



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

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

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-508

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

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

MODELO DE DISTRIBUCIÓN DE MONOCHAMUS GALLOPROVINCIALIS (OLIVIER 1795) EN MASAS DE PINUS PINASTER EN ESPAÑA

GONZÁLEZ ROSA, E.¹, MAS, H.², SÁNCHEZ PEÑA, G.³, GALLEGO, D.^{4,5}.

¹ SILCO S.L.

² Laboratori de Sanitat Forestal. CIEF. VAERSA

³ Servicio de Sanidad Forestal y Equilibrios Biológicos, Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

⁴ Departamento de Ecología, Universidad de Alicante.

⁵ Sanidad Agrícola Econex, S.L.

Resumen

Monochamus galloprovincialis (Olivier, 1795) es una especie de Coleoptera (Cerambycidae) de hábitos floemo-xilófagos, propio de los pinares del área circunmediterránea. Muestreos realizados durante los últimos años muestran que es un insecto muy abundante en los pinares de *Pinus pinaster*. *Monochamus galloprovincialis* es transmisor de la especie de cuarentena fitosanitaria *Bursaphelenchus xylophilus*, la mayor amenaza para los pinares Europeos. Durante los años 2014 y 2015 se ha llevado a cabo un trapeo con atrayentes de *M. galloprovincialis*, utilizando 140 trampas Crosstrap® y atrayente cairo-feromonal G2D, en puntos repartidos por toda la distribución de pinares de *P. pinaster* de la geografía española y se presenta como resultado el mapa de distribución de la abundancia de este insecto. También se han elaborado curvas de vuelo de *M. galloprovincialis* para diferentes áreas de la geografía peninsular. De acuerdo con los modelos obtenidos, *M. galloprovincialis* es más abundante en áreas próximas al límite de distribución de *P. pinaster*, en zonas cálidas y menos húmedas, con relativamente baja cobertura de la especie hospedadora y baja proporción de *P. pinea*. Estas zonas estarían principalmente distribuidas por los bordes de los sistemas Central e Ibérico y de las Béticas. La curva de vuelo de *M. galloprovincialis* más común en la península Ibérica presenta forma bimodal, con máximos en julio y septiembre.

Palabras clave

Coleoptera, Cerambycidae, Crosstrap, atrayente cairo-feromonal.

1. Introducción

Bursaphelenchus xylophilus (Steiner & Buhner, 1934) Nickle 1970, el nematodo de la madera del pino (NMP) es un organismo de cuarentena fitosanitaria que afecta al género *Pinus* y a otras coníferas. Está considerado actualmente como la mayor amenaza para los pinares en el continente europeo (ČEREVKOVÁ et al 2014).

Desde la introducción en 1992 y posterior expansión de la enfermedad por Portugal, y a raíz de los focos detectados en España, se ha desarrollado un amplio marco normativo para la detección temprana, control y erradicación del NMP. Paralelamente, un gran esfuerzo de investigación científica se ha desarrollado durante los últimos años en relación a estos objetivos, a nivel de la Unión Europea, y particularmente en España. Dichos avances están principalmente relacionados con la detección y seguimiento del patógeno y su vector. Este es el apoyo básico para una gestión más eficaz tanto de las medidas de contención como en las profilácticas.

Para su dispersión, el NMP necesita necesariamente de un vector, el cerambícido *Monochamus galloprovincialis* (Olivier 1795), (SOUSA et al 2001). Hoy en día, tras una década de investigación, se disponen de técnicas de atracción y captura del vector, y se conoce su biología con detalle, se dispone además, de un cebo comercial para *M. galloprovincialis*, con un alto grado de especificidad, para monitorizar sus poblaciones y plantear su trapeo masivo (revisión en MAS, 2016). Gracias a la utilización de los métodos de trapeo de *M. galloprovincialis* han podido determinarse muchos

aspectos prácticos relacionados con la abundancia y el comportamiento del vector del NMP. En Portugal la especie que más ha sufrido el ataque del NMP es *Pinus pinaster* Ait. En España existen unos 8000 km² de superficie ocupada por bosques cuya especie principal es *P. pinaster*. En el presente trabajo se presentan los resultados de la modelización de la distribución de *M. galloprovincialis* en bosques de *P. pinaster* de España, así como del estudio de las curvas de vuelo del cerambícido en dichas zonas, a partir de trampeos realizados en 2014 y 2015, con 146 trampas repartidas a lo largo de toda esta distribución, en colaboración con los Servicios de Sanidad Forestal de las Comunidades Autónomas.

