

# **El manejo del escarabajo de las trufas: un desafío para la truficultura**

**Autores:** Emily Silva Araujo<sup>1</sup>, Sergio Sánchez<sup>2</sup>, José Manuel Mirás-Avalos<sup>1</sup>, Pedro Marco Montori<sup>2</sup>, Sergi García-Barreda<sup>2</sup>

## **Afiliaciones:**

<sup>1</sup>Departamento de Sistemas Agrícolas Forestales y Medio Ambiente. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), 50059, Montañana – Zaragoza, España

<sup>2</sup>Departamento de Ciencia Vegetal. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), 50059, Montañana – Zaragoza, España

**\*Autor para correspondencia:** Emily Silva Araujo

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza, España

E-mail: [esilva@cita-aragon.es](mailto:esilva@cita-aragon.es)

**Resumen:** El escarabajo de la trufa es la principal plaga que afecta a trufas cultivadas en España, causando importantes pérdidas económicas. Conocer la dinámica poblacional de este insecto y relacionarla con los daños causados puede permitir la elaboración de planes eficientes para su control. Por otra parte, la diversidad de artrópodos presente en las trufas comerciales puede comprender especies capaces de atacar al escarabajo de la trufa. En este trabajo, se colocaron trampas tipo “pitfall” (40 trampas/ha) en una trufa de Castellón durante la campaña 2020/2021. Cada semana, se tomaron los artrópodos capturados en las trampas. Se observó que los picos de mayor cantidad de escarabajos se produjeron a mediados de noviembre, disminuyendo hacia finales de diciembre. Se detectó una correlación positiva y significativa entre el número de escarabajos por trampa y día y el número medio de trufas dañadas. Entre los artrópodos capturados en las trampas se encontró una especie de carábido con capacidad

para depredar al escarabajo de la trufa, por lo que puede tener potencial como agente de control biológico de esta plaga.

**Palabras clave:** Artrópodos, Atrayente, Biodiversidad, Control Biológico, Trampas tipo “pitfall”.

**Abstract:** The truffle beetle is the main pest affecting cultivated truffle fields in Spain, causing important economic losses. Knowing the population dynamics of this insect and relating it to the damage caused can allow the development of efficient plans for its control. On the other hand, the diversity of arthropods present in commercial truffle fields may include species capable of attacking the truffle beetle. In this study, pitfall traps (40 traps/ha) were placed in a truffle plantation in Castellón during the 2020/2021 season. Each week, the arthropods captured in the traps were taken. It was observed that the highest number of beetles peaked in mid-November, decreasing towards the end of December. A positive and significant correlation was detected between the number of beetles per trap per day and the average number of damaged truffles. Among the arthropods captured in the traps, a species of carabid was found with the ability to prey on the truffle beetle, so it may have potential as a biological control agent for this pest.

**Keywords:** Arthropods, Attractant, Biodiversity, Biological Control, Pitfall traps.

## Introducción

España genera el 43% de la producción europea del hongo *Tuber melanosporum* Vittad. (Pezizales: Tuberaceae), conocido comúnmente como trufa negra (García-Barreda et al., 2020). Este hongo se desarrolla bajo tierra, ligado únicamente a árboles específicos, principalmente del género *Quercus*. Durante el verano, este hongo crece y durante el invierno madura, exhalando un aroma complejo e intenso. Este aroma atrae a distintos animales, que localizan la trufa y contribuyen a su dispersión. Entre los insectos atraídos por este aroma se encuentra el escarabajo de la trufa, *Leiodes cinnamomeus* (Panzer) (Coleoptera: Leiodidae), que se alimenta exclusivamente de hongos, en especial de la trufa negra, constituyendo una plaga en amplias regiones trufícolas del noreste español. Se trata de un insecto holometábolo, es decir, pasa por distintos estadios de desarrollo: huevo, larva (Figura 1a), pupa y adulto (Figura 1b). Su ciclo de vida está estrechamente conectado al de la trufa negra.

