

# Impactos del cambio global en ecosistemas forestales ibéricos a partir del Inventario Forestal Nacional

L. Hernández <sup>1,2,\*</sup>

(1) INIA-CIFOR, Ctra. La Coruña, km 7.5, 28040 Madrid, España.

(2) ETSI de Montes, Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Madrid, España.

\* Autor de correspondencia: L. Hernández [[hernandez.laura@inia.es](mailto:hernandez.laura@inia.es)]

> Recibido el 11 de mayo de 2016 - Aceptado el 26 de mayo de 2016

**Hernández, L. 2016. Impactos del cambio global en ecosistemas forestales ibéricos a partir del Inventario Forestal Nacional. *Ecosistemas* 25(3):112-115. Doi.: 10.7818/ECOS.2016.25-3.13**

Los bosques juegan un papel fundamental como sumidero o fuente de carbono y en la conservación de la biodiversidad a nivel global. Por este motivo, la detección y seguimiento de los efectos del cambio global sobre los ecosistemas forestales, sus tendencias y los factores asociados constituyen algunos de los grandes retos a los que se enfrentan en la actualidad científicos y gestores forestales. En este contexto, la presente tesis doctoral avanza en el conocimiento de dos grandes líneas de investigación: el estudio del

cambio en la distribución de especies forestales; y la evolución de las invasiones biológicas en ecosistemas forestales (**Tabla 1**).

Mediante la aplicación de técnicas geoestadísticas, en la presente tesis se propone la comparación de la serie histórica completa de ciclos del Inventario Forestal Nacional (IFN) español, con el objetivo de analizar cambios en la distribución de especies a lo largo de gradientes geográficos (**Hernández et al. 2014a**). Para ello, en ella presento una nueva aproximación metodológica usando un

**Tabla 1.** Resumen de objetivos, área y periodo de estudio, así como especies focales de los artículos resultantes de la tesis.

**Table 1.** Scheme of the objectives, study area and period, focal species, and, scientific papers resulting from my PhD.

Resultados	Objetivos generales	Área de estudio y periodo	Especies focales
<a href="#">Hernández et al. (2014a)</a> . Annals of Forest Sciences.	Propuesta de metodología para analizar cambios en distribución de especies a partir de series históricas de inventarios resolviendo los problemas derivados de los diferentes diseños de muestreo empleados. Aplicación del método a especies que encuentran su límite de distribución meridional en la península ibérica.	Pirineo occidental 1970-2010	<i>Pinus sylvestris</i> L. <i>Fagus sylvatica</i> L.
Hernández et al., (datos sin publicar) European Journal of Forest Research.	Análisis de cambio en distribución espacial de especies a lo largo de gradientes bioclimáticos y altitudinales. Estudio de los factores asociados a los cambios observados.	Navarra Zona de transición Submediterránea Gradiente altitudinal 1970-2010	<i>Quercus subpyrenaica</i> E.H del Villar <i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i> (Desf.) Samp. <i>Pinus sylvestris</i> L. <i>Fagus sylvatica</i> L.
<a href="#">Sánchez de Dios y Hernández et al. (2016)</a> Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics	Análisis de dinámica, tasas demográficas, sucesión vegetal y factores bióticos y abióticos subyacentes.	Región biogeográfica Atlántica ibérica 1986-2012	<i>Fagus sylvatica</i> L. <i>Quercus petraea</i> Matt. Liebl.
<a href="#">Hernández et al. (2014b)</a> . Forest Ecology and Management.	Análisis de tasas demográficas, procesos espacio-temporales y factores relacionados con la expansión de dos especies exóticas de carácter invasor.	Galicia 1998-2008	<i>Acacia dealbata</i> Link <i>Acacia melanoxylon</i> R. Br. in W.T. Aiton

