



universidad
de león



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES

**DIVERSIDAD FUNCIONAL DE LOS PRINCIPALES
GRUPOS TRÓFICOS DE INSECTOS DE LOS
SOTOS DE CASTAÑO (*Castanea sativa*) EN EL
BIERZO (LEÓN)**

**FUNCTIONAL DIVERSITY OF THE MAIN
TROPIC GROUPS OF INSECTS OF CHESTNUT
FIELD (*Castanea sativa*) IN EL BIERZO (LEÓN)**

Autor: Marina González Villaizán

Tutores: Etelvina Núñez Pérez y E. Jorge Tizado

GRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

Diciembre, 2022

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes	2
1.2 Objetivos	3
2. MATERIAL Y MÉTODOS	4
2.1 Área de estudio	4
2.2 Diseño experimental.....	6
2.3 Métodos de muestreo.....	6
2.3.1 Observación directa.....	6
2.3.2 Embolsamiento	7
2.3.3 Recolección de erizos.....	7
2.4 Método de identificación.....	7
2.5 Método de codificación	9
2.6 Método de análisis.....	9
2.7 Grupos funcionales.....	10
3. RESULTADOS	12
3.1 Grupos funcionales.....	12
3.2 Análisis muestreos.....	16
3.2.1 Tipo de muestreo	16
3.2.2 Fecha de muestreo	17
3.2.3 Zona de muestreo	20
3.3 Análisis de carpófagos.....	21
4. CONCLUSIONES.....	22
5. AGRADECIMIENTOS.....	23
6. REFERENCIAS	24
7. ANEXOS.....	27

RESUMEN

Los sotos de castaño en El Bierzo (León) se encuentran actualmente en una situación de declive por problemas fitosanitarios entre otros, pues los artrópodos constituyen una parte fundamental en el equilibrio y correcto funcionamiento del ecosistema. El objetivo del trabajo es establecer los grupos funcionales de artrópodos que viven sobre el castaño en los sotos bercianos, para así tener una visión global de la biodiversidad funcional entomológica que hay en los sotos. Para ello se han realizado tres tipos de muestreo diferentes en ocho localidades bercianas: dos sobre la parte aérea de los castaños (observación directa y embolsamiento) y otro específico de castañas (recolección de erizos). Se han identificado las capturas a nivel de familia y se han asignado a grupos funcionales de alimentación, obteniéndose más de 54 familias diferentes agrupadas en 6 grupos funcionales: detritívoros, fitófagos, depredadores, parasitoides, micófagos y omnívoros. El método de muestreo embolsamiento es el que presentó mayores porcentajes de captura respecto a la observación directa. Además, se ha visto que la fecha de muestreo y la zona han influido en el porcentaje de grupos funcionales capturados. Por último, en el muestreo de erizos se encontraron castañas afectadas por las familias Tortricidae (15 %) y Curculionidae (4 %).

SUMMARY

The chestnut fields in El Bierzo (León) are currently in a state of decline due to phytosanitary problems, among others, since arthropods are a fundamental part of the balance and proper functioning of the ecosystem. The objective of the work is to establish the functional groups of arthropods that live on the chestnut tree in the fields of El Bierzo, in order to have a global vision of the entomological functional biodiversity that exists in the fields. To this end, three different types of sampling have been carried out in eight bercian localities: two on the aerial part of the chestnut trees (direct observation and bagging) and another specifically for chestnuts (harvesting of urchins). Catches have been identified at the family level and have been assigned to functional feeding groups, obtaining more than 54 different families grouped into 6 functional groups: detritivores, phytophagous, predators, parasitoids, mycophagous and omnivorous. The bagging sampling method is the one that presented the highest capture percentages compared to direct observation. In addition, it has been seen that the sampling date and the area have influenced the percentage of functional groups captured. Finally, in the urchin sampling, chestnuts affected by the families Tortricidae (15 %) and Curculionidae (4 %) were found.

Palabras clave: alimentación, Insecta, biodiversidad, *Castanea sativa* y grupos funcionales.

Keywords: feeding, Insecta, biodiversity, *Castanea sativa* and functional groups.

1. INTRODUCCIÓN

El castaño europeo, *Castanea sativa* Mill. (1768), es una frondosa de la familia Fagaceae, orden Fagales. Es una especie de la región mediterránea septentrional que llega a Centroeuropa y avanza hacia el Norte de África y región del Cáucaso. En Europa cubre grandes áreas en Francia, Italia, España, Portugal, Turquía, Reino Unido y Grecia. (Higarza Núñez, 2020).

Los castaños han sido cultivados en la Península Ibérica desde tiempos de los romanos, suponiendo un recurso fundamental para la supervivencia del medio rural a lo largo de los años en zonas donde la climatología permite su cultivo (Fernández-Manso *et al.*, 2010), como es el caso de la comarca de El Bierzo (León).

Se trata de una especie que proporciona múltiples beneficios al ecosistema por su gran valor ecológico, protector, paisajístico y productivo (Romero Pastor, 2013). Concretamente, los sotos de castaño constituyen en la actualidad uno de los sistemas agroforestales más importantes, ocupando 20.000 ha de la comarca berciana. Desgraciadamente, desde hace unos 60 años se encuentran en declive por varios factores como el abandono rural, recurrencia de incendios, desvalorización de la castaña y problemas fitosanitarios (Fernández-Manso *et al.*, 2010).

Entre las causas fitosanitarias más preocupantes se encuentra la enfermedad causada por *Cryphonectria parasitica* (Murrill) M.E. Barr, 1978, conocida como chancro del castaño. Es considerado el problema fitosanitario más grave del castaño a nivel mundial y está extendido en tres cuartas partes de los castaños de El Bierzo. El chancro provoca marchitamiento y amarillamiento del follaje e hinchamiento y formación de grietas longitudinales en la corteza de color rojizo. Otra enfermedad importante es la tinta del castaño, producida por hongos oomicetos pitiales (*Phytophthora cinnamomi* Rands, 1922 y *P. cambivora* (Petri) Buisman, 1927)), que en 2010 afectaba al 10% de los castaños en la localidad berciana de Las Médulas. Esta provoca una pudrición del sistema radicular, ocasionando secado de las puntas de las ramas, amarillamiento y caída de las hojas y aborto de frutos (Moya y Moya, 2010; Aguín *et al.*, 2011; Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2018).

Por otra parte, dentro de los insectos más relevantes que atacan al castaño en El Bierzo se pueden diferenciar los causantes de daños en el fruto (carpófagos) y los causantes de daños foliares (defoliadores). Dentro de los carpófagos se encuentran 3 tortrícidos (orden Lepidoptera, familia Tortricidae): el tortrícido precoz de la castaña (*Pammene fasciana* L., 1761), que ataca a los frutos en formación para alimentarse, deteniendo el crecimiento de estos y haciendo que caigan antes de tiempo al suelo; y los tortrícidos intermedio y tardío de la castaña (*Cydia*

splendana Hübner, 1761 y *C. fagiglandana* Zeller, 1841) que se alimentan de la castaña formando galerías y dejando excrementos en ella, lo que reduce su valor comercial. Por último, un gorgojo (orden Coleoptera, familia Curculionidae); el gorgojo de las castañas (*Curculio elephas* Gyllenhal, 1836) forma galerías en el interior del fruto, dejando también excrementos y mermando la calidad y cantidad de la cosecha. En cuanto a los causantes de daños foliares, destaca la avispa del castaño (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, 1951), perteneciente al orden Hymenoptera, familia Cynipidae. Es considerada el insecto más nocivo para el castaño en el mundo, induce la formación de agallas en yemas, inflorescencias masculinas, hojas y ramillos, por lo que disminuye la actividad fotosintética de la planta. Otros defoliadores menos relevantes pero que también causan daños al castaño en la comarca berciana son, dentro del orden Lepidoptera: *Euproctis chrysorrhoea* L., 1758 y *Lymantria dispar* L., 1758 (fam. Lymantridae), *Phalera bucephala* L., 1758 (fam. Notodontidae) y *Mimas tiliae* L., 1758 (fam. Sphingidae). Por último, dentro del orden Coleoptera, familia Curculionidae: *Brachyderes lusitanicus* Fabricius, 1781, *Cneorhinus dispar* Tournier, 1876, *Phyllobius* sp. Germar, 1824 y *Trachyploeus* sp. Germar, 1817 (Núñez-Pérez, 2004; Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2018).

Los insectos constituyen más del 80% de la biodiversidad animal de los bosques y son fundamentales en el funcionamiento de los ecosistemas, ya que intervienen en todos los niveles de las redes alimentarias: descomponedores, consumidores primarios, secundarios y terciarios. La presencia o ausencia de grupos de especies determina el buen funcionamiento de un ecosistema, siendo los insectos excelentes bioindicadores para comprobar la calidad del ecosistema (Khellaf, 2015).

Así, conocer las diferentes familias de artrópodos que están asociadas al castaño y cuál es su función en este ecosistema es fundamental para generar información que pueda ser utilizada para otros estudios y en especial para reducir los problemas fitosanitarios que afectan a los sotos de castaño.

