

## EL VIÑEDO EN CASTILLA-LA MANCHA Y SU SEGUIMIENTO MEDIANTE IMAGENES LANDSAT-5 TM

Segarra, D.\*, Lanjeri, S.\*, Brasa, A.\*\*\*, Montero, F.\*\*\*, Meliá, J.\*

\* Universitat de Valencia (Estudi General). Departamento de Termodinámica

\*\* Universidad de Castilla La Mancha. Departamento de Producción Vegetal

**RESUMEN.** La identificación mediante imágenes de satélite de los cultivos de vid presenta algunas dificultades debido al bajo grado de cobertura y al carácter marginal del cultivo en muchas zonas. Se presenta en el trabajo los mapas de cobertura, obtenidos para una zona experimental del proyecto EFEDA situada en Castilla La Mancha, mediante imágenes Landsat-5 TM.

### INTRODUCCION

La aplicación de la teledetección a estudios agronómicos ha sido tradicionalmente una de las temas de investigación que ha merecido mayor presencia en la bibliografía científica. Sin embargo algunos cultivos, como la vid, presentan notables dificultades para ser tratados mediante teledetección, debido a la escasa cobertura vegetal del suelo, a su alternancia con otros cultivos de similar fenología y a la presencia de superficies de vegetación natural, muy frecuentes en zonas marginales como son muchas en las que se cultiva la vid. Por otra parte la vid es un cultivo que está experimentando profundas transformaciones en la última década: incorporación del riego, abandono de campos, etc. Todos ellos son factores que inciden en la degradación del suelo y en la sobreexplotación de los recursos hídricos, cuya evaluación reviste mucho interés y para los que los estudios multitemporales por teledetección son especialmente adecuados. Durante el periodo 1985 a 1995 se han arrancado en Castilla-La

Mancha 1.284.440 ha de viñedo, el 45 % de la superficie arrancada en todo el territorio nacional en igual periodo (2.839.420 ha), cifra que es la mayor superficie nacional de viñedo arrancada en la U.E. durante ese periodo.

De toda la comunidad castellano manchega la zona donde la vid es un cultivo más intensivo y donde, por otra parte es más acusada la práctica reciente del abandono de la misma, se localiza en los municipios de Campo de Criptana, El Toboso, Las Mesas, Mota del Cuervo, Pedro Muñoz, Quintanar de la Orden, Socuellamos, Tomelloso y Villarrobledo. En particular y como ejemplo la zona de Tomelloso presenta más del 70 % de su superficie dedicada al cultivo de la vid, coexistiendo, en proporciones muy inferiores, con otras especies leñosas como el olivo, con zonas forestales y con los cultivos herbáceos, fundamentalmente el cereal de secano junto al barbecho, que en conjunto apenas suponen un 20 %. Es la zona donde se ubica la mayor proporción de viñedo eliminado de todo el territorio nacional y europeo.

El estudio que abordamos arranca de la fase I del proyecto EFEDA iniciada en 1991 y que tuvo como zona experimental una superficie de 100 x 100 km<sup>2</sup> ubicada en Castilla la Mancha, en plena zona vinícola. La combinación del ciclo vegetativo de la vid con la de los otros cultivos más abundantes en la zona seleccionada (cereales de secano y de regadío y olivos) y con la vegetación natural, determina en la zona una estacionalidad en la cubierta vegetal que nos permite, en un estudio

multitemporal, identificar la vid mediante imágenes del satélite Landsat-5 TM y a partir del inventario hacer un seguimiento de su ciclo vegetativo.

## IMAGENES TM UTILIZADAS Y SU TRATAMIENTO

En la realización del presente trabajo se han utilizado 9 imágenes del satélite Landsat-5 TM, 5 correspondientes a 1991 (9 de Abril, 27 de Mayo, 12 y 28 de Junio y 14 de Julio) y 4 a 1996 (24 de Mayo, 25 de Junio, 11 de Julio y 29 de Septiembre). Las imágenes estudiadas corresponden a un cuarto de escena flotante (3500 x 2945 píxeles) centradas en el área de estudio EFEDA (39° 16' N, 2° 28' W) y son todas las disponibles dentro del periodo fenológico de utilidad para nuestro estudio.

Los tratamientos realizados en las imágenes han sido de corrección geométrica y de normalización radiométrica. Para la corrección geométrica se ha seguido el método de puntos de control y la interpolación mediante convolución cúbica. El ajuste con un error en distancia inferior a un píxel garantiza la superponibilidad de las nueve imágenes de la serie.

