



**Universidad
Zaragoza**

Trabajo Fin de Grado en Veterinaria

**Estudio epidemiológico de la parasitación por
garrapatas en micromamíferos del Pirineo aragonés**

**Epidemiological study of tick infestation in micromammals in the
Aragonese Pyrenees**

Autor/es

Natalia Juárez Castro

Director/es

Javier Millán Gasca

ÍNDICE

ÍNDICE	2
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
INTRODUCCIÓN	5
OBJETIVOS	17
METODOLOGÍA	17
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
.....	21
CONCLUSIONES	29
CONCLUSIONS	30
VALORACIÓN PERSONAL	30
BIBLIOGRAFÍA.....	31

RESUMEN

Las garrapatas son artrópodos hematófagos de gran importancia médica y veterinaria debido a su capacidad de transmitir una amplia variedad de agentes microbianos y parasitarios a los animales y al ser humano. La complejidad de su ciclo biológico, los múltiples factores que condicionan su distribución geográfica y con ella la epidemiología de las enfermedades que transmiten, ha impulsado el interés en su investigación.

Las zonas de montaña tienen gran importancia debido a su heterogeneidad ambiental condicionada por los gradientes altitudinales que, a su vez, pueden influir en la distribución de las garrapatas y sus hospedadores. Los micromamíferos desempeñan un papel fundamental tanto en los ciclos vitales de las garrapatas como en los ciclos epidemiológicos, actuando como reservorios de patógenos. Todo esto, junto al limitado conocimiento sobre garrapatas en el Pirineo Aragonés, convierte a la región en un espacio idóneo para abordar su estudio.

Este estudio tiene como objetivo identificar las especies de garrapatas presentes en micromamíferos del Pirineo Aragonés, evaluar su prevalencia y abundancia, y analizar las diferencias en los factores bióticos y abióticos que pueden influir en su distribución. Para ello, se trabajó con muestras de 86 micromamíferos, en su mayoría de la especie *Apodemus sylvaticus*, hospedador principal de *Ixodes ricinus*. Los animales fueron capturados en tres valles del Pirineo Aragonés, Ansó, Tena y Aínsa, abarcando un gradiente altitudinal de 600 a 1600 m s.n.m.

Se observaron principalmente estadios inmaduros de *Ixodes ricinus* y en menor medida de *Dermacentor marginatus*. Los resultados revelaron una dominancia de *I. ricinus* en todo el gradiente altitudinal y una prevalencia del 100% que evidencia una alta presión parasitaria. Asimismo, se detectó una interacción significativa entre la altitud y el hospedador como se observa en *A. sylvaticus*, cuya abundancia media de garrapatas decrece al aumentar la altitud. En el resto de las especies estudiadas se apreció un patrón contrario.

En conclusión, los resultados no solo confirman que *Ixodes ricinus* es la especie predominante en el Pirineo Aragonés, sino que también posee patrones de infestación dependientes del hospedador lo que sugiere la necesidad de realizar monitoreos continuos para comprender la dinámica ecoepidemiológica de las garrapatas.

PALABRAS CLAVE

Garrapata, *Ixodes ricinus*, altitud, abundancia media

ABSTRACT

Ticks are blood-feeding arthropods of great medical and veterinary importance due to their ability to transmit a wide variety of microbial and parasitic agents to their hosts, including humans. Their biological cycle and the multiple factors that determine their geographical distribution and, with it, the epidemiology of associated diseases, has promoted research into them.

Mountain areas are highly relevant due to their environmental heterogeneity, which is determined by the altitudinal gradients that can influence the distribution of ticks and their hosts. Small mammals play a fundamental role in both the life cycles of ticks and epidemiology, acting as reservoirs of pathogens. All of this, combined with the limited knowledge about ticks in the Aragonese Pyrenees, makes the region an ideal space to address their study.

The aim of this study is to identify the tick species present in small mammals in the Aragonese Pyrenees, assess their prevalence and abundance, and analyze the differences in biotic and abiotic factors that may influence their distribution. Samples were taken from 86 small mammals captured in three valleys of the Aragonese Pyrenees, Ansó, Tena, and Aínsa, covering an altitudinal gradient from 600 to 1600 m above sea level.

Mainly immature stages of *Ixodes ricinus* were observed and, to a lesser extent, *Dermacentor marginatus*. The results revealed a dominance of *I. ricinus* throughout the altitudinal gradient and a prevalence of 100%, which could be evidence of high parasitic pressure. Likewise, a significant interaction between altitude and host was detected, as

observed in *A. sylvaticus* whose average abundance of ticks decreases with increasing altitude. In the rest of species studied, an opposite pattern was observed.

In conclusion, the results not only confirm that *Ixodes ricinus* is the predominant species in the Aragonese Pyrenees, but also that it has host-dependent infestation patterns, which highlights the need for continuous monitoring to understand the ecoepidemiological dynamics of ticks.

KEYWORDS

Tick, *Ixodes ricinus*, altitud, abundance

INTRODUCCIÓN

1. PARASITISMO

El parasitismo es el modo de vida más frecuente en la naturaleza y una estrategia de vida que implica la dependencia de los recursos que otorgan otros organismos. Los organismos de un ecosistema se relacionan entre sí y con su entorno mediante interacciones ecológicas que ejercerán presiones selectivas sobre los individuos determinando el éxito reproductor y favoreciendo cambios evolutivos (Soler, 2012).

Una característica del parasitismo es que se produce una coadaptación del parásito a la respuesta inmunitaria del hospedador y este a la vida parasitaria. Esta adaptación es el primer paso esencial en los procesos que dan lugar a nuevas especies (especiación). El parasitismo es, sin duda, la relación ecológica que da lugar a los mayores grados de especialización. Hoy en día, se calcula que más del 60% de las especies conocidas son parásitos que generan presiones selectivas sobre sus hospedadores, favoreciendo cambios evolutivos (Soler, 2012). Los procesos de especialización son responsables de una gran parte de esta enorme diversidad. Otros estudios, también demuestran la relación entre las infecciones parasitarias y la probabilidad de depredación confirmando una vez más la importancia del parasitismo en otras interacciones ecológicas (Soler, 2012).

Las interacciones ecológicas se pueden clasificar según el efecto que se produce sobre los organismos. Cuando el efecto es positivo, al menos una de las especies obtiene un beneficio, por una parte, está el comensalismo en el que una especie obtiene beneficio a costa de otra pero sin generar efectos negativos ni positivos y por otra parte el mutualismo donde ambas especies obtienen beneficios mutuos. Si las interacciones son neutras, no hay efectos perjudiciales ni beneficiosos aparentes entre especies y si es negativo, implica que una de las especies sufra efectos perjudiciales. Existen diversos tipos de interacciones con efecto negativo como la interacción de competencia, en la que dos o más especies intraespecíficas o interespecíficas dependen de recursos limitados; la depredación, en la que un depredador mata a su presa manteniendo así el equilibrio de los ecosistemas y el parasitismo, en la que el parásito obtiene un beneficio a expensas de su hospedador (Soler, 2012).

Para poder beneficiarse de los hospedadores, un parásito debe ser capaz de localizarlos y acceder a ellos. Existen diferentes estrategias de parasitación que permiten asegurar este acceso (Estrada Peña, 1994). Estas estrategias dependerán del tipo de parásito y de su ciclo de vida que podrá ser directo (monoxeno) en el que solo se necesitará un hospedador para completar el ciclo biológico o indirecto (heteroxeno) en el que parásito necesitará diferentes hospedadores (definitivo e intermedio) (Soler, 2012).

Además, podemos clasificar los parásitos siguiendo otros criterios. Según su localización, se diferencian ectoparásitos que se localizan en el exterior del hospedador y endoparásitos que viven en el interior del hospedador. Atendiendo al grado de dependencia hacia el hospedador, encontramos parásitos facultativos, aquellos que no necesitan al huésped para completar su ciclo de vida, parásitos obligados que si lo necesitan y los accidentales que parasitan hospedadores no específicos para completar su ciclo vital. Por último, según el tiempo de permanencia en el hospedador existen parásitos permanentes, aquellos que viven todo su ciclo vital o gran parte de este en el huésped y parásitos temporales, que permanecen durante cortos periodos de tiempo para reproducirse o alimentarse (Soler, 2012).

