



FUNDACIÓN  
PARA LA CONSERVACIÓN  
DEL QUEBRANTAHUESOS

Pza. San Pedro Nolasco 1, 4ºF  
50.001 Zaragoza  
Tfno/Fax: 976 299667  
G-50653179  
[www.quebrantahuesos.org](http://www.quebrantahuesos.org)  
[fcq@quebrantahuesos.org](mailto:fcq@quebrantahuesos.org)

Departamento de Medio Ambiente y Turismo  
Dirección General de Medio Natural, Caza y Pesca  
Plaza San Pedro Nolasco nº7  
Gobierno de Aragón  
50.071 Zaragoza

Zaragoza, 16 de diciembre de 2025

**A la atención de la Dirección General de Medio Natural, Caza y Pesca.**

**ASUNTO: uso de ivermectina en el Parque Nacional de Ordesa y Mte. Perdido (PNOMP).**

**PRIMERO.-** La Fundación para la Conservación del Quebrantahuesos (FCQ) es una Organización No Gubernamental (ONG) privada sin ánimo de lucro, declarada de utilidad pública, inscrita en el registro de Fundaciones del Ministerio de Cultura y Deporte (70/AGR), constituida en el año 1995, que se dedica a promover y desarrollar proyectos de seguimiento ecológico, investigación científica, defensa ambiental, desarrollo rural, custodia del territorio, ecoturismo, educación ambiental y sensibilización en los hábitats de montaña en los que vive el quebrantahuesos. Los principales objetivos de la FCQ son velar por la recuperación del quebrantahuesos y sus hábitats naturales dentro de los territorios de distribución actual e histórica, así como promover actitudes de respeto por los valores ligados a la conservación de la biodiversidad. Uno de los principales proyectos que desarrolla la FCQ son las acciones para el desarrollo y ejecución del Plan de Recuperación del Quebrantahuesos en Aragón (Decreto 45/2003), a través del Convenio de Colaboración entre la FCQ y el Gobierno de Aragón (Orden PEJ/652/2025). Uno de los miembros de la FCQ es representante de los grupos ecologistas de Aragón en el Patronato del Parque Nacional de Ordesa y Mte. Perdido (PNOMP).

**SEGUNDO.-** La ivermectina es una lactona macrocíclica del grupo de las avermectinas, ampliamente utilizada como **antiparasitario** de amplio espectro en ganadería extensiva desde principios de la década de 1980. Su éxito comercial se debe a su elevada eficacia, bajo coste y amplio margen de seguridad en vertebrados adultos. Sin embargo, estas mismas propiedades han favorecido **un uso masivo y prolongado que ha generado una contaminación ambiental crónica**, especialmente en sistemas pastorales de alto valor ecológico (Floate et al., 2005; Lumaret et al., 2012). Tras su administración, **entre el 62 y el 98% de la ivermectina es excretada inalterada en las heces del ganado**, conservando su actividad biológica durante semanas o meses (Iglesias et al., 2006; Verdú et al., 2020). **En áreas naturales protegidas**, donde el pastoreo extensivo es una práctica habitual de gestión del territorio, **estos residuos constituyen una fuente continua de exposición para organismos** no diana y un factor de alteración del funcionamiento ecosistémico (Verdú et al., 2018):

