

PANDORA FORMICAE (HUMBER Y BAŁAZY) HUMBER 1989 (ENTOMOPHTHROMYCOTA: ENTOMOPHTHORALES) EN LA PENÍNSULA IBÉRICA, CON FORMICA PRESSILABRIS NYLANDER, 1846 (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) COMO NUEVO HOSPEDANTE

[*Pandora formicae* (Humber & Bałazy) Humber 1989 (Entomophthoromycota: Entomophthorales) in the Iberian peninsula, with *Formica pressilabris* Nylander, 1846 (Hymenoptera: Formicidae) as new host]

Fede García García¹ y Xavier Espadaler Gelabert²

Resumen

El hongo entomopatógeno específico de hormigas *Pandora formicae* es citado por primera vez para la península ibérica, infestando a *Formica exsecta* y *Formica pressilabris*, siendo esta última nuevo hospedante para el parásito. Se estudia la prevalencia en el área de estudio (73% de nidos infestados), que resulta mayor que en otros escasos datos publicados.

Abstract

The ant-specific, entomopathogenic fungus *Pandora formicae* is documented for the first time in the Iberian Peninsula. Hosts species were *Formica exsecta* and *Formica pressilabris*, this last one being a new host for the parasite. Prevalence of infested nests (73%) attained a very high level as compared with the scarce published data.

Palabras clave

Pandora, hongos entomopatógenos, península ibérica, Formicidae.

Key words

Pandora, entomopathogenic fungus, Iberian Peninsula, Formicidae.

Introducción

De entre la legión de organismos que parasitan de un modo u otro a las hormigas (Hölldobler y Wilson, 1990), uno de los ejemplos más sorprendentes es el de aquellos parásitos capaces de modificar el comportamiento de estos insectos en su beneficio. Diversos grupos contienen especies capaces de tal efecto, como insectos, platelmintos, nematodos u hongos (Bekker

et al. 2018), entre estos últimos el objeto del presente trabajo. Además, es de destacar que las hormigas que padecen estas infestaciones han desarrollado mecanismos etológicos de defensa (Oi y Pereira, 1992).

Pandora Humber 1989 es un género de hongos entomopatógenos, de los que en Europa se han nombrado dos especies que parasitan a diversas especies de hormigas

1. C/Blesa 45, 5° 3ª 08004 Barcelona. chousas2@gmail.com

2. CREAF-Edifici C, Universidad Autònoma de Barcelona, 08193 Cerdanyola del Vallès

del género *Formica* Linnaeus 1758: *Pandora formicae* (Humber y Bałazy) Humber 1989 y *Pandora myrmecophaga* (Turian & West) Keller 2005. Se conocen de la antigua Checoslovaquia, Alemania, Holanda, Polonia, Rusia, Suecia, Suiza, la antigua Yugoslavia, Rumanía, Finlandia y Dinamarca (Cšata et al. 2013, Małagocka et al. 2017).

El hongo se desarrolla inicialmente en el hemocele del hospedador. En la fase final de la infestación por *P. formicae*, las obreras afectadas padecen lo que se conoce como *summit disease*: suben a los tallos de hierbas u otros vegetales que se encuentren sobre el hormiguero o próximas a él, o sobre las pistas de alimentación. Allí se aferran al vegetal, cerca de su ápice, mediante las mandíbulas y las patas (Fig. 1). En pocas horas mueren, y crecen rizoides adhesivos del hongo desde los espacios intersegmentales ventrales del mesosoma

del insecto para sujetarlo mejor al tallo, surgiendo después los conidios del hongo a través de las partes más débiles de la cutícula, siendo más llamativos entre los segmentos del gaster (Fig. 2). La duración de este proceso depende de la temperatura y de la humedad ambiental, necesitando el hongo una humedad alta para desarrollarse. Así, no es extraño que las obreras hospedantes suban a las hierbas a última hora de la tarde, o que la prevalencia de la micosis sea mayor en otoño; el invierno lo pasa el parásito en forma de esporas de resistencia. Los detalles del ciclo pueden seguirse en Marikovsky (1962), Boer (2008), o Małagocka et al. (2017).

En este caso concreto se ha descrito también un mecanismo de defensa de las colonias de hormigas afectadas, en la forma de retirada de los cadáveres por parte de sus compañeras de nido (Marikovsky, 1962; Erös, 2015).

