

Validación directa de productos de vegetación de baja resolución en la zona agrícola de Barrax

F. Camacho-de Coca, B. Martínez y F.J. García-Haro

Dep. Termodinámica. Universitat de Valencia. Valencia. C/ Dr. Moliner, 50, 46100 Burjassot, Valencia.
Fernando.camacho@uv.es

Resumen

En este trabajo se presenta una validación directa de diferentes productos de vegetación de baja resolución sobre un área agrícola. En particular, nuestro interés es validar el algoritmo VMESMA, implementado en el sistema informático de LSA SAF (LandSAF), para estimar de forma operacional los parámetros FVC y LAI de la cubierta vegetal a partir de datos SEVIRI/Meteosat-8. El prototipo ha sido aplicado con datos VEGETATION (VGT) obtenidos en coincidencia con la campaña de campo SPARC (SPectra bARrax Campaign) realizada en el área agrícola de Barrax en julio de 2003. A partir de los datos de campo se derivaron mapas de alta resolución espacial de FVC, LAI y FAPAR para un área de 50x50 km², los cuales utilizamos como verdad-terreno para realizar una validación directa de nuestro algoritmo. Los mapas *in-situ* han sido degradados a 3 km y comparados con los mapas derivados con VGT a partir del algoritmo utilizado en Land SAF, así como los productos derivados en el proyecto CYCLOPES. Además, hemos incluido en la discusión los productos LAI y FAPAR derivados, para las mismas fechas, a partir de datos MODIS/TERRA.

Los resultados muestran que el algoritmo VMESMA implementado en Land SAF es el que presenta una mayor credibilidad respecto a la verdad-terreno tanto para la FVC ($r \sim 0.7$, RMSE < 0.09) como para el LAI ($r \sim 0.9$, RMSE < 0.18).

1. Introducción

Una de las principales tareas en los programas de observación de La Tierra es la producción operacional de variables biofísicas de la cubierta vegetal (FVC, LAI, FAPAR) a baja resolución para su utilización en estudios a escala global (ej., cambio global, predicción numérica, ciclo de carbono, desertificación) o en la implementación de tratados internacionales (ej., Kyoto).

Diferentes iniciativas como las europeas LSA SAF (LandSAF) de EUMETSAT, CYCLOPES (FP5) o Geoland (FP6) de la UE, o la americana

MODLAND de NASA persiguen poner a disposición de la comunidad de usuarios parámetros biofísicos de la superficie terrestre de forma operacional. Una vez diseñados e implementados los algoritmos, los productos deben ser validados. La validación de productos de satélite puede ser realizado mediante comparación con datos de campo (validación directa) o bien mediante comparación entre productos (validación indirecta).

La Universitat de Valencia ha desarrollado el algoritmo VMESMA para derivar los parámetros de vegetación en LandSAF [1]. Durante la fase operacional inicial (2005-2007) el principal objetivo es validar el algoritmo y los productos derivados, demostrando la credibilidad y competitividad de los mismos.

En este contexto, participamos en la campaña SPARC de la ESA, en julio de 2003, para obtener medidas *in-situ* de FVC, LAI y FAPAR sobre el área agrícola de Barrax [2]. Paralelamente, hemos aplicado el prototipo VMESMA [3] a datos BRDF de VGT coincidentes con la campaña para estimar la FVC y el LAI. Además hemos utilizado los productos derivados en CYCLOPES con los mismos datos VGT, así como los productos de MODLAND derivados con MODIS/TERRA.

El objetivo de este trabajo es evaluar dichos productos, con especial interés en los productos derivados con el algoritmo empleado en Land SAF, utilizando, para ello, como verdad-terreno los mapas derivados a partir de medidas *in-situ* sobre el área de estudio de Barrax.

2. Metodología

Del 12 al 14 Julio de 2003 se realizó la campaña de campo SPARC que reunía una serie de actividades relacionadas en torno a un interés común: la adquisición de datos de campo para su posterior uso en la validación de sensores y productos biofísicos. Los firmantes participamos en dicha campaña adquiriendo medidas de vegetación que sirvieron posteriormente para realizar los mapas de alta resolución de FVC, LAI y FAPAR, utilizando una función de transferencia entre las medidas *in-situ* y los valores de radiancias de la

imagen HRVIR2/SPOT-4 (SPOT In-Situ) de 20 m de resolución, tal y como se describe en [2].

