

# DISTRIBUCIÓN, HÁBITAT POTENCIAL, POBLACIÓN REPRODUCTORA Y ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL LAGÓPODO ALPINO (*LAGOPUS MUTA*) EN EL PIRINEO CENTRAL (ARAGÓN-ESPAÑA)

## *Distribution, potencial habitat, breeding population, conservation status of Rock Ptarmigan (*Lagopus muta*) in Central Pyrenees (Aragon-Spain)*

Juan A. Gil<sup>1\*</sup> and Carlos Pérez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fundación para la Conservación del Quebrantahuesos (FCQ), Zaragoza, 50.001, España.

<sup>2</sup> Grupo Aragón de Anillamiento Científico de Aves (GAA), Zaragoza, 50.011, España.

Identificador ORCID de los autores y e-mail

Juan A. Gil: <https://orcid.org/0000-0001-8712-8661>. E-mail: [jagil@quebrantahuesos.org](mailto:jagil@quebrantahuesos.org)

Carlos Pérez: <https://orcid.org/0000-0002-5267-8345>. E-mail: [grupoaragonanillamiento@gmail.com](mailto:grupoaragonanillamiento@gmail.com)

\*Autor corresponsal: [jagil@quebrantahuesos.org](mailto:jagil@quebrantahuesos.org)

**Recibido:** 20-12-2022. **Aceptado:** 23-02-2023. **Fecha de publicación on-line:** 05-07-2023

**Citation/Cómo citar este artículo:** Gil, J.A., Pérez, C. (2023). Distribución, hábitat potencial, población reproductora y estado de conservación del lagópodo alpino (*Lagopus muta*) en el Pirineo Central (Aragón-España). *Pirineos*, 178 e077. <https://doi.org/10.3989/pirineos.2023.178003>

**RESUMEN:** Se revisa, actualiza y obtiene información sobre el lagópodo alpino (*Lagopus muta*) en el Pirineo Central (Aragón-España). Se obtienen 303 observaciones (enero-diciembre 2000-2020), situándose la mayor parte de las observaciones entre 2.500 y 2.700 m.s.n.m. La especie está presente en 38 cuadrículas UTM de 10 x 10 km. Su hábitat potencial es de 832 km<sup>2</sup> y su área de ocupación de 607,4 km<sup>2</sup>. El 82% del área de ocupación se localiza en Red Natura 2000. La superficie de ocupación en época reproductora (abril-octubre) es de 253,5 km<sup>2</sup>. Se estima una población de 1142 ±105 parejas. Especie catalogada como “Vulnerable” en Aragón, se desconoce su tendencia poblacional. Debido a los impactos causados por el cambio climático, los modelos predictivos establecen escenarios de contracciones en su distribución y disminución de sus efectivos poblacionales. Con la información obtenida se pueden establecer y mejorar las medidas de protección de la especie y su hábitat en los Planes de Conservación y Gestión de Aragón.

**PALABRAS CLAVE:** Lagópodo alpino; *Lagopus muta pyrenaica*; distribución; hábitat potencial; población reproductora; conservación; Pirineo central; Aragón.

**ABSTRACT:** Information on the Rock Ptarmigan (*Lagopus muta*) in the Central Pyrenees (Aragón-Spain) is reviewed, updated and obtained. 303 observations are obtained (January-December 2000-2020), most of the observations being between 2,500 and 2,700 m.a.s.l. Present in 38 UTM grids of 10 x 10 km. A potential habitat of 832 km<sup>2</sup> and an area of occupation of 607.4 km<sup>2</sup> are estimated. 82% of the occupied area is located in the Natura 2000 Network. The occupied surface during the breeding season (April-October) is 253.5 km<sup>2</sup>. A population of 1142 ±105 couples is estimated. Species cataloged as “Vulnerable” in Aragón, its population trend is unknown. Due to the impacts caused by climate change, the predictive models establish scenarios of contractions in their distribution and decrease in their population numbers. With the information obtained, protection measures for the species and its habitat can be established and improved in conservation and management plans of Aragón.

**KEYWORDS:** Rock Ptarmigan; *Lagopus muta pyrenaica*; distribution; potencial habitat; breeding population; conservation; Central Pyrenees; Aragon.

## 1. Introducción

El lagópodo alpino (*Lagopus muta*) es un galliforme perteneciente a la familia Phasianidae y subfamilia Tetraoninae extendido por las regiones frías del reino holártico (Rouco *et al.*, 2022). Ave de pequeñas dimensiones, mide entre 34-36 cm de largo, con una envergadura alar de 54-60 cm., siendo los machos algo más grandes (5%), que las hembras (Cramp & Simmons, 1980). En España está presente la subespecie *L. m. pyrenaica*, que se encuentra aislada en la cordillera pirenaica (Clements, 2007).

En los Pirineos existen registros fósiles de presencia de *L. muta* desde hace 250.000 años (Arribas, 2004). Con la retirada de los hielos (la última glaciación comenzó hace 110.000 años y terminó hace 10.000 años) la cordillera pirenaica se convirtió en una isla biogeográfica integrada en la región eurosiberiana, que ha permitido mantener especies boreales durante los actuales periodos cálidos.

Endemismo pirenaico a nivel de subespecie, de carácter sedentario, permanece a lo largo de todo su ciclo anual en el medio subalpino y alpino, gracias a sus adaptaciones morfológicas y fisiológicas, que le permite sobrevivir a las duras condiciones de estos pisos bioclimáticos. Acumulan reservas de grasa en verano y otoño y reducen la tasa metabólica en invierno, debido a la baja disponibilidad de alimentos y la adversa climatología con bajas temperaturas, que provocan una mayor demanda energética (Gil, 2021).

Ave herbívora y lignívora, con una dieta compuesta principalmente por *Dryas octopetala* y *Salix pyrenaica* en medios calcícolas (básicos) y diversas ericáceas (*Vaccinium sp.*, *Rhododendron ferrugineum*, *Calluna vulgaris*) en ambientes silíceos (ácidos) (Boudarel & García-González, 1991).

El celo de la especie se extiende de abril a junio, realizando los machos el canto nupcial. La máxima actividad de canto es media hora antes de la salida del sol, siendo el mes de mayo la mejor época (Marty & Mossoll, 2011). Tras el cortejo y las cópulas las hembras excavan un pequeño hoyo en el suelo, limpio de vegetación o con hierba muy corta al abrigo de una roca. En ese nido rudimentario realizan puestas de 2 a 9 huevos entre los meses de en mayo y junio, que incuban durante 21-24 días entre

junio y julio. Solo incuba la hembra, mientras el macho vigila posibles predadores. En el Pirineo oriental se observan puestas medias de 6,5 huevos/nido (n=21), con tasas de eclosión de 0,6 huevos/nido (Novoa *et al.*, 2011). Los machos permanecen siempre cerca de la hembra hasta el momento que se ponen a incubar, que es cuando abandonan con frecuencia el territorio en busca de poder copular otras hembras receptivas (Brodsky, 1988). Los pollos son nidífugos (julio-agosto), realizando vuelos cortos a los 10-15 días, aprendiendo con rapidez la técnica del camuflaje aplastándose contra el suelo entre piedras y vegetación de forma que resulta difícil descubrirlos. A final de la temporada de cría los machos forman bandos, que en otoño se unirán a los bandos familiares de hembras y pollos para disgregarse al final del invierno. Obtienen la madurez sexual con un año y pueden vivir unos 10 años (Couturier, 1964). En Alpes y Pirineos la sex ratio es equilibrada de 1:1 (Aleix-Mata *et al.*, 2021).

Las hembras jóvenes realizan desplazamientos dispersivos pudiendo establecer el lugar de nidificación a 18 km del lugar de su nacimiento (Ellison, 2018). En relación al efecto de las barreras geográficas en la dispersión, la especie en los Pirineos raramente cruza valles de 10-12 km de ancho en vuelo directo (Novoa *et al.*, 2021). El éxito reproductor ha disminuido en los últimos años de 1,3 pollos/adulto a 0,3 pollos/adulto (Canut *et al.*, 2004; Gil *et al.*, 2004a).

Entre 2002 y 2014 se ha podido constatar un 21% de descenso en poblaciones de aves de montaña (Lehikoinen *et al.*, 2019). A pesar de que las *Tetraonidas* en condiciones óptimas están sometidas a fluctuaciones interanuales de sus poblaciones (Watson & Moss, 2008), parece existir una tendencia regresiva del lagópodo alpino por diversos motivos: calentamiento global (Huntley *et al.*, 2007), incremento de infraestructuras invernales (equipamientos alpinos deportivos) y de mortalidad (Storch, 2000) y baja tasa de reproducción. Si bien la especie superó un periodo cálido hace 2000-3000 años, las poblaciones situadas en zonas meridionales poseen una productividad más baja, que las de las zonas más septentrionales (Ellison, 2018). Durante el Holoceno, hace entre 200 y 2000 años se estimó que se produjo una disminución de la población pirenaica de lagópodo

alpino muy acusada pasando de 13.715 a 178 aves (Bech *et al.*, 2013).

Especie extinguida de la Cordillera Cantábrica en el primer cuarto de siglo XX (García-Dory, 1982), con una población pirenaica estable en las áreas favorables y con cierta regresión en las zonas marginales (por disminución de éxito reproductor), donde se han producido extinciones locales y comprobado un declive del 13% en áreas de su límite de distribución en el Pirineo francés (Brenot & Novoa, 2001; Canut *et al.*, 2004).

La subespecie *L. m. pyrenaica* es un ave de un gran interés ecológico y científico, ya que su distribución, hábitat y poblaciones son buenos bioindicadores del estado de salud de los ecosistemas que ocupa y en especial para constatar los efectos del calentamiento global debido al cambio climático.

