

Clasificación de cultivos en parcela pequeña en la zona del Vinalopó mediante imágenes ASTER

Berta Hoyos Ortega, Alejandra López Lorente, Ana Vidal Pantaleoni, Miguel Ferrando Bataller

Departamento de Comunicaciones, Universidad Politécnica de Valencia, ETSI Telecomunicación, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, avidal@dcom.upv.es

Resumen

El objetivo de este trabajo consiste en la identificación de cultivos y zonas de regadío en la cuenca del río Vinalopó mediante imágenes de satélite. Para ello se ha elegido el municipio de Sax como región de test, teniendo en cuenta el tipo de cultivos presentes en esta zona, así como la variabilidad del tamaño de las parcelas, típicos del área de estudio y se ha seleccionado el sensor ASTER por su alta resolución espacial y espectral. Para la realización del mapa temático resultado de este estudio se han empleado diferentes algoritmos de clasificación, tanto supervisados como no supervisados, con distintas funciones. La verificación de los resultados obtenidos se ha realizado mediante el uso de imágenes aéreas (comparativa visual) y observaciones directas realizadas in situ.

1. INTRODUCCIÓN

El conocimiento de los cultivos establecidos en una zona es uno de los indicadores más relevantes en la medida del uso del agua. Sin embargo, es difícil disponer de esta información debido a la imprecisión de los datos oficiales de los que se dispone [1]. Una posible solución, que resulta inviable a gran escala, es el desarrollo de un programa de medidas de campo global. Otra opción consiste en el uso de imágenes aéreas. Este método es ideal para estudios del medio urbano con tratamiento visual, pero su falta de resolución espectral impide su empleo en identificación de cubiertas vegetales. Como solución alternativa se propone la realización de clasificaciones de cultivos mediante el uso de imágenes multiespectrales tomadas desde sensores espaciales [4, 5, 6]. A partir de estas imágenes, y mediante el tratamiento digital apropiado, se elaboran mapas temáticos donde los cultivos quedarán claramente diferenciados unos de otros gracias a su diferente respuesta espectral. Los estudios previos realizados en este área normalmente han empleado imágenes del programa Landsat [2, 5, 6, 7, 8, 9] para las labores de identificación de cultivos. Además, en ellos las zonas de estudio y el tamaño de las parcelas normalmente

tienen una extensión considerable, que facilita las tareas de clasificación.

En este trabajo se propone la clasificación usando imágenes de satélite para la identificación de los cultivos en una zona que presenta dificultades especiales debido a los tipos de cultivo y a la extensión de las parcelas. Por esta razón, en este trabajo se ha seleccionado el sensor ASTER, puesto que nos permite disponer de más información con una mejor resolución espacial en las bandas del visible y el infrarrojo cercano. En este trabajo, los trabajos de campo puntuales siguen siendo necesarios para la selección de las zonas de entrenamiento y la evaluación de resultados finales.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Zona de estudio

El municipio de Sax, perteneciente a la provincia de Alicante, forma parte de la comarca del Alto Vinalopó y se encuentra situada a una distancia de 45 km de Alicante. El término municipal, situado a 471 m de altitud sobre el nivel del mar, cuenta con una superficie de 63 km². El municipio se encuentra situado en una zona caracterizada por un clima mediterráneo continentalizado debido, en gran parte, a su cercanía a la meseta. Es una zona Termomediterránea con un régimen de humedad arídico (seco), lo cual dará lugar a monte bajo y a los correspondientes cultivos de la zona, siendo los más predominantes los olivos y la vid, y en menor medida los almendros [1].

