

Universitat de Lleida

## **Problemas de la codorniz en Europa-África: anillamiento, estancia europea y gestión en base a una dimensión socioeconómica**

Juan Luis Doncel Paredes

<http://hdl.handle.net/10803/386555>

**ADVERTIMENT.** L'accés als continguts d'aquesta tesi doctoral i la seva utilització ha de respectar els drets de la persona autora. Pot ser utilitzada per a consulta o estudi personal, així com en activitats o materials d'investigació i docència en els termes establerts a l'art. 32 del Text Refós de la Llei de Propietat Intel·lectual (RDL 1/1996). Per altres utilitzacions es requereix l'autorització prèvia i expressa de la persona autora. En qualsevol cas, en la utilització dels seus continguts caldrà indicar de forma clara el nom i cognoms de la persona autora i el títol de la tesi doctoral. No s'autoritza la seva reproducció o altres formes d'explotació efectuades amb finalitats de lucre ni la seva comunicació pública des d'un lloc aliè al servei TDX. Tampoc s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant als continguts de la tesi com als seus resums i índexs.

**ADVERTENCIA.** El acceso a los contenidos de esta tesis doctoral y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996). Para otros usos se requiere la autorización previa y expresa de la persona autora. En cualquier caso, en la utilización de sus contenidos se deberá indicar de forma clara el nombre y apellidos de la persona autora y el título de la tesis doctoral. No se autoriza su reproducción u otras formas de explotación efectuadas con fines lucrativos ni su comunicación pública desde un sitio ajeno al servicio TDR. Tampoco se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al contenido de la tesis como a sus resúmenes e índices.

**WARNING.** Access to the contents of this doctoral thesis and its use must respect the rights of the author. It can be used for reference or private study, as well as research and learning activities or materials in the terms established by the 32nd article of the Spanish Consolidated Copyright Act (RDL 1/1996). Express and previous authorization of the author is required for any other uses. In any case, when using its content, full name of the author and title of the thesis must be clearly indicated. Reproduction or other forms of for profit use or public communication from outside TDX service is not allowed. Presentation of its content in a window or frame external to TDX (framing) is not authorized either. These rights affect both the content of the thesis and its abstracts and indexes.

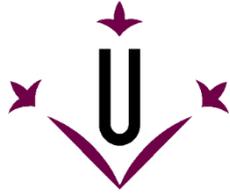
**PROBLEMAS DE LA CODORNIZ EN  
EUROPA-ÁFRICA: ANILLAMIENTO, ESTANCIA  
EUROPEA Y GESTIÓN EN BASE A UNA  
DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA**



**Tesis Doctoral**

**JUAN LUIS DONCEL PAREDES**





# **PROBLEMAS DE LA CODORNIZ EN EUROPA-ÁFRICA: ANILLAMIENTO, ESTANCIA EUROPEA Y GESTIÓN EN BASE A UNA DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA**

Memoria presentada por

**Juan Luis Doncel Paredes**

para optar al título de

**Doctor por la Universidad de Lleida**

ETSEA

Departamento de Producción Animal

Programa de Doctorado en Gestión Forestal y del Medio Natural (Código 1304)

Lérida, 2016

DIRECTOR DE TESIS

**Dr. Jesús Nadal García**

Departamento de Producción Animal

Universidad de Lleida (UdL)

Lérida, España



## ÍNDICE

---

<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN GENERAL</b>	<b>7</b>
<b>LOS CONOCIMIENTOS SOBRE LA CODORNIZ COMÚN</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO 1: Los desplazamientos de la codorniz</b>	<b>49</b>
OBJETIVOS	50
MATERIAL Y MÉTODOS	52
RESULTADOS	55
DISCUSIÓN	83
<b>CAPÍTULO 2: La abundancia, la estructura y los fenotipos</b>	<b>85</b>
OBJETIVOS	86
MATERIAL Y MÉTODOS	88
RESULTADOS	92
DISCUSIÓN	133
<b>CAPÍTULO 3: La dimensión socioeconómica</b>	<b>136</b>
OBJETIVOS	137
MATERIAL Y MÉTODOS	138
RESULTADOS	142
DISCUSIÓN	171
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>173</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>176</b>

## **AGRADECIMIENTOS**

---

Desde mi infancia me he sentido atraído por la vida silvestre. El campo y la fauna que lo pueblan no han sido mi principal dedicación profesional, aunque he quitado un buen número de horas a mi familia y mi profesión para estudiar e intentar comprender la naturaleza. Jesús Nadal ha sido mi maestro en este campo, fue él quien despertó en mí el interés por estudiar a la codorniz por múltiples razones. Desde los inicios como investigador hace muchos años hemos compartido juntos todo tipo de anécdotas, vivencias, experiencias, estudios, búsquedas que han desembocado todos estos trabajos en mi tesis doctoral.

Durante este viaje a la naturaleza de la codorniz silvestre he tenido muchos y excelentes compañeros gentes del campo: cazadores, ecologistas, agricultores, pastores, cosechadores, maquinistas, etc. y del mundo académico: profesores, doctores, doctorandos, becarios, ayudantes y compañeros, todos ellos me han ayudado y permitido conocer, aprender y dominar las materias y las técnicas básicas de la ciencia, para aplicarlas a la mejora de la gestión de la especie.

No sólo un importante elenco de personas del campo y del mundo académico me dado su apoyo, también las distintas instituciones. El Ministerio de Medio Ambiente a través de la SEO (Sociedad Española de Ornitología) y de su Centro de Migración de Aves me han aportado la base de datos de los anillamientos de codorniz en España del ICONA, también la sociedad científica ARANZADI del País Vasco me ha facilitado su base de datos de los anillamientos de codorniz, también la Federación de Caza de Castilla y León me ha facilitado la base de datos de los anillamientos de codorniz de la FCCL.

El presidente de la FCCL, D. Santiago Iturmendi ha sido especialmente colaborador, al igual que todos los cazadores y las sociedades de cazadores a las que he solicitado su ayuda. Tengo que hacer mención especial a la Junta de Castilla y León, a las Instituciones y los Organismos Oficiales que han hecho posible este estudio. Además de todas las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales que han facilitado los permisos para las labores del anillamiento científico.

Esta Tesis está dedicada a toda mi familia, todos ellos han soportado estoicamente un enorme número de horas pasadas en el campo y de mi dedicación para elaborar este documento, gracias a todos ellos por su comprensión y su gran colaboración. Sin todas estas asistencias este trabajo no hubiera sido posible.

## RESUMEN

---

A pesar de la importancia que tiene la codorniz silvestre económica, ecológica, cinegética, culinaria, deportiva y culturalmente, carecemos del conocimiento necesario para gestionar científicamente sus poblaciones.

1) Anillamiento científico. Se estudian las codornices anilladas y recuperadas en España desde 1933. Durante sucesivas décadas el anillamiento de codorniz en España ha aumentado lentamente. En total se han anillado 43.020 y recuperado 2.631 codornices. La tasa de recuperación es del 5,1%. Se comparan datos de anillamiento diurno y nocturno. La recuperación de codornices anilladas muestra mayor frecuencia durante la salida, porque la mayoría de los controles de codornices anilladas son ejemplares abatidos durante la caza.

Durante la reproducción la mortalidad de las hembras incrementa un 14% con respecto a los machos. La codorniz se concentra en el Norte peninsular, por eso también lo hacen la mayoría de los anillamientos (92%) y recuperaciones (94%). La recuperación en el exterior de ejemplares anillados en España supone el 3% del total, de ellas el 81% en Francia. La recuperación en España de ejemplares anillados en el extranjero supone el 16% del total, con un 54% procedente de Italia.

2) La abundancia, la estructura y los fenotipos en la estación fija de Malpartit (Lérida) durante 2010-14. En 340 jornadas nocturnas se han detectado 1.832 codornices y se han anillado 1.262 ejemplares, en las etapas de llegada (12,5%), en la estancia (34,2%) y en la salida (53,3%). La abundancia de las tres etapas ha sido respectivamente 3,2; 6,3 y 5,6 codornices por jornada. Se han capturado 3,7 codornices por jornada de anillamiento (2,5 machos y 1,3 hembras). La media de capturas en la llegada 2,6 codornices/jornada; estancia 4,2 y salida 3,8.

El 16% de las codornices son juveniles con menos de 2 meses de edad (J), el 34% juveniles de 2-3 meses de edad (JR1), el 20% juveniles de 3-6 meses de edad (JR2), el 10% adultos de 6-9 meses de edad (A1), el 18% adultos de 9-12 meses de edad (A2) y el 3% adultos con más de 1 año de edad. El 66% de las codornices son machos. En la llegada el 10% de los machos y ninguna hembra son juveniles, el 63,5% y 64,5% durante la estancia y el 90,4% y el 81,8% en la salida. Las razones de edad y sexos cambian en las etapas de llegada, estancia y salida.

Los machos son levemente menores que las hembras, ambos pesan más en la etapa de salida por la grasa acumulada para la migración. La coloración de la garganta de los machos y la frecuencia de muda de las rémiges cambia con la etapa y la edad. Un 27,1% de las codornices tiene placas incubatrices en la etapa de estancia, el

100% en las hembras adultas. La presencia de placas es complementaria a la cloaca. El 65,5% de las codornices presenta malófagos.

3) La dimensión socioeconómica de la población reproductora y de las capturas en España. Se compilan los datos internacionales, porque la codorniz pertenece a dos continentes. Se han seleccionado los índices socioeconómicos (PIB per cápita, deuda respecto al PIB, gasto en educación respecto al PIB, gasto en salud respecto al PIB, índice de percepción de la corrupción, índice de competitividad, índice de fragilidad, densidad de la población, esperanza de vida, índice de desarrollo humano, etc.) más informativos para construir un modelo de la dinámica de la población de codorniz asociado con la socioeconomía. La sostenibilidad y el aprovechamiento deseable de la codorniz exigen planes de gestión coordinados autonómica, nacional e internacionalmente. La asociación entre los recursos naturales de la tierra, la población humana y su nivel socioeconómico, son claves que se deben considerar en la balanza de derechos y deberes que cada país tiene que aportar al plan de gestión para la codorniz. Por ello es necesario utilizar tanto los índices de la población silvestre de codorniz, como los socioeconómicos y los ecológicos, en las negociaciones de corresponsabilidad de los países implicados.

La mejora de la gestión de la codorniz precisa comprender la historia de su vida y sus requisitos ecológicos. Esta especie necesita la corresponsabilidad de los países que atraviesa, considerando los aspectos socioeconómicos y su variación anual.

## RESUM

---

Malgrat la importància que té la guatlla silvestre econòmica, ecològica, cinegètica, culinària, esportiva i culturalment, manquem del coneixement necessari per gestionar científicament les seves poblacions

1) Anellament científic. S'estudien les guatlles anellades i recuperades a Espanya des de 1933. Durant successives dècades el anellament de guatlla a Espanya ha augmentat lentament. En total s'han anellat 43.020 i recuperat 2.631 guatlles. La taxa de recuperació és del 5,1%. Es comparen dades de anellament diürn i nocturn. La recuperació de guatlles anellades mostra major freqüència durant la sortida, perquè la majoria dels controls de guatlles anellades són exemplars abatuts durant la caça.

Durant la reproducció la mortalitat de les femelles incrementa un 14% pel que fa als mascles. La guatlla es concentra en el Nord de la península, per això també ho fan la majoria dels anellaments (92%) i recuperacions (94%). La recuperació en l'exterior d'exemplars anellats a Espanya suposa el 3% del total, d'elles el 81% a França. La recuperació a Espanya d'exemplars anellats a l'estranger suposa el 16% del total, amb un 54% procedent d'Itàlia.

2) L'abundància, l'estructura poblacional i els fenotips en l'estació fixa de Malpartit (Lleida) durant 2010-14. En 340 jornades nocturnes s'han detectat 1.832 guatlles i s'han anellat 1.262 exemplars, en les etapes d'arribada (12,5%), en l'estada (34,2%) i en la sortida (53,3%). L'abundància de les tres etapes ha estat respectivament 3,2; 6,3 i 5,6 guatlles per jornada. S'han capturat 3,7 guatlles per jornada d'anellament (2,5 mascles i 1,3 femelles). La mitjana de captures en l'arribada 2,6 guatlles/jornada; estada 4,2 i sortida 3,8.

El 16% de les guatlles són juvenils amb menys de 2 mesos d'edat (J), el 34% juvenils de 2-3 mesos d'edat (JR1), el 20% juvenils de 3-6 mesos d'edat (JR2), el 10% adults de 6-9 mesos d'edat (A1), el 18% adults de 9-12 mesos d'edat (A2) i el 3% adults amb més d'1 any d'edat (A). El 66% de les guatlles són mascles. A l'arribada el 10% dels mascles i cap femella són juvenils, el 63,5% i 64,5% durant l'estada i el 90,4% i el 81,8% a la sortida. Les raons d'edats i sexes canvien en les etapes d'arribada, estada i sortida.

Els mascles són lleument menors que les femelles, tots dos pesen més en la fase de sortida pel greix acumulat per a la migració. La coloració de la gola dels mascles i la freqüència de muda de les rèmiges canvia amb la fase i l'edat. Un 27,1% de les guatlles té plaques d'incubació en la fase d'estada, el 100% en les femelles adultes.

La presència de plaques és complementària a la cloaca. El 65,5% de les guatlles presenta mal·lòfags.

3) La dimensió socioeconòmica de la població reproductora i de les captures a Espanya. Es compilen les dades internacionals, perquè la guatlla pertany a dos continents. S'han seleccionat els índexs socioeconòmiques (PIB per càpita, deute respecte al PIB, despesa en educació respecte al PIB, despesa en salut respecte al PIB, índex de percepció de la corrupció, índex de competitivitat, índex de fragilitat, densitat de la població, esperança de vida, índex de desenvolupament humà, etc.) més informatius per construir un model de la dinàmica de la població de guatlla associat amb la socioeconomia. La sostenibilitat i l'aprofitament desitjable de la guatlla exigeixen plans de gestió coordinats autonòmica, nacional i internacionalment. L'associació entre els recursos naturals de la terra, la població humana i el seu nivell socioeconòmic, són claus que s'han de considerar en la balança de drets i deures que cada país ha d'aportar al pla de gestió per a la guatlla. Per això és necessari utilitzar tant els índexs de la població silvestre de guatlla, com els socioeconòmics i els ecològics, en les negociacions de coresponsabilitat dels països implicats.

La millora de la gestió de la guatlla precisa comprendre la història de la seva vida i els seus requisits ecològics. Aquesta espècie necessita la coresponsabilitat dels països que travessa, considerant els aspectes socioeconòmics i la seva variació anual.

## ABSTRACT

---

Despite the economic, ecological, hunting, cooking, sports and cultural importance of wild quail, we lack the knowledge necessary to manage populations scientifically.