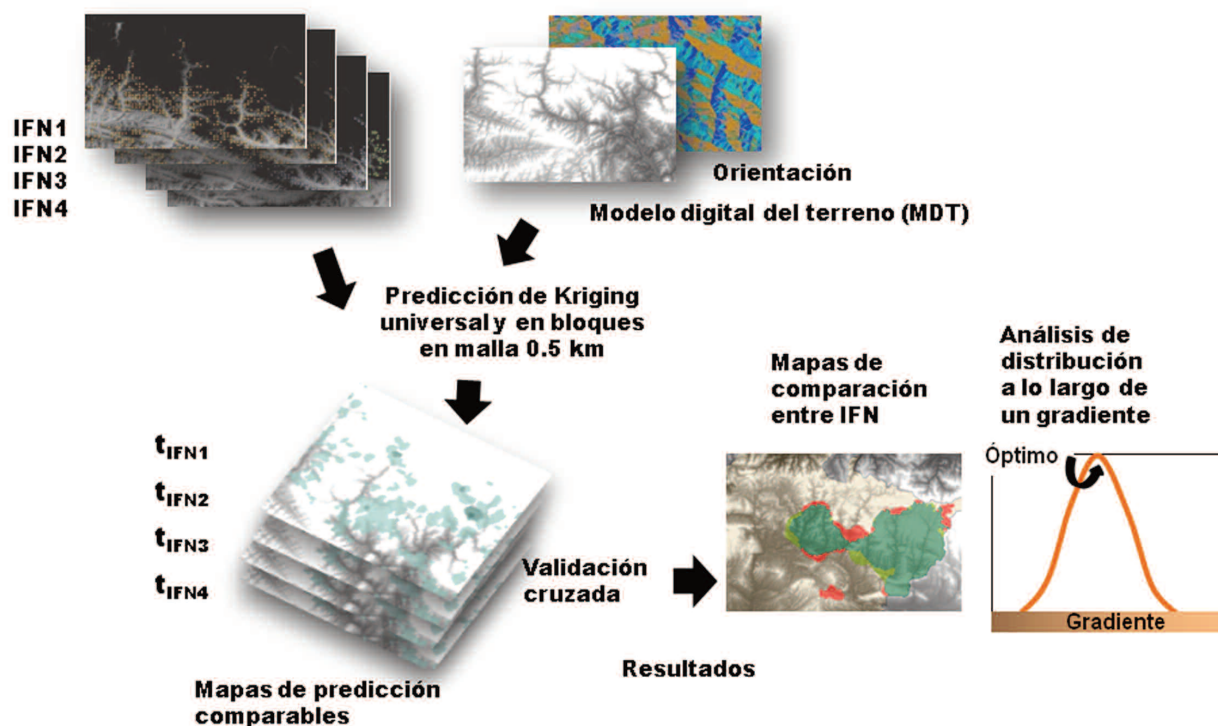
tipo de regresión espacial denominado Kriging universal que considera la autocorrelación espacial y su relación con diferentes variables ambientales para predecir la probabilidad de presencia de especies (Fig. 1). La aplicación de técnicas de Kriging supone una oportunidad para la comparación de estimaciones homogéneas derivadas de inventarios con diferentes diseños de muestreo. Este es el caso del IFN español, donde la ubicación de las parcelas a lo largo de los diferentes ciclos de IFN ha variado. El uso complementario de métodos de interpolación de Kriging en bloques resuelve posibles problemas de sobreestimación de los cambios en la distribución de las especies debido a las alteraciones en la superficie muestreada o en el esfuerzo de muestreo. Además, el uso de los intervalos de confianza de la varianza de la predicción de una especie en base al Kriging en bloques supone un avance metodológico importante que permite determinar si los cambios observados en la distribución de dicha especie a lo largo de los diferentes ciclos de IFN son significativos estadísticamente.

En estudios centrados en especies forestales del Pirineo occidental (Hernández et al. 2014a), especies que interactúan en la zona transicional Submediterránea de Navarra (Hernández et al., datos sin publicar) y en la región Atlántica (Sánchez de Dios et al. 2016), se confirma la expansión generalizada observada en los bosques europeos en los dos últimos decenios. El aumento en superficie encontrado en las especies estudiadas contradice parcialmente la reducción en la distribución de especies forestales pronosticada a partir de diferentes escenarios de cambio climático para Europa y la península ibérica. En cambio, la expansión observada a lo largo de gradientes ambientales confirma, en parte, algunas de las hipótesis biogeográficas bajo escenarios de cambio climático esperadas. Así, en primer lugar, el retroceso observado en la zona de transición Submediterránea del área de distribución *Quercus subpyrenaica* E.H del Villar, *Fagus sylvatica* L. y *Pinus sylvestris* L., en combinación con la expansión hacia esta zona de transición de *Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp., confirma la proyectada Mediterranización de zonas transicionales de la pe-

nínsula ibérica y corrobora las tendencias hacia la termolización de la composición de especies encontradas en sistemas montañosos europeos. En segundo lugar, los mayores ratios de cambio observados en *Q. subpyrenaica* ratifican asunciones previas que sugerían una mayor sensibilidad a los cambios ambientales de especies con restringida distribución (Thuiller et al. 2005).