1.1 Antecedentes

A nivel comarcal se han realizado diversos estudios en torno a los castaños, como el análisis dendrológico y esfuerzo productivo en castaño (Frade Lago, 2018), el estudio genético del castaño en El Bierzo que obtiene tres grupos genéticos principales (Quintana *et al.*, 2015) y el estudio de las estaciones climáticas del castaño en España para analizar la relación entre clima y desarrollo de *Cryphonectria parasitica* en El Bierzo (Berrocal del Brío *et al.*, 2006). Incluso

se han establecido parcelas de muestreo para evaluar la gravedad de la enfermedad del chancro del castaño en el Bierzo (Tizado *et al.*, 2012). Esto es una prueba más del interés que genera la conservación de los sotos de castaño en la zona. Sin embargo, ninguno de estos trata la biodiversidad entomológica que convive con ellos, aunque por parte de la Universidad de León se han realizado varios estudios sobre los insectos productores de plagas que afectan a este árbol, desarrollándose un proyecto de los daños producidos por plagas en los castañares de El Bierzo (Núñez-Pérez *et al.*, 2004), y publicándose varios posters para congresos de entomología como las curvas de vuelo de perforadores de castañas en la zona oriental de El Bierzo (Robles *et al.*, 1999), el estudio del agusanado tardío de las castañas producido por *C. elephas* y *C. splendana* en la comarca de El Bierzo (Tizado y Núñez-Pérez, 2010) y la discusión sobre qué especie es más importantes en el agusanado tardío de las castañas (Tizado y Núñez-Pérez, 2013).

A nivel nacional sí que se dispone de estudios sobre la biodiversidad de artrópodos en España que aportan información sobre el número de especies y sus regiones geográficas (Ortuño y Martínez-Pérez, 2011) y otros más concretos como los grupos tróficos que habitan el suelo de diferentes tipos de bosques en Navarra (Hernandez *et al.*, 1988). A pesar de esto, ninguno se centra en el estudio concreto de la biodiversidad entomológica de los sotos de castaño.

Por el contrario, fuera de España sí que se ha dedicado una tesis al estudio exhaustivo de la diversidad y estructura entomológica en los castañares, concretamente en el Parque Nacional de Chréa (Blida-Argelia), para obtener información acerca de la biodiversidad del castaño y los riesgos de migración e infestación de diversas plagas de otras fagáceas (Khellaf, 2015).

Queda patente que en la actualidad no se ha realizado ningún estudio sobre la biodiversidad entomológica que habita los castaños en España, y menos aún a nivel comarcal. Es por ello y por la importante repercusión económica y cultural de esta especie en El Bierzo por lo que se ha realizado el presente Trabajo de Fin de Grado.

1.2 Objetivos

El objetivo principal de este estudio es establecer los grupos funcionales de artrópodos que viven sobre el castaño en los sotos bercianos, para así tener una visión global de la biodiversidad funcional entomológica que hay en los sotos. Para ello, los objetivos secundarios son:

- Estimar la biodiversidad de artrópodos mediante la identificación de los principales grupos de insectos observados hasta el nivel taxonómico de familia.

- Agrupar las diferentes familias en grupos funcionales según su alimentación preferente.
- Analizar las principales variables que intervienen en los tipos de muestreo utilizados.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Para estimar la biodiversidad se han desarrollado tres tipos de muestreo diferentes que se han llevado a cabo en varias zonas de la comarca, y se ha optado por el estudio de la estructura funcional de las capturas. Esta visión, además de tratar el aspecto taxonómico (en este caso hasta nivel de familia), involucra el aspecto comunitario, es decir, la forma en que los organismos hacen uso de los recursos y, por tanto, las funciones que desempeñan en el ecosistema (Mendoza Moreno, 2021).

2.1 Área de estudio

Las zonas de estudio escogidas se ubican en la comarca de El Bierzo (León). La distribución espacial del castaño en El Bierzo, en términos generales, es circular en torno a las zonas centrales de la comarca, abarcando altitudes entre los 500 y 1000 m. La mayoría de los sotos bercianos poseen una estructura de monte alto con fracción de cabida cubierta del 70% y debido a su antiguo uso tradicional para aprovechamiento simultáneo de madera y fruto, los árboles no poseen el porte más óptimo para el aprovechamiento exclusivo de la castaña, debiendo ser más bajos y con copas más abiertas para permitir una mayor insolación. Cabe destacar también que los sotos de castaño en la comarca se caracterizan por poseer una estructura de propiedad ultraminifundista (Fernández-Manso *et al.*, 2010).

Debido a la distribución espacial y estructura citadas anteriormente se escogieron 8 parcelas pertenecientes a diferentes propietarios en las siguientes localizaciones cercanas a Ponferrada: Pradela, Trabadelo, Barjas, Médulas, Orellán, Priaranza del Bierzo, Noceda del Bierzo y Folgoso de la Ribera. La ubicación exacta de las parcelas se representa en la Figura 1.

Cabe destacar que para que las parcelas fueran lo más homogéneas posible la elección de estas se realizó en base a dos criterios:

- Los rodales de castaño son sotos en producción de árboles adultos o pies mayores de 7,5 cm de DAP (diámetro a la altura del pecho).
- La separación mínima entre pies es de 10 m, lo cual permite el buen desarrollo de las copas.

A modo de ejemplo del tipo de parcelas seleccionadas se muestra en la Figura 2 una vista aérea de la parcela Barjas y sus límites.

MAPA DE LOCALIZACIÓN DE LAS PARCELAS DE MUESTREO

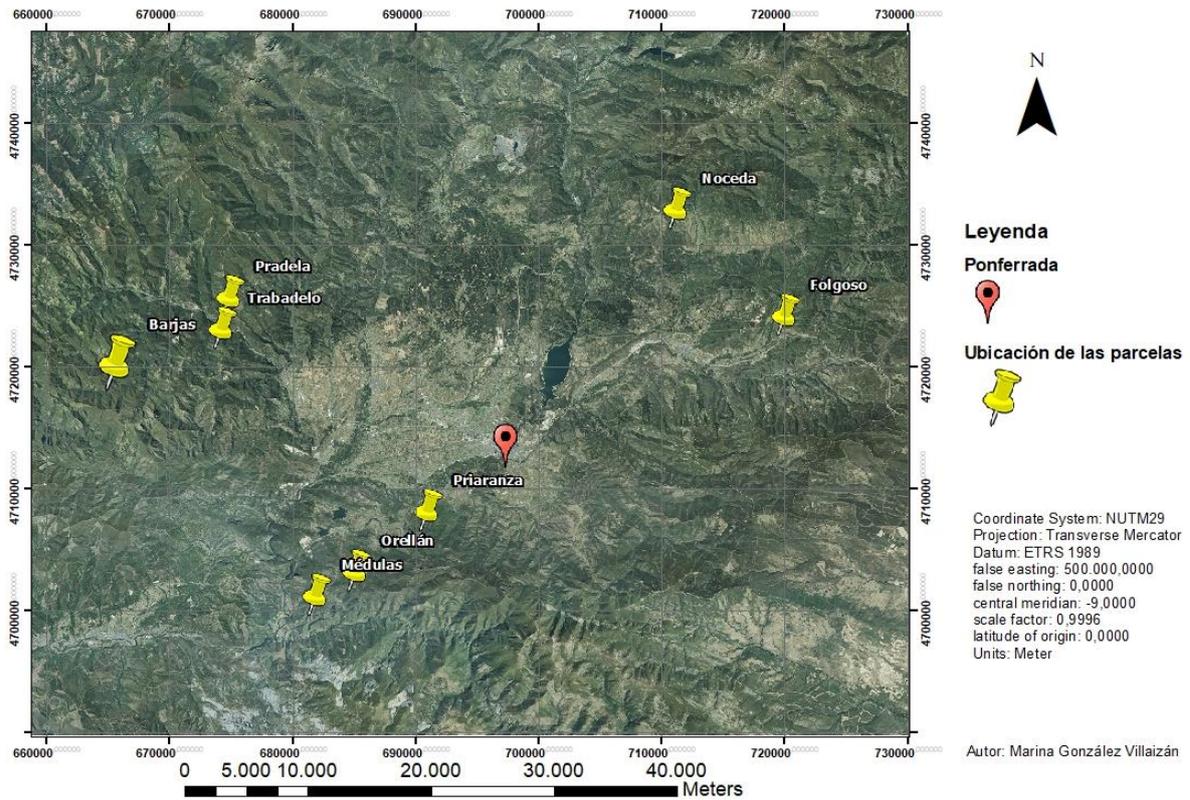


Figura 1. Mapa de localización de las parcelas de muestreo en El Bierzo (León). A partir de la ortofoto PNOA-2020 (Instituto Geográfico Nacional). Realizado con ArcGis Desktop 10.8.1. Fuente: elaboración propia.