1) Scientific ringing, ringed and recovered quails are studied in Spain since 1933. During the following decades quail banding activities in Spain has slowly increased. In total there have been ringed 43.020 and recovered 2.631 quail. The recovery rate is 5.1%. Day and night data ringing are compared. Recovery of banded quail shows more frequently during departure than the arrival and breeding stages because most controls are quail killed while hunting.

During breeding period the mortality of females increased 14% compared to males. The quails are concentrated in the North of the peninsula, so also most banding (92%) and recovery birds (94%). The recovery of ringed quails outside Spain represents 3% of the total, of which 81% in France. The recovery in Spain of foreigner ringed quails accounts for 16% of the total, with 54% coming from Italy.

2) The abundance population, structure and phenotypes in Malpartit (Lleida) fixed station during 2010-14. On 340 nights we detected 1832 quail and 1262 recovery quails. We have been ringed in arrival (12.5%), in breeding (34.2%) and departure (53.3%) stages. The abundance of the three phases has been respectively 3.2, 6.3 and 5.6 quails/night. As average we captured 3.7 quails by banding night (2.5 males and 1.3 females). The average of captures is 2.6 quail/night in the arrival; 4.2 in breeding and 3.8 in departure phases.

16% of the quail are J juveniles (less than 2 months of age), 34% JR1 juveniles (2-3 months old), 20% JR2 juveniles (3-6 months), 10% A1 adults (6-9 months old), 18% A2 adults (9-12 months old) and 3% A adults (over 1 year old). 66% of birds are males. 10% males and no females on the arrival period are juveniles, 63.5% and 64.5% during the breeding, and 90.4% and 81.8% at the departure. The age and sex ratios change in steps of arrival, breeding and departure.

Male are slightly smaller than female, both are heavier in the departure stage by the accumulated fat for migration. The coloration of the throat of males and the frequency of moulting of primary flight feathers changes with the stage and age. 27.1% of the quail has incubation plates in the breeding stage, 100% in adult females. The presence of plates is complementary to the cloaca. 65.5% of quail presents macroscopic ectoparasites.

3) The socio-economic dimension of the breeding population and bagged quail in Spain. We compiled international data because the quail belongs to two continents.

We selected socioeconomic indices (IBP per capita, debt % IBP, expenditure on education % IBP, expenditure on health % IBP, corruption perception index, competitiveness index, brittleness index, population density, life expectancy index human development, etc). We selected the more informative index to build a model of the dynamics of quail population associated with socioeconomics. Sustainability and desirable use of quail require regional, national and internationally coordinated management plans. The association between natural resources of the earth, the human population and socioeconomic level, are key to consider the balance of rights and obligations that every country has to contribute for quail management plan. Therefore we need to use both wild quail population, as socio-economic and ecological responsibility indexes in the negotiations of the countries involved.

To improving the management of the quail we need accurate understanding of species life history and ecological requirements. This species requires shared responsibility of the countries it crosses, considering the socioeconomic aspects and their annual variation.

## **INTRODUCCIÓN GENERAL**

---

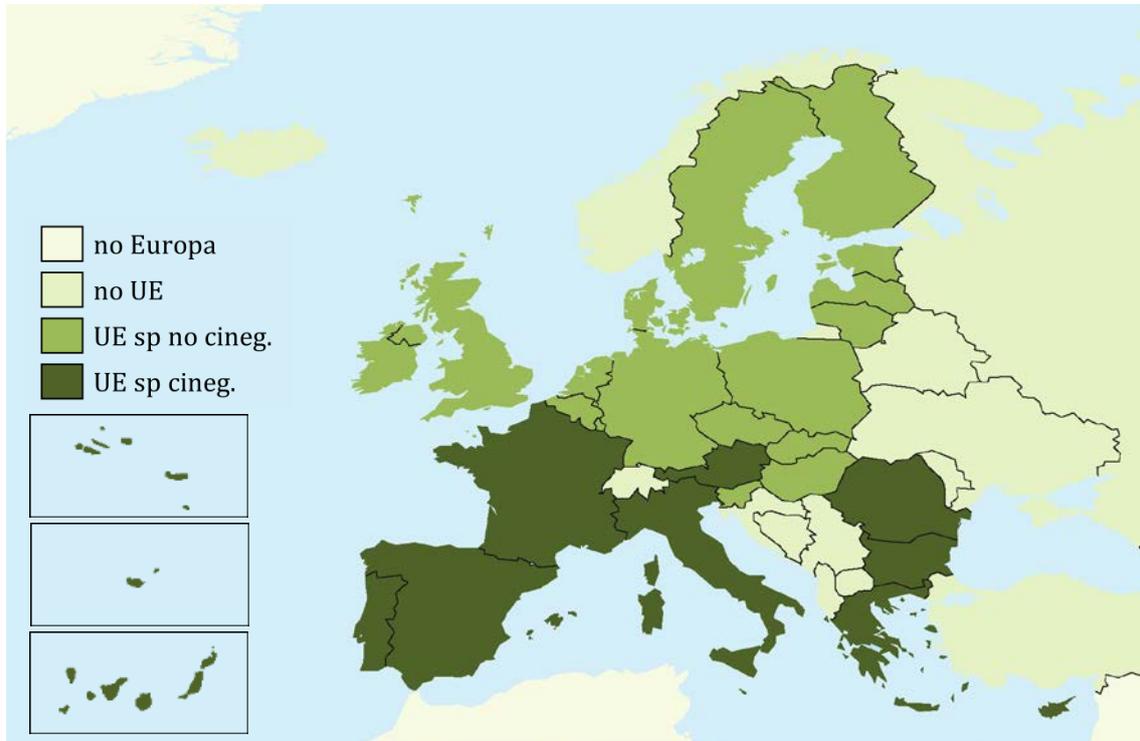
La codorniz común (*Coturnix coturnix*) es un ave perteneciente al orden de las Galliformes y a la familia de las Fasiánidas, que está ampliamente distribuida por el Paleártico occidental, así como por el oeste y centro de Asia (Cramp & Simmons 1980; Gallego *et al.* 1997) Las especies del género *Coturnix* se caracterizan por presentar el tamaño más pequeño y por ser las únicas migradoras, de entre todas las galliformes (Guyomarc'h, Combreau, *et al.* 1998). La codorniz común presenta unas características muy peculiares en su biología reproductora y comportamiento, entre las que destacan su oportunismo ecológico y su enorme movilidad, que hacen que su estudio y seguimiento sea particularmente difícil (Puigcerver *et al.* 2004).

Actualmente, la Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de la UE, relativa a la conservación de las aves silvestres, señala que la codorniz común es una especie, que debido a su nivel de población, a su distribución geográfica y a su índice de reproductividad en el conjunto de la Comunidad, podrá ser objeto de caza en el marco de la legislación nacional de más de un tercio de los Estados miembros (Figura 1), que son los que velarán por que la caza de la especie no comprometa los esfuerzos de conservación realizados en su área de distribución.

Esto podría parecer contradictorio con el hecho de que actualmente la codorniz sea considerada como una especie con un estado de conservación desfavorable en Europa (SPEC 3), con poblaciones mermadas, a raíz principalmente, del declive que tuvo lugar durante 1970-90 (Burfield 2004).

De hecho, el Plan de Gestión 2009-2010 de la UE para la codorniz, señala que el fenotipo de las codornices migradoras de larga distancia, es decir las codornices que se reproducen al norte de 40-45°N, podría verse amenazado a largo plazo por una combinación de varios factores. Algunos de ellos, fuera del control de la UE, como por ejemplo los de naturaleza climática como son las sequías en el Sáhel; y otros parcialmente controlables, como el control de la contaminación genética de las aves liberadas con fines cinegéticos. En ese informe técnico no sólo se señala que actualmente no existan medidas de protección específicas para la codorniz común en Europa. También se resalta que la Unión Europea sólo representa una pequeña parte del área de distribución de esta especie, por lo que las medidas de gestión que pueden adoptarse en los Estados miembros no serán suficientes para garantizar la sostenibilidad de las poblaciones reproductoras que residen en el Norte de África durante el invierno, o en la zona tropical africana durante la mitad del año (Perennou 2009).

**Figura 1:** Mapa de los Estados Miembros de la UE que, según la Directiva de Aves 2009/147/CE, pueden autorizar la caza de la codorniz en sus territorios.



Antes de abordar nuevos estudios que nos ayuden a comprender mejor la especie, y nos permitan plantear herramientas de gestión útiles a escala intercontinental, es imprescindible revisar el estado actual de conocimiento sobre la especie. Para ello, resultan de gran utilidad las descripciones detalladas en los principales Atlas de las Aves del Paleártico Occidental y de las Aves Reproductoras de Europa (Cramp & Simmons 1980; McGowan 1994; Gallego *et al.* 1997; Guyomarc'h, Combreau, *et al.* 1998) y también las de documentos técnicos de gestión, especialmente el de Guyomarc'h (2003), que revisa y compila la mayor parte de la información relativa a la codorniz común hasta esa fecha. A continuación, se presenta una síntesis del mismo, actualizado con datos más recientes en aquellos aspectos en los que el conocimiento sobre la especie ha avanzado en la última década.

## **LOS CONOCIMIENTOS SOBRE LA CODORNIZ COMÚN**

---

La codorniz común, *Coturnix coturnix coturnix*, es el más pequeño representante europeo de la familia Phasianidae, con una longitud corporal de 13-19 cm y una envergadura de 32-34 cm, posee un diseño críptico, de color terroso con estriado pardo oscuro, blanco y crema. Con su pequeño tamaño, la especie muestra todos los atributos biológicos de estrategia de tipo "r" (Guyomarc'h, Combreau, *et al.* 1998).

La especie es una migradora parcial, que manifiesta una elevada variabilidad fenotípica intra-poblacional en el equilibrio entre la migración y la sexualidad. Todas las poblaciones producen simultáneamente individuos sub-sedentarios, migradores de corta distancia y migradores de larga distancia. Estas diferencias comportamentales dan lugar a una segregación secundaria de acuerdo a las latitudes: mientras en las latitudes centrales (30-35°N) las aves crían muy temprano y tienen una tendencia migratoria muy baja, en las latitudes muy bajas (Sáhel) y en las muy altas (Norte de Europa, Asia Central) sólo hay aves migradoras de larga distancia (Guyomarc'h 2003).

### **Algunas características específicas de la especie**

#### **Los morfotipos y la taxonomía**

Se han llegado a describir hasta ocho subespecies de la especie *Coturnix coturnix*, de las que sólo las tres primeras son relevantes en el área de distribución europea: (1) la forma *nominal* *Coturnix coturnix coturnix* (Linné 1758) que abarca la mayor parte del área de distribución de la especie a lo largo de Europa, el Norte, Oeste y Este de África, y Arabia, (2) *Coturnix coturnix confisa* (Hartet 1917) en las Islas Canarias y el archipiélago de Madeira, (3) *Coturnix coturnix conturbans* (Hartet 1917) endémica de las Azores, (4) *Coturnix coturnix inopinata* (Hartet 1917) en las islas de Cabo Verde, (5) *Coturnix coturnix africana* (Zedlitz 1912) en África oriental y meridional, (6) *Coturnix coturnix erlangeri* (Temminck & Schlegel 1849) en el Este de África, (7) *Coturnix coturnix orientalis* en India y Pakistán, y (8) *Coturnix coturnix japonica* en el Este de Asia.

La distinción entre morfotipos o subespecies de *Coturnix coturnix* continúa generando cierta controversia. Por una parte, no existen estudios concluyentes que permitan una clara diferenciación entre las subespecies de las áreas biogeográficas occidentales, a partir de los criterios de distribución geográfica, tamaño y peso corporal utilizados para definir las (Puigcerver 1990; Puigcerver *et al.* 2001). Por otra parte, hay estudios que consideran que la subespecie más oriental, es en realidad una especie separada, *Coturnix japonica* (del Hoyo *et al.* 1994; Clements 2002 en Perennou 2009). Y lo hacen en base a una supuesta simpatria con la codorniz común en las regiones rusas y mongolas de Baikal y Kentei. Aunque

posteriormente, Barilani et al., (2005) han hallado pruebas de hibridación natural en esas zonas.

### **El dimorfismo sexual**

El dimorfismo sexual se ha desarrollado bajo dos restricciones selectivas opuestas. Por un lado, la presión de la depredación sobre un ave que camina bajo una cubierta de gramíneas o de rastrojo y que permanece agachada cuando detecta algún peligro, ha llevado al desarrollo de un plumaje críptico de coloración terrosa, surcado por destellos de color paja longitudinales, común en ambos sexos.

Por otra parte, los procesos de selección sexual en los encuentros cercanos cara a cara, ha favorecido las diferencias visuales, centrando la atención en el aspecto frontal de la cabeza y del pecho. El pecho de color anaranjado del macho contrasta con el color crema y moteado de marrón de la hembras. A su vez, el ancla de color marrón o negro en la garganta del macho, presenta un aspecto bastante diferente de la garganta uniforme de color blanco o crema de la hembra, aunque esto sólo se hace evidente cuando los machos han alcanzado la madurez sexual.

En lo que a tamaño se refiere, la hembra suele ser un poco más grande que el macho, pero no lo suficiente como para poder discriminar entre sexos, pues las distribuciones de las longitudes del tarso y del ala plegada de ambos sexos están bastante superpuestas.

### **El crecimiento, las etapas de desarrollo y muda, la identificación fisiológica.**

El peso tras la eclosión es de  $5,9 \text{ gr} \pm 0,4$ . La riqueza del aporte proteínico es la que determina, en gran medida, la tasa de crecimiento. La segunda semana vida suele ser el periodo más crítico, ya que es cuando el peso se duplica. Las dietas ricas en proteínas favorecen un rápido crecimiento, mientras que las dietas deficientes en proteínas, constituidas fundamentalmente a base de materia vegetal, ralentizan el crecimiento, perturban la muda y la termorregulación, y debilitan a los polluelos cuando las condiciones climáticas son relativamente adversas (bajas temperaturas a primeras horas de la mañana y /o lluvia).

La edad de los jóvenes está determinada por la pérdida y posterior adquisición de las plumas y por su rendimiento de vuelo. Los primeros intentos de vuelo se inician a la edad de 10 días y son de 0,5-1 m, alcanzan los 5-15 m a los 15 días, y los 20-40 m a las 3 semanas.

El crecimiento de las plumas en las codornices comienza de inmediato después del nacimiento, pudiéndose observar las primeras puntas de plumas a los dos días de edad. Las siete rémiges primarias más internas (de P1 a P7, contadas desde el

interior hacia el exterior del cuerpo) crecen de manera simultánea, habiéndose completado su crecimiento a las tres o cuatro semanas de edad. Es en este momento cuando tiene lugar el comienzo de la muda post-juvenil. Las tres plumas primarias más externas (P8-P9-P10,) crecen entre la cuarta y la sexta semana de vida (Heinroth & Heinroth 1928 en Guyomarc'h 2003). Al mismo tiempo, las primarias P1-P2-P3-P4 ya han comenzado a mudar (muda post-juvenil). Desde el final de la tercera semana, los polluelos de codorniz ya son capaces de termorregular, y cuatro semanas después de la eclosión, ya son independientes de la madre (Mur 1994). Lo que significa que la hembra ya puede comenzar un nuevo ciclo reproductivo completo a las ocho semanas, pues tan sólo necesita dos semanas para la puesta, otras dos para incubar y otras cuatro para el cuidado de los pollos.