## **Ecosistemas terrestres**

### **-Invertebrados coprófagos**

**Los invertebrados asociados a los excrementos del ganado**, en particular los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae), son el grupo más estudiado y el más sensible a la ivermectina. **Numerosos trabajos han demostrado efectos letales y subletales sobre adultos y larvas**, incluyendo mortalidad, retrasos en el desarrollo, alteraciones neuromusculares, pérdida de la capacidad sensorial y reducción del éxito reproductivo (Wardhaugh & Rodríguez-Menéndez, 1988; Verdú et al., 2015). Estudios fisiológicos han demostrado que incluso dosis muy bajas de ivermectina provocan trastornos en los sistemas olfativo y locomotor de los escarabajos, impidiendo la localización del alimento y la realización de funciones básicas como la alimentación y la reproducción (Verdú et al., 2015). Ensayos comparativos muestran que la ivermectina es significativamente más tóxica que otras lactonas macrocíclicas, como la moxidectina, para estos organismos (Verdú et al., 2018a). **En estudios de campo realizados en áreas protegidas, como el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (PNOMP), el P. N. de Doñana, el P. N. de Picos de Europa, entre otros, se ha constatado una disminución significativa de la riqueza específica, abundancia, biomasa y diversidad funcional de las comunidades de escarabajos coprófagos, así como una disminución de la calidad del suelo y los pastos naturales** en zonas con uso convencional de ivermectina frente a sistemas sin tratamientos antiparasitarios (Verdú et al., 2018b; 2019; 2022).

### **-Transferencia trófica, bioacumulación y biomagnificación**

Más allá de los efectos directos, **la ivermectina presenta un elevado potencial de bioacumulación**. Verdú et al. (2020) demostraron experimentalmente que la ivermectina se biomagnifica en escarabajos coprófagos, acumulándose preferentemente en el cuerpo graso y la hemolinfa. **Esta acumulación incrementa el riesgo de transferencia trófica hacia depredadores insectívoros**. Floate et al. (2005) y Lumaret et al. (2012) advierten que **este proceso puede afectar a aves, reptiles y pequeños mamíferos que se alimentan de insectos coprófagos, un aspecto especialmente relevante en áreas naturales protegidas** con redes tróficas complejas y especies amenazadas. Recientemente, se encontraron residuos de ivermectina en polluelos de urogallo pirenaico (*Tetrao urogallus aquitanicus*) que se alimentan parcialmente de invertebrados localizados en las heces del ganado (Nicolás de Francisco, et al. 2024).

## **Suelo y funcionamiento ecosistémico**

### **-Fauna edáfica**

**Los residuos de ivermectina presentes en los excrementos del ganado afectan también a la fauna del suelo situada bajo las boñigas**. Estudios realizados en distintos contextos climáticos muestran reducciones en la abundancia y diversidad de microartrópodos y larvas de insectos edáficos (Iglesias et al., 2006; Adler et al., 2016). Estos efectos son especialmente preocupantes en áreas protegidas, donde los suelos suelen ser pobres y la actividad biológica desempeña un papel clave en el mantenimiento de la fertilidad y la estructura del suelo (Römbke et al., 2016).

### **-Procesos del suelo y ciclos biogeoquímicos**

**La reducción de la actividad de los invertebrados coprófagos ralentiza la descomposición del excremento del ganado y provoca su acumulación en superficie**. Esta acumulación altera los ciclos del carbono, nitrógeno y fósforo, reduce la

incorporación de materia orgánica al suelo y modifica los procesos de mineralización (Tixier et al., 2016; Verdú et al., 2018b). Verdú et al. (2018b) demostraron cambios significativos en la calidad del carbono orgánico del suelo y en la producción in situ de nitrógeno y fósforo en áreas con uso continuado de ivermectina, comprometiendo la funcionalidad del ecosistema a largo plazo. **Además, la reducción de la actividad de los escarabajos coprófagos puede producir un aumento en la compactación del suelo, como se puede observar en el PNOMP, disminuyendo su capacidad de drenaje y capacidad de crecimiento radicular del pasto** (Cortez & Verdú, 2024).

#### **-Microbiota del suelo y del estiércol**

Aunque los efectos directos de la ivermectina sobre la microbiota han sido menos estudiados, diversos autores señalan que la alteración de la fauna coprófaga y la persistencia del estiércol modifican las comunidades microbianas responsables de la descomposición y el reciclado de nutrientes (Floate et al., 2005; Villén-Molina & Verdú, 2023). **Estas alteraciones pueden aumentar las emisiones de gases de efecto invernadero (CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub>) y reducir la capacidad del suelo para retener agua y nutrientes** (Villén-Molina & Verdú, 2023).

