



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

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

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-486

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

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Respuesta temporal de individuos, nativos y liberados, de *Monochamus galloprovincialis* a atrayentes cairomonales y feromonales en una masa aislada

MAS I GISBERT, H.¹, GALLEGO, D.², PASTOR, C.¹, PÉREZ-LAORGA, E.³, ETXEBESTE, I.⁴

¹ Laboratori de Sanitat Forestal. CIEF. Avda. Comarques del País Valencià, 114, 46930, Quart de Poblet (València) VAERSA-Generalitat Valenciana. hugo.mas@gmail.com

² ECONEX S.L.7

³ Direcció General del Medi Natural i Avaluació Ambiental. Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient, Canvi Climàtic i Desenvolupament Rural (Generalitat Valenciana)

⁴ NEIKER-Tecnalia Arkaute, Nekazal eta elikadura campusa, 01192 Gasteiz, Araba. inaki@goisolutions.net

Resumen

La disponibilidad de un atrayente comercial para *Monochamus galloprovincialis*, vector europeo del nematodo de la madera del pino, *Bursaphelenchus xylophilus*, facilita la ejecución de programas para su estudio, seguimiento y control. De esta manera, mediante el marcaje-liberación-recaptura de *M. galloprovincialis* se llevó a cabo un experimento con el objetivo de analizar la evolución diaria de las capturas a lo largo del periodo inmediatamente posterior a la emergencia del insecto y de analizar su comportamiento dispersivo en una masa forestal aislada y de reducida superficie (10 ha). Un total de 215 insectos fueron liberados y se colocó un dispositivo de 10 trampas cebadas con atrayentes. Las primeras capturas se dieron entre el 8º y 9º día tras su liberación, confirmándose la necesidad de *M. galloprovincialis* de madurar sexualmente antes de responder al atrayente. Además, la distribución espacial de las capturas mostró que el aislamiento de la masa aparentemente frena, pero no evita, la dispersión del insecto hacia otras masas cercanas. Este efecto borde, consistente con observaciones previas, conlleva implicaciones en la gestión de los focos de *B. xylophilus*, sugiriendo que una mayor fragmentación de las masas como consecuencia de las talas de erradicación podría incidir en una mayor expansión del patógeno.

Palabras clave

Bursaphelenchus xylophilus, marcado-captura-recaptura, dispersión, Cerambycidae.

1. Introducción

El desarrollo de un atrayente cairomonal y feromonal eficaz para *Monochamus galloprovincialis* (PAJARES et al. 2004, IBEAS et al. 2007, PAJARES et al. 2010), vector europeo del nematodo de la madera del pino, *Bursaphelenchus xylophilus*, y la mejora de las trampas utilizadas para su captura (ÁLVAREZ et al. 2015) ha permitido llevar a cabo monitorizaciones estandarizadas de su población (MAGRAMA 2015b) y diferentes investigaciones sobre importantes parámetros ecológicos como su fenología, densidad de población, dispersión o capacidad de vuelo a larga distancia, entre otros (HERNÁNDEZ et al. 2011, ETXEBESTE et al. 2016, GALLEGO et al. 2012, SANCHEZ-HUSILLOS et al. 2015a, TORRES-VILA et al. 2015).

El atrayente utilizado en ensayos científicos y muestreos, y comercializado con el nombre Galloprotect®, (SEDQ, Barcelona) está compuesto por una mezcla cairomonal formada por dos componentes feromonales de escolítidos (ipsenol y 2-metil-3-buten-2-ol), con posibilidad de añadir un volátil de hospedante, α -pineno, como sinergizante (PAJARES et al. 2004, IBEAS et al. 2007, PAJARES et al. 2010), y por un componente feromonal de *Monochamus*, de tipo sexual y agregativa, emitida por los machos: 2-undeciloxi-1-etanol. La atracción hacia este compuesto parece vinculada a la madurez de los adultos, tanto en el caso de los machos como de las hembras, como prueban los hechos de que la feromona sea producida por machos maduros alimentándose de ramillos de pino

(PAJARES et al. 2010) y que la atracción de hembras hacia las plumas con olores de machos en bioensayos con olfatómetros, solo se dé cuando ambos sexos son maduros (IBEAS et al. 2008).