Los cambios observados en gradientes altitudinales muestran tendencias claras de desplazamiento hacia mayores elevaciones en la especie templada (*F. sylvatica*), cuya distribución ha sido la menos afectada por factores antrópicos en las últimas décadas. En el Pirineo occidental, la expansión en altitud de *F. sylvatica* confirma la esperada invasión por especies caducifolias del piso sub-alpino como consecuencia del progresivo aumento de las temperaturas. Este desplazamiento hacia mayor altitud también se observa en la última década en la distribución de *Q. subpyrenaica*. Sin embargo, hay que considerar que *F. sylvatica* y *Q. subpyrenaica* ocupan generalmente el piso colino y montano o supramediterráneo en sus respectivas áreas de distribución, por lo que tendrían la posibilidad de desplazarse hacia cinturones de vegetación de mayor elevación y más frescos en respuesta al aumento de temperatura. No es el caso de *P. sylvestris*, que generalmente ocupa el límite del bosque en altitud en la mayor parte de las montañas ibéricas donde habita, viendo limitada su capacidad para desplazar su distribución en altitud.

En el contexto de las posibles repercusiones en patrones de distribución como consecuencia de alteraciones demográficas, el análisis de la dinámica y tasas demográficas en las últimas décadas de las poblaciones de *F. sylvatica* en la región biogeográfica Atlántica confirman teorías previas que proponían la expansión actual de la especie siguiendo la inercia de su migración Holocena hacia el noroeste peninsular (Sánchez de Dios et al. 2016). La expansión observada de *F. sylvatica* parecería contradecir la esperada contracción de la especie en el margen meridional de distribución en un escenario de cambio climático. Sin embargo, confirma resultados previos que encuentran efectos positivos del



**Figura 1.** Esquema de la metodología propuesta en la presente tesis doctoral, basada en modelos de interpolación de Kriging universal y en bloque, para estimar los cambios en la distribución de especies a partir de comparación de ciclos del Inventario Forestal Nacional (IFN). En la figura, t, se refiere a la fecha del inventario.

**Figure 1.** Schematic diagram of the proposed methodology based on universal and block Kriging models to assess changes in species distributions from National Forest Inventory (NFI) cycles. In the figure, t, correspond with the NFI cycle date.

actual aumento de temperatura y mayores periodos vegetativos en el crecimiento y la productividad de especies europeas en ausencia de limitaciones hídricas (Nabuurs et al. 2003). Además esta expansión parece quedar confirmada por los patrones de regeneración y estructura poblacional observados en la última década y que señalan los actuales procesos de colonización y reemplazamiento de *Q. petraea* por *F. sylvatica* en la zona. En este sentido, un resultado consistente de mi tesis es la constatación de la expansión del área de coexistencia de especies como consecuencia de los cambios en su área de distribución. Este patrón coincide con la visión generalizada del aumento de riqueza y nuevos ensamblajes de especies como consecuencia de desplazamientos latitudinales y altitudinales de las especies (Walther et al. 2002).

Por último, en mi tesis propongo por primera vez la comparación de la información detallada de diferentes ciclos de Inventarios Forestales Nacionales (IFNs) a escala regional para determinar la capacidad de colonización, establecimiento y persistencia de especies invasoras en nuevos territorios forestales. Hoy en día las invasiones biológicas son un problema a nivel mundial, no solo por sus repercusiones económicas, sino porque se considera una de las principales amenazas para la conservación de la biodiversidad. La severidad de su impacto dependerá de la interacción entre la invasividad de la especie invasora, la invasibilidad del hábitat receptor (susceptibilidad a ser invadido) y la historia de la introducción de la invasión o tiempo de residencia (Fig. 2). Hasta la fecha, la mayor parte de los datos empíricos sobre ratios de invasión de especies exóticas se basaban en estimaciones a partir de comparaciones aproximadas entre fotografías aéreas antiguas y actuales, o, en menor medida, a partir de trabajos de campo. En la presente tesis planteo el análisis de ratios de expansión de especies invasoras en una malla espacial georreferenciada a gran escala (la del

