

IDENTIFICACIÓN DE REGADÍOS EN LA ZONA DEL VINALOPÓ EMPLEANDO DISTINTOS MÉTODOS DE CLASIFICACIÓN

A. Vidal, M. Montoliu y M. R. Moreno.

*Universidad Politécnica de Valencia, Dpto. Comunicaciones, E.T.S.I. de Telecomunicación, Camino de Vera s/n
46022 Valencia avidal@dcom.upv.es*

RESUMEN

El control del uso del agua para el riego de cultivos es una tarea interesante y costosa al mismo tiempo. En este trabajo se han evaluado distintas técnicas empleando imágenes de satélite para la identificación de cultivos y zonas de regadío en la cuenca del río Vinalopó. Se han usado imágenes del sensor ASTER en el rango visible y en el infrarrojo cercano empleando diferentes algoritmos de clasificación. En este trabajo se ha tenido en cuenta también el conocimiento previo del tipo de cultivo del cual se quiere detectar el riego. En este caso se obtienen excelentes resultados y esta información previa no resulta costosa de obtener puesto que en esta zona los cultivos que más prevalecen son la viña y el olivo. En ambos casos, los cultivos suelen permanecer en el tiempo y los resultados de riego pueden ser obtenidos satisfactoriamente de la firma espectral que presentan los campos en los meses de sequía. Se han comparado los resultados con medidas de campo y se han obtenido muy buenos resultados en la verificación, haciendo muy prometedora esta técnica para la monitorización del riego en esta zona.

ABSTRACT

The control of water usage for crop irrigation is a very interesting and costly task. This work evaluates several techniques for crop identification and irrigation detection in the river Vinalopó basin. ASTER images in the visible and near infrared region have been employed using several classification techniques. This work also takes into account a priori knowledge about the kind of crop in which irrigation must be detected. In the last case, excellent results are obtained and this previous information is not very difficult obtained because the most usual crops are vineyard and olive trees, which are long life crops. This allows to get very good irrigation results from the field spectral signature in the dry season. The results have been compared with in-situ measurements giving a very good agreement between them. Therefore, this is a very promising technique for irrigation monitoring in the test area.

Palabras clave: teledetección, regadío, clasificación de cultivos.

INTRODUCCIÓN

La teledetección está adquiriendo gran interés en los últimos años debido a la gran cantidad de aplicaciones dedicadas al estudio de imágenes de la Tierra (Chuvieco 1996). Esta disciplina proporciona información acerca del estado de la superficie del planeta, los océanos o la atmósfera. Los instrumentos de teledetección embarcados en satélites tienen la capacidad de captar en imágenes muchas características de la superficie, aún trabajando a gran distancia de la misma. Además, ahora se cuenta con un amplio abanico de posibles resoluciones espaciales y espectrales de imagen satelital.

La aplicación de teledetección que se desarrolla en este trabajo es la detección de riego en cultivos con el objetivo de la creación de inventarios. El hecho de que los inventarios de cultivos mediante visitas de campo sean tan caros en

recursos, nos hace plantearnos la necesidad de profundizar en métodos ágiles que proporcionen información fiable del terreno, tales como los obtenidos por la teledetección.

La técnica de clasificación temática de cultivos mediante imágenes procedentes de un sensor embarcado en una plataforma espacial tiene numerosas ventajas, entre las que podemos destacar el ahorro de tiempo, dinero y personal dedicado al proyecto, tal y como se señala en (Calera *et al.* 1999) y (Rubio *et al.* 2001) utilizando datos del programa Landsat. La detección de cultivos para inventario del uso de suelo en la zona del Vinalopó se ha realizado previamente por parte de los autores en (Llopis *et al.* 2007) y (Hoyos *et al.* 2006), utilizando datos del sensor ASTER y clasificando distintas clases de cultivos. Esta tarea de clasificación se hace muy costosa si se pretende clasificar cultivos y detectar el tipo de riego a la vez. Debido a ello, en este trabajo se evalúa la validez de

los datos proporcionados por el sensor ASTER para determinar únicamente el riego, teniendo en cuenta la certeza previa del tipo de cultivo presente en la parcela.

