

RESPUESTA ESPECTRAL EN LOS CULTIVOS DE SECANO EN CASTILLA LA MANCHA MEDIANTE IMAGENES LANDSAT-TM

A. Calera *; D. Segarra **; J. Melia **

* Instituto de Desarrollo Regional. Albacete. Universidad de Castilla La Mancha

** Departamento de Termodinámica. Universidad de Valencia

RESUMEN: Mediante imágenes Landsat-TM se caracterizan espectralmente los cultivos de secano, previa identificación y discriminación. Se analiza la evolución temporal de su respuesta espectral y se compara para los años 1991 y 1996.

INTRODUCCION

La evaluación de la cubierta vegetal es un parámetro de gran importancia en muchos estudios de carácter ambiental pero tiene una especial significación en los que se ocupan de regiones amenazadas por desertificación. En Castilla La Mancha los cultivos extensivos constituyen una parte sustancial de esa cubierta y, aunque su peso en la economía regional ha ido descendiendo, tienen una gran repercusión en la renta familiar de esta región. En el análisis de la cubierta debida a estos cultivos se muestran eficaces las técnicas de teledetección, bien sea mediante el uso de sensores de baja resolución y alta frecuencia temporal, como la serie NOAA con el sensor AVHRR, y los de alta resolución espacial como puede ser el Landsat-TM, que permite la identificación y discriminación de las diferentes cubiertas vegetales, posibilitando el seguimiento espacial y temporal de su evolución.

Dentro de los diferentes cultivos englobados bajo esta denominación (cebada, trigo, lentejas, vezas, yeros, etc.), el de la cebada es el de referencia, por la cuantía de la superficie cultivada (50 % de la superficie total de las tierras dedicadas a cultivos herbáceos en toda Castilla La Mancha. MAPA.1990) y por sus repercusiones económicas. El estudio se va a realizar mediante un análisis multitemporal de nueve imágenes Landsat-TM convenientemente distribuidas en la primavera de dos años, 1991 y 1996, de especial interés por corresponderse a dos periodos seco y húmedo, respectivamente (Tamayo, 1994).

AREA DE ESTUDIO

El análisis se realiza sobre una zona de 8000 km² de superficie, cuya característica fundamental es la de ser una gran planicie (La Mancha) con una altitud media de 700 m. El terreno asciende suavemente

desde esta llanura hasta cotas cercanas a los 900 m, tanto si nos desplazamos hacia el Norte o el Sur, accidentándose ligeramente.

Es una zona bastante uniforme en suelos, que en general tienen un elevado contenido en carbonato cálcico y bajo contenido en materia orgánica (Sánchez, 1994). Tiene un clima mediterráneo con marcado carácter continental (Tamayo, 1994) en el que las precipitaciones presentan un alto grado de variabilidad espacial y temporal, guardando relación con el relieve montañoso. La precipitación media, en la zona de estudio, varía entre 310 mm y 570 mm. La evapotranspiración, calculada según la fórmula de Thornthwaite, se sitúa alrededor de 800 mm, con déficit hídrico a partir de Abril.

MATERIALES Y METODOS

Hemos utilizado imágenes Landsat-TM, correspondientes a las fechas, para 1991, de: 9 de Abril, 27 de Mayo, 12 de Junio, 28 de Junio, y 14 de Julio. Para 1996, 24 de Mayo, 25 de Junio y 11 de Julio, todas ellas cuartos de escena. Estas imágenes han sido georreferenciadas mediante puntos de control, utilizando polinomios de segundo grado, y remuestreadas por el procedimiento de convolución cúbica. Posteriormente ha sido calculada su reflectividad, y corregida radiométricamente al "normalizar" los valores de superficies de reflectividad constante a los de la escena de 9 de Abril de 1991.