2. MORFOLOGÍA GENERAL DE LAS GARRAPATAS

Las garrapatas son ectoparásitos obligados y hematófagos que pertenecen a la superfamilia de los ácaros (Ixodoidea). Se conocen alrededor de 900 especies de garrapatas, aunque solo el 10% son de interés para la salud humana. Se dividen en 3 subfamilias: las garrapatas duras (Ixodidae), las garrapatas blandas (Argasidae) y la familia Nuttalliellidae que únicamente contiene una especie, aunque no se encuentra en España (Estrada Peña, 1994). El parasitismo en garrapatas no solo condiciona su interacción con el hospedador sino también su estructura corporal, dando lugar a una serie de adaptaciones morfológicas que le permiten fijarse al hospedador, alimentarse y evadir sus defensas de manera eficaz (Estrada Peña, 1994).

La morfología externa de las garrapatas es similar a la de los arácnidos. Presentan un cuerpo fusionado dividido en dos regiones, el gnatosoma y el idiosoma. El gnatosoma se encuentra en la porción anterior y está formado por el *capitulum* y el *rostrum*. Este último engloba los palpos (piezas alargadas y articuladas con capacidad sensorial), los quelíceros (apéndices para rasgar y cortar) y el hipostoma (especializado en la sujeción al hospedador) que dependiendo de la especie podemos encontrar dientes. Entre el hipostoma y los quelíceros encontramos la boca, por la que ingieren la sangre. El idiosoma comprende desde la unión del *capitulum* hasta la parte caudal de la garrapata y en él se pueden observar diferentes estructuras: en la parte dorsal encontraremos los ojos, los festones, los surcos cervical y marginal y el escudo. En la parte ventral encontramos las placas adanales (en el caso de los machos), las placas espiraculares, el poro genital, el surco anal y el ano. (Estrada Peña, 1994; Sonenshine & Roe, 2014).

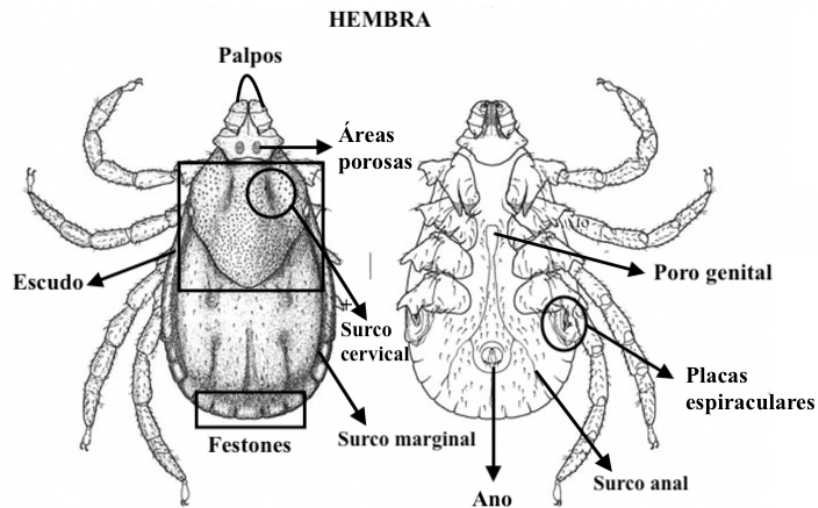


Figura 1. Morfología general en garrapatas (Modificado de Estrada Peña et al., 2017)

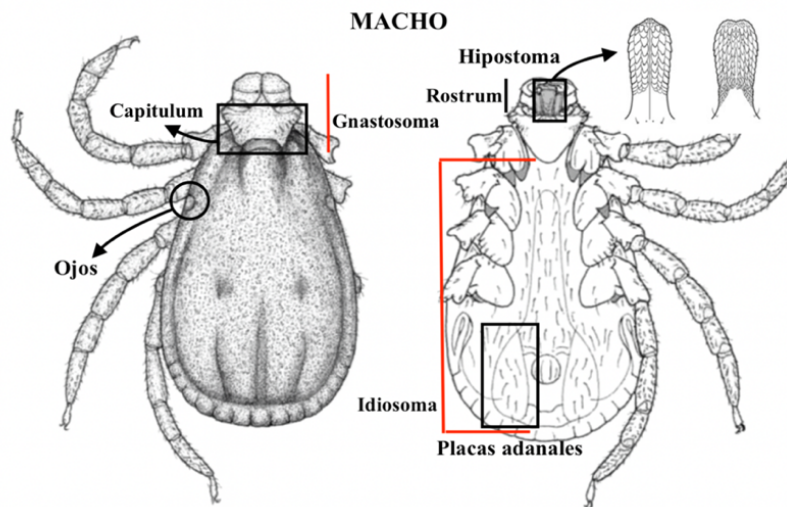


Figura 2. Morfología general en garrapatas. (Modificado de Estrada Peña et al., 2017)

Algunos aspectos de la morfología de las garrapatas pueden variar dependiendo de la fase del ciclo en la que se encuentre. En los ixódidos se distinguen tres fases: larvaria, de ninfa y adulto. La fase larvaria es la única en la que se observan tres pares de patas. La fase de ninfa y adulto ya poseen 4 pares de patas y son muy similares excepto por la abertura genital que se distingue en las ninfas. En los argásidos, tras la fase larvaria, se pueden dar hasta 7 fases de ninfa también con 4 pares de patas, pero sin abertura genital en la mayoría de las fases, aunque se puede llegar a apreciar ligeramente la formación de esta al final del estado ninfal. (Estrada Peña, 1994)

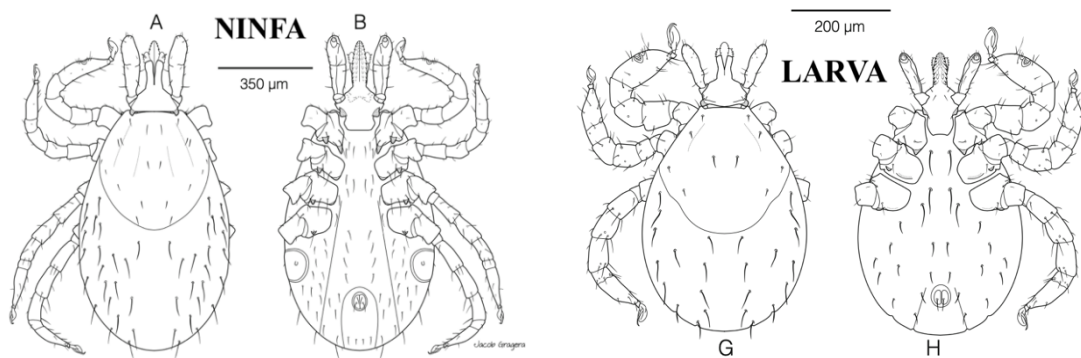


Figura 3. Comparación morfológica en estadios inmaduros de *Ixodes ricinus*. (Modificado de Estrada Peña et al., 2017)

Las principales diferencias entre ixódidos y argásidos residen en su aspecto general. Las garrapatas duras poseen un escudo (porción esclerotizada) donde se insertan diversos músculos del parásito. En los machos, el escudo ocupa toda la zona dorsal del parásito, pero en las hembras y en los estadios inmaduros solo se aprecia en la porción anterior del cuerpo. Esto permite la expansión de la cutícula fundamental en la ingestión de sangre. Los ixódidos deben permanecer en el hospedador durante el proceso de síntesis y expansión de la cutícula mientras que los argásidos poseen una gran cantidad de pliegues que les permiten la expansión, pero sin necesidad de síntesis. Por esto, la ingestión en ixódidos es más lenta que en argásidos. (Estrada Peña, 1994).



Figura 4. Garrapata de la familia Ixodidae. (Estrada Peña, 2015)



Figura 5. Garrapata de la familia Argasidae. (Wikipedia, 2022).

En los ixódidos se encuentran estructuras ausentes en argásidos como por ejemplo las glándulas foveales en el escudo dorsal y las áreas porosas (relacionadas con la puesta de huevos) en el *capitulum*. En la inserción de las patas se encuentran las placas espiraculares que permiten el intercambio gaseoso y que tienden a ser más pequeñas y a estar ocultas en el caso de los argásidos. En la porción ventral, a diferencia de los ixódidos, los argásidos poseen el órgano ventral inmediatamente después de la abertura anal y también poseen un par de glándulas coxales. Cabe destacar como característica propia el surco anal en forma de herradura que encontramos en el género *Ixodes* (Estrada Peña, 1994).