La P10 está completamente desarrollada a las 6,5 semanas, que puede considerarse la edad de referencia para la madurez somática. Se produce entonces una suspensión de la muda en la P4 (37%) o la P5 (58%) a la edad de 8 semanas (n=84) (Saint-Jalme & Guyomarc'h 1995), que es la edad en la que la migración o la reproducción se llevan a cabo (Guyomarc'h *et al.* 1990; Guyomarc'h & Guyomarc'h 1995). Al final de esta fase, la muda de otoño de los jóvenes en su primer año de vida termina con la sustitución de la P6 y la P7. Las principales plumas de vuelo P8-P9-P10 sólo serán reemplazadas al final de la muda post-nupcial en su segundo año calendario (a finales de noviembre y principios de diciembre). Esto permite distinguir entre dos grupos de edad: las codornices en su primer año calendario, cuyas P8-P9-P10 son amarillas y están desgastadas, y las codornices en su segundo año calendario, cuyas P8-P9-P10 han sido reemplazadas.

La muda de las álulas en septiembre y el inicio de la sustitución de las plumas secundarias a partir de dos puntos (S3 y S11, contadas desde el exterior hacia el interior del cuerpo) también permite diferenciar entre una codorniz que ya ha alcanzado su segundo (o tercero) otoño, de un codorniz que todavía está en el primero.

Hay más criterios que permiten identificar las etapas fisiológicas de las codornices. Cuando la codorniz está madura sexualmente, presenta un característico engrosamiento de los tejidos perianales, asociados con un ensanchamiento de la rejilla de ventilación cloacal. Por otra parte, la presencia de una banda de grasa ancha y de gran espesor (>10 mm) localizada bajo la piel en cada extremo del tórax sobre el músculo pectoral, es una buena señal del estado migratorio o pre-migratorio (Saint-Jalme 1990). El aspecto de la garganta (coloración del fondo y/o ancla) y las variaciones en el color de las zonas malares y las mejillas son otros criterios útiles para apreciar el estado sexual de los machos (Saint-Jalme & Guyomarc'h 1995).

## La dieta

La codorniz adulta es omnívora. Su dieta incorpora una amplia variedad de material vegetal (principalmente semillas) y de invertebrados (moluscos, artrópodos y arácnidos). Los cambios estacionales en la selección de alimentos están determinados por las necesidades fisiológicas (Combreau & Guyomarc'h 1992; Guyomarc'h, Combreau, *et al.* 1998; Combreau *et al.* 2001). Fuera de la temporada de anidación, el 88-100% de los alimentos que se encuentran en los buches son semillas. Aunque excepcionalmente, en Francia, Portugal y España, a finales del verano se ha hallado hasta un 10,6% de invertebrados. Durante la época de reproducción, el 67-78% de los alimentos son invertebrados, el 22-23% semillas, y el 10-11% son fragmentos de hojas verdes (Combreau 1992).

Las semillas están representados principalmente por especies cultivadas como el trigo (*Triticum* sp.), la cebada (*Hordeum* sp.), el centeno (*Secale cereal*), la festuca (*Festuca* sp.) o el raigrás (*Lolium* sp.); pero también por algunas especies silvestres como *Digitaria sanguinea*, *Panicum* sp., *Setaria* sp., *Echinochloa crus-gallis*, *Eragrostis* sp., *Stachys annua*, *Galeopsis* sp. y *Ajuga* sp. También hay otras especies que aunque se encuentran en menor cantidad, tienen una presencia bastante regular, se trata de plantas Compuestas, (*Cirsium* sp., *Sonchus*, *Helianthus annuus*), Papilionaceas (*Medicago* sp., *Lathyrus* sp.), Crucíferas, Poligonáceas y Quenopodiáceas, que localmente pueden desempeñar un papel importante.

El follaje verde como la alfalfa y el trébol, sólo se come durante la época de reproducción, lo que podría explicarse por el requerimiento de agua especialmente elevado por parte de las hembras durante el periodo de puesta.

Los invertebrados representan una proporción significativa de la ingesta de alimentos durante el periodo de reproducción, siendo buscados activamente por los dos sexos. La codorniz consume una amplia variedad de especies de artrópodos que viven en el suelo (escarabajos, hormigas, dípteros, arácnidos, etc.) y las marismas (anfípodos e isópodos), así como moluscos gasterópodos presentes en los campos de alfalfa.

La dieta de los pollos varía entre áreas, dependiendo de la disponibilidad. En las marismas, donde las semillas no han caído aún a la tierra en los meses de junio y julio, predomina la presencia de invertebrados (Combreau *et al.* 1990). Mientras que en áreas más favorables, como los campos de cereal y los baldíos, predomina la presencia de materia vegetal (62%) frente a la de invertebrados (38%) (Mur 1994).

## **Los ritmos nictemerales, la movilidad y el comportamiento migratorio**

Fuera de los periodos de migración, las codornices sólo están activas durante las horas diurnas. Se puede observar una sucesión de fases en el transcurso del día (Guyomarc'h & Guyomarc'h 1994; Mur 1994). Entre unos 15-45 minutos antes de la salida del sol, los machos cantan muy intensamente durante un corto periodo de tiempo, sin moverse del sitio. Posteriormente, tiene lugar un largo periodo de actividad de forrajeo de 9:00 a 15:00 (horario de verano, mayo-junio). Los machos jóvenes no emparejados siguen cantando, con una periodicidad de unos 90 minutos, que rompe los periodos de silencio. Entre las 15:00-16:00 y las 21:00-22:00, se sucede un largo periodo de descanso durante el que las codornices se acicalan, toman baños de tierra, y después se dedican a la anidación y puesta, los machos no cantan. Pocos minutos después del atardecer, los machos presentan un breve periodo de actividad (canto y movimiento). Este es el momento en el que los machos no emparejados son más propensos a reaccionar (vuelo) al reclamo de una hembra. En el periodo previo al amanecer, los machos que han sido rechazados por las hembras abandonan la zona y siguen sus tendencias nómadas o migratorias.

Una vez que han llegado a un lugar de reproducción, las codornices raramente levantan el vuelo, y adoptan unos hábitos marcadamente terrestres, estrechamente relacionados con su plumaje críptico dentro de la densa vegetación. Pueden alcanzar velocidades a pie de 5-6 Km/h y presentan un elevado sentido de la orientación. Las velocidades de vuelo registrados en las estaciones de cría (en distancias cortas de entre 30 y 60 m) son las propias de un ave de este tamaño y peso. La codorniz común vuela entre 40-50 km/h, cuando no tiene viento contrario de frente, o viento favorable de cola.

La codorniz común es una migradora exclusivamente nocturna. Por lo general, una semana antes de partir, las codornices ingieren una gran cantidad de alimentos durante el día, es lo que se denomina fase hiperfágica pre-migratoria. Las codornices van acumulando progresivamente reservas de energía, que pueden ser cuantificadas por la medición de la banda de grasa debajo de la piel en el tórax. En cuanto estas reservas (15-25 gr de triglicéridos) pueden hacer frente a las necesidades de un viaje de 800-1200 km, comienza una fase de agitación nocturna y se reducen las actividades diurnas. En cautividad, la inquietud nocturna alcanza su intensidad máxima inmediatamente después del crepúsculo y continúa sin interrupción durante 4-6 horas, hasta 1-3 horas antes del amanecer.

En base a una velocidad de vuelo promedio de 42 km/h, una codorniz podría volar una distancia máxima de unos 160-250 kilómetros por noche. Aunque se conocen casos de codornices que en una sola noche han recorrido el trayecto

entre Chipre o Anatolia y la costa del Sinaí, o que han llegado a Madeira desde el Portugal continental, lo que supone 600 Km y 850 km respectivamente. Aunque esto sólo sucede cuando atraviesan el mar sin posibilidad de retorno. De hecho, en el Cabo tunecino de Bon se han observado casos de codornices que tras emprender la travesía en solitario al final de la noche, habían dado marcha atrás durante la madrugada (Moreau & Dolp 1970; Guyomarc'h, Combreau, *et al.* 1998).

La estrategia migratoria de la especie pasa por no confiar en encontrar alimento en los lugares impredecibles en los que se ven obligados a descansar al llegar la madrugada. Durante el día descansan en esos lugares sin recursos, y sólo se mueven para refugiarse de los depredadores, retomando el viaje en el crepúsculo. Las codornices agotan sus reservas a la semana de vuelo, tras unos 1000 km. Entonces, deben retomar su actividad diaria normal y comenzar una nueva fase hiperfágica de reserva, por lo que tienen que encontrar un lugar con abundantes semillas que les suministren suficiente energía.

La migración no sólo está determinada por los niveles de disponibilidad de recursos, sino también por factores sociales y sexuales. Los patrones de comportamiento asociados con la formación de parejas y el apareamiento frenan el impulso de migrar (Saint-Jalme *et al.* 1988 en Perennou 2009). A su vez, la ruptura de la pareja al final de la puesta, estimula de nuevo la migración o los movimientos nómádicos de los machos, mientras las hembras se quedan a cargo de la incubación y del cuidado de los pollos. Esto explicaría por qué la razón de sexos es favorable a los machos en aquellas poblaciones que se dirigen hacia el Norte del área de reproducción.

### **La comunicación vocal y sistema socio-sexual**

La codorniz tiene un sistema muy rico y complejo de comunicación vocal (Guyomarc'h & Guyomarc'h 1996). Existen dos grupos de señales vocales, las de tipo socio-sexual y las de alarma y huida.

Entre las señales del primer grupo, hay dos cantos que son exclusivos de los machos sexualmente maduros: un vibrato bajo "rwan-rwan" que se repite 3 o 4 veces en una serie (más o menos una vez por segundo, 65-70 dB a 1 m), y una secuencia trisilábica clara, melódica y potente ("tuit-tuit-tuit", 80-85 dB a 1 m). Los machos no emparejados que no participan directamente en el cortejo sexual, emiten ambos cantos (Guyomarc'h, Aupiais, *et al.* 1998). Durante un lapso de tiempo de alrededor de 1,5-2 horas, el macho alterna ráfagas de canto con silencios. Tan pronto como empieza a cortejar a la hembra y mientras se empareja con ella, el macho deja de cantar (Marchant *et al.* 1990 en Guyomarc'h 2003). La hembras maduras no emparejadas son muy selectivas con respecto a los

cantos de apareamiento de los machos (Derégnaucourt & Guyomarc'h 2003) y pueden producir una llamada, muy conocida por los cazadores furtivos, que es muy atractiva para los machos y que puede oírse a una gran distancia (Guyomarc'h, Aupiais, *et al.* 1998). Sólo se escucha de vez en cuando en la naturaleza, incluso en Marruecos, donde la proporción de sexos está equilibrada. Esto significa que una hembra se emparejará rápidamente, tal vez incluso antes de alcanzar la madurez sexual.

Existen dos señales distintas de alarma y huida: una serie de cortos "trett .... trett ... trett" emitidos en vuelo por el macho, y un silbido agudo "rrwwiiit", emitido por la hembra, pero para oír las llamadas, las codornices deben estar al mismo nivel.

La codorniz presenta un complejo sistema de apareamiento. Los machos se agregan en "pseudo-leks" (Sardà-Palomera *et al.* 2011) y cantan para hacerse detectables por las hembras y otros machos. Las hembras sólo se hacen detectables cuando responden a las llamadas de los machos. Macho y hembra crean un vínculo que dura varios días (Rodríguez-Teijeiro *et al.* 2003). Durante ese tiempo, a menudo se producen cópulas oportunistas fuera de la pareja, así como cambios de pareja (Rodrigo-Rueda *et al.* 1997). Se han observado machos satélites alrededor de la pareja en busca de cópulas con hembras apareadas (Sardà-Palomera *et al.* 2011).

Las hembras son poliándricas y generalmente se aparean con varios machos de forma seriada en el tiempo, tanto en un intento reproductivo como durante toda la temporada de reproducción (Rodríguez-Teijeiro *et al.* 2003). Los machos son también polígamos y se aparean secuencialmente con varias hembras durante la temporada de cría (Rodríguez-Teijeiro *et al.* 1992). Después de que el macho guarde a la hembra durante unos días, el vínculo de pareja se rompe. Las hembras permanecen en el área cuidando la puesta, mientras que los machos se mueven hacia el norte en busca de nuevos apareamientos (Puigcerver *et al.* 1984; Rodríguez-Teijeiro *et al.* 1992). Debido a esta diferencia en el comportamiento y en la movilidad entre los sexos, la proporción de sexos se inclina a favor de los machos a lo largo de un gradiente latitudinal (Schleidt 1983, Hemon *et al.* 1988 ambos en Sardà-Palomera 2010; Puigcerver 1990; Rodríguez-Teijeiro *et al.* 1992).

### **La relación entre los machos cantores y el nivel de reproducción**

La estima de la abundancia de machos cantores de un área resulta útil para una evaluación posterior de las acciones de cría. En Francia se ha comprobado que las densidades de bandos en julio y las densidades de adultos en agosto presentan una elevada y positiva correlación con la densidad de machos cantores en mayo-junio,

tanto en zonas de montaña (7 estaciones;  $r=0.87$ ;  $p<0,005$ ) como de llanura (9 estaciones;  $r=0,96$ ;  $p<0,01$ )(Mur 1994).

### **La genética intra-poblacional**

La variabilidad fenotípica intra-poblacional de la migración aparece en la primera generación cuando se crían volantones silvestres en cautividad. Tras recrear situaciones de cría con adultos salvajes capturados en verano en el Suroeste de Francia (45°N), se observó que los descendientes mostraban diferentes perfiles diferentes de la evolución estacional. (1) El perfil sub-sedentario, que se caracteriza por un periodo largo y temprano de reproducción, desde finales de enero hasta finales de verano interrumpido por la muda. (2) El perfil migrador, en el que la reproducción sólo se inicia en junio, después de un largo periodo de invernada y una fase larga (de al menos 8-12 semanas) de agitación nocturna. Sólo se realiza una puesta y a veces con un número reducido de huevos. (3) Varios perfiles intermedios, con diferentes de ciclos de reproducción asociados a los comienzos de los periodos migratorios (el primer ciclo en marzo, con el inicio de la migración a partir de finales de enero o principios de febrero) (Saint-Jalme 1990). Tanto la precocidad como la intensidad de la inversión sexual están correlacionados negativamente con el esfuerzo migratorio revelado por la acumulación de grasa y la agitación nocturna (Gonçalves *et al.* 2001).

