

# La actividad de la vegetación en la España peninsular se incrementó un diecisiete por ciento durante el período 1987-2001

F. González-Alonso<sup>1</sup> A. Calle<sup>2</sup> J. L. Casanova<sup>2</sup> y J. M. Cuevas

<sup>1</sup> *Laboratorio de Teledetección. Centro de Investigación Forestal. INIA.  
Ctra. de la Coruña km. 7, 28040 Madrid  
alonso@inia.es*

<sup>2</sup> *Laboratorio de Teledetección. Universidad de Valladolid. Facultad de Ciencias. 47071-Valladolid  
abel@latuv.uva.es*

## RESUMEN

El análisis de series temporales correspondientes a las décadas de los 80 y los 90 de las imágenes procedentes del sensor AVHRR de la serie de satélites NOAA, está permitiendo poner de manifiesto la existencia de un incremento significativo en la actividad vegetativa de las plantas en las latitudes altas del hemisferio Norte, como consecuencia del incremento de las temperaturas a nivel global. La importancia de este tipo de estudios para la realización de un adecuado seguimiento del ciclo de carbono y para la puesta en práctica del Protocolo de Kyoto, relativo a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero es fundamental.

**PALABRAS CLAVE:** Secuestro de Carbono, Protocolo de Kyoto, NDVI.

## ABSTRACT

The analysis of temporal series of images from the AVHRR sensor and the NOAA satellite series corresponding to the decades of the 80's and 90's is enabling to state the existence of a significant increase in the vegetative activity of plants in the high latitudes of the Northern hemisphere as a consequence of the global increase of temperatures. These type of studies have a major importance for the correct monitoring of the carbon cycle as well as for putting into practice the Protocol of Kyoto concerning the reduction of the emissivity of greenhouse-effect gases.

## INTRODUCCIÓN

La puesta en marcha del Protocolo de Kyoto exigirá la existencia de sistemas operacionales de seguimiento del medio ambiente que permitan verificar y controlar el correcto cumplimiento del mismo.

Los satélites de observación de la Tierra actuales y futuros, desempeñarán un papel fundamental en esta tarea y de aquí la gran importancia estratégica que tiene el diseño e implementación de sistemas operacionales que permitan realizar una vigilancia y seguimiento del medio ambiente y muy especialmente de los bosques de una forma, frecuente, eficaz y precisa.

La fijación o secuestro del CO<sub>2</sub> atmosférico por parte de los ecosistemas vegetales terrestres y muy

especialmente por los bosques constituye un componente muy importante en el balance global del carbono en la Tierra.

La monitorización del Carbono secuestrado a nivel global es un problema complejo y la Teledetección espacial puede ser una herramienta de un gran interés en esta difícil tarea.

El Protocolo de Kyoto pretende la estabilización de las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero a los niveles de 1990. Así pues, se considera el año 90 el punto de partida para medir las variaciones netas en el Carbono almacenado.

El análisis de series temporales correspondientes a las décadas de los 80 y los 90 de las imágenes procedentes del sensor AVHRR de la serie de satélites NOAA, está permitiendo poner de manifiesto la existencia de un incremento significativo en la acti-

vidad vegetativa de las plantas en las latitudes altas del hemisferio Norte, como consecuencia del incremento de las temperaturas a nivel global ( Myneni *et al.* 1997, 2001).

La importancia de este tipo de estudios para la realización de un adecuado seguimiento del ciclo del carbono y para la puesta en práctica del Protocolo de Kyoto, relativo a la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero es fundamental.

El Laboratorio de Teledetección de la Universidad de Valladolid viene capturando imágenes NOAA-AVHRR con su antena receptora desde hace más de una década y ha constituido el archivo de imágenes NOAA-AVHRR más completo de España con más de 5000 imágenes.

En la explotación y análisis de esta base de datos de imágenes de satélite, vienen colaborando los Laboratorios de Teledetección del CIFOR-INIA y de la Universidad de Valladolid desde el año 1992.

## METODOLOGÍA

En el presente trabajo se presenta la evolución seguida por el NDVI medio anual en España durante el período 1987-2001. En la figura 1, se presenta el NDVI medio de todo el período mencionado. Para la realización de este estudio ha sido necesario procesar más de 5000 imágenes NOAA-AVHRR a la resolución LAC de 1 km, siendo la primera vez que se acomete en España un estudio de estas características.



**Figura 1.** NDVI medio del período 1987-2001.

La imagen de NDVI medio para España en un año determinado se obtuvo como la media de las imágenes de los compuestos decenales del NDVI del período Febrero-Octubre.