Los comportamientos de madurez sexual de *M. galloprovincialis* han sido observados, siempre, después de un periodo de días tras la emergencia y tras de un periodo de alimentación en los ramillos de pinos sanos (HELLRIGL 1971, FRANCARDI Y PENNACCHIO 1996, DAVID et al. 2014, ETXEBESTE et al. 2016, SANCHEZ-HUSILLOS et al. 2015a). En estudios de campo con insectos criados en laboratorio marcados y liberados, sólo han sido capturados insectos sexualmente maduros, y generalmente a partir de la segunda semana tras la liberación (ETXEBESTE et al. 2016, SANCHEZ-HUSILLOS et al. 2015a). Según BONIFACIO (2009), el comportamiento de algunos insectos tras la emergencia puede incluir un vuelo fisiológico para fortalecer los músculos de vuelo instantes después de la emergencia, pero hasta la fecha no existen observaciones directas en campo del vector durante esta fase.

Por otro lado, si bien el pico de transmisión del NMP no ocurre durante este periodo inicial de la fase adulta del vector, un número pequeño de nematodos puede abandonar el insecto e introducirse en el hospedante durante el mencionado periodo de alimentación desde la primera semana tras la emergencia (NAVES et al. 2007). Por lo tanto la incapacidad de las trampas para muestrear este periodo podría suponer un importante problema en su utilización como método de control del NMP. De esta manera, resulta necesario ahondar en el conocimiento en el funcionamiento y la efectividad de las trampas en los primeros días tras la emergencia del insecto, y tratar de inferir el comportamiento de *M. galloprovincialis* en estado inmaduro.

2. Objetivos

El objetivo de este trabajo es evaluar la efectividad de las trampas cebadas con atrayentes y analizar la evolución diaria de las capturas a lo largo del periodo de maduración sexual del insecto (durante los primeros días tras la emergencia) mediante la liberación de insectos inmaduros criados en laboratorio en una masa aislada y de reducidas dimensiones que pueda actuar, en la medida de lo posible, como medida de cierto confinamiento de la población liberada.

3. Metodología

Un experimento de marcaje-liberación-recaptura se llevó a cabo en una masa forestal aislada y de reducida superficie (10 ha) en el término municipal de Caudete de las Fuentes (València, España; 39 ° 49'18 "N, 0 ° 38'31" W) durante el año 2012, entre el 20 de junio y el 6 de noviembre de 2012 (el estudio es codificado a partir de ahora como Exp2012a).

La zona de estudio general es una matriz agrícola de secano (fundamentalmente cereal, almendro y viña) con muy poco arbolado disperso. En un radio de 3 km alrededor de la masa estudiada sólo es posible observar algún bosquecillo de *Pinus halepensis* Mill. de superficies muy pequeñas (<5ha) o árboles aislados (Figura 1). La primera masa de pinar continua y extensa (>10 ha) cercana a la masa forestal de estudio se encuentra a más de 3 km hacia el Sur. En términos generales, la región está formada por una amplia llanura con alguna ondulación, rodeada por regiones montañosas al Norte y Este, y la cuenca del río Cabriel en su vertiente occidental y meridional. Está situada a una altitud de 770 msnm, aunque tiene elevaciones que sobrepasan los 800 m y destacan los vértices geodésicos de tercer orden de la Ermita (850 m) y Atalaya de Caudete (860 m). El río Madre, afluente del Magro, atraviesa el término de oeste a este.



Figura 1 Localización de la masa aislada en la que fue realizado el Exp2012/a. En verde, la presencia de masa forestal de *Pinus halepensis* según el IFN3 (2008)

Diez trampas modificadas (ÁLVAREZ et al. 2015) y cebadas con atrayente cairomonal y feromonal Galloprotect Plus (PAJARES et al. 2010) fueron colocadas a lo largo de una gradilla de 90 m de lado en la masa forestal de la zona de estudio, una repoblación regular de *P. halepensis* de 9 ha cercana al núcleo urbano de Caudete de las Fuentes (Figura 1)

Un total de 215 *M. galloprovincialis* (100 machos y 115 hembras criados en laboratorio y marcados) fueron liberados en un punto central (centroide) del interior de la masa de estudio en una sola tanda de liberación. Las trampas fueron revisadas diariamente durante los primeros 21 días y semanalmente, a partir de entonces, hasta finalizado el periodo de vuelo del insecto. La captura se realizó con muerte para reducir al máximo la probabilidad de escape de los insectos.

