TELEDETECCIÓN. Avances y Aplicaciones. VIII Congreso Nacional de Teledetección. Albacete, España, 1999. pp. 72-75.
Editores: Santiago Castaño Fernández y Antonio Quintanilla Rodenas

MODELIZACIÓN DEL NDVI PARA EL SEGUIMIENTO DE LAS SUPERFICIES FORESTALES DE CASTILLA Y LEÓN

A. Alfonso Fdez Manso (*), Pilar Illera (**), Jose Antonio Delgado (**) y Alberto Fdez Unzueta (**)

Diaafh@unileon.es

(*) Departamento de Ingeniería Agraria. E.S.T. de Ingeniería Agraria. Campus del Bierzo Universidad de León.
(**) Departamento de Física Aplicada 1. E. T. S de Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid. Avda. Madrid 57, 34071. Palencia.

RESUMEN

En esta comunicación se describe el diseño y puesta en funcionamiento de un Sistema de Información Geográfica (SIG) que permitirá el seguimiento de la vegetación de Castilla y León. Como primera aplicación se está elaborando un modelo que relaciona el NDVI con las principales variables meteorológicas en las diferentes formaciones forestales de la región.

ABSTRACT

This paper describes the design and first application of a Geographical Information System (GIS) which will allow to perfome a monitoring and control of the vegetation surfaces in Castilla y Leon. One of the first applications of the GIS will serve to characterize the evolution of the NOAA satellite data for the different species and bioclimatical zones of the comunity which will facilitate change detection. At the present stage, the decenal NDVI composites of maximum value have been analyzed in relation whit the evolution of the meteorological parameters.

P.C. Sistema de Información Geográfica (SIG), Climatología, NDVI, vegetación

INTRODUCCIÓN

La información proporcionada por los satélites de la serie NOAA tiene un gran interés en el seguimiento de la vegetación a escala regional siendo esta una herramienta útil para la planificación y la gestión sostenible de los recursos naturales. La buena resolución temporal de estos satélites permite plantear un seguimiento continuo de los cambios de la vegetación. En el trabajo se presenta la metodología y los primeros resultados de un SIG que pretende realizar un seguimiento de la evolución continuada de las superficies de la Comunidad Autónoma de Castilla y León.

FUNDAMENTOS

Los planteamientos iniciales para el diseño de un sistema de seguimiento tienen que responder a un conjunto de interrogantes básicos: qué superficies evaluar y a qué resolución (escala); cada cuánto se recogerán los datos (definir la unidad de tiempo); y determinar cómo se planteará el sistema (la metodología de trabajo). La respuesta ha estos tres interrogantes iniciales resume los fundamentos en los que se apoya el sistema diseñado.

Definición de las unidades de vegetación

A partir del mapa de ocupación del suelo aportado por el programa Corine land – Cover (76 clases inicialemente) a una escala de 1:100.000 (formato Arc/Info). La escala definita de trabajo ha sido 1 x 1 km y como criterio de reclasificación se tomaron los píxeles degradados cuya clase de suelo mayoritaria no estuviera presente al menos en un 50 % del total (calle et all 1998). En total se han obtenido 19 clases siguiendo el criterio de agrupar aquellas más homógeneas sin perder la representatividad de todos los usos del suelo (figura 1).

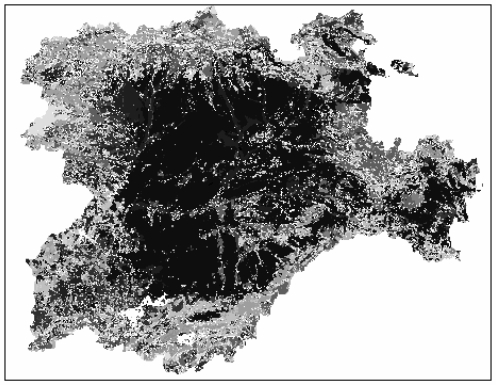

Figura 1. Mapa de ocupación del suelo

Las clases seleccionadas se agrupan de la siguiente forma: superficies artificiales (clase 1), superficies de cultivos (clases 2-5), las formaciones arboladas (clases 6-10), las áreas de vegetación herbácea (clases 11-12), las cubiertas de matorral (13-16), otras formaciones vegetales (clases 17), zonas húmedas (clase 18) y masas de agua (clase 19). La distribución en tanto por ciento sobre el total de cada clase en el territorio de estudio aparece en el histograma (figura 2).

