



# 7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios  
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia  
Cáceres, Extremadura

---

---

7CFE01-473

---

---

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales  
**Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017**  
**ISBN 978-84-941695-2-6**

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

## Utilización de los datos de la Red de Nivel I para la elaboración de modelos de hábitat idóneo de *Cerambyx* spp. en diferentes escenarios de cambio climático

MANZANO, SERRANO M.J.<sup>1</sup>, PRIETO VÁZQUEZ, J.M. <sup>1</sup>, SANJURJO LOPEZ-ALONSO, D. <sup>1</sup>, GONZÁLEZ ABADIAS, A. <sup>2</sup>, TORRES MARTÍNEZ, B.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estudios Medioambientales, S.L. (ESMA), C/ Hoyuelo, 3, 28007 Madrid. Email: [esma@esmasl.es](mailto:esma@esmasl.es)

<sup>2</sup> Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, Gran vía de San Francisco, 5, 28005 Madrid. Email: [BTorres@magrama.es](mailto:BTorres@magrama.es); Email: [aigonzalez@magrama.es](mailto:aigonzalez@magrama.es)

### Resumen

Los modelos de distribución de especies son una herramienta utilizada en conservación para inferir zonas potencialmente idóneas según sus características ambientales. Además, se utilizan para obtener conocimientos ecológicos y evolutivos, con predicciones en las distribuciones a través de paisajes, para ello son extrapolados en el espacio y el tiempo.

Para la elaboración de los modelos, se han utilizado los datos de la Red Europea de Daños en los Bosques, seleccionando el agente nocivo *Cerambyx* spp. que afecta a especies del género *Quercus* en el territorio español.

Como variables ambientales predictivas, se han empleado los datos climáticos interpolados de *Worldclim*, tanto para el tiempo presente como para proyecciones climáticas de los modelos climáticos globales con tres escenarios de concentración de gases de efecto invernadero representativos. Y se han aplicado los GLM (*Generalized Linear Models*) en la elaboración del modelo presente de hábitat idóneo para posteriormente inferirlo a los diferentes escenarios de emisiones de cambio climático.

Por último, al comparar los modelos presente y futuro se ha observado la disminución del hábitat óptimo según las variables con las que se ha elaborado el modelo.

### Palabras clave

GLM, Predicción, Variables, Coleóptero.

### 1. Introducción

Los modelos de distribución de especies son utilizados en conservación para deducir zonas potencialmente idóneas según sus características ambientales. Además se usan para obtener conocimientos ecológicos y evolutivos, obteniendo predicciones en el espacio y el tiempo. La verosimilitud del modelo y su robustez se ven influenciados por la selección de variables relevantes y el método de modelado, la consideración de la escala, el sistema de manejo de la interacción entre factores ambientales y geográficos, y el grado de extrapolación.

Las especies del género *Cerambyx* son coleópteros de la familia *Cerambycidae* que se distribuyen por Europa Meridional, Norte de África y Asia Menor. Dentro de la Península Ibérica se localizan principalmente en Andalucía, Extremadura, la meseta central e Islas Baleares. Afectan a diversas frondosas aunque los daños más graves los producen en especies del género *Quercus*, fundamentalmente encinas, rebollos y alcornoques. Estos insectos suelen atacar a árboles decadentes aunque las podas abusivas o mal realizadas favorecen la colonización de árboles sanos. Los daños se producen en la fase larvaria, ya que las larvas se alimentan de la madera excavando galerías en el interior de troncos y ramas lo que supone además de un importante daño físico, una vía de entrada de agentes patógenos oportunistas; a medio o largo plazo llegan a ocasionar la muerte del árbol. Las principales especies responsables de estos daños son *Cerambyx cerdo* L. (incluido en el Convenio de Berna -anexo 2-; Directiva Hábitat -

anexo 2 y 4-; y catalogada como Vulnerable por la IUCN), y *Cerambyx welensii* Küster, ambos de morfología y biología muy similares. También están citados en la Península ibérica pero sin causar daños de importancia, *Cerambyx miles* Bonelli y *Cerambyx scopolii* Füsslins.