La liberación de insectos no nativos supuso su cría en laboratorio. Ésta se realizó a partir de trozas provenientes de árboles colonizados por *M. galloprovincialis* en condiciones naturales. Las trozas fueron transportadas a laboratorio e introducidas en jaulas y bidones de cría a temperatura ambiente a la espera de la emergencia de los adultos. Los adultos, una vez emergidos, fueron aislados individualmente en botes de plástico con un papel humedecido y reservados a 4°C hasta el momento de su marcado y liberación. Se intentó no mantener a los insectos en estas condiciones más de 3 días.

Las representaciones gráficas de las capturas fueron acompañadas por las tendencias ajustadas por modelos aditivos generalizados (GAM; capturas por fecha) en el caso de las curvas de vuelo, y por un ajuste binomial mediante modelos lineales generalizados (GLM), en el caso de las capturas acumuladas por fecha. Todos los cálculos y representaciones han sido realizados bajo el entorno de programación y lenguaje estadístico R (R CORE TEAM 2015).

4. Resultados

Un 35,3 % de los insectos liberados fue recapturado (Tabla 1, Figura 2, Figura 3). El primer *M. galloprovincialis* recapturado fue macho y tuvo lugar el octavo día después de la liberación de los insectos (Figura 4). El noveno día fueron capturados 2 machos y 2 hembras, iniciándose, a partir de este momento, la captura de los insectos criados en laboratorio y liberados en la masa de estudio de forma relativamente constante (Figura 4).

Tabla 1. Capturas por trampa de *M. galloprovincialis* nativos y liberados en el Exp2012/a

ID1	ID2	ID3	ID4	ID5	ID6	ID7	ID8	ID9	ID0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Nativos	31	26	27	34	17	13	23	22	19	26
Liberados	2	6	4	18	19	3	1	29	1	1



Figura 2. Capturas totales de *M. galloprovincialis* nativos en Exp2012/a separadas por sexo (hembras en rojo, machos en azul)



Figura 3. Capturas totales de *M. galloprovincialis* liberados en Exp2012/a separadas por sexo (hembras en rojo, machos en azul)

La curva de vuelo registrada por las capturas tanto de insectos nativos como de insectos liberados y recapturados sigue un perfil similar durante la primera mitad del periodo de vuelo. A partir de la primera semana de agosto, las capturas de insectos liberados descienden hasta dejar de capturarse mientras que un segundo pico se observa en los insectos nativos capturados hasta finales del mes de octubre (Figura 4 y Figura 5).

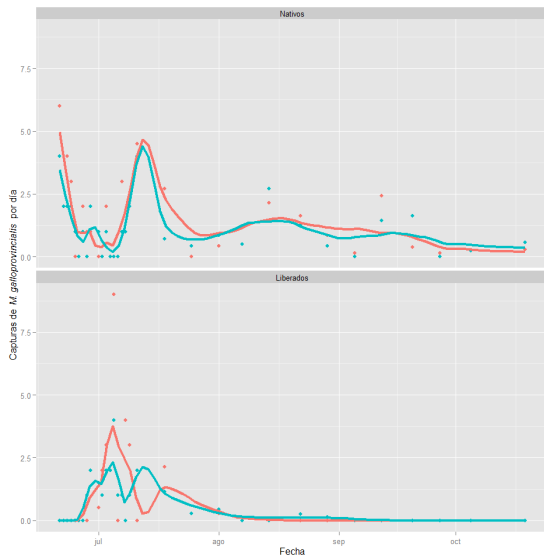


Figura 4 Perfil temporal de las capturas diarias por trampa de *M. galloprovincialis* nativos (arriba) y liberados (abajo), y separadas por sexo (hembras en rojo, machos en azul) en Exp2112/a

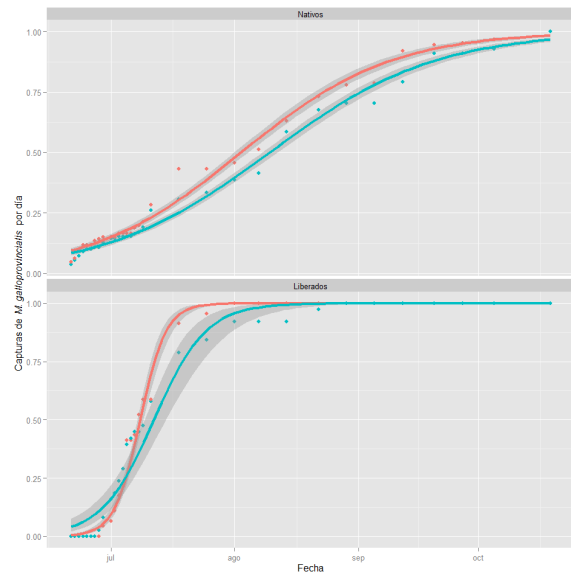


Figura 5 Capturas diarias por trampa acumuladas de *M. galloprovincialis* nativos (arriba) y liberados (abajo), y separadas por sexo (hembras en rojo, machos en azul) en Exp2112/a