#### **Ecosistemas acuáticos**

La ivermectina es extremadamente tóxica para organismos acuáticos no diana, en particular crustáceos, insectos acuáticos y otros invertebrados, con valores de toxicidad aguda muy bajos (Lumaret et al., 2012). Aunque inicialmente se consideró que el riesgo para el compartimento acuático era limitado, **estudios posteriores han demostrado que la escorrentía desde pastos tratados y la aplicación de estiércol contaminado pueden introducir ivermectina en cuerpos de agua superficiales** (Liebig et al., citado en Lumaret et al., 2012). En áreas naturales protegidas con humedales, arroyos temporales o lagunas, esta contaminación representa una amenaza significativa para la biodiversidad acuática.

#### **Efectos ecotóxicos sobre anfibios**

Los anfibios constituyen uno de los grupos de vertebrados más sensibles a la contaminación química debido a su piel altamente permeable y a su ciclo de vida parcialmente acuático. **Diversos informes y revisiones señalan que la ivermectina y otras lactonas macrocíclicas son altamente tóxicas para anfibios**, tanto en fases larvarias como adultas (Lumaret et al., 2012; Villén-Molina & Verdú, 2023). **La exposición puede producirse por contacto directo con agua contaminada, sedimentos o suelos húmedos fertilizados con estiércol tratado, así como por ingestión de presas contaminadas.** Los efectos descritos incluyen neurotoxicidad, alteraciones del comportamiento, mortalidad larvaria y posibles efectos subletales que reducen la supervivencia y el éxito reproductivo (Villén-Molina & Verdú, 2023). La toxicidad depende fuertemente del estadio de desarrollo, siendo las larvas generalmente más sensibles que los embriones en exposiciones agudas (Peluso et al., 2024). Se observaron alteraciones del comportamiento (reducción de movilidad y velocidad de nado) incluso a 1 µg/L, una concentración ambientalmente realista, lo que implica un aumento del riesgo de depredación y una reducción de la capacidad de alimentación y dispersión. McMahon et al. (2021) demostraron que una única exposición temprana a ivermectina en la rana arborícola *Osteopilus septentrionalis* produjo reducción significativa de la tasa de crecimiento a largo plazo, con individuos más pequeños tras

más de dos años de seguimiento, así como la disminución de la aptitud reproductiva, dado que el tamaño corporal está directamente relacionado con el éxito reproductivo en anfibios. **Estos resultados confirman que la ivermectina puede afectar gravemente a las poblaciones de anfibios incluso sin provocar mortalidad inmediata** (como por ejemplo a la rana pirenaica). **En áreas naturales protegidas, donde muchas especies de anfibios ya se encuentran amenazadas por la pérdida de hábitat, enfermedades emergentes y el cambio climático, la ivermectina representa un factor de estrés adicional que puede contribuir al declive poblacional.**

### **TERCERO. Consecuencias negativas del uso prolongado de ivermectina para los ganaderos**

El uso continuado de ivermectina durante décadas también genera impactos negativos directos e indirectos sobre los sistemas ganaderos:

**\*Reducción de la calidad del pasto**, debido a la acumulación de estiércol no degradado, que disminuye la superficie aprovechable y la palatabilidad (Floate et al., 2005; Verdú et al., 2018b).

**\*Aumento de parásitos y moscas**, ya que el excremento del ganado persistente actúa como reservorio de huevos y larvas, contrarrestando el efecto del tratamiento (Floate et al., 2005).

**\*Degradación progresiva del suelo**, con pérdida de fertilidad, estructura y capacidad de retención hídrica (Adler et al., 2016; Villén-Molina & Verdú, 2023).