## 2. Objetivos

Con el presente trabajo se pretende obtener un marco realista de presencia de *Cerambyx* spp. en España, adaptado a los cambios climáticos previstos según uno de los modelos elaborados de acuerdo a los escenarios de cambio previstos por el IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Estos mapas de distribución pretenden ser una guía para los gestores medioambientales de forma que ayuden en la elaboración de políticas ambientales en previsión de los cambios previstos.

La técnica de elaboración de estos mapas puede extenderse a la elaboración de mapas predictivos para cualquier agente cuya presencia esté determinada por factores ambientales.

## 3. Metodología

Para la elaboración del modelo se han empleado datos de presencia y ausencia de *Cerambyx* spp., así como datos ambientales (históricos y predictivos) obtenidos de las siguientes fuentes:

**Datos de presencia y ausencia:** se han utilizado los datos de la Red Europea de Daños en los Bosques, Red de Nivel I, para el territorio español.

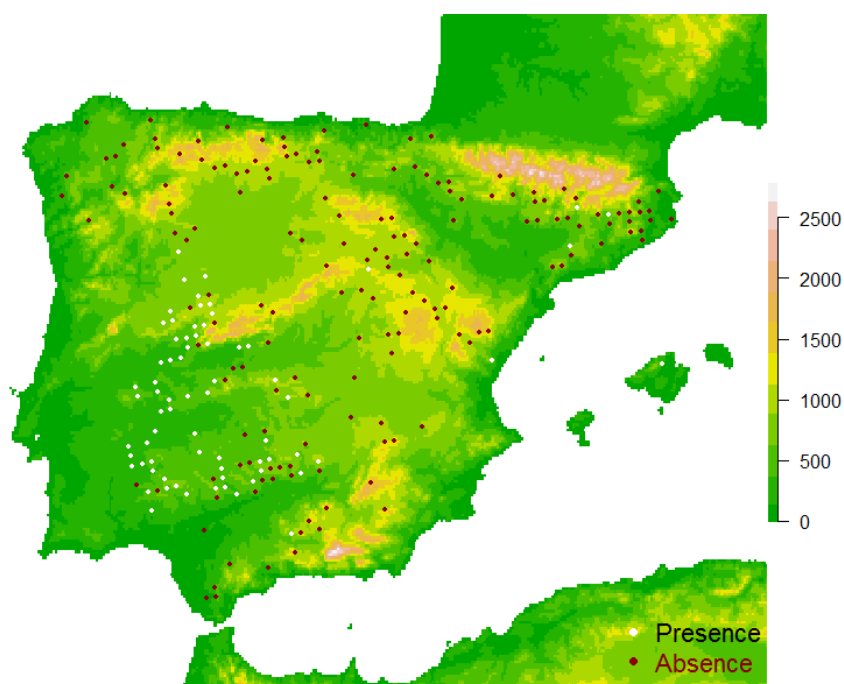


Figura1. Distribución actual de *Cerambyx* spp.

Esta red se compone de 620 puntos distribuidos de forma sistemática (red de 16x16 km) sobre el territorio forestal español. En cada punto se han seleccionado 24 árboles que son sometidos a un exhaustivo análisis anual determinando su estado fitosanitario y la presencia de agentes nocivos o sus rastros sobre él. Estos árboles son reemplazados por nuevos ejemplares a medida que son eliminados por distintas causas (derribos, cortas, ataques de agentes nocivos...), de forma que la red está constituida en todo momento por 14880 pies adultos en distintos estados.

De estos puntos se han seleccionado aquellos que son hábitat potencial de agentes del género *Cerambyx* debido a la presencia de pies del género *Quercus*. De esta manera el estudio se realizará sobre 238 puntos, que son los que incluyen algún pie de este género (Figura 1). Para cada uno de estos puntos se ha determinado la presencia o ausencia de *Cerambyx* spp. en algún momento entre 2005 y 2014, dándose como presente si al menos uno de los pies del punto ha presentado rastros de este agente en el intervalo mencionado y como ausente en caso contrario.

