

## ESTIMACIÓN DE OCUPACIÓN DE VIÑEDO EN LA D.O. BIERZO (LEÓN) MEDIANTE COMBINACIÓN DE DOS IMÁGENES LANDSAT

J. R. Rodríguez y M<sup>a</sup> F. Álvarez

[dimjrp@unileon.es](mailto:dimjrp@unileon.es)

*E.S.T. Ingeniería Agraria. Universidad de León. Avda. de Astorga S/N. 24400 Ponferrada. León*

### Resumen

La teledetección está siendo utilizada para seguimiento de cultivos agrícolas herbáceos, aunque también puede ser de aplicación a los cultivos leñosos que no presentan una cobertura total del terreno. La vid es uno de los cultivos con más perspectivas de futuro dentro de la Comarca de El Bierzo y con la entrada en vigor del Reglamento (CE) 1493/1999 (transmitido por el R.D. 1472/2000, de 4 de agosto), se confiere una importancia muy relevante a la elaboración de un inventario regional del potencial de la producción vitícola. En la presente comunicación se presenta un método que combina dos imágenes Landsat para complementar los algoritmos de clasificación aplicados para la identificación del viñedo.

### Abstract

Remote sensing is being used for herbaceous agricultural cultivations monitoring, although it can be also applicable to woody cultivations which do not cover land completely. The vine is one of the cultivations with better future prospects in the region of El Bierzo, and since the Regulation (CE) 1493/1999 (transmitted by the R. D. 1472/2000, of 4 of August) came into force, a very outstanding importance to the elaboration of a regional inventory of the potential of the wine-growing production has been conferred. In this paper is proposed to combine two Landsat images to improve the algorithms of classification applied for vineyard identification.

**Palabras clave:** teledetección, viticultura, registro vitícola, combinación de imágenes.

### ANTECEDENTES

No son muchos los trabajos realizados sobre la vid utilizando técnicas de teledetección. En el ámbito nacional existen diversos grupos que están realizando este tipo de estudios. La respuesta espectral de este cultivo depende de muchos factores y para su clasificación mediante teledetección se debe recurrir a estudios multitemporales y combinación de bandas multiespectrales.

También se ha aplicado otras técnicas de teledetección a este cultivo como el método de comparación de clasificaciones (aplicando máscaras sobre series multitemporales) con imágenes de Landsat y Análisis del Vector de Cambio (Lanjeri *et alii*. 2001, Rubio *et alii*. 2001), que se han mostrado bastante eficaces en cuanto a clasificación y estudios sobre evolución del cultivo.

Debido a que la vid es un cultivo que no cubre totalmente el terreno, en los estudios de teledetección se debe considerar la naturaleza del suelo. Los resultados de este tipo de investigaciones están muy condicionados por las condiciones locales y se puede determinar la respuesta espectral para la

“viña tipo”, pero se ve muy condicionada por las condiciones físico-químicas y composición del suelo (Arán *et alii*. 2001).

Una de las aplicaciones más interesantes de la interpretación de imágenes, es el análisis de cambios. La importancia económica y social de la vid, ha motivado altibajos en la superficie cultivada que han sido estudiados con teledetección en comunidades como Castilla-La Mancha. Concretamente hay experiencias de este tipo desarrolladas en Cuenca (García y García 2001; Lanjeri *et alii*. 2001).

Otra de las iniciativas más importantes sobre el uso de imágenes multiespectrales en viticultura fue iniciada en California. La NASA y el departamento de entomología de la Universidad de California, desarrollaron en 1993/95 el proyecto Grapavine Remote-sensing Analysis of Phylloxera Early Stress (GRAPES), para combatir problemas de filoxera.

En 1997 se continuaron las experiencias de GRAPES con el proyecto Canopy Remote-sensing for Uniformly Segmented Harvest (CRUSH). En la

iniciativa intervinieron la NASA (Ames Ecosystem Science and Technology Branch), Robert Mondavi Winery y Wine Grow Consulting. El objetivo fundamental era evaluar las posibilidades técnicas y económicas de la utilización de imágenes multispectrales tomadas desde avión, para la lograr uniformidad de la producción en la vendimia (Johnson *et alii*. 2001).