En Aragón y España, el lagópodo alpino es una especie catalogada como “Vulnerable” (Decreto 128/2022 y Real Decreto 139/2011). En la legislación de la Unión Europea (UE) está incluida en el Anexo I de la Directiva Aves 79/409/CEE, por lo que los estados miembros tienen la obligación de establecer medidas de conservación especiales en cuanto a su hábitat con el fin de asegurar su supervivencia y su reproducción en su área de distribución.

Los primeros estudios sobre el lagópodo alpino en el Pirineo español comienzan en los años 1980 (Alamany & De Juan, 1983; Martínez, 1985; Canut *et al.*, 1987). En el Pirineo aragonés fue durante la realización del Atlas Ornitológico de Aragón cuando se obtuvo más amplia información sobre la especie (Lorente *et al.*, 1998). Posteriormente se han publicado diferentes artículos sobre la distribución, abundancia y reproducción de la especie en diferentes Espacios Naturales Protegidos de Aragón (Gil *et al.*, 2002, 2003, 2004a, 2004b, 2005, 2007; Alcántara *et al.*, 2007).

Con este artículo se intenta mejorar y ampliar el conocimiento de la distribución, hábitat potencial, población reproductora y estado de conservación del lagópodo alpino en el Pirineo central (Aragón).

## 2. Material y métodos

### 2.1. Área de estudio

El estudio se ha desarrollado en la vertiente sur del Pirineo central (Aragón, España), comarcas de la Jacetania, Alto Gállego, Sobrarbe y la Ribagorza (7876 km<sup>2</sup>), desde la cabecera del valle de Ansó (Oeste), hasta el valle Noguera-Ribagorzana (Este). Limita al norte con Francia, al sur con la Depresión del Ebro (anchura 55-75 km), al oeste con Navarra y al este con Lérida (longitud 135 km). Área montañosa perteneciente a la región biogeográfica eurosiberiana.

La zona con presencia de lagópodos alpinos se localiza en el Pirineo Axial (macizo con batolitos: Maladeta-Aneto 3.404 m.s.n.m.) y las Sierras Interiores (macizos calcáreos: Mte. Perdido 3.335 m.s.n.m.), concretamente

en áreas supra forestales abiertas del piso subalpino y alpino (1.800-3.400 m.s.n.m.), donde se alternan diversas praderas de vivaces, pastizales de gramíneas (*Festuca airoides*, *Festuca paniculata*...), neveros, sustratos rocosos, que utiliza de refugio (Lorente *et al.*, 1998; Gil, 2017; Gil, 2021) y cuyos niveles altitudinales van aumentando de Oeste a Este, conforme va decreciendo la influencia atlántica (Alcántara *et al.*, 2007). En el Pirineo central (Aragón, España) está presente preferentemente en orientaciones Noreste, en pendientes de 15-30°, con afloramientos rocosos (50%), canchales con escasa vegetación (30%), así como pastizales y matorrales (20%) (Aleix-Mata, 2014).

El clima del área de estudio es de montaña, frío y de precipitaciones irregulares, siendo la primavera y el otoño las estaciones más lluviosas. Las temperaturas muestran valores medios anuales bajos y con una elevada frecuencia de heladas. La isoterma anual de 0°C se sitúa en 2.726 m.s.n.m. (Del Barrio *et al.*, 1990). A mediados del siglo XIX finaliza la Pequeña Edad de Hielo, desde entonces puede hablarse de un calentamiento progresivo del Pirineo (Jones *et al.*, 2012). En el periodo 1959-2010 la temperatura media anual mostró un ritmo de ascenso cercano a 0,2°C por década (Moreno *et al.*, 2018). El clima polar que se localiza en las cimas más altas del Pirineo, desaparece completamente a partir del periodo 1981-2010 (Chazarra *et al.*, 2022). A medida que nos alejamos del Oeste, el clima se vuelve más seco, ya que la mayoría de las precipitaciones provienen del océano Atlántico (López-Moreno *et al.*, 2007).

### 2.2. Datos y análisis utilizados

Para la elaboración de este artículo se ha combinado la recopilación de observaciones, con la obtención de datos a través de prospecciones específicas mediante la detección de ejemplares entre los 2.000 y los 3.400 m.s.n.m. en el periodo 2000-2020: datos propios (prospecciones de los autores del artículo y de miembros de la Fundación para la Conservación del Quebrantahuesos-FCQ-), del Anuario Ornitológico de Aragón y del Grupo Ornitológico Oscense, que han ido completando la base de datos de la FCQ.

Los registros corresponden tanto a observaciones realizadas con un protocolo de muestreo previamente establecido: batidas o transectos y censos mediante escuchas (Gil *et al.*, 2004a; Marty & Mossoll, 2012), como de forma idiosincrática, ya fuese para detectar lagópodos alpinos u otras aves alpinas en el marco de otros trabajos.

Con el total de observaciones se ha estimado la distribución y el área de ocupación utilizada por la especie durante todo el año. Con las observaciones del periodo reproductor comprendido entre abril y octubre, según la información recopilada sobre la fenología de la especie se ha estimado la población reproductora (Tabla 1).

Para el tratamiento de los datos georreferenciados se han utilizado herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica) Qgis 3.20.0, con la que se ha generado la cartografía temática. Todas las capas de información geográfica, vectorial, fueron georreferenciadas y proyec-

tadas en coordenadas métricas Universal Transverse Mercator (UTM) con origen en el huso 30. Para el tratamiento del tipo de rocas: ácidas, intermedias y básicas, se utilizó la cobertura del Instituto Geológico y Minero de España (IGME): <http://info.igme.es/>.

Tabla 1. Fechas de observaciones de parejas de lagópodo alpino con pollos en el Pirineo central (Aragón).

*Table 1. Dates of observations of pairs of Rock Ptarmigan with chicks in Central Pyrenees (Aragon).*

	<b>Fecha más temprana</b>	<b>Fecha más tardía</b>
<b>Pareja con pollos</b>	20-7-2008	19-10-2008

### 2.3. Distribución, hábitat potencial y área de ocupación

Para generar la información sobre distribución, hábitat potencial y área de ocupación se han utilizado los siguientes recursos:

- Mapas de distribución en cuadrículas UTM de 10 x 10 km (100 km<sup>2</sup>), distinguiéndose en cada cuadrícula la información con la información de la reproducción: posible, probable y segura, según los criterios del *European Ornithological Atlas Committee* (EOAC). Se revisa y mejora la información del Atlas Ornitológico de Aragón en el que se prospectaron todas las cuadrículas de 10 x 10 km, con áreas subalpinas y alpinas entre 1989 y 1990 (Sampietro *et al.*, 1998). También se utilizan mapas con cuadrículas 1 x 1 km. para la estima del área de ocupación y de reproducción.
- Macizos montañosos la zona Axial y las Sierras Interiores del Pirineo central (Figura 1, 2, 3, 4 y 5): Mesa de los Tres Reyes-Peña Forca (incluye el área de Acherito), Aspe-Bisaurín, Anayet, Ibón de Ip-Telera (incluye el área de Collarada y Balaitus), Vignemale-Panticosa (incluye el área de Tendeñera), Ordesa-Monte Perdido, Alto Cinca-La Munia (incluye el área de Salcorz), Alto Cinca-Suelza (incluye el área de Culfreda), Perdiguero-Bachimala (incluye el área de Sacroux), Posets, Maladeta, Castanesa (incluye el área de Cerler) y Cotiella-Sierra Ferrera.
- Red Natura 2000, siete Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) y cinco Zonas de Especial Conservación (ZEC): ES0000137 Los Valles, ES0000277 Collarada-Ip, ES0000278 Viñamala, ES0000016 Ordesa-Mte. Perdido, ES0000279 Alto Cinca, ES0000149 Posets-Maladeta y ES0000280 Cotiella-Sierra Ferrera, ES2410011 Cabecera del río Aguas Limpias, ES2410024 Telera-Acumuer, ES2410031 Foz Escarrilla-Cucuraza, ES2410053 Chistau y ES2410154 Turberas del macizo de los Infernos.



Figura 1. Macizo del Mte. Perdido (Marboré), Comarca de Sobrarbe (autor: J.A. Gil/FCQ).

*Figure 1. Mte. Perdido Massif (Marboré), Sobrarbe region (author: J.A. Gil/FCQ).*



Figura 2. Macizo de la Munia (Ruego), Comarca de Sobrarbe (autor: J.A. Gil/FCQ).

*Figure 2. Munia Massif (Ruego), Sobrarbe region (author: J.A. Gil/FCQ).*



Figura 3. Macizo de Suelza (Urdiceto), Comarca de Sobrarbe (autor: J.A. Gil/FCQ).

*Figure 3. Suelza Massif (Urdiceto), Sobrarbe region (author: J.A. Gil/FCQ).*



Figura 4. Macizo de la Maladeta (Rusell), Comarca de Ribagorza (autor: J.A. Gil/FCQ).

*Figure 4. Maladeta Massif (Rusell), Ribagorza region (author: J.A. Gil/FCQ).*

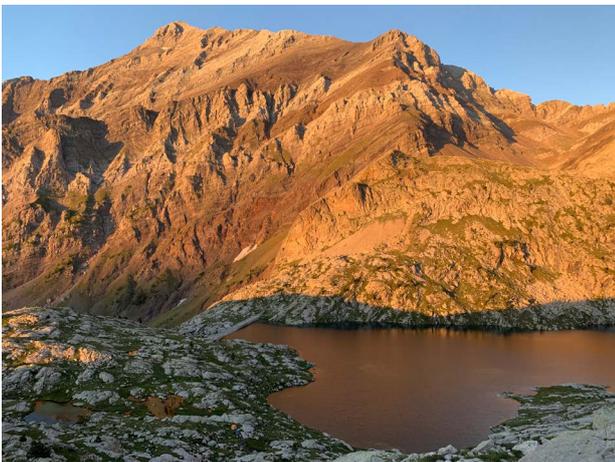


Figura 5. Macizo de Posets (Millaris), Comarca de Ribagorza (autor: J.A. Gil/FCQ).