La normalización radiométrica busca minimizar los efectos atmosféricos y de posible deriva del sensor, admitiendo que ambos efectos pueden normalizarse mediante una función de correlación lineal, respecto a una imagen de referencia. Esta función de correlación se obtiene a partir de los valores de reflectividad aparente de superficies supuestamente invariantes. Respecto a la imagen del 9 de Abril de 1991, en la que la turbiedad atmosférica era menor se han corregido todas las imágenes, utilizando los valores de calibrado del sensor TM y los datos astronómicos correspondientes al día y hora de la imagen. Las superficies de reflectividad invariante se han distribuido a lo largo de la imagen y se agrupan en tres clases: agua, suelo urbano y suelo desnudo.

## LA CUBIERTA VEGETAL DEL VIÑEDO Y SU REFLECTIVIDAD

La vid es un cultivo bien adaptado a las tierras de la región castellano-manchega con un clima semiárido, con precipitaciones escasas, comprendidas entre los 300 y 400 l/año, y con veranos largos, secos con temperaturas altas y oscilaciones térmicas diarias muy acusadas. La planta se adapta bien a suelos poco profundos, calizos y secos y, a pesar de la escasez de lluvias, mantiene una vegetación verde abundante durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre. En la zona de Tomelloso, en la que centramos esta parte de nuestro trabajo, abundan los suelos cálcicos, 75 %, y cuaternarios, 12 %, con un resto del 13 % para los restantes tipos.

La cobertura del viñedo es necesariamente baja dado el marco de plantación habitual, 2,5x2,5 m, que viene a dar unas 1.600 cepas por hectárea y el desarrollo de la vegetación, que en las condiciones climáticas en que se desenvuelve y con las técnicas de poda con un número bajo de yemas fértiles por hectárea. Coberturas del 10 % pueden considerarse como altas. Esto da lugar a que la señal radiométrica del viñedo tenga una contribución del suelo muy importante y que en muchos casos puede enmascarar la variabilidad radiométrica debida a los cambios fenológicos de la vid, especialmente en sus primeros estadios. El ciclo vegetativo de la vid, que se inicia a mediados de abril (crecimiento y desarrollo de los órganos vegetativos: pámpanos, hojas, zarcillos y raíces) y finaliza en la primera quincena de noviembre con la caída de las hojas, se puede evaluar mediante la medida de distintos parámetros agronómicos: Altura, resistencia estomática, superficie de cubrición, biomasa, LAI, rugosidad aerodinámica, etc. De entre ellos altura, superficie de cubrición, biomasa y LAI, son los más adecuados para su seguimiento por imágenes de satélite, en función de la alteración que introducen en la respuesta radiométrica del suelo desnudo.

El seguimiento mediante imágenes de satélite queda limitado a las etapas fenológicas comprendidas entre mayo y julio, donde se centra el periodo de mayor crecimiento de los órganos vegetativos de la planta. En fechas anteriores el recubrimiento del suelo es muy bajo y en las posteriores su variación es muy pequeña ya que se produce una parada en su crecimiento y el agostamiento posterior.

En la Figura 1 se representan los valores de la superficie de cobertura medidos en 1991 para la variedad Airen, en la zona de Tomelloso y en el marco del proyecto EFEDA. Los valores de altura, biomasa y LAI, no representados, alcanzan simultáneamente con los de cobertura sus valores máximos, aproximadamente a mediados de Julio, si bien el índice LAI presenta un posterior descenso más acusado, en el agostamiento, que en realidad es debido a la metodología empleada (sensores ópticos) para su medida y al porte o hábito de desarrollo rastrero de la planta.

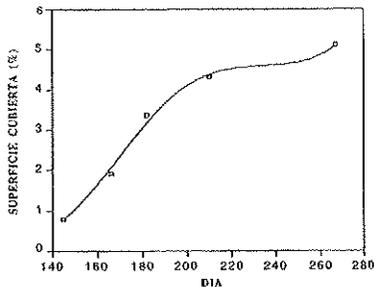


Figura1.- Curva evolutiva para la cobertura de la vid en 1991 (zona de Tomelloso).

Por otra parte en la Figura 2 se representan los valores de reflectividad del suelo y de la vid para tres fechas. La Figura 2 corresponde a los valores de reflectividad que se calculan a partir de las medidas realizadas para la fecha del 9 de Abril de 1991, en zonas de viñedo en las que la cubierta vegetal es

nula. Se obtienen valores de reflectividad de los dos tipos de suelo notablemente diferentes y en particular los respectivos valores del NDVI difieren de uno al otro: para el cuaternario se obtiene un valor de 0.13, mientras que el calcico de 0.063.