Durante los trabajos para confeccionar una lista faunística de la mirmecofauna de la cuenca del Catllar, se encontró *Pandora*. Añadimos, pues, la primera cita ibérica, estando asociado el hongo a *Formica pressilabris* Nylander 1846 y *Formica exsec-*



Figura 1. Obrera infestada de *F. pressilabris*, antes del crecimiento de las hifas de *Pandora*.

Figure 1. Infested worker of *F. pressilabris*, before the growth of *Pandora* hyphae.



Figura 2. Obrera de *F. pressilabris*, con hifas de *Pandora* surgiendo entre los segmentos del exoesqueleto.

Figure 2. Worker of *F. pressilabris*, with *Pandora* hyphae emerging between the exoskeleton segments.

ta Nylander, 1846, en un prado pirenaico de la comarca del Ripollès (Girona). Se añade también un nuevo hospedador para *Pandora*, que anteriormente se conocía afectando a *F. exsecta*, *Formica* cf. *lemanii* Bondroit 1917, *Formica polyctena* Förster 1850, *Formica pratensis* Retzius, 1783 y *Formica rufa* Linnaeus 1761 (Cšata et al., 2013).

F. pressilabris es una especie de distribución boreo-continental y alpina, que en el sur de Europa se encuentra en los Alpes y el Pirineo (Schultz y Seifert, 2007). En el Pirineo catalán habita en zonas abiertas entre los 1300 y los 2000 m (Espadaler, 1979).

F. exsecta es un elemento panpaleártico (Schultz y Seifert, 2007), que en la península habita en sistemas montañosos, incluido el Pirineo (Espadaler, 1979).

Como las otras especies del subgénero *Coptoformica* Müller, 1923 al que pertenecen ambas, construyen nidos acumulando material vegetal procedente de gramíneas, que ellas mismas cortan de las plantas (Seifert, 2000). Alrededor de estos hormigueros, suele crecer una corona de vegetación herbácea.

Material y métodos

Los especímenes a que hace referencia el presente trabajo se encontraron en la siguiente localidad:

-Prado llamado La Campassa, El Catllar, Vilallonga de Ter (Girona). 27 y 28-IX-2018. 1400 m. 42°21'47,6"N 2°16'21,4"E. Prado mesófilo con una extensión de 2700 m², orientado al noreste, casi en la base del valle de la riera del Catllar (a unos 50 m de la corriente), con una pendiente aproximada del 50%; la altura máxima de la carena montañosa donde se halla es de 2130 m (Castell del Moro) (Fig. 3). Destaca la abundancia de *Gentiana lutea*, y se encuentra rodeado de un bosque compuesto de fresnos, abedules y avellanos. En el interior del prado crecen algunos árboles aislados de pequeño tamaño. Según el Atlas Climático de la Península (AEMET, 2011) en la zona hay una temperatura media anual de 7.9 °C

y 1170 mm de precipitación media.

Se revisó la vegetación situada encima y entorno de 26 hormigueros en busca de obreras infectadas, fundamentalmente en la corona mencionada anteriormente. Se escogió la zona del prado con más densidad de hormigueros, moviéndose hacia el más cercano que estuviese a la vista, desde la zona de transición al bosque, hasta la parte central más abierta. Para cada nido, se anotó el número de individuos que se encontraban enteros y el de aquellos a los que les faltaba el gaster. El área fue visitada dos veces, una a media tarde, y la otra a la mañana siguiente.

Las figuras de detalle que no fueron hechas en el campo, se realizaron tomando fotos a distintos puntos focales, y apilándolas con la aplicación informática Zerene Stacker versión 1.04.

De diversos nidos se capturaron obreras conservadas en etanol, para su identificación específica siguiendo a Seifert (2000).

Para estimar la densidad de nidos se hicieron dos transectos de 50 m de longitud por 10 m de ancho, contando el número de hormigueros de *Formica*. Transecto 1: orientación NE-SW, es decir, subiendo por la parte más oriental del área de estudio. Transecto 2: orientación SE-NW, es decir,

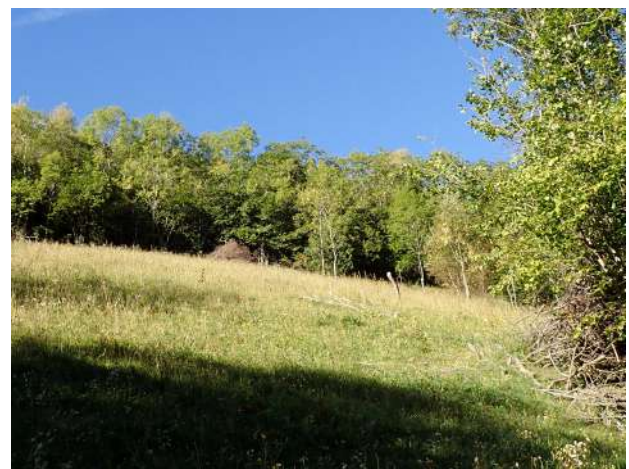


Figura 3. Prado de El Catllar donde se encuentra *Pandora*.