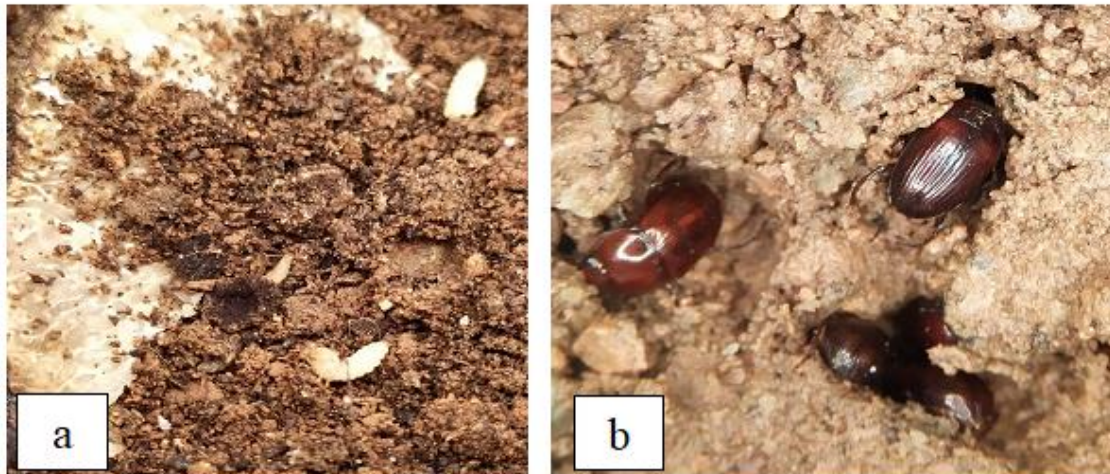


Figura 1: Larvas (a) y adultos (b) de escarabajo de la trufa, *Leiodes cinnamomeus* (Panzer) (Coleoptera: Leiodidae). Fotos: Emily Silva Araujo.

Sus huevos son bastante pequeños (entre 1,3 y 1,4 mm), redondos y de color blanco. Los machos adultos miden entre 5 y 7 mm, y las hembras adultas de 3,5 a 5 mm y ambos son de color castaño oscuro. Las hembras depositan los huevos en las proximidades de las trufas o sobre el peridio de éstas. Las larvas pasan por tres estadios, y son las causantes de los principales daños en las trufas, ya que poseen potentes mandíbulas con las que se introducen en la trufa y se alimentan de ella. Los adultos también causan daños, debido a su alimentación. Entre los daños producidos por este escarabajo destacan la degradación del producto y aceleración de la pudrición, dado que además facilita la entrada de otros microorganismos alterantes, la disminución en el peso de las trufas, la modificación de su perfil aromático y el rechazo del consumidor debido a la presencia de galerías y/o larvas (Figura 2). Las pérdidas económicas causadas por *L. cinnamomeus* pueden superar el 70 % de la producción (Barriuso et al., 2012).

Con el aumento de la producción trufera y el uso de prácticas como el riego, las poblaciones de escarabajo de la trufa se están incrementando, suponiendo uno de los principales problemas fitosanitarios de este cultivo (Martín Santafé et al., 2014).



Figura 2: Trufas con galerías provocadas por el ataque de *Leiodes cinnamomeus* (Panzer) (Coleoptera: Leiodidae). Foto: Sergi García-Barreda.

Entre las estrategias de gestión más utilizadas para controlar las poblaciones del escarabajo de la trufa destacan dos tipos:

1) *Prácticas de recolección adecuadas:*

- Minimizar la cantidad de trufas que se dejan sin recolectar.
- Eliminación manual de adultos y larvas de escarabajo. Al recolectar las trufas, es aconsejable no dejar en el pozo la tierra en donde se hayan visto larvas adheridas a la trufa.

2) *Colocación de atrayentes.*

La técnica de trampeo masivo (utilizando trampas tipo “pitfall”) con atrayente sintético (sulfuro de dimetilo) se plantea como alternativa para reducir significativamente el número de escarabajos adultos y, por tanto, los daños ocasionados en las trufas (Navarro-Llopis et al., 2021). Se ha comprobado que esta técnica es eficaz cuando se colocan trampas a una densidad superior a 40 trampas/ha (Navarro-Llopis et al., 2021).

