



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

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

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-493

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

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

¿Oportunismo o mutualismo? Interacciones entre *Tomicus piniperda* y *Sirex noctilio*

LOMBARDERO, M.J.¹ y AYRES, M.P.²

¹Departamento de Producción Vegetal y Proyectos de Ingeniería, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Santiago de Compostela, Campus de Lugo, Campus universitario s/n, 27002, Lugo, España (* mariajosefa.lombardero@usc.es).

²Biology Department, Dartmouth College, Hanover NH USA

Resumen

Sirex noctilio F. (Hymenoptera, Siricidae) es un insecto perforador de origen euroasiático que actúa como una plaga primaria en los pinares del Hemisferio Sur. Se ha observado una tendencia a que esta especie coexista con *Tomicus piniperda* (L.) (Coleoptera, Curculionidae) cuando ambas se encuentran en niveles endémicos de población. En este trabajo se evalúa la coexistencia de ambas especies en su área de distribución natural y se analiza el papel que los miembros de las comunidades asociadas juegan en dicha interacción. Para ello se han muestreado 1.015 árboles debilitados distribuidos por toda Galicia. Los resultados muestran que existe una clara tendencia a que *T. piniperda*, en situaciones endémicas ataque árboles previamente atacados por *S. noctilio* y el fitness de ambas especie aumenta cuando atacan al mismo árbol. Esto podría deberse, por un lado, a que *T. piniperda* mata al árbol, lo que, al menos en Galicia, parece imprescindible para la supervivencia de *S. noctilio*. Por otro se observa una asociación negativa entre *Amylostereum areolatum* (hongo simbiote de *S. noctilio*) y las especies de hongos del azulado transmitidas por *T. piniperda*. El escolítido sobrevive mejor en árboles con poco azulado, que a su vez se desarrolla menos en árboles con más *A. aureolatum*.

Palabras clave

Interacción, perforadores, comunidades asociadas.

1. Introducción

Sirex noctilio F. (Hymenoptera, Siricidae), conocido comúnmente como “avispa barrenadora de los pinos”, es nativo de Eurasia y Norte de África, donde sus poblaciones pasan desapercibidas sin considerarse una especie de importancia económica, especialmente en los países del Sur de Europa. Suelen actuar como parásitos secundarios, instalándose sobre árboles suprimidos de la masa o debilitados por otros insectos con lo que, en la práctica, contribuye a un clareo natural de la misma (RAWLINGS & WILSON, 1949). Es por ello que existen pocos registros de daños de *Sirex noctilio* en bosques europeos. Vive a expensas de varias especies de coníferas, aunque en el 99% de los casos los daños ocurren en especies de *Pinus* (DAJOZ, 2000).

Esta especie cobra importancia porque fue introducida accidentalmente primero en Nueva Zelanda hacia el año 1900, desde entonces se ha ido extendiendo gradualmente por el mundo llegando a Australia en los años sesenta, a Sudamérica y Caribe en los ochenta, Sudáfrica en los noventa y más recientemente ha sido detectada en Norteamérica, año 2004 en USA y 2005 en Canadá (RYAN & HURLEY., 2012). En sus zonas de introducción el insecto se ha convertido en una plaga de primer orden constituyendo en estos momentos una amenaza para los bosques de coníferas de muchas zonas del mundo (SLIPPERS et al., 2012).

A lo largo de los últimos años se ha hecho un seguimiento de esta especie en Galicia, donde el insecto se distribuye de modo natural siempre ligado a masas con un alto grado de abandono (LOMBARDERO et al., 2016). Durante este seguimiento se observó una tendencia a que las poblaciones de esta especie se solaparan con las poblaciones de otra especie nativa, *Tomicus piniperda* L. (Coleoptera: Scolytinae). Esta asociación parece haberse observado también en las áreas de introducción donde ambas especies confluyen como Canadá y Estados Unidos (RYAN et al., 2012).

Por este motivo se realizó un estudio para aclarar la existencia de esta asociación y las posibles causas que conduzcan a la misma.