2. Objetivos

- Elaborar un mapa de abundancias de *M. galloprovincialis* en las zonas de dominio de *P. pinaster*.
- Presentar las curvas de vuelo registradas para *M. galloprovincialis* para diferentes áreas geográficas de la zona estudiada.

3. Metodología

Se usaron las trampas Crosstrap® (Econex, Murcia), una trampa tipo crossvane recubierta por una película deslizante, el modelo más eficiente en la captura de *M. galloprovincialis*, de acuerdo con ÁLVAREZ *et al.* (2014). Las trampas se cebaron con atrayente GALLOPROTEC 2D (SEDQ, Barcelona), un cebo cairo-feromonal idóneo para la atracción de *M. galloprovincialis* (ÁLVAREZ *et al.* 2016). Cada trampa se instaló colgada de soportes naturales, bien ramas bajas de árboles, bien entre dos árboles.

Se han instalado 146 trampas (Tabla 1), cuyas revisiones realizaron con una frecuencia aproximada de quince días fueron revisadas quincenalmente por los Servicios Autonómicos de Sanidad Forestal. El trampeo comenzó entre los meses de mayo y junio, según la disponibilidad de los Servicios de Sanidad Vegetal de cada Comunidad Autónoma. Los cebos se reemplazaron cada 45 días, de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Los muestreos se desarrollaron durante las temporadas de mayo a noviembre-diciembre de 2014 y 2015.

Tabla 1. Distribución de las trampas por Comunidades Autónomas.

Comunidad Autónoma	Número de trampas
Andalucía	22
Aragón	7
Asturias	6
Castilla La Mancha	24
Castilla y León	28
Cataluña	10
Extremadura	8
Galicia	33
País Vasco	7
Madrid	1
Total	146

Para el cálculo de los modelos de abundancia se utilizaron las librerías *dismo*, *leaps*, *sp* y *clime* de R (R CORE TEAM 2016). Como variables predictoras se utilizaron variables no correlacionadas, extraídas de las bases de datos Gtopo (altitud), Euforgen (coberturas de especies de pinos hospedadoras) y Wordclim (19 variables bioclimáticas), a escala de 1 km². Las predicciones se calcularon mediante la metodología de máxima entropía, utilizando el algoritmo *maxent*, y modelos

lineares generalizados (GLMs) (VANDERWAL et al 2008). El cálculo de las curvas de vuelo se automatizo mediante R, para permitir la elaboración rápida de las 146 curvas de vuelo y sus agrupamientos regionales.

4. Resultados

La expresión espacial de los modelos de distribución, para los años 2014 y 2015, se representan en la Figura 1. Las variables que explican cada modelo se indican en la Tabla 2.