Observar la dinámica poblacional de *L. cinnamomeus*, capturados por esta técnica de trampeo masivo puede permitir mejorar las medidas para el control de este insecto, así como ofrecer conocimientos básicos para el desarrollo de nuevas estrategias de control de esta plaga. No obstante, debido a que, por medio de estas trampas, se pretende capturar el mayor número posible de insectos micófagos, es natural suponer que esta técnica pueda causar algún efecto adverso sobre la comunidad de insectos que habita en el ecosistema de la trufera. Sin embargo, en la actualidad, no se ha realizado ninguna investigación sobre la selectividad de estas trampas para la captura de artrópodos en plantaciones de trufa. Además, la verificación del tipo de artrópodos que se capturan con estas trampas podría generar información adicional sobre la entomofauna presente en áreas de producción comercial de trufas, permitiendo estimar la biodiversidad existente en estos ecosistemas.

En este contexto, los objetivos de este estudio son i) observar la dinámica poblacional de *Leiodes cinnamomeus* (Panzer) (Coleoptera: Leiodidae) durante la campaña 2020/2021, ii) relacionar la dinámica poblacional de *L. cinnamomeus* con el número medio de trufas dañadas, y iii) determinar, a nivel de orden o familia, los artrópodos capturados en las trampas usadas para la captura masiva del escarabajo de la trufa.

## **Materiales y métodos**

### *Descripción de la parcela experimental*

El estudio se llevó a cabo durante la campaña 2020/2021 en una trufera del El Toro (Castellón, España, 1000 m de altitud.) en el piedemonte de la sierra de Javalambre. El clima de la zona es mediterráneo continental, con una temperatura media anual de 12,4 °C y una precipitación media anual de 510 mm. El suelo es calcáreo, con textura franco-arcillosa y la pendiente es inferior al 3%. El área experimental se encuentra dentro de la zona de distribución natural de *T. melanosporum* (García-Barreda et al. 2019). La parcela experimental esta cultivada con encina carrasca (*Quercus ilex* L. subsp. *ballota* Samp.) inoculada con *T. melanosporum*, a un marco de plantación de 6 × 6 m (278 árboles/hectárea). La parcela experimental, de 1,2 ha, se plantó en 2001. Posteriormente, en 2007, se plantaron 0.4 ha adicionales.

El manejo del suelo consistió en un labrado superficial una vez al año, a principios de la primavera. Desde el momento de entrada en producción, al sexto año, la plantación se regó cada 3-4 semanas entre abril y octubre mediante un sistema de

microaspersión, siempre que no se registrasen precipitaciones durante este periodo. Cada dos años, se instalan nidos truferos en el brúle de cada árbol, a 1-2 m del tronco, siguiendo una metodología similar a la descrita por García-Barreda et al. (2020).

En este estudio, las trampas se colocaron en la parcela experimental el 15 de octubre de 2020 a una densidad de 40 trampas/ha, y permanecieron en la trufera hasta el 25 de marzo de 2021. Se realizó un muestreo cada semana, totalizando 18 muestreos durante la campaña. Las trampas utilizadas fueron Trampa Leiodelt®, cada una de ellas está compuesta por una cubeta amarilla-naranja semiesférica fabricada en polipropileno de 1 mm de grosor, con tres puntos de entrada (ventanas laterales) que contienen 7 tubos laterales de 8 mm de diámetro y 12 mm de largo y que facilitan la entrada del escarabajo de la trufa a la vez que imposibilitan su salida. Además, cada trampa se completa con una tapa de plástico transparente de 1 mm de grosor. El atrayente utilizado (Leiodelt®) está contenido en un vial de plástico con 50 mL de sustancia atrayente (basada en dimetil sulfuro) en su interior. El vial está cerrado con un tapón plástico y sellado con una lámina de aluminio, difundiendo el atrayente a través de las paredes del vial.

#### *Identificación de los artrópodos capturados*

Cada semana, se retiraron todos los artrópodos capturados en las trampas y se transportaron al laboratorio de truficultura del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) en bolsas de plástico debidamente identificadas. Una vez en el laboratorio, se separaron los escarabajos de la trufa del resto de artrópodos capturados. De estos últimos, cada individuo fue contabilizado y separado conforme a su orden y familia. Los artrópodos se conservaron en alcohol al 70% y se almacenaron a 4 °C hasta su identificación.

