. Este trabajo se enmarca en el contexto de proyecto DULCINEA, cuyo objetivo principal es la obtención de variables biofísicas de la cubierta vegetal a nivel de la Península Ibérica y el estudio de su interacción con variables climáticas. En este contexto, una adecuada caracterización de la superficie es un elemento esencial para modelar los parámetros de la cubierta y estratificar el paisaje en zonas homogéneas para su posterior análisis.

Los principales productos de cubiertas del suelo en la Península Ibérica incluyen cartografías elaboradas a través de tres iniciativas internacionales a nivel continental, como son el Global Land Cover (GLC2000) del JRC, CORINE (*Coordination of Information on the Environment*) de la UE y la más reciente GLOBCOVER de la ESA. Además existen distintas clasificaciones regionales centradas en zonas menos extensas, como por ejemplo Cataluña

(Ej. Lobo *et al.* 2004) y Portugal (Carrão *et al.* 2006). El objetivo de este trabajo es aprovechar el alto potencial espectral y temporal que ofrecen los sensores actuales (Ej. MODIS) para derivar información precisa sobre la cobertura de suelo en la Península Ibérica. Se presenta un método automático para elaborar una cartografía de la Península basado principalmente, en la trayectoria anual de la cubierta vegetal. El uso de información temporal ha permitido mejorar la precisión de la clasificación obtenida, y agrupar las superficies naturales en clases con comportamiento fenológico similar, facilitando así su caracterización. Estudios muy recientes (Pérez-Hoyos *et al.* 2009, este volumen) han mostrado importantes diferencias e inconsistencias entre las clasificaciones actualmente disponibles. Se pretende, por tanto, resolver algunas de dichas inconsistencias y obtener un producto que sea compatible con las clasificaciones disponibles actualmente (GLOBCOVER, CORINE, GLC).

METODOLOGÍA

Las áreas de entrenamiento se han extraído a partir de las regiones coincidentes entre las tres clasificaciones de la Península seleccionadas:

CORINE (100m), GLC (1 km) y GLOBCOVER (300m). Un paso previo ha consistido en proyectar en un mismo sistema geográfico y remuestrear las distintas clasificaciones a una resolución espacial común (1 km). En el proceso de agregación, el píxel viene representado por la clase, mientras que la información sobre la heterogeneidad interna en cada píxel se utilizará posteriormente (Ej. selección áreas homogéneas).

Para establecer una correspondencia entre leyendas, se ha utilizado el sistema de armonización y estandarización de leyendas LCCS (*Land Cover Classification System*) de la FAO (*Food and Agricultural Organization*). La ventaja de utilizar esta nomenclatura radica en que se facilita la comparación y relación directa entre clases. Se han elaborado diferentes leyendas con varios niveles de detalle (18, 14 y 9 clases), en función del grado de agregación entre los distintos tipos de cubiertas. La clasificación final se ha realizado utilizando una leyenda de 14 clases. Para discriminar las cubiertas vegetales se han utilizado las siguientes variables:

(1) Trayectorias intra-anales de la cobertura vegetal (FVC), calculadas mediante un modelo probabilístico de análisis de mezclas espectrales (García-Haro *et al.*, 2005) a partir de datos de reflectividad MODIS con una resolución espacial de 1 km. Los perfiles temporales corresponden al valor medio de un periodo de 9 años. La utilización de curvas típicas durante un periodo amplio proporciona una mayor representatividad de la superficie. Así, el hecho de que GLOBCOVER utilizara datos de un periodo (2005-2006) de sequía prolongada en la Península Ibérica debe originar un sesgo en la clasificación, tendente a favorecer las clases con una presencia de vegetación menor.

(2) Parámetros fenológicos de la cubierta, extraídos mediante un análisis de fourier: amplitudes de los ciclo anual y semestral, constante del modelo (que representa el valor medio de la FVC durante el periodo) y fase anual (que representa el periodo de máximo desarrollo).