3. CICLO BIOLÓGICO DE LAS GARRAPATAS

Todas las especies de garrapatas son parásitos y dependen por completo de la ingestión de sangre para completar su ciclo vital el cual está estrechamente ligado al hospedador y al medio. Parasitan a una amplia variedad de vertebrados, incluyendo mamíferos, aves, reptiles e incluso anfibios. Por lo general, todas las garrapatas se reproducen por oviposición. A partir de los huevos emerge una larva hexápoda que tras alimentarse muda a ninfa y por último a adulto. Según la especie, este ciclo podrá realizarse sobre uno, dos o tres hospedadores distintos (Estrada Peña, 1994).

En el género *Boophilus* se observa un patrón de un único hospedador en el que todos los estadios permanecen fijados a este hasta la fase adulta donde caen al suelo para la puesta. En algunas especies de *Hyalomma*, la muda de larva a ninfa la realizan en el hospedador hasta que esta última cae al suelo y muda a adulto completando el ciclo de dos hospedadores. Por último, también podemos encontrar ciclos de tres hospedadores que, tras eclosión de las larvas, estas

se dispersan en busca de un hospedador vertebrado (Estrada Peña, 1994). Tras alimentarse, caen del hospedador y si las condiciones ambientales son favorables se produce la muda que dará lugar a la fase de ninfa. Esta también deberá alimentarse para mudar a adulto finalizando el ciclo. Este tipo de ciclo es menos avanzado que el resto debido a que para completarlo es necesario al menos 1 año en condiciones favorables pudiendo llegar a alargarse hasta 2-3 años dependiendo del clima (Estrada Peña, 1994).

La mayoría de las especies de ixódidos presenta un único estadio de ninfa y se caracterizan por una alimentación lenta y prolongada que puede durar varios días. Las hembras se alimentan hasta la repleción y liberan hormonas para atraer al macho que ya habrán completado la espermatogénesis en la fase ninfal. La copula se produce en el hospedador, a excepción de la mayoría de las especies del género *Ixodes*. Tras la cópula, las hembras caen del hospedador y realizan la puesta en hábitats ocultos como grietas, madrigueras o nidos. Esta puesta se realiza en un solo ciclo gonotrófico que puede llegar a ser de más de 20.000 huevos, alcanzando su máxima producción a los 3 o 5 días (Estrada Peña, 1994).

Los argásidos, a diferencia de los ixódidos, se caracterizan por ingestiones muy breves, generalmente de algunos minutos. La cópula se realiza en el hospedador, aunque se puede realizar tanto antes como después de la alimentación. Las hembras presentan múltiples ciclos gonotróficos en los que ponen pequeñas cantidades de huevos, alrededor de unos 500 por ciclo. Otro rasgo distintivo de este grupo es que presentan varios estadios ninfales que pueden variar entre 5 y 7 dentro de una misma especie dependiendo del volumen de ingesta de sangre. En los adultos argásidos no es necesario la ingestión de sangre para la gametogénesis (Estrada Peña 1994).

A pesar de la buena prolificidad de las garrapatas, fundamentalmente las de la familia Ixodidae, hay diversos factores que determinan el ritmo de desarrollo y distribución, así como la temperatura, la humedad del ambiente, el fotoperiodo y la estructura del hábitat. Cuando la temperatura se encuentra dentro del rango óptimo para la especie, el ciclo se acelera mientras que, en climas fríos, las fases del ciclo se alargan. Esta termodependencia es responsable de que las garrapatas tengan picos de actividad en determinadas épocas del año, coincidiendo con los periodos más favorables para encontrar hospedador y completar las mudas (Estrada Peña, 1994). La humedad no controla directamente la velocidad de desarrollo, pero si

determina la proporción de garrapatas que sobreviven entre una fase y otra ya que en condiciones de baja humedad se puede producir desecación que aumenta la mortalidad. Cabe destacar que, aunque la temperatura y humedad sean apropiadas, el fotoperiodo será el que marque el inicio del ciclo indicando el momento oportuno para la búsqueda (Estrada Peña, 1994).

Para finalizar con este apartado, debemos tener en cuenta que los factores ambientales afectan de manera distinta a ambas familias. En el caso de los ixódidos, suelen ser especies no nidícolas, sus ciclos están mucho más marcados por los ritmos estacionales y la humedad actúa como un factor limitante en diversas especies. En cambio, los argásidos son especies asociadas a nidos, grietas o gallineros que les proporciona cobijo disminuyendo los efectos ambientales negativos y permitiendo así mantener su actividad prácticamente todo el año (Estrada Peña, 1994).

4. IMPORTANCIA DE LAS GARRAPATAS COMO VECTORES

Las garrapatas constituyen uno de los grupos de ectoparásitos de mayor relevancia sanitaria debido a su capacidad para parasitar a una amplia variedad de hospedadores y transmitir numerosos agentes patógenos (Estrada Peña, 1994). La infestación de garrapatas suele ser endémica en zonas enzoóticas y puede ocasionar brotes anuales, afectando animales silvestres y domésticos y al ser humano que pueden entrar en el ciclo biológico como hospedadores accidentales (Puetate et al, 2025).

Su importancia principal en sanidad animal recae en la transmisión de enfermedades infecciosas. En animales domésticos asociados a la ciudad, como perro y gatos, no solo afecta a la salud individual, sino que presenta un riesgo para la transmisión de enfermedades zoonóticas (Villacres, 2016). En la fauna silvestre, los animales actúan como reservorio natural de las garrapatas y sus patógenos, facilitando su dispersión (Vara et al., 2025).

No debemos olvidar que las garrapatas también tienen consecuencias directas sobre el bienestar animal (Puetate et al, 2025). Pueden dar lugar a una reducción del peso vivo y anemia como efecto directo de su acción hematófaga. Causan irritación y daños físicos al ganado al adherirse para la alimentación, así como una disminución de la calidad de la piel por las heridas

producidas. Además, se ha descrito una parálisis motora flácida ascendente aguda causada por la inyección de toxinas producidas por algunas especies de garrapatas (Rajput et al., 2006).

El impacto de las garrapatas en ganadería ha producido pérdidas directas e indirectas asociadas al tratamiento, control químico y vacunación, así como una disminución de la productividad en los animales (Eskezia, 2025) siendo las garrapatas una de las causas más significativas de pérdida económica en la producción pecuaria mundial (FAO, 2025). Estudios recientes resaltan la necesidad de sistemas integrales de manejo que considere una interconexión entre humanos, animales y garrapatas (Vara et al., 2025).

Su éxito como vectores está estrechamente relacionado con un conjunto de adaptaciones fisiológicas y comportamentales que les permiten sobrevivir en condiciones ambientales diversas y mantener ciclos biológicos complejos. Entre estas adaptaciones destaca su capacidad para absorber agua directamente del aire circundante que les permite resistir periodos prolongados sin alimentarse y mantener poblaciones estables incluso en ambientes relativamente secos (Estrada Peña, 1994). A ello se suma la diapausa que es un estado de inactividad fisiológica en ambientes desfavorables permitiendo que la garrapata detenga temporalmente su desarrollo y reanude su actividad cuando el entorno sea adecuado (Estrada Peña, 1994).

La localización del hospedador es otro elemento esencial en su eficacia como vectores. Para ello emplean un sofisticado sistema sensorial llamado órgano de Haller que se sitúa en el ápice de las patas anteriores. Este órgano, funcionalmente comparable a las antenas de los insectos, detecta olores específicos, vibraciones, diferencias térmicas y variaciones en la composición del aire permitiendo que las garrapatas identifiquen la proximidad del hospedador con gran precisión. Generalmente, no atacan de forma activa, sino que se sitúan en la vegetación a la espera de que un animal o una persona rocen su entorno, un comportamiento conocido como “questing”(Estrada Peña, 1994). Por ello, las altas densidades de garrapatas en la vegetación suponen un incremento significativo en el riesgo de infestación para el ganado, fauna silvestre y de manera accidental para los humanos.

La transmisión de enfermedades por parte de las garrapatas es gracias a que son capaces de ingerir patógenos durante la alimentación. Estos patógenos pueden sobrevivir, adaptarse y

multiplicarse en el interior del vector. Tras ser adquiridos desde un hospedador reservorio, los microorganismos colonizan el intestino medio de la garrapata, donde encuentran condiciones específicas para persistir hasta la siguiente fase del ciclo o la próxima toma de sangre. Durante la alimentación, estos microorganismos pueden pasar al nuevo hospedador a través de la saliva o mediante la regurgitación de contenido intestinal. En algunos patógenos existe un tiempo mínimo de fijación antes de la transmisión efectiva como en el caso de *Borrelia burgdorferi* que suele transmitirse a partir de las 24 a 48 horas después de iniciada la alimentación (Estrada Peña, 1994).