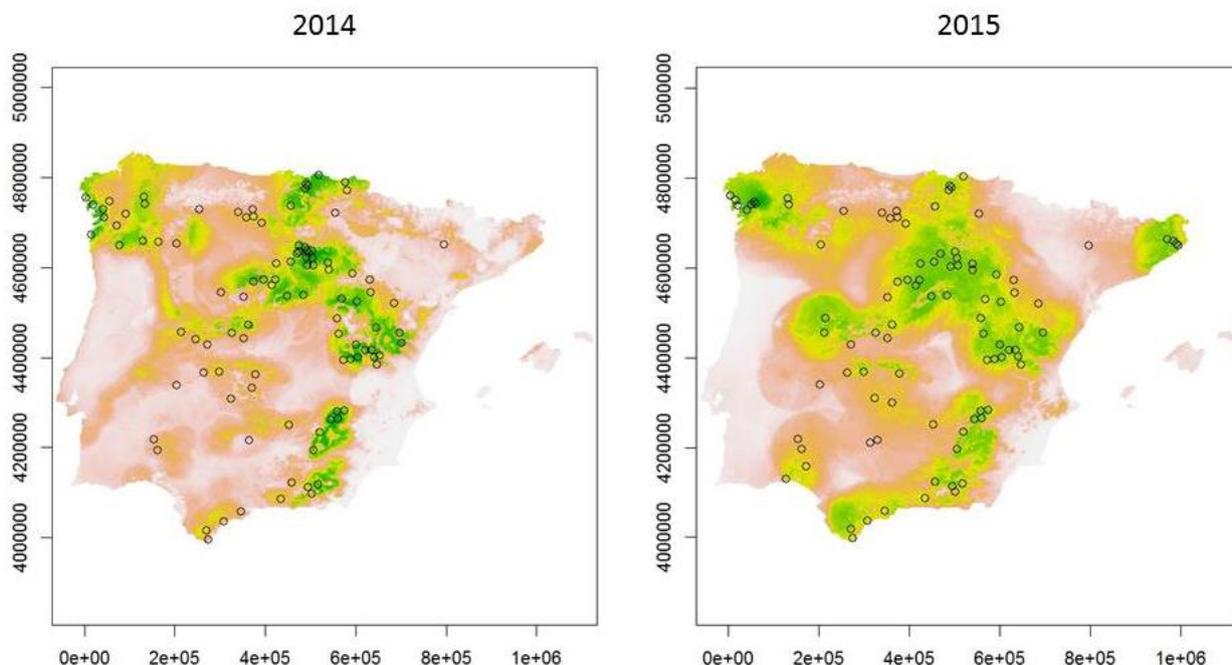


Figura 1. Mapa de abundancias estimadas extrapolado mediante el modelo de máxima entropía para los años 2014 y 2015. Los verdes más intensos se corresponden con las mayores abundancias. Los círculos indican la ubicación de las trampas.

Los modelos de distribución para ambos años muestran una mayor abundancia de insectos en el sistema Central, Ibérico y las Béticas. También es destacable la mayor abundancia prevista en los pinares de País Vasco y el Oeste gallego.

Tabla 2. Variables explicativas en los modelos de abundancia.

Modelo 2014	Contribución (%)	Modelo 2015	Contribución (%)
Precipitación trimestre más frío	42,35	Precipitación media anual	38,52
Precipitación trimestre más cálido	9,55	Temperatura media del trimestre más seco	12,27
Temperatura media anual	7,32	Continentalidad ¹	6,69
Proporción de cobertura de <i>P. pinea</i>	6,41	Precipitación del mes más seco	1,48
Proporción de cobertura de <i>P. halepensis</i>	4,26	Temperatura media anual	0,71
Precipitación media anual	3,75	Temperatura media del trimestre más húmedo	0,47
Proporción de cobertura de <i>P. pinaster</i>	2,97	Proporción de cobertura de <i>P. pinaster</i>	0,42
Continentalidad ¹	2,71		
Proporción de cobertura de <i>P. uncinata</i>	2,01		
Proporción de cobertura de <i>P. sylvestris</i>	1,42		
Precipitación del mes más seco	1,4		
Proporción de cobertura de <i>P. nigra</i>	1,25		
Total	85,4		60,56

¹Índice de continentalidad: $Oscilación\ térmica\ diurna\ media / (Temperatura\ máxima\ del\ mes\ más\ cálido / Temperatura\ mínima\ del\ mes\ más\ frío)$.

El modelo obtenido para 2014 es más explicativo (85,4 %) que el de 2015 (60,56 %). El modelo de 2014 incorpora 12 variables no correlacionadas, 6 bioclimáticas y 6 de cobertura de hospedador. Seis de ellas no superan el 3 % de contribución (Tabla 2). Las variables que más contribuyen están relacionadas con la precipitación en el trimestre más frío y más cálido, así como la temperatura media anual. La variable de hospedador que más explica es la proporción de cobertura de *P. pinea*. El modelo obtenido para 2015 incorpora 7 variables, 5 bioclimáticas y 1 de hospedador. Tres de estas variables no superan el 3 % de contribución (Tabla 2), siendo la variable más explicativa la precipitación media anual, seguida de la temperatura media del trimestre más seco.

Respecto a las curvas de vuelo, en la Figura 2 se representan las curvas de vuelo relativas a las Comunidades Autónomas con mayor número de capturas. Se observa una prevalencia de las curvas bimodales frente a las unimodales (País Vasco). A excepción de Cataluña (donde las capturas han sido relativamente bajas), todos los picos de vuelo se presentan a principios de otoño, o en el verano tardío, como es el caso de Andalucía. Salvo en País Vasco, todas las regiones registran un descenso en las capturas más o menos marcado que se inicia en la primera quincena de julio y se prolonga hasta el pico de vuelo otoñal. Las capturas en Galicia fueron muy bajas, por lo que no se ha calculado su curva de vuelo.