IFN), con el subsiguiente incremento de precisión y detalle. Además, la posibilidad de comparar ciclos de IFNs presenta la oportunidad de estudiar la evolución y dinámica de invasión de especies alóctonas, una de las grandes lagunas en el conocimiento de las invasiones biológicas identificadas en años recientes (Richardson et al. 2010). Así, los resultados del estudio en el noroeste peninsular en base a la comparación de los IFNs en el periodo 1998-2008 confirman la expansión y el incremento de dominancia en algunos tipos de bosque de *Acacia dealbata* Link y *Acacia melanoxylon* R. Br. in W.T. Aiton con unos ratios de expansión medio-altos teniendo en cuenta otros trabajos a escala global (Hernández et al. 2014b). Además, se constata que *Acacia* sp. tiene potencial para seguir invadiendo nuevos territorios por su temprano estado de colonización y por características ecológicas como son su amplio nicho ecológico y su capacidad de propagación rápida, tanto vegetativamente como por semillas. La combinación de la invasividad de *Acacia* sp., con factores como las buenas condiciones ambientales del clima templado y húmedo del noroeste peninsular y el proyectado aumento de riesgo de incendios en los próximos años puede tener repercusiones para la futura configuración de los paisajes gallegos. La rápida expansión de *Acacia* sp. y su capacidad para colonizar y dominar diversos ecosistemas forestales podría suponer una futura homogeneización de ecosistemas forestales de noroeste peninsular con la resultante pérdida de biodiversidad a largo plazo.

## Agradecimientos

La presente tesis doctoral ha sido financiada por las encomiendas de gestión entre el MAGRAMA y el INIA-CIFOR, AEG-09-007 y EG-13-072, y el proyecto de Plan Nacional de I+D+i, AGL2010.21153.



**Figura 2.** Esquema teórico de los factores que influyen en el proceso de invasión: invasividad de la especie invasora; la invasibilidad o susceptibilidad del hábitat receptor a ser invadido y la historia de la introducción de la especie invasora.

**Figure 2.** Theoretical scheme of the factors influencing the invasion process: invasiveness of the invasive species; invasibility or susceptibility to be invaded of the receiver habitat, and the history of the introduction of the invasive species.

## Referencias

- Nabuurs, G. J., Schelhaas, M. J., Mohren, G. M. J., Field, C. B. 2003. Temporal evolution of the European forest sector carbon sink from 1950 to 1999. *Global Change Biology* 9: 152-160.
- Thuiller, W., Lavorel, S., Aurujo, M.B. 2005. Niche properties and geographical extent as predictors of species sensitivity to climate change. *Global Ecology Biogeography* 14: 347-357.
- Richardson, D.M., Daehler, C.C., Leishman, M.R., Pauchard, A., Pyšek, P. 2010. Plant invasions: theoretical and practical challenges. *Biological Invasions* 12: 3907-3911.
- Walther, G. R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T. J., Fromentin, J.M, Hoegh-Guldberg, O., Bairlein, F. 2002. Ecological responses to recent climate change. *Nature* 416(6879): 389-395.

### LAURA HERNÁNDEZ

#### Impactos del cambio global en ecosistemas forestales ibéricos a partir del Inventario Forestal Nacional

Tesis Doctoral

ETSI de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

Enero 2016

Directores: Isabel Cañellas y Fernando Montes

#### Publicaciones resultantes de la tesis

- Hernández, L., Cañellas, I., Alberdi, I., Torres, I., Montes, F. 2014a. Assessing changes in species distribution from sequential large scale forest inventories. *Annals of Forest Science* 71:161-171.
- Hernández, L., Martínez-Fernández, J., Cañellas, I., Vázquez de la Cueva, A. 2014b. Assessing spatio-temporal rates, patterns and determinants of biological invasions in forest ecosystems. The case of Acacia species in NW Spain. *Forest Ecology and Management* 329: 206-213.
- Sánchez de Dios, R., Hernández, L., Montes, F., Sainz-Ollero, H., Cañellas, I. 2016. Tracking the leading edge of *Fagus sylvatica* in North-Western Iberia: Holocene migration inertia, forest succession and recent global change. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 20:11-21.