Una vez han sido derivados los mapas *in-situ* de alta resolución, estos pueden ser degradados a la resolución espacial del producto que deseamos validar. Seleccionamos un área de 50x50 km² para que la validación tenga significación estadística.

En este estudio los productos de satélite utilizados son los siguientes:

- FVC, LAI y FAPAR producidos en CYCLOPES con datos VEGETATION (VGT) a partir del algoritmo versión 1 (VGT_CYCLOPES_v1) descrito en [4].
- FVC y LAI derivados con el algoritmo VMESMA en su versión 1 con los mismos datos VGT, tal y como ha sido implementado en la cadena de producción de Land SAF (VGT_LandSAF_v1) descrito en [1] y [3].
- LAI y FAPAR oficiales MODLAND derivados con datos MODIS-/TERRA (MODIS_MODLAND_c4) utilizando el algoritmo descrito en [5]. Estos productos son de la clase C4, es decir, productos mejorados que ya han sido validados.

Las principales características de los mismos son:

- VEGETATION: *Input*, Reflectividad TOC normalizada (k0 del modelo paramétrico de Roujean); *Resolución espacial*, 1 km; *Resolución temporal*, 10-días; *Proyección*, Platee Carre.
- MODIS: *Input*, Reflectividad TOC; *Resolución espacial*, 1 km; *Resolución temporal*, mensual; *Proyección*, ISIN.

El siguiente paso fue realizar un co-registrado de todos los productos, para lo que se escogió la proyección UTM. Posteriormente, se realizó un degradado a 3 km con lo que se consigue reducir el error en el co-registrado (± 1 píxel). La última etapa del trabajo consiste en calcular los estadísticos para extraer las conclusiones oportunas.

3. Resultados

• LAI

La figura 1 muestra los diferentes mapas de la zona de estudio a 3 km de resolución. La figura 1-a) corresponde al mapa de LAI mostrado en [2] para el área de 50x50 km². Podemos apreciar en la figura 1-a) la heterogeneidad de la zona, que está principalmente constituida por 3 grandes tipos de superficies: (i) Cultivos (píxeles más brillantes en

el centro de la imagen, el LAI alcanza un valor 2), (ii) Suelo desnudo (píxeles más oscuros, alrededor de los cultivos, valores próximos a cero) y (iii) vegetación natural (valores intermedios, LAI inferior a 1). Una inspección visual con los productos de satélite muestra ligeras diferencias entre los productos. La figura 2-b) (LandSAF_v1) es la que presenta una mayor similitud en la distribución espacial con relación a los valores *in-situ*, con valores más altos en la zona de cultivos. También se observa una muy buena correlación entre los dos mapas derivados a partir de VGT con los algoritmos empleados en LandSAF y CYCLOPES. Finalmente, la figura 1-d) pone de manifiesto que el LAI producido por MODLAND es el que presenta mayores discrepancias.

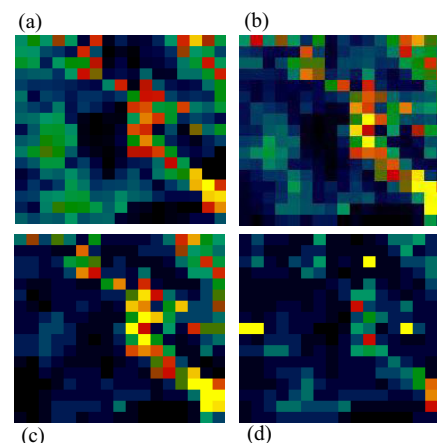


Figura 1: Mapas de LAI de la zona agrícola de Barrax obtenidos durante la campaña SPARC'03: (a) SPOT In-situ, (b) VGT_LandSAF_v1, (c) VGT_CYCLOPES_v1, (d) MODIS_MODLAND_c4. La leyenda de colores varía entre 0 y 2.