En España, se encuentran tres especies que destacan por su impacto sobre la salud pública: *Ixodes ricinus*, el complejo de especies *Rhipicephalus sanguineus* e *Hyalomma marginatum*. *Ixodes ricinus* es el vector más relevante para la transmisión de *Borrelia burgdorferi*, el agente de la enfermedad de Lyme, y de *Anaplasma phagocytophilum*, causante de la anaplasmosis humana. La enfermedad de Lyme depende estrechamente de la ecología de *Ixodes*, ya que la bacteria se mantiene en un ciclo enzoótico que involucra principalmente roedores y aves (Estrada Peña, 1994; Celaya Pérez, 2021).

Los estadios inmaduros de *I. ricinus* se alimentan con frecuencia del ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*) en las zonas del norte de España, que actúa como el principal reservorio. También pueden parasitar aves paseriformes donde se produce competencia con *I. frontalis* y *Haemaphysalis punctata*. Este fenómeno de competencia se cree que puede reducir la prevalencia de *I. ricinus* en aves y afectar su capacidad para adquirir la infección (Estrada Peña, 1994).

A pesar de que la prevalencia de *Borrelia* en *I. ricinus* es elevada, la incidencia en humanos en España es menor de lo esperado, lo que sugiere la existencia de variaciones locales en la competencia vectorial, posiblemente relacionadas con factores fisiológicos internos como la presencia de lectinas intestinales que dificultan la replicación de la espiroqueta (Estrada Peña, 1994). En el caso *Anaplasma phagocytophilum*, los reservorios son ungulados silvestres como el corzo o el ciervo que comparten zonas con especies domésticas facilitando el desarrollo y supervivencia de *I. ricinus*. (Celaya Pérez, 2021).

Rhipicephalus sanguineus sensu stricto, conocida como la garrapata del perro, es vector de *Rickettsia conorii*, causante de la fiebre botonosa mediterránea, muy frecuente en el Mediterráneo. Todos los estadios de *R. sanguineus* ss pueden infectarse. Además, las rickettsias presentan transmisión transovárica y transestadial hasta 4 generaciones, lo que incrementa considerablemente la dispersión de la enfermedad. Su estrecha asociación con el perro doméstico le permite alcanzar altas densidades en entornos urbanos pudiendo infectar al hombre tanto por picadura como por contacto con heces de la garrapata (Estrada Peña, 1994).

Por otra parte, *Hyalomma marginatum*, es un vector confirmado del virus de la fiebre hemorrágica de Crimea-Congo, una enfermedad emergente cuya presencia en España está estrechamente vinculada a la expansión de poblaciones de ungulados silvestres que actúan de hospedadores. Este vector es capaz de infectarse del patógeno a partir de hospedadores en estadio virémico, preservar la infección durante varias generaciones (transmisión transestadial), transmitir la infección de manera transovárica y en el caso de los machos, transmitir la enfermedad vía venérea a la hembra convirtiéndolo en los vectores más eficientes de esta enfermedad (Gil Pérez, 2010).

5. SITUACIÓN EN EL PIRINEO ARAGONÉS

En España, el conocimiento sobre las garrapatas se ha construido principalmente a partir de registros históricos, estudios regionales y proyectos de vigilancia que permiten identificar las especies presentes y sus áreas de distribución generales (Estrada Peña et al., 1991). Sin embargo, aunque existe una base de datos de más de 30.000 registros georreferenciados de garrapatas, este conocimiento no es homogéneo en todo el territorio. En regiones de montaña como el Pirineo aragonés, autores señalan una distribución desigual del esfuerzo de muestra y gran cantidad de áreas infrarrepresentadas (Estrada Peña et al, 2025).

El Pirineo Aragonés se caracteriza por fuertes gradientes altitudinales, diversidad de hábitats y una rica fauna silvestre, condiciones favorables para distintas especies de garrapatas. No obstante, la ausencia de estudios en esta región limita la evaluación de la distribución y dinámica poblacional y con ello el riesgo sanitario asociado a las enfermedades transmitidas por garrapatas.

Las especies de garrapatas identificadas en el norte de España incluyen *Ixodes ricinus*, *Dermacentor marginatus*, *Haemaphysalis punctata* y *Rhipicephalus sanguineus* (Estrada Peña et al., 1991). Estas especies continúan apareciendo de forma recurrente en estudios recientes, destacando a *Ixodes ricinus* como la especie más distribuida (Estrada Peña et al., 2025; Estrada Peña et al., 1991).

Estudios anteriores han atribuido la abundancia y distribución de *Ixodes ricinus* en el norte de España a variaciones en la cobertura arbustiva y la profundidad de la hojarasca que influyen en las condiciones microclimáticas. Sin embargo, se describió una distribución de los estadios inmaduros poco homogénea que sugiere que el tipo de vegetación no explica individualmente las variaciones en la abundancia. Por lo tanto, la distribución geográfica y la densidad poblacional de *I. ricinus* y otras especies relacionadas están determinadas por la interacción de diferentes factores abióticos y bióticos como la altitud, la temperatura, la precipitación y la humedad que influyen directamente en el desarrollo y actividad (Estrada Peña et al., 1991).

La recurrencia de *Ixodes ricinus* en los registros y su afinidad por ambientes similares a los encontrados en el Pirineo Aragonés, apoya la hipótesis de que esta especie puede desempeñar un papel importante en los ecosistemas pirenaicos.

La puesta en marcha de iniciativas de investigación constituye una respuesta ante la ausencia de datos sobre garrapatas en el Pirineo Aragonés. El proyecto Pyrtick nace como una iniciativa destinada a mapear la presencia de garrapatas en la región pirenaica y a ofrecer herramientas predictivas contribuyendo así a cerrar la brecha de conocimiento y a orientar a las autoridades sanitarias para implementar acciones de prevención. Los resultados mostraron la presencia de *Ixodes ricinus* y otras especies citadas en estudios anteriores. Esto permite que el proyecto pueda abarcar áreas antes infrarepresentadas.

OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo es conocer la abundancia y prevalencia de las garrapatas encontradas en micromamíferos del Pirineo Aragonés y evaluar la influencia de diferentes factores bióticos y abióticos que participen en patrones de infestación.

Objetivos específicos:

1. Revisar la bibliografía existente sobre garrapatas en micromamíferos del Pirineo Aragonés.
2. Identificar las especies de garrapatas presentes en micromamíferos capturados en el Pirineo Aragonés.
3. Evaluar estadísticamente las diferencias en función de factores bióticos (especie y sexo) y abióticos (altitud, valle).

METODOLOGÍA

Se trabajó con muestras de 86 micromamíferos capturados en el Pirineo Aragonés durante la primavera. Los animales fueron capturados vivos en tres valles del Pirineo Aragonés donde se establecieron tres niveles altitudinales para cada uno: 600, 1000 y 1400 m s.n.m en Ansó, 1200 y 1600 m s.n.m en Tena y 600, 1000 y 1600 m s.n.m. en el valle de Aínsa.

En cada punto de muestreo se instalaron 20 trampas Sherman. Las trampas se cebaron con una mezcla de harina y aceite de oliva usado y se añadió algodón como material de abrigo. Las trampas se revisaban por la mañana, permaneciendo activas durante cuatro noches consecutivas. Los animales capturados se pasaban a una bolsa de plástico. Los individuos de especies no protegidas fueron eutanasiados mediante una sobredosis de ketamina y exanguinación mediante punción cardíaca para posteriormente retirar manualmente los ectoparásitos. Los de especies protegidas se manipularon sin anestesia.

En total, se capturaron 86 animales de las siguientes especies:

Especie	Nº de animales capturados
<i>Apodemus sylvaticus</i>	70
<i>Clethrionomys glareolus</i>	3
<i>Apodemus flavicollis</i>	2
<i>Elymis quercinus</i>	2
<i>Mus spretus</i>	3
<i>Crocidura russula</i>	6

Figura 6. Especies y número de micromamíferos capturados.

Los ectoparásitos recolectados se clasificaron en tres grandes grupos: garrapatas, ácaros y pulgas. La identificación de la especie se llevó a cabo mediante la observación en lupa binocular siguiendo las claves taxonómicas descritas en Estrada Peña, et al., (2017). Para cada animal capturado se recopiló información sobre el género y especie de garrapata encontrada, estadio y sexo.

