

Teledetección, inventario y gestión del cultivo de la vid. Proyecto BACCHUS.

Quintanilla, A. ⁽¹⁾, García de Vicuña, A. ⁽¹⁾ y Montesinos, S. ⁽²⁾

⁽¹⁾ Grupo de Teledetección y Sistemas de Información Geográfica. Instituto de Desarrollo Regional. Universidad de Castilla La Mancha. Campus Universitario s/n, 02071 Albacete

⁽²⁾ GEOSYS SL, C/ Sector Foresta, 23, Local 7-8, 28760 Tres Cantos, Madrid

Resumen

En este trabajo se presentan las técnicas de análisis espacial que se utilizan de forma complementaria en la detección de áreas de viñedo, que han sido implementadas en una aplicación informática orientada a la gestión de las actuaciones relacionadas con la viña y que van a constituir un valioso instrumento para los gestores del viñedo. Se distinguen dos grupos de técnicas: aquellas que realizan un análisis multiespectral/multitemporal y las que se centran en el análisis estructural/textural. El primer conjunto se emplea en el inventariado de zonas extensas y en la detección de cambios (nuevas plantaciones, arranques, etc.) utilizando imágenes de alta resolución espacial (Landsat), mientras que el segundo conjunto se utiliza de forma localizada en los lugares donde se producen dichos cambios a partir de imágenes de muy alta resolución espacial (Quickbird, vuelos fotogramétricos).

1. Introducción

Las metodologías de identificación de zonas de viñedo que se describen en este trabajo se han desarrollado en BACCHUS, proyecto de investigación cofinanciado por la Unión Europea y en el que participan un grupo importante de centros de investigación, empresas, administraciones públicas y organismos reguladores del vino que pertenecen a las principales regiones vitícolas de Europa.

En la Unión Europea la gestión de las áreas vitícolas es responsabilidad de un amplio rango de organizaciones encargadas de mantener el registro de viñas en explotación y tomar las decisiones relacionadas con la Política Agraria Común. Para llevar a cabo este tipo de actuaciones es necesario tener localizado el cultivo de la vid, tanto en el espacio, como en el tiempo, esto es: disponer de un registro vitivinícola actualizado. Por esta razón se han desarrollado metodologías de análisis espacial que permiten la actualización de los registros vitícolas de una forma ágil, disminuyendo el tiempo y coste de los inventarios de campo.

Además, las imágenes que se obtienen desde plataformas espaciales facilitan una cobertura que asegura poder observar cualquier zona de interés, a pesar de lo extensa o la dificultad topográfica que presente, y con una resolución temporal adecuada para solucionar el problema de la puesta al día de los inventarios vitícolas [1].

El presente trabajo se centra en la utilización combinada de técnicas de análisis multiespectral/multitemporal y de análisis estructural/textural en el inventariado del viñedo.

Se incluye la implementación de las diferentes metodologías en una herramienta de gestión vitícola que permite además del mantenimiento y actualización de los inventarios, la gestión de la información para la planificación de intervenciones sobre el territorio.

2. Área de estudio

Las metodologías de detección de viñedo han sido validadas en diversas zonas de estudio distribuidas en España, Francia, Italia y Portugal, con el fin de seleccionar zonas representativas de cada territorio. Esto es debido a que las prácticas vitícolas presentan peculiaridades (diferentes marcos de plantación, formas de conducción, variedades, etc.) en los diferentes países y regiones.

Tras realizar una caracterización de las regiones vitícolas en los diferentes países se han elegido un total de nueve zonas de estudio distribuidas en ocho regiones, tres en Francia y dos en Italia, Portugal y España. Cada una de las zonas de estudio elegidas comprende una superficie de 100 km².