Actualmente se está desarrollando el proyecto Viticultural Integration of NASA for Assessment of the Grapevine Environment (VINTAGE). Las entidades que participan en el proyecto son la NASA, Robert Mondavi Winery, Terra Spase, VESTRA Resources y Bay Area Shared Information Consortium. En esta última fase se han logrado importantes avances en el campo de la lucha contra plagas y enfermedades, así como en la gestión vitícola y mejora de la calidad del vino.

Otro de los grandes proyectos que más está contribuyendo a la aplicación de la teledetección en viticultura se está realizando en Australia. En respuesta a las demandas de los viticultores e industrias vinícolas australianas the Cooperative Research Centre for Viticulture (CRCV) y the Grape and Wine Research and Development Corporation (GWRDC), desarrollan desde 1999 un gran proyecto de investigación "Precision Viticulture - Investigating the utility of precision agriculture technologies for monitoring and managing variability in vineyards" (CRCV 1.1.1). Se trata de un proyecto de investigación aplicada que combina la viticultura de precisión con la teledetección (Bramley 2001).

#### ZONA DE ESTUDIO

La Comarca de El Bierzo (Figura 1) está situada al Noroeste de la Provincia de León. Con 2.954,28 Km cuadrados, el Bierzo cubre el 18% de la superficie provincial. Geográficamente limita con las Provincias de Orense, Lugo y Oviedo, y con las siguientes zonas leonesas: La Montaña (Murias de Paredes y Laciana), la Cabrera y la Meseta, siendo, por tanto, una zona de transición entre Galicia, León y Asturias.

El vino del Bierzo adquiere en 1989 el nivel de vinos de calidad producidos en regiones determinadas (V.C.P.R.D.), mediante la ORDEN de 11 de diciembre de 1989 por la que se aprueba el Reglamento de la Denominación de Origen "Bierzo" y de su Consejo Regulador.

El estudio se ha centrado sobre los 21 municipios bercianos acogidos por la DO Bierzo (Figura 2), que engloban más del 97 % de la vid

comarcal.

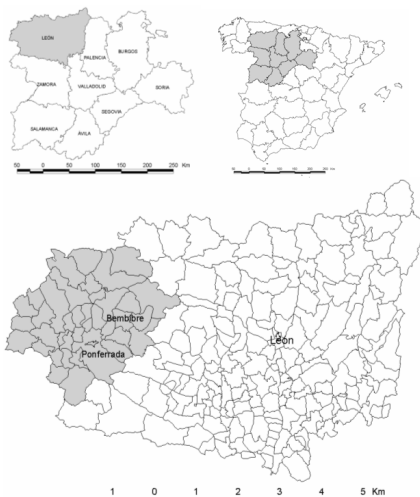


Figura 1.- localización de El Bierzo

#### OBJETIVOS

El objetivo general del estudio consiste en proponer un método de trabajo que permita mejorar las estimaciones de superficies cubiertas por vid mediante el empleo de imágenes multispectrales. Si se logran estas mejoras se contribuirá a facilitar la comprobación y actualización de Registro Vitivinícola que se está desarrollando en la Comunidad autónoma de Castilla y León.

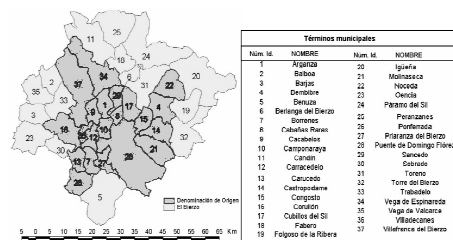


Figura 2.- Situación de la zona de estudio

El método propuesto se validará en los viñedos de la D.O. Bierzo (Figura 2).

#### MATERIAL

Para este trabajo se han empleado dos subescenas (Path/Row: 2003/30) del satélite Landsat tomadas en junio y septiembre del año 2000 (Tabla 1).

Cubierta	Imagen I	Imagen II
Techa de toma	25-06-2000	05-09-2000
Hora de toma	10:43:44	10:57:54
Plataforma	Landsat 5	Landsat 7
Sensor	TM	ETM+
Bandas	1,2,3,4,5,6,7,	1,2,3,2,5,6,7,8
Dimensiones	12933x10044x7	1154x9902x8
Tamaño	990293364 bytes	914311072 bytes
Acimut solar	124.78°	146.87°
Elevación solar	60.98°	48.94°
Centro (Lat / Lon)	43°10'N/5°58'W	43°10'N/5°59'W

**Tabla 1.-** Características de las imágenes

Además para la georreferenciación de las imágenes, localización de las áreas de entrenamiento y validación de los resultados, se ha contado con cartografía digital y ortofotografías en color (resolución de 0.7 m). Esta cartografía está realizada sobre un vuelo 1:33000 realizado en septiembre del 2000 y está referida al sistema de referencia cartográfico ED-50 (Elipsoide Internacional de Hayford 1924).

