

La resolución espacial en la clasificación multitemporal de la viña. Análisis comparativo para imágenes Landsat y Quickbird.

García de Vicuña, A., De la Cruz, F., López, M., Rubio, E., Quintanilla, A., y Calera, A.

Grupo de Teledetección y Sistemas de Información Geográfica. Instituto de Desarrollo Regional. Universidad de Castilla La Mancha. Campus Universitario s/n, 02071 Albacete

Resumen

El presente trabajo tiene por objeto mostrar el potencial de la clasificación multitemporal (i.e. basada en el distinto desarrollo fenológico de las cubiertas vegetales) en el inventariado de la viña. En esta línea se analiza las posibles ventajas de utilizar una serie de imágenes de muy elevada resolución espacial (Quickbird) frente a una serie de imágenes de elevada resolución espacial (Landsat) con un coste económico significativamente inferior en aplicaciones regionales.

Para ello se ha efectuado de forma independiente la clasificación del viñedo en dos años consecutivos 2003 y 2004 para los sensores a bordo de Quickbird y Landsat y se ha evaluado la precisión de cada una de estas clasificaciones utilizando información verdad-terreno. Finalmente se ha analizado los resultados para Landsat cuando se reduce el número de imágenes a un mínimo de dos.

1. Introducción

El viñedo en Castilla La Mancha ocupa una superficie aproximada de 600.000 hectáreas, lo que supone en conjunto más del 50 % de la viña en España y sufre el problema de las grandes zonas vinícolas que aportan excedentes de vino a la Comunidad Europea. La superabundancia de viñedo sitúa a la Mancha en el punto de mira de los organismos de la Unión Europea, que exigen a España el arranque de un elevado número de hectáreas de viña, constituyéndose en la mayor contribuyente de la política que subvenciona la hectárea de viña arrancada. Además, la Organización Común del Mercado (OCM), cuyo objetivo es buscar una situación de equilibrio entre la producción y el consumo del sector vitícola, impulsa una serie de medidas como son la reestructuración, reconversión y regularización de las superficies de viñedo.

Todo este tipo de actuaciones que originan cambios en la distribución del cultivo de la viña sobre el territorio y la obligatoriedad de disponer de un registro vitivinícola, actualizado de forma periódica acorde con lo que establece la ley (**Ley de la viña y el vino 24/2003**), hace que sea importante

desarrollar metodologías que permitan conocer y cuantificar las superficies vitícolas así como su seguimiento. Las técnicas de teledetección suponen una gran ayuda al estudio de las variaciones espacio-temporales del viñedo, sobre todo cuando es necesario confeccionar cartografía de usos de suelo en zonas extensas (i.e. Castilla La Mancha) donde el trabajo de campo es costoso.

En los últimos años se han desarrollado diferentes aproximaciones para abordar el inventariado de la viña basadas en análisis multispectral, multitemporal, textural, de contexto o combinaciones [1], [2], [3], [4], [5].

En este trabajo nos centramos en una metodología de tipo multitemporal [6] y evaluamos su capacidad en el inventariado de la viña a escala regional. Con objeto de analizar la importancia de la resolución espacial de la imagen en relación al tamaño medio de la parcela se aplicó por separado a dos tipos de imágenes: Quickbird y Landsat-TM.

El trabajo se ha estructurado de la siguiente manera: En primer lugar se aplica la metodología desarrollada sobre dos zonas de estudio de Albacete y en dos años consecutivos (2003 y 2004) obteniendo una representación cartográfica de la superficie de viñedo para cada año y sensor.

A continuación se realiza la validación de la clasificación multitemporal de las imágenes Quickbird y Landsat en la identificación del cultivo viña. La precisión de cada una de las clasificaciones realizadas se evalúa a partir de la matriz de confusión y del estadístico kappa.

2. Área de estudio y datos

2.1. Área de estudio

Las dos zonas de estudio seleccionadas se sitúan en la comunidad de Castilla La Mancha, concretamente en los municipios de Villarrobledo y de Tarazona de la Mancha (Fig.1). El área se corresponde con una celda de 10 x 10 km., delimitada por los paralelos 39° 9' y 39° 14' de latitud norte y los meridianos 2° 32' y 2° 39' de longitud este (Datum europeo 1950) para la zona de estudio de Villarrobledo. Y para la zona de estudio

de Tarazona de la Mancha con una celda de 10 x 10 Km, delimitada por los paralelos 39° 15' y 39° 21' de latitud norte y los meridianos 1° 54' y 2° 1' de longitud este.