La figura 2 representa los valores del mapa *in-situ* frente a los productos evaluados. Podemos observar que el producto más consistente con el mapa *in-situ* es el derivado con el algoritmo empleado en LandSAF. La correlación es cercana a 0.90 con un RMSE inferior a 0.18. En el caso del algoritmo CYCLOPES la correlación de los datos es también muy alta, con un RMSE algo mayor (0.25) pero todavía inferior al error del mapa *in-situ* asociado al muestreo (RMSE~0.3), [2]. El producto LAI de MODIS es el que muestra claras discrepancias con la verdad-terreno y, por tanto, también con los otros productos. El producto MODIS subestima el LAI *in-situ* con un RMSE cercano a 0.6 (para un valor medio de LAI de 1), y presenta una correlación muy

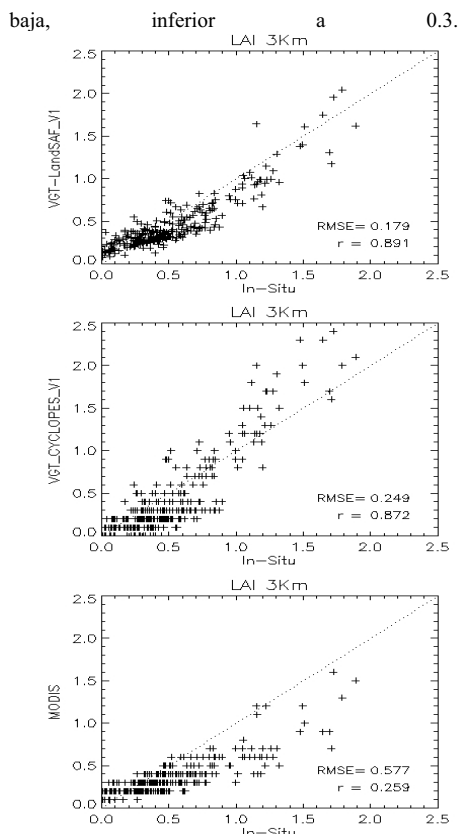


Figura 2: Diagramas de dispersión, error cuadrático medio (RMSE) y coeficiente de Pearson (r) entre los productos LAI de satélite y el mapa SPOT_In-Situ.

• FVC

En el caso de la FVC mostramos solamente los diagramas de dispersión entre el mapa de referencia (SPOT_In-Situ) y los productos derivados con VGT ya que MODLAND no produce FVC. La figura 3 pone nuevamente de manifiesto la buena correlación ($r > 0.7$) del algoritmo VMESMA empleado en Landsat con la información verdad-terreno. Existe una tendencia a sobreestimar los valores de FVC (sesgo positivo) aunque con un RMSE inferior a 0.09. Sin embargo, en el caso del algoritmo empleado en CYCLOPES se obtiene un mayor RMSE (0.16) y una muy baja correlación (0.34). Podemos observar que existe una fuerte sobreestimación de la FVC, que oscila entre un factor 2 y 7 para los valores más altos (FVC próxima a 0.8).

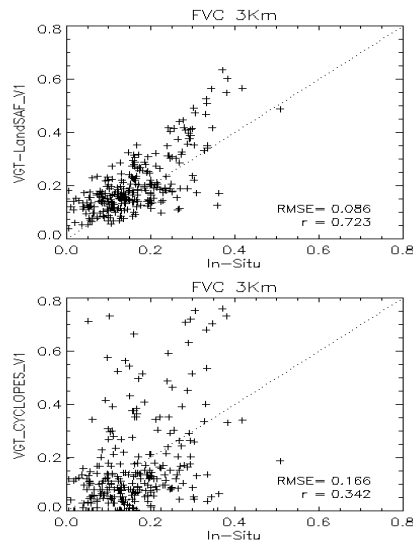


Figura 3: Igual que Figura 2 para los productos FVC.

• FAPAR

Por último, mostramos los resultados obtenidos con el FAPAR.

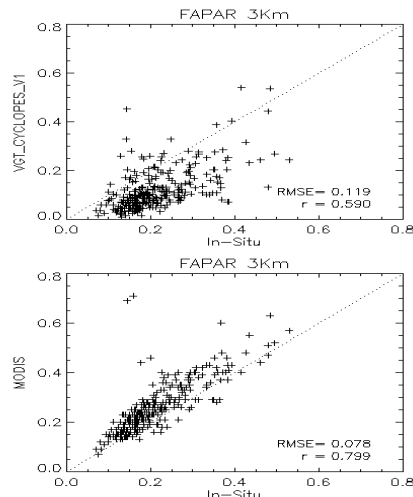


Figura 4: Igual que Figura 2 para los productos FAPAR.

La figura 4 muestra que el algoritmo CYCLOPES presenta una subestimación de la FAPAR respecto a los datos verdad-terreno, con una correlación baja (0.6) y un RMSE de 0.12. El producto MODIS LAI muestra unos resultados

sensiblemente mejores, con una correlación cercana a 0.8, y un RMSE inferior a 0.08, aunque con una tendencia general a sobreestimar ligeramente la verdad-terreno. El producto FAPAR MODIS es, por tanto, de gran credibilidad en la zona y fechas analizadas.

