



**2025** | **16-20**  
**GIJÓN** | **JUNIO**

**9º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL**

**9CFE-1839**

Actas del Noveno Congreso Forestal Español  
Edita: **Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2025.**  
ISBN: **978-84-941695-7-1**

Organiza





## Modelización de la puntuación de trofeos cinegéticos mediante variables representativas. Aplicación al ciervo mediterráneo.

SÁNCHEZ CÓRDOBA, E. (1), FERNÁNDEZ HABAS, J., (1), ZAMORA DÍAZ, R. (1), Y BRIONES VILLA, E. (2)

(1) Departamento de Ingeniería Forestal, Universidad de Córdoba

(2) Ayuntamiento de los Barrios (Cádiz)

### Resumen

En la gestión cinegética actual confluyen aspectos de interés como la relación con el medio, hábitats, fauna no cinegética, ganado, problemas sanitarios, percepción social de la caza intensiva (LINARES e. al. 2024), aplicabilidad de la gestión cinegética a espacios protegidos como Parques Nacionales, además de la eficiencia que los gestores buscan en la actividad cinegética.

Un aspecto relevante en gestión de la caza mayor es obtener trofeos, pues ello implica mayor beneficio económico, además de que la calidad de los trofeos en un terreno cinegético puede ser, junto a otros factores, un índice de calidad de gestión cinegética. Habitualmente, la categorización de un ejemplar como trofeo se realiza tras su abatimiento y posterior medición por personal experto, siguiendo las fórmulas oficiales de homologación para cada tipo de trofeo.

En este trabajo se presentan 5 opciones de modelos simplificados para estimar la puntuación del trofeo de ciervo antes de ser abatido, tras analizar 15.884 fichas de homologación de la Junta Nacional de Homologación. Los modelos ajustados utilizan entre 3 y 6 parámetros de homologación, explican entre el 75% y 93% de la variabilidad de los datos y permitirían estimar la puntuación con un error en torno a 2,5-4,7 puntos. Los resultados muestran que los parámetros relacionados con el grosor de la cuerna son muy influyentes en la puntuación de los trofeos de ciervo ibérico. Esto proporciona información aplicable a la gestión de cotos de caza, a través, p. ej, de la caza selectiva de individuos con limitado grosor o la introducción de sementales de otras fincas con dicha características

### Palabras clave

Trofeo, ciervo, modelo, parámetros representativos.

#### 1. Introducción

La explotación de los recursos cinegéticos es uno de los principales aprovechamientos de los montes españoles. Desde finales de los 60, las especies cinegéticas de caza mayor han experimentado un notable incremento (ACEVEDO et al. 2010, 2011, DELIBES-MATEOS et al. 2012). Las principales razones tienen que ver con el abandono de la actividad agraria y ganadera, usos tradicionales y la posterior matorralización del territorio. Esto ha conducido a una mejora de la



idoneidad del hábitat para especies como el ciervo y jabalí (DELIBES-MATEOS et al. 2012). Asociado a este incremento de las poblaciones, la actividad cinegética ha experimentado profundos cambios; así, desde finales de los años 80 y durante la primera década de los 2000, explotaciones antes dedicadas a ganadería y agricultura de subsistencia se han convertido en cotos de caza mayor. Además, ha habido una proliferación de los cercados cinegéticos con el fin de promover las poblaciones de caza mayor y de tener mayor control sobre sus dinámicas poblacionales. Estos cambios, en general, demuestran una especialización e intensificación del sector cinegético. Tanto en terrenos públicos como privados, y en espacios protegidos como parque naturales y nacionales (el debate sobre la eficacia de haber prohibido la caza en estos espacios está abierto) el aumento de las poblaciones de caza mayor es significativo (CARPIO et al. 2024). Dicho incremento ha dado lugar a problemas de conservación de los ecosistemas, problemas de sanidad animal, conflictos con el sector agrario y tensiones socioeconómicas. Por otro lado, ha supuesto una oportunidad para realizar un aprovechamiento sostenible y rentable en montes con escasas posibilidades para realizar otros aprovechamientos forestales de forma rentable. Sin embargo, para asegurar la sostenibilidad de la actividad cinegética y minimizar sus impactos negativos, tal actividad debe basarse en criterios científicos y de conservación (PEREA et al. 2021).