5. Discusión

El muestreo intensivo (diario) desde el día posterior a la liberación de *M. galloprovincialis* inmaduros y criados en laboratorio supone, hasta donde conocemos, la primera evaluación a este nivel de detalle del periodo de respuesta en campo de *M. galloprovincialis* a los atrayentes cairomonales y feromonales que componen el cebo estándar utilizado en la mayoría de los ensayos recientes que implican captura de individuos (SANCHEZ-HUSILLOS et al. 2013, ETXEBESTE et al. 2016, SANCHEZ-HUSILLOS et al. 2015a, b, MAS 2016).

Así, los resultados muestran que la primera captura tuvo lugar el octavo día (un insecto macho) mientras que el noveno día se obtuvieron un total de 4 nuevas capturas (dos machos y dos hembras) (Figura 5.5). La eficacia del atrayente Galloprotect parece definitivamente ligada a la madurez sexual de ambos sexos, pese a que una parte de la mezcla atrayente son cairomonas del hospedante y de escolítidos. En este sentido, estas cairomonas emulan la señal emitida por árboles debilitados y colonizados por escolítidos, que son escogidos por *M. galloprovincialis* como material de reproducción (PAJARES et al. 2004), por lo que parece razonable que la respuesta a este tipo de señales se dé también una vez alcanzada dicha madurez sexual.

Los trabajos de IBEAS et al (2008) mostraron la existencia de una atracción de hembras exclusivamente maduras hacia machos exclusivamente maduros en olfactómetro, sin que se observase atracción alguna en el caso de que uno de los sexos no hubiese alcanzado la madurez sexual. Para alcanzarla, los adultos de *M. galloprovincialis* recién emergidos necesitan un periodo de intensa alimentación, fundamentalmente de corteza tierna de ramillos de pino (HELLRIGL 1971, FRANCARDI Y PENNACCHIO 1996). En concreto, diversos estudios abordan este aspecto desde diferentes perspectivas: HELLRIGL (1971) indica que el periodo de maduración de las gónadas puede durar hasta 14 días, mientras que FRANCARDI y PENNACCHIO (1996) observan periodos de inmadurez de entre 4 y 6 días (constatando cópulas de adultos jóvenes sólo 2-3 días después de la emergencia). NAVES et al. (2007) observan que la aparición de mordeduras de puesta se produce a partir del día 11 posterior a la emergencia; y DAVID et al. (2014) observan que no es posible encontrar huevos hasta 10 días después de la emergencia. Recientemente, los estudios fisiológicos de SANCHEZ-HUSILLOS et al. (2015b) indican que las gónadas sexuales de *M. galloprovincialis* maduran tras 12 días de alimentación. Todos estos datos, pese a su variabilidad, son consistentes con las observaciones en campo realizadas en este ensayo, que marcan los 8-9 días como el periodo mínimo de ineficacia de las trampas con respecto a la emergencia de los adultos. Este periodo, en el marco del control de la enfermedad del marchitamiento del pino, puede suponer un problema para la monitorización de la dispersión de este insecto en caso de que exista un vuelo inicial dispersivo en *M. galloprovincialis*, tal y como indica BONIFÁCIO (2009). Sin embargo, este vuelo fisiológico no reproductivo, aunque habitual en algunos insectos, no se encuentra suficientemente estudiado ni comprobado en el caso de *M. galloprovincialis*.

Respecto a la evolución temporal de las capturas (curva de vuelo), tanto la referente a los insectos liberados como la de los insectos nativos, ambas pueden ser observadas en las Figura 4 y Figura 5. Aunque la instalación del experimento fue colocada con unos días de retraso con respecto al inicio del periodo de vuelo de *M. galloprovincialis* en la zona de estudio, puede observarse una alta similitud entre las capturas de insectos liberados y nativos (siempre tomando en consideración los desajustes provocados por los primeros 8 días tras la liberación y por el retraso en la instalación del conjunto de trampas).