La elección de las zonas piloto se debe a la complementariedad del cultivo de la viña en ambas, tanto en tamaño de parcelas como en los usos del suelo, lo que hace que la muestra formada por ambas zonas sea altamente representativa del resto de la región en lo que se refiere al cultivo de la viña.

Ambas zonas son bastante uniformes y están situadas a unos 600-700 metros sobre el nivel del mar donde predominan los suelos bastante pobres, inceptisoles en su mayoría, compuestos por calizas, margas y arenas.

Asentadas sobre este terreno, las viñas manchegas se han adaptado a un clima continental semiárido, donde los veranos son de calores extremos y los inviernos pueden resultar muy fríos aunque breves. Los índices de pluviometría anual oscilan entre (300-400 mm/año).

El viñedo es el cultivo predominante en la zona, coexiste con cereal de secano y en menor proporción con olivo, leguminosas, matorral y monte bajo. El tamaño medio de las parcelas es de 1-3 hectáreas.

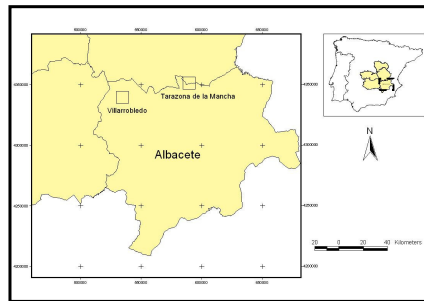


Figura 1: Localización de las áreas de estudio. Villarrobledo y Tarazona de la Mancha (España)

2.2. Descripción de los datos

Para el chequeo y validación de la metodología de clasificación se dispone de una serie temporal de imágenes Quickbird y Landsat para los años 2003 y 2004 (ver Tabla 1) que permiten obtener diferentes mapas vitícolas de la zona de estudio para cada año y tipo de imagen. Las imágenes difieren en la resolución espacial, 30 metros en el caso de Landsat y 3 metros en Quickbird. Las escenas Landsat abarcan una superficie de 185 x 185 km y las Quickbird de 10 x 10 km. Ambos tipos de sensores detectan la radiación en las mismas bandas del espectro visible y del infrarrojo cercano.

La información verdad terreno sobre los cultivos presentes en el área de estudio se obtiene a partir de visitas de reconocimiento a la zona de estudio en verano de 2003 y 2004 y a partir de la fotointerpretación de imágenes de muy elevada resolución espacial (Quickbird, 0.6 m en la banda pancromática) y un vuelo (cámara AMDC, 1 m en multiespectral) realizado por el INTA en 2004. Se presta especial atención a los usos (girasol, suelo desnudo, arbustos) que presentan un comportamiento similar a la viña, donde el método de clasificación multitemporal es más sensible. Dado que las clasificaciones son de tipo supervisado, una parte de las parcelas de referencia se ha utilizado en la fase de entrenamiento y el resto ha sido empleado en el proceso de validación.

Tabla 1: Serie temporal de imágenes

	Sensor Landsat	
	2003	2004
Escena 200-33	20 Mayo	30 Mayo
	29 Junio	15 Julio
	31 Julio	18 Agosto
Sensor Quickbird		
	2003	2004
	Villarrobledo	20 Mayo 13 Julio
Tarazona de la Mancha	2 Junio 31 Julio	27 Mayo 15 Julio

3. Análisis

3.1. Clasificación multitemporal

Los mapas de clasificación de la viña se obtienen a partir de una técnica de análisis multitemporal que emplea los diferentes ritmos de crecimiento y desarrollo fenológico de los cultivos (Fig. 2), que se reflejan en el índice de vegetación normalizado (NDVI), como criterio de clasificación. El procedimiento desarrollado [6] combina algoritmos de máxima probabilidad y criterios de decisión en árbol.

El método de clasificación requiere de un conocimiento exhaustivo de los cultivos existentes en la zona de estudio y de su evolución temporal. Ello permite seleccionar la fecha adecuada de las imágenes a utilizar así como la leyenda del mapa temático a generar.

Los pasos que hemos seguido son: en primer lugar la definición de las clases temáticas de interés (Viña, herbáceos de primavera, forestal, regadío de verano y suelo desnudo) que intervendrán en la clasificación supervisada.