*Figure 5. Posets Massif (Millaris), Ribagorza region (author: J.A. Gil/FCQ).*

Para estimar el hábitat potencial del Pirineo central (Aragón) se ha revisado y ajustado lo estimado por Recoder & Villero (2018) en el Pirineo (España y Francia), que utilizaron los datos de presencia y ausencia de la especie recopilados en el Pirineo, con un total de 4186 registros, de los cuales 439 correspondían a Aragón. También se tuvieron en cuenta diferentes variables ambientales como la altitud, la pendiente, la orientación, la cobertura de nieve y la temperatura y se realizó un análisis estadístico y de modelado para estimar la distribución de la especie, ocupando aproximadamente una superficie de zonas adecuadas, buenas y óptimas de 5469,19 km<sup>2</sup> y cuya cota altitudinal más baja era de 1.700 o 1.800 m.s.n.m. En el presente artículo se ajusta el hábitat potencial del Pirineo aragonés entre la cota altitudinal 2.000 y 3.400 m.s.n.m. (todas las observaciones

registradas están en esta altitud) y siguiendo la orografía del terreno.

Para estimar el área de ocupación comprobada de la especie durante todo el año (enero-diciembre) se emplean todas las observaciones y se trasladan a cuadrículas 1 x 1 km., que se encuentran a 500 metros de cada uno de los registros, pudiendo existir en una cuadrícula 1 x 1 km más de una observación o ninguna. Posteriormente las cuadrículas 1 x 1 km se recortan sobre el hábitat potencial, ajustándolas a la orografía del terreno. Donde existían acumulación de observaciones muy próximas, se crearon corredores para unir determinadas áreas de ocupación. La superficie de dichos corredores no se utiliza para el cálculo la población reproductora.

Para estimar el área de reproducción se emplean las observaciones de abril a octubre y la misma metodología que en la estima del área de ocupación para todo el año, aunque en el caso de las áreas de reproducción, se cruza con la cobertura geológica de sustratos ácidos o básicos.

#### 2.4. Densidad y población reproductora

Para la estima de la población reproductora se han utilizado los datos de densidad de machos obtenidos en siete áreas montañosas prospectadas durante el periodo reproductor (2008-2020), a diferentes altitudes (entre 2.150-2.900 m.s.n.m), exposiciones (cálidas y frías) y sustratos geológicos (ácidos y básicos). Tres situadas principalmente en áreas calcáreas: Ruego, Marboré y Mesa de los Tres Reyes y cuatro principalmente en zonas graníticas: Rusell, Millares, Brazatos y Urdiceito. La densidad en cada una de las zonas montañosas se ha calculado siguiendo la metodología de Marty & Mossoll (2012). Conocida la mediana de las densidades para sustratos básicos, ácidos y mixtos y la superficie de ocupación de la especie en la época reproductora, se estima la población reproductora. Para ello se aplica la mediana de la densidad (machos/km<sup>2</sup>) obtenida en cada sustrato en los 13 macizos montañosos, siete ZEPAS y cinco ZEC. Para el sustrato mixto se calcula la mediana de la densidad del sustrato ácido y básico.

#### 2.5. Estado de conservación

Para conocer el estado de conservación del lagópedo alpino se ha revisado el Libro Rojo de las Aves de España (SEO/BirdLife, 2021), que utiliza las categorías y criterios de la Unión Internacional para la Naturaleza (UICN) (UICN, 2012a, 2012b; 2017, 2019). De acuerdo con esta clasificación las especies amenazadas están incluidas dentro de una de las siguientes categorías: “En Peligro Crítico” (CR), “En Peligro” (EN) y “Vulnerable” (VU). Los criterios utilizados para la evaluación de la pertenencia de un taxón a una de las categorías de amenaza se dividen en cinco grupos, indicados por las letras “A” a “E”. En el caso de un taxon “Vulnerable” se basa en el grupo “B” (datos sobre la

reducción, fragmentación o fluctuaciones en el tamaño del área de distribución) y el “C” (datos sobre la reducción, fragmentación o fluctuaciones en el tamaño de la población) (Morcelle *et al.*, 2021). También se ha revisado la información existente sobre sus tendencias poblacionales de la especie en los Pirineos (Brenot & Novoa, 2001; Novoa *et al.*, 2011).

### 3. Resultados

#### 3.1. Distribución, hábitat potencial y área de ocupación

Se obtienen un total de 303 observaciones. El 62% de los registros se realizaron en primavera (31% abril-junio) y verano (31% julio-agosto), siendo agosto el mes de mayor número de observaciones (n=62). El 65% de los registros fueron de aves vistas u oídas y el 35% de indicios de presencia (excrementos, huellas, plumas). 175 observaciones son reproducciones posibles, 66 probables y 62 seguras (EOAC). El 37% de las observaciones (n=206) se realizaron entre 2.500 y 2.700 m.s.n.m. (Figura 6), todas por encima de los 2.000 m.s.n.m. y con tan solo un registro a 3.400 m.s.n.m. La media de altitud de las observaciones a lo largo de todo el año en los macizos montañosos es de  $2.550 \pm 180$  m.s.n.m., en época invernal es de  $2.494 \pm 231$  m.s.n.m. y en época de reproducción es de  $2.625 \pm 248$  m.s.n.m.

La especie está presente en 38 cuadrículas UTM de 10 x 10 km, que incluye los datos del Atlas Ornitológico de Aragón 1987-1991 (Sampietro *et al.*, 1998), más la incorporación de los registros obtenidos entre 2000 y 2020 (Figuras 7 y 8; Tabla 2) y en 434 cuadrículas de 1 x 1 km.

Se estima que el hábitat potencial de la especie es de 832 km<sup>2</sup> (Figura 9) y el área de ocupación (enero-

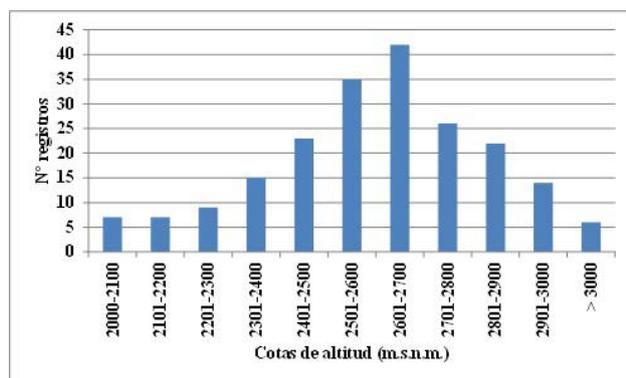


Figura 6. Altitudes de las observaciones de lagópedo alpino entre enero y diciembre 2000-2020 del Pirineo central (Aragón).

Figure 6. Altitudes of the observations between January and December 2000-2020 of the Rock Ptarmigan in Central Pyrenees (Aragón).

diciembre) es de 607,4 km<sup>2</sup> (Tabla 3). Presente en 13 macizos montañosos del Pirineo aragonés, a excepción del Turbón (2.492 m.s.n.m.), donde no se obtienen registros de su presencia. El 82% del área de ocupación se localiza en Red Natura 2000. El 94,3% está en ZEPA y el 5,7% en ZEC (Tabla 4). El 15,7% (201 km<sup>2</sup>) de las superficies de las ZEPA, son áreas de reproducción de lagópedo alpino (abril-octubre) (Figura 10).

Tabla 2. Observaciones de lagópedo alpino y criterios de reproducción EOAC 1987-1991, 2000-2020 y 1987-2020 (Lorente *et al.*, 1998).

Table 2. Observations of Rock Ptarmigan and breeding criteria EOAC 1987-1991, 2000-2020 and 1987-2020 (Lorente *et al.*, 1998).

	Posible	Probable	Segura	Total
1987-1991	16	10	8	34
2000-2020	14	3	15	32
1987-2020	12	8	18	38

Tabla 3. Áreas de ocupación (enero-diciembre) en km<sup>2</sup> de lagópedo alpino en los macizos montañosos del Pirineo central (Aragón).

Table 3. Occupation area (January-December) in km<sup>2</sup> of Rock Ptarmigan in the mountainous massifs of the central Pyrenees (Aragón).