No obstante, a partir del mes de agosto, se produce una fuerte divergencia entre ambas curvas de vuelo. Por un lado, la captura por día de insectos criados en laboratorio decrece hasta cero, mientras que en el caso de insectos nativos, tras un descenso similar de las capturas a inicios del mes de agosto, éstas vuelven a incrementarse mostrando unas tasas constantes de capturas de alrededor de dos individuos por día a finales de verano e inicios de otoño, (Figura 4), coincidente con

el segundo pico de capturas obtenidas en una gran cantidad de ensayos de trampeo en la península ibérica desde 2010.

Estos resultados concuerdan con la hipótesis planteada por MAS (2016), en la que se sugiere que puede existir cierta inhibición del vuelo de los insectos en los periodos más calurosos del verano, como puede ser el caso del descenso de la tasa de capturas de *M. galloprovincialis* nativos a mediados de julio (Figura 4). En ese momento de inhibición del vuelo, una parte de la población aún se encuentra en las cámaras de pupación sin haber emergido, y otra parte, aun habiendo emergido, no ha completado su maduración sexual por lo que no es susceptible de ser atraída por los atrayentes utilizados. El restablecimiento de las temperaturas adecuadas para que se produzca el vuelo con normalidad provocará, no sólo el aumento de una actividad de vuelo temporalmente inhibida, sino el reclutamiento de una parte de la población que, hasta esa fecha, no había sido susceptible de ser atraídas por las trampas por encontrarse no emergida o sexualmente inmadura. La mejora en la detección por parte de los machos más viejos de la feromona producida por otros machos podría suponer, además, un nuevo aporte de población capturada a este segundo pico. En este ensayo, en el caso de los insectos criados en laboratorio, la llegada de las altas temperaturas estivales podría inhibir el vuelo de estos insectos pero, puesto que se realizó una única liberación de individuos, no habría un reclutamiento extra de individuos supuestamente no emergidos o inmaduros (Figura 4).

Por último, la alta tasa de captura registrada en este experimento (35,3 %) es considerablemente mayor que las del resto de experimentos de captura-recaptura analizados en otras publicaciones (HERNÁNDEZ et al. 2011, TORRES-VILA et al. 2015, MAS 2016), mientras que es del mismo orden de magnitud que los resultados de los trabajos realizados en 2009 y 2010 por ETXEBESTE et al. (2016). Teniendo en cuenta la relación directa con la disponibilidad de alimento y material de cría con las densidades poblacionales, varios factores podrían haber influido en la tasa de recapturas de *M. galloprovincialis*: el tamaño de la masa forestal, su aislamiento y la densidad de trampas utilizada.

La densidad de trampas utilizada en este ensayo (1,25 trampas/ha, en una superficie de 8 ha) es mucho mayor al resto de los analizados en MAS (2016), por ejemplo, 0.2 trampas/ha o 0.36 trampas/ha, lo cual es coherente con una mayor tasa de recapturas observada aquí. No obstante, el diseño experimental de TORRES-VILA et al. (2015) cuenta con una densidad mucho mayor (6,25 trampas/ha) y una superficie muestreada menor (4 ha), y sin embargo la tasa de recapturas máxima obtenida en dicho experimento es del 19%. Esta diferencia podría estar relacionada con el nivel de aislamiento del área de muestreo de este estudio. La capacidad de dispersión de *M. galloprovincialis* en una masa continua ha sido estudiada por ETXEBESTE et al. (2016), fijando en 532 m la distancia a la que se dispersa el 50% de la población según el mejor modelo mecánico estudiado. Parece razonable pensar que el área muestreada en los trabajos de TORRES-VILA et al. (2015), una parcela de 200 m x 200 m en una masa continua, es demasiado reducida, y que un porcentaje muy elevado de los insectos han abandonado el área de estudio y no han podido ser capturados, lo cual justificaría la diferencia entre su tasa de recaptura máxima (19%) y la obtenida en los ensayos de ETXEBESTE et al. (2016), con medias superiores al 30%. Según esta lógica, el aislamiento de la masa estudiada en este trabajo supondría un freno para la dispersión de *M. galloprovincialis*, ya que la tasa de recapturas, aún con una densidad de trampas menor a la utilizada por TORRES-VILA et al. (2015) es significativamente superior.