MAPA DE LOS LÍMITES DE LA PARCELA BARJAS

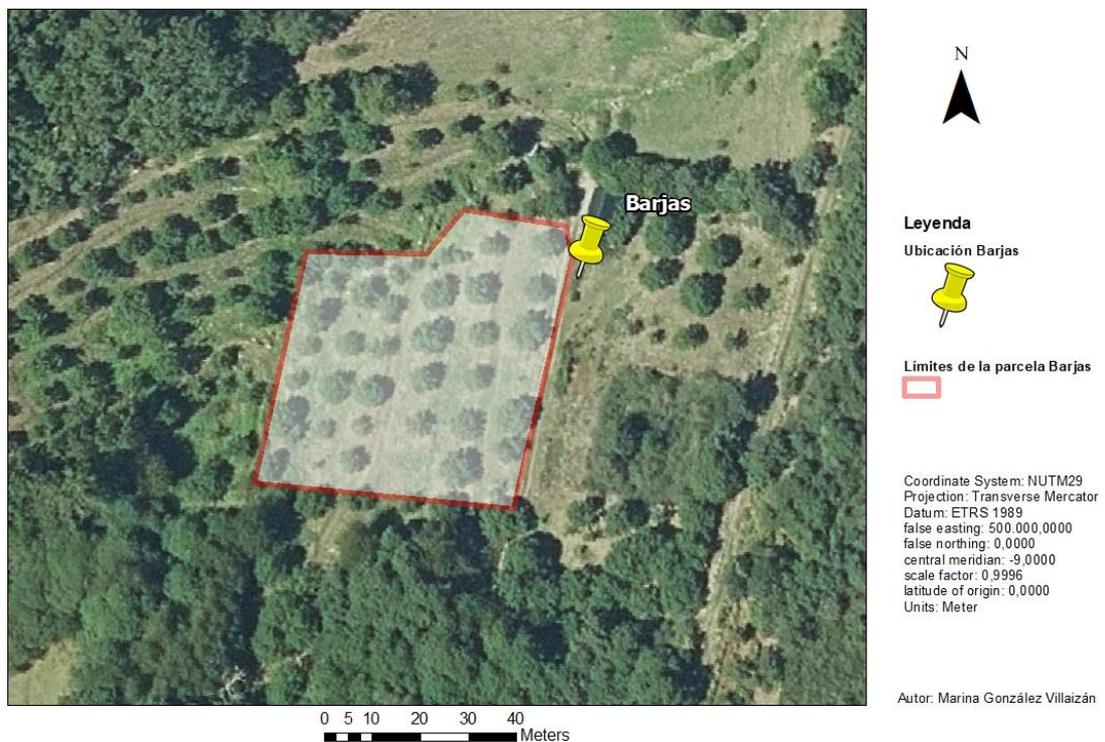


Figura 2. Mapa de los límites de la parcela Barjas en el Noroeste de El Bierzo, León. A partir de la ortofoto PNOA-2020 (Instituto Geográfico Nacional). Realizado con ArcGis Desktop 10.8.1. Fuente: elaboración propia.

2.2 Diseño experimental

La recolección de muestras se realizó en septiembre, octubre y noviembre de 2021 en las diferentes localizaciones. Cada parcela fue muestreada en tres ocasiones:

- Muestreo 1: durante la segunda quincena de septiembre.
- Muestreo 2: durante la segunda quincena de octubre y principios de noviembre.
- Muestreo 3: durante la segunda quincena de octubre.

Los muestreos 1 y 2 se realizaron para recoger muestras de los artrópodos presentes en la superficie aérea de los árboles y el muestreo 3 para recoger castañas y ver la presencia de carpófagos en su interior.

Cabe destacar que al llegar a cada parcela se eligieron tres árboles al azar en los que realizar los muestreos, siendo diferentes árboles en cada muestreo.

2.3 Métodos de muestreo

Se siguieron tres metodologías diferentes para la recolección de artrópodos: observación directa, embolsamiento y recolección de erizos. Las dos primeras complementarias para muestrear diferentes órdenes de artrópodos. La tercera metodología es específica para la recolección de carpófagos de la castaña.

2.3.1 Observación directa

La observación directa consistió en la inspección minuciosa durante 30 minutos de cada uno de los tres árboles seleccionados en cada parcela. Se observaron las hojas, flores o frutos y corteza del árbol, así como los rebrotes. Mediante pincel impregnado con alcohol de 70 % se capturaron los artrópodos detectados y se conservaron en tubos de plástico. Además, también se recogieron en evolucionarios las hojas con presencia de larvas para esperar hasta la emergencia del adulto y posterior identificación, como se ve en la Figura 3.



Figura 3. Captura de larva de lepidóptero en evolucionario mediante el método de observación directa.

2.3.2 Embolsamiento

El embolsamiento se realizó posteriormente a la observación directa. Para este método se utilizaron bolsas de plástico transparentes (120 x 90 cm) y se eligieron al azar tres ramas de cada árbol con orientaciones diferentes, es decir nueve ramas por parcela. Cada rama fue embolsada cerrando el cuello de la bolsa alrededor de la misma y después sacudiéndola levemente para facilitar la caída de artrópodos en la bolsa como se muestra en la Figura 4. Las bolsas fueron cerradas inmediatamente una vez terminado el proceso para ser trasladadas al laboratorio, donde se procedió a extraer de ellas los artrópodos de manera segura y almacenarlos en tubos de plástico con alcohol de 70 %.



Figura 4. Procedimiento de muestreo por embolsamiento en la parcela Orellán.

2.3.3 Recolección de erizos

Para evaluar la presencia de artrópodos carpófagos se muestrearon los erizos con las castañas en su interior. El muestreo se realizó durante la semana 40-41, es decir, cuando el fruto está ya completamente formado y los erizos abiertos. Se muestrearon tres árboles aleatorios por parcela, recogiendo diez erizos por árbol, un total de treinta por parcela.

2.4 Método de identificación

Los individuos recolectados en las parcelas fueron transportados al laboratorio de Zoología del Campus de Ponferrada de la Universidad de León. Una vez allí, por medio de claves taxonómicas y un estereoscopio se identificaron hasta nivel de familia; excepto los de la clase Arachnida y Diplopoda, de los cuales solo se identificó hasta el orden o subclase por su dificultad y por no ser determinante para identificar su grupo funcional.

La identificación del material procedente de observación directa y embolsamiento se llevó a cabo usando los siguientes documentos: Chinery, M. (1997) Guía de campo de los insectos de España y de Europa. 5.ª ed. Barcelona: Ediciones Omega S.A y Barrientos, J. A. (1988) Bases para un curso práctico de Entomología. Salamanca: Asociación española de Entomología.

Además de los apuntes de la asignatura Zoología y Entomología Forestal de la titulación del Doble Grado en Ciencias Ambientales e Ingeniería Forestal y del Medio Natural: Tizado Morales, E.J. y Núñez-Pérez, E. (2016) Zoología Forestal: Guía visual para estudiantes. 1.ªed. Ponferrada: Emilio Jorge Tizado Morales.

En la Figura 5 se puede observar la identificación de familias llevada a cabo mediante estereoscopio.



Figura 5. Vista al estereoscopio durante la identificación de familias. 1) Hymenoptera 2) Diptera 3) Dermaptera.

La identificación de carpófagos se realizó también en laboratorio. Con un cuchillo se realizó en cada castaña un corte transversal y otro longitudinal para observar adecuadamente el interior. Se observaron tres estados diferentes de la castaña:

- Castaña con larva: se observaron los individuos a la lupa para determinar la familia (Figura 6).
- Castaña con agujero de salida y sin larva: se observaron los excrementos presentes en las galerías para identificar la familia. Si estos estaban unidos por sedas se asociaron a individuos de la familia Tortricidae (orden Lepidoptera). Si por el contrario se encontraban sueltos, pertenecían a un ejemplar de la familia Curculionidae (orden Coleoptera).
- Castaña sana.



Figura 6. Vista a la lupa durante la identificación de carpófagos. Larvas de Tortricidae.

2.5 Método de codificación

Para la minuciosa clasificación de los individuos se ha desarrollado un código que permite identificar en qué fecha y parcela se recolectó cada muestra, el tipo de muestreo y a qué orden y familia pertenece.

Los dos primeros dígitos representan el nº de la parcela (01,02,...08), el tercero si se trata de muestreo en los árboles (f) o de los carpófagos en los frutos recolectados (c), el cuarto y quinto el número de muestreo (01, 02), el sexto si la técnica de muestreo fue por observación directa (D), por embolsamiento (B) o recolección de erizos (E). Los cuatro últimos dígitos hacen referencia a la identificación taxonómica realizada, es decir al orden y familia al que pertenece cada individuo respectivamente.

2.6 Método de análisis

Para realizar un análisis de los métodos de muestreo utilizados, las dos fechas diferentes de recolección en árboles y las diferencias entre parcelas se ha usado el método de Chi-cuadrado. De esta forma se analizará la distribución de las frecuencias observadas frente a las esperadas (Sokal y Rohlf, 1979).

Para este método se han agrupado las familias en clases según el grupo funcional al que pertenecen. Obteniéndose seis clases diferentes.

Concretamente, en el análisis entre parcelas de muestreo, se ha decidido agrupar estas en tres grandes zonas en función de sus ubicaciones, para así tener una visión espacial más general de lo que se ha encontrado en la comarca. Las zonas resultantes fueron las siguientes:

- Zona Noroeste: Barjas, Pradela y Trabadelo.
- Zona Sur: Priaranza del Bierzo, Médulas y Orellán.
- Zona Noreste: Noceda del Bierzo y Folgoso de la Ribera.

En el análisis de carpófagos no se ha realizado la misma prueba porque de cada parcela se recolectó un número de castañas diferentes, debido a que el número de frutos por erizos es variable. Se ha comparado el porcentaje y tipo de carpófagos por parcela y por zona.

2.7 Grupos funcionales

Una vez identificadas las familias, estas se han asociado a 6 grupos funcionales diferentes según los hábitos de alimentación de cada familia. Se enumeran a continuación los grupos funcionales determinados y una breve descripción para entender lo que se ha englobado en ellos.

- **Detritívoros:** organismos descomponedores que se alimentan de materia orgánica muerta, incluidos tejidos vegetales, animales, microbios muertos, heces, productos secretados, excretados o exudados por organismos (detritos). Dentro de este grupo se engloban los descomponedores de restos vegetales, los coprófagos (descomponedores de excrementos) y necrófagos (descomponedores de cadáveres) (Galante y Marcos-García, 1997; Moore *et al.*, 2004).

Dentro de los animales descomponedores, los artrópodos son el grupo más abundante e importante, pues actúan en la fase inicial de fragmentación de restos orgánicos. Son fundamentales para reciclar toda la energía que no ha sido usada por productores y consumidores y que esta vuelva al ecosistema. (Galante y Marcos-García, 1997).