Nº	Macizos montañosos	Área km <sup>2</sup>
1	Mesa de los Tres Reyes-Peña Forca	7,7
2	Aspe-Bisaurín	19,6
3	Anayet	5,4
4	Ibón de Ip-Telera	32,3
5	Vigñemale-Panticosa	140,2
6	Ordesa-Monte Perdido	66,6
7	Alto Cinca-La Munia	26,6
8	Alto Cinca-Suelza	28,1
9	Perdiguero-Bachimala	67,9
10	Posets	60
11	Maladeta	96,3
12	Castanesa	43,1
13	Cotiella-Sierra Ferrera	12,6
	<b>Total</b>	<b>607,4</b>

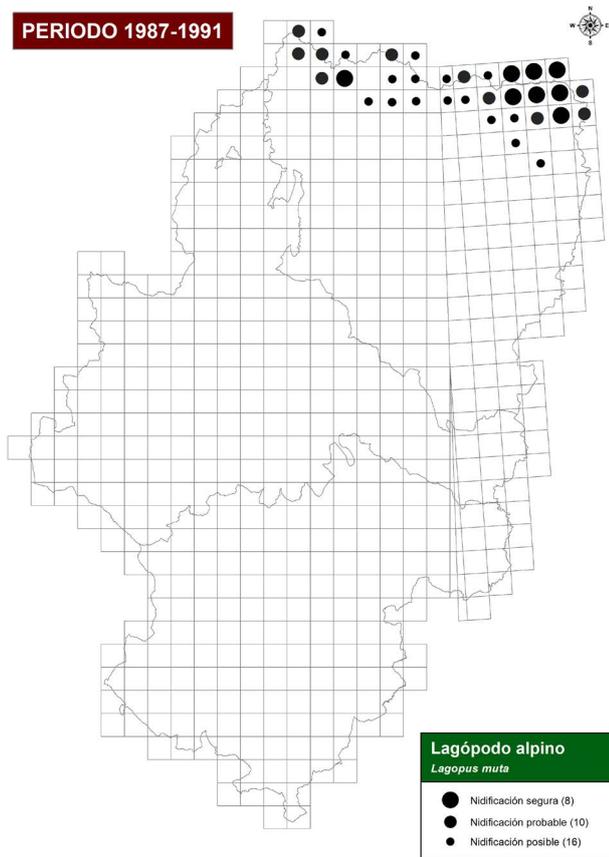


Figura 7. Mapa de distribución de lagópedo alpino (cuadrículas 10x10 km) con los datos del Atlas Ornitológico de Aragón 1987-1991 (Sampietro *et al.*, 1998).

Figure 7. Distribution map of the Rock Ptarmigan (10x10 km squares) with data from the Ornithological Atlas of Aragón 1987-1991 (Sampietro *et al.*, 1998).

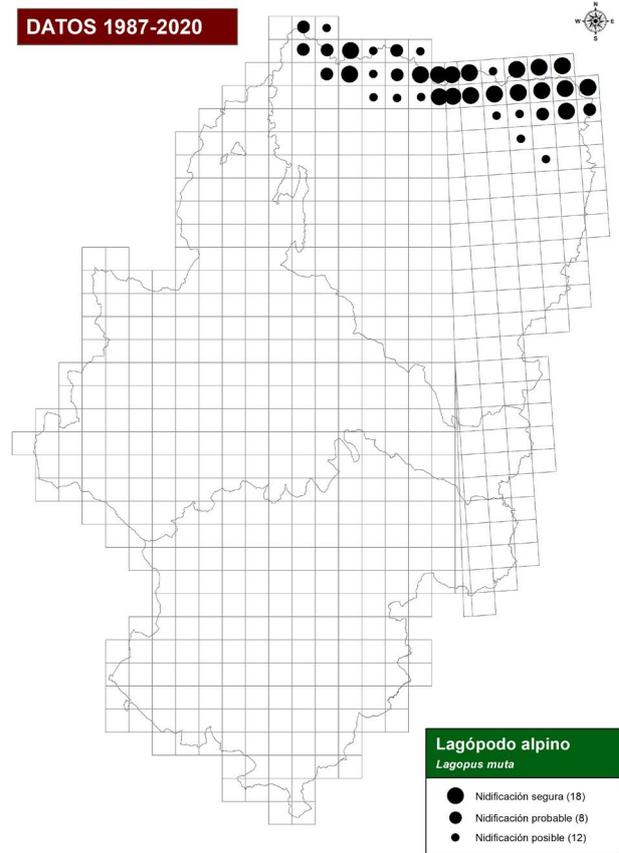


Figura 8. Mapa de distribución de lagópedo alpino (cuadrículas 10x10 km) con los datos del Atlas Ornitológico de Aragón 1987-1991 (Sampietro *et al.*, 1998), más la incorporación de los registros obtenidos entre 2000-2020.

Figure 8. Distribution map of the Rock Ptarmigan (10x10 km squares) with data from the Ornithological Atlas of Aragón 1987-1991 (Sampietro *et al.*, 1998), plus the incorporation of records obtained between 2000-2020.

Tabla 4. Áreas de ocupación de lagópedo alpino en las ZEPa y ZEC >2.000 m.s.n.m. del Pirineo central (Aragón).  
Table 4. Areas of occupation of Rock Ptarmigan in ZEPa and ZEC >2.000 m.s.n.m. of the central Pyrenees (Aragón).

ZEPa	Total km <sup>2</sup> ZEPa	Área km <sup>2</sup> >2.000 m.s.n.m.
ES0000137 Los Valles	317	28,3
ES0000277 Collarada-Ibón de Ip	34,5	17,7
ES0000278 Viñamala	243,2	98,2
ES0000016 Ordesa-Mte. Perdido	157,4	54,5
ES0000279 Alto Cinca	146,6	35
ES0000149 Posets-Maladeta	340	223,7
ES0000280 Cotiella-Sierra Ferrera	34,5	12,6
Total	1273,2	470
ZEC	Total km <sup>2</sup> ZEC	Área km <sup>2</sup> >2000 m.s.n.m.
ES2410011 Cabecera del río Aguas Limpias	30	20,3
ES2410024 Telera-Acumuer	55	4,1
ES2410031 Foz Escarrilla-Cucuraza	16	1,4
ES2410053 Chistau	106	2,1
ES2410154 Turberas del macizo de los Infiernos	0,5	0,4
Total	207,5	28,5

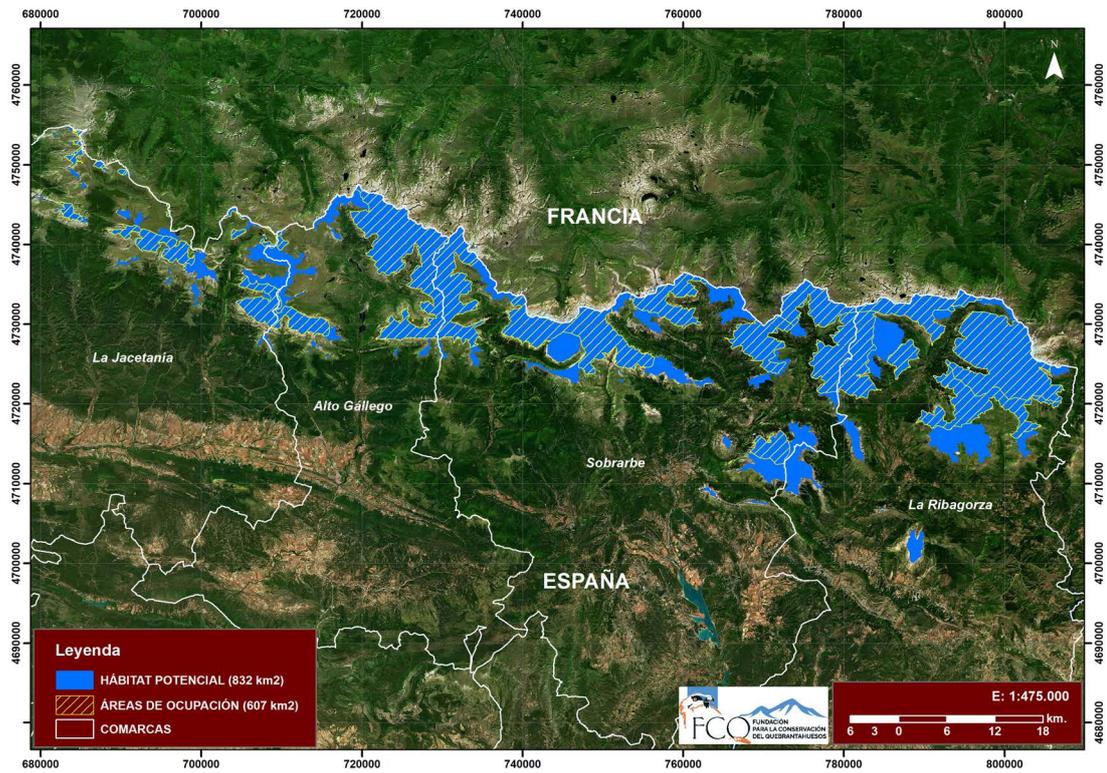


Figura 9. Hábitat potencial y áreas de ocupación o de presencia de lagópodo alpino en el Pirineo central (Aragón).  
 Figure 9. Potential habitat and areas of occupation or presence of the Rock Ptarmigan in Aragón.