Con los datos recopilados, se calculó la abundancia media y prevalencia específica de garrapatas en función de la especie y del hospedador. Debido a que la proporción de animales no infestados fue muy reducida, la prevalencia obtenida carece de variabilidad entre los datos por lo que no fue posible realizar inferencias estadísticas. No obstante, se utilizó la abundancia media como variable dependiente para evaluar el efecto de la altitud, sexo del hospedador y la especie del hospedador de manera descriptiva y estadística para poder conocer el efecto de estas variables y sus posibles interacciones.

Los valores de abundancia media de garrapatas se representaron mediante gráficos de barras con media de error de modo que facilite la visualización de los patrones de abundancia en función de las distintas variables. Para analizar la influencia de las variables anteriores, se utilizó el análisis de varianza de efecto inter-sujetos que permite comparar y evaluar los efectos de

diferentes variables cuantitativas de manera simultánea y determinar sus posibles interacciones y si estas son atribuibles a un efecto real.

Se ajustó un modelo de Análisis de la Varianza factorial (ANOVA) y se fijó como variable dependiente la abundancia media o la abundancia de la especie dominante en este caso *Ixodes ricinus*. Como variables independientes se fijaron el grupo y sexo del hospedador y la altitud. En el modelo se incluyó tanto los efectos principales como los factores de interacción. Debido a la heterogeneidad del muestreo, se utilizó la Suma de Cuadrados Tipo III para corregir el desbalance y asegurar la fiabilidad de las comparaciones. La relevancia de los resultados se determinó mediante el estadístico F y el valor P, considerando aquellas variables con valor $p < 0,5$ estadísticamente significantes.

La captura de los animales se realizó con los permisos correspondientes del Instituto Aragonés de Gestión Ambiental (INAGA) y los procedimientos fueron aprobados por la Comisión ética Asesora para la experimentación animal de la Universidad de Zaragoza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS

En este estudio se evaluó la presencia y densidad de garrapatas en diferentes especies hospedadoras. La prevalencia se refiere al porcentaje de individuos infestados por garrapatas. En la mayoría de las especies capturadas, se observó que un 100% de los hospedadores estaban infestados que indica una alta carga parasitaria en la población muestra. Sin embargo, la prevalencia observada no garantiza que en la población real haya un 100% de individuos infestados, por ello, se calcularon los intervalos de confianza (IC 95%) para cada especie mediante el método estadístico Clopper – Pearson, adecuado cuando hay un tamaño de muestra pequeño. Por ejemplo, en *Apodemus sylvaticus*, se observó una prevalencia del 97% con intervalo de confianza (IC 95%) del 89,3% al 100%, lo que sugiere que la población real infestada podría ser inferior a la observada.

Para calcular la densidad de garrapatas por individuos se utilizó la abundancia media que indica el promedio de garrapatas por hospedador en cada especie. Esta facilita el estudio y comparación de la carga parasitarias entre especies. El rango de garrapatas por individuos refleja

una alta variabilidad de las muestras obtenidas lo que sugiere que, aunque la prevalencia sea alta, la intensidad de infestación no es homogénea.

Especie hospedadora	Prevalencia (%)	IC 95%	Abundancia media (garrapatas/hospedador)	Rango
<i>Apodemus flavicollis</i>	100	2,5 - 100	4	1 - 4
<i>Apodemus sylvaticus</i>	97%	89,3 – 100	8,5	0 - 41
<i>Clethrionomys glareolus</i>	100	9,4 – 100	4,5	0 - 8
<i>Crocidura russula</i>	100	2,9 - 100	2,3	1 - 4
<i>Elymis quercinus</i>	100	15,8 - 100	54,5	46-63
<i>Mus spretus</i>	100	29,2 - 100	4,6	4-6
Total	100	89 - 100	8,8	0 - 63

Figura 7. Resultados prevalencia y abundancia media por especies.

Se analizaron los efectos principales, aquellas variables independientes que pueden afectar a las variables dependientes ignorando los efectos de otras variables del modelo. Se realizó evaluando si cada factor por separado produce diferencias significativas en la abundancia de garrapatas. En este caso, ninguno de los factores mencionados anteriormente mostró un efecto significativo lo que nos indica que actuando de manera individual no pueden explicar diferencias observadas en la abundancia.

Las siguientes gráficas representan los resultados obtenidos en el estudio. El análisis de estas resulta fundamental para estudiar el comportamiento de la muestra y contribuir a la interpretación de los resultados.

Los resultados muestran diferencias en la abundancia media de garrapatas en función del grupo de hospedador. En concreto, *Apodemus sylvaticus* presentó una abundancia media de 8,5 garrapatas, menor que en otras especies en las que se obtuvo una abundancia de 12. Con

respecto a la dispersión de los datos, en el grupo de otras especies se observan una mayor variabilidad que en *A. sylvaticus*, desplazándose su desviación estándar hasta el límite superior de la gráfica (24 garrapatas) lo que nos indica una heterogeneidad de la carga parasitaria entre los individuos muestreados (figura 8).

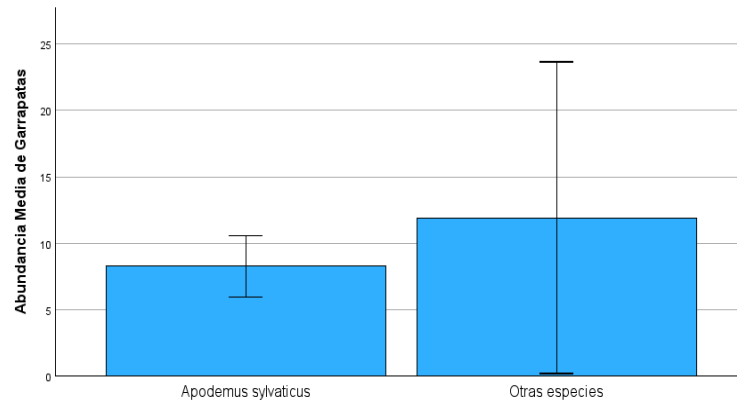


Figura 8. Abundancia media de garrapatas en función del hospedador

Con respecto a la especificidad, *Ixodes ricinus* presentó una abundancia media de 9,3 garrapatas en *Apodemus sylvaticus* y de 15,5 en otras especies, siendo superior a las de *D. marginatus* en ambos hospedadores. En el caso de *A. sylvaticus*, presentó una carga parasitaria más equilibrada entre especies mientras que en otras especies se observó una clara dominancia de *I. ricinus* (figura 9).

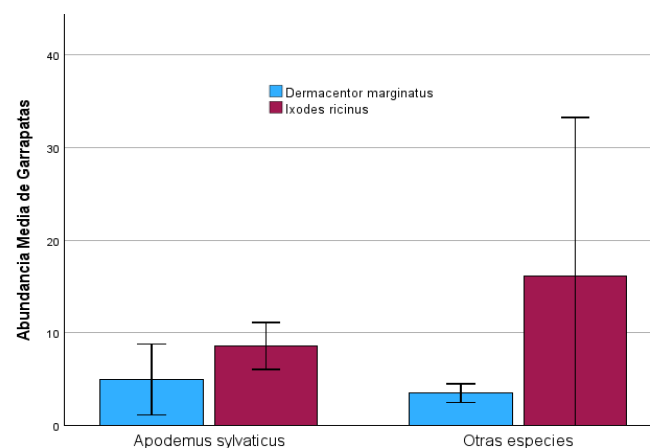


Figura 9. Abundancia media de garrapatas *D. marginatus* e *I. ricinus* en función del hospedador

La siguiente figura (figura 10) representa la abundancia media de *Dermacentor marginatus* e *Ixodes ricinus* en función del sexo del hospedador. En este último, se registraron valores medios de 8,5 garrapatas por hembra y 10 por macho. En *D. marginatus* se observó una abundancia menor en ambos sexos, siendo 7 garrapatas por hembra capturada y 3 en el caso de los machos. Cabe destacar una mayor abundancia de garrapatas en machos en ambas especies. La desviación estándar indica una alta dispersión de los datos con respecto a la media en el caso de las hembras siendo en machos la infestación más homogénea.