El ciervo ibérico (*Cervus elaphus hispanicus*) es, tras el jabalí (*Sus scrofa*), la especie con más capturas en España. Según las estadísticas del Anuario de Estadística Forestal 2022 (MITECO, 2022), se capturaron 131.219 ejemplares en 2022, con un valor económico estimado de 7.450.615 €. Dentro del aprovechamiento cinegético de especies de caza mayor, una de las principales motivaciones de los cazadores es la obtención de trofeos (LINARES et al., 2024). Esto ha sido una de las principales razones para la especialización e intensificación de los cotos de caza mayor, en especial en el caso del ciervo. Según el Catálogo de Trofeos de Caza 2011 – 2017 publicado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 2022), el número de trofeos de ciervo cazados ha aumentado considerablemente pasando de tan solo 972 trofeos cazados en el periodo de 1971-1975 a los 4.375 trofeos cazados en el periodo 1996-2000. Estos datos constatan la importancia que ha adquirido la caza de trofeos en la gestión de cotos con aprovechamiento de ciervo. Para estos cotos, contar con trofeos implica la posibilidad de obtener un mayor rendimiento económico o mayor valor propio de autoconsumo (CAPARRÓS et al., 2015; CAMPOS y MARISCAL, 2003). Igualmente, para Reservas de caza y Parques Naturales gestionados por las administraciones públicas, disponer de trofeos de ciervo implica poder subastar los aprovechamientos cinegéticos por mayores precios. A modo de ejemplo, las tarifas de precios para ciervo publicadas por la Junta de Andalucía para 2022/2023 detallan los siguientes precios: 645 € por trofeo bronce, 1.145€ plata y 1.645€ oro. A partir de una puntuación de 211, el precio se incrementa en 706,11 € por punto (CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA Y DESARROLLO SOSTENIBLE, 2022).

La categorización de un ejemplar como trofeo se realiza por jueces expertos. Para ello se siguen las fórmulas oficiales de homologación establecidas por la Junta Nacional de Homologación de Trofeos de Caza (MAPA, 2024) que a su vez se



ajustan a las adoptadas por el Consejo Internacional de la Caza y Conservación de la Fauna Silvestre (CIC). En el caso del ciervo, estas fórmulas se basan en la evaluación de hasta 13 parámetros distintos (MANUAL PRÁCTICO DE MEDICIÓN PARA LA HOMOLOGACIÓN DE TROFEOS DE CAZA EN ANDALUCÍA, 2013). Estas medidas requieren su valoración tras el abatimiento del animal y posterior medición. La estimación de las existencias de trofeos en terrenos públicos y privados previa al abatimiento de los individuos se realiza, de forma aproximada, mediante expertos, como guardas, agentes de medio ambiente, celadores de Reservas de caza, o gestores. Dichas estimaciones pueden variar considerablemente con respecto a la medición final realizada sobre el animal abatido. Esto supone una importante limitación a la hora de planificar el aprovechamiento, ya que, como se ha mostrado anteriormente, los precios pueden variar de forma considerable dependiendo de la puntuación final.

Con el fin de que los gestores puedan cuantificar las posibilidades de aprovechamiento y planificar los posibles ingresos, sería interesante poder estimar *a priori*, es decir, antes de la caza, la calidad de los trofeos existentes. Para ello son necesarios dos aspectos: a) seleccionar parámetros de la fórmula de la homologación que puedan estimarse *in situ* con el animal vivo, y b) obtener modelos que predigan con fiabilidad suficiente la calidad del trofeo (puntuación) empleando dichos parámetros.

## 2. Objetivos

El objetivo de este trabajo es ajustar modelos de regresión basados en parámetros fáciles de medir *in situ* con el animal vivo para estimar la puntuación final del trofeo de ciervo ibérico.

## 3. Metodología

Tras analizar los parámetros que intervienen en la fórmula, y buscando un equilibrio entre la posibilidad de estimar los parámetros *in situ* y la importancia con la que tales parámetros intervienen en la puntuación final, se ensayaron diversos modelos de ajuste, buscando un equilibrio entre sencillez y precisión.