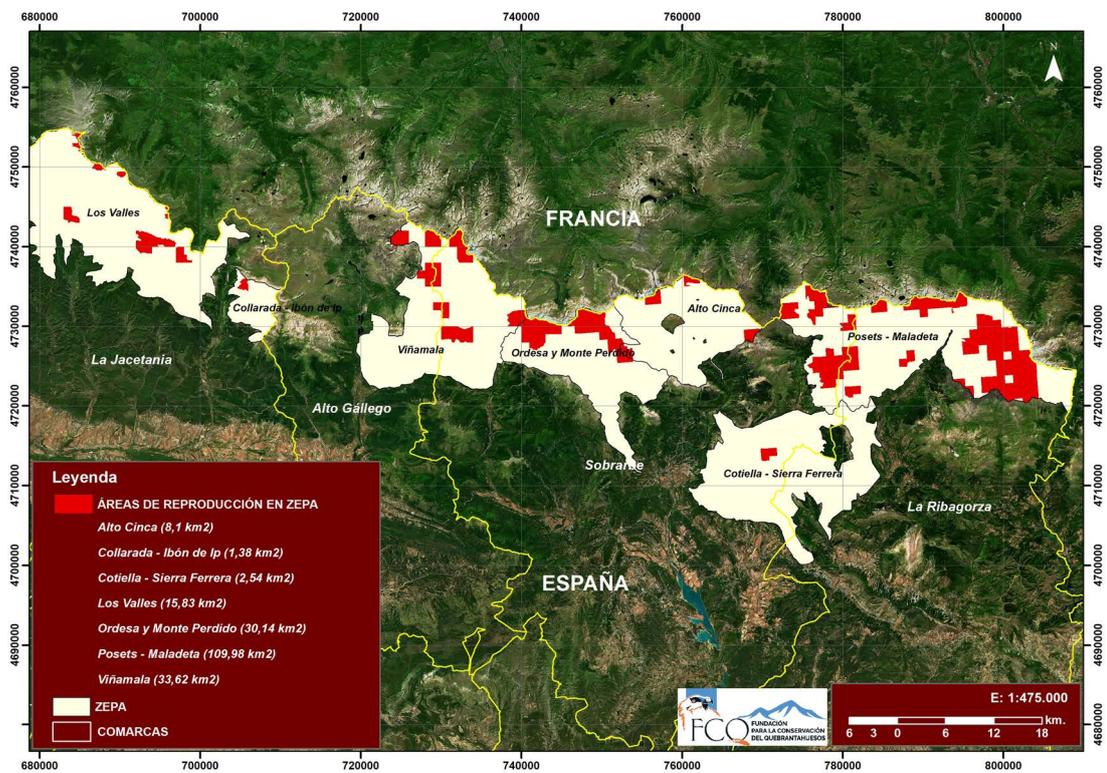


Figura 10. Áreas de reproducción del lagópodo alpino en Aragón en ZEPA.  
 Figure 10. Breeding areas of the Rock Ptarmigan in Aragón in ZEPA.

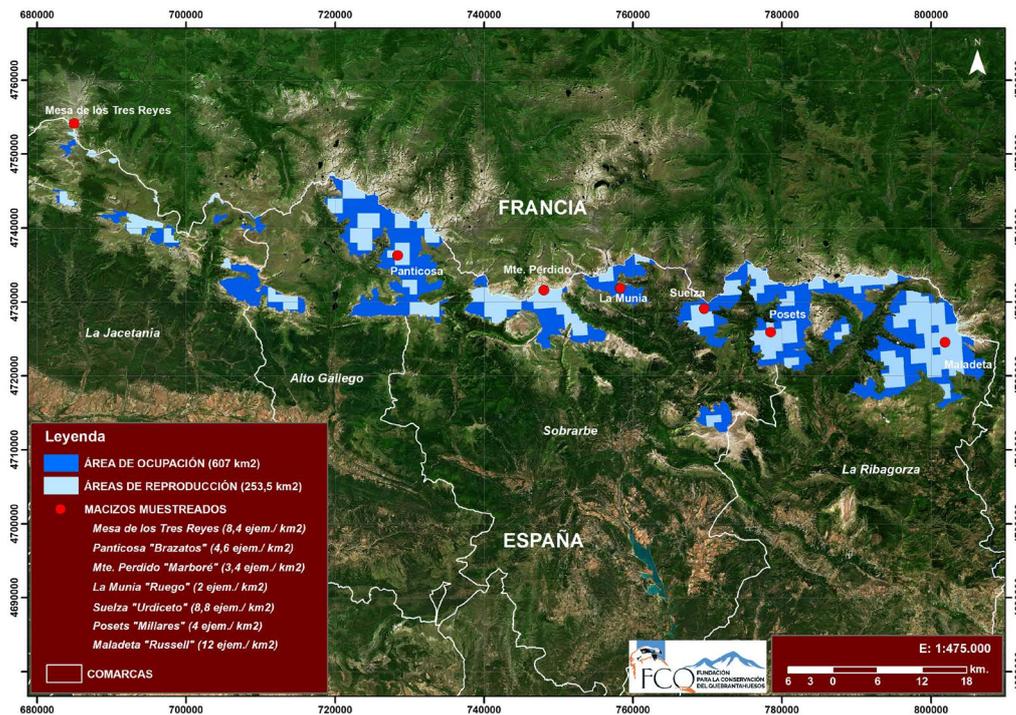


Figura 11. Áreas de ocupación y reproducción y densidades de machos de lagópedo alpino por cada una de las áreas de montaña prospectada en el Pirineo Central (Aragón).

Figure 11. Areas of occupation and reproduction and densities of male Rock Ptarmigan for each of the mountain areas surveyed in the Central Pyrenees (Aragón).

### 3.2. Densidad y población reproductora

La estima de densidades de machos en cada una de las áreas montañosas prospectadas del Pirineo central (Aragón) es de (Figura 11 y 12):

- Macizo de la Mesa de los Tres Reyes, zona de Anie-larra-Budogia-Mesa de los Tres Reyes, situadas entre Navarra y Aragón (2.150-2.450 m.s.n.m.), roca predominante caliza, densidad de 8,4 machos/1 km<sup>2</sup> en 2011 (Campion, 2011).
- Macizo de la Panticosa, zona de Brazatos (2.400-2.500 m.s.n.m.), roca predominante granítica, densidad de 4,6 machos/1 km<sup>2</sup>, en 2020.
- Macizo de la Mte. Perdido, zona de Marboré (2.500-2.800 m.s.n.m.), roca predominante caliza, densidad de 3,4 machos/1 km<sup>2</sup> en 2008 (Gil, 2017).
- Macizo de la Munia, zona de Ruego (2.400-2.500 m.s.n.m.), roca predominante caliza, densidad de 2 machos/1 km<sup>2</sup>, en 2013.
- Macizo de la Suelza, zona de Urdiceto (2.400-2.500 m.s.n.m.), roca predominante granítica, densidad de 8,8 machos/1 km<sup>2</sup> en 2013 (Gil, 2017).
- Macizo de la Posets, zona de Millares (2.400-2.650 m.s.n.m.), roca predominante granítica, densidad de 4 machos/1 km<sup>2</sup>, en 2018.
- Macizo de la Maladeta, zona de Russell (2.600-2.900 m.s.n.m.), roca predominante granítica, densidad de 12 machos/1 km<sup>2</sup>, en 2019.

Se estima una mediana de densidad en sustratos básicos de 3,4 machos/km<sup>2</sup>, en ácidos 6,7 machos/km<sup>2</sup> y en mixtos de 5 machos/km<sup>2</sup> (mediana de ambas densidades).

La superficie de ocupación en época reproductora (abril-octubre) es de 253,5 km<sup>2</sup> (35% en sustrato ácido),

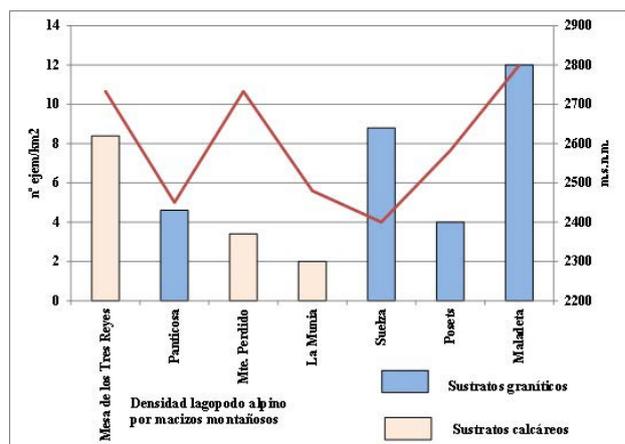


Figura 12. Densidades de lagópedo alpino áreas montañosas prospectadas del Pirineo Central (Aragón), en sustratos básicos (calcareos) y ácidos (graníticos).

Figure 12. Densities of Rock Ptarmigan in surveyed mountainous areas of the Central Pyrenees (Aragón), in basic (calcareous) and acid (granitic) substrata.

esto supone el 41% del área de ocupación para todo el año. (Figura 13.) La población reproductora estimada para el Pirineo central (Aragón) es 1142±105 parejas (pp.) (Tabla 5), lo que hace un total de 2284 ejemplares reproductores (machos y hembras). El 52% de la población reproductora se localiza en sustratos ácidos. La población reproductora de machos estimada para la Red Natura es de 1007±170 pp. El 84% de la población reproductora se ubica en Red Natura 2000 (Tabla 6). La ZEPA con mayor número de individuos es Posets-Maladeta, que posee el 53% de la población reproductora del Pirineo central (Aragón).

Tabla 5. Áreas de ocupación en época reproductora y estima de parejas de lagópodo alpino en el Pirineo central (Aragón).  
 Table 5. Area of occupancy during the breeding season and estimate of couples of Rock Ptarmigan in the central Pyrenees (Aragon).

Nº	Macizos montañosos	Área km²	Población
1	Mesa de los Tres-Reyes-Peña Forca	4,8	14
2	Aspe-Bisaurín	11,1	35
3	Anayet	0,9	6
4	Ibón de Ip-Telera	7,9	25
5	Viñamala-Panticosa	49,9	252
6	Ordesa-Mte. Perdido	35,7	99
7	Alto Cinca-la Munia	4,3	24
8	Alto Cinca-Suelza	9,5	29
9	Perdiguero-Bachimala	28,6	118
10	Posets	24,7	106
11	Maladeta	57,1	356
12	Castanesa	16,5	69
13	Cotiella-Sierra Ferrera	2,5	9
	Total	253,5	1142

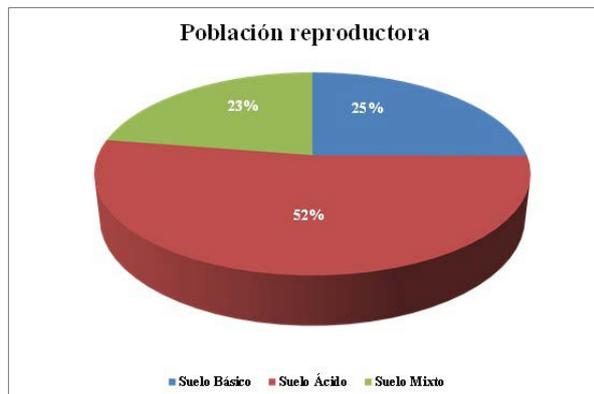


Figura 13. Población reproductora de lagópodo alpino según tipo de sustrato en el Pirineo central (Aragón).  
 Figure 13. Breeding population of Rock Ptarmigan according to type of substrate in the central Pyrenees (Aragon).