En Francia las zonas de estudio se localizan en las regiones vitícolas de Languedoc, Bordeaux y Champagne. En Italia están localizadas en Prosecco y Frascati; en Portugal en las regiones de Beiras y de Tras os Montes; y en España en Castilla La Mancha (Fig. 1)

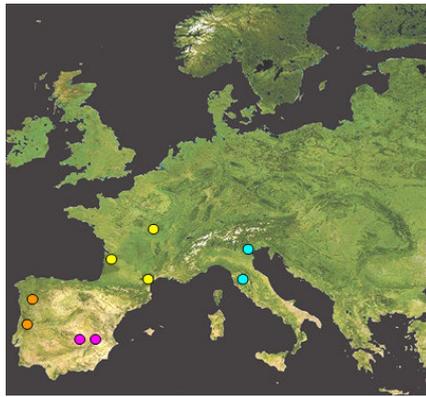


Figura 1: Zonas de estudio en BACCHUS.

3. Material

Las metodologías de detección del viñedo que se implementan en el marco del proyecto utilizan datos de teledetección de alta y muy alta resolución espacial. Para el desarrollo de las mismas se han utilizado tanto imágenes de satélite como fotografía aérea multispectral con características espaciales y espectrales diferentes (Tabla 1).

En cada una de las zonas de estudio se dispone, al menos, de una imagen Quickbird y de una imagen multispectral adquirida con la cámara fotogramétrica AMDC del INTA. Este tipo de imágenes se utilizan en el análisis textural/estructural, en el estudio de la organización espacial de los píxeles de una imagen y de la información radiométrica contenida en ella. Al mismo tiempo se han adquirido al menos dos imágenes Landsat en cada zona para aplicar las técnicas de clasificación multitemporal/multiespectral, que permiten clasificar la viña a partir de la evolución fenológica de los cultivos existentes en la zona de estudio.

Asimismo, sobre las zonas de estudio de Castilla La Mancha se han realizado medidas de fracción de cubierta vegetal y de reflectividad espectral (con el radiómetro GER 3700) que nos permiten relacionar los parámetros biofísicos que se miden en campo con los que se obtienen a partir de las imágenes multispectrales.

Y para la verificación y validación de las metodologías se dispone de registros vitivinícolas con las características de las diferentes parcelas de y de datos verdad terreno (Fig. 2) con los cultivos presentes en las zonas de estudio. Dichos datos se han obtenido a partir de visitas de reconocimiento y de la fotointerpretación de imágenes de muy alta resolución espacial (Quickbird y fotografía aérea).

Tabla 1: Características de las imágenes utilizadas en el desarrollo de las metodologías de detección de viñedo

Sensor	Resolución espacial	Resolución espectral
Quickbird	Ms: 2.88 m Pan: 0.61 m	B: 450-520nm G: 520-600nm R: 630-690nm NIR: 760-900nm
Landsat	Ms: 30 m Pan: 15 m	B: 450-520nm G: 520-600nm R: 630-690nm NIR: 760-900nm
Fotografía aérea	Ms: 0.8m Pan: 0.8m	B: 420-490nm G: 515-565nm R: 600-670nm NIR: 738-772nm

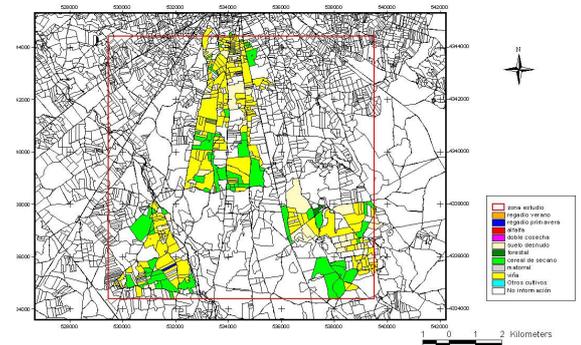


Figura 2: Mapa verdad terreno sobre la zona de estudio de Villarrobledo (Castilla La Mancha)

4. Teledetección e inventario. Metodología

En el proyecto BACCHUS se propone el uso combinado de las técnicas de análisis multispectral/multitemporal y de las técnicas de análisis estructural/textural.