**Variables ambientales predictivas:** se han empleado los datos climáticos interpolados de *Worldclim*, tanto para el tiempo presente como para proyecciones climáticas de los modelos climáticos globales del modelo CNRM-M5 con 3 escenarios de concentración de gases de efecto invernadero representativos, así como los datos del modelo digital de elevaciones procedente de la misión SRTM.

Las variables consideradas en el modelo han sido:

- BI01 = Temperatura media anual
- BI02 = Rango medio de temperaturas (Media de (T max. - Tmin.) de cada mes)
- BI03 = Isotermalidad (BI02/BI07) (\* 100)
- BI04 = Estacionalidad térmica (desviación estándar de la temperatura media mensual \*100)
- BI05 = T max. del mes más cálido
- BI06 = T min. del mes más frío
- BI07 = Rango térmico anual (BI05-BI06)
- BI08 = Temperatura media del trimestre más húmedo
- BI09 = Temperatura media del trimestre más seco
- BI010 = Temperatura media del mes más cálido
- BI011 = Temperatura media del mes más frío
- BI012 = Precipitación anual
- BI013 = Precipitación del mes más húmedo
- BI014 = Precipitación del mes más seco
- BI015 = Estacionalidad de la precipitación (Desv. Est. de las precipitaciones mensuales)
- BI016 = Precipitación del trimestre más húmedo
- BI017 = Precipitación del trimestre más seco
- BI018 = Precipitación del trimestre más cálido
- BI019 = Precipitación del trimestre más frío
- MDE = Altitud

Tabla 1. Fuente. Guía resumida del quinto informe de evaluación del IPCC.WGI. "Cambio Climático: Bases Físicas", 2013

	FR	Tendencia del FR	[CO <sub>2</sub> ] en 2100
<b>RCP2.6</b>	2,6 W/m <sup>2</sup>	Decreciente en 2100	421 ppm
<b>RCP4.5</b>	4,5 W/m <sup>2</sup>	Estable en 2100	538 ppm
<b>RCP6.0</b>	6,0 W/m <sup>2</sup>	Creciente	670 ppm
<b>RCP8.5</b>	8,5 W/m <sup>2</sup>	Creciente	936 ppm

**Escenarios contemplados:** En el quinto informe del IPCC, se presentan 4 nuevos escenarios de emisión (Tabla 1), con las denominadas Trayectorias de Concentración Representativas (RCP, por sus siglas en inglés); éstas se caracterizan por su Forzamiento Radiativo (FR) total para el año 2100 que oscila entre 2,6 y 8,5W/m<sup>2</sup>. De estos 4 escenarios, se ha tomado para este trabajo un escenario de baja concentración de CO<sub>2</sub> (RCP 2.6; [CO<sub>2</sub>] 421 ppm), otro de media-baja (RCP

4.5; [CO<sub>2</sub>] 538 ppm), y otro de alta (RCP 8.5; [CO<sub>2</sub>] 936 ppm). De estos escenarios se ha tomado la proyección de valores climáticos medios estimados para el intervalo 2045-65.