Se registró el número total de individuos capturados en cada muestreo y, para *L. cinnamomeus*, se separaron machos y hembras empleando un microscopio Stemi 508 Zeiss® (2.5 ×), observándose la diferencia entre sexos en las patas posteriores (Figura 3). Los machos poseen las tibias de las patas posteriores curvadas y una espina en el final del fémur; sin embargo, las hembras no poseen estos caracteres, siendo rectas las tibias de las patas posteriores. Se calculó la razón sexual de la siguiente forma: número total de hembras/(número total de hembras + número total de machos).



Figura 3: Individuos de *Leiodes cinnamomeus* (Panzer) (Coleoptera: Leiodidae) y detalle de sus patas posteriores: hembra (a), macho (b). Fotos: Emily Silva Araujo.

Los artrópodos diferentes de la especie *L. cinnamomeus* y capturados en las trampas, como moscas, otros escarabajos, avispas, etc., se identificaron a nivel de familia de acuerdo con Bentancourt (2014). Arañas, opiliones, colémbolos y ácaros, se identificaron hasta nivel de orden.

Desde el 12 de noviembre de 2020 hasta el 11 de marzo de 2021, se recogió una muestra aleatoria de 12 trufas cada dos semanas con el fin de evaluar el número medio de galerías y raspaduras realizadas por el escarabajo de la trufa. Estos datos se correlacionaron con el número de individuos del escarabajo capturado en las trampas empleando el método de la regresión lineal.

## Resultados y Discusión

### Dinámica poblacional de *Leiodes cinnamomeus* (Coleoptera: Leiodidae)

Durante la campaña 2020/2021 se capturó un total de 6.738 escarabajos de la trufa: 3.763 machos y 2.958 hembras. Los picos de mayor ocurrencia se produjeron hacia mediados de noviembre de 2020, disminuyendo la población de escarabajos hacia el 31 de diciembre (Figura 4). Estas observaciones son similares a las obtenidas por Navarro-Lopis et al. (2021) en una zona trufera cercana, Teruel. Esta dinámica

poblacional puede estar relacionada con el hecho de que *L. cinnamomeus* se ve fuertemente atraído por el olor de trufa inmadura (Pacioni et al., 1991), factor que ocurre a principios de campaña (de octubre a diciembre), lo que coincide con el período de emergencia de adultos escarabajo. Por consiguiente, principios de campaña es un momento clave para tomar medidas para el control de este insecto con el fin de evitar daños mayores.

Al principio de la campaña se observó un mayor número de machos que de hembras, igualándose la razón sexual hacia el final de la campaña (Figura 4). La razón sexual fue 0,56 en promedio para toda la campaña, variando entre 0,34 y 0,68 según la fecha de muestreo, lo que contradice en parte las observaciones de Navarro-Lopis et al. (2021) en otra zona trufera en la que apenas observaron variaciones en la razón sexual durante la campaña.