2.2. Clasificación multiespectral

El sensor ASTER dispone de 3 subsistemas diferentes, el *Visible and Near Infrared* VNIR (visible e infrarrojo cercano) con 15 m de resolución, el *Shortwave Infrared* SWIR (infrarrojo medio) con 30 m y el *Thermal Infrared* TIR (térmico) con 90 m. Para la clasificación de la zona, se han tomado las bandas correspondientes al visible y al infrarrojo cercano (1,2,3) con el fin de trabajar con la máxima resolución posible (15 m). En primer lugar se emplean los

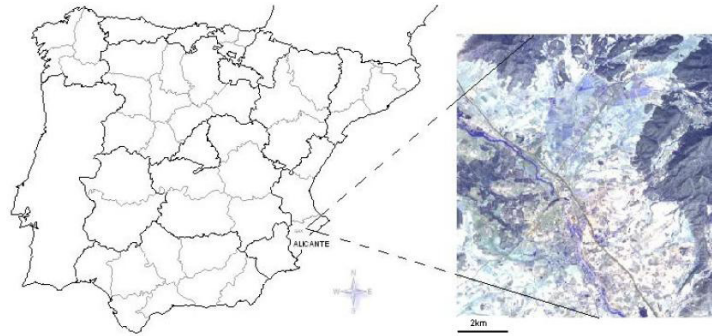


Figura 1: Localización de la zona de estudio

clasificadores no supervisados ISODATA y K-means (ver [3]) para identificar las clases espectrales presentes en la imagen. Estos clasificadores sirven como paso intermedio para la identificación de zonas homogéneas con similar respuesta espectral. Así, se hacen corresponder las clases espectrales definidas con sus correspondientes clases informacionales mediante comparación con la imagen aérea ortorectificada o con trabajo de campo. Las zonas que representan más pureza de cada clase espectral sirven como base para la elaboración de patrones o regiones de interés (*Regions of Interest ROIs*) para las clasificaciones supervisadas. Para tener en cuenta la variabilidad espectral que presentan los distintos cultivos ha sido necesaria la definición de varias clases temáticas por cada uno de los cultivos a identificar. Las clases informacionales consideradas para la leyenda de trabajo en la clasificación son las siguientes:

Viña secano	Viña regadío
Olivos secano	Olivos regadío
Almendros	Baldío
Pinos	Montaña
Río	Urbano

Seguidamente comprobamos la separabilidad espectral de las muestras tomadas como regiones de entrenamiento, que nos servirá como criterio para usar o descartar los patrones. La escena elegida para la clasificación es la correspondiente al sensor ASTER de 1 de Agosto de 2000 [3], empleando para ello las bandas del visible(1,2) y el infrarrojo cercano (3N). Se

ha escogido esta época del año (verano) debido a que es la más adecuada para diferenciar el secano del regadío. Además, se introduce la imagen de Índices Vegetales Normalizados (NDVI) para distinguir de forma más eficiente las zonas con vegetación. La imagen de Componentes Principales también ha servido para realzar las diferencias entre las distintas firmas espectrales de los cultivos, así como la de los distintos tipos de suelos desnudos, áreas urbanas, y cultivos sin vegetación presentes en la imagen. Tras la fase de entrenamiento pasamos a la clasificación, en la que a cada píxel le asignamos una etiqueta a la que le hacemos corresponder una clase temática de las definidas en la leyenda de trabajo. Se han utilizado los métodos de clasificación supervisada clásicos, además del desarrollo de un árbol de decisión a partir de la imagen NDVI y la de Componentes Principales. La principal ventaja de este algoritmo es que permite el trabajo con varias fuentes de información. Para comprobar la precisión de los clasificadores se emplea el tradicional método de la matriz de confusión [3]. Esta matriz se construye a partir de un muestreo de los datos verdad del terreno sobre la imagen clasificada. La matriz indica en su posición (i,j) el número de muestras de la clase j asignadas a la clase i . Esta estructura permite averiguar los pares de clases entre los que son más frecuentes los errores del clasificador. A partir de los datos se calculan los índices de fiabilidad global. Como datos de validación final se tomaron las observaciones de campo realizadas, en las que se llegaron a muestrear un total de 104 parcelas.