A continuación realizamos sendas clasificaciones para cada año y tipo de imagen utilizando un clasificador de máxima probabilidad. Para ello se dispone de una serie de parcelas que son las que intervienen en la fase de entrenamiento.

Las clasificaciones definitivas se obtienen al aplicar criterios de decisión en árbol, basados en la evolución temporal del NDVI, que permiten mejorar la definición de la separabilidad espectral de las clases generadas.

3.2. Análisis de la precisión en las clasificaciones.

Para la verificación y validación de las clasificaciones multitemporales realizadas se lleva a cabo un proceso que consiste en la creación de una capa de puntos de muestreo sistemático (cada 50 m) a los cuales se les asigna el uso correspondiente en el terreno y el deducido de las clasificaciones (Fig. 3). Distinguimos dos usos, el uso "Viña" y "No viña".

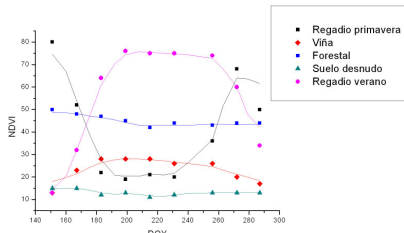


Figura 2: Evolución temporal de la viña y de algunos cultivos existentes en la zona de estudio a partir de los valores de NDVI promedio obtenidos de la secuencia temporal de imágenes Landsat.

A cada uno de estos puntos se le asigna el uso según la información verdad terreno y el uso según la clasificación y se determina la precisión de las distintas clasificaciones a partir de la matriz de confusión. Los estimadores de precisión que hemos contemplado son: la fiabilidad global (P_c), las fiabilidades del productor (F_{pi}) y del usuario (F_{ui}), los errores de comisión (E_{ci}) y omisión (E_{oi}) y el estadístico Kappa. En concreto, este último estadístico ha sido en el que se ha centrado la comparación dado que, como es conocido, en el cálculo de K intervienen no sólo los valores de la diagonal sino la matriz de confusión en su conjunto. Un valor de $K=1$ significa concordancia completa y un valor de $K=-1$ significa discordancia completa. De acuerdo con [7] asumimos que para valores de K superiores a 0.80 el grado de concordancia es elevada, con una fiabilidad global superior al 90%.

4. Resultados

Como resultado de aplicar el método de clasificación multitemporal a las imágenes Landsat y Quickbird obtenemos diferentes mapas en los cuales, a posteriori, la leyenda se ha reducido a los usos viña (V) y no viña (NV). En las tablas 3 y 4 se muestra, respectivamente, las matrices de confusión normalizadas correspondientes a las clasificaciones obtenidas a partir de las series temporales de imágenes Landsat y Quickbird del año 2003. En estas tablas, las columnas representan los datos de referencia y las filas la clasificación generada. La diagonal de la matriz indica el número de puntos de verificación en donde se produce acuerdo entre las dos fuentes, mientras que los marginales suponen los errores de asignación. Además se incluyen las fiabilidades del productor y del usuario, así como los errores de omisión y comisión. Para el año 2004, los resultados de la validación de las clasificaciones son similares a los del 2003.

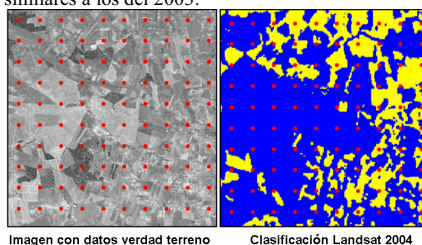


Figura 3: Muestreo sistemático aplicado a la clasificación Landsat 2004. De forma similar se ha procedido para la clasificación Quickbird.

Tabla 3: Matriz de confusión normalizada para la clasificación Landsat del año 2003

	V	NV	X_{i+}	F_{ui}	E_{ci}
V	0.33	0.01	0.34	98.0	2.0
NV	0.06	0.60	0.66	90.9	9.1
X_{+i}	0.39	0.61	1.00		
F_{pi}	84.6	98.9			
E_{oi}	15.4	1.1			

La tabla 5 muestra los valores del estadístico kappa calculado para cada una de las clasificaciones. Según el criterio que hemos tomado podemos afirmar que en todos los casos analizados el grado de concordancia es total. Por lo tanto, en conjunto el método de clasificación es eficaz a la hora de clasificar la viña en producción, los errores observados fueron analizados e identificados como

correspondientes a viña joven, la cual se confunde con el suelo desnudo, matorral y arbustos.