Ambos insectos presentan asociaciones con hongos. En el caso de *T. piniperda* es conocido su papel de transmisor de hongos Ophiostomatoides conocidos comúnmente como hongos del azulado, que contribuyen a reducir el valor de la madera de los árboles que atacan (BAKKE, 1968). Por su parte *Sirex noctilio* está asociado a un hongo simbiote *Amylostereum areolatum* (Chillen ex Fries) que es utilizado por las larvas de primeros estadios para alimentarse. Se trata de un hongo que causa pudrición blanca en la madera. Cuando ambas especies de insecto aparecen sobre los mismos árboles podrían llegar producirse interacciones de sus hongos asociados como ya se ha señalado para otras especies (YOUSUF et al., 2014) afectando a la progenie de uno o ambos organismos.

2. Objetivos

1. Determinar si existe o no una asociación entre *S. noctilio* y *T. piniperda* en masas de pinos de Galicia.
2. Estudiar los factores que puedan explicar las causas de esta posible asociación.

3. Metodología

Para estudiar la posible asociación entre *T. piniperda* y *S. noctilio* se localizaron 1.015 árboles debilitados todavía vivos, sin daños de perforadores, aunque con aspecto de ser susceptibles de ser atacados por ellos, en distintas localidades de Galicia. Los árboles fueron seleccionados en la primavera de 2013; se marcaron y se revisitaron los mismos en noviembre, tras el período de vuelo en la zona de *S. noctilio* y en abril de 2014 tras el vuelo de *T. piniperda*. En cada árbol se anotó la presencia/ausencia de ambas especies.

En verano de 2014 se cortaron 39 árboles en los que se detectó la presencia de ambas especies. Los árboles se trocearon en 79 troncos de 60-70 cm de largo a los que se midió el contenido de humedad con un higrómetro Delmhorst RDM-3 (Delmhorst Instrument Co. Towaco NJ). En cada tronco se contabilizaron también los orificios de emergencia de *S. noctilio* y las galerías larvares de *T. piniperda* como indicadores del éxito y supervivencia de los insectos.

Asimismo se midió la colonización de los hongos *A. areolatum* y *Ophiostoma* sp. en la sección transversal de los troncos, una vez cortados. Para ello se marcaron las áreas, claramente visibles por el cambio de color de la madera, causado por los hongos Ophiostomales conocidos como azulado de la madera. Para la detección de *A. areolatum* se utilizó una disolución conocida como ABTS (2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) que permite medir la actividad de la enzima lacasa que se produce como consecuencia de la digestión de la lignina por parte del hongo (THOMPSON et al., 2013). La sal produce un cambio de coloración de la madera mostrando la superficie ocupada por el hongo. A continuación se tomó una fotografía digital (Figura 1) para cada uno de los troncos que fue posteriormente analizada con el programa de imágenes ImageJ (SCHNEIDER et al., 2012) para cuantificar la superficie de la sección transversal de cada tronco ocupada por *A. areolatum* y *Ophiostoma* spp.



Figura 1. Fotografía tipo empleada para medir la superficie ocupada por el hongo de pudrición. La coloración más clara es resultado de la aplicación de ABTS. Cada troza se identifica individualmente con un código y la regla permite el calibrado.

4. Resultados

Análisis de contingencia muestran que *S. noctilio* y *T. piniperda* aparecen juntas en la misma planta casi el doble de veces de lo que podríamos esperar si la colonización fuese al azar.

Los troncos con mayor número de orificios de emergencia de *S. noctilio* son los que también tienen mayor número de galerías de *Tomicus piniperda* ($p = 0.008$) (Figura 2).