La zona analizada, la cuenca del Vinalopó, alberga algunas especies que suelen perdurar en el tiempo, como pueden ser el olivo, la viña o el frutal. Si una parcela está dedicada al cultivo de una determinada variedad, lo más probable es que ésta permanezca. Lo que nos interesará, por tanto, es observar los cambios producidos en el regadío de la tierra. Esta aplicación puede ser útil para el control del agua y tareas de inventariado. El conocimiento previo del cultivo presente en cada parcela se puede obtener mediante medidas de campo o análisis de las campañas de imagen aérea de alta resolución.

ZONA DE ESTUDIO

Villena es una ciudad de la Comunidad Valenciana situada en el Noroeste de la provincia de Alicante, limitando con Castilla-La Mancha y Murcia al Oeste. Pertenece a la comarca del Alto Vinalopó. Tiene una altitud de 505 metros sobre el nivel del mar y su término municipal abarca una extensión de 345,6 km² con una densidad de población de 101,06 hab. por km². Para hacer el estudio, debido al tamaño del término municipal se ha dividido el territorio en cinco zonas. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en una zona llamada Alforins, que está situada al Norte del municipio.

METODOLOGÍA Y RESULTADOS

El software empleado en el presente trabajo ha sido ENVI, MATLAB y ArcGIS. ENVI posee herramientas de clasificación, filtrado, análisis espectral, corrección geográfica y radiométrica, herramientas estadísticas, además de edición. Es capaz de trabajar con imágenes multispectrales de satélite y con ortofotografía aérea, lo que agiliza el trabajo a la hora de interpretar los cultivos presentes en las distintas parcelas. MATLAB es un programa de análisis matemático que permite operar con datos matriciales. ArcGIS permite tratar la información catastral o los inventarios de cultivos de forma completa.

Se ha escogido el sensor ASTER, embarcado en la plataforma Terra para desarrollar este trabajo. Las bandas elegidas han sido la del verde, el rojo, el infrarrojo cercano y las del infrarrojo medio que nos proporciona el sensor ASTER VNIR y el ASTER SWIR, ya que son las más adecuadas para la caracterización de

vegetación. Este instrumento trabaja con una resolución espacial de 15 m. en VNIR y 30 m. en el sensor SWIR. En este estudio se trabaja con una imagen correspondiente a julio de 2005 (Figura 1), una imagen de mayo de 2006 y otra de marzo de 2007.

En los estudios unitemporales se ha empleado la imagen de verano, que aporta la información más útil para la distinción de regadío. Aparte de las imágenes de satélite, se ha dispuesto de ortoimagen aérea para validación, datos parcelarios catastrales y datos de campo completos de fechas adecuadas a las imágenes de satélite. Debido a ello se ha podido trabajar con información previa del tipo de cultivo que se trabaja en cada parcela y se ha podido realizar la operación de detección de riego teniendo en cuenta la información previa de tipo de cultivo.

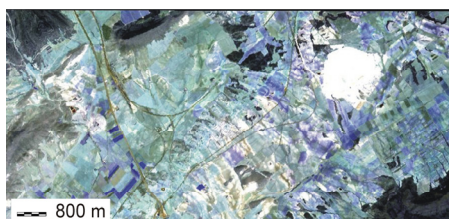


Figura 1.- Imagen ASTER de la zona Alforins de Villena tomada el 5 de Julio de 2005.

En este trabajo se ha empleado una leyenda con cuatro cultivos regados y sin regar, seleccionados por ser abundantes en la zona:

- Viña de secano (VI).
- Viña de regadío (VIREG).
- Olivo de secano (OV).
- Olivo de regadío (OVREG).
- Cereal de secano (CE).
- Cereal de regadío (CEREG).
- Barbecho de secano (BA).
- Barbecho de regadío (BAREG).

La metodología empleada en este estudio es la misma que describen los autores en (Hoyos *et al.* 2006) y (Llopis *et al.* 2007) particularizada al nuevo objeto de análisis que es la detección de riego con una escena unitemporal. Básicamente, se realiza un procedimiento de clasificación no supervisada para la selección de regiones de entrenamiento adecuadas. A continuación se seleccionan dichas regiones y se emplean distintos métodos de

clasificación clásicos: Mínima Distancia, Distancia de Mahalanobis, Máxima Probabilidad y *Spectral Angle Mapper* (SAM).