Los datos sobre trofeos de ciervo fueron proporcionados por cortesía de la Junta Nacional de Homologación de Trofeos de Caza de España, con información, desde 1911 hasta 2015, de ejemplares de ciervo rojo cazados en España, con un total de 23.162 registros. La información incluía todos los parámetros para la homologación del ciervo ibérico, la puntuación final y la medalla correspondiente a la puntuación obtenida.

En primer lugar, se buscó sistemáticamente en la base de datos registros erróneos e información faltante. Para ello, se recalculó la puntuación basándose en la ecuación para homologación del ciervo ibérico. Todos los registros que no coincidían con la puntuación indicada en la base de datos fueron eliminados.



Además, se excluyeron los registros sin información sobre la provincia donde se cazó el trofeo y los registros anteriores a 1975 (cuando se estandarizó el procedimiento de homologación). Finalmente, se utilizaron 15.885 registros para análisis y modelado, que incluían 4.603 trofeos de oro, 4.809 de plata, 6.341 de bronce y 131 no medallables.

Se investigó la relación entre los parámetros de la cornamenta medidos para la homologación mediante correlaciones de Pearson y Análisis de Componentes Principales (ACP). Dado que el objetivo era proporcionar un modelo simplificado basado en parámetros que pudieran evaluarse fácilmente mediante observaciones de campo, se excluyeron los parámetros correspondientes al color, peso, penalización y envergadura, entre otras. Así, los parámetros finales seleccionados para el análisis fueron (cm): longitud media de la cornamenta, longitud media de las luchaderas, longitud media de las puntas centrales, perímetro medio de la roseta, perímetro medio entre luchadera y punta central, perímetro medio entre punta central y corona, y número de puntas. Los parámetros con una correlación superior a 0,60 se excluyeron por simplicidad, lo que llevó a la exclusión del perímetro medio entre luchadera y punta central (Fig. 1).

Se ajustaron diferentes modelos lineales para estimar la puntuación del trofeo de la cornamenta basada en los parámetros seleccionados. Así, se ajustó un primer modelo utilizando todos los parámetros seleccionados. A partir de ese modelo base, se excluyó el parámetro menos importante mediante un proceso de selección *stepwise* para posteriormente reajustar un nuevo modelo hasta que el  $R^2$  fuera  $<0,7$ , umbral que se consideró representativo de modelos que permitan hacer estimaciones cuantitativas.

La importancia de los parámetros se calculó en función del valor absoluto de la estadística  $t$  de los modelos lineales utilizando la función `VarImp` del paquete `Caret` (KUHNS, 2008).

Además de los criterios de importancia de los parámetros, se probaron diferentes modelos basados en la facilidad, *a priori*, para medir los parámetros en observaciones de campo. Se asumió que la longitud de las puntas sería más fácil de medir que el perímetro de la cornamenta (derivado del diámetro). Finalmente, solo se presentan modelos con un  $R^2 > 0,7$ .

La precisión de los modelos se evaluó mediante validación cruzada de 5  *folds*. El conjunto de datos se dividió aleatoriamente en 5  *folds*. Seguidamente, se utilizaron 4  *folds* para calibración y el  *fold* restante para predicción. Este proceso se repitió iterando los 5  *folds*. Como medidas de ajuste y precisión de los modelos, se calcularon el  $R^2$  medio, el error cuadrático medio (RMSE) y sus errores estándar correspondientes.

#### 4. Resultados



Como ya se mencionó, los parámetros finalmente seleccionados fueron longitud de la cuerna, longitud de puntas, perímetro de rosetas, perímetros entre luchadera-punta central y entre punta central-corona, y el número de puntas.

La Fig. 1 muestra el análisis de correlación tanto entre los parámetros seleccionados como con la puntuación de los trofeos. En general, los parámetros mostraron una baja correlación entre ellos ( $r < 0,50$ ), excepto en el caso de los dos perímetros medios entre luchadera y punta central, y entre central y corona ( $r = 0,62$ ). Todos los parámetros estuvieron positivamente correlacionados, excepto la longitud media de la cornamenta con la longitud media de la punta central y el número de puntas, aunque la correlación fue muy baja (Fig. 1).