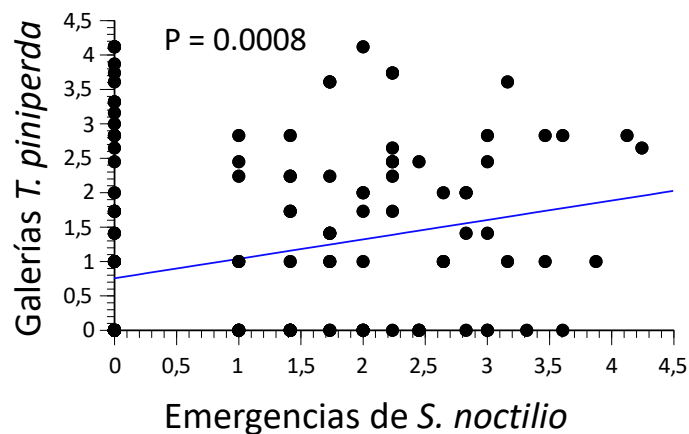


Figura 2. Relación entre el número de galerías de *Tomicus piniperda* y los orificios de emergencia de *Sirex noctilio* en los 171 troncos analizados. (Datos transformados: raíz cuadrada).

Se observó también una correlación negativa entre la superficie ocupada por el hongo simbiote de *S. noctilio* (*A. areolatum*) y los hongos del azulado foréticos de *T. piniperda* (*Ophiostoma* spp) (Figura 3).

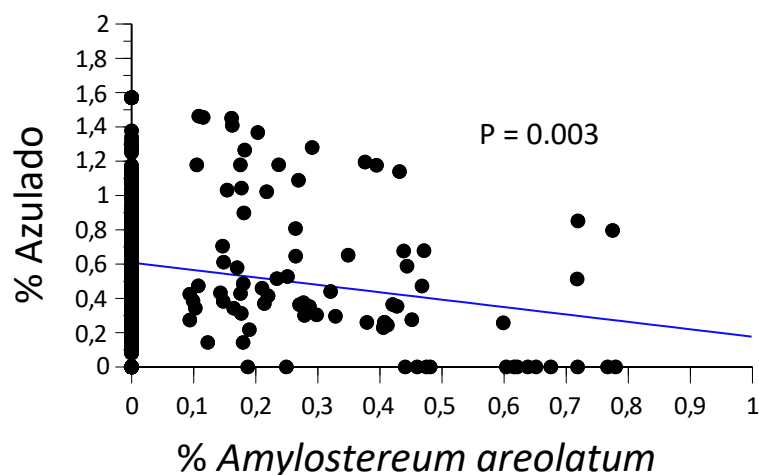


Figura 3. Relación entre la superficie ocupada por el hongo simbiote de *Sirex noctilio* y los hongos del azulado foréticos de *Tomiscus piniperda* en los 171 troncos analizados. (Datos transformado: logaritmo).

Asimismo los hongos del azulado se correlacionan positivamente con el contenido de humedad de los troncos mientras que el hongo de pudrición es independiente de la humedad (Figura, 4).

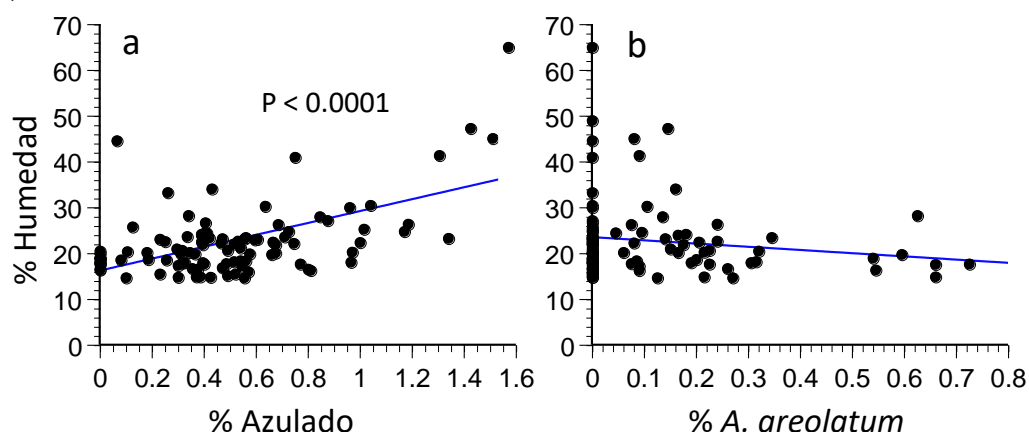


Figura 4. Relación entre la superficie ocupada por los hongos del azulado (a) y *Amylostereum areolatum* (b) en función de la humedad de los troncos (Datos transformados: arcoseno)

5. Discusión

El seguimiento de los 1.015 árboles muestra que existe una asociación de *T. piniperda* y *S. noctilio*, ya que la ocurrencia de ambas especies en la misma planta es el doble de lo esperado si esta colonización se produjese al azar. Sin embargo la naturaleza de esta asociación no está clara. Ambas especies parecen obtener una ventaja biológica de dicha asociación ya que el número de *S. noctilio* que emerge aumenta al aumentar en número de *T. piniperda* (Figura 2).