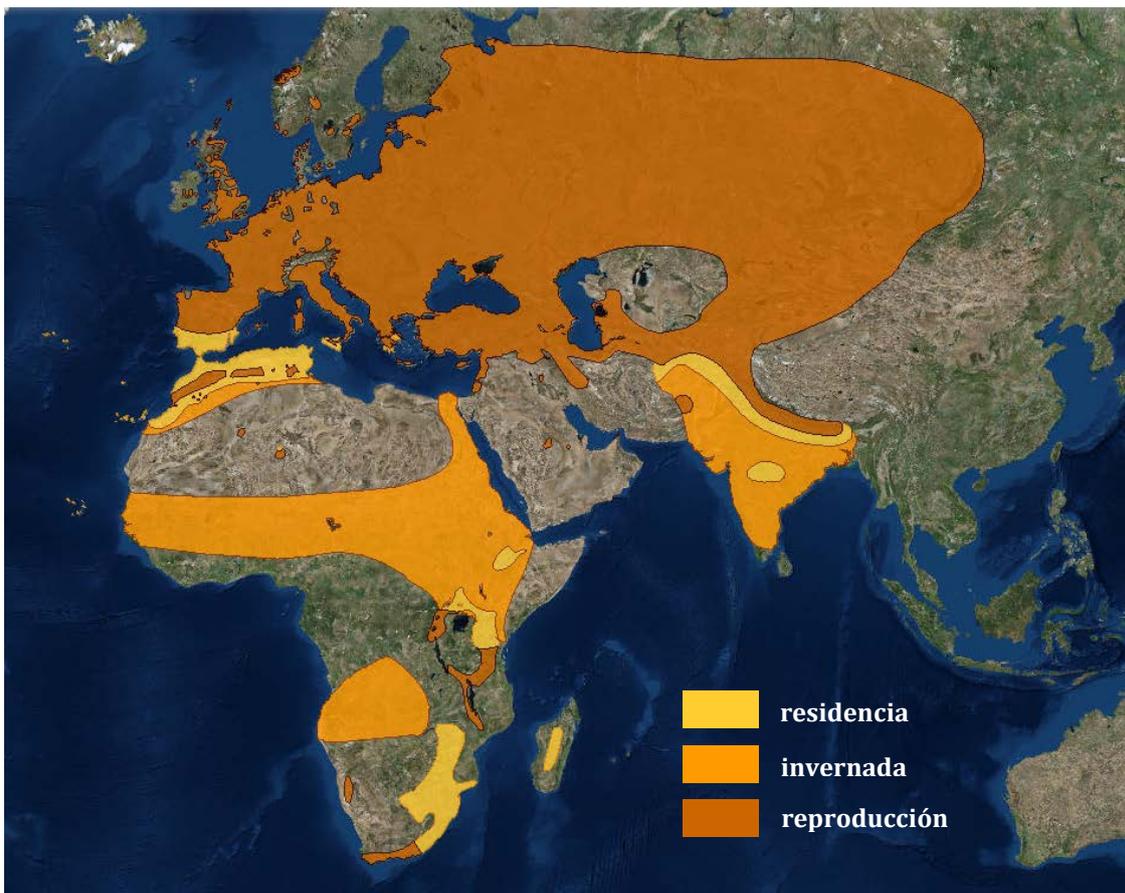
El potencial para un desarrollo sexual temprano (o tardío) en la temporada, así como la tendencia inversa a acumular (o no) lípidos para la migración, son sensibles a la selección. El coeficiente medio de heredabilidad ( $h^2$ ) del desarrollo sexual es 0,54 (rango: 0,44-0,69 según la temporada), y el de acumulación de reservas de lípidos es 0,38 (con un máximo de 0,48 en el momento en que la migración alcanza su pico en abril). Esto podría explicar por qué las restricciones ambientales bruscas, como los cambios en el hábitat, podrían tener un efecto rápido sobre la micro-evolución de la especie (Guyomarc'h 2003).

## La distribución

### La distribución general

La metapoblación de la codorniz común se extiende sobre Eurasia (hasta la longitud de 110°E), África (al menos hasta la zona ecuatorial) y el subcontinente indio. Los principales ejes de la migración sirven para dividir esta amplio rango de distribución Paleártica en cuatro áreas relativamente bien definidas de Este a Oeste: (1) el área Indo-asiática (ruta entre Pakistán y Afganistán) que ocupa la codorniz gris *Coturnix coturnix orientalis*, (2) la zona de Oriente Próximo (ruta entre Egipto y Siria), (3) el área de Europa Central (ruta Túnez-Italia), y (4) la zona del Atlántico occidental (ruta Marruecos-España). De Sur a Norte, también se pueden identificar dos grandes áreas: un área de invernada entre las latitudes de 10-12°N y 38-39°N, y un área de cría que existe entre las latitudes de 28°N y 55-60°N. Aunque las zonas de cría e invernada se solapan en el Sur de España, el Norte de África, los valles del Nilo y Jordania, la zona de regadío del Norte de Arabia, y la cuenca del Indo (Figura 2).

**Figura 2:** Área de distribución mundial de la codorniz común.

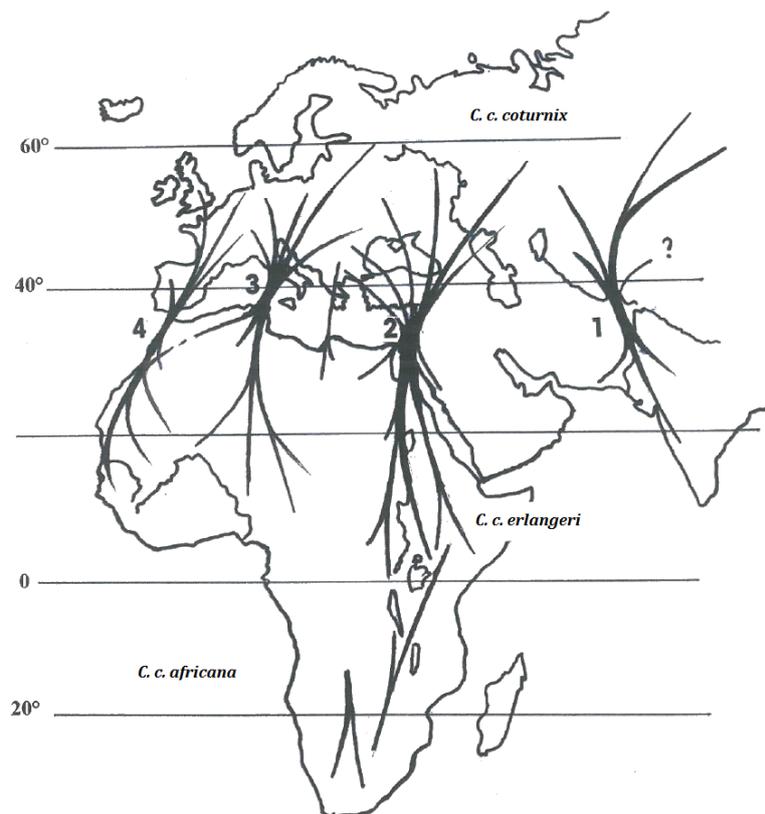


Fuente: BirdLife International and NatureServe (2014) Bird Species Distribution Maps of the World. 2012. *Coturnix coturnix*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2

### Los flujos migratorios en la región Paleártica

Se han descrito cuatro ejes migratorios asociados a cuatro corredores geográficos naturales (Guyomarc'h 2003). La ruta más oriental es la que transcurre a través del valle del Indo, las codornices cruzan el Himalaya, para después llegar a Tadjikistán y al Oeste de China. La segunda ruta es la Arábica, las codornices del delta del Nilo cruzan por Sinaí y se dirigen hacia zonas comprendidas entre los 24-45°E y los 41-49° N (Bulgaria, Georgia y Ucrania), pasando el Cáucaso y el Mar Negro (Zuckerbrot *et al.* 1980). La tercera ruta es la de los Apeninos, las codornices viajan desde Túnez al centro de Europa a través de Italia. La cuarta ruta es la más occidental, las codornices viajan desde las costas de Marruecos y Argelia a la península Ibérica, desde donde se dirigen hacia Francia, Alemania, Reino Unido y Escandinavia (Figura 3).

**Figura 3:** Principales rutas migratorias de la forma nominal *Coturnix c. coturnix* y las razas africanas *C. c. africana* y *C. c. erlangeri*, de la codorniz común.



Rutas: (1) del valle Indo, (2) Arábica, (3) de los Apeninos, (4) de la Costa Atlántica

Fuente: Guyomarc'h 2003

## **La migración y el ciclo biológico anual**

### **La complejidad del ciclo biológico anual**

Resulta difícil sintetizar el ciclo anual de las fases de migración, cría e invernada debido a la influencia de varios factores intrínsecos y extrínsecos. El primero de los factores intrínsecos es que las poblaciones con una fuerte tendencia a migrar se superponen y superan a las que tienen una tendencia migratoria débil, como las poblaciones sub-sedentarias del Norte de África y Oriente Próximo. El segundo factor es la heredabilidad de tendencias sexuales y migratorias, y la diversidad de fenotipos que se derivan de los progenitores sub-sedentarios invernantes en las latitudes medias de  $30\pm 5^\circ\text{N}$ ; entre el 10 y el 25% de su progenie se comportan como verdaderas aves migratorias (Guyomarc'h & Belhamra 1998). El tercer factor es el rápido desarrollo de los jóvenes, sobre todo de los nacidos en marzo y abril, que son capaces de realizar su primera migración pre-nupcial inmediatamente después del final de la muda post-juvenil, es decir, en junio. El cuarto factor es que los fenotipos migradores de media distancia de las latitudes medias de Marruecos y Egipto, (que podrían representar la mayoría de la metapoblación del Paleártico), llevan a cabo una migración pre-nupcial después de su primer periodo de cría (Saint-Jalme & Guyomarc'h 1990). El quinto y último es la pérdida de sincronía entre machos y hembras después de la primera incubación, a causa de la falta de cuidado parental por parte de los machos.

También hay factores extrínsecos, como la altitud y las condiciones meteorológicas, que pueden influir en la manifestación de tendencias específicas. Se ha comprobado que las fechas de puesta y eclosión en las zonas de montaña se retrasan respecto a las de llanura. También se ha observado que las lluvias abundantes alargan la estancia de los machos, lo que podría deberse a una ausencia de apareamiento con una hembra. A su vez, la lluvia provoca un retraso en la maduración de los cereales, que alarga indirectamente el periodo potencial de la cría y la probabilidad de segundas puestas (Puigcerver *et al.* 1999).

### **La migración pre-nupcial y la anidación**

Las poblaciones de codornices migratorias de larga distancia que invernán al Sur del Sáhara emprenden su migración pre-nupcial a finales de enero y febrero (Guyomarc'h 1992), comienzan a llegar a los países del Magreb a partir del tercer trimestre de febrero, y los que alcanzan el Sur de Europa (España y Rumanía) lo hacen a finales de marzo o principios de abril (Puigcerver *et al.* 1989b; Munteanu & Maties 1974 en Sardà-Palomera 2010).

Simultáneamente, las poblaciones de codornices sub-sedentarias y las de migradoras de media distancia ( $25\text{-}35^\circ\text{N}$ ) comienzan su primer ciclo de

reproducción. Por lo que independientemente de su estatus migratorio, el 80-90% de las codornices del Paleártico occidental están en fase de anidación (marzo) en todas las áreas favorables por debajo de la latitud de 40°N, desde Portugal a Arabia, pasando por Egipto e Israel (Fontoura *et al.* 2000).

Posteriormente, comienza un segundo gran movimiento migratorio en forma de varias oleadas, que se suceden con un lapso de varias semanas y que tienen lugar en el siguiente orden: primero los machos adultos, luego las hembras adultas y finalmente los jóvenes nacidos en ese año. Las codornices llegan a las regiones al Norte de la latitud de 40°N entre mediados de abril y finales de mayo, e incluso a comienzos de junio en el caso de los jóvenes. En estas latitudes, las fechas promedio del periodo reproductor se retrasan progresivamente a medida que aumenta la altitud (Puigcerver *et al.* 1989b; Gallego *et al.* 1993; Mur 1994; Michailov 1996). La importancia cuantitativa de estas oleadas depende de las condiciones del hábitat y del éxito reproductivo en el primer periodo de la reproducción en las latitudes del Sur.

Al mismo tiempo, una gran parte de la población (las aves que migran poco) permanece en los hábitats favorables del sur, sobre todo en las grandes franjas de regadío de las llanuras (Marruecos y Arabia). Las densidades son muy altas en mayo-junio, y la mayoría de las aves son sexualmente maduras, hay una mezcla de adultos de un año de edad y de jóvenes de unos 3-4 meses.

### **La migración post-nupcial en el Paleártico Occidental**

La migración post-nupcial se produce a partir de julio y puede ir precedida por una fase nómada, más o menos gregaria, en la que principalmente participan los machos que ya se han liberado de su última actividad reproductora, tal y como se ha observado en Francia, Italia y Rumania (Munteanu & Maties 1974 en Sardà-Palomera 2010)

No se disponen de suficientes datos de anillamiento-recuperación como para describir la fenología de la migración otoñal de las poblaciones occidentales. Los datos de las tablas de caza, señalan que en Francia, la mayoría de las codornices inician la marcha a principios de septiembre, lo mismo sucede en la meseta castellana española y en el Norte de Italia. En Bulgaria, se ha comprobado que las aves de un año de edad, comienzan su migración post-nupcial en agosto, antes que las codornices nacidas en ese año (Michailov 1996).

Datos recientes sobre la migración post-nupcial de las codornices en la Península Ibérica, señalan que éstas migran mayoritariamente por la mitad Este de la Península, y muestran dos patrones de migración diferentes. Una ola temprana de codornices migra atravesando la Península por el interior, durante el periodo que

coincide con la media veda. Estas codornices utilizan los cultivos de regadío como zonas de sedimentación como sustituto de los cultivos de cereal ya desaparecidos. Unos quince días más tarde, una segunda oleada migra a lo largo de la costa Mediterránea, evitando gran parte de la temporada de caza (Sardà-Palomera 2010).

Las primeras codornices que llegan a la parte baja del río Senegal para pasar el invierno, lo hacen a finales de septiembre, es decir, durante las últimas semanas de la temporada de lluvias. En ese momento la codorniz dispone de diversos y abundantes recursos. A lo largo de la segunda quincena de octubre, se producen nuevas llegadas masivas.

### **La migración post-nupcial en el Paleártico Central**

Las primeras oleadas migratorias en la Europa del Este tienen lugar durante la segunda quincena de agosto, aunque en los países más al Sur, como Kazajistán, se producen algunas semanas más tarde, durante el mes de septiembre (Uljanin 1941; Dementiev *et al.* 1952 ambos en Perennou 2009). Las codornices llegan a Sinaí desde finales de agosto hasta principios de octubre. No hay evidencias de que haya segregaciones por sexo o edad en la sucesión de olas migratorias (Zuckerbrot *et al.* 1980).