**\*Desarrollo de resistencias parasitarias**, que reduce la eficacia del fármaco y obliga a incrementar dosis o frecuencia, con mayores costes económicos (Villén-Molina & Verdú, 2023).

**\*Riesgos regulatorios y de mercado**, especialmente en el contexto de áreas protegidas y producciones ligadas a sellos de calidad ambiental, **ya que el uso de ivermectina no es sostenible ambientalmente.**

### **CUARTO. Implicaciones para la gestión de áreas naturales protegidas y concretamente en el PNOMP**

La evidencia científica acumulada indica que el uso sistemático de ivermectina en áreas naturales protegidas compromete la biodiversidad, el funcionamiento de los ecosistemas y la sostenibilidad a largo plazo de la ganadería extensiva. Estos resultados respaldan la aplicación del **principio de precaución**, la restricción de su uso, la adaptación de calendarios de tratamiento a los ciclos biológicos de la fauna no diana y el fomento de estrategias alternativas de control parasitario compatibles con los objetivos de conservación (Verdú et al., 2018b; Lumaret et al., 2012).

### **QUINTO. Recomendaciones de gestión y alternativas al uso de ivermectina en áreas naturales protegidas**

#### **-Aplicación del principio de precaución**

Dada la evidencia acumulada sobre los efectos letales y subletales de la ivermectina en organismos no diana (invertebrados coprófagos, fauna edáfica, organismos acuáticos y anfibios), su persistencia ambiental y su capacidad de bioacumulación, **se recomienda aplicar de forma explícita el principio de precaución en áreas naturales protegidas y más concretamente en el PNOMP**, tal como proponen Lumaret et al. (2012) y Villén-Molina & Verdú (2023). **Esto implica restringir o evitar su uso cuando existan**

**alternativas viables y cuando los objetivos de conservación puedan verse comprometidos.**

#### **-Restricción espacial del uso**

En espacios protegidos y sus zonas periféricas se recomienda:

**Prohibir o limitar el uso sistemático de ivermectina** en áreas con alta densidad de especies sensibles, como humedales, zonas de reproducción de anfibios y áreas clave para aves insectívoras. Establecer zonas tampón sin tratamiento alrededor de cursos de agua, lagunas temporales y suelos con elevada biodiversidad edáfica, para reducir la escorrentía y la contaminación del compartimento acuático (Lumaret et al., 2012).

#### **-Adaptación temporal de los tratamientos**

Cuando el uso de antiparasitarios sea considerado imprescindible:

**-Ajustar los calendarios de tratamiento** para evitar los periodos de máxima actividad reproductiva de los escarabajos coprófagos y otros artrópodos coprófilos, reduciendo así el impacto sobre las fases más sensibles del ciclo vital (Floate et al., 2005; Adler et al., 2016).

**Evitar tratamientos masivos y simultáneos de todo el ganado en una misma área, optando por tratamientos escalonados que disminuyan la carga ambiental de residuos** (Verdú et al., 2018b).

#### **-Uso de análisis coproparasitológicos como herramienta clave de gestión sanitaria**

**Se recomienda de forma prioritaria la implantación sistemática de análisis coproparasitológicos** como base para la toma de decisiones en el control de parásitos en ganadería extensiva dentro de áreas naturales protegidas. Los análisis coproparasitológicos permiten:

**Evitar tratamientos innecesarios**, al identificar cargas parasitarias reales y diferenciar infecciones subclínicas de situaciones que requieren intervención.

**Reducir drásticamente el uso de antiparasitarios**, disminuyendo la excreción ambiental de compuestos ecotóxicos como la ivermectina (Floate et al., 2005; Villén-Molina & Verdú, 2023).

**Retrasar la aparición de resistencias parasitarias**, uno de los principales problemas derivados del uso sistemático y preventivo de lactonas macrocíclicas (Villén-Molina & Verdú, 2023).

**Optimizar los costes para el ganadero**, al focalizar los tratamientos únicamente en animales o lotes con necesidad real de control parasitario.