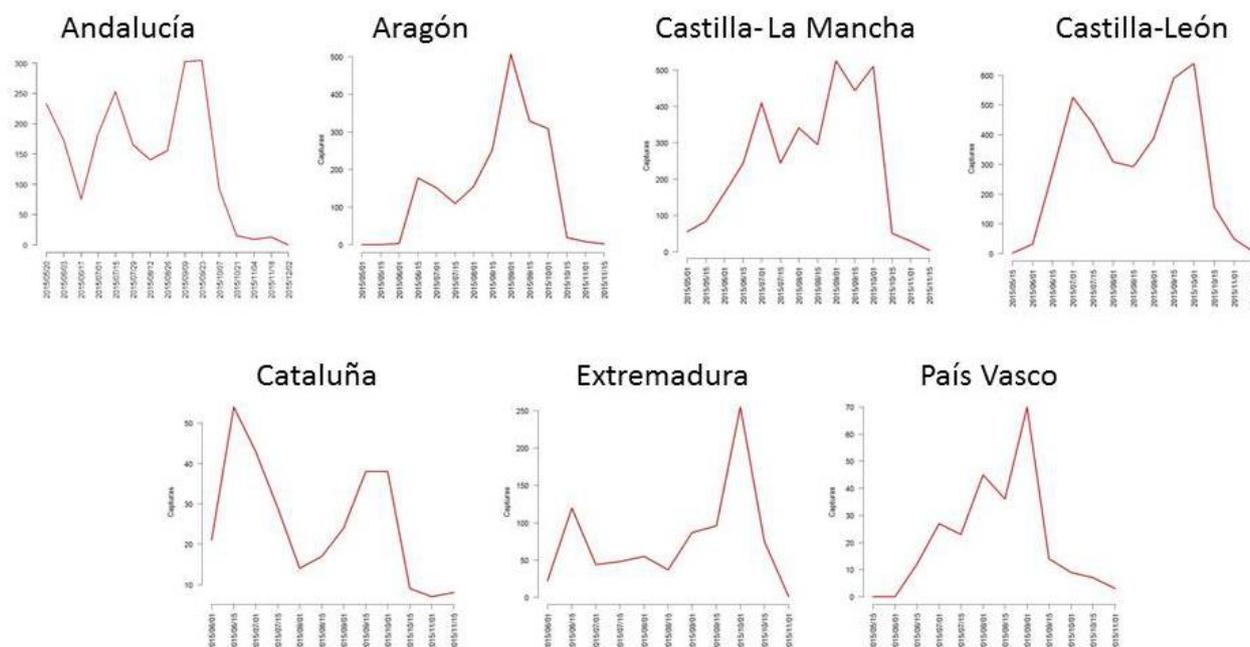


Figura 2. Curvas de vuelo en 2015, relativas a las Comunidades Autónomas con suficiente número de capturas.

5. Discusión

Los modelos calculados para los dos años considerados han resultado altamente explicativos para la distribución de *M. galloprovincialis* en los pinares de *P. pinaster* en España, aunque con diferencias entre años, posiblemente debidas a los cambios de ubicación de las trampas y a las fluctuaciones interanuales que de forma natural registran las poblaciones de insectos. El modelo de 2014, el más explicativo, incorpora muchas variables de hospedador, aunque a excepción de la

proporción de *P. pinea*, todas son poco explicativas (<6%). Es destacable la incorporación de esta variable, en correlación negativa, ya que *P. pinea* es muy poco apropiado para la reproducción de *M. galloprovincialis* (SANCHEZ-HUSILLOS et al 2013). Esto indicaría que en cierta medida, en paisajes con bosques con ambas especies, donde la proporción de *P. pinea* aumenta frente a la de *P. pinaster*, *M. galloprovincialis* será mucho menos abundante. En cambio, el modelo de 2015, un 20 % menos explicativo que el de 2014, incorpora en su mayor parte variables bioclimáticas, y tan sólo la variable de hospedador relativa a *P. pinaster*. Es destacable la preferencia de la especie por coberturas bajas de *P. pinaster*, siendo menos abundante cuando la cobertura supera el 15 % de las cuadrículas de 1 km².

En cuanto a las variables bioclimáticas, las variables más explicativas en los modelos de ambos años (>38 % en ambos casos), están relacionadas con la precipitación, bien la invernal, bien la anual. De acuerdo con esto, *M. galloprovincialis* es más abundante en las zonas más áridas donde está implantado *P. pinaster*, con precipitaciones medias anuales entre 500 y 800 mm, y altas temperaturas en verano. Estas zonas se corresponderían con el límite inferior de distribución del hospedador, se trataría por tanto de zonas donde existe mayor oferta de material susceptible a la infestación, y, al tratarse de una relativamente mala calidad de estación, la cobertura de *P. pinaster* es menor.