Posteriormente se han procesado los resultados de las distintas técnicas y seleccionado la clase más frecuente para cada píxel. Finalmente y tal y como se describe en (Llopis *et al.* 2007), se realiza un procedimiento de tratamiento por parcelas que asigna a una parcela una única etiqueta que coincide con el cultivo mayoritario. Los resultados de fiabilidad en la detección de riego para los cuatro cultivos se muestran en la (Tabla I).

Tabla I.- Fiabilidad de la distinción regadío/secano en el estudio de una fecha para cada cultivo (%).

Método/Clase	VI	OV	CE	BA
Mín. Dist.	71,7	84,6	82,5	78,3
Mahalanobis	70,0	85,9	78,8	79,4
Máx. Prob.	68,0	80,1	83,3	79,1
SAM	71,9	80,3	81,3	78,3
Combinación	78,2	91,6	91,2	85,0
Por parcelas	84,8	99,7	94,7	90,7

Se obtienen resultados muy buenos, sobretodo cuando se considera el tratamiento final por parcelas. Sin embargo, dependiendo del cultivo que estemos analizando puede ser útil para la identificación de cubiertas la utilización de composiciones multitemporales u otras bandas tales como las del sensor ASTER SWIR.

Así, se ha realizado un segundo estudio que clasifica la imagen según los métodos de Mínima Distancia, Distancia de Mahalanobis, Máxima Probabilidad y SAM, utilizando las mismas regiones de entrenamiento en todas las clasificaciones empleando múltiples fechas y combinaciones de bandas espectrales.

A continuación se presentan los resultados obtenidos para la viña, el olivo, el cereal y el barbecho. Los conjuntos de datos utilizados son los siguientes:

- 1F-9b: 9 bandas (3 bandas del VNIR y 6 bandas del SWIR) del mes de julio de 2005.
- 1F-4b: 4 bandas (3 bandas del VNIR y 1 banda del SWIR) del mes de julio de 2005.
- 3F-12b: 12 bandas (3 bandas del VNIR y 1 banda del SWIR de cada fecha) compuesta por las imágenes de julio de 2005, mayo de 2006 y marzo de 2007.

Las fiabilidades de detección de riego presentadas en las tablas de (Tabla II) a (Tabla V) son los porcentajes de acierto obtenidos al comparar la totalidad de los píxeles de la imagen obtenida en cada una de las clasificaciones con la información que en realidad hay en el terreno.

Tabla II.- Fiabilidad de la distinción regadío/secano para la viña en Villena (%).

Método	1F-9b	1F-4b	3F-12b
Mín. Dist.	76,5	77,0	72,9
Mahalanobis	78,5	77,1	78,5
Máx. Prob.	78,9	78,9	81,7
SAM	77,4	77,0	74,9
Combinación	80,6	79,2	81,2

Tabla III.- Fiabilidad de la distinción regadío/secano para el olivo en Villena (%).

Método	1F-9b	1F-4b	3F-12b
Mín. Dist.	93,8	94,3	96,3
Mahalanobis	93,4	94,0	95,9
Máx. Prob.	91,7	94,7	94,9
SAM	93,5	94,4	90,6
Combinación	95,0	94,9	96,9

Tabla IV.- Fiabilidad de la distinción regadío/secano para el cereal en Villena (%).

Método	1F-9b	1F-4b	3F-12b
Mín. Dist.	69,8	70,4	85,2
Mahalanobis	67,3	61,6	81,0
Máx. Prob.	80,1	71,1	79,5
SAM	70,4	74,0	80,3
Combinación	76,3	74,8	88,4

Tabla V.- Fiabilidad de la distinción regadío/secano para el barbecho en Villena (%).

Método	1F-9b	1F-4b	3F-12b
Mín. Dist.	81,2	85,8	83,4
Mahalanobis	85,5	86,1	89,8
Máx. Prob.	83,3	85,1	82,9
SAM	83,4	69,2	79,4
Combinación	86,9	86,3	87,9

CONCLUSIONES

En la zona del Vinalopó predominan los cultivos como el olivo o la viña, que suelen permanecer en el tiempo. Lo que sí puede cambiar con cierta agilidad es el tipo de riego empleado.