El período de vuelo de *T. piniperda* es posterior al de *S. noctilio* en Galicia (LOMBARDERO et al., 2008; 2016). Por tanto *T. piniperda* en condiciones endémicas parece buscar activamente árboles colonizados previamente por *S. noctilio*. Es posible que el debilitamiento que sufre la planta a consecuencia del ataque de la avispa pueda hacer a estos árboles más susceptibles de ser colonizados por el escolítido. Sin embargo esta no parece ser la única razón ya que los árboles

colonizados por *S. noctilio* están ya muy debilitados, de hecho esta especie tiende a seleccionar los árboles con menor contenido de resina de la masa (LOMBARDERO et al., 2016). Por su parte *T. piniperda* es una especie que puede comportarse como una especie primaria y atacar incluso árboles sanos si el nivel de población es elevado (LÅNGTRÖM & HELLQVIST, 1993). Por tanto el debilitamiento no parece ser la causa fundamental por la que *T. piniperda* seleccione árboles atacados por *S. noctilio*; aunque es cierto que existe poca información de su comportamiento cuando los niveles de población son muy bajos.

Aun siendo dos especies perforadoras de pinos no comparten los mismos recursos. *T. piniperda* es una especie que se desarrolla a partir del floema del árbol, mientras que *S. noctilio* se desarrolla en el xilema y se alimenta de su hongo simbionte y de la madera. Por tanto, no parece que pueda haber variaciones en la calidad nutritiva de la planta causadas por *S. noctilio* y su simbionte que pueda beneficiar a *T. piniperda*.

Quizá pueda producirse algún tipo de interacción indirecta entre sus hongos asociados, aunque esta interacción parece ser negativa como se observa en la Figura 3. Esta interacción negativa fue puesta de manifiesto con anterioridad por (YOUSUF et al., 2014). Estos autores sugieren que los hongos del azulado transportados por escolítidos compiten con el hongo *A. areolatum* reduciendo la supervivencia de *S. noctilio*. Sin embargo esto no explicaría la asociación observada en nuestra área de estudio. Los escolítidos con los que trabajan Yousuf y colaboradores llegan a los árboles a la par que *S. noctilio*, mientras que en nuestro estudio llegan mucho más tarde, cuando *A. areolatum* ya está bien establecido y las larvas del himenóptero han completado varios meses de desarrollo. La interacción negativa entre ambos hongos asociados podría explicarse por el hecho de *A. areolatum* es un hongo de pudrición que degrada y seca la madera en su avance (MADDEN, 1988). Esto parece ser negativo para los hongos del azulado que precisan de humedad para desarrollarse (Figura 4a). *Tomicus piniperda* no posee estructuras especializadas para transportar hongos como ocurre en otros representantes de esta familia. Por tanto los hongos del azulado no parecen jugar un papel importante en el desarrollo del insecto y podrían incluso competir por los mismos recursos. Si estos hongos se desarrollan mal en troncos previamente atacados por *A. areolatum* (Figura 3) al disponer de poca humedad (Figura 4a), esto podría dar una ventaja a *T. piniperda*. Por otro lado LOMBARDERO et al. (2016) muestran que la supervivencia de *S. noctilio* es muy superior cuando el árbol acaba muriendo durante el proceso de desarrollo de sus larvas y esta mortalidad sólo se produce en los árboles que han sido colonizados también por *T. piniperda*. Estos dos factores podrían explicar la mayor supervivencia de ambas especies colonizando los mismos árboles cuando las poblaciones de ambos insecto son bajas.