**Compatibilizar sanidad animal y conservación**, reduciendo el impacto sobre fauna coprófaga, suelos, anfibios y ecosistemas acuáticos.

El uso de coprologías periódicas constituye, por tanto, una herramienta esencial dentro de los programas de gestión integrada de parásitos, especialmente recomendada en áreas de alto valor ecológico.

#### **-Sustitución por moléculas menos persistentes o estrategias selectivas**

Diversos estudios indican que no todas las lactonas macrocíclicas presentan el mismo perfil ecotóxico. Aunque ninguna está exenta de riesgo, algunas alternativas muestran menor toxicidad relativa para la fauna coprófaga (Verdú et al., 2018a). No obstante, se recomienda priorizar:

**Tratamientos selectivos basados en diagnóstico parasitológico previo**, evitando la medicación preventiva sistemática.

**Reducción de dosis y frecuencia de tratamiento**, siempre bajo supervisión veterinaria, para disminuir la excreción ambiental del principio activo (Villén-Molina & Verdú, 2023).

### **-Fomento de prácticas ganaderas compatibles con la conservación**

Como alternativa estructural al uso continuado de ivermectina, se recomienda promover: Sistemas de manejo ganadero extensivo diversificado, que reduzcan la presión parasitaria mediante rotación de pastos y control de densidades.

Enfoques agroecológicos y de gestión integrada de parásitos, que combinan medidas sanitarias, genéticas (razas autóctonas) y de manejo (zootecnia), reduciendo la dependencia de fármacos ecotóxicos (Villén-Molina & Verdú, 2023).

Conservación activa de comunidades de escarabajos coprófagos como aliados naturales en el control de parásitos y en la mejora de la calidad del suelo (Floate et al., 2005; Verdú et al., 2018b).

### **-Fitoterapia como alternativa antiparasitaria compatible con la conservación**

La fitoterapia veterinaria representa una alternativa emergente y científicamente respaldada frente a los antiparasitarios sintéticos ecotóxicos. **Antes de la generalización de los fármacos de síntesis, los sistemas ganaderos tradicionales empleaban plantas medicinales locales para el control de parásitos internos**, conocimiento que ha sido progresivamente abandonado (French, 2018; Verdú et al., 2023). Estudios recientes demuestran que determinados compuestos fitoterapéuticos poseen una actividad antihelmíntica eficaz y, al mismo tiempo, carecen de efectos ecotóxicos sobre organismos no diana:

Verdú et al. (2023) **demostraron experimentalmente que timol, carvacrol, cinamaldehído y aceite de ajo no producen efectos letales ni subletales en escarabajos coprófagos**, incluso a concentraciones hasta 1000 veces superiores a las obtenidas en condiciones reales de campo.

Los residuos de estos compuestos en el estiércol fueron extremadamente bajos o indetectables, a diferencia de la ivermectina, debido a su rápida metabolización y eliminación (Verdú et al., 2023).

Revisiones previas han documentado la **eficacia antihelmíntica de estos compuestos frente a nematodos gastrointestinales relevantes en ganado** (Ghisalberti, 2002; García-Bustos et al., 2019).

Desde el punto de vista ambiental y de gestión de áreas protegidas, la fitoterapia ofrece las siguientes ventajas:

**\*Ausencia de toxicidad para fauna coprófaga, suelos, microbiota y vertebrados insectívoros.**

**\*Reducción del riesgo de contaminación de ecosistemas acuáticos y anfibios**, al no persistir en el medio.

**\*Menor presión selectiva para el desarrollo de resistencias**, al emplearse dentro de estrategias integradas.

**\*Compatibilidad con modelos agroecológicos y producción ecológica**, alineados con la conservación de la biodiversidad.