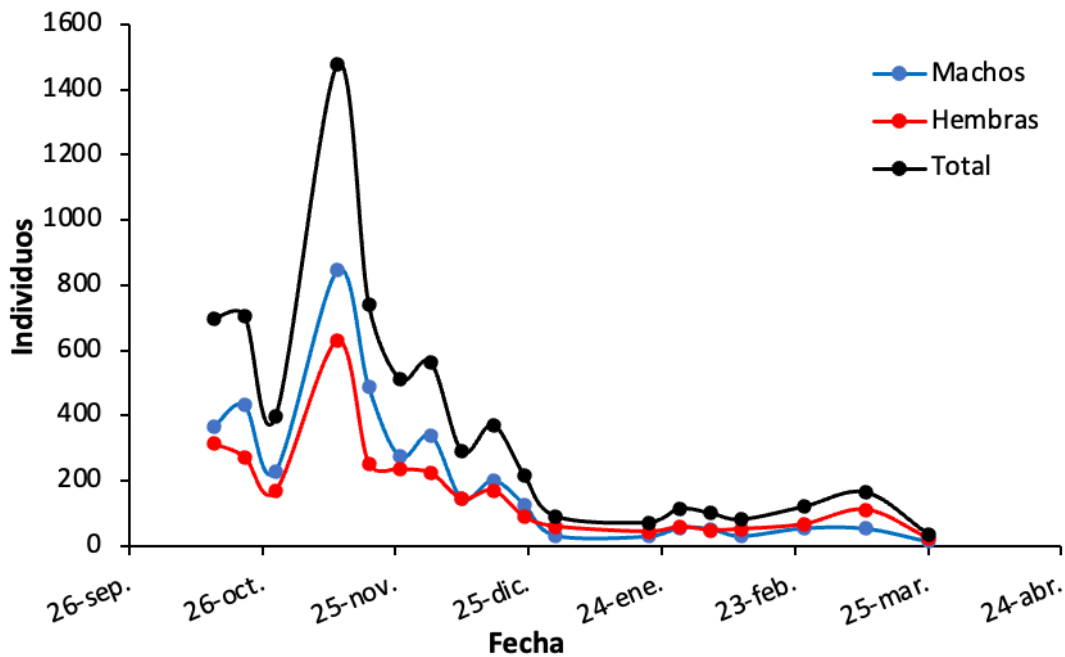


Figura 4: Número total de escarabajos de la trufa capturados por medio de trampas tipo “pitfall” con dimetil sulfuro como atrayente, en una trufera comercial del noreste de España durante la campaña 2020/2021.

El número máximo de individuos por trampa y día registrado en esta campaña fue 3,5, disminuyendo a menos de 0,5 a finales de campaña (febrero - marzo) (Figura 5).



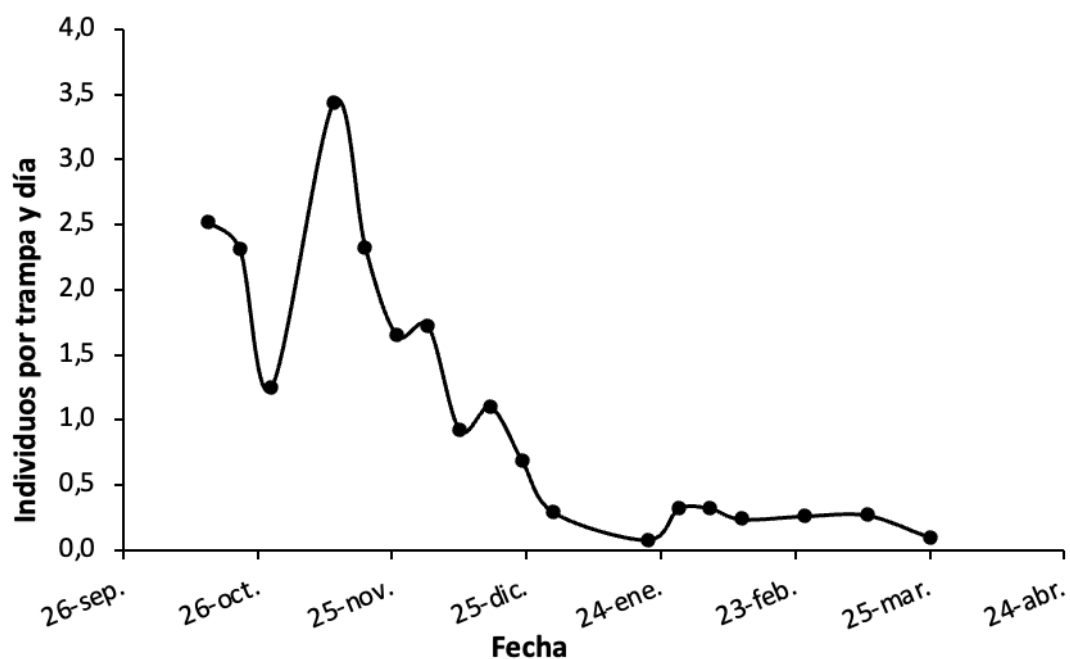


Figura 5: Número de individuos por trampa y día capturados por medio de trampas tipo “pitfall” con dimetil sulfuro como atrayente, en una trufera comercial del noreste de España durante la campaña 2020/2021.

El número de trufas dañadas se correlacionó significativa y positivamente ( $R^2=0,717$ ) con el incremento de la población de *L. cinnamomeus* (Figura 6). Estos resultados presentan la misma tendencia observada por Navarro-Llopis et al. (2021) que comprobaron que los mayores niveles de daño en las trufas se registran en los meses con mayor población de este escarabajo.