- **Fitófagos:** herbívoros que aprovechan diversas partes de las plantas. Dentro de los fitófagos se diferencian varios tipos en función de la parte de la planta que aprovechen: los que consumen tejidos vegetales (defoliadores, xilófagos y minadores) y los que consumen fluidos vegetales (suctores); estos últimos pueden generar o no la aparición de agallas en la planta.

Son un eslabón muy importante en la cadena trófica debido a su gran diversidad y abundancia, pues la cantidad de insectos parasitoides y depredadores es una consecuencia directa de la abundancia de estos (Pérez-Contreras, 1999).

- **Depredadores:** organismos de vida libre durante todo su ciclo vital que para completar su desarrollo requieren varias presas, a las cuales siempre matan. Normalmente suelen tener un tamaño superior a su presa. Se distinguen tres tipos de depredadores en función de cómo practiquen la captura: depredadores de caza activa (buscan a su presa), depredadores de caza pasiva (esperan a que una presa se ponga a su alcance) y depredadores que usan trampas para capturar a su presa. Cabe destacar que los artrópodos pueden practicar una distinta estrategia de caza en función del estado de desarrollo en el que se encuentren (Sánchez-Ruiz *et al.*, 1997).

Los depredadores son fundamentales para el equilibrio del ecosistema por el tipo de control natural que ejercen (control biológico): regulan las densidades poblacionales de las especies a las que atacan (Sánchez-Ruiz *et al.*, 1997).

- **Parasitoides:** insectos que en su estado inmaduro se desarrollan y alimentan en el interior o sobre el cuerpo de otro insecto denominado hospedador causándoles la muerte, o bien se desarrollan en los huevos de este. Por norma general son más pequeños que el hospedador. Los estados adultos presentan vida libre y no ejercen el parasitoidismo, pero es la hembra adulta la que buscando activamente encuentra y selecciona el hospedador. Los parasitoides se clasifican en dos grupos: ectoparasitoides (se alojan y alimentan en el exterior del hospedador) y endoparasitoides (se alojan y alimentan en el interior del hospedador). Aunque también hay más clasificaciones en función del número de individuos que emergen, estrategia de desarrollo que usan y estado del hospedador (Sánchez-Ruiz *et al.*, 1997; Manuel Carballo, 2002).

Al igual que los depredadores, los parasitoides son un agente de control biológico indispensable en el control de las poblaciones de las especies que parasitoidizan, siendo los enemigos naturales más usados en el control de plagas de insectos (Manuel Carballo, 2002).

- **Micófagos:** organismos que se alimentan de alguna estructura fúngica, ya sea micelio, cuerpo fructífero o esporas. Se incluyen aquí los fungívoros primarios (asociación de insecto al hongo obligada) y los fungívoros secundarios (asociación no del todo dependiente) (Amat-García *et al.*, 2004).
- **Omnívoros:** artrópodos con régimen alimenticio mixto, capaces de ser herbívoros y alimentarse ocasionalmente de presas o viceversa. Su organismo está adaptado a digerir tantos alimentos de origen vegetal como animal. Es por ello por lo que poseen un gran nivel de adaptación al ecosistema, lo que les permite prolongar su supervivencia (Atlas Animal, 2021).

3. RESULTADOS

Durante los muestreos se capturaron 1072 artrópodos. De este total, 671 pertenecen a la clase Insecta, 394 a Arachnida y 7 a Diplopoda.

En cuanto a la clase Insecta, se han identificado doce órdenes diferentes: Hemiptera, Hymenoptera, Diptera, Psocoptera, Lepidoptera, Neuroptera, Blattodea, Coleoptera, Dermaptera, Plecoptera, Trichoptera y Orthoptera. Dentro de cada orden se ha llegado hasta el nivel taxonómico de familia como se recoge en las Tablas 1–7, identificándose un total de 54 familias diferentes de insectos.

Cabe destacar que por la gran complejidad de los órdenes Hymenoptera, Diptera y Psocoptera y la limitación de tiempo, varios individuos no han podido llegar a ser identificados hasta el taxón requerido. En cuanto a los himenópteros, los 31 individuos no identificados pertenecen al infrorden Parasítica, por lo que se han podido asociar igualmente a un grupo funcional concreto. Por otra parte, los 13 dípteros encontrados que no han podido ser asignados a ninguna familia en concreto se han excluido de los análisis por ser un orden con gran diversidad funcional y no poder concretar por su morfología el grupo funcional al que pertenecen. Por último, los psocópteros que no han sido enlazados con ninguna familia se encontraban en estado ninfal con alas muy reducidas, precisamente el carácter usado para su identificación. Aun así, se han podido asociar a un grupo funcional por su orden.

Sobre los pertenecientes a la clase Arachnida, muy complejos también, se ha llegado a tres grupos que no llegan a ser el taxón familia: subclase Acari, orden Aranea y orden Opiliones. Lo cual tampoco compromete su asociación a los grupos funcionales.

Por último, los 7 diplópodos encontrados pertenecen al orden Julida.

3.1 Grupos funcionales

Se muestra a continuación en las Tablas 1-7 la clasificación que resulta de agrupar las familias en seis grupos funcionales según sus hábitos alimenticios.

Tabla 1. Capturas que pertenecen al grupo funcional 1: detritívoros.

GRUPO FUNCIONAL 1: DETRITÍVOROS		
ORDEN	FAMILIA	CAPTURAS
Coleoptera	Scarabeidae	1
Coleoptera	Staphylinidae	1
Diptera	Bibionidae	1
Diptera	Heleomyzidae	2
Diptera	Phoridae	9
Diptera	Scatopsidae	12
Diptera	Sciaridae	39
Diptera	Sphoeroceridae	1
Diptera	Trichoceridae	7
Julida	No determinado	7

Tabla 2. Capturas que pertenecen al grupo funcional 2: fitófagos.

GRUPO FUNCIONAL 2: FITÓFAGOS		
ORDEN	FAMILIA	CAPTURAS
Coleoptera	Chrysomelidae	20
Coleoptera	Curculionidae	16
Coleoptera	Ptinidae	2
Diptera	Agromyzidae	7
Diptera	Cecidomyiidae	9
Diptera	Tephritidae	1
Diptera	Tipulidae	1
Hemiptera	Aphididae	15
Hemiptera	Aphrophoridae	2
Hemiptera	Cercopidae	2
Hemiptera	Cicadellidae	50
Hemiptera	Cicadidae	1
Hemiptera	Coreidae	12
Hemiptera	Lygaeidae	11
Hemiptera	Miridae	3
Hemiptera	Pentatomidae	20
Hemiptera	Psyllidae	3
Lepidoptera	Geometridae	1
Lepidoptera	Noctuidae	2
Lepidoptera	Pterophoridae	2

Tabla 3. Capturas que pertenecen al grupo funcional 3: depredadores.

GRUPO FUNCIONAL 3: DEPREDADPRES		
ORDEN	FAMILIA	CAPTURAS
Acari	No determinado	36
Aranea	No determinado	351
Coleoptera	Carabidae	3
Coleoptera	Coccinellidae	15
Diptera	Empididae	7
Diptera	Sciomyzidae	1
Hemiptera	Nabidae	1
Neuroptera	Chrysopidae	38
Neuroptera	Hemerobiidae	2
Orthoptera	Tettigoniidae	2
Plecoptera	Leuctridae	5
Plecoptera	Nemouridae	1
Trichoptera	Glossosomatidae	1

Tabla 4. Capturas que pertenecen al grupo funcional 4: parasitoides.

GRUPO FUNCIONAL 4: PARASITOIDES		
ORDEN	FAMILIA	CAPTURAS
Diptera	Conopidae	1
Diptera	Tachinidae	4
Hymenoptera	Braconidae	55
Hymenoptera	Diapriidae	17
Hymenoptera	Ichneumonidae	15
Hymenoptera	Torymidae	9
Hymenoptera	No determinado	31

Tabla 5. Capturas que pertenecen al grupo funcional 5: micófagos.

GRUPO FUNCIONAL 5: MICÓFAGOS		
ORDEN	FAMILIA	CAPTURAS
Diptera	Mycetophilidae	3
Psocoptera	Ectopsocidae	108
Psocoptera	Stenopsocidae	10
Psocoptera	Trichopsocidae	5
Psocoptera	No determinado	7

Tabla 6. Capturas que pertenecen al grupo funcional 5: omnívoros.

GRUPO FUNCIONAL 6: OMNÍVOROS		
ORDEN	FAMILIA	CAPTURAS
Blattodea	Blattidae	6
Dermaptera	Forficulide	9
Diptera	Chironomidae	19
Hymenoptera	Formicidae	30
Opiliones	No determinado	7

Tabla 7. Capturas que no han podido incluirse en un grupo funcional determinado.

GRUPO FUNCIONAL NO DETERMINADO		
ORDEN	FAMILIA	CAPTURAS
Diptera	No determinado	13

En la Figura 7 se muestra un gráfico de la proporción que supone cada grupo funcional en el estudio después de haber clasificado todas las familias. El mayor porcentaje lo ocupan los depredadores con un 44%, seguidos de fitófagos (17%), micófagos (13%), parasitoides (11%), detritívoros (8%) y omnívoros (7%) respectivamente.