No obstante, se recomienda que cualquier producto fitoterapéutico sea evaluado mediante ensayos ecotoxicológicos estandarizados, tal como proponen Verdú et al. (2023), antes de su aplicación generalizada, evitando sustituir un impacto ambiental por otro.

### **-Seguimiento ambiental y evaluación adaptativa**

Se recomienda establecer programas de seguimiento ecológico en áreas protegidas con presencia de ganadería, concretamente en el PNOMP que incluyan:

-Indicadores de diversidad y funcionalidad de la fauna coprófaga.

-Evaluación periódica de la calidad del suelo y de la descomposición de los excrementos del ganado.

-Vigilancia de poblaciones de anfibios e invertebrados acuáticos en zonas potencialmente expuestas.

-Estos programas permitirían una gestión adaptativa, ajustando las prácticas ganaderas en función de la respuesta del ecosistema (Adler et al., 2016; Verdú et al., 2018b).

#### **-Implicaciones socioeconómicas y normativas**

Finalmente, se recomienda integrar estas medidas en los planes de gestión de áreas naturales protegidas, concretamente en el PNOMP, destacando que la reducción del uso de ivermectina:

-Mejora la sostenibilidad a medio y largo plazo de los sistemas ganaderos.

-Reduce el riesgo de resistencias parasitarias.

-Favorece el acceso a certificaciones ambientales y a mercados vinculados a la conservación de la biodiversidad (Villén-Molina & Verdú, 2023).

**SEXTO.** Los objetivos generales del Plan de Uso y Gestión (PRUG) del PNOMP son:

a) Como objetivo básico, consolidar la protección del Parque Nacional mediante una gestión adecuada, de acuerdo con el régimen jurídico específico establecido en la Ley 52/82 y en la legislación ambiental en materia de planificación de los Parques Nacionales, teniendo en cuenta, además, que su ámbito territorial de aplicación incluye parcialmente el Monumento Natural de los Glaciares Pirenaicos, varios espacios de la Red Natura 2000 y otras figuras de protección recogidas en la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. **Dentro de este objetivo básico, la protección del Parque Nacional se basará en la conservación de sus valores naturales y de los procesos que los sustentan, por lo que cualquier acción que se vaya a realizar ha de ser compatible con la perpetuación de éstos.** Según el PRUG del PNOMP (Decreto 49/2015), se consideran actividades incompatibles con los fines del PNOMP la incorporación a las aguas de detergentes, jabones, lejías u otros tipos de sustancias biológicas, materiales o productos químicos que puedan ser tóxicos, perjudiciales o ajenos a los ecosistemas naturales.

**Por todo ello se solicita a la Dirección del PNOMP que se arbitren las medidas oportunas para cumplir el PRUG y evitar el uso sistemático y prolongado de la ivermectina en el PNOMP, estableciendo recomendaciones de gestión y alternativas al uso y ayudas para ello al sector ganadero.**

*Fdo.: Juan Antonio Gil*



**Secretario FCQ**

#### **-Referencias**

Adler, N., Bachmann, J., Blanckenhorn, W.U., Floate, K.D., Jensen, J., Römbke, J. (2016). Effects of ivermectin application on the diversity and function of dung and soil fauna: regulatory and scientific background information. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 35, 1914–1923.