4. Conclusiones

En este trabajo hemos analizado la credibilidad de varios productos biofísicos de la vegetación a baja resolución espacial mediante validación directa con mapas derivados a partir de medidas *in-situ* y datos de alta resolución espacial. Entre ellos, el producto generado con el algoritmo VMESMA (empleado en Land SAF para derivar los parámetros de vegetación con datos Meteosat-8) a partir de datos BRDF de VEGETATION, y los productos CYCLOPES derivados a partir de la misma BRDF de VGT. Ambos algoritmos (LandSAF y CYCLOPES) son la versión 1, por lo que hemos utilizado también el producto MODIS en su versión 4. Las principales conclusiones son:

- En general, podemos decir que los productos son consistentes en cuanto a la distribución espacial obtenida, distinguiéndose claramente los tres tipos de superficie (cultivos, suelos y forestal) presentes en la zona de Barrax. Sin embargo, no todos los productos comparan igualmente con la información *in-situ*.
- Los mejores resultados se obtienen con el algoritmo LandSAF_v1 sobre VGT. La correlación es alta y el RMSE bajo tanto para el LAI como para la FVC. Los resultados obtenidos demuestran la credibilidad de nuestro algoritmo con datos de baja resolución.
- Los productos CYCLOPES_v1 muestran un comportamiento desigual, el LAI presenta buena correlación (0.87), el FAPAR una correlación aceptable (0.59) y la FVC una mala correlación (0.34) con los valores *in-situ*. Conviene recordar que la mala correlación puede ser también debida a errores en los mapas *in-situ*. En cualquier caso, el algoritmo utilizado basado en relaciones con índices de vegetación [4] no se ha mostrado preciso en la zona de estudio.
- Finalmente, el producto LAI MODIS, a pesar de ser un producto más desarrollado, presenta los peores resultados, y no tiene credibilidad suficiente para ser utilizado en esta zona de estudio. Por el contrario, el producto FAPAR MODIS es de una gran credibilidad.

Obviamente, los resultados obtenidos están limitados en el tiempo y en el espacio. Por ello, nuestra intención es ampliar la validación directa sobre el área de Barrax cubriendo un ciclo fenológico completo (Marzo-Septiembre), y extender el análisis a otras zonas de estudio con características diferentes. Por otro lado, se evaluará la consistencia de los productos derivados con distintos satélites (validación indirecta) sobre áreas extensas, para lo cual es necesario comenzar por analizar la consistencia de la BRDF derivada a partir de datos de diferentes sensores [6].

5. Agradecimientos

Este trabajo ha sido subvencionado, en parte, por los proyectos LSA SAF de EUMETSAT, IDEAS (REN2002-01495) de CICYT, y TEDECVA (GV04B-191) de GV. Los productos VEGETATION han sido obtenidos gracias al proyecto CYCLOPES de la UE.

6. Referencias

- [1] Camacho-de Coca, F. (2004). La anisotropía de la BRDF en la estimación de parámetros de la cubierta vegetal mediante teledetección. Tesis Doctoral. Doctorado Europeo. Universitat de Valencia. 404 pp.
- [2] Martínez, B., F. Camacho-de Coca y F. J. García-Haro, (2005). Estimación de parámetros biofísicos de la cubierta vegetal a alta resolución a partir de medidas *in-situ* obtenidas en SPARC'03. En este volumen.
- [3] Estimación de la fracción de cubierta vegetal a escala continental. F.J. García-Haro, F. Camacho-de Coca y J. Meliá. En este volumen.
- [4] Roujean, J.L. and R. Lacaze, (2002). Global mapping of vegetation parameters from POLDER multiangular measurements for studies of surface-atmosphere interactions. A pragmatic method and its validation. *Journal of Geophysical Research*, 107D, 10129-10145.
- [5] Knyazikhin, Y., J.V. Martonchik, R.B. Myneni, D.J. Diner and S. Running, (1998). Synergistic algorithm for estimating vegetation canopy LAI and fAPAR from MODIS and MISR data. *Journal of Geophysical Research*, 103 (D24): 32.257-32.275.
- [6] Verger, A., J.L. Roujean, F. Camacho-de Coca y J. Meliá. Intercomparación de la BRDF proporcionada por sensores de baja resolución espacial en zonas de bosque de Norte-América. En este volumen.