### **La migración en las poblaciones orientales**

Para las poblaciones orientales, el paso otoñal comienza a finales de agosto y se realiza desde el Norte de Pakistán hacia el Sur de Pakistán y la India. Las codornices llegan en grandes bandadas a las tierras de cultivo de regadío del Punjab en septiembre, y a la región del Sind (centro de Pakistán) a principios de octubre. También hay movimientos significativos de Este a Oeste a lo largo de las costas del mar de Omán.

El mayor viaje de regreso a través del Punjab se realiza en abril y mayo. Sin embargo, la migración comienza a principios de marzo en los arrozales de Hindu Kush en dirección a Tajikistán, fechas que son aprovechadas por los cazadores de la región.

### **El ciclo anual en el Sur de África**

La codorniz es un visitante estival (migración pre-nupcial) que llega en septiembre, o incluso en agosto, a las áreas del Sur de África. El pico de la reproducción se registra en noviembre y diciembre en las zonas más meridionales del Este y el Oeste del Cabo. En abril, la codornices se marchan (migración post-

nupcial) hacia las áreas de invernada de Botswana, Tanzania y Kenia, y también a Angola y Zambia donde están hasta octubre.

### **Los movimientos nomádicos**

Aparte de los movimientos migratorios, la codorniz común presenta movimientos nomádicos de dos tipos, en busca de hábitat y en busca de hembras. Los movimientos nomádicos en busca de hábitat, son aquellos desplazamientos que las codornices efectúan durante la época de cría en busca de lugares adecuados para criar, tras la desaparición de los cultivos invernales de cereales después de la siega. Estos movimientos pueden realizarse a lo largo de un eje latitudinal, desde el Norte de África hacia Europa, o a lo largo de un eje altitudinal (Heim de Balsac & Mayaud 1962; Munteanu & Matías 1974 ambos en Sardà-Palomera 2010; Puigcerver *et al.* 1989a).

La presencia de la codorniz depende fuertemente de los cambios de hábitat asociados a la agricultura y la temperatura. La especie prefiere reproducirse en áreas que presentan densa vegetación y temperaturas cálidas y parece que es capaz de rastrear en tiempo real los cambios que se producen en estos dos parámetros. Los patrones temporales de la siega del cereal combinados con algunas de las características de la geografía española actúan como un embudo, forzando que las poblaciones de codorniz se acaben concentrando al final de la época reproductora en las zonas más elevadas de la Península Ibérica, especialmente en la Meseta Norte (Rodríguez-Teijeiro, Sardà-Palomera, *et al.* 2009; Puigcerver *et al.* 2012). Esto implica que el número de codornices cazadas en esta región sea más elevado, lo que las convierte en zonas prioritarias para la conservación de la especie (Sardà-Palomera 2010).

Además de los movimientos nomádicos en busca de hábitat, la codorniz también realiza los denominados movimientos Don Juan, que son movimientos nomádicos en busca de apareamientos dentro de un mismo parche de hábitat. Dado que los machos no colaboran en las tareas de incubación de los huevos ni en la cría de los pollos, quedan libres tras el apareamiento, pudiéndose dedicar exclusivamente a la búsqueda de otras hembras fértiles a las que fecundar. A lo largo de toda la temporada de cría, los machos que están sin pareja, se desplazan constantemente en busca de hembras con las que aparearse (Rodríguez-Teijeiro *et al.* 1992; Rodríguez-Teijeiro *et al.* 2006). Las codornices son capaces de realizar todos estos movimientos a partir de los dos meses de edad, cuando llegan a la medida adulta y completan el plumaje (Saint Jalme & Guyomarc'h 1995).

## **El tamaño y la tendencia de la población reproductora**

### **El tamaño de las poblaciones**

Se han realizado estimas y compilaciones del número de efectivos y de las tendencias del tamaño de las poblaciones reproductoras europeas a lo largo de diferentes décadas, desde 1970 hasta la actualidad (Tucker & Heath 1994; Heath *et al.* 2000; Guyomarc'h 2003; BirdLife International 2004; BirdLife International 2015). Hay que mantener ciertas reservas respecto a las cifras, sobre todo en los primeros periodos, a causa de varias razones: (1) las estimas se replicaban de año en año sin una revisión adecuada; (2) las estimas hacían caso omiso de los intercambios entre el Magreb y Europa, y también ignoraban las puesta del área de distribución oriental (Kazajistán y Siberia); (3) se mezclaban los datos relativos a las parejas, con los datos relativos a las aves de canto, que por naturaleza son machos sin pareja.

Si bien existen estimaciones y tendencias para la mayoría de los países europeos, los datos son bastante imprecisos, como reflejan las grandes diferencias entre los números máximos y mínimos (Tabla 1-Tabla 2). Esto se debe tanto a las dificultades metodológicas para censar la especie (las hembras reproductoras son muy difíciles de detectar, y los machos dejan de cantar en canto están emparejados), como a las elevadas fluctuaciones interanuales.

Hace una década, las estimas del tamaño de la población europea ascendían a 2,8-5,5 millones de machos según Guyomarc'h (2003) y a 2,8-4,7 millones de parejas según BirdLife International (2004). Según esos datos, sólo el 5-24% de la población mundial se reproducía en Europa. Entre el 35-37% (Guyomarc'h 2003) y el 43-54% (BirdLife International 2004) de la población europea lo hacía en Rusia, aunque las poblaciones también eran numerosas en Bielorrusia, Bulgaria, Turquía, Rumanía y Ucrania. Únicamente el 23-28% de la población europea criaba en la UE, y de esa fracción, el 33-57% lo hacía en España, aunque Francia, Alemania, Italia, Polonia y Portugal también presentaban grandes poblaciones (Perennou 2009).

Datos más recientes, procedentes de 45 países durante un periodo global que abarca desde 1995 hasta 2014 (años distintos según los países), han permitido estimar que la población europea es de 3,32-6,72 millones de machos cantores o en lek, lo que equivale a 6,63-13,4 millones de individuos maduros (BirdLife International 2015).

La población de codorniz española representa el 9% de esa población europea, con unos 285.000-640.000 machos cantores (BirdLife International 2015), lo que equivale a unos 570.000-1.280.000 individuos, excluidos los de las poblaciones insulares (Carrascal & Palomino 2008). Estas cifras relativas a la población

española corresponden tan sólo al periodo 2004-2006, y presentan un margen de variación elevado (82%). Las comunidades autónomas que acogen la mayor parte de la población nacional son Castilla y León (47%), Castilla-La Mancha (15%) y Aragón (14%) (Carrascal & Palomino 2008). Además, no hay que olvidar que en el caso de la codorniz, al hablar de efectivos poblacionales, resulta bastante difícil hacer estimas absolutas de la población durante el periodo de reproducción. Por una parte, el flujo de entrada y salida de machos de las zonas de reproducción puede renovar los efectivos en un periodo de sólo 15 días, lo que significa que el número de machos cantores localizados en una determinada zona a lo largo de la época de cría no refleja los individuos de la población. Por la otra parte, el hecho de que las hembras puedan aparearse secuencialmente con varios machos en el mismo intento de cría, hace que el número de machos cantores tampoco refleje las parejas existentes (Rodríguez-Teijeiro *et al.* 2003).

**Tabla 1:** Estima del número de parejas (mínimo y máximo) de codorniz común en los países de Eurasia durante 1980-2000.

países	1980s & inicios 1990s	1980s & 1990s	finales 1990s & 2000s
	parejas reprod. min- max	parejas reprod. min- max	parejas reprod. min- max
Albania	1.000 - 5.000	.	.
Alemania	3.000 - 10.500	5.000 - 20.000	12.000 - 32.000
Andorra	5 - 10	.	.
Austria	300 - 400	300 - 3.000	5.000 - 15.000
Bélgica	350 - 1.500	350 - 1.500	2.400 - 5.700
Bielorrusia	20.000 - 32.000	20.000 - 40.000	15.000 - 30.000
Bulgaria	10.000 - 100.000	7.000 - 15.000	8.000 - 15.000
Chipre	100 - 200	.	1.000 - 4.000
Croacia	6.000 - 8.000	6.000 - 8.000	.
Dinamarca	27 - 27	25 - 50	200 - 600
DK: I. Faroe	0 - 3	.	.
Eslovaquia	2.000 - 4.500	2.000 - 4.500	2.000 - 6.000
Eslovenia	1.000 - 2.000	1.000 - 2.000	1.000 - 2.000
España	320.000 - 435.000	320.000 - 435.000	320.000 - 435.000
ES: I.			
Canarias	.	.	2.500 - 10.000
Estonia	10 - 50	10 - 50	10 - 50
Finlandia	0 - 10	0 - 10	10 - 100
Francia	50.000 - 20.0000	100.000 - 200.000	100.000 - 500.000
Grecia	300 - 500	300 - 500	2.000 - 5.000
Holanda	500 - 5.000	500 - 5.000	2.000 - 6.500
Hungría	20.000 - 25.000	20.000 - 25.000	70.000 - 94.000
Irlanda	15 - 70	.	0 - 20
Italia	5.000 - 10.000	5.000 - 10.000	5.000 - 20.000
Letonia	20 - 100	20 - 100	20 - 500
Liechtenstein	20 - 20	.	.
Lituania	50 - 100	.	1.000 - 2.000
Luxemburgo	10 - 25	.	10 - 25

**Tabla 1:** Estima del número de parejas (mínimo y máximo) de codorniz común en los países de Eurasia durante 1980-2000.

países	1980s & inicios 1990s	1980s & 1990s	finales 1990s & 2000s
	parejas reprod. min- max	parejas reprod. min- max	parejas reprod. min- max
Malta	1 - 2	.	1 - 3
Moldavia	4.000 - 6.000	.	.
Noruega	10 - 100	.	.
Polonia	5.000 - 10.000	5.000 - 10.000	100.000 - 150.000
Portugal	10.000 - 100.000	10.000 - 100.000	5.000 - 50.000
PT: Azores	30.000 - 60.000	.	.
PT: Madeira	50 - 75	.	.
Reino Unido	100 - 2.600	.	5 - 450
Rep. Checa	3.000 - 6.000	3.000 - 6.000	5.000 - 10.000
Rumania	30.000 - 50.000	30.000 - 50.000	160.000 - 220.000
Rusia (Eur.)	100.000 - 1.000.000	100.000 - 1.000.000	1.500.000 - 2.000.000
Suecia	0 - 10	.	10 - 40
Suiza	300 - 500	1.500 - 2.000	.
Turquía	50.000 - 350.000	50.000 - 350.000	300.000 - 800.000
Ucrania	10.000 - 11.000	10.000 - 11.000	100.000 - 160.000
TOTAL		697.005 - 2.298.710	

Fuente: Tucker & Heath 1994 (datos 1980s & inicios 1990s), Heath *et al.* 2000 (datos de 1980s & 1990s) y BirdLife International 2004 (datos de finales 1990s & 2000s).

**Tabla 2:** Estima del número de machos cantores (mínimo y máximo) de codorniz común en los países de Eurasia durante 1990-2010.

países	finales 1990s & 2000s	2000s & inicios 2010s	
	machos cantores min - max	machos cantores min - max	año(s)
Albania	.	800 - 1.500	2002-12
Alemania	20.000 - 100.000	26.000 - 49.000	2005-09
Andorra	.	6 - 12	1998
Armenia	.	15.000 - 20.000	2002-12
Austria	.	5.000 - 10.000	2001-12
Azerbaiyán	.	10.000 - 50.000	1996-00
Bélgica	3.000 - 7.000	2.700 - 3.400	2008-12
Bielorrusia	100.000 - 150.000	15.000 - 30.000	1997-12
Bosnia & HG	.	20.000 - 30.000	2010-14
Bulgaria	50.000 - 200.000	15.000 - 35.000	2005-12
Chipre	.	2.000 - 5.000	2006-12
Croacia	.	50.000 - 100.000	2014
Dinamarca	.	1830	2011
DK: I. Faroe	.	0 - 1	1995
Eslovaquia	.	2.000 - 6.000	2002
Eslovenia	.	1.000 - 2.000	2002-12
España	500.000 - 100.000	285.000 - 640.000	2004-06

**Tabla 2:** Estima del número de machos cantores (mínimo y máximo) de codorniz común en los países de Eurasia durante 1990-2010.

países	finales 1990s & 2000s	2000s & inicios 2010s	
	machos cantores min - max	machos cantores min - max	año(s)
ES: I.			
Canarias	.	2.500 - 10.000	1997-03
Estonia	.	100 - 3.000	2008-12
Finlandia	.	150 - 500	2006-12
Francia	150.000 - 300.000	100.000 - 300.000	1998-02
Georgia	.	presente	
Grecia	.	2.000 - 5.000	2008-12
Holanda	1.000 - 10.000	1.284 - 15.467	2008-11
Hungría	30.000 - 45.000	29.000 - 37.000	2000-12
Irlanda	.	1 - 20	2008-11
Italia	100.000 - 150.000	15.000 - 30.000	2004
Kosovo	.	700 - 1.500	2009-14
Letonia	.	589 - 956	2000-04
Liechtenstein	.	3 - 12	2009-14
Lituania	.	2.000 - 5.000	2008-12
Luxemburgo	.	50 - 100	2008-12
Moldavia	.	3.500 - 4.500	2000-10
Montenegro	.	2.000 - 3.000	2002-12
Noruega	.	120 - 340	2008-10
Polonia	20.000 - 130.000	85.000 - 135.000	2008-12
Portugal	50.000 - 150.000	100.000 - 500.000	2008-12
PT: Azores	.	11.000 - 21.000	2006-12
PT: Madeira	.	500 - 1.000	2009-12
Reino Unido	.	540	2006-10
Rep. Checa	10.000 - 20.000	4.000 - 8.000	2012
Rep. Macedonia	.	5.000 - 10.000	2001-12
Rumania	30.000 - 50.000	575.000 - 1.150.000	2010-13
Rusia (Eur.)	1.000.000 - 2.000.000	1.500.000 - 2.500.000	2000-08
Serbia	35.000 - 45.000	24.000 - 34.000	2008-12
Suecia	.	600 - 1.400	2008-12
Suiza	.	1.500 - 2.000	2008-12
Turquía	250.000 - 500.000	300.000 - 800.000	2013
Ucrania	500.000 - 600.000	100.000 - 160.000	2000
EU27		1.270.000 - 2.980.000	
Europa		3.320.000 - 6.720.000	
TOTAL	3.749.000 - 7.257.000		

Fuente: Guyomarc'h 2003 (datos finales 1990s & 2000s), BirdLife International 2015 (datos de 2000s & inicios 2010s).