Figure 3. Grassland from El Catllar where *Pandora* is found.

aproximadamente siguiendo la curva de nivel por la parte superior del prado.

No se realizó el estudio de la mirmecofauna completa del prado.

El material estudiado se encuentra en las colecciones de los autores.

Resultados y discusión

La morfología de las hormigas, sin pelos erectos ni en el clípeo ni en los primeros segmentos gastrales, y la escasa pubescencia en el triángulo frontal, las identifican sin dificultad en la especie *F. pressilabris*. No difieren de otras muestras pirenaicas de la misma especie de las colecciones de los autores. Solamente el nido 18 resultó ser de *F. exsecta*, y la identificación específica se realizó en base a los pelos erectos en clípeo y primeros segmentos gastrales y pelos en los ojos. El nido de *F. exsecta* resultaba notoriamente mayor que los de *F. pressilabris*.

Las descripciones y redesccripciones de las especies europeas de *Pandora* y su estatus taxonómico han sido objeto de cierta controversia (Małagocka et al., 2017). Dado que el hongo objeto de este trabajo presenta rizoides emergiendo de la parte ventral de las hormigas, y siguiendo el criterio de Małagocka et al. (2017), la muestra del Catllar correspondería a *P. formicae*. Los mismos autores sugieren que trabajos anteriores como los de Boer (2008) y Čsata et al. (2013) se refieren más probablemente a *P. formicae* que a *P. myrmecophaga*. Sin embargo, Turian y Wuest (1977) escriben «*Quelques rhizoïdes latéraux et sortant d'une articulation inférieure du thorax ont pu être repérés*», afirmación que se confirma, aunque con dificultad, en su fig. 4. Además, Małagocka et al. (2017) arguyen que «... Turian and Wuest (1977) specifically stated that the lack of thick rhizoids distinguished *P. myrmecophaga* from the German fungus.» (negrillas nuestras), aunque en realidad la expresión literal de Turian y Wuest fue tan solo que el German fungus... tiene «... un système rhizoidal plus développée.» (negrillas nuestras). No afirman en

ningún momento su ausencia en *P. myrmecophaga*. Lo admiten, eso sí, como si fuera una cuestión de grado. O sea, que ambas «especies» de hongo generan hifas que emergen por debajo del tórax de la hormiga infectada y que la adhieren a la planta. Una decisión final sobre el valor específico de los dos nombres, seguramente, deberá esperar nuevos hallazgos de hormigas infestadas en el Plan-des-Ouates, Ginebra (Suiza) de donde se mencionó por vez primera (como *Entomophthora myrmecophaga* por Turian y West (1969)) lo que hoy se conoce como *Pandora myrmecophaga*.

La prevalencia de la infección fue de un 73% de los 26 nidos observados, con una media (d.e.) de 3,2 (4,0) obreras afectadas por nido (Fig. 4). La tasa de infestación de los nidos de la zona estudiada es alta comparada con las publicadas en Boer (2008) y Čsata (2013): 22% y 1,6%, respectivamente.

En los nidos de mayor tamaño hay más obreras en tetania (Fig. 5) ($R^2 = 0,183$; $P < 0,05$).

Las hormigas afectadas ($n=83$) se encontraban amarradas por las mandíbulas a tallos o inflorescencias de hierbas de distintas especies inmediatamente alrededor y encima del hormiguero, a entre 4 cm y 30 cm de la base del vegetal, siempre a poca distancia del ápice del mismo. Entre la parte ventral de las obreras y la planta se encontraban, bien desarrollados, los rizoides adhesivos (Fig. 6).

La orientación mayoritaria del cuerpo de las hormigas era hacia arriba, siendo la posición de las antenas tendente a presentar los escapos extendidos, perpendiculares al eje del cuerpo. Algunas aún se encontraron vivas por la tarde, aunque no a la mañana siguiente, lo que es compatible con las observaciones publicadas del inicio de la "summit disease" al atardecer (Marikovsky, 1962).

