

# Caracterización del funcionamiento de los ecosistemas ibéricos mediante teledetección

D. Alcaraz Segura

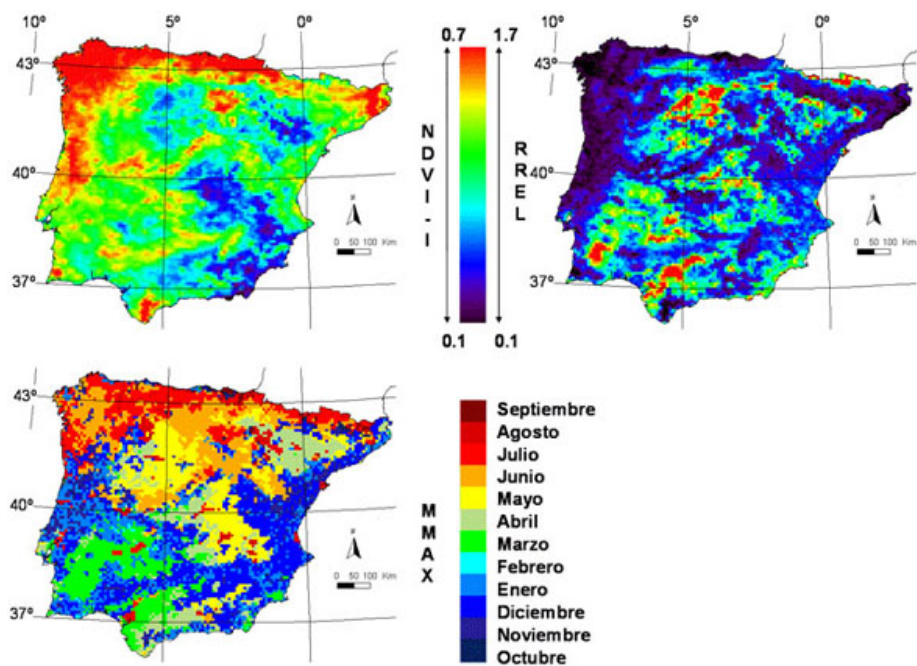
Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad de Almería. Carretera de Sacramento s/n. La Cañada de S. Urbano, Almería. E-04120 España.

El cambio global afectará de forma importante a la biodiversidad y a los servicios que nos proporcionan los ecosistemas. Es necesario, por tanto, proporcionar situaciones de referencia que nos permitan desarrollar programas de seguimiento para evaluar las consecuencias de estos cambios. Para avanzar en este propósito, el empleo de atributos funcionales de los ecosistemas a escala regional (variables relacionadas con el intercambio de materia y energía entre el ecosistema y la atmósfera) se muestra ventajoso (Alcaraz *et al.*, 2004) a la hora de conectar los estudios locales y globales y de cara a establecer programas de seguimiento. Sin embargo, no son muchos los trabajos a escala regional que analicen los efectos del cambio global sobre el funcionamiento de los ecosistemas de la Península Ibérica o que proporcionen una situación de referencia frente a la que comparar los efectos que el uso de la tierra y los cambios climáticos o atmosféricos tienen sobre el funcionamiento de los mismos.