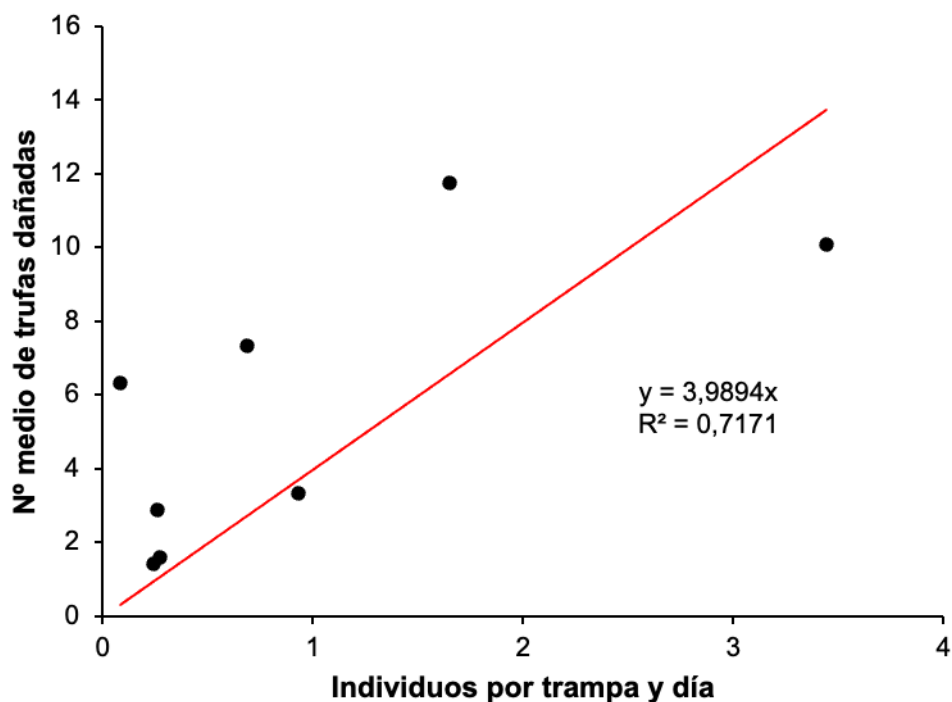


Figura 6: Relación entre el número de individuos por trampa y día con el número medio de trufas dañadas en una trufera comercial del noreste de España durante la campaña 2020/2021.

#### *Órdenes y familias de artrópodos capturados en una trufera del noreste de España*

Durante la campaña 2020/2021, se capturó un total de 3.793 individuos, pertenecientes a 10 órdenes distintos: Acariformes, Aránea, Collembola, Coleóptera, Dermáptera, Díptera, Hemíptera, Himenóptera, Opiliones y Trombidiformes (Figura 7). Para algunos de ellos, no se consiguió identificar a los individuos hasta el nivel de familia. Para los órdenes Coleóptera, Dermáptera, Díptera, Hemíptera, Himenóptera y Trombidiformes los individuos capturados se identificaron, por lo menos, hasta el nivel de familia. Algunos ejemplos se presentan en la Figura 8. El mayor número de familias recuperadas de las trampas se corresponden con los órdenes Coleóptera e Himenóptera, seguidos por Díptera, con 8, 8 y 7 familias respectivamente.