Un 29% de los ejemplares infestados se encontró sin el gaster. El hecho de que estos especímenes no mostraran signos externos del progreso de la micosis, podría ser compatible con la retirada del cuerpo

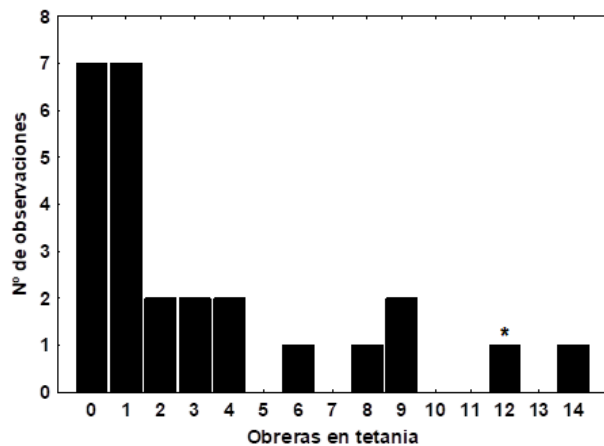


Figura 4. Distribución de frecuencias del n° de obreras en tetania, infestadas con *Pandora*. Datos para 25 nidos de *F. pressilabris* y un nido (*) de *F. exsecta*.

Figure 4. Frequency distribution of the number of workers in tetany, infested with *Pandora*. Data for 25 *F. pressilabris* nests, and one (*) *F. exsecta* nest.

de hormigas infestadas por otras obreras, según observaron Marikovsky (1962) y Erös (2015). Al manipular posteriormente los especímenes, se pudo comprobar la fragilidad de los mismos, separándose fácilmente los distintos elementos del exoesqueleto, por lo que no podría asegurarse que el resultado fuese por otras causas que no las mencionadas (el viento, el roce con otras plantas, etc).

Los dos transectos ofrecieron 7 y 14 nidos respectivamente. Se estiman unos 57 nidos en el campo, con una densidad de 2.1 nidos/100 m². Los nidos de *F. pressilabris* se encontraban en mayor densidad en la parte superior del prado, que además es la más soleada. Los nidos presentaban una orientación preferente hacia el este, desde donde reciben insolación a primeras horas de la mañana. Algunos de los nidos carecían de túmulo, presentando la parte superior plana. Además se encontraron varios nidos abandonados.

Cierto número de hormigueros se encontraban relativamente cerca unos de otros, pero no se comprobó si formaban supercolonias. La densidad estimada del prado, sin embargo, es similar a la de algunas

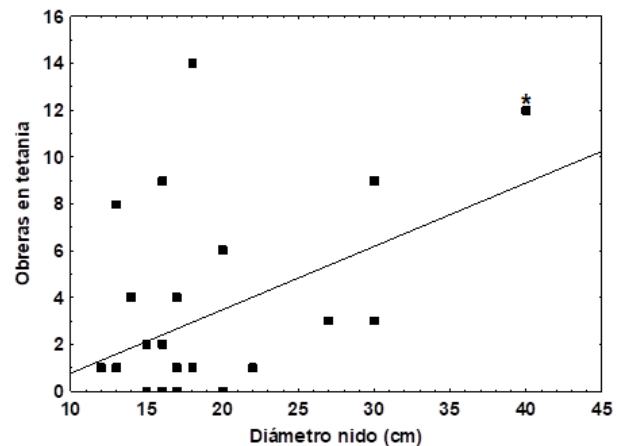


Figura 5. Relación tamaño hormiguero – n° de obreras en tetania, infestadas con *Pandora*. Datos para 25 nidos de *Formica pressilabris* y un nido (*) de *F. exsecta*. N° obreras en tetania = $-1.93 + 0.27$ diámetro del nido; $P < 0.05$; $R^2 = 0.183$.

Figure 5. Relation anthill size – number of workers in tetany, infested with *Pandora*. Data for 25 *F. pressilabris* nests, and one (*) *F. exsecta* nest. Number of workers in tetany = $-1.93 + 0.27$ nest diameter; $P < 0.05$; $R^2 = 0.183$.