Tabla 6. Áreas de ocupación en época reproductora y estima de parejas de lagópodo alpino en ZEPA y ZEC del Pirineo central (Aragón).

Table 6. Areas of occupation during the breeding season and estimate of couples of Rock Ptarmigan in ZEPA and ZEC of the central Pyrenees (Aragon).

ZEPA	Área km²	Población
ES0000137 Los Valles	15,8	48
ES0000277 Collarada-Ibon de Ip	1,3	5
ES0000278 Viñamala	33,6	152
ES0000016 Ordesa-Mte. Perdido	30,2	81
ES0000279 Alto Cinca	8,2	41
ES0000149 Posets-Maladeta	109,9	607
ES0000280 Cotiella-Sierra Ferrera	2,5	9
Total	201,5	943
ZEC	Área km²	Población
ES2410011 Cabecera del río Aguas Limpias	8,4	53
ES2410024 Telera-Acumuer	2,7	8
ES2410031 Foz Escarrilla-Cucuraza	0,1	1
ES2410053 Chistau	0,02	0
ES2410154 Turberas del macizo de los Infernos	0,3	2
Total	11,5	64
TOTAL	213	1007

### 3.3. Estado de conservación

Según el Libro Rojo de las Aves de España (SEO/BirdLife, 2021) la población reproductora de lagópodo alpino española es catalogada como “Vulnerable”, de acuerdo con los criterios B2 (área de ocupación) y C1 (disminución de la población).

Según el criterio B2 el área de ocupación actual de la especie no supera los 2000 km² (Canut et al., 2004; Gil, 2012). Se ha estimado una disminución de su área de ocupación y de la calidad del hábitat, de acuerdo con los modelos predictivos para esta especie en los Pirineos, debido a impactos causados por el cambio climático (Huntley et al., 2007; Araújo et al., 2011). Estos modelos establecen posibles contracciones en la distribución potencial actual de hasta un 100%, en los peores escenarios climáticos, para el periodo entre 2041-2070, pudiendo llegar a desaparecer (Araújo et al., 2011).

Según el criterio C1, aunque no existen estimaciones recientes del número de ejemplares maduros de esta especie en todo el Pirineo español, en ningún caso los últimos cálculos del tamaño poblacional para el Pirineo español superarían los 10.000 individuos maduros. Bajo el escenario de cambio climático futuro se espera una disminución de la población de al menos del 10% en las próximas tres generaciones (Morcelle et al., 2021).

En el Pirineo central (Aragón) se desconoce la tendencia poblacional de la especie.

## 4. Discusión y conclusiones

### 4.1. Distribución, hábitat potencial y área de ocupación

El lagópodo alpino en el Pirineo central (Aragón) vive por encima de los 2.000 m.s.n.m., encontrándose hasta en los 3.400 m.s.n.m. La altitud media, máxima y mínima de las observaciones es similar a la descrita por Aleix-Mata (2014): 2.572 m.s.n.m. La mayor parte de las observaciones se sitúan como lo expuesto por Aleix-Mata (2014), entre los 2.500 y 2.700 m.s.n.m. Se observa que durante el invierno se encuentran en altitudes más bajas que el resto del año. Si bien existen ejemplares que no descienden en altitud, que utilizan las zonas más venteadas, donde es más fácil encontrar alimento, tal y como describe Boudarel (1988).

Se amplía en cuatro y en una el número de cuadrículas UTM de 10 x 10 km donde está presente la especie, en relación a los trabajos realizados por Lorente *et al.*, (1998) (n=34) y Aleix-Mata (2014) (n=37) respectivamente. El número de cuadrículas es superior a lo expuesto en el II Atlas (1998-2002) y III Atlas (2014-2018) de las aves en época de reproducción en España (n=33) (Canut *et al.*, 2003; Gil, 2022). En referencia a su presencia en cuadrículas 1 x 1 km se localiza en cuatro cuadrículas menos que lo descrito por Aleix-Mata (2014) (n=438).

Se estima un hábitat potencial inferior a lo expuesto por Aleix-Mata (2014) (n=918,5 km<sup>2</sup>), pero un área de ocupación mayor a lo descrito por Aleix-Mata (2014) (n=337 km<sup>2</sup>). Esto es debido al ajuste de la cota altitudinal y al empleo de cuadrículas 1x1 km y no de 10x10 km.

La especie está presente desde la zona oriental en el macizo de la Maladeta, hasta el extremo occidental del macizo de la Mesa de los Tres Reyes, limitando al Norte con Francia y al Sur con el macizo de Cotiella, similar a lo descrito por Aleix-Mata (2014) y Gil (2021). Presente en todos los macizos montañosos del Pirineo central a excepción del Turbón, donde según Canut *et al.* (2003) se considera extinta. Su distribución no es continua, ya que existen poblaciones aisladas en la parte occidental y meridional (macizo de Cotiella), muy similar al aislamiento del núcleo del Pirineo oriental (Puigmal-Canigó) (Brenot & Novoa, 2001). Sin embargo, desde el Este del valle del Gállego, hasta el valle oriental del Noguera-Ribagorzana la distribución de la especie es continua por ambas vertientes (España-Francia). La distribución invernal coincide con la del periodo reproductor, tal y como describe Gil (2012).

### 4.2. Densidad y población reproductora

En el Pirineo español se realiza una primera estima de población en el Libro Rojo de los Vertebrados de España: 130-180 pp. (Blanco & González, 1992), aunque según Purroy (1997) posiblemente supere las 300 pp. Con la realización de los atlas ornitológicos de las Comunidades Autónomas (CC.AA.) se estimaron 4 pp. en Navarra (Elosegui, 1985), 200 pp. en Aragón (Lo-

rente *et al.* 1998) y 222-370 pp. en Cataluña (Parellada *et al.*, 2004). Posteriormente se revisa y actualiza esta cifra, calculando la superficie ocupada por la especie y relacionándola con la densidad media obtenida en el Pirineo oriental, para unas densidades estimadas de 0,3 y 0,5 pp./km<sup>2</sup> (en los sectores más favorables pueden existir 3-4 machos/km<sup>2</sup>). Los resultados arrojaron cifras absolutas de entre 442-738 pp. para todo el Pirineo español (Canut *et al.*, 2004). Estas cifras fueron utilizadas para calcular la población de la Unión Europea (UE): 48.900-122.000 pp. (BirdLife, 2015), de las cuales en los Pirineos (Francia, España y Andorra) estimaron 3350 pp. Seguimientos más recientes realizados por Navarra, Aragón y Cataluña, calcularon una población de 305-362 pp. entre 2007-2018 (European Commission, 2018). Por último el Libro Rojo de las Aves de España estimó que la población del Pirineo español no superaría las 1000 pp. reproductoras (Morcelle *et al.*, 2021).

Los nuevos métodos de censo de los machos en primavera estiman densidades mayores, que las obtenidas hasta ahora, de 10,4 machos/km<sup>2</sup>, sugiriendo una subestimación de la población de individuos (Marty & Mossoll, 2011). En el Pirineo catalán se estiman densidades similares y en algunos casos superiores (Ripolles 4-18 machos/km<sup>2</sup>, Cerdanya 4-6 machos/km<sup>2</sup>, Pallars 4-18 machos/km<sup>2</sup> y Alt Urgell/Pallars 4-16 machos/km<sup>2</sup>, 2003-2016) (Generalitat de Catalunya, 2016) a lo obtenido en el Pirineo central. En Pirineo de Andorra se estiman 10,4 y 12,1 machos/km<sup>2</sup> (Aleix-Mata *et al.*, 2014), similar a las mejores zonas del Pirineo central (Aragón). Aunque algunos estudios posteriores con métodos de censo similares, sugieren una menor subestimación de la población, con densidades en el Pirineo francés de 3-4 machos/km<sup>2</sup> (Novoa & Aubry, 2018). Según Aleix-Mata (2014) las densidades aumentan en orientaciones más frías y conforme subimos en altitud.

La población reproductora estimada del presente artículo es superior a la estimada por los trabajos realizados hasta la fecha, que ofrece una cifra de 1142±105 pp. para el Pirineo central (Aragón).

### 4.3. Estado de conservación

Al ser una especie catalogada como “Vulnerable” en Aragón, precisa de un Plan de Conservación, según Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. En el Plan se establecerán las medidas de protección de la especie y el hábitat, y se delimitarán las áreas críticas (superficies consideradas vitales para la supervivencia y recuperación de la especie). Las áreas de ocupación del presente trabajo son los enclaves donde tiene lugar el celo, la reproducción y el refugio invernal y por lo tanto podrían utilizarse para delimitar las áreas críticas. Todas las áreas de ocupación deberían estar incluidas en la Red Natura 2000.