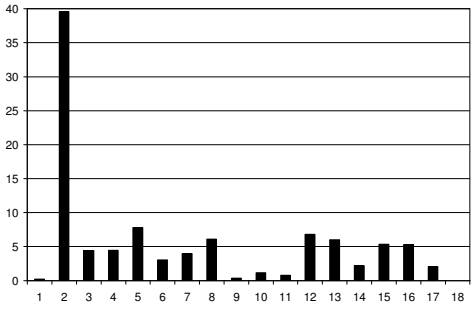

Figura 2. Histograma del mapa de ocupación del suelo (eje x= clases, eje y= porcentaje de cada clase)

Determinación de la escala temporal

Los valores del NDVI se ven influenciados por la direccionalidad de la reflectividad de la superficie terrestre y las diferencias de resolución espacial del satélite en cada pixel; además hay que tener en cuenta las perturbaciones que provoca la atmósfera en el infrarrojo que tienden a disminuir el índice. Para minimizar estos efectos son utilizados los Compuestos de Valor Máximo MVC (Holben, 1986). Se ha elegido, por tanto, un periodo de 10 días por ser el más próximo al ciclo del satélite. El análisis de la evolución anual se realizará utilizando en total 37 compuestos.

Definición de las estrategias de seguimiento

Para determinar la evolución normal seria útil construir modelos que establezcan su relación con variables climáticas, esta línea de trabajo ha sido seguida por otros autores que destacan la gran dependencia entre el NDVI y la climatología de la zona. Los resultados obtenidos en estos trabajos se pueden clasificar en función de la climatología de las áreas de estudio, de esta forma en zonas cálidas del continente africano se han encontrado correlaciones apreciables con la precipitaciones (Hielkema et al. 1986, Malo y Nicholson, 1990, Davenport y Nicholson, 1993), en las zonas frías el NDVI está más correlacionado con la temperatura del aire (Cihlar, 1993) y en zonas templadas ambas variables pueden influir en la evolución del índice (Schultz y Halpert, 1993).

La medología desarrollanda tiene como objetivo buscar las relaciones entre el NDVI y las variables climáticas en las distintas clases de ocupación del suelo (unidades de vegetación) para distintas áreas biogeoclimáticas. En este trabajo se han probado también periódos óptimos de integración, tanto del NDVI como de las variables climáticas, para determinar los efectos acumulativos y sus relaciones estadísticas.

PRIMEROS RESULTADOS: SEGUIMIENTO DE MASAS FORESTALES

Una de las principales aplicaciones del SIG es la vigilancia de las áreas forestales a partir de la evolución del NDVI ya que su medición permite el estudio de las variaciones temporales y espaciales de la distribución de la vegetación. Se esta caracterizando la evolución “normal” del índice de vegetación diferencia normalizada NDVI para las distintas clases forestales que aparecen en nuestra cartografía digital. Esto nos permitiría detectar zonas en las que se estén produciendo cambios debidos a plagas, retroceso de las masas forestales, etc. El problema surge debido a que un análisis aislado de los valores del NDVI no resulta suficiente para determinar el estado de los bosques, ya que el índice está ligado a la evolución climática anual. Las tres premisas de partida utilizadas para definir la metodología de trabajo se explican a continuación.

En primer lugar, es necesario tener un perfecto conocimiento del extenso territorio de estudio, con gran diversidad de superficies forestales y de variaciones mesoclimáticas. Esta situación nos ha llevado a la selección sólo las tres principales clases forestales y a estratificar, en una segunda etapa, el área en zonas homogéneas desde el punto de vista fisiógráfico y climático.

En segundo lugar se deberá tener una información completa de las variables meteorológicas recogidas por la red de estaciones del Instituto Nacional de Meteorología (temperaturas y precipitaciones) distribuidas de forma heterogénea por el territorio. La estrategia a seguir plantea la generalización de la información puntual a todo el área de estudio utilizando distintos métodos de interpolación.

En tercer lugar es necesario tener una información completa de la evolución del NDVI a lo largo de cada año dentro de los años que se utilizarán en el estudio. La serie de evolución del índice se construyo a partir de 37 compuestos decenales que coincidían con otros tantos de cada uno de las variables climáticas elegidas.

Metodología

En resumen, a partir de los datos puntuales proporcionados por la Red de Estaciones Meteorológicas de Castilla y León se han creado series de imágenes digitales raster que resumen los valores de las temperaturas cada 10 días para todos los puntos del territorio a una escala en la que cada pixel corresponde a 1 km^2. Con las imágenes de satélite se han obtenido compuestos decenales de máximo valor del NDVI. La información climática y el NDVI han sido extraídos para 3 clases de vegetación mediante la superposición con la cartografía digital elaborada a partir del Corine Land - Cover. Posteriormente se ha estratificado el territorio en ocho áreas utilizando la Clasificación Territorial de España CLATERES (Elena, 1997). Como resultado final se han obtenido las curvas de evolución anual del NDVI y las variables climáticas.