No obstante, la densidad de trampas utilizada en este ensayo es muy superior a la utilizada en los diseños experimentales de ETXEBESTE et al. (2016) y, sin embargo, las tasas de recapturas son muy similares. Esto parece indicar que, aunque es esperable que el aislamiento suponga cierto freno a la dispersión, esto no significa, ni mucho menos, que la dispersión quede anulada y que, en condiciones de aislamiento como las estudiadas en este trabajo, *M. galloprovincialis* se comporte como una población cerrada con cierto grado de confinamiento. Al contrario, estas diferencias de tasa

de recapturas parecen indicar que *M. galloprovincialis* es capaz de abandonar la masa en búsqueda de nuevos entornos, algo que también parece extraerse de los resultados obtenidos por MAS (2016).

Esto está en consonancia con la distribución de las recapturas en las trampas. Como puede observarse, aunque la distribución de los insectos nativos en la masa es relativamente homogénea (Figura 2), las recapturas se dan mayoritariamente en solo 3 de las 10 trampas, y todas ellas están ubicadas en la parte noroccidental de la masa (Figura 3). Ya que no es esperable una influencia clara de la dirección y densidad de los vientos dominantes en su dispersión dentro de esta masa (MAS 2016), esta acumulación de recapturas parecen mostrar la existencia de un “efecto borde”, posiblemente relacionado con el regreso de los *M. galloprovincialis* a la masa después de no encontrar masas cercanas a las que trasladarse. Efectivamente, como puede observarse en la distribución de masas con material hospedante en la Figura 1, en la zona norte y noroeste alrededor de la masa estudiada no es posible encontrar manchas de pinar o pinos aislados, mientras que algunas masas dispersas y pies aislados sí son observables en sentido sur y sureste alrededor de ésta. Hipotéticamente estas manchas podrían actuar como islas o pasos intermedios en la dispersión hacia masas más extensas del sur del área de estudio, mientras que la ausencia de éstas hacia el norte, podrían suponer el regreso de los insectos dispersantes a la masa de partida, razón por la cual las capturas se acumularían, precisamente, en las trampas más cercanas al borde noroccidental de la misma. La hipótesis de este tipo de comportamiento dispersivo debería corroborarse en estudios futuros.

6. Conclusiones

Se confirma que *M. galloprovincialis* no responde en campo a los atrayentes cairomonales y feromonales utilizados hasta 8 días después de la emergencia.

El aislamiento de las masas forestales puede suponer un freno a la dispersión, pero no una inhibición. El efecto borde constatado en la distribución espacial de las capturas y la distribución de parches de vegetación alrededor de la masa aislada parecen indicar que dichos bosquetes forestales dispersos por el territorio de forma fragmentada ayudan a la dispersión a larga distancia actuando como escalones de paso en su proceso dispersivo.

7. Agradecimientos

A Agentes Medioambientales de la OCMA de Requena, a Carmen Saiz, a Luis Marco.

8. Bibliografía

ÁLVAREZ, G., I. ETXEBESTE, D. GALLEGU, G. DAVID, L. BONIFACIO, H. JACTEL, E. SOUSA y J. A. PAJARES (2015). Optimization of traps for live trapping of Pine Wood Nematode vector *Monochamus galloprovincialis*. *Journal of Applied Entomology* **139**(8): 618-626.

BONIFACIO, L. (2009). Impacte e Evolução da Doença da Muchidão dos Pinheiros (Pine Wilt Disease) na Zona Afectada a Sul do Rio Tejo. Doutoramento em Biología PhD, Universidade de Lisboa, Lisboa, 222

DAVID, G., B. GIFFARD, D. PIOU y H. JACTEL (2014). Dispersal capacity of *Monochamus galloprovincialis*, the European vector of the pine wood nematode, on flight mills. *Journal of Applied Entomology* **138**(8): 566-576.