## Órdenes de artrópodos capturados en las trampas

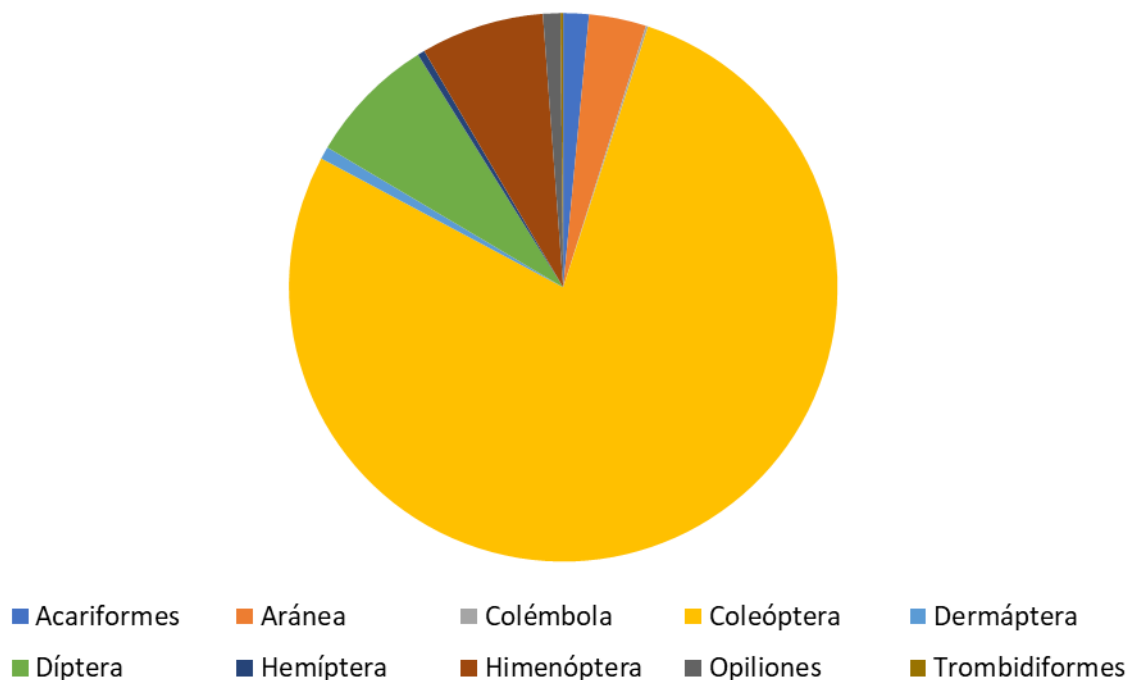


Figura 7: Distribución porcentual de los diez órdenes de artrópodos capturados en una trufera comercial del noreste de España durante la campaña 2020/2021.

El orden Coleóptera fue el predominante por número de individuos, ya que se capturaron 2.950 individuos, de los cuales el 79,52% pertenece a la familia Leiodidae. Además, merece destacarse la presencia de individuos de las familias Staphylinidae (13,56%), Ptinidae (3,8%) y Carabidae (2,10 %). Entre los coleópteros de la familia Carabidae una especie nos ha llamado la atención por aparecer dentro de las trampas predando ejemplares adultos de escarabajo de la trufa. Esta especie fue identificada como *Percus* (*PseudoperCUS*) *patruelis* (L. Dufour, 1820) por el Dr. José Serrano Marino, de la Universidad de Murcia. Pruebas preliminares realizadas en nuestro laboratorio han permitido observar que este coleóptero preda tanto adultos, como larvas del escarabajo de la trufa (Figura 8).

Además, se capturaron 276 individuos del orden Himenóptera, de los cuales 64,50% pertenecen a la familia Figitidae, cuyo modo de vida es parasitoide.

Se recuperaron 288 individuos del orden Díptera, destacando la familia Heleomyzidae, género *Suillia* sp. (55,55% del total de dípteros). Estas moscas se alimentan exclusivamente de hongos, siendo consideradas plagas de las trufas, si bien son menos relevantes que el escarabajo de la trufa.

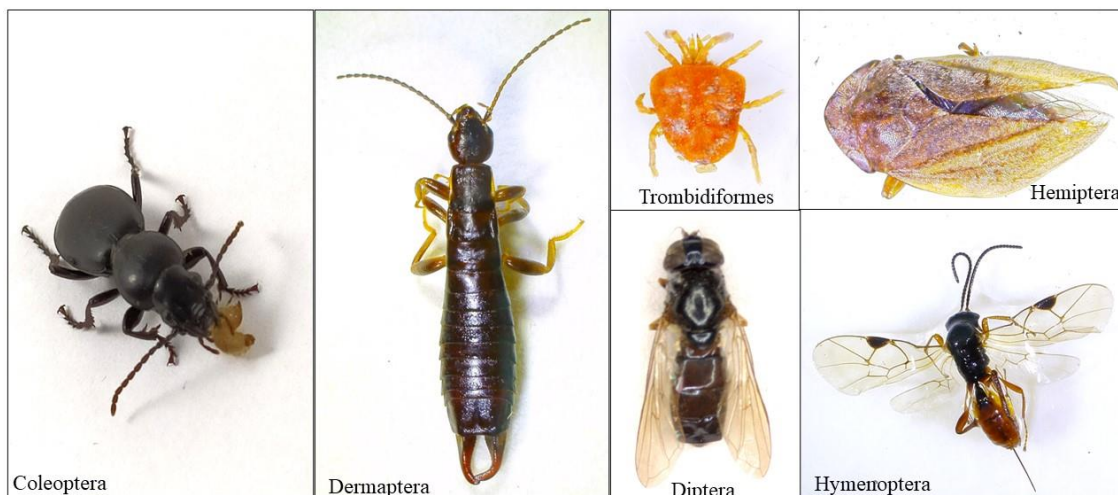


Figura 8: Algunos de los artrópodos capturados en los muestreos y que han podido identificarse hasta nivel taxonómico de familia. Fotos: Emily Silva Araujo y Javier Martínez Coque.