Clasificación

Este trabajo se centra esencialmente, tal como se ha indicado, en la discriminación e inventario de los cultivos de secano, de tal manera que los restantes cultivos se han considerado únicamente a los efectos de realizar la clasificación de los anteriores. Atendiendo a la fenología de los principales cultivos (Martin, 1994), se han seleccionado finalmente las siguientes clases:

- Cultivos de secano (cebada, trigo, lentejas, vezas, yeros, ...)
- Barbecho
- Regadíos de primavera (trigo, cebada, vezas, colza, guisantes ...)
- Regadíos de verano (maíz, remolacha, cebolla)

- Regadíos no estacionales (alfalfa)
- Girasol de secano
- Viña
- Matorral
- Forestal

Para hacer la clasificación, se ha optado por utilizar las escenas disponibles de mayo y julio, correspondientes a cada uno de los dos años. El procedimiento seguido para este proceso ha sido el de clasificación supervisada.

La información para las muestras de verdad-terreno, correspondiente a 1991, ha sido obtenida de la cartografía elaborada sobre las zonas piloto del proyecto EFEDA (Barth, Brasa), y de fuentes propias. Para 1996 se ha efectuado trabajo de campo, con cartografía del catastro cuando se disponía de ella, o fotografía aérea, en una serie de zonas distribuidas a lo largo de toda el área de estudio.

Especialmente significativo ha sido el caso de La Gineta, en la que al disponer del catastro de la propiedad rústica digitalizado ha sido posible visualizar la bondad de la georreferenciación de las imágenes y de la clasificación, en lo que se refiere a los cultivos de secano.

Ha sido preciso zonificar la clasificación, ya que las condiciones de suelo, y las climatológicas, hacen indistinguible la cebada de regadío de algunas cebadas de secano, especialmente las cultivadas en la zona Norte de nuestra área. Este hecho se pone de manifiesto en la fig. 1 en la que se aprecia la similitud en la respuesta espectral entre una cebada de regadío de la zona de la Gineta y una cebada de secano de la zona de Honrubia

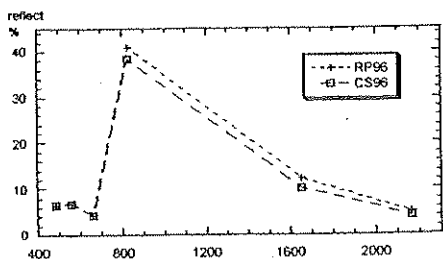


Fig.1.- Comparación de la respuesta espectral de una cebada de regadío en La Gineta con una cebada de secano en Honrubia

RESULTADOS

Distribución espacial. Selección de zonas de cultivo predominante

Para analizar la estructura espacial de los cultivos hemos superpuesto, sobre la zona de estudio, una retícula cuadrada de 90 km por 90 km, cuyo paso de malla es de 10 km. La esquina superior izquierda tiene por coordenadas UTM $x = 500,000m$; $y = 4,390,000 m$.

El análisis de toda la zona proporciona para 1991 un 40 % de la superficie total de la zona de estudio dedicada a cultivo de secano, siendo la estimación para 1996 de un 34%. Estos cultivos son claramente predominantes en el Norte, Centro, Este y Sur. Al Oeste ceden su papel principal al viñedo (Tomelloso, Socuellamos, Oeste de Villarrobledo).

En este análisis hemos seleccionado unas subzonas, con una extensión de, aproximadamente, 100 km², que estuvieran distribuidas por toda la zona de estudio, donde se redujera al mínimo la proporción de regadíos, matorral y forestal, y que, a excepción de la subzona de Tomelloso, tuvieran una alta proporción de cultivo de secano. Las subzonas elegidas, denominadas por la población más cercana han sido: Belmonte, Villanueva de la Jara, Villarrobledo, Tomelloso, Minaya, La Gineta y Honrubia.

Respuesta espectral. Su evolución temporal.

Se ha calculado, para una zona representativa, los NDVI de las clases principales (cultivo de secano, barbecho, regadío de primavera y regadío de verano). La figura 2 muestra la evolución del cultivo de secano para una zona cercana a Minaya. Asimismo permite la comparación con la clase regadío de primavera, que representa el potencial de crecimiento máximo al disponer de la cantidad de agua óptima. Esta desciende a un NDVI similar al de la clase cultivo de secano, solo que con un desplazamiento temporal de alrededor de 15 días, para 1991. Los resultados se reproducen para el año 1996.