## MÉTODOS

La metodología del trabajo ha venido determinada por el proceso lógico a seguir en los análisis de teledetección.

Se comienza realizando un análisis visual de ambas imágenes y recortándolas hasta conseguir la subescena del área de interés. En esta fase se comienza a definir la leyenda y se tratan de localizar posibles áreas de entrenamiento.

La metodología de trabajo exige georreferenciar las imágenes y en este trabajo se han utilizado puntos de control cuyas coordenadas se obtuvieron de cartografía digital.

A continuación se realiza la clasificación supervisada de cada imagen (algoritmo de máxima probabilidad), definiendo áreas de entrenamiento para cada clase de la leyenda con ayuda de las ortofotografías digitales y visitas al campo.

Para mejorar los resultados de la clasificación se propone combinar ambas imágenes clasificadas de tal manera que a cada píxel sólo se le asigna una clase si esta coincide en las imágenes I y II. El inconveniente de esta propuesta puede ser que se incremente de forma muy notable el número de píxeles sin clasificar y se exige realizar una corrección geométrica muy precisa para asegurar la superposición de las dos imágenes de partida.

Finalmente se debe validar las clasificaciones

(matriz de confusión) y estimar las superficies ocupadas por cada una de las clases discriminadas, prestando especial interés en las cubiertas de vid.

## RESULTADOS

Para la corrección geométrica de ambas imágenes se ha empleado el procedimiento de ajuste mediante puntos de control. Estos puntos se identifican en las imágenes y se les asignan las coordenadas a partir de ortofotografías. El ajuste se realizó mediante ecuaciones de primer grado y se obtuvo un RMSE de 0.922762 para la imagen de junio y de 0.670010 para la de septiembre.

La transferencia de los ND de la imagen original a la corregida se realizó mediante convolución cúbica, comprobándose que los valores característicos apenas variaron respecto a los originales.

El procedimiento empleado para la clasificación comienza identificando las cubiertas a discriminar: tres de vid y quince de otras cubiertas. Para la vid se han diferenciado las viñas de reciente implantación, las de marco de plantación grande y las de mayor densidad de plantación; en las otras quince clases se recogen diversos tipos de cultivos herbáceos y leñosos, especies arbóreas, superficies de agua y otros improductivos.

Mediante el análisis visual y el reconocimiento del terreno se han definido las áreas de entrenamiento para cada cubierta, distribuidas de manera homogénea por toda la imagen. En total se definieron 1303 áreas de entrenamiento con una superficie media de 2.02 ha. Las áreas de vid fueron 23 para las de reciente plantación, 72 para las viñas de marco grande y 172 para la viñas de marco pequeño (son las más frecuentes en la comarca). Para poder comparar resultados se eligieron las mismas áreas de entrenamiento para las dos imágenes.

Se determinó la separabilidad entre clases mediante el cálculo de la divergencia transformada y distancia de Jeffries-Matusita, para cada par de cubiertas. Los valores de estos parámetros son aceptables (entre 1.5 y 1.8) para la mayor parte de pares estudiados a excepción de las tres tipos de viña entre sí y de estas con matorral abierto.

El paso siguiente consistió en aplicar el algoritmo de máxima probabilidad para las dieciocho clases en ambas imágenes.

También se determinaron las áreas ocupadas por los tres tipos de vid (Tabla 2). Según datos del Registro Vitícola (MAPA 1999) se puede mencionar

que la superficie de viñedo inventariada para la D.O. Bierzo (6982.31 ha) es muy inferior a la obtenida mediante clasificación. La causa principal de esta sobreestimación es la confusión de la vid de nueva plantación con terreno desnudo y la vid de marco grande con otros cultivos y matorral.