### Conclusiones

Los resultados obtenidos confirman que las poblaciones del escarabajo de la trufa aumentan al inicio de la campaña de recolección de este hongo en el noreste de España. La razón sexual del escarabajo varió a lo largo de la campaña, siendo inferior a 0,5 al inicio y estando por encima de este valor al final de la campaña. Por otra parte, este estudio es pionero en la evaluación de la diversidad de artrópodos presente en trufas comerciales, detectándose la presencia de 10 órdenes de artrópodos. Entre los organismos capturados destaca el carábido *Percus* (*Pseudopercus*) *patruelis* (L. Dufour, 1820), que se alimenta de larvas y adultos del escarabajo de la trufa, considerándose como un agente potencial para incorporar a estrategias de control de la plaga del escarabajo de la trufa.

**Agradecimientos:** Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT y ha sido parcialmente financiado por MCIN con fondos NextGenerationEU de la Unión Europea (PRTR-C17.II), así como por el CDTI (proyecto "Mejora de atrayentes para captura masiva de plagas agrícolas") y la Unión Europea bajo el "Horizonte 2020 - Programa

Marco para la Investigación y la Innovación" (2014-2020) [Acuerdo de Subvención del Proyecto "Innovación en el cultivo de trufas, conservación, procesado y gestión de recursos silvestres", INTACT, nº proy. 101007623. Agradecemos también al Dr. José Serrano Marino por la identificación taxonómica de *Percus* (*PseudoperCUS*) *patruelis* (Carabidae), a la Dra. María Milagro Coca Abia por su apoyo en la identificación de las familias de artrópodos y al técnico Javier Martínez Coque por el apoyo en la toma de fotografías.

### **Bibliografía**

- Barriuso, J., Martín-Santafé, M., Sánchez, S., Palazón, C., 2012. Plagas y enfermedades asociadas al cultivo de la trufa, in: Reyna, S. (Ed.), Truficultura, Fundamentos y Técnicas. Ediciones Mundi Prensa, Madrid, Spain, pp. 275–302.
- Bentancourt, C.M. 2014. Manual de Entomología. 3ª edición. Universidad de la República, Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay. 254 págs.
- García-Barreda, S., Sánchez, S., Montori, P.M., Serrano-Notivoli, R. 2019. Agroclimatic zoning of Spanish forests naturally producing black truffle. *Agric. For. Meteorol.*, vol. 269–270: 231-238. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.02.020>.
- García-Barreda, S., Camarero, J., Vicente-Serrano, S.M., Serrano-Notivoli, R. 2020. Variability and trends of black truffle production in Spain (1970-2017): Linkages to climate, host growth, and human factors *Agric. For. Meteorol.* vol. 287: 107951. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2020.107951>
- Martín Santafé, M., Pérez Fortea, V., Zuriaga, P., Barriuso, J. 2014. Phytosanitary problems detected in truffle cultivation in Spain. *Forest Systems*, 23 (2), 307-316.
- Navarro-Llopis, V., López, B., Primo, J., Martín-Santafé, M., Vacas, S., 2021. Control of *Leiodes cinnamomeus* (Coleoptera: Leiodidae) in cultivated Black Truffle orchards by kairomone-based mass trapping. *J. Econ. Entomol.*, 114 (2), 801-810. <https://doi.org/10.1093/jee/toaa317>.
- Pacioni, G., Bologna, M.A., Laurenzi, M., 1991. Insect attraction by *Tuber*: a chemical explanation. *Mycol. Res.*, 95, 1359-1363. [https://doi.org/10.1016/S0953-7562\(09\)80385-7](https://doi.org/10.1016/S0953-7562(09)80385-7)