## La tendencia de las poblaciones

Las tendencias de la población reflejan variaciones en el tamaño población, debido a la cinética de la demografía propia de los estrategas extremos "r", es decir a las fluctuaciones interanuales. Si bien, éstas no reflejan con exactitud las variaciones en el tamaño la población reproductora, pues están enmascaradas por la variación latitudinal de los frentes de las olas migratorias. A su vez, hay que ser cauteloso con las estimas de las tendencias realizadas en base al número de codornices cazadas, pues pueden estar sesgadas por cambios en las fechas de apertura de la temporada de caza.

En la zonas más orientales del Paleártico, las encuestas a los cazadores del Punjab revelaron que el número de codornices migratorias (codorniz gris) había disminuido entre 1960 y 1990. A lo largo de la década de 1980, el promedio de la tasa de capturas diarias pasó de 100-150 a 25-30, a pesar de ello, la especie seguía considerándose localmente abundante en la India (del Hoyo *et al.* 1994).

Las poblaciones de Oriente Próximo habrían sufrido una disminución sustancial en la primera mitad del siglo XX, según el número de codornices capturadas en Egipto a lo largo de la costa del Sinaí (Moreau 1951). Sin embargo, el hecho de que hasta 1939 hicieran referencia a las capturas de primavera y otoño, y a partir de después sólo a las de otoño (al prohibirse las de primavera) pone en duda el descenso poblacional. Parece que las tendencias más recientes son de estabilidad o fluctuación. Durante 1980-90, los flujos migratorios y las poblaciones reproductoras residentes aumentaron considerablemente en Arabia gracias el desarrollo de las tierras de cultivo de regadío.

En las zonas centrales del Paleártico, los datos anuales de las tablas de caza muestran ciclos de unos 20 años, con picos máximos durante 1903-04, 1921-22, 1945-47, 1963-64. Este último ciclo fue brutalmente interrumpido por el colapso espectacular a mediados de la década de 1960 (Davis *et al.* 1966). Las poblaciones de Europa central registraron un descenso a partir de 1965-66. Después de esta disminución, desde finales de 1980 a principios de 2000 se apreciaron recuperaciones en algunas zonas, como en Alemania, Suecia, Hungría (Guyomarc'h 2003) lo que podría reflejar una tendencia de lenta recuperación de las poblaciones reproductoras en las latitudes medias de Europa (45-55°N).

Respecto a las poblaciones del Paleártico occidental de Europa, se han realizado afirmaciones alarmantes sobre la disminución de su tamaño en repetidas ocasiones durante más de un siglo. En Francia, la presencia de la codorniz ha pasado a ser anecdótica en algunas áreas donde a principios del siglo pasado aparecía de manera relativamente abundante, aunque de manera episódica. Las

poblaciones reproductoras se localizan al Sur del río Loire. El número de codornices cazadas disminuyó fuertemente en 1970-75 (Guyomarc'h 1992; Mur 1994), reflejo de un fuerte descenso de los fenotipos migradores de larga distancia: mientras los migradores de larga distancia habrían dejado de viajar desde Senegal para colonizar el Norte de Francia, los migradores de corta distancia del Magreb todavía colonizarían el Sur. Hasta hace poco, España parecía ser el principal bastión de las poblaciones occidentales. Los datos de las tablas de caza de las últimas cuatro décadas, no muestran ninguna tendencia clara, ni de aumento ni de disminución. Esta estabilidad estaría en consonancia con el conjunto de datos del índice de abundancia de machos cantores durante la temporada de cría de 1983-1989 en Cataluña (Puigcerver *et al.* 1989b). Aunque datos posteriores mostraron una marcada disminución en el número de codornices durante la década de 1990, sobre todo en su ocupación espacial. Si bien, esto podría ser el resultado de cambios transitorios en los movimientos hacia el Norte de los frentes de olas migratorias, de manera que la disminución de la población española estaría compensada por el aumento de la alemana durante esos mismos años. En Argelia, la codorniz están presente durante todo el año en todo el Norte y hasta 32-35°N, y no hay evidencias de ningún declive reciente. En Marruecos, en la década de 1990 las poblaciones aumentaron considerablemente, aunque las densidades de codorniz quizás habían sido subestimadas en el pasado por falta de una observación específica.

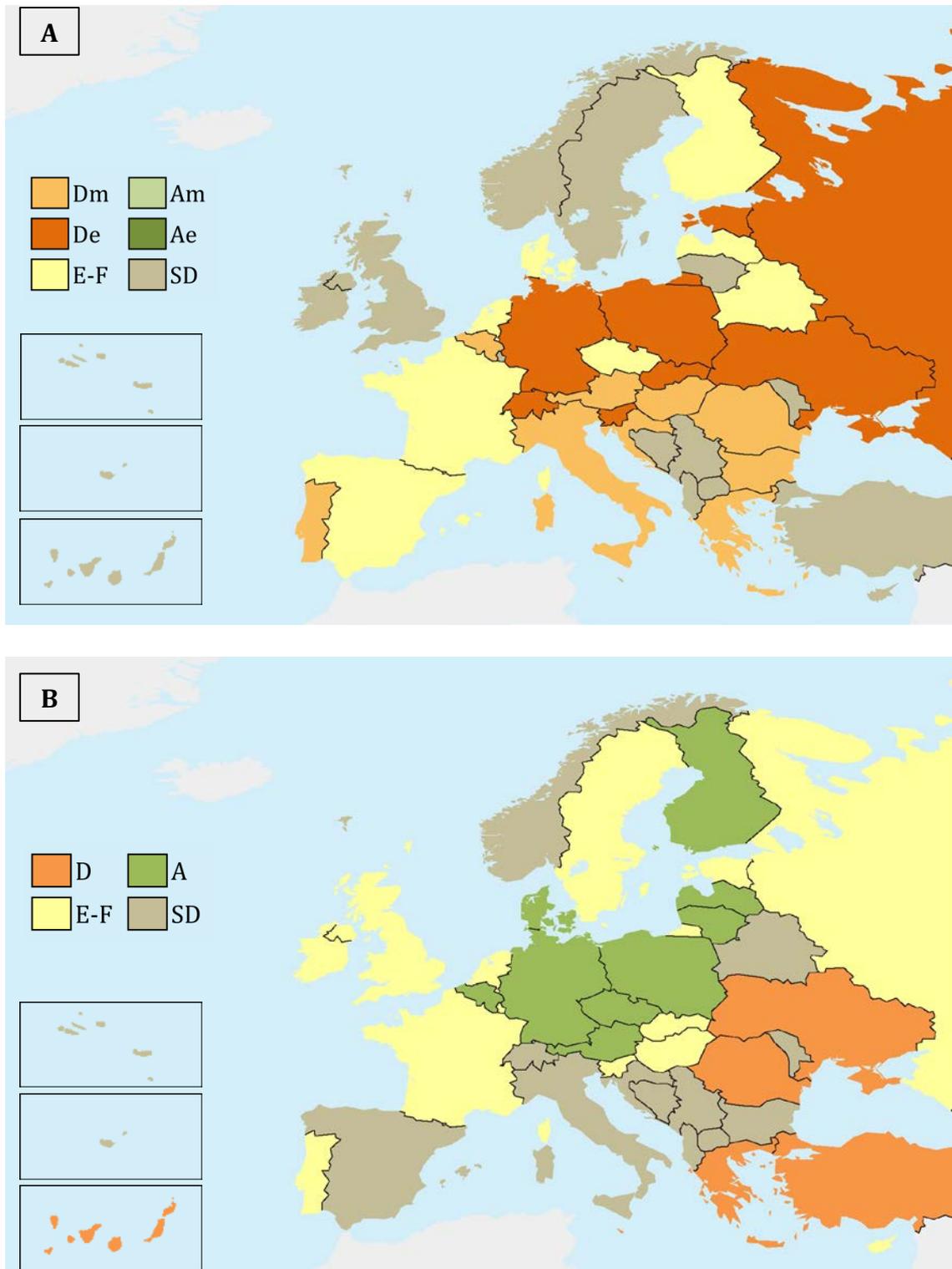
Los datos más recientes sugieren que tanto a escala local (Noreste de España) como transnacional (Marruecos, Portugal, España y Francia) las poblaciones atlánticas de codorniz común han permanecido estables en las dos últimas décadas (Puigcerver *et al.* 2012), tal y como ya apuntaban Fontoura & Gonçalves (1998 en Puigcerver *et al.* 2012) y (Burfield 2004). Sin embargo esta afirmación no coincide con las tendencias señaladas por otros autores. En España, los primeros resultados del programa SACRE sobre la tendencia de las aves en primavera, señalaron una disminución de la población española de codorniz durante 1998-2006, con una evolución media interanual del  $-6,8\% \pm 1,5\%$  (Carrascal & Palomino 2008). Los resultados actuales, que abarcan el periodo 1998-2013, señalan un declive moderado pero significativo, con una evolución media interanual del  $-2,8\% \pm 1,75\%$  y un cambio respecto a 1998 del  $-61,78\%$  (SEO/BirdLife 2013). A su vez, los datos de distribución de dos atlas ornitológicos catalanes, el primero cubriendo el periodo 1975-1983 (Muntaner *et al.* 1983) y el segundo cubriendo el periodo 1999-2002 (Estrada *et al.* 2004) sugieren que la especie ha sufrido una fuerte y significativa regresión en su área de distribución que alcanza el 26,5 % del total de cuadrículas UTM de 10x10 Km muestreadas. Sin embargo, a partir de 2002, los datos del programa SOCC, señalan que la codorniz muestra una tendencia estable

en Cataluña durante el periodo reproductor 2002-14, con una evolución media interanual del +1% y un cambio respecto a 2002 de -27% (ICO 2015a; ICO 2015b).

En las poblaciones del Sur de África, en las últimas décadas del siglo pasado, aumentó el número de codornices (*C. c. africana*) invernantes (mayo y junio) en la zona natal de Sudáfrica; posiblemente, a causa del desarrollo de la agricultura (algodón, plantas de cultivos, etc.) en las antiguas zonas de sabana.

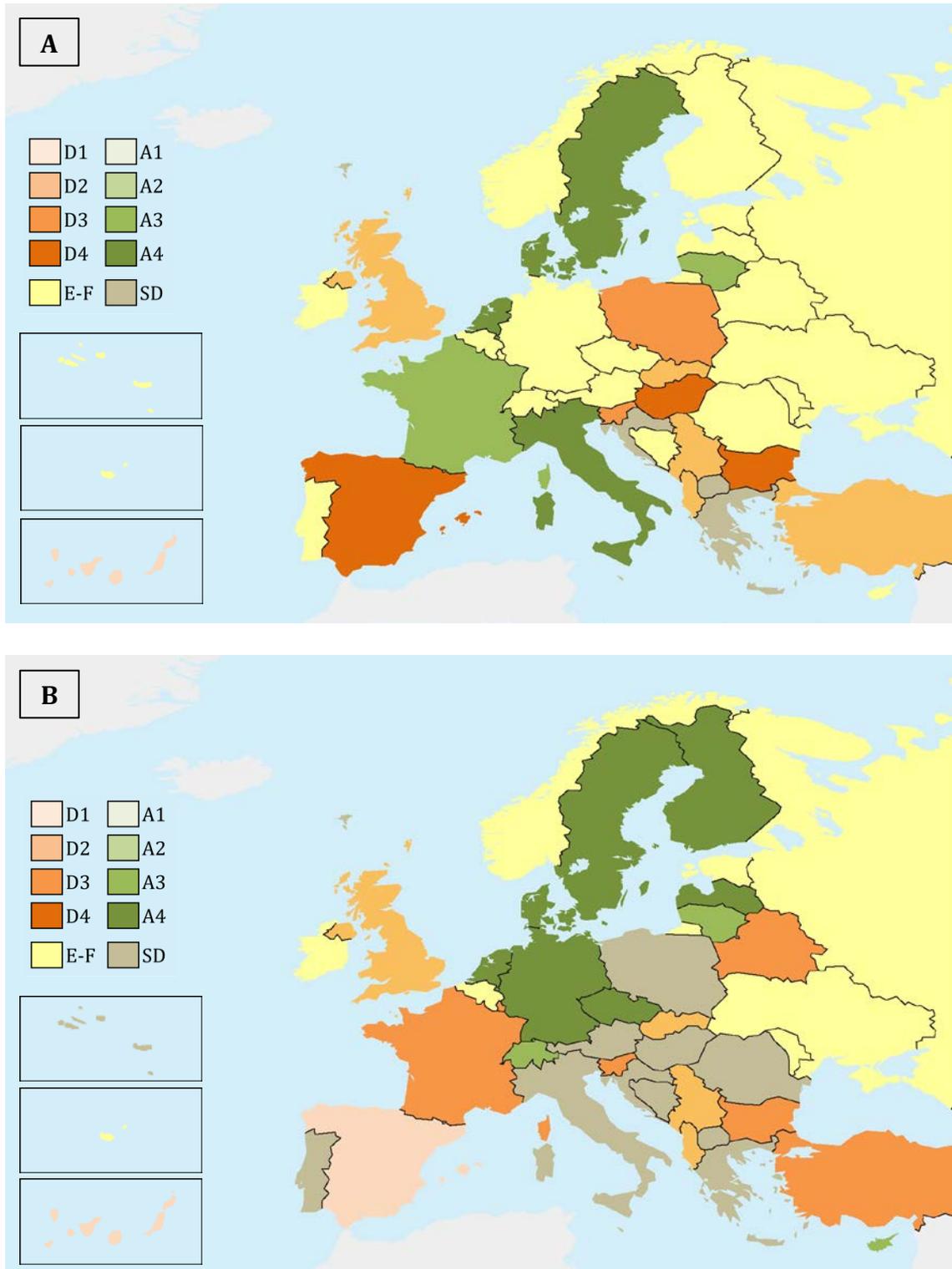
En resumen, no se puede repetir año tras año que las poblaciones europeas siguen disminuyendo, tomando como referencia el estado que las poblaciones tenían en 1950-60. Los datos proporcionados por BirdLife International confirman que al fuerte descenso registrado entre 1970-90, especialmente en Europa oriental y central (Tucker & Heath 1994), le siguió una década con distintas tendencias según los países: aumento en Europa septentrional y central, y disminución en el Sur-Este, especialmente Turquía (BirdLife International 2004). Los datos más recientes señalan que mientras el tamaño de la población europea es fluctuante, en los 27 Estados Miembros de la UE se estima que el tamaño de la población ha disminuido al menos un 25% en los últimos 10 años (BirdLife International 2015)(Figura 4-Figura 5).