(3) Dos imágenes sintéticas de reflectividad, correspondientes a los periodos de máxima/mínima presencia de la vegetación durante el año. Estas variables permitieron mejorar la separabilidad de los bosques de coníferas, por sus valores bajos de brillo en todas las bandas.

Se han considerado diferentes técnicas de clasificación supervisada, tanto paramétricas (máxima verosimilitud) como no paramétricas (k vecinos más cercanos, k -NN) y semi-paramétricas (mezcla de gaussianas). Se han considerado técnicas para la selección óptima del conjunto de bandas, con el fin de utilizar un conjunto reducido que maximice

la precisión de los clasificadores. Para la selección del clasificador óptimo se ha contado con un conjunto de áreas (878 píxeles) de entrenamiento extraídas de mapas de referencia. El acuerdo entre el mapa de clasificación obtenido y el resto de clasificaciones disponibles se ha evaluado utilizando tablas de contingencia y estadísticos globales.

RESULTADOS

La Figura 1 muestra el perfil temporal medio de la cobertura vegetal (FVC) para los diferentes tipos de cubiertas. Se observa que las masas boscosas son las cubiertas que presentan un mayor valor cobertura, oscilando los valores entre 0.5 y 1. Los bosques de frondosas y mixtos presentan valores que describen curvas similares, aunque en el caso del bosque mixto, estos valores son ligeramente inferiores. En contraposición con los bosques de coníferas que presentan menor variabilidad anual y valores significativamente menores (~0.4). Las áreas con vegetación esclerófila y zonas no irrigadas presentan curvas relativamente similares con oscilaciones de 0.2 unidades y un máximo primaveral.

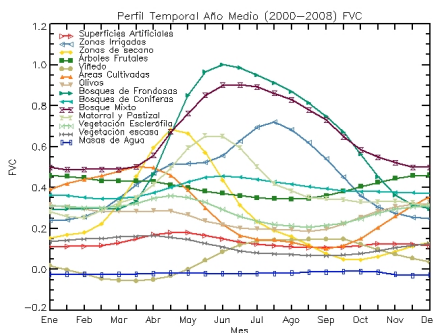


Figura 1 – Perfil temporal de año medio de FVC para diferente tipos de cubiertas.

En el caso de los cultivos no irrigados se produce el máximo alrededor de Abril, mientras que en la vegetación esclerófila está retrasado un mes. Esto produce que a nivel de clasificación muchas zonas presenten una mala asignación.

En lo que respecta a los cultivos permanentes, la curva de la vid presenta valores muy bajos en los meses de invierno, donde prácticamente nos encontramos sobre suelo desnudo, obteniendo una curva que presenta valores máximos en los meses de agosto y septiembre. Al contrario ocurre con los árboles frutales, representados mayoritariamente por los cítricos, que presentan una escasa variabilidad intra-anual.