El lagópodo alpino es una especie de clima frío, que encontró refugio en latitudes septentrionales o en hábitats de las montañas tras los aumentos de temperatura

del Cuaternario (Caizergues *et al.*, 2003). Las zonas de montaña han sido identificadas como regiones especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático (Beniston, 2003). El cambio climático puede afectar a la fisiología de muchas especies, influyendo en su productividad debido a fenómenos extremos (Novoa *et al.*, 2016) y en definitiva en su supervivencia a largo plazo. Según el Observatorio Pirenaico de Cambio Climático se espera un aumento significativo de las temperaturas máximas y mínimas diarias a lo largo del siglo XXI, bajo los tres escenarios analizados, en todas las estaciones del año y en toda la zona pirenaica. Para el horizonte 2030 el cambio del valor medio anual de las temperaturas máximas respecto al período de referencia (1961-1990) podría estar en promedio para toda la zona pirenaica, entre 1° C y 2,7° C. Para el horizonte 2050 el calentamiento sería algo mayor (2,0° C a 4,0° C). La evolución del espesor medio de la nieve en los Pirineos apunta a un descenso significativo del espesor de nieve a pesar de la fuerte variabilidad interanual. Así, en el Pirineo Central a la altura de 1.800 m.s.n.m., el espesor medio de nieve podría disminuir a la mitad en el horizonte del 2050 según la referencia actual, mientras que el período de permanencia de la nieve en el suelo se reduciría en más de un mes (Moreno *et al.*, 2018). Esto último puede afectar a la asincronía entre la muda del lagópodo alpino y la permanencia de nieve incrementando su vulnerabilidad ante la detección visual por parte de los depredadores (Canut *et al.*, 2003).

Según European Commission (2018) entre 1980 y 2018 se produce una tendencia decreciente de la población de española de la especie del -37,6%. A pesar de ello parece haber estabilidad de la población en áreas con buena calidad del hábitat, como en varias áreas del Pirineo oriental (Cataluña) (Generalitat de Cataluña, 2016). Para conocer el futuro de la población del Pirineo central habría que establecer seguimientos para estimar densidades, tamaño y tendencias (creciente, decreciente o estable). Dicha información servirá para cumplir con los objetivos de los informes sexenales sobre la aplicación de las Directivas Aves y Hábitat y la adecuada implementación de los Planes de Gestión de la Red Natura 2000.

A largo plazo la tendencia de la población pirenaica está en disminución continua de individuos, especialmente en las áreas más marginales, donde se han producido extinciones en el pasado, que harían peligrar la viabilidad futura de la población.

## Referencias

- Alamany, O. & De Juan, A., 1983. Le Grand tétras (*Tetrao urogallus*) et le lagopède alpin (*Lagopus mutus*) dans les Pyrénées orientales ibériques. *Act. Biol. Mont.*, 2-3: 363-381.
- Alcántara, M., Antor, R., Elbaile, E., Gil, J. A., Gómez, N., Guzmán, D., Jato, R., Lorente, L., Pelayo, E., Sampietro, J., Sánchez, J. M. & Zapater, M., 2007. *Catálogo de las Especies Amenazadas de Aragón: Fauna*. Huesca, España: Gobierno de Aragón, Departamento de Medio Ambiente.
- Aleix-Mata, G. 2014. *El lagópodo alpino (Lagopus muta pyrenaica) en el Pirineo aragonés: caracterización de su hábitat, estudio de su distribución, y establecimiento de un protocolo de monitorización*. Tesis de Master. Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia.
- Aleix-Mata, G., Pérez, J.M., Adrados, B., Boos, M., Marty, E., Mourieres, P., Lauer, E., Zimmermann, S., Mossoll-Torres, M. & Sánchez, A., 2021. La proporción de los sexos del lagópodo alpino (*Lagopus muta*) estimada mediante análisis de ADN (en heces) y por datos de caza. *Ardeola*, 68(1), 193-204. <https://doi.org/10.13157/arla.68.1.2021.sc1>.
- Araújo, M.B., F. Guilhaumon, D.R. Neto, I. Pozo & R. Calmaestra, 2011. *Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático de la Biodiversidad Española. 2 Fauna de Vertebrados*. Madrid, España: Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Arribas, O., 2004. *Fauna y paisaje de los Pirineos en la era glacial*. Barcelona, España: Lynx edicions.
- Bech, N., Barbu, C.M., Quemere, E., Novoa, C., Allienne, J.F. & Boisseier, J., 2013. Pyrenean ptarmigans decline under climatic and human influences through the Holocene. *Hereditas*, 111: 402-409. <https://doi.org/10.1038/hdy.2013.62>
- Beniston, M., 2003. Climatic Change in Mountain Regions: A Review of Possible Impacts. *Climate Change*, 59: 5-31. [https://doi.org/10.1007/978-94-015-1252-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-94-015-1252-7_2)
- BirdLife, 2015. *European Red List of Birds. The IUCN Red List of Threatened Species. Lagopus muta (Rock Ptarmigan)*. Luxembourg, Luxembourg: Office for Official Publications of The European Communities.
- Blanco, J.C. & González, J.L., 1992. *Libro Rojo de los Vertebrados de España*. Colección Técnica. ICONA. Madrid, España: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Boudarel, P., 1988. Recherches sur l'habitat et le comportement spatial du lagopède alpin (*Lagopus mutus*) dans les Pyrénées Occidentales françaises. *Gibier Faune Sauvage*, 5: 227-254.
- Boudarel, P. & García-González, R., 1991. Approche du régime alimentaire du lagopède alpin (*Lagopus mutus pyrenaicus*) dans les Pyrénées occidentales-printemps, été et automne. *Acta biológica montana*, 10: 11-23.
- Brenot, J. F. & Novoa, C., 2001. Programme de Recherches sur le lagopède alpin (*Lagopus mutus*) dans les Pyrénées. Synthèse des travaux 1998-2000. Informe inédito. Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage.
- Brodsky, L.M., 1988. Mating tactics of male rock ptarmigan, *Lagopus mutus*: a conditional mating strategy. *Animal Behaviour*, 36 (2): 335-342. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(88\)80003-4](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(88)80003-4)
- Caizergues, A., Bernard-Laurent, A., Brenot, J.F., Ellison, L. & Rasplus, J.Y., 2003. Population genetic structure of rock ptarmigan *Lagopus mutus* in Northern and Western Europe. *Mol. Ecol.* 12: 2267-2274. <https://doi.org/10.1046/j.1365-294X.2003.01889.x>
- Campión, D., 2011. Monitorización de la perdiz nival (*Lagopus mutus*) en Navarra. *Informe inédito*. Gobierno de Navarra y Gestión Ambiental de Viveros y Repoblaciones de Navarra SA. Proyecto GALLIPYR 81/08 Acción 3.1.3.2.
- Canut, J., García, D. & Marco, J., 1987. Distribución y residencia de la perdiz nival *Lagopus mutus* en el Pirineo ibérico. *Acta Biologica Montana*, 7: 51-56.
- Canut, J., García, D., Parellada, X. & Lorente, L., 2003. Lagópodo alpino, *Lagopus mutus*. En: R. Martí, & J.C. Del Moral (Eds.). *Atlas de las aves reproductoras de España*. Madrid, España: Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SEO. 208-209 pp.
- Canut, J., García, D., Parellada, X. & Lorente, L., 2004. Lagópodo alpino, *Lagopus mutus*. En: A., Madroño, C., González & J.C., Atienza (Eds.). *Libro rojo de las aves de España* (173-