Los parámetros que miden el perímetro fueron los que mostraron la correlación más fuerte con la puntuación final ( $r = 0,58-0,64$ ), seguidos de la longitud media de la cornamenta y el número de puntas ( $r = 0,46-0,47$ ). La longitud media de las luchaderas ( $r = 0,35$ ) y de las puntas centrales ( $r = 0,41$ ) presentaron una correlación ligeramente menor con la puntuación total (Fig. 1).

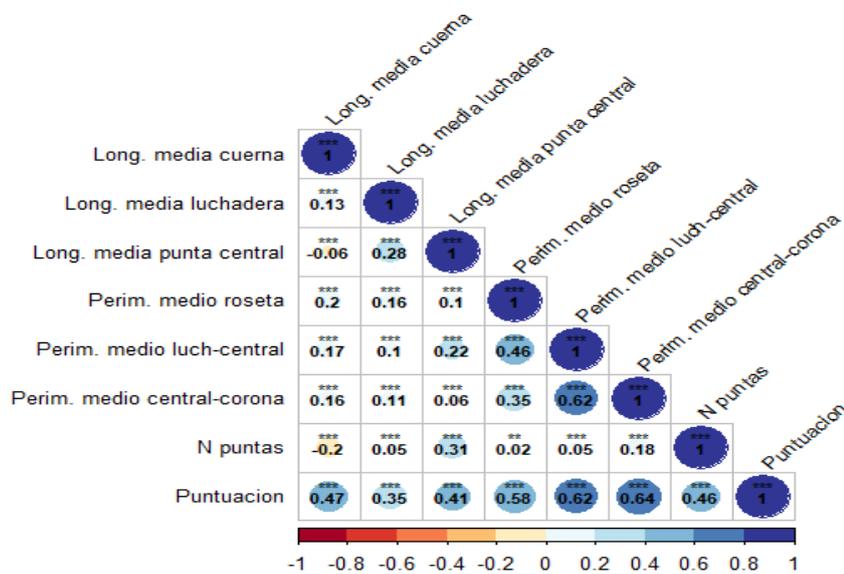


Figura 1. Análisis de correlación de Pearson de los parámetros seleccionados.

El análisis de los componentes principales ACP realizado con los parámetros seleccionados explicó el 51,28% de la varianza total (Fig. 2). El primer componente principal explicó el 31,21% de la varianza y segregó las medallas de los trofeos, principalmente debido a la contribución de los parámetros relacionados con los perímetros, mientras que el segundo componente principal (20,07%) capturó la contribución de los parámetros relacionados con la longitud y el número de puntas (Fig. 2).

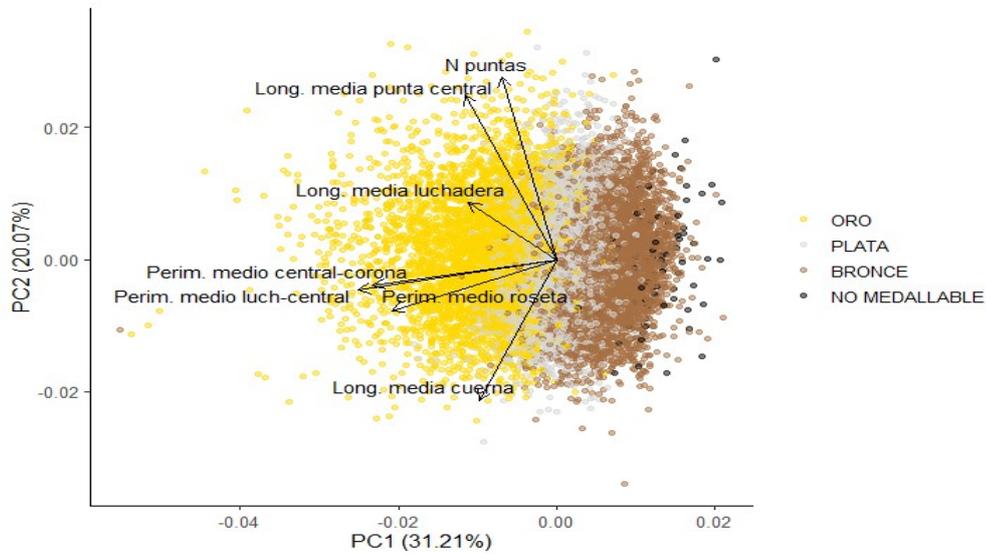


Figura 2. Biplot de análisis de componentes principales de los parámetros seleccionados.