Tabla 4: Matriz de confusión normalizada para la clasificación Quickbird del 2003

	V	NV	Xi+	Fui	Eci
V	0.34	0.02	0.36	95.4	4.6
NV	0.05	0.60	0.65	92.8	7.2
X+i	0.39	0.62			
Fpi	87.7	97.4			
Eoi	12.3	2.6			

Tabla 5: Estadístico kappa y fiabilidad

Clasificación	K	Pc
Landsat 2003	0.86	93
Landsat 2004	0.84	92
Quickbird 2003	0.86	96
Quickbird 2004	0.85	90

5. Conclusiones

Los resultados de este estudio vienen a mostrar el potencial de las técnicas de clasificación multitemporal en la estimación de superficies de viñedo. Además se prueba que para un tamaño medio de parcela superior a 2 ha, el aumento en la resolución espacial de las imágenes (de 30×30 m para Landsat a 3×3 m para Quickbird) no redonda en una mejora en el inventariado de la viña. Es de esperar que para parcelas inferiores a 2 ha., si suponga un beneficio el uso de imágenes de muy elevada resolución espacial.

En cuanto a la técnica multitemporal es de destacar que para el caso de la viña son suficientes dos imágenes, convenientemente seleccionadas, para captar el cambio en la evolución fenológica del cultivo. Este resultado se ha probado tanto para Quickbird, aquí presentado, como para Landsat. Los errores de confusión detectados para la viña joven, debido a su menor desarrollo, se observan por igual en ambos casos al utilizar Landsat o Quickbird.

Cabe destacar la ventaja de las imágenes Landsat sobre las imágenes Quickbird que permiten trabajar a escala regional con un coste económico y de procesado inferior. Para observar un millón de hectáreas, superficie de terreno que cubre una escena Landsat, se necesitan al menos cien imágenes Quickbird. El precio unitario de imágenes de muy elevada resolución espacial es ya significativamente superior a las imágenes de elevada resolución espacial.

La clasificación multitemporal en dos años consecutivos permite corroborar la existencia de

parcelas de viña por ser este un cultivo permanente y realizar un seguimiento de la evolución en las nuevas plantaciones.

Por otra parte, el cruce del mapa de clasificación con el catastro ha permitido analizar la dependencia del tamaño de la parcela con la resolución espacial para su correcta identificación. En el caso de Landsat, zonas homogéneas de viña que estén rodeadas por cultivos distintos y de tamaño inferior a 1 ha. han sido insuficientemente identificadas, por lo que se ha establecido un umbral de tamaño de 2 ha. para manchas aisladas de viña.

6. Agradecimientos

El presente trabajo se enmarca dentro del proyecto europeo *Methodological approach for vineyard inventory and management*, **BACCHUS** (Ref. EVG1-CT 2002-00075). El trabajo de la Dra. E. Rubio ha sido financiado por el MCyT programa "Ramón y Cajal".

7. Referencias

- [1] Martínez C. y A. Calera, "Irrigated crop area estimation using Landsat TM imagery in La Mancha, Spain", *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 67, 1177-1184, 2001.
- [2] Lanjeri, S., J. Meliá, y D. Segarra, "A multi-temporal masking classification method for vineyard monitoring in central Spain", *Int. Remote Sensing*, 22, 3167-3186, 2001.
- [3] Rubio, E., 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* 15, 1-8, 2001.
- [4] Ranchin, T., B. Naert, M. Albuissou, G. Boyer, y P. Astrand, "An automatic method for vine detection in airborne imagery using wavelet transform and multiresolution analysis." *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 67, 91-98, 2001.
- [5] Hall, A.; J. Louis, y D. Lamb, "Characterizing and mapping vineyard canopy using high - spatial - resolution aerial multispectral images", *Computer and Geosciences*, 29, 813-822, 2003.
- [6] Calera, A., "Seguimiento mediante Teledetección de la cubierta vegetal de los cultivos de secano y su relación con variables climáticas en Castilla-La Mancha", *Tesis doctoral, Universidad de Valencia*, 327, 2000.
- [7] Landis, J.R., y G.C. Koch, "The measurement of observer agreement of categorical data", *Biometrics*, 33, 159-174, 1977.