- 175). Madrid, España: Dirección General para la Biodiversidad-SEO/BirdLife.
- Chazarra, A., Lorenzo, B., Romero, R. & Moreno, J., 2022. Evolución de los climas Köppen-Geiger en España (1951-2020). *XII Congreso Internacional de la Asociación Española de Climatología (AEC): Retos del Cambio Climático: impactos, mitigación y adaptación*. Santiago de Compostela. 191-200 pp.
- Clements, J. F., 2007. *The Clements Checklist of Birds of the World*. Ithaca NY, EE.UU.: Cornell University Press.
- Couturier, M., 1964. Le lagopède ou Tétrás des neiges. En: Couturier M. (ed.) *Le gibier des montagnes françaises*. Grenoble, France: Arthaud. 331-373 pp.
- Cramp, S. & Simmons, K.E.L., 1980. *Handbook of the Birds of Europe the Middle East and North Africa. The Birds of the Western Palaearctic. Volume II. Hawks to Bustards*. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.
- Del Barrio, G., Creus, J. & Puigdefábregas, J., 1990. Thermal seasonality of the high mountain belts of the Pyrenees. *Mountain Research and Development*, 10 (3): 227-233. <https://doi.org/10.2307/3673602>
- Ellison, L. 2018. Le Lagopède alpin (*Lagopus mutus*). Fiche Espèce/Habitat.
- Elosegui, J., 1985. *Navarra atlas de aves nidificantes. Perdiz nival. Lagopodo zuria*. Pamplona, España: Caja de Ahorros de Navarra.
- European Commission, 2018. Article 12 web tool on population status and trends of birds under Article 12 of the Birds Directive. *Lagopus muta pyrenaica*.
- García Dory, M.A., 1982. La perdiz nival debe ser declarada especie protegida. *Quercus*, 4: 28-29.
- Generalitat de Catalunya, 2016. *La població de perdiu blanca dels Pirineus manté estable*. Nota de prensa de la Oficina de Comunicació i Premsa Departament de Territori i Sostenibilitat.
- Gil, J. A., 2012. Lagopodo alpino, *Lagopus muta*. En: J.C. Del Moral, B. Molina, A. Bermejo & D. Palomino, (Eds.), *Atlas de las aves en invierno en España 2007-2010*. Madrid, España: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente-SEO/BirdLife. 106-107pp.
- Gil, J.A., 2017. *El ave de las nieves: el lagopodo alpino (Lagopus muta) en el Pirineo aragonés*. Zaragoza, España: Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón (CPNA), Gobierno de Aragón y Fundación para la Conservación del Quebrantahuesos (FCQ).
- Gil, J.A., 2021. Lagopodo Alpino (*Lagopus muta*). En: P. López, J. Martín & F. Casas, (Eds.) *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Madrid, España: Museo Nacional de Ciencias Naturales. <http://www.vertebradosibericos.org/>
- Gil, J. A., 2022. Lagopodo alpino *Lagopus muta*. En: B. Molina, A. Nebreda, A.R. Muñoz, J. Seoane, R. Real, J. Bustamante & J.C. del Moral: *III Atlas de las aves en época de reproducción en España*. Madrid, España: SEO/BirdLife. <https://atlasaves.seo.org/ave/lagopodo-alpino/>
- Gil, J.A., Lorente, L., Díez, O. & Báguena, G., 2002. El quebrantahuesos, el urogallo y la perdiz nival en el Parque Natural de Posets-Maladeta. *Quercus*, 200: 20-27.
- Gil, J.A., Lorente, L., Díez, O. & Báguena, G., 2003. *Distribución y abundancia de las aves nidificantes en la Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) Posets-Maladeta*. Zaragoza, España: Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón.
- Gil, J. A., Lorente, L., Díez, O. & Rivas J. L., 2004a. Reproducción del lagopodo alpino (*Lagopus mutus*) en el Parque Natural Posets-Maladeta (Sobrarbe-Ribagorza/Huesca). *Revista del Centro de Estudios de Sobrarbe*, 10: 197-203.
- Gil, J.A., Díez, O., Pérez, C., Losada, J.A. & Villagrasa, E., 2004b. Estudio sobre la situación de las poblaciones de lagopodo alpino (*Lagopus muta*) y mochuelo boreal (*Aegolius funereus*) en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Sobrarbe-Huesca). *Lucas Mallada*, 11: 105-133.
- Gil, J.A., Chéliz, G., Ascaso, J.C. & Pérez, C., 2005. Seguimiento del lagopodo alpino (*Lagopus mutus*) en la zona oriental de la ZEPA de los Valles (Jacetania-Huesca). Informe inédito. Departamento de Medio Ambiente, Gobierno de Aragón.
- Gil, J.A., Ascaso, J.C., Chéliz, G., Pérez, C., Losada, J.A. & Villagrasa, E., 2007. Inventario y criterios de gestión del urogallo, el lagopodo alpino y la perdiz pardilla en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. *Naturaleza Aragonesa*, 18: 20-28.
- Huntley, B., Green, R.E., Collingham, Y. & Willis, S.G., 2007. *A climatic atlas of European breeding birds*. Barcelona, España: Lynx Edicions.
- Jones, P.D., Lister, D.H., Osborn, T.J., Harpham, C., Salmon, M. & Morice, C.P., 2012. Hemispheric and large-scale land surface air temperature variations: an extensive revision and an update to 2010. *Journal of Geophysical Research-Atmosphere*, 117 (5): D05127. <https://doi.org/10.1029/2011JD017139>
- Lehikoinen, A., Brotons, L.I., Calladine, J., Campedelli, T., Escandell, V., Flousek, J., Grueneberg, Ch., Haas, F., Harris, S., Herrando, S., Husby, M., Jiguet, F., Atle Kálás, J., Lindström, A., Lorrillière, R., Molina, B., Pladevall, C. Calvi, G., Sattler, Th., Schmid, H., Sirkkiä, P.M., Teufelbauer, N. & Trautmann, S., 2019. Declining population trends of European mountain birds. *Global Change Biology*, 25(2): 577-588. <https://doi.org/10.1111/gcb.14522>
- López-Moreno, J., Vicente-Serrano, S. & Lanjeri, S., 2007. Mapping snowpack distribution over large areas using GIS and interpolation techniques. *Climate Research*, 33: 257-270. <https://doi.org/10.3354/cr033257>
- Lorente, L., Gil, J.A., Díez, O. & Báguena, G., 1998. Lagopodo alpino. En: F.J. Sampietro, E. Pelayo, F. Hernández, M. Cabrera, & J. Guiral, (Eds.), *Aves de Aragón. Atlas de especies nidificantes*. Zaragoza, España: Diputación General de Aragón e Ibercaja. 138-139 pp.
- Martínez, C., 1985. Autumn food of the Ptarmigan (*Lagopus mutus*, Motin, 1776) in the Spanish Central Pyrenees. *Doñana Acta Vertebrata*, 12 (1): 174-181.
- Marty, E. & Mossoll-Torres, M., 2012. Point-count method for estimating rock ptarmigan spring density in the Pyrenean chain. *European Journal of Wildlife Research*, 58(1): 357-363. <https://doi.org/10.1007/s10344-011-0541-y>
- Morcelle, S., Tirado, L., Gil, J.A. & García-Ferré, D., 2021. Lagopodo alpino, *Lagopus muta*. En: N. López-Jiménez, (Ed.): *Libro Rojo de las Aves de España*. Madrid, España: SEO/BirdLife. 676-682 pp.
- Moreno, A., Valero, B., Verfaillie, D., Galop, D., Rodríguez, E., Tejado, E., Barreiro-Lostres, F., Soubeyroux, J.M., Cunillera, J. & Cuadrat, J.M., 2018. Clima y variabilidad climática en los Pirineos. En: *El Cambio climático en los Pirineos: impactos, vulnerabilidades y adaptación. Bases de conocimiento para la futura estrategia de adaptación al cambio climático en los Pirineos*. 6-17 pp.
- Novoa, C. & Aubry, P., 2018. Estimation de l'abondance des mâles chanteurs de lagopède alpin à l'aide de dispositifs d'échantillonnage. *Bilan des tests réalisés dans les Pyrénées de 2010 à 2017*. Informe técnico DRE, ONCFS.
- Novoa, C., Desmet, J.F., Brenot, J.F., Muffat-Joly, B., Arvin-Bérod, M., Resseguier, J. & Tran, B., 2011. Demographic traits of two alpine populations of Rock Ptarmigan. En: B.K., Sandercock, K., Martin & G., Segelbacher (Eds.), *Ecology, conservation, and management of grouse. Studies in Avian Biology (no. 39)*. Berkeley CA, EE.UU.: University of California Press. 267-28 pp. <https://doi.org/10.1525/9780520950573-022>
- Novoa, C., Astruc, G., Besnard, A. & Desmet, J., 2016. No short-term effects of climate change on the breeding of

- Rock Ptarmigan in the French Alps and Pyrenees. *Journal of Ornithology*, 157 (3): 797-810. <https://doi.org/10.1007/s10336-016-1335-5>
- Novoa, C., Resseguier, J., Muffar-Joly, B., Blanch Casadesus, J. Arvin-Berod, M. García Moya, J. & Desmet, J.M., 2021. Dispersión natal y supervivencia de juveniles de perdiz nival *Lagopus muta* en los Alpes y Pirineos franceses. *Ardeola*, 68: 123-141. <https://doi.org/10.13157/arla.68.1.2021.ra7>
- Parellada, X., Garcia-Ferre, D., Canut, J. & Olivera D., 2004. Perdiu blanca *Lagopus muta*. En: J. Estrada, V. Pedrochi, L. Brotons & S. Hernando (Eds.) *Atles dels ocells nidificants de Catalunya 1999-2002*. Barcelona, España: Institut Catala d'Ornitologia (ICO)/Lynx Edicions. 104-105 pp.
- Purroy, F.J., 1997. *Atlas de las Aves de España (1975-1995)*. SEO/BirdLife. Barcelona, España: Lynx Edicions.
- Recoder, L. & Villero D., 2018. *Mapa de calidad de hábitat potencial de Perdiz nival (Lagopus muta) en los Pirineos*. Habios y Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. <https://www.habios.eu/wp-content/uploads/2018/10/LAMUT-fichaPirineo.pdf>
- Rouco, M., Copete, J.L., De Juana, E., Gil-Velasco, M., Lorenzo, J.A., Martín, M., Milá, B., Molina, B. & Santos, D. M., 2022. *Lista de las aves de España*. Madrid, España: SEO/BirdLife.
- Sampietro, F. J., Pelayo, E., Hernández, F., Cabrera, M. & Guiral, J., 1998. *Aves de Aragón. Atlas de especies nidificantes*. Zaragoza, España: Diputación General de Aragón e Ibercaja.
- SEO/BirdLife (López-Jiménez N. Ed) 2021. Libro Rojo de las aves de España. [https://seo.org/wp-content/uploads/2022/01/Libro-Rojo-web-3\\_01.pdf](https://seo.org/wp-content/uploads/2022/01/Libro-Rojo-web-3_01.pdf)
- Storch, I., 2000. *Grouse status Survey and Conservation Action Plan 2000-2004*. WPA/BirdLife/SSC Grouse Specialist Group. Reading, Reino Unido: IUCN-WPA.
- UICN, 2012a. *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Segunda edición*. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN.
- UICN, 2012b. *Directrices para el uso de los Criterios de la Lista Roja de la UICN a nivel regional y nacional: Versión 4.0*. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN.
- UICN, 2017. *Directrices de uso de las Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN. Versión 13*. Preparado por el Standards and Petitions Committee.
- UICN, 2019. *Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 14*. Preparado por el Standards and Petitions Committee.
- Watson, A. & Moss, R., 2008. *Grouse: The Natural History of British and Irish Species*. Londres, Reino Unido: Harper Collins.