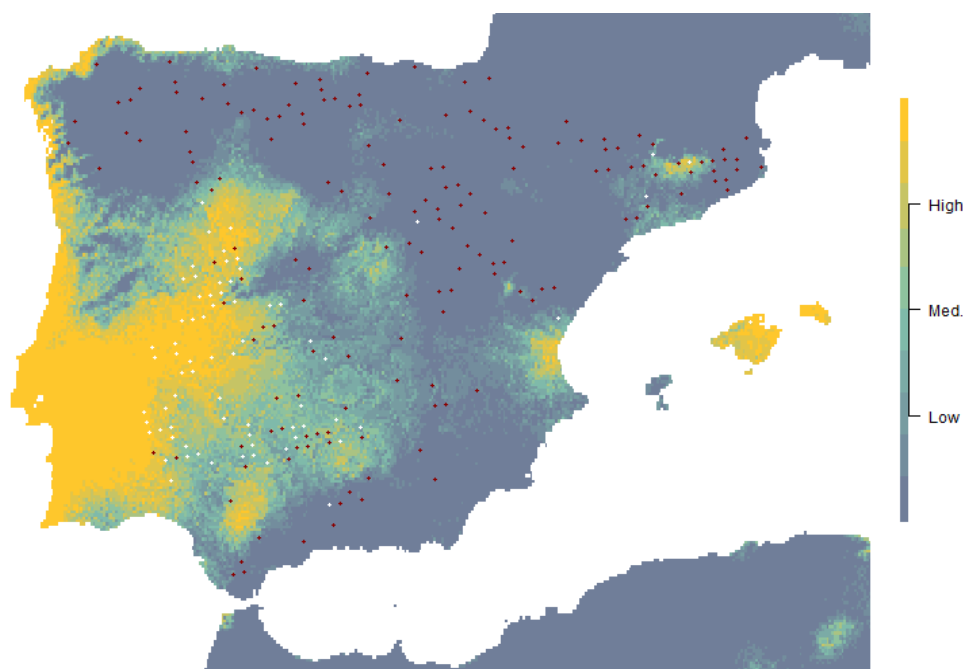


Figura 1: Aplicación del modelo elegido con los datos WorldClim para el presente. Distribución potencial de *Cerambyx* spp.

**Modelo predictivo:** Se ha aplicado un Modelo Lineal Generalizado para la elaboración del modelo presente de hábitat idóneo para posteriormente inferirlo a los diferentes escenarios de emisiones de cambio climático, analizando la variación de los hábitats idóneos para esta especie.

De la aplicación de los criterios de presencia/ausencia sobre los 238 puntos de presencia potencial de *Cerambyx* spp. se ha determinado su presencia en 72 puntos (29,8% del total potencial) y su ausencia en 167 (el 70,2% restante). Sobre los datos meteorológicos se ha realizado una selección para eliminar los valores atípicos (outliers), lo que al final deja 168 puntos con datos completos para su estudio.

Sobre los datos finalmente empleados se ha seleccionado un 80% para el desarrollo del modelo y un 20% para su evaluación. Se ha realizado una selección de las variables más significativas según IAC (Criterio de Información de Akaike), analizando posteriormente la colinealidad de estas y seleccionando las más representativas.

Para la generación y evaluación de modelos se han empleado las funciones que proporciona el paquete estadístico "R", seleccionando el modelo más representativo.

La aplicación del modelo de distribución generado a los datos climáticos actuales sobre los puntos de presencia potencial de *Cerambyx* spp. ha dado lugar al mapa de la Figura 2, en el que se representa la situación actual de presencia/ausencia de *Cerambyx* spp. en los puntos de presencia potencial frente a la posibilidad de ocurrencia según el modelo elegido.

#### 4. Resultados

Las variables que han resultado más importantes para la elaboración de los modelos de distribución han sido: Isotermalidad (BIO3), Temperatura máxima del mes más cálido (BIO5), Temperatura mínima del mes más frío (BIO6), Temperatura media del mes más frío (BIO11), precipitación anual (BIO12), Precipitación del mes más seco (BIO14) y Precipitación del trimestre más frío (BIO19).