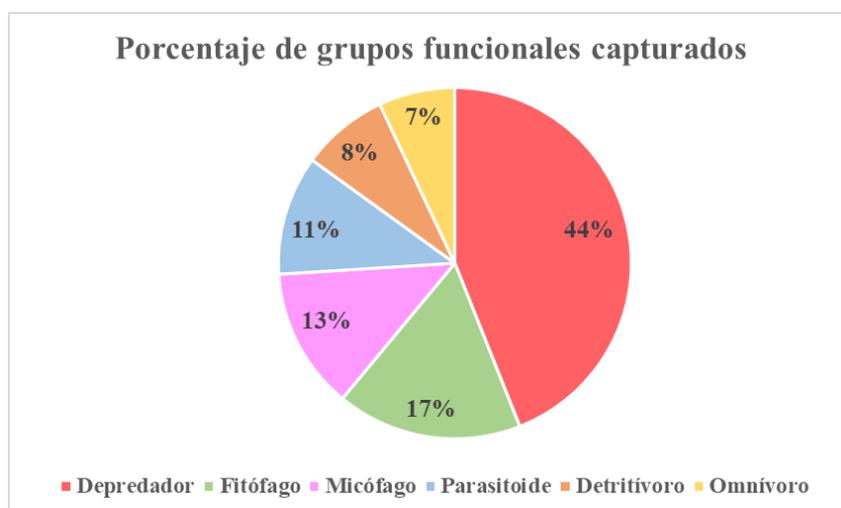


Figura 7. Gráfico del porcentaje de grupos funcionales capturados.

3.2 Análisis muestreros

En los siguientes subapartados se muestran los resultados de los análisis realizados para los tipos, las fechas y las zonas de muestreo; además de los carpófagos.

3.2.1 Tipo de muestreo

En el análisis entre tipos de muestreo utilizados, la Xi-cuadrado obtenida fue de 122,66. Asumiendo 5 grados de libertad y un error del 5%, el valor crítico para comparar el resultado es de 11,07. Como $122,66 > 11,07$ no existe igualdad entre muestreos y las variables embolsamiento y observación directa son independientes, es decir, los métodos de muestreo capturaron distinta proporción de grupos funcionales. En la Tabla 8 se muestra este análisis.

Tabla 8. Análisis Xi-cuadrado para tipos de muestreo.

G. FUNCIONAL	% Capturas		Xi-2
	Embolsamiento	O. Directa	
Depredador	51,41 (401)	22,22 (62)	40,04
Detritívoro	6,41 (50)	10,75 (30)	5,13
Fitófago	14,49 (113)	24,01 (67)	10,97
Omnívoro	3,97 (31)	14,34 (40)	32,91
Micófago	14,49 (113)	7,17 (20)	8,76
Parasitoide	9,23 (72)	21,51 (60)	24,84
Xi-2	32,32	90,35	122,66

Estos resultados confirman la gran diferencia que existe entre los dos muestreos, aunque ambos estén diseñados para capturar artrópodos en la parte aérea del castaño. Entonces, cabe plantearse si es interesante usarlos de forma complementaria o quedarse solamente con uno. Si se observa la Figura 8 se puede ver que el 74% de las capturas de artrópodos se consiguieron con el embolsamiento, por lo que este método permite obtener una muestra mayor. Sin embargo, en la Figura 9 donde aparece el porcentaje de grupos funcionales capturado en cada tipo de muestreo y a pesar de la menor muestra recolectada por observación directa, el 56% de los omnívoros fueron capturados mediante este método, siendo el único grupo funcional que supera en porcentaje a las capturas por embolsamiento. Por esto último, podría ser interesante mantener este método para que complemente al embolsamiento.

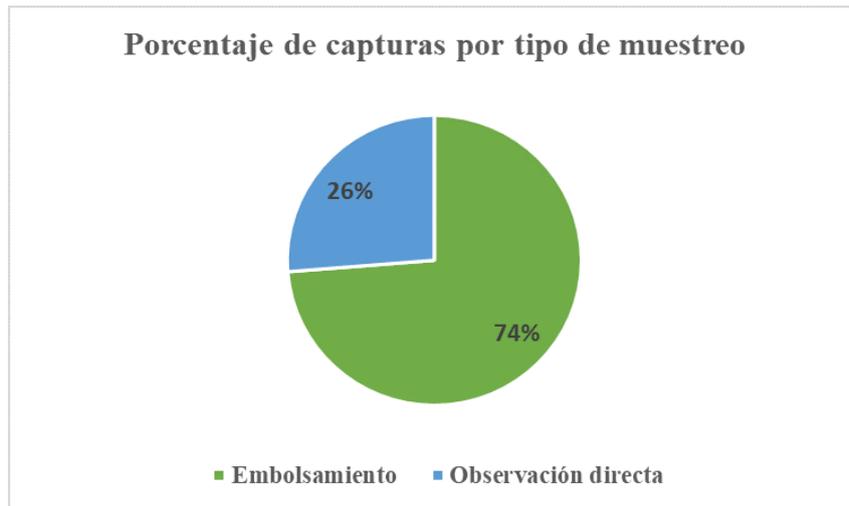


Figura 8. Gráfico de porcentajes de captura según el muestreo utilizado.

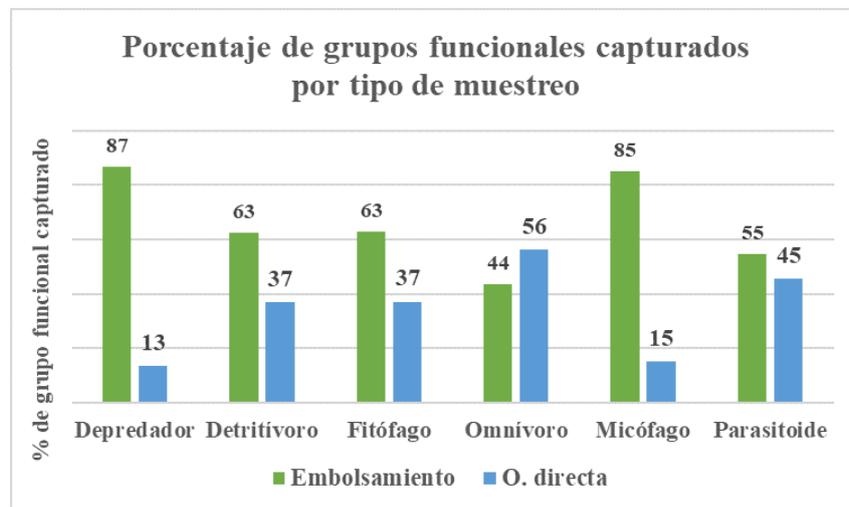


Figura 9. Gráfico de los porcentajes de grupos funcionales capturados por cada tipo de muestreo.

3.2.2 Fecha de muestreo

En el análisis entre fechas de los muestreos 1 y 2, la Xi-cuadrado obtenida fue de 65,06. Asumiendo 5 grados de libertad y un error del 5%, el valor crítico para comparar el resultado es de 11,07. Como $65,06 > 11,07$ no se puede asumir igualdad entre fechas de muestreos, es decir, se han capturado distinta proporción de grupos funcionales en cada muestreo. En la Tabla 9 se muestra este análisis.

Tabla 9. Análisis Xi-cuadrado para fechas de muestreo.

G. FUNCIONAL	% Capturas		Xi-2
	Muestreo 1	Muestreo 2	
Depredador	44,58 (189)	43,15 (274)	0,12
Detritívoro	5,19 (22)	9,13 (58)	5,24
Fitófago	22,41 (95)	13,39 (85)	12,17
Omnívoro	7,31 (31)	6,30 (40)	0,39
Micófago	4,25 (18)	18,11 (115)	38,92
Parasitoide	16,27 (69)	9,92 (63)	8,23
Xi-2	39,01	26,05	65,06

La diferencia de capturas entre fechas de muestreo era esperable debido a que entre muestreos se produjo la entrada del otoño. Esto conllevó un aumento de precipitaciones durante el mes de octubre (60,9 mm) en comparación con el mes de septiembre (41,1 mm) y una disminución de 7°C en la temperatura media respectivamente (Meteo Solana, 2021). Además de que comenzó el marchitamiento y caída de las hojas en los castaños.

En cuanto a las Xi-cuadrado obtenidas entre filas, es decir comparando cada grupo funcional individualmente según el muestreo utilizado, se han obtenido valores críticos en los grupos: detritívoro, fitófago, micófago y parasitoide. Pues los valores de sus Xi-cuadrado son superiores al valor crítico 3,84 (1 grado de libertad y 5% error), y no se puede asumir igualdad en lo recogido en los muestreos. Sin embargo, sí se aprecia igualdad en depredadores y omnívoros.

A continuación, se comenta el porqué de los valores obtenidos en cada grupo funcional, partiendo de la base de que la abundancia de insectos es una variable que está continuamente fluctuando en consecuencia de factores abióticos (climáticos y otros) y bióticos (enemigos naturales) (Vázquez *et al.*, 2008).

- **Detritívoros:** la mayor abundancia de detritívoros en el segundo muestreo puede deberse a la mayor cantidad de detritos, pues hay más materia vegetal muerta (en octubre y noviembre la mayoría de las hojas de los castaños estaban ya agostadas y cayendo). Por lo que los detritívoros presentan más movilidad para alimentarse.
- **Fitófagos:** la menor abundancia de este grupo entrado el otoño se debe a que la disponibilidad de recursos es una variable que influye directamente sobre el tamaño de las poblaciones de fitófagos, siendo la calidad de los tejidos de la planta hospedadora determinantes en la abundancia y riqueza de especies de insectos. Los carbohidratos y

compuestos nitrogenados son factores limitantes esenciales para los insectos y la relación que existe entre la producción fotosintética de la hoja y su contenido en nitrógeno (por unidad de área foliar) es lineal. Por tanto, el nitrógeno foliar puede determinarse en función del contenido relativo de clorofila en las hojas (Sousa-Souto *et al.*, 2018). Así pues, durante el primer muestreo en septiembre las hojas de los castaños presentaban tonalidades verdes brillantes (mayor contenido en clorofila), mientras que en el segundo muestreo algunas hojas se mostraban ya agostadas y con tonalidades marrones (menor clorofila) por la llegada del otoño. Puede concluirse entonces que durante el segundo muestreo las hojas presentaban menor contenido en nitrógeno, que indica una menor calidad nutricional a los herbívoros, lo que se traduce en menor abundancia y diversidad de insectos fitófagos en el árbol.