Con objeto de analizar la tendencia experimentada por las cubiertas vegetales en España, en lo que concierne a su actividad vegetativa, durante este período de 15 años (1987-2001), se realizó en cada píxel del territorio español un ajuste de regresión de su NDVI medio anual sobre la variable tiempo.

En la inmensa mayoría de los píxeles se obtuvieron pendientes positivas estadísticamente significativas. Poniéndose de manifiesto una clara tendencia hacia el incremento de la actividad fotosintética de la vegetación en España, durante el período estudiado 1987-2001. Con objeto de tener una estimación cuantitativa de este incremento, se han utilizado los ajustes de regresión de cada píxel en modo predictivo y se ha calculado la tasa de crecimiento relativo medio anual del NDVI para cada píxel, durante el período de tiempo considerado, tal y como se muestra en la Figura 2.



**\*Figura 2.** Tasa del incremento relativo medio anual del NDVI, durante el período 1987-2001.

## RESULTADOS

En el conjunto de las 48 provincias españolas analizadas (todas excepto las islas Canarias) la tasa media provincial de crecimiento relativo anual fue positiva. Es decir la tendencia en el conjunto de España ha sido hacia el incremento de la actividad vegetativa durante el período 1987-2001.

Todas las figuras precedidas de asterisco se incluyen en el cuadernillo anexo de color

En la Tabla 1, se presentan los resultados obtenidos a nivel provincial ordenados de mayor a menor.

Para el conjunto de España (excepto Canarias) la tasa media anual de incremento de la actividad vegetativa fue del 1.235% y en el conjunto del período 1987-2001 del 17.3%.

Provincia	(%)	Provincia	(%)
BALEARES	1.8	ZARAGOZA	1.4
HUESCA	1.8	ÁLAVA	1.4
TARRAGONA	1.7	MÁLAGA	1.4
GRANADA	1.7	LUGO	1.4
ALMERÍA	1.6	ALBACETE	1.4
LÉRIDA	1.6	LA CORUÑA	1.4
GERONA	1.6	LOGROÑO	1.3
NAVARRA	1.6	TOLEDO	1.3
BARCELONA	1.5	SANTANDER	1.3
VIZCAYA	1.5	CUENCA	1.3
GUIPÚZCOA	1.5	CÁCERES	1.3
JAÉN	1.5	PONTEVEDRA	1.3
Provincia	(%)	Provincia	(%)
GUADALAJARA	1.3	CÁDIZ	1.1
OVIEDO	1.3	ZAMORA	1.1
CASTELLÓN	1.3	ÁVILA	1.1
ORENSE	1.3	TERUEL	1.1
LEÓN	1.2	CIUDAD REAL	1.1
VALENCIA	1.2	VALLADOLID	1.1
MADRID	1.2	PALENCIA	1.1
BURGOS	1.2	CÓRDOBA	1.0
SORIA	1.2	BADAJOS	1.0
SEGOVIA	1.2	ALICANTE	1.0
MURCIA	1.1	HUELVA	1.0
SALAMANCA	1.1	SEVILLA	0.9

**Tabla 1.** Tasa media provincial de crecimiento relativo anual.

Estos resultados pondrían de manifiesto que la capacidad de las cubiertas vegetales en España como sumideros de Carbono se ha incrementado considerablemente desde 1987, compensando en cierta medida el incremento acaecido en las emisiones de CO<sub>2</sub> desde dicha fecha.

Estos resultados son consistentes con los alcanzados por Myneni *et al.* (2001) a pesar de la muy diferente resolución espacial empleada en ambos trabajos (8 km en su caso y 1km en el nuestro).

Los autores antes mencionados hacen la hipótesis de que la tendencia experimentada por la vegetación hacia un incremento de la actividad vegetativa puede deberse al incremento de las temperaturas y al alargamiento del período vegetativo en Eurasia en 18 días con respecto a hace 20 años.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación recibida del Proyecto SC00-50 del Programa Sectorial de Investigación Agraria y Alimentaria del Ministerio de Ciencia y Tecnología de España y del Convenio CC02-0015 con el Ministerio del Medio Ambiente, para la realización de este trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- MYNENI, R. B., KEELING, C.D., TUCKER, C.J., ASRAR, G. y NEMANI, R.R., 1997, Increased plant growth in the northern high latitudes from 1981-1991. *Nature*, 386, 698-702.
- MYNENI, R.B., DONG, J., TUCKER, C.J., KAUFMANN, R.K., KAUPPI, P.E., LISKI, J., ZHOU, L., ALEXEYEV, V. y HUGHES, M.K., 2001. A large carbon sink in the woody biomass of northern forests. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 98(26), 14784-14789.