Un mismo cultivo se puede trabajar con distintos tipos de riego y es esto lo que vamos a querer detectar en este estudio.

Los métodos seleccionados son convenientes para el objetivo de la detección de riego, llegando a fiabilidades de valores muy elevados, sobretodo teniendo en cuenta la resolución espacial del instrumento empleado. Sobre un mismo tipo de cultivo se han aplicado distintos métodos de clasificación y después se han combinado sus resultados, para que el resultado final fuera aún más fiable.

Para la verificación se ha utilizado la totalidad de la información real del terreno, es decir, cada píxel se ha comprobado para ver si la categoría a la que se ha asignado es la correcta. Tras el proceso de verificación se observa que se obtienen resultados muy satisfactorios mediante la clasificación multitemporal tales como el 81,2% obtenido en la clasificación de viña y el 96,9% obtenido en el olivo. Cabe destacar la bondad de los resultados, ya que la verificación realizada ha sido rigurosa, comprobando todos y cada uno de los píxeles de la imagen.

Se comprueba que es posible distinguir con una cota alta de fiabilidad el regadío dentro de un mismo tipo de cultivo. Esto permite evaluar la evolución de los regadíos en una determinada zona mediante teledetección espacial de forma ágil, aplicación muy interesante dadas las circunstancias de carestía de agua en la zona.

BIBLIOGRAFÍA

Chuvieco, E. 1996. *Fundamentos de teledetección espacial*. Editorial Rialp, Madrid.

Calera, A., Reyes, J., Martínez, C. y Sánchez, J. 1999. Seguimiento de los cultivos de regadío en la mancha oriental desde 1982 a 1997, utilizando imágenes TM y MSS, en combinación con herramientas SIG. *Revista de Teledetección*: 57-61.

Hoyos, B., Vidal, A. e Hidalgo, M. 2006. Evaluation of multi-temporal methods for crop classification using ASTER images. *Proceedings of the Second Recent Advances in Quantitative Remote Sensing 2006*: 670-675.

Llopis, M., Vidal, A. y Hoyos, B. 2007. Multi-temporal classification for irrigation detection in the Vinalopó region in Spain using ASTER images. *Proceedings of the IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS 2007*: 3659-3662.

Rubio, E., Artigao, M. M., Caselles, V., Coll, C. y Valor, E. 2001. Cartografiado de la vid con datos Landsat-TM: Aplicación a una zona de Tomelloso (Ciudad Real). *Revista de Teledetección*, vol. 15: 47-56.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Confederación Hidrográfica del Júcar el haber proporcionado los datos catastrales, ortoimagen y de campo que han servido como apoyo al estudio.

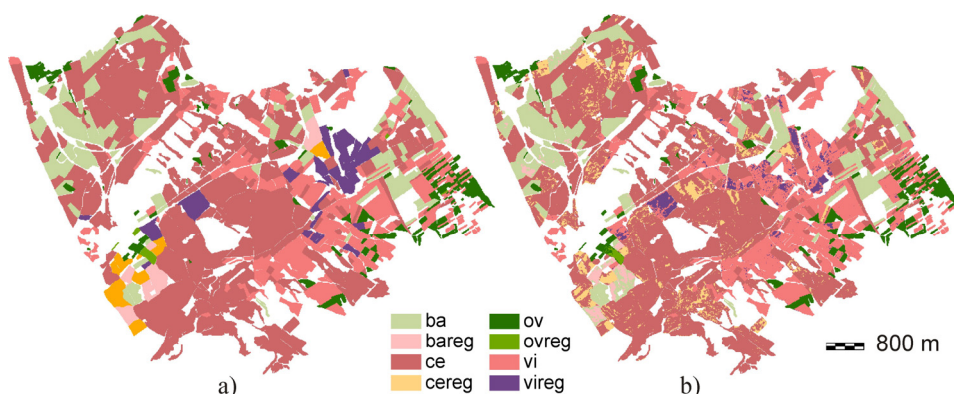


Figura 2.- Distinción entre regadío y seco en la zona de Villena Alforins para cada uno de los cultivos a) medidas de campo y b) detección de regadío por clases (se representan todas las clases en un mismo gráfico).