- **Micófagos:** el número de micófagos capturados es el que más ha variado de todos los valores ($\chi^2 = 38,92$). El gran aumento de micófagos con la llegada del otoño se debe al cambio en las condiciones climáticas, que se vuelven más favorables para los hongos. El aumento de la precipitación durante octubre aumentó la humedad y una mayor humedad fomenta la abundancia y riqueza de hongos que crecen sobre las superficies de la planta (Telley *et al.*, 2002).
- **Parasitoides:** la disminución de parasitoides se puede justificar debido a la menor cantidad de fitófagos respecto al primer muestreo; por tanto, los parasitoides disponían de menor número de hospedadores. Además, los parasitoides solo tienen una fase activa buscando presas potenciales (la fase adulta de las hembras) y son monófagos, por lo que, si no disponen de la especie concreta que parasitoidicen, su número disminuirá inevitablemente. También es resaltable que estos insectos en fase adulta es frecuente que presenten hábitos fitófagos, como el néctar de flores, aunque muchas veces la alimentación de estos es desconocida (Sánchez-Ruiz *et al.*, 1997). Por tanto, no son tan activos como los depredadores y los hábitos herbívoros de algunos adultos han podido influir también en un menor número de capturas durante el segundo muestreo.
- **Depredadores:** los depredadores, como la definición del mismo grupo indica, están obligados a tener comportamientos de búsqueda para encontrar presas (Sánchez-Ruiz *et al.*, 1997). Además, su polifagia hace que estén más adaptados a las variaciones que pueda haber en el ecosistema (Agustí y Gabarra, 2009). Es por estas causas por lo que no se aprecian diferencias significativas entre fechas de muestreo, pues tienen que mantenerse activos para poder alimentarse y disponen de un amplio abanico de posibles presas.

- **Omnívoros:** la gran capacidad adaptativa de los omnívoros en cuanto a la alimentación podría ser la causa de la poca variación en su abundancia respecto a las dos fechas de muestreo. Pues consumir una gran variedad de alimentos hace que estos no dependan de un solo tipo que pueda verse mermado en cualquier momento en el ecosistema (Raubenheimer y Jones, 2006).

3.2.3 Zona de muestreo

En el análisis entre las tres zonas de muestreo la Xi-cuadrado obtenida fue de 51,55. Asumiendo 5 grados de libertad y un error del 5%, el valor crítico para comparar el resultado es de 11,07. Como $51,55 > 11,07$ no existe igualdad entre zonas de muestreo. En la Tabla 10 se muestra este análisis.

Tabla 10. Análisis Xi-cuadrado para zonas de muestreo.

G. FUNCIONAL	% Capturas			Xi-2
	Zona NW	Zona NE	Zona S	
Depredador	36,84 (161)	53,92 (117)	45,68 (185)	10,24
Detritívoro	8,70 (38)	6,91 (15)	6,67 (27)	1,29
Fitófago	18,54 (81)	20,74 (45)	13,33 (54)	5,59
Omnívoro	6,41 (28)	4,15 (9)	8,40 (34)	3,90
Micófago	18,54 (81)	3,69 (8)	10,86 (44)	26,96
Parasitoide	10,98 (48)	10,60 (23)	15,06 (61)	3,57
Xi-2	19,35	23,39	8,82	51,55

Esta diferencia obtenida era esperable y es justificable debido a las diferentes ubicaciones de las parcelas, pues las tres zonas de muestreo están alejadas unos 30 km entre sí y presentan variaciones como la cantidad de precipitaciones que recibe cada zona.

En cuanto a las Xi-cuadrado obtenidas entre filas, comparando cada grupo funcional individualmente según zonas, se han obtenido valores críticos en los grupos: depredador y micófago. Pues los valores de sus Xi-cuadrado son superiores al valor crítico 5,99 (2 grado de libertad y 5% error) y existen diferencias en lo recolectado por zonas en estos dos grupos.

En los valores obtenidos de micófgos se observa una mayor abundancia de estos en la zona Noroeste (18,54 %). Esta variable ha podido ser influida por el hecho de que una de las parcelas presentaba árboles más viejos (Trabadelo), lo que aumentaría el número de hongos presentes en la corteza de los árboles. Además, la zona Noroeste del Bierzo se caracteriza por una mayor

humedad debido a la entrada de precipitaciones del Atlántico por Galicia, y como se citó anteriormente, una mayor humedad beneficia la proliferación de hongos.

Los valores observados en depredadores presentan gran variación. En la zona Noreste aparece un porcentaje mayor de depredadores (53,92) frente a la zona Sur (45,68) y la Noroeste (36,84). Esta abundancia de depredadores parece tener una relación inversamente proporcional a la cantidad de micófgos, pues es en la zona Noreste es donde menos micófgos hay y en la Noroeste donde más.

3.3 Análisis de carpófagos

Los carpófagos observados en las castañas de cada parcela se recogen en la Tabla 11. Tras realizar los porcentajes por parcelas y zonas se ha obtenido que la zona más afectada por carpófagos es la zona Sur, con una afección total del 25,27% de las castañas, en esta zona se encuentra también la parcela más afectada, Priaranza, con un 33,33% de frutos atacados. Por el contrario, la zona menos afectada fue la Noreste (10,22%), a pesar de que la parcela menos afectada de todas fue Barjas (6,15%), que se encuentra en el Noroeste de la comarca berciana, pues al final son semejantes los porcentajes totales de afección en las dos zonas norte.

En cuanto a los dos tipos de carpófagos que presentan las castañas, se comentan a continuación las familias identificadas:

- Familia Tortricidae: destaca la presencia de tortricídeos en el Sur, con el 19,35% de las castañas presentando larvas o galerías de estos insectos.
- Familia Curculionidae: los curculiónidos también mostraron más preferencia por el Sur con un 5,91% de castañas afectadas, aunque es notable que afectan menos que los tortricídeos.

Tabla 11. Análisis de los carpófagos encontrados por parcela y zona de muestreo.

		Muestra		Curculionidae			Tortricidae			TOTAL	
		Nº castañas	Nº	% Parcela	% Zona	Nº	% Parcela	% Zona	% Parcela	% Zona	
Zona NW	Barjas	65	0	0,00		4	6,15		6,15		
	Pradela	69	3	4,35	3,24	2	2,90	7,03	7,25	10,27	
	Trabadelo	51	3	5,88		7	13,73		19,61		
Zona NE	Noceda	75	2	2,67	1,46	5	6,67	8,76	9,33	10,22	
	Folgozo	62	0	0,00		8	12,90		12,90		
Zona S	Médulas	53	6	11,32		10	18,87		30,19		
	Priaranza	69	3	4,35	5,91	33	28,99	19,35	33,33	25,27	
	Orellán	64	2	3,13		6	9,38		12,50		

Los tortrícidos atacaron el 15% de las castañas, mientras que los curculiónidos solo el 4%, como se presenta en la Figura 10. Esta mayor abundancia de la familia Tortricidae puede deberse a que son tres especies diferentes las que afectan a la castaña como se citó en la introducción: *P. fasciana*, *C. fagiglandana* y *Cydia splendana* (aunque no en la misma proporción), mientras que la única especie de la familia Curculionidae que perfora la castaña es *C. elephas*. Aun así, ya se concluyó en 2013 que solamente la especie de *C. splendana* casi triplicaba en El Bierzo las pérdidas causadas por *C. elephas* en las castañas (Tizado y Núñez-Pérez, 2013).

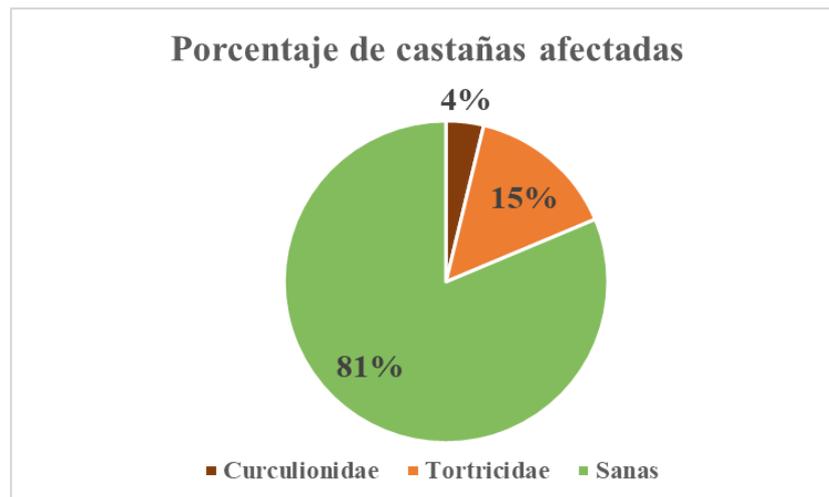


Figura 10. Gráfico del porcentaje de castañas afectadas por las distintas familias de insectos respecto a las castañas sanas.

4. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones del presente estudio son las siguientes:

1. Los artrópodos capturados pertenecen a tres clases diferentes: Insecta (63 %), Arachnida (37 %) y Diplopoda (menos del 1 %). Los insectos presentaron más de 54 familias diferentes. Es de destacar el elevado porcentaje de arácnidos capturados, a pesar de que es un grupo menos diverso que los insectos. Este dato puede ayudar a entender la preponderancia de los depredadores en los grupos funcionales.
2. Las familias identificadas se incluyen en seis tipos de alimentación preferente: detritívoros (8 %), fitófagos (17 %), depredadores (44 %), parasitoides (11 %), micófagos (13 %) y omnívoros (7%). Los depredadores son los más abundantes en este tipo de ecosistema con casi la mitad del total de artrópodos capturados; por el contrario, los omnívoros fueron los menos capturados.

3. De los dos tipos de muestreo utilizados para capturar artrópodos en la parte aérea de los castaños, el embolsamiento casi triplicó el número de capturas y presentó mayores porcentajes de captura en todos los grupos funcionales, excepto en los omnívoros.
4. Las fechas de muestreo son importantes a la hora de valorar grupos funcionales. En fechas más tempranas (muestreo 1) se capturaron más fitófagos y parasitoides, mientras que más entrado el otoño (muestreo 2) se capturaron más micófagos y detritívoros.
5. Las zonas de muestreo presentan diferencias en las capturas de grupos funcionales. Existieron variaciones en los grupos depredador y micófago. Los depredadores abundaron más en el Noreste (53,9%) y menos en el Noroeste (36,8%), y los micófagos, al contrario, abundaron más en el Noroeste (18,5%) y menos en Noreste (3,7%).
6. En el muestreo específico de erizos (muestreo 3) se capturaron dos familias de carpófagos: Tortricidae y Curculionidae. Destacan los tortricidos que afectan al 15% de las castañas recogidas, mientras que los curculiónidos aparecieron en el 4% de los frutos. La zona que más minadores de fruto presenta es la Sur (25,3% de castañas afectadas), mientras que la Noroeste y la Noreste presentaron valores similares (10,3% y 10,2% respectivamente).

5. AGRADECIMIENTOS

Este Trabajo Fin de Grado ha sido desarrollado en el marco del Proyecto *Estudio de Biodiversidad del Castaño* que está llevando a cabo la Fundación Centro de Servicios y Promoción Forestal y de su Industria de Castilla y León (CESEFOR). Es por ello que le agradezco a la fundación que me haya dado la oportunidad de participar en tan interesante proyecto durante mis prácticas de grado, y poder hacerlo también parte de mi TFG. En especial, le doy las gracias a Judit Torres Fernández, del Área Gestión Forestal y Recursos Naturales de CESEFOR, con quien compartí horas y horas de muestreo y aprendizaje.

6. REFERENCIAS

Aguín, O., Sainz, M. J., Montenegro, D. y Mansilla, J. P. (2011) "Biodiversidad e hipovirulencia de *Cryphonectria parasitica* en Europa: implicaciones para el control biológico del cancro del castaño", *Recursos Rurais*, (7), pp. 35-47.

Agustí, N. y Gabarra, R. (2009) "Puesta a punto de una cría masiva del depredador polífago *Dicyphus tamaninii* Wagner (Hemiptera: Miridae)", *Cabrils*, 35(2), pp. 205-218.

Amat-García, E. C., Amat-García, G. D. y Henao-M, L. G. (2004) "Diversidad taxonómica y ecológica de la entomofauna micófaga en un bosque altoandino de la Cordillera Oriental de Colombia", *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 28(107), pp. 223-231.

ArcGis Desktop (2020) *ArcMap (Versión 10.8.1) [Programa de ordenador]*. Lugar: ArcGis Desktop.

Atlas Animal (2021) *Insectos omnívoros*. Disponible en: <https://atlasanimal.com/insectos-omnivoros/> (Accedido: 1 de diciembre de 2022).

Berrocal del Brío, M., Villamediana pascual, J.A. y Martín Blanco, M.A. (2006) "Las estaciones climáticas del castaño, *Castanea sativa* Mill., en España", *Agricultura*, 888(1), pp. 686-690.

Carballo, M. (2002) "Manejo de insectos mediante parasitoides", *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, (66), pp. 118-122.

Chinery, M. (1997) *Guía de campo de los insectos de España y de Europa*. 5.^a ed. Barcelona: Ediciones Omega S.A.

Fernández-Manso A., ángeles Robles J., Martínez C., Nespral A., Francés O., Suárez L. y Arias R (2010) "Análisis y diagnóstico territorial del castaño en la comarca de El Bierzo (León)" en Fernández-Manso A., Martínez C. y Nespral A. (ed.) *Un futuro para el castaño: estudios sobre el castaño en la comarca de El Bierzo*. 1.^a ed. Ponferrada: Asociación A Morteira, pp. 12-51.

Frade Iago, C. (2018) *Análisis dendrológico y esfuerzo reproductivo en Castanea sativa Mill.* Trabajo Fin de Grado. Universidad de Salamanca.

Galante, E. y Marcos-García, M. Á. (1997) "Detritívoros, Coprófagos y Necrófagos", *Bol SEA*, (20), pp. 57-64.

Google (2005) *Google Earth Pro (Versión 7.3.6.9285) [Programa de ordenador]*. Disponible en: <https://google-earth-pro.updatestar.com/es> (Accedido: 15 de octubre de 2022).

Hernandez, M. A., Mateo M. D. y Jordana R. (1988) *Estudio comparativo entre grupos tróficos del suelo de cinco bosques de Navarra (tres naturales y dos de repoblaciones)*. Proyecto. Universidad de Navarra.

Higarza Núñez, V (2020) *Especies de interés forestal en la península Ibérica: el castaño (Castanea sativa)*. Trabajo Fin de Grado. Universidad de Oviedo.

- Khellaf, N (2015) *Diversité et structure entomologique en châtaigneraie du Parc National de Chr a (Blida-Alg rie)*. Tesis doctoral. Universidad de Tizi-Ouzou.
- Mendoza Moreno, L. V. (2021) *Grupos funcionales de insectos y su relación con tres hábitats con diferente disturbio, en la reserva agroecológica Santa Librada y zonas de influencia, Líbano, Tolima*. Trabajo Fin de Grado. Universidad el Bosque.
- Meteo Solana (2021) *Datos de la estación meteorológica de Ponferrada 2021*. Disponible en: <https://es.meteosolana.net/estacion/1549> (Accedido: 1 de diciembre de 2022).
- Microsoft Corp. (2017) *Microsoft Excel (Version 17.0) [Programa de ordenador]*. Lugar: Microsoft Corp.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2018) *Guía de gestión integrada de plagas: castaño*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Moore, J. C., Berlow, E. L., Coleman, D. C., de Suiter, P. C., Dong, Q., Hastings, A., Johnson, N. C., McCann, K. S., Melville, K., Morin, P. J., Nadelhoffer, K., Rosemond, A. D., Post, D. M., Sabo, J. L., Scow, K. M., Vanni, M. J. y Wall, D. H. (2004) "Detritus, trophic dynamics and biodiversity", *Ecology Letters*, 7, pp. 584-600. doi:10.1111/j.1461-0248.2004.00606.x.
- Moya B. y Moya J. (2010) "Un futuro para los castaños monumentales de El Bierzo" en Fernández-Manso A., Martínez C. y Nespral A. (ed.) *Un futuro para el castaño: estudios sobre el castaño en la comarca de El Bierzo*. 1.  ed. Ponferrada: Asociación A Morteira, pp. 110-123.
- N n ez-Pérez, E. [IP] (2004) *Estudio de los daños producidos por plagas en los castañares de El Bierzo (León) y posibilidades del uso de control biológico*. Proyecto de Investigación. Junta de Castilla y León.
- Omega S.A y Barrientos, J. A. (1988) *Bases para un curso práctico de Entomología*. Salamanca: Asociación española de Entomología.
- Ortuño, V. M. y Martínez-Pérez, F. D. (2011) "Diversidad de Artrópodos en España", en Viejo Montesinos, J. L. (ed.) *Memorias de la real Sociedad Española de Historia Natural*. pp. 235-284.
- Pérez-Contreras, T. (1999) "La especialización en los insectos Fitófagos: una regla más que una excepción", *Bol SEA*, (26), pp. 759-776.
- Quintana, J., Contreras, A., Merino, I., Vinuesa, A., Orozco, G., Ovalle, F. y Gomez, L. (2015) "Genetic characterization of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) orchards and traditional nut varieties in El Bierzo, a glacial refuge and major cultivation site in northwestern Spain", *Tree Genetics and Genomes*, 11(1). doi:10.1007/s11295-014-0826-x.
- Raubenheimer, D. y Jones, S. A. (2006) "Nutritional imbalance in an extreme generalist omnivore: tolerance and recovery through complementary food selection", *Animal Behaviour*, 71(6), pp. 1253-1262. doi:10.1016/j.anbehav.2005.07.024.