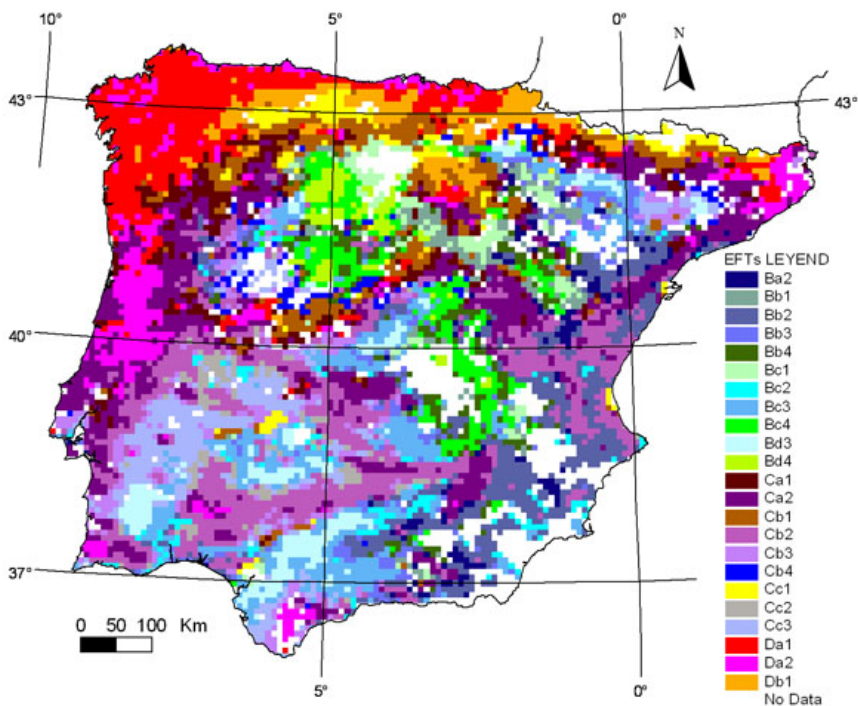
En este estudio se documentaron los patrones espaciales y temporales de la actividad fotosintética (fracción de la radiación fotosintéticamente activa interceptada por parte de la vegetación -fPAR) de la vegetación actual en la Península Ibérica. A su vez, se exploró el papel que el clima y el uso del suelo tienen en el control de la actividad de la vegetación, así como los cambios o tendencias observadas en la misma para los ecosistemas protegidos bajo la Red Española de Parques Nacionales. Por último, se emplearon estas variables integradoras del funcionamiento ecosistémico para identificar los huecos o carencias que presenta la Red de Parques Nacionales en la representación de los ecosistemas españoles. Este análisis de la representatividad y singularidad de los Parques a partir de atributos funcionales constituye una alternativa para progresar en una estrategia de conservación que considere los procesos que tienen lugar en los ecosistemas.

Para todo ello, se empleó como medida integradora del funcionamiento ecosistémico un estimador del fPAR (actividad fotosintética) y de la productividad primaria neta: el Índice Verde Normalizado (NDVI -Normalized Difference Vegetation Index) obtenido a partir de 648 imágenes de satélite (NOAA/AVHRR -National Oceanographic and Atmospheric Administration / Advanced Very High Resolution Radiometer-) entre los años 1982 y 1999 (1 cada 10 días). Se utilizaron los siguientes atributos funcionales de la curva anual de este índice: la integral anual (indicadora de la productividad o actividad fotosintética total anual), el rango relativo (diferencia entre la estación de reposo y la de crecimiento o estacionalidad), los valores máximo y mínimo de NDVI (indicadores de la máxima y mínima actividad fotosintética), la época en la que se alcanzan estos valores extremos (indicadoras de la fenología de la vegetación), y las diferencias entre años de todos ellos (variabilidad interanual).

A partir de los atributos indicadores de productividad, estacionalidad y fenología (**Fig. 1**), se identificaron Tipos Funcionales de Ecosistemas (**Fig. 2**; ecosistemas que presentan un funcionamiento similar; Alcaraz *et al.*, en prensa) que recogieron de forma sintética la heterogeneidad espacial de la actividad fotosintética en la Península y cuyos patrones muestran cómo el uso de la tierra modifica a escala regional los ciclos del carbono.