Cuadro 1: Matriz de confusión de la clasificación de imagen ASTER con el método de Mínima Distancia

Fiabilidad global general=85.36%, Índice Kappa=0.7899%

Clase	Olivo reg.	Olivo sec.	Viña reg.	Viña sec.	Baldío	Pinos	Montaña	Rio	Almendros	Total
Olivo reg	15	2	0	1	1	0	0	0	0	19
Olivo sec	0	11	4	3	1	0	0	0	0	19
Viña reg	0	1	68	5	2	0	0	0	0	76
Viña sec	0	3	13	38	0	0	0	0	0	54
Baldío	2	1	2	0	53	0	0	0	0	58
Pinos	0	0	0	0	0	28	0	0	0	28
Montaña	0	3	0	0	2	0	25	0	0	30
Rio	0	0	0	0	0	0	0	27	0	27
Almendros	1	0	0	0	0	0	0	0	9	10
Total	18	21	87	47	59	28	25	27	9	321

3. RESULTADOS

La clasificación supervisada se ha realizado utilizando los siguientes métodos de clasificación supervisados: Mínima Distancia, Paralelepípedo, Máxima Probabilidad, Distancia de Mahalanobis, y Spectral Angle Mapper, así como el método del árbol de decisión. Para evaluar la fiabilidad de los métodos de clasificación se utiliza en primer lugar la fiabilidad global o *global accuracy*.

En segundo lugar, se realiza una segunda evaluación con datos ajenos al proceso de clasificación comparando con las muestras obtenidas en el trabajo de campo. En esta segunda evaluación, el algoritmo que ofrece los mejores resultados es el de Mínima Distancia, alcanzando un porcentaje de acierto medio del 75%. Este valor puede variar en función de las parcelas muestreadas, aunque en nuestro caso era especialmente difícil su acierto, puesto que se muestrearon aquellas parcelas que eran más complicadas y que no se identificaban fácilmente mediante la imagen aérea, por lo que con un muestreo aleatorio cabría esperar mejores resultados. Los resultados se podrían mejorar si se dispusiera de datos de la misma fecha, en este estudio se ha contado con un desfase de dos años entre la imagen ASTER y la imagen aérea de referencia, y cuatro años entre la imagen ASTER y las medidas de campo. En el Cuadro 3 se muestran los valores de ocupación obtenidos y en el Cuadro 1 la matriz de confusión para el clasificador de Mínima Distancia, que se ha escogido por haber ofrecido los mejores resultados del estudio. La Figura 2 muestra el resultado gráfico de la clasificación del mismo método.

Cuadro 2: Comparación con muestras de campo para el método de Mínima Distancia

Leyenda	Muestras de campo	Correctas	acierto
Viña secano	10	8	80%
Viña regadío	10	8	80%
Olivo secano	38	31	81.57%
Olivo regadío	13	7	53.84%
Baldío	14	12	85.71%
Pinos	6	6	100%
Almendros	13	6	46.15%
Total	104	78	75%

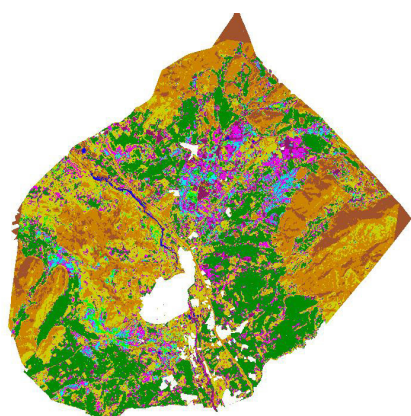
Cuadro 3: Superficie de las categorías de la leyenda en el método de Mínima Distancia

Leyenda	Hectáreas	Porcentaje
viña secano	415,49	7,58%
viña regadío	600,36	10,95%
olivo secano	1399,71	25,53%
olivo regadío	297,95	5,44%
almendros	152,88	2,79%
baldío	988,57	18,03%
pinada	924,63	16,87%
montaña	399,23	7,28%
río	16,82	0,31%
urbano	251,53	4,58%