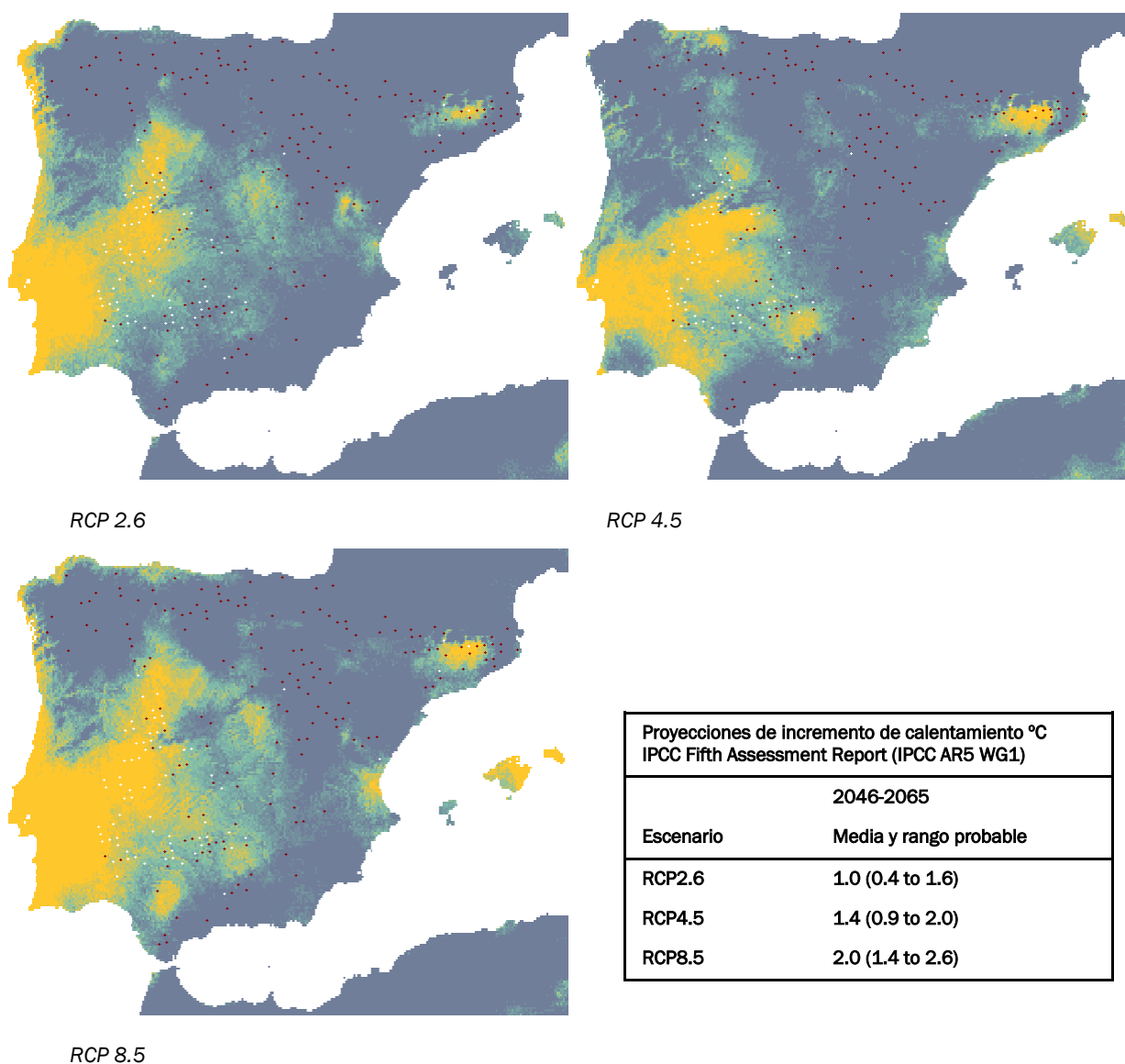


Figura 2: Aplicación del modelo a los datos de proyección climática futura, para diferentes escenarios de gases de efecto invernadero. Modelo CNRM-CM5 (Centre National de Recherches Météorologiques). Distribución potencial de *Cerambyx* spp.

Aplicando el modelo obtenido se han elaborado tres mapas de distribución para el intervalo 2045-65 atendiendo a los tres escenarios contemplados (Figura 3), en los que se representa la posibilidad de ocurrencia de *Cerambyx* spp. para las condiciones previstas por cada modelo frente a la ocurrencia real actual.