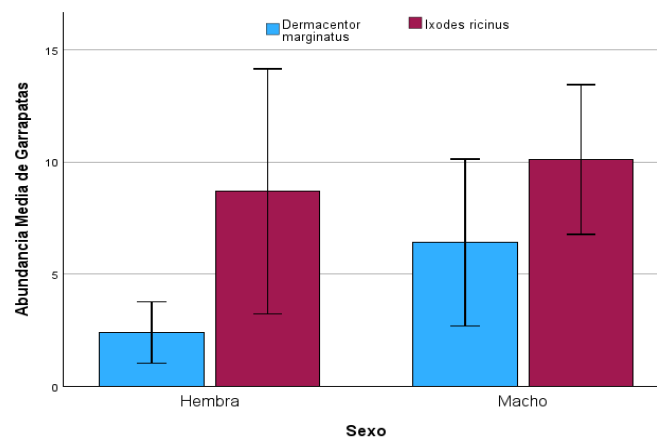


Figura 10. Abundancia media de garrapatas *D. marginatus* e *I. ricinus* en función del sexo del hospedador

Con respecto a la altitud, en la figura 11 se representa la abundancia media de *Ixodes ricinus* y *Dermacentor marginatus* a diferentes gradientes altitudinales (600 – 1600 m s.n.m). En *I. ricinus*, se observan valores medios entre 7,5 y 16 garrapatas por individuo desde los 800 a los 1600 m s.n.m. En cambio, *D. marginatus* se mostró fundamentalmente a altitudes de 600 y 1000 m s.n.m con valores medios de 1 y 4,8 garrapatas por individuo. La dispersión de los datos expresada mediante ± 2 desviaciones estándar, indica una mayor variabilidad de los datos en *I. ricinus*, principalmente a altitudes de 800 y 1600 m s.n.m.

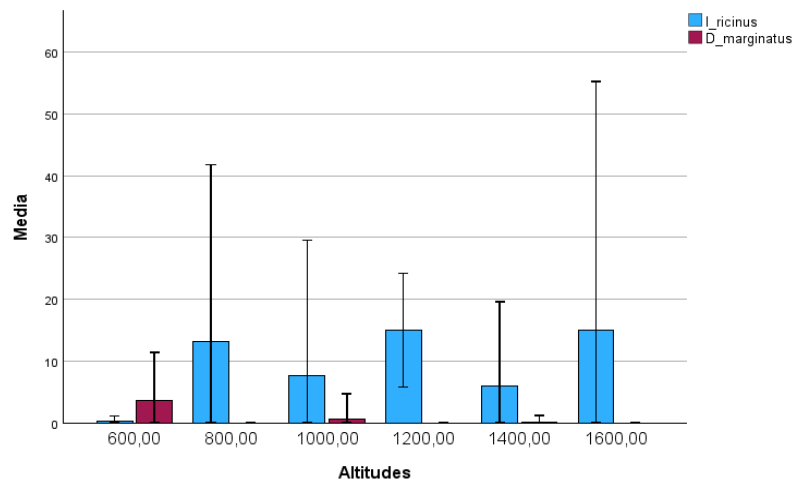


Figura 11. Abundancia media de garrapatas *D. marginatus* e *I. ricinus* en función de la altitud

Sin tener en cuenta la especie de garrapata ni hospedador, la siguiente figura (figura 12) representa la abundancia media de garrapatas en 3 intervalos altitudinales: baja, media y alta. Los valores medios son similares en las 3 altitudes, aunque siendo ligeramente mayor media altitud. Se observó un promedio de 8,8 garrapatas en el nivel bajo, 9,5 a un nivel medio y 9 a niveles altos. Las líneas verticales representan la desviación estándar. En este caso, se observa un solapamiento de estas en las tres categorías lo que sugiere una alta variabilidad intra-grupo. Esto nos indica que la altitud como variable individual no genera diferencias claras en la abundancia total de garrapatas.

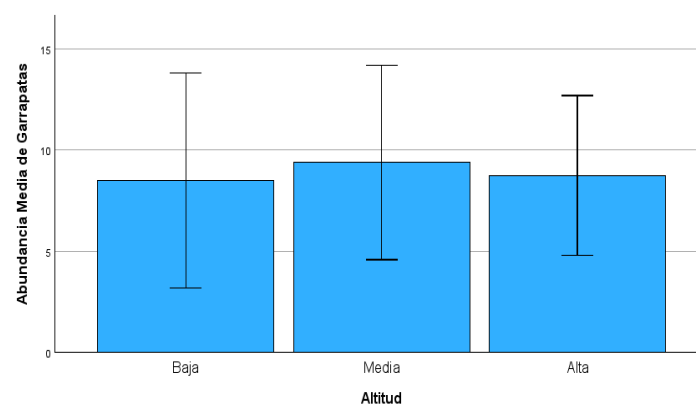


Figura 12. Abundancia media de garrapatas en función de la altitud

Las siguientes figuras se han realizado en base a los datos obtenidos en la prueba de efectos de inter-sujetos y representan la abundancia media de garrapatas en dos grupos de hospedadores (*Apodemus sylvaticus* y otras especies) distribuidos en 3 rangos de altitud: alta, media y baja.

Considerando como variable dependiente la abundancia media de garrapatas (figura 13), en *Apodemus sylvaticus*, las medias se sitúan alrededor 10,5 garrapatas por hospedador a nivel bajo, 9 a nivel medio y 7 a nivel alto. Con respecto al resto de especies, las medias aproximadas obtenidas son de 4,5 garrapatas por individuo a baja altitud, 6,5 a altitud media y 20 a alta altitud. Cabe destacar que en *A. sylvaticus* los valores medios decrecen conforme aumenta la altitud mientras que en el resto de las especies estudiadas se observa un patrón inverso. En este caso, la variabilidad es notablemente mayor en otras especies a altas altitudes lo que sugiere una mayor heterogeneidad en la infestación.

Fijando como variable dependiente la abundancia media de *Ixodes ricinus* al realizar la prueba de efectos inter-sujetos, obtenemos la figura 14. En esta se observa que la cantidad de garrapatas de *I. ricinus* encontrados en *A. sylvaticus* disminuyó a medida que aumentó la altitud al contrario que en otras especies de micromamíferos, en las que se mostró un incremento de la abundancia de *I. ricinus*. Las medias aproximadas en *A. sylvaticus* son de 9 garrapatas por hospedador a baja altitud, 8,8 a media altitud y 7 a alta altitud mientras que en otras especies se observaron valores muy superiores, de 20 garrapatas por hospedador a alta altitud. Las líneas verticales que representan ± 2 desviaciones estándar, muestran una dispersión notablemente elevada en este último grupo y a dicha altitud lo que nos indica que existen individuos cuyos valores están muy alejados de la media.

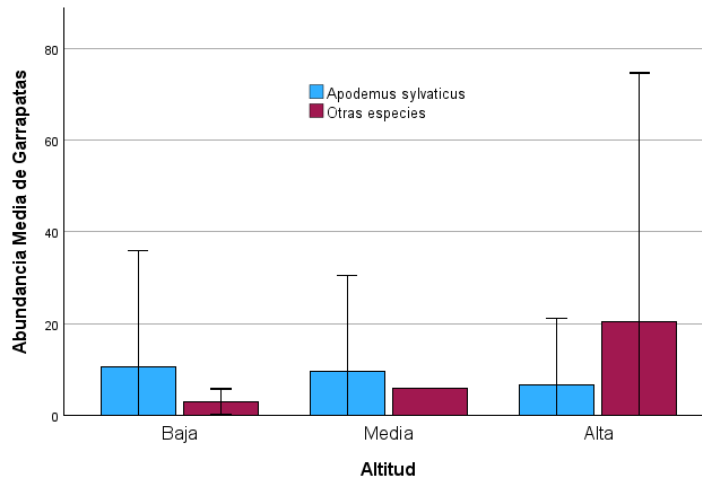


Figura 13. Abundancia de garrapatas y altitud en función de los grupos de hospedador

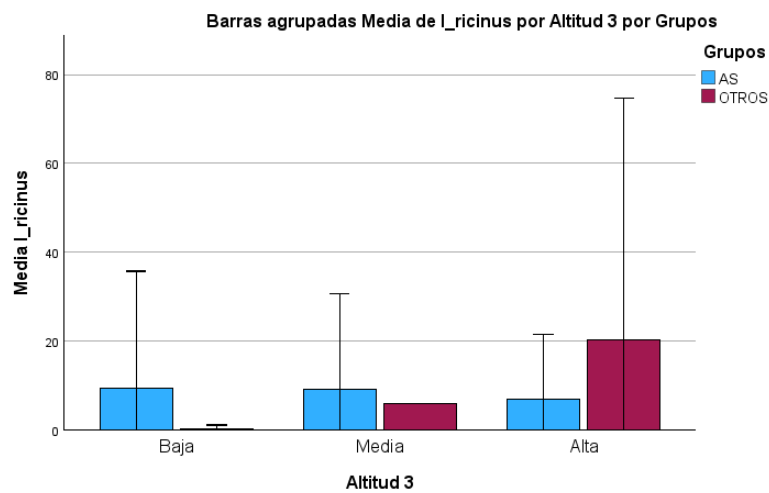


Figura 14. Abundancia de *Ixodes Ricinus* en función de la altitud y del grupo de hospedador

Por último, se analizaron las posibles interacciones que ocurren cuando el efecto de una variable independiente sobre la variable dependiente cambia en función de una tercera variable independiente. Al considerar como variable dependiente la abundancia de garrapatas, el análisis de varianza no mostró efectos del sexo, la altitud ni hospedador de manera individual ($p > 0,05$). Sin embargo, se observó una interacción significativa entre la altitud y el hospedador ($p = 0,019$).