- ETXEBESTE, I., E. SANCHEZ-HUSILLOS, G. ÁLVAREZ, H. MAS I GISBERT y J. PAJARES (2016). Dispersal of *Monochamus galloprovincialis* (Col.: Cerambycidae) as recorded by mark-release recapture using pheromone traps. *Journal of Applied Entomology* **140** (7): 485–499
- FRANCARDI, V. y F. PENNACCHIO (1996). Note sulla bioecologia di *Monochamus galloprovincialis* Olivier) in Toscana e in Liguria (Coleoptera Cerambycidae). *Redia* **79**: 153-169.
- GALLEGO, D., F. SANCHEZ-GARCÍA, H. MAS, M. CAMPO y J. L. L. GUTIÉRREZ (2012). Estudio de la capacidad de vuelo a larga distancia de " *Monochamus galloprovincialis*"(Olivier 1795).(Coleoptera: Cerambycidae) en un mosaico agro-forestal. *Boletín de sanidad vegetal. Plagas* **38**(1): 109-124.
- HELLRIGL, K. G. (1971). Die Bionomie der europäischen *Monochamus*-Arten (Coleopt., Cerambycid.) und ihre Bedeutung für die Forstund Holzwirtschaft. *Redia* **52**: 367-509.
- HERNÁNDEZ, R., A. ORTIZ, V. PÉREZ, J. GIL y G. SÁNCHEZ (2011). " *Monochamus galloprovinciales*"(Olivier, 1795)(Coleoptera: Cerambycidae), comportamiento y distancias de vuelo. *Boletín de sanidad vegetal. Plagas* **37**(1): 79-96.
- IBEAS, F., J. J. DÍEZ y J. A. PAJARES (2008). Olfactory sex attraction and mating behaviour in the pine sawyer *Monochamus galloprovincialis* (Coleoptera: Cerambycidae). *Journal of Insect Behavior* **21**(3): 101-110.
- IBEAS, F., D. GALLEGO, J. DIEZ y J. PAJARES (2007). An operative kairomonal lure for managing pine sawyer beetle *Monochamus galloprovincialis* (Coleoptera: Cerymbycidae). *Journal of Applied Entomology* **131**(1): 13-20.
- MAGRAMA (2015b). Trabajos de seguimiento y control del vector del nematodo de la madera del pino. *Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Internal report*: 32 pages.
- MAS, HUGO (2016). Fenología y capacidad de dispersión de *Monochamus galloprovincialis* (Olivier 1795) en la Península Ibérica = Phenology and dispersal ability of *Monochamus galloprovincialis* (Olivier 1795) at Iberian Peninsula. *Tesis (Doctoral)*
- NAVES, P. M., CAMACHO, S., SOUSA, E. y J. A. QUARTAU (2007). Transmission of the pine wood nematode *Bursaphelenchus xylophilus* through feeding activity of *Monochamus galloprovincialis* (Col., Cerambycidae). *Journal of Applied Entomology* **131** (1): 21-25
- NAVES, P. M., E. SOUSA y J. M. RODRIGUES (2008). Biology of *Monochamus galloprovincialis* (Coleoptera: Cerambycidae) in the pine wilt disease affected zone, Southern Portugal. *Silva Lusitana* **16**(2): 133-148.
- PAJARES, J. A., G. ALVAREZ, F. IBEAS, D. GALLEGO, D. R. HALL y D. I. FARMAN (2010). Identification and field activity of a male-produced aggregation pheromone in the pine sawyer beetle, *Monochamus galloprovincialis*. *Journal of Chemical Ecology* **36**(6): 570-583.
- PAJARES, J. A., F. IBEAS, J. J. DIEZ y D. GALLEGO (2004). Attractive responses by *Monochamus galloprovincialis* (Col., Cerambycidae) to host and bark beetle semiochemicals. *Journal of Applied Entomology* **128**(9-10): 633-638.
- SANCHEZ-HUSILLOS, E., I. ETXEBESTE, G. ÁLVAREZ-BAZ y J. PAJARES (2013). Physiological development of *Monochamus galloprovincialis* immature adults through shoot feeding. Pine Wilt Disease Conference, Braunschweig, Berichte aus dem Julius Kühn-Institut. 26-27.

SANCHEZ-HUSILLOS, E., I. ETXEBESTE y J. PAJARES (2015a). Effectiveness of mass trapping in the reduction of *Monochamus galloprovincialis* Olivier (Col.: Cerambycidae) populations. *Journal of Applied Entomology*.

TORRES-VILA, L. M., C. ZUGASTI, J. M. DE-JUAN, M. J. OLIVA, C. MONTERO, F. J. MENDIOLA, Y. CONEJO, Á. SÁNCHEZ, F. FERNÁNDEZ, F. PONCE y G. ESPÁRRAGO (2015). Mark-recapture of *Monochamus galloprovincialis* with semiochemical-baited traps: population density, attraction distance, flight behaviour and mass trapping efficiency. *Forestry* **88**(2): 224-236.