- Robles, J. M., Núñez-Pérez, E. y Tizado, E. J. (2004) *Curvas de vuelo de perforadores de castañas en la zona oriental de "El Bierzo" (León) (Lepidoptera: Tortricidae)*. Congreso nacional de entomología aplicada. VII Jornadas Científicas de la S.E.E.A.
- Romero, Á. (2013) *El control de los insectos carpófagos del castaño (Castanea sativa) en Andalucía mediante captura masiva con feromona sexual y evaluación de la actividad insecticida de hongos entomopatógenos*. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba.
- Sánchez-Ruiz, M., Fontal-Cazalla, F. M., Sánchez-Ruiz, A y López-Colón, J. I. (1997) "El uso de insectos depredadores en el control biológico aplicado", *Bol SEA*, (20), pp. 141-149.
- Sokal R. R. y Rohlf F. J. (1979) *Biometría: Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. 1.^a ed. Madrid: H. Blume Ediciones.
- Sousa-Soto, L., Bocchiglieri, A., Dias, D. M., Ferreira, A. S. y Filho, J. P. L. (2008) "Changes in leaf chlorophyll content associated with flowering and its role in the diversity of phytophagous insects in a tree species from a semiarid Caatinga", *PeerJ*, 6. doi: 10.7717/peerj.5059.
- Talley, S. M., Coley, P. D. y Kursar, T. A. (2002) "The effects of weather on fungal abundance and richness among 25 communities in the Intermountain West", *BMC Ecology*, 2(7). doi:10.1186/1472-6785-2-7.
- Tizado, E. J. y Núñez-Pérez, E. (2010) *Estudio del agusanado tardío de las castañas producido por Curculio elephas (Col., Curculionidae) y Cydia splendana (Lep., Tortricidae) en la comarca de El Bierzo (León, España)*. XIV Congreso Ibérico de Entomología.
- Tizado, E. J. y Núñez-Pérez, E. (2013) *¿Qué especie es más importante en el "agusando tardío de las castañas"? Cydia splendana (Hübner) o Curculio elephas (Gyllenhal)*. XXX Jornadas de la Asociación española de Entomología.
- Tizado, E. J. y Núñez-Pérez, E. (2016) *Zoología Forestal: Guía visual para estudiantes*. 1.^aed. Ponferrada: Emilio Jorge Tizado Morales.
- Tizado, E. J., Terrón, A. y Núñez-Pérez, E. (2012) "A methodology to evaluate disease severity: A case study of chestnut blight in El Bierzo region (northwestern Spain)", *Annals of Applied Biology*, 161(1), pp. 81-90. doi:10.1111/j.1744-7348.2012.00553.x.
- Vázquez, L. L., Matienzo, Y., Veitía, M. y Alfonso J. (2008) *Conservación y manejo de enemigos naturales de insectos fitófagos en los sistemas agrícolas de Cuba*. Ciudad de La Habana: Centro de Información y Documentación de Sanidad Vegetal.

7. ANEXOS

Tabla 1. Número de capturas por método y fecha de muestreo clasificadas por orden y familia.

ORDEN	FAMILIA	MÉTODO DE MUESTREO		FECHA DE MUESTREO	
		Embolsamiento	O. directa	Muestreo 1	Muestreo 2
Acari	No det.	20	16	21	15
Aranea	No det.	317	34	136	215
Blattodea	Blattidae	6		4	2
Coleoptera	Carabidae	3		2	1
	Chrysomelidae	16	4	8	12
	Coccinellidae	12	3	6	9
	Curculionidae	11	5	9	7
	Ptinidae	2			2
	Scarabeidae		1		1
	Staphylinidae		1		1
Dermaptera	Forficulide	8	1	5	4
Diptera	Agromyzidae	2	5	6	1
	Bibionidae		1	1	
	Cecidomyiidae	2	7	4	5
	Chironomidae	5	14	1	18
	Conopidae	1		1	
	Empididae	3	4	2	5
	Heleomyzidae	2		2	
	Mycetophilidae	2	1	1	2
	Phoridae	4	5	2	7
	Scatopsidae	8	4	3	9
	Sciaridae	28	11	9	30
	Sciomyzidae		1	1	
	Sphoeroceridae	1		1	
	Tachinidae	2	2	4	
	Tephritidae		1		1
	Tipulidae		1	1	
	Trichoceridae		7		7
	No det.	9	4	1	12
Hemiptera	Aphididae	1	14	9	6
	Aphrophoridae	2			2
	Cercopidae	2		2	
	Cicadellidae	45	5	28	22
	Cicadidae	1		1	
	Coreidae	7	5	9	3
	Lygaeidae	2	9	6	5
	Miridae	3		2	1
	Nabidae	1			1
	Pentatomidae	12	8	7	13

	Psyllidae	3		1	2
Hymenoptera	Braconidae	30	25	24	31
	Diapriidae	4	13	7	10
	Formicidae	9	21	19	11
	Ichneumonidae	10	5	6	9
	Torymidae	6	3	8	1
	No det.	19	12	19	12
Julida	No det.	7		4	3
Lepidoptera	Geometridae	1		1	
	Noctuidae		2	1	1
	Pterophoridae	1	1		2
Neuroptera	Chrysopidae	37	1	20	18
	Hemerobiidae	2			2
Opilion	No det.	3	4	2	5
Orthoptera	Tettigoniidae		2	1	1
Plecoptera	Leuctridae	5			5
	Nemouridae		1		1
Psocoptera	Ectopsocidae	94	14	13	95
	Stenopsocidae	8	2	2	8
	Trichopsocidae	3	2	1	4
	No det.	6	1	1	6
Trichoptera	Glossosomatidae	1			1

Tabla 2. Número de capturas por parcela clasificadas por orden y familia.

ORDEN	FAMILIA	PARCELAS DE MUESTREO							
		Pradela	Trabadelo	Barjas	Médulas	Orellán	Priaranza	Noceda	Folgoso
Acari	No det.	7	7	1	3	3	1	14	
Aranea	No det.	40	50	39	51	52	43	44	32
Blattodea	Blattidae	1	2				2	1	
Coleoptera	Carabidae						1	2	
	Chrysomelidae	11	4	1	1	1	1	1	
	Coccinellidae	1			4	1	2	7	
	Curculionidae	4	1	4	3	1	1	1	1
	Ptinidae		2						
	Scarabeidae			1					
	Staphylinidae						1		
Dermaptera	Forficulide		2	3	1	1		2	
Diptera	Agromyzidae	4				2			1
	Bibionidae							1	
	Cecidomyiidae	6		1	1		1		
	Chironomidae	4		3	4	3	4		1
	Conopidae								1
	Empididae				1	1	1	3	1
	Heleomyzidae			1	1				
	Mycetophilidae	2		1					
	Phoridae	4	2		1		1	1	
	Scatopsidae	1	3					1	7
	Sciaridae	15	1	3	9	4	2	3	2
	Sciomyzidae		1						
	Sphoeroceridae		1						
	Tachinidae	1		2	1				
	Tephritidae							1	
	Tipulidae			1					
	Trichoceridae		1	2			2	2	
No det.	6		5					2	
Hemiptera	Aphididae		4	1	8		1	1	
	Aphrophoridae				1			1	
	Cercopidae				2				
	Cicadellidae	10	6	10	6	5	3	8	2
	Cicadidae								1
	Coreidae		1	1	1		2	5	2
	Lygaeidae						3	3	5
	Miridae	1				1			1
	Nabidae						1		
	Pentatomidae	2	1	3	3	3	1	5	2
Psyllidae			1	2					
Hymenoptera	Braconidae	6	10	8	2	5	18	2	4
	Diapriidae		1		1	5	6	3	1

	Formicidae	2	6		3	5	9	2	3
	Ichneumonidae	3		2		1	5	2	2
	Torymidae	2	1	1	2	2	1		
	No det.	5	3	3	4	2	6	3	5
Julida	No det.		3			1	3		
Lepidoptera	Geometridae							1	
	Noctuidae		1						1
	Pterophoridae								2
Neuroptera	Chrysopidae	7	1		3	4	9	13	1
	Hemerobiidae	1					1		
Opilion	No det.	1	3	1		2			
Orthoptera	Tettigoniidae		1		1				
Plecoptera	Leuctridae			4			1		
	Nemouridae			1					
Psocoptera	Ectopsocidae	33	19	12	23	8	7	1	5
	Stenopsocidae	7			1			1	1
	Trichopsocidae	1	1				3		
	No det.	4		1	2				
Trichoptera	Glossosomatidae						1		

Tabla 3. Clasificación de todas las familias identificadas en grupos funcionales.

FAMILIA	GRUPO FUNCIONAL
Aphididae	Fitófago
Aphrophoridae	Fitófago
Cercopidae	Fitófago
Cicadellidae	Fitófago
Cicadidae	Fitófago
Coreidae	Fitófago
Lygaeidae	Fitófago
Miridae	Fitófago
Nabidae	Depredador
Pentatomidae	Fitófago
Psyllidae	Fitófago
Braconidae	Parasitoide
Diiapridae	Parasitoide
Formicidae	Omnívoro
Ichneumonidae	Parasitoide
Torymidae	Parasitoide
Agromyzidae	Fitófago
Bibionidae	Detritívoro
Cecidomyiidae	Fitófago
Chironomidae	Omnívoro
Conopidae	Parasitoide
Empididae	Depredador
Heleomyzidae	Detritívoro
Mycetophilidae	Micófago
Phoridae	Detritívoro
Scatopsidae	Detritívoro
Sciaridae	Detritívoro
Sciomyzidae	Depredador
Sphoeroceridae	Detritívoro
Tachinidae	Parasitoide
Tephritidae	Fitófago
Tipulidae	Fitófago
Trichoceridae	Detritívoro
Ectopsocidae	Micófago
Trichopsocidae	Micófago
Stenopsocidae	Micófago
Pterophoridae	Fitófago
Geometridae	Fitófago
Noctuidae	Fitófago
Chrysopidae	Depredador
Hemerobiidae	Depredador

Blattidae	Omnívoro
Carabidae	Depredador
Chrysomelidae	Fitófago
Coccinellidae	Depredador
Curculionidae	Fitófago
Ptinidae	Fitófago
Staphylinidae	Detritívoro
Scarabeidae	Detritívoro
Forficulidae	Omnívoro
Leuctridae	Depredador
Nemouridae	Depredador
Glossomatiaie	Depredador
Tettigoniidae	Depredador