Los escenarios con menor forzamiento radiativo (FR) predicen, según el modelo propuesto, una disminución en el área ocupada por *Cerambyx* spp., mientras que el de mayor forzamiento predice un aumento en esta área.

## 5. Discusión

La evaluación de los modelos se puede realizar determinando el Área Bajo la Curva Característica del Receptor (AUC), que representa la relación entre el ratio de Verdaderos Positivos frente a Falsos Positivos. Para un discriminador ideal esta área es uno, mientras que para un discriminador aleatorio es 0,5.

En modelos probabilísticos como el propuesto, para determinar la presencia/ausencia se determina un umbral para el que valores superiores se considera presencia y menores, ausencia. La elección de un valor muy alto de este umbral da un gran valor predictivo negativo (es muy difícil encontrar falsos positivos) frente a un valor predictivo positivo muy bajo (la proporción de falsos negativos es muy alta). La elección de un valor de umbral muy bajo provoca los efectos contrarios (bajo valor predictivo negativo y alto positivo). La elección de este umbral dependerá pues de la importancia que se dé a la presencia de falsos positivos frente a la de falsos negativos. En ausencia de un criterio específico se puede elegir el umbral donde la posibilidad de acierto al indicar presencia o ausencia es la misma, siendo en este caso la sensibilidad la misma para presencia y ausencia.

En nuestro caso, aunque el modelo propuesto presenta valores aceptables de AUC (0.93) y precisión (0.847), este modelo es una simplificación del sistema real y puede generar escenarios poco realistas. Probablemente el modelo podría mejorarse incorporando nuevas variables ambientales importantes en la distribución de la especie estudiada. También podría mejorarse aumentando el tamaño de las muestras de presencia/ausencia.

**En todo caso la respuesta del modelo está determinada por el modelo climático empleado,** y por tanto la bondad del primero dependerá directamente de la del segundo. Actualmente el número de modelos y escenarios climáticos es alto, siendo además a escala local la indeterminación también alta.

Aceptando la posibilidad de mejora, el modelo obtenido permite hacer no solo previsiones a tiempo futuro, sino que puede ser una herramienta eficaz para la identificación de áreas sensibles.

## 6. Conclusiones

El modelo indica las zonas climáticamente similares a los territorios ocupados, omitiendo muchos otros factores.

En el escenario RCP 2.6 y RCP 4.5 existe una disminución de la superficie de distribución de *Cerambyx* spp., mientras que en el escenario RCP 8.5 es patente un aumento de la superficie de distribución potencial de este coleóptero.

Los resultados obtenidos pueden servir como una herramienta complementaria que sirva de ayuda a los especialistas y responsables en la toma de decisiones para la adaptación al cambio climático.

## 7. Agradecimientos

Los autores quieren expresar su agradecimiento al Área de Inventario y Estadísticas Forestales de la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal del Ministerio de

Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, sin cuya colaboración este trabajo no hubiera sido posible.

También queremos agradecer a todo el personal de ESMA su colaboración directa e indirecta en este trabajo.

## 8. Bibliografía

HIJMANS, R.J., S.E. CAMERON, J.L. PARRA, P.G. JONES & A. JARVIS; 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978.

FRANKLIN, J.; 2009. *Mapping species distributions: spatial inference and prediction*. Cambridge University Press. Cambridge.

FISCHER, R. & LORENZ, M. (eds.); 2011. *Forest Condition in Europe 2011*. Technical Report of ICP Forests and FutMon. Work Report of the Institute for World Forestry 2011/1. ICP Forests. 212 pp. Hamburg.

LORENZ, M.; 2010. Objectives, Strategy and Implementation of ICP Forests. Manual Part I, 21 pp. In: *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests*. UNECE, ICP Forests, Hamburg.

FELICÍSIMO, A.M., MUÑOZ, J., VILLALBA, C.J., MATEO, R.G.; 2011. *Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de la biodiversidad española*. 1. Flora y Vegetación. Ministerio de Medio Ambiente Rural y Marino. Madrid.