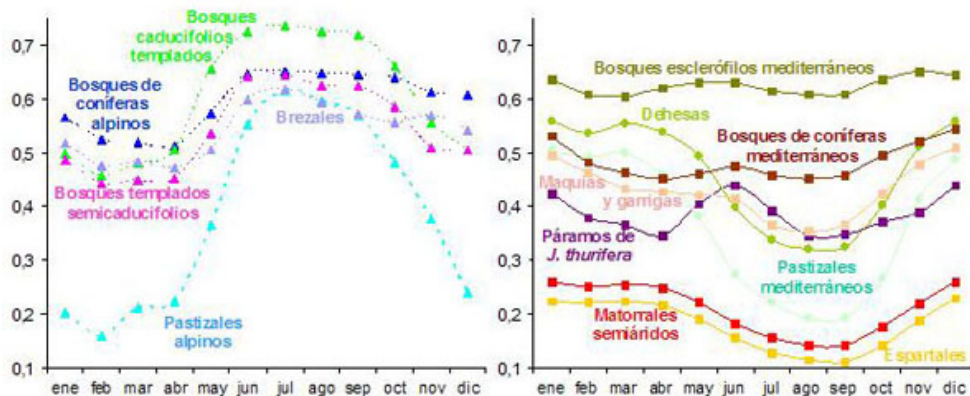


**Figura 1.** Patrones espaciales de los tres atributos del NDVI empleados en la identificación de Tipos Funcionales de Ecosistemas: Integral anual (NDVI-I), Rango relativo (RREL) y Mes del máximo (MMAX).



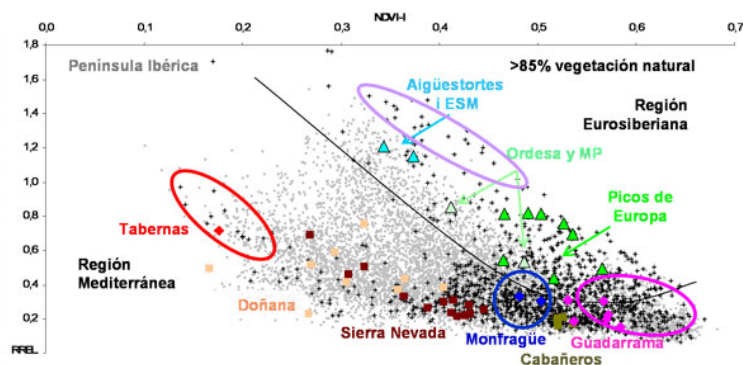
**Figura 2.** Tipos Funcionales de Ecosistemas de la Península Ibérica definidos a partir de la dinámica del Índice Verde Normalizado (NDVI). Se muestran los correspondientes al 90% de la superficie ibérica. Detalles en Alcaraz et al. en prensa.

La caracterización de la actividad fotosintética (dinámica del NDVI y sus atributos) para tipos de vegetación naturales y seminaturales de España (**Fig. 3**) permitió estudiar los diferentes controles que determinan la actividad de la vegetación a lo largo de los gradientes ambientales entre la Región Mediterránea y la Eurosiberiana (o Atlántico-Pirenaica). La precipitación, la temperatura y el tipo de uso controlaron la magnitud y el sentido de las diferencias en la dinámica del NDVI.



**Figura 3.** Curva anual del NDVI (indicador de la actividad fotosintética) para diferentes tipos de vegetación natural y seminatural ibéricos. Consultar la distribución y número de píxeles analizados en la tesis doctoral. Los tipos de vegetación eurosiberianos fueron más productivos con máximos de verano y mínimos de invierno, mientras que los mediterráneos tuvieron mínimos de verano y máximos de otoño a primavera.