- Cortez, V.; Verdú, J.R. (2024) Efecto de los usos de la ivermectina en la comunidad de coleópteros coprófagos. *X Jornada de Investigación del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido*, Centro de Visitantes de Torla-Ordesa (Huesca), 12 de diciembre 2024.
- Floate, K.D., Wardhaugh, K.G., Boxall, A.B.A., Sherratt, T.N. (2005). Fecal residues of veterinary parasiticides: Nontarget effects in the pasture environment. *Annual Review of Entomology*, 50, 153–179.
- French, K.E. (2018). Plant-based solutions to global livestock anthelmintic resistance. *Ethnobiology Letters*, 9, 110–123.
- García-Bustos, J.F., Sleebs, B.E., Gasser, R.B. (2019). An appraisal of natural products active against parasitic nematodes of animals. *Parasites & Vectors*, 12, 306.
- Ghisalberti, E.L. (2002). Secondary metabolites with antinematodal activity. In: *Studies in Natural Products Chemistry*, Vol. 26. Elsevier, pp. 425–506.
- Iglesias, L.E., Saumell, C.A., Fernández, A.S., et al. (2006). Environmental impact of ivermectin excreted by cattle treated in autumn on dung fauna and degradation of faeces on pasture. *Parasitology Research*, 100, 93–102.
- Lumaret, J.-P., Errouissi, F., Floate, K., Rombke, J., Wardhaugh, K. (2012). A review on the toxicity and non-target effects of macrocyclic lactones in terrestrial and aquatic environments. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 13, 1004–1060.
- McMahon, T.A., Fernandez-Denmark, S., Grim, J.M. (2021). Early-life exposure to ivermectin alters long-term growth and disease susceptibility. *PLOS ONE*, 16(10): e0258185.
- Nicolás de Francisco, O.; Ewbank, A.C.; de la Torre; A. et al. (2024). Environmental contamination by veterinary medicinal products and their implications in the conservation of the endangered Pyrenean Capercaillie (*Tetrao urogallus aquitanicus*). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 288: 117299.
- Peluso, J., Martínez Chehda, A., Olivelli, M.S., Aronzon, C.M. (2024). Ecotoxicological effects of the emerging contaminant ivermectin on *Rhinella arenarum*: A comparative study of active ingredient and commercial formulation. *Comparative Biochemistry and Physiology*, Part C, 283, 109965.
- Tixier, T., Blanckenhorn, W.U., Lahr, J., et al. (2016). A four-country ring test of nontarget effects of ivermectin residues on the function of coprophilous communities of arthropods in breaking down livestock dung. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 35, 1953–1958.
- Verdú, J.R. (2019) Efecto del uso de los compuestos médico veterinarios del ganado en la biodiversidad y estado del ecosistema en el Parque Nacional de los Picos de Europa. *Boletín de la RED de seguimiento del cambio global en parques nacionales*. 2019: 12–13.
- Verdú, J.R., Cortez, V., Ortiz, A.J., et al. (2015). Low doses of ivermectin cause sensory and locomotor disorders in dung beetles. *Scientific Reports*, 5, 13912.
- Verdú, J.R., Cortez, V., Martínez-Pinna, J., et al. (2018a). First assessment of the comparative toxicity of ivermectin and moxidectin in adult dung beetles. *Scientific Reports*, 8, 14885.
- Verdú, J.R., Lobo, J.M., Sánchez-Piñero, F., et al. (2018b). Ivermectin residues disrupt dung beetle diversity, soil properties and ecosystem functioning: an interdisciplinary field study. *Science of the Total Environment*, 618, 219–228.
- Verdú, J.R., Sánchez-Piñero, F., Lobo, J.M., et al. (2020). Evaluating long-term ivermectin use and the role of dung beetles in reducing greenhouse gas emissions from livestock faeces. *Ecological Entomology*, 45, 109–120.
- Verdú, J.R., Cortez, V., Rosa-García, R., et al. (2022) Efecto de los antiparasitarios del ganado en el estado de salud de la comunidad coprófaga del Parque Nacional de Ordesa

y Monte Perdido. *VII Jornada de Investigación, 2 de diciembre de 2021. Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido.*

Verdú, J.R., Cortez, V., Rosa-García, R., et al. (2023). Nontoxic effects of thymol, carvacrol, cinnamaldehyde, and garlic oil on dung beetles: A potential alternative to ecotoxic anthelmintics. *PLOS ONE*, 18(12): e0295753.

Villén-Molina, E., Verdú, J.R. (2023). El impacto de la ivermectina en los organismos coprófagos. *Quercus*, 445: 30–35.