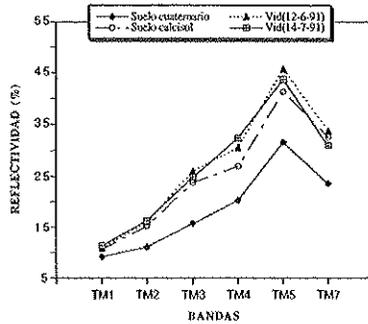


Figura2.- Reflectividad de los dos tipos de suelo dominantes, Cuaternario y calcisol y de la vid en fechas de 12 de junio y 14 de julio.

#### CLASIFICACION DE LOS USOS AGRICOLAS DEL SUELO

Con el fin de determinar la zona de cultivo de vid en el área de Tomelloso se ha procedido a una clasificación de los usos de suelo mediante un procedimiento de máscaras y de clasificación supervisada multitemporal, eliminando por etapas sucesivas las superficies ya clasificadas. En la Tabla 1 se muestra el porcentaje calculado para cada una de las clases estudiadas, comparado con la información de suelo obtenida para la zona. Las diferencias en el inventario se deben a la confusión de algunas vides jóvenes (de menos de cuatro años) con el barbecho y a la existencia de vides abandonadas, arrancadas o no, catalogadas como vid en el campo y no clasificadas como tales en la imagen.

Clase	Porcentaje clasificado	Verdad terreno
Viñedo	62.3%	76.3%
Cereal+Barbecho	29.4%	19.6%
Forestal	4.7%	1.5%
olivos	3.6%	2.6%

Tabla1.- Comprobación del porcentaje de áreas de las clases vegetales estudiadas, procedentes del resultado de la clasificación de la zona de estudio "Tomelloso" y de la información de campo.

### CONFECCION DE MAPAS DE COBERTURA DE LA VID

Durante los años 1991 y 96 se han hecho medidas de cobertura, biomasa, altura y LAI en una serie de parcelas experimentales. En la Figura 3 se representan los valores de cobertura, corregidos a la fecha de paso del satélite mediante la sigmoide anual correspondiente, frente a los de NDVI medios para cada una de las parcelas. La función de ajuste Cobertura/NDVI nos permite producir mapas de cobertura para la vid en las diferentes fechas, de las que a modo de ejemplo se presenta, en la Figura 4, la correspondiente a 14 de julio de 1991.

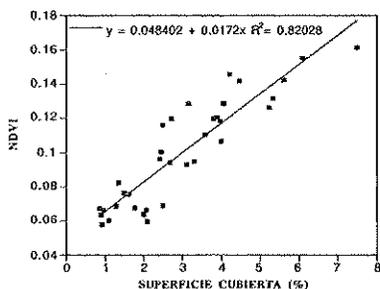
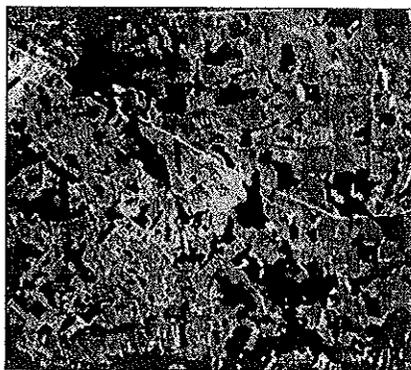


Figura3.- Valores del NDVI en función de la cobertura para valores medidos en los años 1991 y 1996.



0 1 2 3 4 5 6 7  
SUPERFICIE CUBIERTA (%)

Figura4.- Mapa de la superficie cubierta (%) de la vid correspondiente a la fecha del 14-7-91 de la zona de Tomelloso.

### REFERENCIAS

BOLLE, H.J. (editor) (1996). "Desertification processes in the Mediterranean area and their interlinks with the global climate". Sub-group V: Remote Sensing and Radiometric Properties of the Surface. Assessment of desertification from space (EV5V-CT93-0284). Final Report. Free University of Berlin.

MARTIN DE SANTA OLALLA, F. (editor) (1994). "Desertificación en Castilla-La Mancha". El proyecto EFEDA. Universidad de Castilla La Mancha.

AGRADECIMIENTOS. Este trabajo se ha podido llevar a cabo gracias a la financiación de la Unión Europea con el proyecto RESMEDES (ENV4-CT95-0094), a la ayuda prestada por el Instituto de Desarrollo Regional de Castilla-La Mancha y a una beca concedida por la Agencia Española de Cooperación Internacional-ICMA.