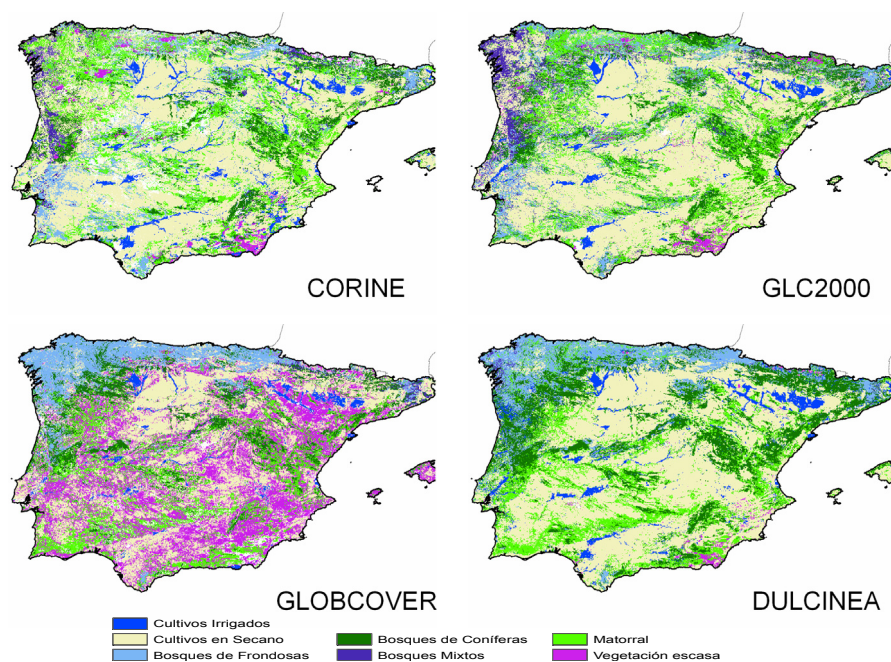


Figura 2 – Clasificación DULCINEA, GLOBCOVER, CORINE Y GLC derivada para 7 clases.

La Figura 2 presenta los resultados obtenidos, junto con el resto de clasificaciones seleccionadas. Todas ellas se han reclasificado a una nomenclatura de 9 clases, ello se justifica por el hecho de algunas de las clases (árboles frutales, olivo, vid) son específicas únicamente de CORINE, lo que imposibilita la comparación utilizando clases disgregadas. De las 9 clases resultantes, 2 de ellas (Áreas urbanas y Masas de agua) han sido enmascaradas por su menor interés y representatividad. Se puede observar que existen determinados tipos de cubierta que presentan gran inconsistencia entre las diferentes clasificaciones.

Destaca la clase Vegetación Escasa, puesto que tanto en CORINE como GLC y DULCINEA se localiza principalmente en el sureste de la Península con valores de ocupación que oscilan entre un 1-2%, mientras que en GLOBCOVER, el porcentaje es muy superior (29%), distribuyéndose por el conjunto del territorio y ocupando áreas que en el resto de clasificaciones se consideran zonas no irrigadas.

Dentro de las clases agrícolas, la detección de cultivos irrigados es bastante consistente entre

los diferentes productos, sin embargo en el caso de GLOBCOVER, la clasificación no recoge ni los arrozales de las Marismas del Bajo Guadalquivir ni el resto de zonas irrigadas de Andalucía que se encuentran bien delimitados en el Mapa de Usos y cubiertas elaborado por la Junta de Andalucía. En el caso de los cultivos No Irrigados, representa la clase más abundante con valores entre 48 y 51% para todas las clasificaciones a excepción de GLOBCOVER que sustituye las áreas no irrigadas por zonas de vegetación escasa.

Respecto a las especies de tipo forestal, en las zonas de la vertiente norte tanto en GLOBCOVER como en DULCINEA poseen una mayor representabilidad, atribuyéndose al hecho de que estas clasificaciones están realizadas a partir de firmas temporales que recogen la dinámica temporal de la vegetación a diferencia de las otras clasificaciones, como por ejemplo CORINE, en la que la clasificación está producida a partir de un instante puntual, de forma que la variabilidad temporal intrínseca a cada clase no se recoge. La masa forestal prepirenaica, formada principalmente por bosques de coníferas, queda recogida en la cartografía DULCINEA, a diferencia de GLOBCOVER donde se detecta débilmente.

Finalmente y en lo que respecta a la clase matorral, aunque las cuatro clasificaciones presenten una distribución espacial bastante similar, se puede observar que GLOBOVER y DULCINEA, presentan mayor semejanza de forma que se detectan zonas, ya delimitadas por otros autores (Araújo *et al.* 2006), en el sur de Portugal.

Tabla1- Acuerdo entre las distintas combinaciones de clasificaciones consideradas.