El primer conjunto de metodologías se utiliza para identificar y detectar los cambios (nuevas plantaciones, arranques, etc.) que se producen en las parcelas de viña. Se emplea la evolución fenológica de los cultivos existentes en la zona de estudio como criterio de clasificación y se fundamenta en el método desarrollado por Calera (2000) [2]. En primer lugar, se analiza la evolución temporal del índice de vegetación normalizado (NDVI) de los

cultivos existentes en la zona de estudio y a continuación se aplica el algoritmo de máxima probabilidad y criterios de decisión en árbol. Para poder beneficiarse de este tipo de técnicas se necesitan al menos dos imágenes que permitan describir el ciclo vegetativo de la vid. La primera correspondiente al periodo invernal (cuando predomina el suelo desnudo) y la segunda cuando se produce la parada en el crecimiento de los órganos vegetativos (la viña se encuentra en su máximo desarrollo vegetativo). Las imágenes Landsat son adecuadas para aplicar este tipo de técnicas debido a que constituyen una herramienta útil para la observación y seguimiento apropiado de grandes extensiones de terreno. Al utilizar este tipo de metodologías es necesario tener en cuenta dos factores críticos: uno el tamaño mínimo de las parcelas que es capaz de discriminar y que está ligado a la resolución espacial de las imágenes y otro el estado vegetativo del cultivo.

Por otra parte, las técnicas de análisis textural/estructural, desarrolladas por el Cemagref, estudian la organización espacial de los píxeles de una imagen y la información radiométrica contenida en ella. Se emplean métodos que se fundamentan en la Transformada de Fourier [3] o en la Transformada de Wavelet [4] debido a que permiten identificar estructuras regulares y repetitivas, características de las parcelas de viña. Este tipo de técnicas por el contrario, requiere al menos de una imagen de muy alta resolución espacial (1 m) que presente un alto contraste entre el viñedo y el suelo. Las imágenes Quickbird, así como la fotografía aérea multispectral proporcionan una resolución espacial muy adecuada para el análisis textural/estructural ya que el tamaño del píxel permite localizar en la imagen patrones espaciales específicos. El alto coste de este tipo de imágenes condiciona su empleo a aquellas zonas donde se hayan producido cambios o en aquellos lugares donde las metodologías de clasificación multitemporal no permiten discriminar la vid debido al tamaño de las parcelas (Fig. 3).

5. Sistema de gestión

Los algoritmos de análisis espacial se han implementado en un Sistema de información geográfica (SIG) (Fig. 4) que sirve de ayuda a la toma de decisiones de aquellas organizaciones encargadas de la gestión del viñedo. BACCHUS es un instrumento de gestión patrimonial y un instrumento estadístico y de regulación que permite planificar intervenciones sobre el territorio.

El usuario dispondrá de una herramienta que le permita identificar las parcelas de viña en producción y detectar los cambios que se producen

en el territorio con respecto a años anteriores aplicando las metodologías multitemporales. Para ello se utilizará como mínimo dos imágenes que describan el desarrollo fenológico del cultivo de la vid con una resolución espacial suficiente para identificar las parcelas en la zona de estudio.

En las parcelas donde se identifican suelos desnudos o se detectan cambios (arranques, nuevas plantaciones, etc.), al comparar con clasificaciones de años anteriores, se aplican los algoritmos de análisis textural/estructural que tienen la ventaja de poder identificar las parcelas de viña joven. Como se precisa de imágenes de muy alta resolución espacial (<1m) para poder aplicar este tipo de metodologías y debido a su alto coste, el usuario podrá adquirir las imágenes únicamente de las zonas de interés reduciendo el coste económico así como el computacional, pues en zonas extensas el tiempo de procesado de este tipo de técnicas aumenta considerablemente.

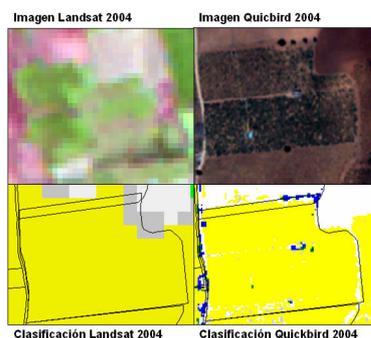


Figura 3: Detección (Landsat) e inventariado (Quickbird).