Cubierta	Imagen I (ha)	Imagen II (ha)
Vid nueva	1143,93	1678,07
Vid marco grande	5079,22	4911,83
Vid marco pequeño	4267,78	5027,94
Total vid en D.O.	10490,93	11617,84
Otras cubiertas	133184,91	132038,37
Superficie total	143675,84	143656,21

**Tabla 2.-** Superficies obtenidas en la clasificación

Para la validación de los resultados se utiliza como unidad de muestreo el píxel. El tamaño de la muestra se ha calculado para el 95% de probabilidad ( $z=1.96$ ), con un error máximo permitido ( $\epsilon$ ) del 5% y suponiendo que la posibilidad de acierto error ( $p = q$ ) es del 50%, con lo que el número de píxeles a muestrear ( $n$ ) será de 385.

Con objeto de asegurar la representatividad de las áreas de muestreo se ha diseñado un muestreo aleatorio simple mediante una malla que de 700x700 m que abarca todos los municipios que conforman la D.O. Bierzo. El total de píxeles de vid muestreados es de 103, número suficientemente representativo para la validación diseñada.

La fiabilidad global de la clasificación de la imagen I es  $F_m = 34.85\%$  ( $\kappa = 0.2813$ ) y la de la imagen II  $F_m = 35.63\%$  ( $\kappa = 0.2866$ ). Estos valores se incrementan notablemente si se verifican los resultados obtenidos para la vid:  $F_m = 50.00\%$  ( $\kappa = 0.1769$ ) y  $F_m = 51.00\%$  ( $\kappa = 0.2068$ ), para la imágenes I y II respectivamente.

Como se mencionó en el apartado de metodología se propone combinar las clasificaciones de ambas imágenes: de esta manera se ha mejorado notablemente la fiabilidad de la clasificación global  $F_m = 56.93\%$  ( $\kappa = 0.5033$ ). Si consideramos sólo las cubiertas asignadas a la vid estos valores también se incrementan  $F_m = 64.44\%$  ( $\kappa = 0.4299$ ).

Cubierta	Combinada (ha)	Diferencia (%)
Vid nueva	447,82	-68,26
Vid marco grande	1447,26	-71,02
Vid marco pequeño	1618,33	-65,18
Total vid en D.O.	3513,41	-68,21
Otras cubiertas	61251,64	-53,81
Superficie total	64765,05	-54,91

**Tabla 3.-** Superficies obtenidas en la combinación y diferencia con imágenes originales

En la imagen combinada la superficie obtenida para cada cubierta se ve disminuida porque muchos píxeles quedan sin clasificar (Tabla 3).

## CONCLUSIONES

La clasificación de la vid mediante teledetección se ve dificultada por la escasa cobertura del cultivo, con lo que la influencia del suelo es muy notable.

Clasificando dos imágenes Landsat y combinándolas en una sola se mejoran la fiabilidad hasta un 30%, aunque supone que un gran número de píxeles queden sin clasificar.

## Bibliografía

Arán, M., Villar, P., Xandri, J., Albizua, L., Leránoz, A., Zalba, M., Farré, X. 2001. Estudio de las relaciones entre las propiedades del suelo, cubierta vegetal y respuesta espectral en el cultivo de la viña. *Teledetección: medio ambiente y cambio global, Actas Congreso AET 2001*, 29-32.

Bramley, R.G.V. 2001. Progress in the development of precision viticulture - variation in yield, quality and soil properties in contrasting Australian vineyards. *Precision tools for improving land management. (Eds L D Currie and P Loganathan). Occasional report no.14: 25-43.*

García, J.S., García, F.M. 2001. Evolución de la superficie ocupada por viñedo en La Mancha Conquense en la última década: aplicación con la imagen Landsat. *Teledetección: medio ambiente y cambio global, Actas Congreso AET 2001*, 161-64.

Johnson, L.F., Bosch D.F., Williams D.C., Lobitz, B.M.. 2001. Remote sensing of vineyard management zones: implications for wine quality *Applied Engineering in Agriculture*, Vol. 17(5): 557-560.

Lanjeri, S., Royo, J.M., Segarra, D., Meliá, J. 2001. La evolución interanual del cultivo del viñedo en Castilla-La Mancha (1991-2000) analizada con imágenes Landsat. *Teledetección: medio ambiente y cambio global, Actas Congreso AET 2001*, 118-122.

MAPA, 1999. *Registro vitícola de 40 provincias*. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (Centro de Publicaciones), Madrid.

Rubio, E., Artigao, M.M., Caselles, V., Coll, C., Valor, E. Clasificación del viñedo en la zona de Tomelloso (Albacete). 2001. *Teledetección: medio ambiente y cambio global, Actas Congreso AET 2001*, 74-78.