La Tabla 1 presenta los seis modelos seleccionados, todos con un  $R^2 > 0,7$ . El modelo base (Modelo 1), que incluye los 6 parámetros seleccionados, obtuvo un  $R^2$  alto, de valor 0,932 y un RMSE bajo de 2,47. Los modelos con 4 parámetros obtenidos durante la selección paso a paso (*stepwise*) (Modelos 3 y 5) tuvieron un  $R^2$  superior a 0,8 y un  $RMSE < 4$ , mientras que la bondad del ajuste disminuyó a  $R^2 < 0,7$  y  $RMSE > 4$  cuando los modelos se ajustaron con solo 3 parámetros (Modelos 4 y 6).

En concordancia con los resultados del análisis de correlación, los parámetros relacionados con la longitud de las puntas tuvieron baja importancia y se eliminaron durante la selección paso a paso de parámetros. El número de puntas y la longitud de la cornamenta mostraron una alta importancia general y se mantuvieron en todos los modelos (Tabla 1). A pesar de la importante relación con la puntuación final y diferenciación entre medallas demostrada por el análisis de correlación y ACP, los parámetros relacionados con el grosor de la cornamenta tuvieron una importancia intermedia en los modelos.

Tabla 1. Estadísticas de los modelos evaluados.

Modelo	Parámetros	Coficiente	AIC	R	<sup>2</sup>	RMSE	Var imp
--------	------------	------------	-----	---	--------------	------	---------



2

---

3

---

4

---

5

---

6

---



Var imp.: Importancia de la variable

El resultado de la validación cruzada mostró una alta robustez de los modelos, ya que arrojó valores de  $R^2$  y RMSE prácticamente iguales a los de las calibraciones indicadas en la Tabla 1. Además, el error estándar de los 5 *folds* se mantuvo bajo tanto para  $R^2$  ( $<0,006$ ) como para RMSE ( $<0,037$ ).

La Fig. 3 muestra las puntuaciones medidas frente a las puntuaciones predichas en la validación cruzada de 5 *folds* para el Modelo 5 (Tabla 1). Las líneas de regresión de las puntuaciones medidas frente a las predichas se superponen en las 5 validaciones cruzadas, lo que indica la robustez del modelo para predecir sobre datos que no se utilizaron para la calibración.

En general, el modelo tiende a subestimar los trofeos de oro con puntuaciones superiores a 195 puntos y a sobrestimar los trofeos no medallables (puntuaciones  $<165$ ). Las puntuaciones del rango medio (entre 165 y 195 puntos) fueron, en general, predichas con alta precisión.