Esto indica que la relación entre la abundancia y la altitud no es uniforme para todos los hospedadores.

Factor	Grados de libertad	F	P
Altitud	2	1,062	0,351
Sexo	1	0,006	0,936
Grupo	1	0,007	0,935
Sexo/grupo	1	1,676	0,200
Altitud/grupo	2	4,204	0,019

Figura 15. Análisis de efectos inter-sujetos con variable dependiente: garrapatas.

Por otro lado, si consideramos como variable dependiente la abundancia media de *Ixodes ricinus*, tampoco se detectó efectos para ninguna de las variables mencionadas anteriormente, pero si una interacción significativa entre la altitud y el grupo ($p = 0,017$). Esto nos indica que la abundancia de *I. ricinus* responde de manera diferente a la altitud dependiendo del hospedador que parasite tendiendo a aumentar en altitudes altas en otras especies y a decrecer en caso de *A. sylvaticus* como se observa en la figura 11.

Factor	Grados de libertad	F	P
Altitud	2	1,745	0,182
Sexo	1	0,019	0,890
Grupo	1	0,043	0,837
Sexo/grupo	1	1,760	0,189
Altitud/grupo	2	4,323	0,017

Figura 16. Análisis de efectos inter-sujetos con variable dependiente: *Ixodes ricinus*

El modelo estadístico general explicó aproximadamente el 16,5% de la variación total y el bajo coeficiente de determinación ajustado (8%) sugiere que, aunque existen interacciones significativas, parte de las diferencias en la abundancia dependen de otros factores no incluidos en el este estudio.

DISCUSIÓN

Los parásitos se distribuyen con frecuencia de forma heterogénea entre los individuos de una misma población por eso es común encontrar individuos con cargas parasitarias muy desproporcionadas (Lindsø, L.K et al., 2023). Aunque frecuentemente se relaciona la agregación de las garrapatas con la distribución espacial en el ambiente durante su etapa de búsqueda, la evidencia indica una variación mínima en la carga parasitaria (Devevey et al., 2012). Por el contrario, la heterogeneidad de los hospedadores es un factor clave.

Se ha demostrado que características como el sexo, la masa corporal y el tamaño del área de distribución actúan como determinantes en la infestación (Lindsø, L.K. et al., 2023). En consecuencia, la gran variabilidad mostrada en los resultados sugiere que los patrones de infestación no pueden atribuirse a un único factor, sino que responde a la interacción de múltiples variables ecológicas y biológicas.

Con respecto a los hospedadores, las condiciones microclimáticas, temperatura y humedad fundamentalmente, determinan la distribución espacial de las garrapatas y la frecuencia de encuentro con los hospedadores, independientemente de su competencia como reservorios (Randolph, 2024). Diversos estudios realizados con roedores han demostrado que la abundancia e intensidad de infestación por garrapatas varían significativamente entre especies. Estas diferencias se han relacionado con características ambientales como la cobertura vegetal y la estructura del hábitat (Kniffer et al., 2011).

Asimismo, se ha descrito que los roedores son importantes hospedadores de estadios inmaduros de las garrapatas duras (Kniffer et al., 2011). *Apodemus sylvaticus* es un hospedador frecuente de larvas de *Ixodes ricinus* (Kurtenbach et al., 1995) y *Dermacentor Marginatus* (Estrada Peña, et al., 1992), sin embargo, estudios anteriores indican que su competencia como reservorio no implica una alta intensidad de infestación y que las diferencias interespecíficas en la abundancia pueden surgir como consecuencia del marco ambiental y ecológico donde se produce la interacción (Kniffer et al., 2011; Mihalca et al., 2013).

Como se ha dicho anteriormente, el sexo es un factor determinante en la infestación por garrapatas, pero no se detectaron efectos estadísticamente significativos, aunque si se observó cierta tendencia a una mayor abundancia en hospedadores machos. Esto ha sido descrito en

diversos estudios en los que se ha encontrado cargas de garrapatas mayores en machos que en hembras de roedores. El sesgo sexual se ha atribuido al dimorfismo sexual en la masa corporal siendo mayor en caso de los machos. Se ha propuesto la existencia de una relación entre la defensa inmunitaria y la reproducción mediada por la testosterona concluyendo que los machos invierten más en reproducción a expensas de la defensa contra parásitos lo que resulta en mayores cargas de garrapatas especialmente en machos sexualmente activos (Lindsø, L.K et al., 2023).

Sin embargo, la infestación por garrapatas no depende únicamente de los factores intrínsecos, sino también de factores ambientales entre los que la altitud desempeña un papel fundamental ya que mostró una interacción significativa con la abundancia indicando que su efecto no es uniforme, sino que depende del grupo de hospedador. La altitud es un factor ambiental que influye en múltiples variables ecológicas como la temperatura, humedad y la composición local de la fauna que determinan en cierto modo la supervivencia y desarrollo de las garrapatas (De Pelsmaeker et al., 2021).

En el caso de *Ixodes ricinus*, los resultados indican que está presente en todo el gradiente altitudinal estudiado. Este patrón no coincide con estudios anteriores en los que se registró una abundancia reducida al aumentar la altitud. No obstante, tal y como se ha mencionado anteriormente, los efectos adicionales de las variables climáticas y la diversidad de los factores ecológicos dificultan el entendimiento del impacto de la altitud sobre el límite de supervivencia de *I. ricinus* concluyendo así que su límite altitudinal no es fijo, sino varían a lo largo de Europa en función de la latitud (De Pelsmaeker et al, 2021).

Para respaldar los resultados obtenidos, estudios recientes han determinado que, debido al cambio climático, se ha observado un aumento en el rango de distribución de las garrapatas y su presencia a altitudes cada vez más altas lo que explicaría la presencia de *Ixodes ricinus* a altitudes de 1600 m (De Pelsmaeker et al, 2021).

En este contexto, cabe destacar que las diferencias observadas entre *A. sylvaticus* y el grupo de otras especies podrían estar relacionadas con un solapamiento en el uso del hábitat o con preferencias específicas de microhábitat a distintas altitudes.

Por el contrario, *Dermacentor marginatus* es una especie xerófila y asociada a ambientes secos y templados, por lo que la reducción de la temperatura y el aumento de la humedad con la altitud limita su distribución altitudinal (Estrada Peña, et al., 1992) respaldando la disminución de la abundancia al aumentar la altitud observada.

CONCLUSIONES

1. Se ha confirmado el importante papel de los micromamíferos como hospedadores primarios para los estadios inmaduros de *Dermacentor marginatus* e *Ixodes ricinus*.
2. La prevalencia de infestación del 100% en la muestra estudiada muestra una fuerte presión de parasitación por garrapatas en primavera en el Pirineo Aragonés. Esto favorecería la permanencia de ciclos enzoóticos de patógenos, lo que justifica la necesidad de programas de monitoreo para conocer mejor la distribución geográfica de los vectores como primera medida para diseñar estrategias de prevención contra las enfermedades asociadas a las garrapatas.
3. La bibliografía revisada sitúa a *Ixodes ricinus* en límites altitudinales inferiores a los detectados en este estudio, esto sugiere una adaptación del vector a consecuencia de los cambios ambientales que han modificado el rango de distribución geográfica y el periodo de actividad.
4. El análisis estadístico demostró una interacción significativa entre la altitud y el grupo de hospedador tanto en el conjunto de garrapatas como en *Ixodes ricinus*. La abundancia media disminuyó con la altitud en *A. sylvaticus* y aumentó en caso de otras especies.
5. Aunque en los resultados se observó una mayor abundancia de garrapatas en machos, el modelo estadístico no consideró la variable sexo como factor significativo. Esto puede ser debido a la variabilidad intra-grupo de la muestra.