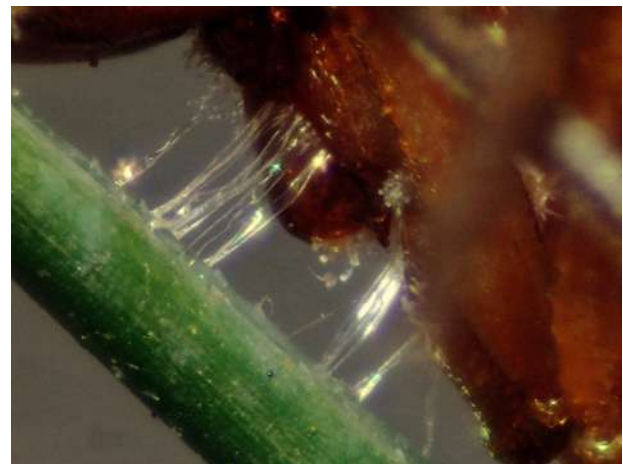


Figura 6. Obrera de *F. pressilabris*. Detalle de los rizoides adhesivos de *Pandora*.

Figure 6. Worker of *F. pressilabris*. Detail of the *Pandora* adhesive rhizoids.

publicadas para *F. pressilabris* de colonias policálicas de 100 nidos x 2000 m² (Seifert, 2000).

En el camino que va de San Juan de la Peña (Huesca) hasta la Peña Oroel, a 1100 m de altitud se observó una obrera de *Formica rufibarbis* Fabricius, 1793 afectada por

la micosis (6.VI.1992) de modo equivalente al descrito. Al no disponer actualmente del material, no se puede asegurar su pertenencia a la especie objeto de esta nota, al ser necesarias observaciones más precisas para incluirla en una u otra especie. Sin embargo, basta este ejemplo para atender que la distribución de este tipo de hongos es más que puntual en la península, por lo que al menos en el norte, en que las *Formica* son comunes, se podrían detectar nuevas localidades si se prospectasen los nidos al inicio del otoño.

Agradecimientos

El interés de James Evarts por el conocimiento de la fauna, flora y gea de la cuenca del Catllar, y su financiación, han permitido el estudio actual sobre la mirmecofauna del área. Jordi Artola y Mike Lockwood advirtieron a los autores de la presencia de numerosos hormigueros en montículo en el prado y los guiaron hasta allí.

Bibliografía

- AEMET, 2011: http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/atlas_climatico Acceso en 14 octubre 2018.
- BEKKER, C.; WILL, I.; DAS, B.; ADAMS, R.M.M. 2018. The ants (Hymenoptera: Formicidae) and their parasites: effects of parasitic manipulations and host responses on ant behavioral ecology. *Myrmecological News*, 28: 1-24.
- BOER, P. 2008. Observations of summit disease in *Formica rufa* Linnaeus, 1761 (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*, 11: 63-66.
- CŠATA, E.; CZEKES, Z.; ERŐS, K.; NÉMET, E.; HUGHES, M.; CSÖSZ, S.; MARKÓ, B. 2013. Comprehensive survey of Romanian myrmecoparasitic fungi: new species, biology and distribution. *North-Western Journal of Zoology*, 9(1): 23-29.
- ERŐS, K. 2015. Intra- and interspecific relationships in *Formica exsecta* Nyl. (Hymenoptera: Formicidae) supercolonies. Resumen de tesis doctoral, Universidad de Babes-Bolyai. 26pp.
- ESPADALER, X. 1979. Contribución al estudio de los Formícidos del Pirineo catalán. Tesis Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona. 187pp.
- HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E.O. 1990. The Ants. Belknap Press, Harvard University. Cambridge, USA: 732pp.
- MAŁAGOCKA, J.; JENSEN, A.B.; EILENBERG, J. 2017. *Pandora formicae*, a specialist ant pathogenic fungus: New insights into biology and taxonomy. *Journal of Invertebrate Pathology*, 143: 108-114.
- MARIKOVSKY, P. I. 1962. On some features of behavior of the ants *Formica rufa* L. infected with fungous disease. *Insectes Sociaux*, 9(2): 173-179.
- OI, D.H.; PEREIRA, R.M. 1993. Ant behavior and microbial pathogens (Hymenoptera: Formicidae). *Florida Entomologist*, 76(1): 63-74.
- SEIFERT, B. 2000. A taxonomic revision of the ant subgenus *Coptoformica* Mueller, 1923 (Hymenoptera: Formicidae). *Zoosystema*, 22(3): 517-568.
- SCHULTZ, R.; SEIFERT, B. 2007. The distribution of the subgenus *Coptoformica* Müller, 1923 (Hymenoptera: Formicidae) in the Palaearctic Region. *Myrmecological News*, 10: 11-18.

Recibido el 19/10/2018

Revisión recibida el 06/11/2018

Aceptado el 06/11/2018