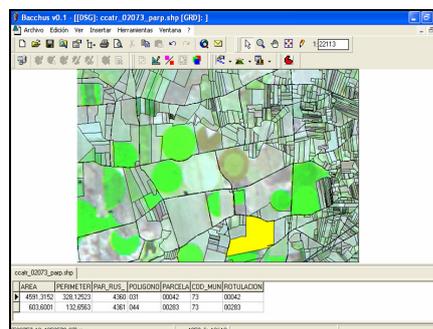


Figura 4: Implementación de las metodologías de detección de viña en el sistema BACCHUS

Además de la detección de viñedos la herramienta permite visualizar, consultar y realizar análisis simples sobre la cartografía. Las principales funciones a las que tienen acceso los usuarios del sistema son las siguientes:

- Localización de parcelas vitícolas en el territorio mediante el uso combinado de técnicas de análisis espacial.
- Medición de las longitudes perimetrales y superficies de parcelas vitícolas.
- Dibujado de nuevas parcelas de forma integrada.
- Realización de operaciones de edición sobre parcelas vitícolas existentes (agregación, segregación, modificación de vértices)

Igualmente incorpora un módulo para la gestión que permite la planificación de intervenciones sobre el territorio mediante el conocimiento de la distribución espacial del viñedo y de las características agroclimáticas.

6. Resultados

El proyecto BACCHUS integra el uso combinado de diferentes metodologías de análisis espacial que permiten la detección, el inventariado del viñedo y proporciona una herramienta SIG que actúa como una excelente solución de ayuda en la toma de decisiones y en la gestión de las diferentes actuaciones relacionadas con la viña.

7. Conclusiones

Las metodologías de clasificación utilizando imágenes de alta y muy alta resolución espacial permiten mantener de forma actualizada y sin gran esfuerzo económico y técnico el registro vitícola de todo un territorio.

El uso combinado de las mismas proporciona una metodología robusta de detección de viñedo ya que permite minimizar las limitaciones de cada una de ellas. Las imágenes Landsat se emplean para la obtención de mapas de clasificación de viñedo a escala regional y las imágenes Quickbird para la mejora de estos mapas en los lugares donde a escala Landsat no es posible detectar el viñedo.

La incorporación de estas metodologías en un entorno SIG para disponer a los gestores del viñedo de una solución global e integrada y para la actualización y gestión del registro permitiendo a corto plazo una optimización de las tareas y, a largo plazo, satisfacer todas las necesidades de las organizaciones.

8. Agradecimientos

El proyecto BACCHUS "Methodological approach for vineyard inventory and management" con Ref. EVG1-CT 2002-00075 se desarrolla dentro del V Programa Marco. Está cofinanciado por la Unión Europea bajo la coordinación de la empresa GEOSYS.

En el proyecto participan un grupo de socios técnicos y de representantes del sector de la viña, proporcionando soluciones al proyecto y actuando como usuarios finales del mismo.

Como socios técnicos el Instituto de Desarrollo Regional de la Universidad de Castilla La Mancha y el Instituto de Técnica Aeroespacial (España), Cemagref (Francia), Instituto Geográfico Portugués (Portugal), e Instituto di Biometeorologia del Centro Nacional de Investigación (Italia).

Como representantes del sector de la viña la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha (España), el Instituto da Vinha e do Vinho (Portugal), ONIVINIS, GEODASEA y FRCA (Francia) y los Consorcios de Tutela de las Denominaciones de Prosecco y Frascati (Italia).

Y como promotor del proyecto participa el Centro de Explotación de datos de Observación de la Tierra (ESRIN) de la Agencia espacial Europea (ESA).

9. Referencias

- [1] Hall, A., D. W. Lamb, B. Holzapfel y J. Louis "Optical remote sensing applications in viticulture - a review." *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 8(1) 36-47, 2002.
- [2] 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.
- [3] Robbez-Masson, J.-M., T. Wassenaar, P. Andrieux y F. Baret. "Reconnaissance par télédétection rapprochée des vignes et analyse de leur structure spatiale à l'aide d'une analyse fréquentielle intra-parcellaire. Application au suivi des effets des pratiques culturales." *Ingénieries*, (27) 59-67, 2001.
- [4] Ranchin, T., B. Naert, M. Albuisson, 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.