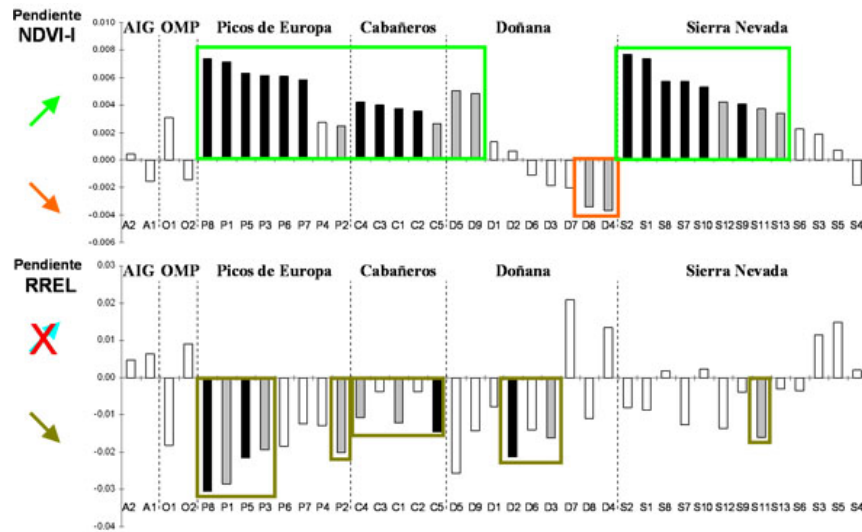
El análisis sobre Parques Nacionales mostró algunos huecos en la Red y permitió diferenciar aquellos parques que representan tipos de funcionamiento ecosistémico singulares en el contexto ibérico, de aquellos otros que constituyen paisajes representativos del funcionamiento de gran parte de la vegetación ibérica (**Fig. 4**).



**Figura 4.** Caracterización funcional en términos de productividad (NDVI-I) y estacionalidad (RREL) de la vegetación natural y los Parques Nacionales españoles. Cada punto representa un píxel NOAA/AVHRR 8X8 km. Los círculos rodean a tipos de funcionamiento cuyos ecosistemas no tienen representación en la Red de Parques Nacionales. Algunos huecos podrían quedar en parte representados si se declaran los Parques en proyecto (Tabernas, Monfragüe y Guadarrama).

Además, nuestros resultados pusieron de manifiesto cómo los Parques Nacionales españoles (excepto Aigüestortes y Ordesa), áreas con altos niveles de protección, tendieron a aumentar la productividad y a disminuir las diferencias entre las estaciones de crecimiento y de reposo en el corto plazo (1982-1999) (**Fig. 5**).





**Figura 5.** Tendencias entre 1982 y 1999 de la productividad (NDVI-I) y la estacionalidad (RREL) en cada sitio estudiado de los Parques Nacionales españoles (consultar la distribución de los píxeles NOAA/ AVHRR 8x8 km analizados en la tesis doctoral). Las barras indican la tendencia o pendiente de la recta de regresión entre los valores de cada atributo y el tiempo a lo largo de los 18 años. Las barras en negro y gris indican tendencia significativa al 95% y 85% de probabilidad respectivamente.

En conjunto, esta tesis ofrece una caracterización de referencia frente a la que evaluar los efectos del cambio global sobre los ecosistemas ibéricos y con la que incorporar aspectos funcionales de los ecosistemas a las políticas de conservación de la naturaleza y de mantenimiento de los servicios ecosistémicos, en concreto, los relacionados con el secuestro de carbono (retirada de CO<sub>2</sub> de la atmósfera por parte de la vegetación) (Fig 6).



**Figura 6.** Domingo Alcaraz, José Paruelo, Siham Tabik y Javier Cabello (de izquierda a derecha) discutiendo sobre la actividad fotosintética de los encinares de Sierra Nevada.

**DOMINGO ALCARAZ SEGURA**

*Caracterización mediante teledetección del funcionamiento de los ecosistemas ibéricos. Bases para la conservación de la biodiversidad en un escenario de cambio global*

**Tesis Doctoral**

**Universidad de Almería**

**Octubre de 2005**

**Dirección: Javier Cabello Piñar y José María Paruelo**

## **Referencias**

Alcaraz, D., Paruelo, J.M., Oyonarte, C., Piquer, M. y Cabello, J. 2004. Tipos funcionales de ecosistemas de la Península Ibérica. Implicaciones para el cambio global y la conservación de la biodiversidad. *Ecosistemas* 2004/2 (URL: <http://www.aeet.org/ecosistemas/042/investigacion1.htm>)

Alcaraz, D., Cabello, J. y Paruelo, J. (en prensa) Identification of current Ecosystem Functional types in the Iberian Peninsula. *Global Ecology and Biogeography*. **14**. DOI: 10.1111/j.1466-822x.2005.00215.x