

Tesis doctorales

Título: *Seguimiento de Recursos Naturales en Castilla y León mediante imágenes de satélite y SIG: Principales Aplicaciones.*

Autor: A. Alfonso FERNÁNDEZ MANSO.

Lugar: Laboratorio de Teledetección de la Universidad de Valladolid.

Fecha: 7 Septiembre, 2000.

Director: José Antonio DELGADO DE LA MATA y Pilar ILLERA GUTIÉRREZ.

La presente tesis aprovecha los potenciales de la teledetección espacial y los SIG para el seguimiento de los recursos forestales y cinegéticos de Castilla y León. El conjunto de la información utilizada se ha integrado en un Sistema de Información de Recursos Naturales, *SIGRENA*. En primer lugar, se ha diseñado una aplicación para el seguimiento de los recursos forestales a partir del estudio de las series temporales del NDVI, esta aplicación realiza tres tareas básicas: predicción, clasificación e interpretación de la evolución del estado de la vegetación. En segundo lugar, se ha elaborado una aplicación para el seguimiento de recursos cinegéticos que predice los rendimientos de la perdiz roja (*Alectoris rufa* L.) para la región.

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

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 y las precipitaciones cada 10 días para todos los puntos del territorio con una resolución espacial de 1 km². Con las imágenes de satélite se han obtenido compuestos decenales de máximo valor del NDVI. Como resultado final se han obtenido las series temporales 1993-1999 de la evolución del NDVI y las variables climáticas. En cuanto a la cartografía de usos el procedimiento operativo ha consistido en la extracción de las clases forestales de la cartografía IFN-2, llegando hasta nivel de especie principal y se ha completado con la cartografía CORINE. Toda la información descrita, junto con información temática adicional se ha integrado en

el SIG organizando la información en 4 módulos: recursos naturales, cartografía digital, información climática e imágenes de satélite.

También se han incorporado en el SIG la información almacenada en el Banco de Datos y en la Red de Seguimiento de la Actividad Cinegética de Castilla y León desde 1993 hasta la actualidad. En ellos se recogen al final de cada temporada de caza las estadísticas de capturas realizadas en los cotos gestionados por sociedades Federadas en Castilla y León (rendimientos, presión de caza, repoblaciones, ...). Esta información descriptiva sobre la situación de las poblaciones de las principales especies de caza es recogida en una base de datos alfanumérica y permite tener un registro actualizado sobre la evolución de las poblaciones.

SEGUIMIENTO DE RECURSOS FORESTALES

En relación con las aplicaciones previstas se ha diseñado un sistema de seguimiento que se ha estructurado en tres subsistemas: subsistema predicción (1), subsistema de clasificación (2) y subsistema de investigación (3).

El Subsistema 1: Subsistema de Predicción. Predice la respuesta de la vegetación forestal a partir de los modelos estocásticos utilizando como marco teórico la metodología propuesta por BOX-JENKINS. Los modelos se han construido a partir de las series temporales del NDVI, estos modelos aprovechan la inercia en el comportamiento de la serie para prever su evolución futura. El subsistema contesta a los siguientes interrogantes: ¿qué respuesta es esperable ahora en esta clase forestal? y ¿qué respuesta es previsible en los próximos decenios? Los

modelos diseñados pueden utilizarse para calcular imágenes de NDVI predicho para cada clase y decenio. Se han construido estas imágenes para una submuestra del territorio comprobando que los modelos propuestos clasifican a 10 de los 11 usos en el mismo intervalo que el NDVI real. Se han seleccionado regresores climáticos para mejorar los modelos predictivos. En ninguno de los modelos la contribución de las temperaturas máximas es significativa. Sin embargo, sí se ha encontrado una significación en las precipitaciones para especies sometidas a déficit estival como el pino piñonero, el pino carrasco, el pino laricio y el alcornoque.

El subsistema 2: Subsistema de Clasificación. Permite clasificar las respuestas predichas o las reales calculando un Índice de Estado de la vegetación. El índice se ha construido a partir de los percentiles de la series del NDVI por clases. El subsistema contesta a los siguientes interrogantes: Lo que está ocurriendo, ¿en qué rango de normalidad se encuentra?, ¿Es preciso activar un sistema de alarma? Este subsistema se construye a partir de los quintiles de las distribuciones del NDVI por clase forestal, el resultado ha sido el diseño de un Índice de Estado de la vegetación que permite clasificar las respuestas predichas o las reales del NDVI.

El subsistema 3: Subsistema de Investigación. Estudia las respuestas de la vegetación en función de la respuesta previsible para unas determinadas condiciones climáticas. Este subsistema ha estudiado las relaciones de la series del NDVI con series de variables meteorológicas, en particular con la precipitación y la temperatura del aire que son las que se suelen medir en redes de mayor densidad. El subsistema intenta contestar a los siguientes interrogantes: ¿las alarmas son debidas a situaciones climáticas naturales o por el contrario son de origen no climático (generalmente antrópicas: Incendios forestales, roturaciones o cambios de uso, también impactos de origen natural como plagas y enfermedades)? En este subsistema, se han estudiado las respuestas de la vegetación en función de la respuesta previsible para unas determinadas condiciones climáticas. Se ha demostrado que existe una relación lineal entre el NDVI y la T^a máxima, la radiación solar y precipitación acumulada en periodos sin temperaturas extremas o importante déficit hídrico. Las mejores relaciones se obtienen en las especies que se encuentran en estas circunstancias: hayedo, robledal, pino silvestre, siendo la

disponibilidad hídrica el principal problema en la modelización de las especies más mediterráneas. Las relaciones son similares entre los distintos años estudiados.

SEGUIMIENTO DE RECURSOS CINEGÉTICOS

Se ha analizado la evolución temporal interanual de las capturas de perdices en relación con la evolución de la vegetación a partir del NDVI y la meteorología anual para una submuestra homogénea del territorio. Se ha comprobado que la dependencia clima-productividad se caracteriza por inscribirse en un intervalo de tiempo limitado que va de marzo a julio. Se han encontrado en el análisis cuantitativo 6 variables climáticas (cinco térmicas y una pluviométrica) que se relacionan significativamente con la producción, estos resultados son coherentes con los encontrados por otros autores para áreas de clima mediterráneo. Además, se han hallado dos variables derivadas de satélite que participan en la explicación de la variabilidad de las capturas y que están relacionadas con los resultados climáticos.

Se ha estudiado la evolución espacial anual para decidir si estos resultados son extrapolables a toda la comunidad y es posible construir un modelo regional. No se han encontrado relaciones entre las variables ensayadas y producción. Las relaciones probadas entre la producción de perdices, la evolución climática y la respuesta de la cubierta vegetal a escala regional son encubiertas por un conjunto de factores de variabilidad que en última instancia influyen más en las capturas y en los rendimientos que la evolución climática anual. Entre los factores más importantes se encuentran, la asincronía geográfica de la cronología reproductora y la extrema heterogeneidad de gestión cinegética de cada coto. Los resultados muestran la imposibilidad de construir un modelo único a escala regional.

Aunque no es posible la generación de un modelo global para todo el territorio, sí lo es a escala local bajo condiciones homogéneas de cronología reproductora y gestión. En este sentido **SIGRENA** permite la integración, elaboración y análisis de información sobre la evolución de la relación clima-vegetación que facilitará la actualización de los trabajos y el diseño de nuevos ensayos y aplicaciones.