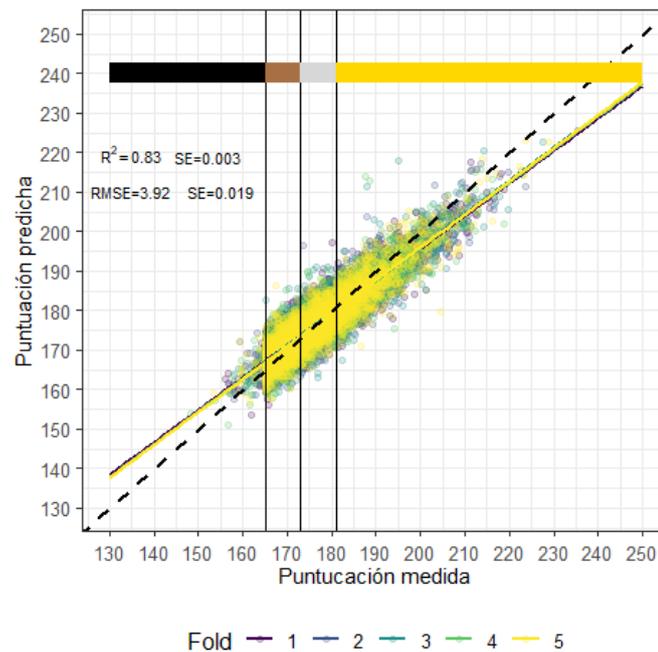


Figura 3. Puntuación medida versus predicha de las 5 folds de la validación cruzada (ver Tabla 1). Se muestran la media del  $R^2$  y del error cuadrático medio (RMSE) y sus errores estándar. Las líneas verticales y franjas de colores horizontales indican los umbrales para las medallas de oro, plata, bronce y no medallables.

### 5. Discusión

Los resultados del análisis de correlación y ACP muestran que los parámetros relacionados con el grosor de la cuerna son muy influyentes en la puntuación de los trofeos de ciervo ibérico. Esto proporciona información aplicable a la gestión de cotos de caza que busquen promover las existencias de individuos medallables. En este sentido, la caza selectiva de individuos con limitado grosor o la introducción de sementales de otras fincas con dicha característica pueden ser medidas a tener en cuenta.

Como era de esperar, la bondad de ajuste de los modelos aumenta cuanto mayor es el número de parámetros seleccionados en los modelos. Sin embargo, es posible predecir con bastante fiabilidad ( $RMSE < 4$ ) la puntuación de los trofeos empleando modelos en los que intervienen 4 o 5 parámetros, como es el caso de los modelos 3, 4, 5 y 6 (Tabla 1). Estos modelos pueden representar un buen balance entre el esfuerzo de medir parámetros *in situ* y la precisión de los valores predichos. Algunos parámetros como el perímetro de la roseta, incluido en el modelo 3, pueden ser difíciles de medir en la práctica sobre animales vivos, por lo que el modelo 5 presenta un balance adecuado entre parámetros factibles de medir y precisión en las estimaciones. En el caso de este modelo, una estimación iría acompañada de un error de 3,92 puntos (Figura 3), lo que supone aproximadamente la mitad del rango entre la puntuación de bronce-plata y plata-oro. Por tanto, las estimaciones realizadas en esos rangos deben interpretarse cuidadosamente a la hora de asignar una posible categoría de medalla si se utilizasen modelos con este nivel de error. Aun así, la posibilidad de hacer una estimación aproximada en caso de duda puede ser de gran utilidad para gestores



para asistirle en la toma de decisiones.

Cabe destacar que este trabajo se centra únicamente en el ajuste de un modelo simplificado. Sin embargo, para que su uso se transfiera plenamente a la gestión cinegética, queda por desarrollar aspectos metodológicos complementarios que resultan imprescindibles, como la forma de realizar las mediciones de los parámetros de interés *in situ* (de forma previa al abatimiento del animal). Para ello, habría que recurrir a técnicas de telemetría que permitieran medir dichos parámetros en lugares estratégicos donde se puedan avistar los animales, como comederos o puntos de agua. Obviamente estas técnicas también tienen un error asociado por lo que futuros trabajos deben evaluar la factibilidad del procedimiento.

Resulta especialmente interesante la combinación de estos modelos con técnicas de fototrampeo, cuyo desarrollo en la última década ha mejorado considerablemente (TROLLIET et al., 2014), si bien tal combinación no ha sido contemplada en el presente estudio, tan solo se menciona de cara al diseño de futuras líneas de investigación.

## 6. Conclusiones

Los resultados muestran que es posible aplicar un modelo de regresión lineal simplificado basado en 4 parámetros de homologación para determinar la puntuación de trofeos de ciervo ibérico con un error de entre 3-4 puntos. Tal margen de error se puede considerar asumible, ya que, para la especie ciervo y según el sistema de medición aquí aplicado, que es el empleado por el Consejo Internacional de Caza y Fauna Silvestre (CIC), los trofeos de bronce empiezan a partir de los 165 puntos, los de plata a partir de 173 puntos, y los de oro a partir de 181 puntos.