**Figura 4:** Mapa de las tendencias de las poblaciones europeas durante 1970-1990 (A) y durante 1990-2000 (B).



(D) descenso, (A) aumento, (E-F) estable o fluctuante, (SD) sin datos o desconocido  
(m) moderado 20-49%, (4) elevado  $\geq 50\%$   
Elaboración a partir de los datos de Heath *et al.* 2000 (Heath *et al.* 2000)(A) y BirdLife International 2004 (B)

**Figura 5:** Mapa de las tendencias de las poblaciones europeas durante 2000-2012 (A) y durante 1980-2012 (B)



(D) descenso, (A) aumento, (E-F) estable o fluctuante, (SD) sin datos o desconocido  
 (1) magnitud desconocida, (2) leve <20%, (3) moderado 20-49%, (4) elevado  $\geq$ 50%  
 Elaboración a partir de los datos de BirdLife International 2015

### **La dinámica poblacional**

La codorniz común muestra todos los atributos biológicos de estrategia de tipo "r": un rápido crecimiento (madurez sexual a la edad de 6 semanas), una capacidad de reproducción muy temprana (entre 8 y 14 semanas de edad), elevada (de 8 a 12 huevos) y con más de una puesta (de 2 a 3 en el curso del año), un reducido periodo de cuidado parental (que se limita a las hembras), ausencia de un territorio conjunto de alimentación, una alta tasa de mortalidad, una reducida esperanza de vida, y una elevadísima tasa de renovación de la población.

### **La cinética de la población**

La codorniz común presenta fluctuaciones interanuales a gran escala, observadas tanto en el número de efectivos que participan en los flujos migratorios post-nupciales de la ruta Arábica, de los Apeninos y la de la costa Atlántica (Davis *et al.* 1966; Mur 1994; George 1996; Ouweneel & Strucker 1997); como en el número de machos cantores, como por ejemplo en las Islas Británicas (Ogilvie 1999). Estas fluctuaciones no reflejan necesariamente la variabilidad real de la abundancia general de la población, sino más bien una variabilidad en la amplitud de la migración pre-nupcial hacia el Norte.

### **El tamaño de puesta**

En zonas favorables, como los campos de alfalfa de Marruecos, el número promedio de huevos por nidada es de 10-13. Las nidadas de marzo y junio son de mayor tamaño que las de agosto y septiembre, con promedios y rangos de 11 (7-12) y 8,5 (7-10) huevos respectivamente (Muntaner *et al.* 1983; Mur 1994). Existe un amplio rango en los tamaños de puesta individuales. Aunque las nidadas con tamaños excesivamente grandes pueden ser el resultado de las puestas de dos hembras distintas en el mismo nido.

### **La tasa de eclosión y la supervivencia de los pollos**

El porcentaje de eclosión de los huevos es del 92% en España (Gallego *et al.* 1993), aunque en los campos de alfalfa de Marruecos ha llegado a alcanzar el 98-99%. En los hábitats favorables, las nidadas pueden quedar reducidas a 6-7 pollos en la primera semana de vida, a 5 pollos en la tercera y a 4 pollos en la quinta (Michailov 1996). En Francia, se comprobó que la tasa de supervivencia de los pollos era mayor en las zonas de llanura que en las de montaña (Mur 1994). Las tablas de caza de agosto revelan la presencia de 4-5 jóvenes por puesta en Castilla y León y de 5,3 en Italia (Guyomarc'h 2003), lo que supone una tasa de mortalidad ligeramente superior al 50%. El clima frío y lluvioso en medio del verano afecta negativamente a la supervivencia de los pollos (Mur 1994).

## **La supervivencia de los adultos**

No se conocen las tasas de supervivencia para la codorniz desde su emancipación (1 mes de vida), hasta el final de su primer año (12 meses de vida), cuando ya está de camino hacia el Norte en su migración pre-nupcial. Este lapso de tiempo incluye el periodo de migración de otoño, la invernada y la migración de primavera.

La tasa de supervivencia anual de las codornices de 7-10 meses de edad anilladas durante su paso migratorio pre-nupcial varía entre el 20% (codornices procedentes del Cabo tunecino de Bon durante 1953-66) y el 27-31% (codornices procedentes de la costa Oeste italiana durante 1938-1954 (Puigcerver *et al.* 1992). En base a las campañas de anillamiento, se estima que la esperanza de vida de las codornices adultas oscila entre 0,72-0,85 años (Mur 1994; Puigcerver *et al.* 1992).

Los datos sobre codornices recuperadas tras dos años desde su anillamiento son muy escasos, y a partir de los tres años comienzan a resultar sospechosos. El potencial reproductor de una temporada reside fundamentalmente en las codornices de primer año, de ahí las considerables fluctuaciones interanuales. De manera que las condiciones meteorológicas desfavorables durante el transcurso del primer periodo de invernada o al comienzo de la primavera en el Magreb, pueden tener un fuerte efecto negativo en la supervivencia y sobre todo en el éxito del primer periodo de cría de marzo-abril.

## **La proporción de sexos**

Al final del periodo de cría y durante la migración de otoño (agosto-octubre), la proporción de sexos de las tablas de caza se puede considerar una buena referencia de la proporción de sexos de la cohorte de los juveniles nacidos en ese año calendario. Se desconoce qué provocó el déficit de machos registrado habitualmente en este tipo de muestras durante las décadas de 1980 y 1990. El récord se observó en Castilla en agosto de 1988, con una razón de sexos de 0,58 (n=90), ese mismo año en Cataluña la razón fue de 1,58 (n=175) (Guyomarc'h 2003).

Datos más recientes señalan que durante el periodo 2002-2010 en España, la razón de sexos es 0,97 (n=17.156) lo que representa que no hay diferencias en la abundancia de los sexos durante la época de regreso migrador a África (Nadal & Ponz 2012).

Durante el periodo de invernada, inmediatamente antes de la migración pre-nupcial (enero), la proporción de sexos está más equilibrada (0,88-1,1) en Marruecos y Senegal.

Al comienzo de la época de cría (finales de febrero, principios de marzo) las capturas de machos superan a las de hembras. En Marruecos, se obtuvieron razones de 1,5 en febrero (n = 50 en 1986) y de 1,72 en marzo (n = 60 en 1988). Este aparente desequilibrio entre sexos en las tablas de caza, puede deberse a que las hembras tienen mayor peso un peso corporal a consecuencia de la acumulación de agua y del desarrollo del tracto genital, por lo que serían más reacias a tomar vuelo. Sin embargo, se obtienen resultados similares (1,6) en codornices capturadas con redes de trasmallo en febrero (n=50 en 1986). A mayor latitud, durante el periodo de cría (junio-julio) se registra un desequilibrio favorable a los machos: 3,2 y 2,6 en las zonas costeras de la bahía del Monte Saint-Michel en Francia con redes de trasmallo (n=21 en 1987; n=26 en 1988); 4,1 en Cataluña con reclamo vocal (Puigcerver 1990).

De lo que se deduce que las hembras de un año o más sólo son predominantes en la fase de verano de la época de cría en los países magrebíes. Parece que este desequilibrio entre sexos (déficit de hembras en los países del Norte) apareció durante el transcurso del siglo pasado. A principios del siglo XX, en los países del Norte del Mediterráneo, la proporción de sexos estaba equilibrada (0,96) en toda la temporada de cría (redes; n=600 en 1931). Posteriormente, en 1953-1966 la proporción de sexos llegó a 1,57 en el cabo Bon (trampas; n=3304) (Chigi *et al.* 1935; Bortoli *et al.* 1970 ambos en Perennou 2009).

El desequilibrio en la proporción de sexos es menor para la codornices que eclosionan en marzo en el Magreb, Egipto y Arabia, y llegan más tarde a Francia y Bulgaria (Hemon *et al.* 1988 en Sardà-Palomera 2010; Michailov 1996), ya que los jóvenes de ambos sexos que están presentes en las mismas proporciones, siguen un desarrollo y un ciclo de migración sincrónico hasta su primer periodo reproductivo.

### **La proporción de edades**

Durante el periodo de invernada, las codornices jóvenes de menos de 1 año de edad, que nacieron durante el verano anterior, representan alrededor del 90% de la población: entre el 84,5-89% en Marruecos (n=77 en enero 1996; n=73 en enero 1990) y el 87% en Senegal (n=76 en enero 1991) (Guyomarc'h 2003).

Al inicio de la migración de otoño (principios de septiembre), el 83-92% de la población cazada en Europa se compone de jóvenes nacidos en el año (Guyomarc'h 1992). En las tablas de caza de los Altos Pirineos franceses, esos juveniles representaron el 89% de las codornices cazadas en 1998 (n=2.300) y el 86% en 1999 (n=970), de los que el 14% y el 32,9% estaban en la primera etapa de su muda post-juvenil respectivamente (Guyomarc'h 2003). En los datos obtenidos en

España durante 2002-2010 (n=25.079), el 86% de las codornices cazadas fueron juveniles, la menor proporción se registró en 2002 (80%) y la mayor en 2006 (92%) (Nadal & Ponz 2012).

### **La microevolución de las poblaciones del Paleártico**

Se ha comprobado que la tendencia a migrar es muy sensible a la selección. Esta sensibilidad, ligada a la extremadamente rápida tasa de renovación de las poblaciones y los cambios en el hábitat, podría explicar los procesos de microevolución que han afectado a todas las poblaciones de codornices invernantes en África en la última mitad del siglo.

La proporción de codornices con una tendencia migratoria débil o moderada, que antes era marginal, se ha incrementado considerablemente en las áreas de reproducción de las latitudes medias (30-40°N), es decir, Marruecos, España, Portugal, Arabia, Egipto, etc. En contraposición, la proporción de codornices que han heredado tendencias migratorias fuertes está disminuyendo a causa de las pésimas condiciones de invernada que han tenido que soportar en las regiones de Sudán-Sáhel desde la década de 1970 (Guyomarc'h 1992). Este mismo fenómeno de tendencia a la sedentarización también se ha observado en el Sur de África (20°S).

### **El hábitat y la ecología**

#### **Las características generales del hábitat**

La codorniz común elige sistemáticamente zonas de campo abierto, ya sea en las llanuras o en las montañas: grandes praderas aluviales, grandes mesetas cerealistas, e incluso terrazas de tierra cultivada, como en el Alto Atlas marroquí. Cuando el campo está menos abierto, como en los entramados de setos de los bocages de las regiones atlánticas de Europa, se instala en espacios abiertos alejada de los árboles o en aquellos puntos donde la zona esté dominada por pendientes suaves.

La codorniz común lleva a cabo sus funciones esenciales (alimentación y construcción del nido) en el estrato herbáceo de las praderas costeras naturales, en los prados de altura o en los agrosistemas abiertos. Muestra preferencia por coberturas relativamente densas, que proporcionan la suficiente protección, pero sin llegar a limitar la movilidad. Selecciona la alfalfa y los cereales de invierno que todavía están verdes y tienen hojas basales y brotes. A mediados y finales de verano también puede encontrarse en cultivos de girasoles, maíz, sorgo, e incluso en lugares tan poco habituales como patatales o melonares (Guyomarc'h *et al.* 1998).

La evaluación del uso del hábitat mediante técnicas de radio-seguimiento y de rastreo de heces, muestra que la codorniz utiliza preferentemente el centro de los campos, en lugar de sus bordes, lo que limita significativamente la explotación de los recursos en las estructuras lineales, como pequeños diques, taludes o zanjas. El tamaño y la forma de los campos también influyen en la elección del hábitat, resultando preferibles los campos inferiores a las 0,5 hectáreas (Perennou 2009).

### **El anidamiento**

En los grandes campos de alfalfa de Marruecos (marzo-abril), así como en las zonas agrícolas del Suroeste de Francia (mayo-junio), más del 50% de los nidos están situados a menos de 10 metros de los límites de las parcelas, ya sean pequeños diques o bancos, zanjas o límites de diferentes cultivos; y el 80% de los nidos están a menos de 20 metros (Mur 1994).

Para anidar, la codorniz común tiene preferencia por los entornos de difícil detección visual, dominados por estructuras verticales, con colores verdes mejor que ocreos (Michel 1991). Esta protección visual contra los depredadores aéreos está reforzada por el comportamiento específico de la hembra, que utiliza la vegetación para cubrirse ella y el nido.

La codorniz suele evitar anidar en los campos de colza, maíz, sorgo, girasol, soja, así como en las praderas artificiales (raigrás) y en los campos donde el trigo crece sin maleza. En los años de 1980 y 1990, las codornices se adaptaron rápidamente a la proliferación de los campos de guisantes, anidando en ellos, tal vez por la elevada densidad de insectos asociados al cultivo (Hemón *et al.* 1988 en Sardà-Palomera 2010). Pero la elección no resultó bien, pues los guisantes maduran y desaparecen demasiado temprano, lo que dejaba a las hembras que incuban, a los nidos y a los polluelos, a merced de las tormentas y los depredadores.

### **Los factores limitantes**

La dinámica poblacional de la codorniz común no es denso-dependiente. La especie está sometida a factores ambientales y antrópicos sobre los que puede actuar en menor o mayor medida: meteorología adversa, depredación, excesiva presión cinegética, pérdida de hábitats favorables, aplicación masiva de productos químicos.

### **Las sequías y el cambio climático**

Durante el periodo de invernada, las condiciones climáticas en las áreas al Sur del Sáhara pueden ocasionar tasas de mortalidad anormalmente elevadas. Los cambios climáticos en las regiones del Sáhel (14-16ºN), ha supuesto una catástrofe

ecológica para una gran proporción de las poblaciones de codorniz, que habían prosperado hasta la década de 1950 y 1960. Desde 1970, las regiones occidentales del Sáhel, se han visto afectadas por los largos periodos de sequía, con una precipitación anual que actualmente rara vez supera la media a largo plazo, y que muy a menudo queda muy por debajo de ésta (Jarry 1994 en Perennou 2009). Este descenso progresivo en el nivel de precipitaciones ha modificado considerablemente grandes superficies (millones de hectáreas) de sabana arbustiva en las cuencas de los ríos Saloum, Níger y Senegal. El grave descenso registrado entre 1967-68 y 1971-72 parece ser un dramático punto de inflexión. Además, la sequía ha contribuido a la disminución de las zonas agrícolas, donde la codorniz puede refugiarse y alimentarse. En la cuenca del Senegal, entre 1975 y 1990, la superficie de campos de mijo y sorgo disminuyó de 120.000 a 20.000 hectáreas (Guyomarc'h 1992). Actualmente, las condiciones de invernada de las aves migratorias de larga distancia que llegan a estos países siguen siendo extremadamente malas. El peso y las reservas de grasa de la codornices que llegan a la reserva de Djoudj (Senegal) y se preparan para cruzar Mauritania es demasiado bajo como para cubrir satisfactoriamente las necesidades energéticas de un viaje hasta el valle de Oued Draa, en el sur de Marruecos. Esto evidencia una selección natural desfavorable para los fenotipos migradores de larga distancia.