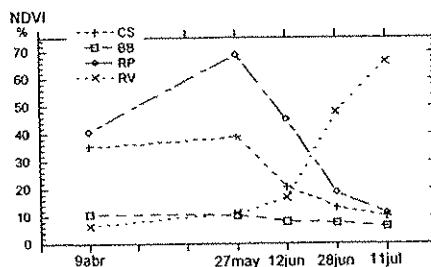


Fig.2.- Evolución temporal promedio del NDVI (%) para cultivo de secano (CS), barbecho (BB), regadío de primavera (RP), y regadío de verano (RV), para la serie de imágenes de 1991.

La fig. 3 muestra la respuesta espectral de las clases Cultivo de Secano (CS), Regadío de Primavera (RP) y Barbecho (suelo desnudo) (BB) para la misma zona que en el caso anterior.

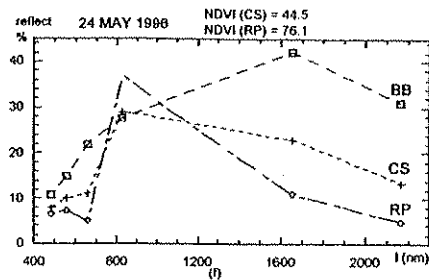
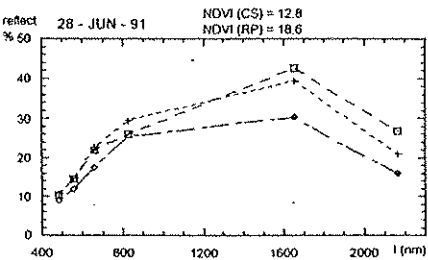
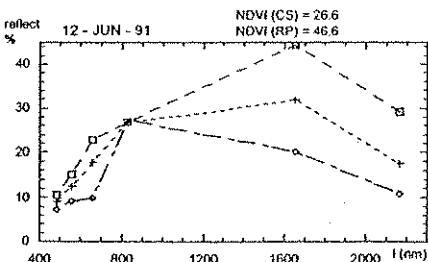
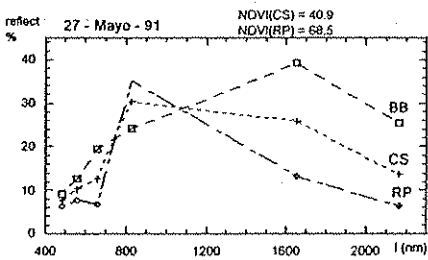
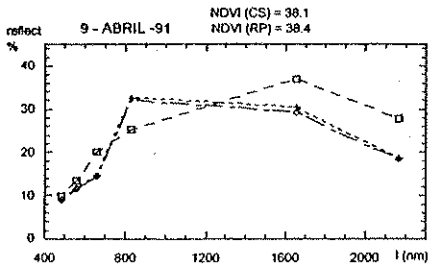


Fig. 3.- Evolución temporal de las clases cultivo de secano (CS), regadío de primavera (RP), y barbecho (BB) para la serie de imágenes de 1991, y para el 24 de Mayo de 1996.

Para la serie correspondiente a 1991, resalta el hecho de la indistinguibilidad entre las clases CS y RP para el 9 de abril, diferenciándose en el 27 de mayo.

A partir de esta fecha, se produce un acercamiento paulatino a la curva que representa la respuesta espectral del suelo desnudo, ligado a la maduración y cosecha. Señalemos el gran parecido de la respuesta espectral de CS para el 12 de Junio y la de RP para el 28 de Junio, encontrando el desplazamiento de alrededor de 15 días señalado anteriormente.

Para la serie de 1996 esta misma situación se repite en parecidos términos en las imágenes disponibles. Estas circunstancias muestran la idoneidad de las fechas de finales de mayo para el análisis de la clase cultivo de secano, ya que coincide con la finalización del proceso de crecimiento reproductivo y como consecuencia, el "estado" en ese momento refleja todo el ciclo de desarrollo de la planta. Asimismo, el NDVI se muestra como un buen indicador. Sin embargo parece prometedor que el análisis incluya también la respuesta de la banda 5 que, visualmente, constituye una buena referencia sobre ese estado.