La expresión espacial de ambos modelos predicha mediante el algoritmo de máxima entropía, son muy coincidentes, los hábitats más idóneos se distribuyen a lo largo de los bordes de los sistemas Central e Ibérico y de las Béticas.

También es destacable la generalización de las curvas bimodales, más o menos marcadas, en el periodo de vuelo de *M. galloprovincialis* y con máximos en otoño. Es excepcional la curva registrada en País Vasco, quizás la región más fresca y húmeda en la que se han registrado capturas abundantes (hay que recordar que las capturas de Galicia son muy bajas). De acuerdo con MAS (2016), esta bimodalidad en el periodo de vuelo puede estar relacionada con una adaptación a los extremos térmicos del centro del verano en la España mediterránea, y contrastan fuertemente con las curvas unimodales en Centroeuropa (HOCH et al 2015). Este autor, propone la existencia de un límite superior de temperatura que limita el vuelo del insecto en fechas centrales del verano, causante de la forma bimodal de las curvas de vuelo en zonas cálidas.

6. Conclusiones

De acuerdo con los modelos obtenidos, *M. galloprovincialis* es más abundante en áreas próximas al límite de distribución de *P. pinaster*, en zonas cálidas y menos húmedas, con relativamente baja cobertura de la especie hospedadora y baja proporción de *P. pinea*. Estas zonas estarían principalmente distribuidas por los bordes de los sistemas Central e Ibérico y de las Béticas.

La curva de vuelo de *M. galloprovincialis* más común en la península Ibérica presenta forma bimodal, confirmando los resultados de MAS (2016).

7. Agradecimientos

A los servicios forestales de las diferentes Comunidades Autónomas que han realizado la recogida de las capturas de forma sistemática y altamente eficaz durante el desarrollo de este trabajo.

8. Bibliografía

ÁLVAREZ, G.; ETXEBESTE, I.; GALLEGO, D.; DAVID, G.; BONIFACIO, L.; JACTEL, H.; SOUSA, E.; PAJARES J.A.; 2014. Optimization of traps for live trapping of pine wood nematode vector *Monochamus galloprovincialis*. *J. Appl. Ent.*, 139, 618–626.

ÁLVAREZ, G.; GALLEGO, D.; HALL, D.; PAJARES J.A.; 2016. Combining pheromone and kairomones for effective trapping of the pine sawyer beetle *Monochamus galloprovincialis*. *J. Appl. Ent.*, 140, 58–71.

ČEREVKOVÁ, A.; MOTA, M.; VIEIRA, P.; 2014. *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner, 1934) Nickle 1970 – pinewood nematode: a threat to European forests. *For. J.* 60, 125–129.

HOCH, G.; MITTERMAYR, D.; KREHAN, H.; 2015. *Monochamus*-Arten als potenzielle Vektoren des Kiefernholz-nematoden in Österreich: Lockstofffallen zum Monitoring des Fluges. *Forstschutz Aktuell* 60, 5-11.

MAS, H.; 2016, Fenología y capacidad de dispersión de *Monochamus galloprovincialis* (Olivier 1795) en la península ibérica. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, 290 pp., Madrid.

R CORE TEAM 2016. *R: A language and environment for statistical computing*. *R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria*. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

SANCHEZ-HUSILLOS, E.; ÁLVAREZ, G.; ETXEBESTE, I.; PAJARES, J. A.; 2013, Shoot feeding, oviposition, and development of *Monochamus galloprovincialis* on *Pinus pinea* relative to other pine species. *Entomol Exp App*, 149: 1–10.

SOUSA, E.; BRAVO, M.A.; PIRES, J.; NAVES, P.; PENAS, A.C.; BONIFACIO, L.; MOTA, M.; 2001. *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda; Aphelenchoididae) associated with *Monochamus galloprovincialis* (Coleoptera; Cerambycidae) in Portugal. *Nematology* 3, 89-91.

ANDERWAL, J.; SHOO, L.P.; JOHNSON, C.N.; WILLIAMS, S.E. 2008. Abundance and the Environmental Niche: Environmental Suitability Estimated from Niche Models Predicts the Upper Limit of Local Abundance. *The American Naturalist* 174, 282-291.