Resultados

En una primera etapa se han estudiado las relaciones NDVI con la temperatura del aire y la precipitación para tres clases forestales: pinares, perennifolias y caducifolias. Los primeros resultados indican una buena relación entre la temperatura máxima del periodo estudiado y el NDVI cuando no existen problemas de déficit hídrico (Fernández et al..97)

En una segunda etapa se ha dividido Castilla y León en zonas homogéneas desde el punto de vista biogeoclimático a partir de la Clasificación Territorial de España lo que está permitiendo modelizar mejor la realidad. Se han separado los pinares en 8 clases. Una vez diferenciadas las zonas se ha procedido analizar las relaciones entre NDVI y las variables meteorológicas siguiendo la misma metodología que en los análisis anteriores. Entre las 8 clases estudiadas existe una gradación climática desde la CT1 en las zonas de menor altitud (altas temperaturas, bajas precipitaciones) hasta las orla montañosa de la CT 8 (más fría y más húmeda)

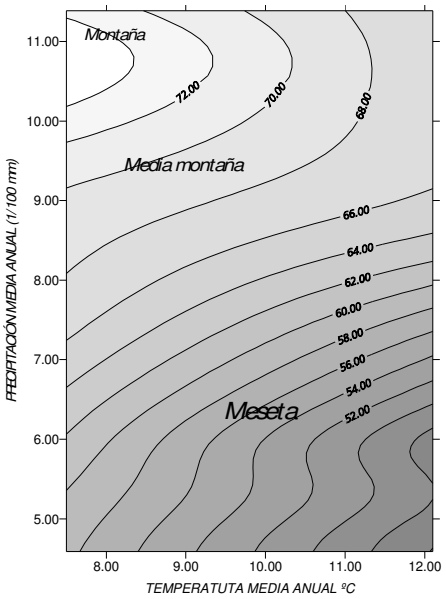

Figura 3. Relación entre el NDVI y tª (r^2) en los pinares de Castilla y León durante 1993

El principal problema sigue siendo encontrar un buen indicador del déficit hídrico. En la la figura 3 se muestra la relación entre el NDVI y la temperatura máxima del aire en los pinares de la Castilla y León durante 1993. En los ejes de la gráfica se representan las distintas condiciones climáticas a partir de la precipitación media anual y la temperatura media anual, estas características sirven para definir las zonas de Montaña, media montaña y meseta. Como se observa los mejores ajustes NDVI – Tª se consiguen en las zonas de

montaña donde el déficit hídrico estival es poco acusado, en estas zonas la r^2 del ajuste puede llegar al 80 %.

CONCLUSIONES

En el trabajo se presentan las primeros resultados de la modelización del NDVI. Los resultados mejoran si se realizan los análisis segregando las distintas áreas bioclimáticas. Los principales problemas aparecen en las zonas en las que la respuesta de la vegetación está muy condicionada por el déficit hídrico.

La metodología ensayada en las superficies forestales se está ampliando a otras clases de vegetación con el objeto de profundizar en su utilidad para el seguimiento de otros recursos como los cinegéticos.

BIBLIOGRAFÍA

Calle, A., Flórez M. y Romo, A. Estudio de la degradación de la base cartográfica CORINE a distinta resolución espacial, en la Comunidad de Castilla y León. I Congreso Nacional de Información Geográfica, 1998

Cihlar, J. 1993. A multiyear analysis of the relationship between surface environmental variables and NDVI over the Canadian landmass. Remote Sensing Reviews. 7: 151-177.

Davenport, M. L. y Nicholson , S. E. 1993. On the relation between rainfall and the Normalized Difference Vegetation Index for diverse vegetation types in East Africa. International Journal of Remote Sensing. 14: 2369-2389.

Elena, R. 1997. Clasificación Biogeoclimática de España Peninsular y Balear. Ed. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. 446 pp.

Fernandez, A.A.; Illera, P. ; Delgado, J.A.; Fernández Unzueta, A. 1997. Influencia de la temperatura del aire en la evolución anual del NDVI en distintas formaciones forestales de Castilla y León. Teledetección aplicada a la gestión de recursos naturales y el medio litoral

Hielkema, J. U. , Prince, S. D. y Astle, W. L. 1986. Rainfall and vegetation monitoring in the Savanna Zone of the Democratic Republic of Sudan using the NOAA Advanced Very High Resolution Radiometer. International Journal of Remote Sensing. 7: 1499-1513.

Holben, B.N. 1986. Characteristics of maximun-value composite imagenes from temporal AVHRR data. International Journal of Remoting Sensing, 7: 1417-1434

Malo, A. R. y Nicholson, S. E. 1990. A study of rainfall and vegetation dynamics in the African Sahel using normalized difference vegetation index. Journal of Arids Environments. 19: 1-24

Schultz, P. A. and Halbert, M. S. 1993. Global correlation of temperature, NDVI and precipitation. Advances on Space Research. 5: 227-280

AGRADECIMIENTOS

Al programa de ayudas para la realización de Tesis Doctorales de la Fundación Caja Madrid.

.