6. Conclusiones

Existe una asociación en campo entre *T. piniperda* y *S. noctilio* cuando ambos se encuentran en condiciones endémicas que favorece a la población de ambas especies. La naturaleza de esta asociación no está clara. No parece que el debilitamiento previo de la planta o posibles alteraciones nutritivas de la misma por la presencia de alguno de ellos puedan explicar esta relación. Quizá interacciones indirectas entre sus hongos asociados podrían darle alguna ventaja a *T. piniperda* mientras que *S. noctilio* se vería favorecido por la muerte del árbol causada por el escolítido.

7. Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el por el proyecto: “Intercontinental Comparisons of *Sirex noctilio* (ICOS)”. USDA International Programs. Jimbeaux Black, Flora E. Krivak-Tetley, Naidu Lombardero y Alicia Villamarín ayudaron con el trabajo de campo y laboratorio. La Consellería de Medio Rural (Xunta de Galicia) nos permitió realizar parte del estudio en montes gestionados por ella.

8. Bibliografía

- BAKKE, A. 1968. Ecological studies on bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) associated with Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Norway with particular reference to influence of temperature. *Medd. Norske Skog.* 21:447–602.
- DAJOZ, R. 2000. *Entomología forestal, los insectos y el bosque*. Ed. Mundi- Prensa.
- LÅNGSTRÖM, B.; Hellqvist, C.; 1993. Scots pine susceptibility to attack by *Tomicus piniperda* (L.) as related to pruning date and attack density. *Ann. Forest Sci.* 50:101–117.
- LOMBARDERO, M. J.; VÁZQUEZ-MEJUTO, P.; AYRES, M.P.; 2008. Role of plant enemies in the forestry of indigenous versus no-indigenous pines. *Ecol. Appl.* 18(5): 1171-1181.
- LOMBARDERO, M. J.; AYRES, M. P.; KRIVAK-TETLEY, F. E; FITZA, K.N.E. 2016. Population biology of the European woodwasp, *Sirex noctilio*, in Galicia, Spain. *Bull. Entomol. Res.* 106(5): 569-580.
- MADDEN, J.L.; 1988 *Sirex* in Australasia. pp. 407-429 in BERRYMAN, A.A. (Ed.) *Dynamics of Forest Insect Populations*. New York, Plenum Press.
- RAWLINGS, G.B; WILSON, N.M.; 1949. *Sirex noctilio* as a beneficial and destructive insect to *Pinus radiata*. *N. Zealand J. Forest.*, 6: 1 - 11.
- RYAN, K.; DE GROOT, P.; SMITH, S.M.; 2012. Evidence of interaction between *Sirex noctilio* and other species inhabiting the bole of Pinus. *Agri. Forest Entomol.* 14: 187–195.
- RYAN, K.; HURLEY, B.P. ;2012 Life History and Biology of *Sirex noctilio*. pp. 15-30 in Slippers, B., de Groot, P. & Wingfield, M.J. (Eds.) *The Sirex Woodwasp and its Fungal Symbiont: Research and Management of a Worldwide Invasive Pest*. Dordrecht, Springer.
- SLIPPERS, B.: DE GROOT, P.; WINGFIELD, M.J.; 2012. *The Sirex Woodwasp and its Fungal Symbiont: Research and Management of a Worldwide Invasive Pest*. Dordrecht, Springer.
- SCHNEIDER, C.A.; RASBAND, W.S.; ELICEIRI, K.W.; 2012. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nature Meth.* 9, 671–675.
- THOMPSON, BRIAN M.; GREBENOK, ROBERT J.; BEHMER, SPENCER T.; GRUNER, DS.; 2013. Microbial Symbionts Shape the Sterol Profile of the Xylem-Feeding Woodwasp, *Sirex noctilio*. *J. Chem. Ecol.* 39(1): 129-139.
- YOUSUF, F., GURR, G.M., CARNEGIE, A.J., BEDDING, R.A., BASHFORD, R., GITAU, C.W. & NICOL, H.I. 2014 The bark beetle, *Ips grandicollis*, disrupts biological control of the woodwasp, *Sirex noctilio*, via fungal symbiont interactions. *Microbiol. Ecol.* 88, 38–47.