	COR	GLOB	DUL
GLC	0.67	0.45	0.62
COR		0.44	0.56
GLOB			0.51

Los valores de acuerdo global entre clasificaciones oscilan entre 0.44 y 0.67, que puede considerarse aceptables, teniendo en cuenta las diferencias en cuanto a las resoluciones espaciales y características geométricas de los distintos satélites utilizados. De hecho, se ha observa un aumento significativo de dichos valores escogiendo únicamente áreas homogéneas. El mayor acuerdo (67%) se obtiene entre GLC-CORINE. La clasificación DULCINEA, realizada en este trabajo, presenta valores de acuerdo del mismo orden o incluso superiores, si consideramos las tres posibles combinaciones, ya que es la que presenta un mayor acuerdo con GLOBCOVER, la cual es claramente la que muestra las mayores diferencias.

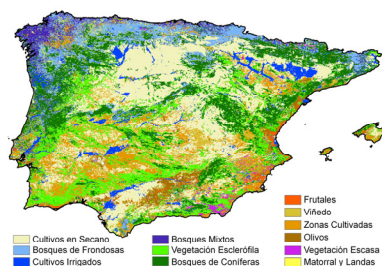


Figura 3 – DULCINEA para 12 clases.

En la Figura 3 se muestran los resultados para la clasificación obtenida con 12 clases. Las áreas de cultivo se discriminan en base a las diferencias en las curvas observadas previamente en la Figura 1. En esta clasificación, se puede observar que la FVC permite identificar correctamente la zona de Frutales, en su mayoría cítricos, del este de la Península, así como los viñedos de la zona de la Mancha y el Olivar, en su mayoría Andaluz. Respecto a los resultados del resto de clases, presentan resultados similares a los de la Figura 2. Esta clasificación con una precisión entorno al 60% presenta resultados bastante

similares encontrados a los estudios de (Carrão *et al.* 2006) llevados a cabo en Portugal, a partir de datos MERIS.

CONCLUSIONES

El perfil temporal de variables de la cubierta vegetal tiene una gran potencial para discriminar adecuadamente los ecosistemas dominantes en la Península Ibérica. Se ha realizado una clasificación automática de la zona en base a observaciones de la cobertura vegetal (FVC) derivadas en el proyecto DULCINEA a partir de productos MODIS. La clasificación obtenida es compatible con los productos más representativos y comúnmente usados, con un acuerdo similar o incluso superior al que muestran estos ente sí. Además, permite resolver algunas de las inconsistencias que estos presentan, en particular GLOBCOVER.

En el futuro se espera incrementar el número de zonas de seleccionadas, ya que es todavía limitado para caracterizar el conjunto de clases de la Península Ibérica, permitiendo mejorar tanto las fases de entrenamiento como la fiabilidad del proceso de validación de los diferentes algoritmos de clasificación considerados.

BIBLIOGRAFÍA

- Araújo, A and Caetano, M. 2006. Exploring Meris Images through temporal map algebra for land cover mapping: First Results. *Proceeding of the 2nd Workshop of the EARSEL SIG and Land Use and Land Cover. Bonn*, 28-30 Septiembre.
- Carrão, H., Capão, L., Bação, F. and M. Caetano. 2006. Meris Based Land Cover Classification with Self-Organizing Maps: Preliminary Results *Proceeding of the 2nd WS of the EARSEL SIG and Land Use and Land Cover. Bonn*, 28-30 Septiembre.
- García-Haro, F.J., Sommer, S., Kemper, T. 2005. Variable multiple endmember spectral mixture analysis (VMESMA). *International Journal of Remote Sensing*, 26, no. 10: 2135-2162.
- Lobo, A., Legendre, P., Rebollar, J.L.G., Carreras, J. and Ninot, J.M. 2004. Land cover classification at a regional scale in Iberia: separability in a multi-temporal and multi-spectral data set of satellite images. *International J. of R. S.*, 25, no.1: 205-213.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarca en los proyectos DULCINEA (CGL2005-04202) y ARTEMIS (CGL2008-00381).