CONCLUSIONS

1. The important role of micromammals as primary hosts for the immature stages of *Dermacentor marginatus* and *Ixodes ricinus* has been confirmed.
2. The 100% infestation prevalence in the sample studied shows a constant interaction between small mammals and ticks in the Aragonese Pyrenees. This would favor the permanence of enzootic cycles, which justifies the need for monitoring programs to better understand the geographical distribution of vectors as a first step in designing prevention strategies against tick-borne diseases.
3. The reviewed literature places *Ixodes ricinus* at lower altitudinal limits than those detected in this study, suggesting an adaptation of the vector because of environmental changes that have modified its geographical range and period of activity.
4. Statistical analysis showed a significant interaction between altitude and host group in tick population e and in *Ixodes ricinus*. Average abundance decreased with altitude in *A. sylvaticus* and increased in other species.
5. Although the results showed a higher abundance of ticks in males, the statistical model did not consider sex to be a significant factor. This may be due to intra-group variability in the sample.

VALORACIÓN PERSONAL

La realización de este estudio ha supuesto un avance en mi formación académica tanto en el plano teórico como en el metodológico. El estudio del parasitismo y la biología de las garrapatas me ha permitido adquirir una visión global de la complejidad y los distintos factores e interacciones que interviene en la relación vector-hospedador.

Por otra parte, durante el proceso he adquirido la capacidad para localizar, analizar, comprender y sintetizar artículos científicos de forma crítica. Este ejercicio de documentación y redacción me ha dotado de cierta autonomía para manejar el lenguaje técnico y estructurar el conocimiento científico.

BIBLIOGRAFÍA

Celaya Pérez, S. (2021). *Anaplasma phagocytophilum: vectores y comunidades de reservorios en Europa*. Universidad de Zaragoza. <https://zaguan.unizar.es/record/107090/files/TAZ-TFG-2021-1102.pdf>

Colaboradores de Wikipedia. (2022). *Argas (garrapata)*. Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Argas_%28garrapata%29

De Pelsmaecker, N., Korslund, L., & Steifetten, Ø. (2021). *High-elevational occurrence of two tick species, Ixodes ricinus and I. trianguliceps, at their northern distribution range*. Parasites & Vectors, 14(1), 161. <https://doi.org/10.1186/s13071-021-04604-w>

Devevey, G., y Brisson, D. (2012). *The effect of spatial heterogeneity on the aggregation of ticks on white-footed mice*. Parasitology, 139(7), 915–925. doi:10.1017/S003118201200008X

Eskezia, B. G. (2016). *Review on the impact of ticks on livestock health and productivity*. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare. Vol 6, Nº 22. <https://www.iiste.org/Journals/index.php/JBAH/article/view/34041/35008>

Estrada Peña, Agustín. (1994). *Las garrapatas en España: introducción*. Consejería de Sanidad y Bienestar Social. Universidad de Zaragoza. ISBN: 9788478463138.

Estrada-Peña, A. (2017). *Garrapatas. Un vector emergente en España*. Revista De Salud Ambiental, 17, 9. <https://ojs.diffundit.com/index.php/rsa/article/view/851>

Estrada Peña, A. & de la Fuente, J. (2014). *The ecology of ticks and epidemiology of tick-borne viral diseases*. Antiviral research, 108, 104-128. <http://dx.doi.org/10.1016/j.antiviral.2014.05.016>

Estrada-Peña, A., Mihalca, A. D., Petney, T., Domşa, C., & Gragera, J. (2017). *Ticks of Europe and North Africa*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-63760-0>

Estrada-Peña, A., Osácar, J. J., Gortázar, C., Calvete, C., & Lucientes, J. (1991). *An account of the ticks of the northeastern of Spain (Acarina: Ixodidae)*. Annales de Parasitologie Humaine et Comparée, 67(2), 42–49. <https://doi.org/10.1051/parasite/199267242>

Estrada-Peña, A., Martínez-Estélez, M. A. H., Pradera, C., & Castellà, J. (2025). *The Historical Baseline of Hard Tick Records in Spain (1985–2024)*. Pathogens, 14(2), 173. <https://doi.org/10.3390/pathogens14020173>

Garde Villuendas, Cristina (2024). *Garrapatas como vector de enfermedades: perspectiva general, abordaje enfermero y prevención*. Universidad de Zaragoza. <https://zaguan.unizar.es/record/153861/files/TAZ-TFG-2024-1953.pdf>

Gil Pérez, V. (2010). *Análisis espacial del riesgo por garrapatas de interés en salud pública: Impacto del cambio climático*. Universidad de Zaragoza. <https://zaguan.unizar.es/record/31307/files/TAZ-TFM-2014-840.pdf>

Ireland, E. U. (s. f.). ESCCAP UK & Ireland. *Ixodes Ricinus*. ESCCAP UK & Ireland. <https://www.esccapuk.org.uk/page/ixodes+ricinus/69/>

Kiffner, C., Vor, T., Hagedorn, P., et al. (2011). *Factors affecting patterns of tick parasitism on forest rodents in tick-borne encephalitis risk areas*. Parasitology Research, 108, 323–335. <https://doi.org/10.1007/s00436-010-2065-x>

Lindsø, L.K., Anders, J.L., Viljugrein, H., et al (2023). *Individual heterogeneity in ixodid tick infestation and prevalence of Borrelia burgdorferi sensu lato in a northern community of small mammalian hosts*. Oecologia 203, 421–433. <https://doi.org/10.1007/s00442-023-05476-w>

Medlock, J.M., Hansford, K.M., Bormane, A., et al. (2013). *Driving forces for changes in geographical distribution of Ixodes ricinus ticks in Europe*. Parasites Vectors 6, 1. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-1>

Mihalca, A. D., & Sándor, A. D. (2013). *The role of rodents in the ecology of Ixodes ricinus and associated pathogens in Central and Eastern Europe*. Frontiers in cellular and infection microbiology, 3, 56. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2013.00056>

Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO). (2025). *Control sostenible de las garrapatas y gestión de la resistencia de las garrapatas en el ganado a los acaricidas*. (s. f.). Animal Health. <https://www.fao.org/animal-health/areas-of-work/livestock-tick-control/es>

Proyectos de Wikipedia, 2024). *Parasitismo*. Wikipedia.
<https://es.wikipedia.org/wiki/Parasitismo>

Peralbo-Moreno, A., Espí, A., Barandika, J. F., García-Pérez, A. L., Acevedo, P., & Ruiz-Fons, F. (2024). *Spatiotemporal dynamics of Ixodes ricinus abundance in northern Spain*. Ticks and Tick-Borne Diseases, 15(6). <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2024.102373>

Puetate, I. G., Míeles, E. V., & Troncoso, I. C. (2025). *Impacto de las garrapatas y hemoparásitos en la salud productiva de los bovinos*. LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 5(6). <https://doi.org/10.56712/latam.v5i6.3235>

Rajput, Z. I., Hu, S. H., Chen, W. J., Arijo, A. G., & Xiao, C. W. (2006). *Importance of ticks and their chemical and immunological control in livestock*. Journal of Zhejiang University. Science. B, 7(11), 912–921. <https://doi.org/10.1631/jzus.2006.B0912>

Randolph, S. E. (2004). *Tick ecology: processes and patterns behind the epidemiological risk posed by ixodid ticks as vectors*. Parasitology, 129(S1), S37–S65.
doi:10.1017/S0031182004004925

Soler, Juan José (2012). *¿Qué sabemos de? Parasitismo*. Editorial catarata. ISBN: 9788400095581.

Sonenshine, D.E., & Roe, R.M. (2014). *Biology of Ticks*. Vol 1. Oxford University Press.
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.3816.1.1>

Vada, R., Zanet, S., Trisciuglio, A., et al. (2025). *A one-health approach to surveillance of tick-borne pathogens across different host groups*. BMC Veterinary Research 21, 553.
<https://doi.org/10.1186/s12917-025-04983-7>

Villacres, R. P. S., Unda, S. A. B., Saavedra, L. M. Z., Pimbosa, E., & Arrobo, S. J. S. (2025). *Análisis bibliométrico del estudio de las garrapatas que atacan a los perros: avances y perspectivas*. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 9(1), 2388-2404. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.16018