Comparación de la respuesta espectral de los cultivos de secano en los años 91 y 96

Para las fechas de finales de mayo del 91 y del 96, hemos comparado los cultivos de secano. En primer lugar y para el mismo año, en función de la zona, de tal forma que las diferencias existentes se deberán fundamentalmente a las diferencias en suelo y climatológicas. Esto se ha reflejado en la fig. 5., en la que se muestra la alta variabilidad espacial de CS, a pesar de la relativa uniformidad del área de

estudio. Asimismo, esta figura proporciona una clasificación de la "calidad" del cultivo para las

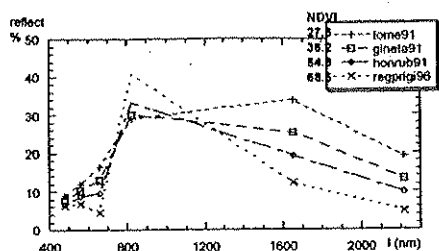


Fig.4.- Respuesta espectral promedio para los cultivos de secano en diferentes zonas, para 1991

diferentes zonas contempladas, lo que se traduce igualmente en los respectivos valores del NDVI.

Si comparamos zona a zona para los dos años agrícolas, fig 6, observamos en su conjunto un mejor estado del cultivo, que se traducirá en una mejor cosecha, para el año 1996. Este hecho queda recogido en la variación del NDVI.

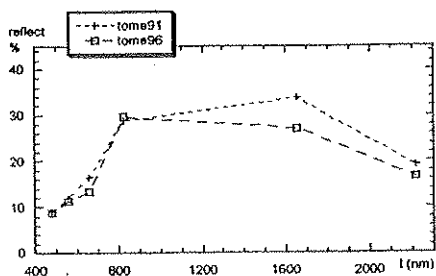


Fig.5.- Comparación de la respuesta espectral promedio del cultivo de secano sobre la zona de Tomelloso el 27 de mayo de 1991 y el 24 de mayo de 1996.

CONCLUSIONES

La discriminación e identificación de la clase cultivos de secano exige zonificar el área de estudio. Para esa clasificación, así como para obtener la respuesta espectral representativa de estos cultivos las fechas de finales de mayo y julio se revelan idóneas.

Estos cultivos representan el 40% de la superficie para 1991, y el 34% para 1996. El análisis de la distribución espacial permite seleccionar subzonas características en las que se observa una alta

variabilidad de la respuesta espectral para diferentes zonas en una misma fecha.

La evolución temporal en base a las imágenes disponibles permite la comparación de esta clase con la de regadío de primavera, que al ser los mismos cultivos, representa el potencial de crecimiento máximo. Así se encuentra, para ambos años, y entre estas clases, un desplazamiento temporal superior a las dos semanas, indicando la maduración más tardía de los cultivos regados

El NDVI se muestra como un buen indicador del "estado" del cultivo. Parece de interés la inclusión de la respuesta espectral de la banda 5 en esa descripción. Asimismo la respuesta espectral para la misma fecha y diferentes zonas muestra una alta variabilidad

REFERENCIAS

- COLDWEL, R.N. "Manual of remote sensing" Ed. American Society of Photogrammetry. 1983
- MARTÍN DE SANTA OLALLA, F. (Ed.) (1994) "Desertificación en Castilla La Mancha. El proyecto EFEDA" Ed. Universidad de Castilla La Mancha
- TAMAYO, J. (1994) "Relación entre las precipitaciones y el índice de vegetación normalizada (NDVI) en áreas en riesgo de desertificación. Aplicación a la zona de estudio del proyecto EFEDA". Tesis Doctoral. Universidad de Valencia.
- SANCHEZ, J. et al. (1994) "Suelos" en Desertificación en Castilla La Mancha. El proyecto EFEDA; Universidad de Castilla La Mancha.
- MANIERE, R. CHAMIGNON, C.; COURBOULES, J.; and BARBERO, M.; (1990) Données Thematic Mapper de Landsat et perception de l'occupation du sol en milieu littoral méditerranéen. International Journal of Remote Sensing, 11(1):69-93.
- CONESE, C. ; MASELI, F. (1991) Use of Multitemporal information to improve classification performance of TM scenes in complex terrain. J. Photogramm. Remote Sensing., 46:187-197