4. CONCLUSIONES

En este estudio se han obtenido unos resultados altamente prometedores en la clasificación de distin-

tos cultivos e incluso entre los mismos cultivos en situación de regadío y secano (olivos y vid). Además, este resultado se ha obtenido en una zona con un tamaño de parcela muy pequeño que dificulta la identificación. Por ello, se concluye que la sucesiva integración de más fuentes de información con la misma metodología podría presentar mejores resultados. Por ello, como línea futura de trabajo se propone integrar un mayor número de fuentes de información, tales como un mayor número de bandas o de adquisiciones, en el proceso de clasificación. El estudio de la zona mediante un análisis multitemporal aumentaría la fiabilidad para distinguir cultivos en secano y regadío, así como poder hacer un seguimiento de sus ciclos de riego. Otro aspecto importante es la utilización de las bandas en infrarrojo medio y térmico, que podrían ayudar en el establecimiento de la humedad del suelo y de la estructura celular del cultivo. Finalmente, se podría ayudar al algoritmo de clasificación mediante un estudio de suelos puesto que los cultivos que prevalecen en la cuenca del Vinalopó suelen presentar píxeles mezclados con una alta proporción de suelo, lo que hace que cultivos en distintos suelos aparezcan como clases diferentes que se fusionan en la última etapa de post-procesado.



URBANO	VIÑA SECANO	OLIVO REGADÍO
VIÑA REGADÍO	OLIVO SECANO	ALMENDROS
BALDÍO	PINOS	MONTAÑA

Figura 2: Resultado de la clasificación de coberturas con el método de Mínima Distancia.

5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha desarrollado en el marco de un convenio entre la Universidad Politécnica de Valencia y la Confederación Hidrográfica del Júcar. Agradecemos a esta institución el permiso de uso de los datos catastrales e imagen aérea, de su propiedad.

6. References

- [1] M.A.P.A. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación www.mapa.es.
- [2] E. Chuvieco, "El factor temporal en Teledetección, evolución fenomenológica y análisis de cambios", Revista de Teledetección, 1998.
- [3] E. Chuvieco, "Fundamentos de Teledetección espacial", 3ª ed. rev. -Madrid : Rialp, 1996.
- [4] J. P. Guerschman, J. M. Paruelo, C. Di Bella, M. C. Giallorenzi and F. Pacin "Land cover classification in the Argentine Pampas using multi-temporal Landsat TM data", International Journal of Remote Sensing, 2003, vol. 24, no. 17, 3381-3402.
- [5] E. Rubio, M. M. Artigao, V. Caselles, C. Coll y E. Valor, "Cartografiado de la Vid con datos Landsat-TM. aplicación a una zona de Tomelloso (Ciudad Real)", Revista de Teledetección, 2001.
- [6] A. Degioanni, J. Cisneros y S. Rang, "Teledetección y SIG para la gestión hidrológica del territorio", revista de Teledetección, 2001.
- [7] C. Recondo, C. Menéndez, P. García, R. González y E. Sáez, "Estudio de las zonas propensas a sufrir deslizamientos en los Concejos de Oviedo y Mieres (Asturias) a partir de una imagen Landsat-TM y de un Modelo Digital de Elevaciones", Revista de Teledetección, 2000.
- [8] J. C. Gumiel, V. Fabregat, C. Antón-Pacheco, G. Ramos y E. Sánchez, "Clasificación de imágenes Landsat-TM para la estimación de superficies de regadío en la Vega Baja y Campo de Elche, Unidad Hidrogeológica 07.24, (Alicante)", Revista de Teledetección, 1999.
- [9] A. Calera, J. Reyes, C. Martínez y J. Sánchez, "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, 1999.