Estos modelos podrían combinarse con técnicas fotogramétricas para determinar de forma aproximada la calidad de los trofeos *in situ* sobre animales vivos. Esta información puede aplicarse para hacer una mejor estimación de las existencias de trofeos de ciervo, así como para planificar el aprovechamiento y precios en terrenos cinegéticos, públicos o privados. Dichas técnicas no han sido analizadas en el presente trabajo.

7. **Agradecimientos** A la Junta Nacional de Homologación de Trofeos de Caza por los datos cedidos, y al Instituto Andaluz de la Caza, que ha proporcionado datos más recientes para continuar con esta investigación.

## 8. Bibliografía

ACEVEDO, P., RUIZ-FONS, F., VICENTE, J., REYES-GARCÍA, A. R., ALZAGA, V., y GORTÁZAR, C. 2010. Estimating red deer abundance in a wide range of management situations in Mediterranean habitats. *Journal of Zoology*, 280: 13-22.

ACEVEDO, P., VICENTE, J., HÖFLE, U., CASSINELLO, J., RUIZ-FONS, F., y GORTÁZAR, C. 2014. Disease risk assessment in mixed wildlife-livestock systems: A review of



models, approaches, and key challenges. Preventive Veterinary Medicine, 113: 4-12.

ACEVEDO, P., FARFÁN, M. A., MÁRQUEZ, A. L., DELIBES-MATEOS, M., REAL, R., y VARGAS, J. M. 2011. Past, present and future of wild ungulates in relation to changes in land use. Landscape Ecology, 26: 19-31.

CAMPOS PALACÍN, P., y MARISCAL LORENTE, P. J. 2003. Preferencias de los propietarios e intervención pública: el caso de las dehesas de la comarca de Monfragüe.

CAPARRÓS, A., CAMPOS, P., OVIEDO, J. L., OVANDO, P., ÁLVAREZ-FARIZO, B., DÍAZ-BALTEIRO, L., ..... y TORRES-PORRAS, J. 2015. Renta total social y capital georreferenciados de los ecosistemas forestales de Andalucía (No. 1508).

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA Y DESARROLLO SOSTENIBLE. 2022. Tarifas de precios para especies

cinéticas de caza mayor.  
<https://www.ofertapublicacazandalucia.es/wp-content/uploads/2022/05/TARIFAS-DE-PRECIOS-PARA-ESPECIES-22-23.pdf>

DELIBES-MATEOS, M., FARFÁN, M. Á., OLIVERO, J., y VARGAS, J. M. 2012. Impact of land-use changes on red-legged partridge conservation in the Iberian Peninsula. Environmental Conservation: 39(4), 337-346.

KUHN, M. 2008. Caret package. Journal of statistical software, 28, 1-26.

LINARES, O., DE LA PEÑA, E., SERRANO, E., SOLIÑO, M., CARRANZA, J., y MARTÍNEZ-JAUREGUI, M. 2024. Exploring the influence of intensive management practices on recreational hunter satisfaction: a case study of red deer trophy hunting in Spain. Human Dimensions of Wildlife, 1-19.

MANUAL PRÁCTICO DE MEDICIÓN PARA LA HOMOLOGACIÓN DE TROFEOS DE CAZA EN ANDALUCÍA. 2013. Instituto Andaluz de la Caza y la Pesca Continental Comisión de Homologación de Trofeos de Caza de Andalucía Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía.

MAPA. 2022. Catálogo de Trofeos de Caza 2011 – 2017. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones.

MAPA. 2024. Junta Nacional de Homologación de Trofeos de Caza. <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/gestion-cinegetica/jnhtc.aspx>

MITECO. 2022. Anuario de Estadística Forestal 2022. Ministerio para la Transición



Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). Madrid.

PEREA, R., LÓPEZ-SÁNCHEZ, A., y MIGUEL, A. S. 2021. Integrating hunting with conservation: Red deer management in Spain. *Global Ecology and Conservation*: 30, e01767

TROLLIET, F., VERMEULEN, C., HUYNEN, M. C., & HAMBUCKERS, A. 2014. Use of camera traps for wildlife studies: a review. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 18(3).