En la época de reproducción, la disponibilidad de agua es esencial para la puesta, las hembras necesitan alrededor de 30 gr de agua cada día, suministrados a través de los insectos, la vegetación fresca y el rocío. Cuando falta ese aporte, la puesta se detiene. En Túnez se comprobó que la escasez de agua, causada por el efecto del viento siroco, provocó un abandono masivo de nidos y polladas (Lavauden 1924, en Perennou 2009). La sequía estival podría explicar el hecho de que años que *a priori* parecen favorables, acaban siendo muy malos al comenzar la temporada de caza. A la vez que explicaría el fenómeno contrario, la abundante reproducción en áreas de regadío por aspersión. Por otra parte, el exceso de agua también puede convertirse en un peligro, tal y como sucede con las tormentas durante el periodo de cuidado de los pollos, o simplemente con la lluvia después de la eclosión. Existe una correlación negativa entre el grado de las precipitaciones y la tasa de supervivencia de los pollos en Francia (Mur 1994). Paradójicamente, en España, la precipitación anual se relaciona positivamente con las tablas de caza, lo que sugiere que la lluvia afectaría indirectamente a la productividad, tal vez mediante la mejora de los hábitats que son favorables, ampliando la posibilidad de su aprovechamiento hasta finales de la temporada (Puigcerver *et al.* 1999).

### **La depredación**

La morfología y movilidad de la especie son adaptaciones que le permiten reducir el riesgo de depredación. Sin embargo la codorniz no está libre de la amenaza de

los depredadores. En Rusia, es la presa de zorros (*Vulpes vulpes*), armiños (*Mustela erminea*), turones (*Putorius putorius*) y hámsters (*Cricetus cricetus*), que se alimentan de crías y adultos en verano. Durante la migración, los grupos están amenazados por halcones (*Falco* sp.) y águilas esteparias (*Aquila nipalensis*). En Bielorrusia, es víctima de los azores (*Accipiter* sp.), aguiluchos (*Circus* sp.), ratoneros (*Buteo* sp.) y algunos búhos (*Bubo* sp.). En Italia, especialmente en Cerdeña, hay registros de numerosos casos de depredación por parte de halcones de Eleonor (*Falco eleonora*), halcones peregrinos (*Falco peregrinus*), ratoneros (*Buteo* sp), gavilanes (*Accipiter nisus*), gaviotas marfileñas (*Pagophila eburnea*), y también por estrigiformes durante la noche (Guyomarc'h 2003).

No se conocen estudios que hayan cuantificado específicamente el efecto de la depredación sobre las poblaciones naturales de codorniz. Pero sí existen experimentos de radio-seguimiento con codornices liberadas en agrosistemas. En Lauragais (Alto Garona, Francia) 1986-1987, las tasas de mortalidad fueron del 30% en las hembras que estaban poniendo, y del 25% en las que estaban incubando; alrededor del 50% de las hembras murieron a cargo de ratoneros, aguiluchos pálidos y gatos domésticos, desde que comenzaron la puesta, hasta que finalizaron el cuidado de los pollos. En las praderas de Sainte-Blandine 1996 (Deux-Sevres, Francia), 16 de las 32 hembras adultas controladas fueron depredadas a las tres semanas, por ratoneros (5), aguiluchos (5), gatos asilvestrados (4), comadrejas (1) y garduñas (1) (Guyomarc'h 2003). En Tarragona 1993-95, se confirmaron dos casos de depredación entre 31 hembras reproductoras que habían sido radio-marcadas a largo de su ciclo reproductor (Rodrigo-Rueda *et al.* 1997). De un total de 202 individuos radio-marcados, 28 fueron depredados: por aves rapaces (14), por zorros, gatos y mustélidos (12) y por reptiles (2) (Rodrigo-Rueda *et al.* 1997).

Desde 1980, se han generalizado las grandes parcelas con cultivos de primavera, especialmente de girasol, maíz y guisantes; que aunque resultan atractivas para las parejas nidificantes, ofrecen un refugio bastante precario. Además, las malas hierbas han desaparecido en todos los agrosistemas de cereales seleccionados por la especie. Estos cambios podrían haber contribuido a un aumento en la depredación aérea.

### **Las prácticas agrícolas**

El uso de insecticidas y las labores de siega puede tener efectos directos sobre la codorniz, ocasionando importantes pérdidas. Las poblaciones invernantes de fenotipos migratorios de larga distancia fueron expuestas a los efectos fisiológicos de insecticidas como el fenitrotión y el clorpirifós, que fueron rociados desde

aviones sobre varios millones de hectáreas de la zona del Sáhel entre Senegal y Chad en los años 1980 y 1990 (Mullié & Keith 1993). La siega puede ser un problema si los cultivos se cosechan muy temprano y si el intervalo de tiempo entre dos cortes es demasiado corto. Por ejemplo, la alfalfa, un cultivo muy favorable y buscado por las codornices, se convirtió en la década de 1990 en la principal fuente de destrucción de nidos y polladas en los regadíos del Tadla en Marruecos. Las hembras no disponen de las semanas necesarias para reproducirse y cuidar de los pollos. En Europa, muchos polluelos que todavía son incapaces de volar, son a menudo atropellados en medio de las parcelas de cultivo, tras verse obligados a dirigirse allí por la progresión circular y hacia el interior de las máquinas de siega. Una progresión centrífuga de las máquinas, conduciendo a las aves poco a poco hacia los bordes, sería menos letal para los codornices y otras especies (Broyer 1996).

Las prácticas agrícolas también tienen un efecto indirecto sobre la codorniz, mediante la degradación del hábitat, causada principalmente por la implantación de la rotación de cultivos y por la intensificación de la agricultura (nuevas variedades, programas fitosanitarios, siega temprana, rápido empacado de la paja). Por ejemplo, en Alto Languedoc (Francia) el cultivo de forraje, muy favorable para la codorniz común, casi desapareció entre 1950-1985 (Verheyden 1999 en Perennou 2009). El trigo y la cebada de invierno han progresado, pero han perdido sus cualidades particulares a través del uso eficaz de los herbicidas. El maíz, el girasol, la soja y el sorgo de primavera, que no son usados durante el pico de cría en mayo-junio, se han ampliado considerablemente en el mismo periodo, lo que reduce aún más las áreas de nidificación y cría. Aunque las cosas son algo más complejas, pues un cultivo que en un momento dado es favorable puede llegar a ser desfavorable, y viceversa. Por ejemplo, los girasoles se evitan en verano, pero pueden ser útiles a finales de agosto o incluso en septiembre, durante la migración y durante la temporada de caza, tanto por la cobertura como por la gran cantidad de semillas que se encuentran allí. Los guisantes son atractivos en mayo, por la cubierta y los insectos, pero se convierten en peligrosos a finales de junio, cuando se están secando.

El uso intensivo de plaguicidas es doblemente perjudicial, por una parte reduce el grado de cobertura vegetal, lo que aumenta la vulnerabilidad de la codorniz; y por la otra, reduce la cantidad de recursos alimenticios (semillas e invertebrados), que a pesar de la estrategia demográfica de la especie, se convierten en limitantes. La presencia de una cierta cantidad de recursos animales disponibles para las hembras y los polluelos es indispensable para que la reproducción tenga éxito. Cuando los aportes de proteína de origen animal son escasos, la reproducción y el crecimiento de las codornices se ven afectados negativamente, lo que se traduce en huevos de menor peso, mayor mortalidad embrionaria, y pollos

más pequeños y vulnerables, con menos reservas energéticas (Combreau 1992; Combreau & Guyomarc'h 1992).

### **La caza**

En los países de Eurasia donde se permite la caza, las cifras actuales de las capturas no parecen tener una relación directa con las estimas del número de codornices que han nacido (o que pasan) en esos países. No hay constancia de que en los países donde las poblaciones han disminuido, se hayan aplicado previamente medidas cinegéticas particulares que hubieran podido provocar o contribuir en ese declive. Por tanto, la caza no parece ser un factor limitante principal. Pero dado que la caza puede ser aditiva a la mortalidad natural, sí tiene un efecto adverso en las subpoblaciones en declive.

Hay prácticas cinegéticas de carácter local que afectan exageradamente a la especie, al realizarse en el peor momento del ciclo anual. Una de éstas es el comienzo demasiado temprano de la temporada de caza. En ese momento, hay una elevada proporción de codornices sub-adultas locales, que todavía están vinculados a su lugar de nacimiento, y que son más fáciles de abatir que las codornices que están migrando. Otra práctica que afecta negativamente a la especie, son las redes instaladas en la zona del Sinaí, con las que se capturan grandes cantidades de codornices a lo largo de las rutas migratorias del Este. En este caso, el problema se ve agravado por el hecho de que las mismas poblaciones que vienen desde Rusia y Ucrania ya han sido sometidos a una gran presión cinegética en su camino a lo largo de la costa del Mar Negro.

También son perjudiciales todas aquellas prácticas de caza que extraen codornices del flujo migratorio pre-nupcial. La caza con escopeta en primavera, a cargo de los turistas disminuyó recientemente en Marruecos en las últimas décadas, pero se desconoce si también lo ha hecho en el resto del Magreb. Las codornices todavía se cazan en su paso migración pre-nupcial cerca de las playas de la costa del Tirreno, en Italia central. La caza furtiva de primavera con redes sigue siendo una realidad en Apulia (Italia) y en Andalucía, aunque se desconoce hasta qué punto está extendida. Al afectar exclusivamente a los machos, no parece que pueda tener consecuencias graves para la población, pero como no se conoce bien qué función desempeñan los machos no apareados, las posibles consecuencias de esta práctica aún no están evaluadas. De manera excepcional en la UE, la caza primaveral de la codorniz está autorizada en Malta.

## **La contaminación genética introducida por la liberación de ejemplares o de híbridos de codorniz japonesa**

La cría y suelta de codornices japonesas y de sus híbridos con fines cinegéticos es una actividad habitual en Europa. Esta práctica se inició en la década de 1970, particularmente en Francia e Italia, con el fin de satisfacer las necesidades de los cazadores, en aquellos años en los que las capturas de codorniz habían disminuido considerablemente. Todos los países de la UE están potencialmente afectados, y los riesgos son generados principalmente por España, Francia, Italia, Grecia, Turquía, e incluso Túnez.

Inicialmente, las sueltas de codornices japonesas procedían de la industria alimentaria. El origen de estas aves es bien conocido. Las codornices de la (sub)especie *Coturnix coturnix japonica* han sido domesticadas en Japón y en toda la costa del Pacífico desde hace varios siglos. Yamashina (1961 en Sánchez-Donoso *et al.* 2012) establece claramente que el linaje doméstico, y no el migratorio, fue el que permitió el restablecimiento de la cría de codornices como actividad económica en Japón después de la Segunda Guerra Mundial. A este linaje inicial, se añadieron después codornices domésticas procedentes de Taiwán, Corea y China, así como codornices japonesas domesticadas a partir de codornices capturadas en el medio natural (Howes 1964 en Perennou 2009; Mills & Faure 1991). Así, los ingredientes genéticos para la migración fueron re-introducidos en el linaje en cautividad. De esas codornices, se enviaron ejemplares reproductores a Francia e Italia en la década de 1950 (Rizzoni & Lucchetti 1957, 1972 en Perennou 2009). Rápidamente la variante cinegética se separó de la alimentaria, aunque éstas últimas seguían introduciéndose en las primeras con el fin de "mejorar" la calidad de las codornices suministradas a los cazadores.

No se conoce la magnitud de las sueltas realizadas en Europa. En base a los estudios de la ONCFS en 1983, se estima que a principios de la década de 1980, en Francia se soltaron alrededor 450.000-500.000 codornices por año, lo que supone el 67-75% de las 640.000 codornices cazadas (Ferrand 1986 en Rodríguez-Teijeiro *et al.* 2010). La mayoría de las sueltas tuvieron lugar en agosto o septiembre, antes de la apertura de la caza. Aunque se ha argumentado que las posibilidades de supervivencia de estos individuos son prácticamente nulas, hay constancia de registros de reclamo de codornices japonesas en campos de Francia, Portugal y España (Rodríguez-Teijeiro *et al.* 1993; Guyomarc'h 2003). Además, se han capturado ejemplares de codorniz japonesa y también híbridos en primavera, durante la época de reproducción (Rodríguez-Teijeiro *et al.* 1993). Este problema está más extendido de lo que se pensaba, ya que la aplicación de técnicas de genética molecular ha puesto de manifiesto que individuos fenotípicamente idénticos a los de la codorniz común, presentan ADN mitocondrial de codorniz

japonesa, lo que indica la existencia de híbridos virtualmente indistinguibles de la codorniz común (Puigcerver *et al.* 1999).

La codorniz común puede cruzarse con la codorniz japonesa o con los híbridos, y la descendencia de estos cruzamientos es fértil (Deregnaucourt 2000 en Barilani *et al.* 2005). Sin embargo, los híbridos no presentan el carácter migrador de la codorniz común, por lo que la introgresión genética puede comportar un grave riesgo en un futuro próximo. El declinar de las poblaciones migradoras en Europa puede ser la consecuencia de procesos microevolutivos que favorecen los fenotipos sedentarios, que permanecerían en el norte de África (Belhamra 1997 en Puigcerver *et al.* 2004). Uno de esos procesos sería la reducción progresiva de efectivos de invernantes en el Sáhel debido la sequía que padece la zona desde 1970, y al desarrollo de enormes extensiones de zonas irrigadas en el Magreb, que constituyen hábitats favorables tanto para la invernada como para la reproducción de la codorniz común (Saint-Jalme & Guyomarc'h 1990). Dado que las codornices japonesas domésticas carecen del impulso migrador, la hibridación podría acelerar este proceso de sedentarización que ya está en curso, debilitando la tendencia migradora de las poblaciones autóctonas (Deregnaucourt 2000 en Barilani *et al.* 2005).

Estudios recientes (Sánchez-Donoso 2014) han demostrado que la gran mayoría de codornices criadas en granjas españolas para su suelta, no son ejemplares de codorniz común, sino codornices japonesas domésticas e híbridos. Los individuos soltados presentan en condiciones naturales mayor tasa de mortalidad y depredación de nidos que la codorniz común, pero pueden llegar a reproducirse con la misma probabilidad o más que ésta. Se ha detectado que la introgresión genética ya ha ocurrido en las poblaciones de codorniz común en Cataluña, y los datos señalan que este proceso sigue produciéndose actualmente, aunque a un ritmo muy lento que no ha aumentado durante los 15 años de estudio. A pesar de que la proporción de codornices híbridas detectadas en el campo durante la temporada de reproducción es muy pequeño (<5%), las simulaciones de la situación en el futuro muestran un descenso en la proporción de codornices comunes en la naturaleza. Un control genético de los individuos liberados, así como una aplicación más rigurosa de la prohibición de estas sueltas cinegéticas son indispensables para la conservación de la codorniz común.

### **La legislación y los convenios internacionales**

La codorniz está citada en el Convenio de Berna de 1979 relativo a la Conservación de la Vida Silvestre y del Medio Natural de Europa, así como en el Convenio de Bonn de 1979 sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales

Silvestres, y también lo está en la Directiva Europea 79/409 de 2009, relativa a la Conservación de las Aves Silvestres.

En el anexo III de la Convención de Berna, la codorniz se cita como especie "protegida" y no como "estrictamente protegida". Para una especie parcialmente migratoria como la codorniz común, la noción de hábitat está biológicamente bien definida. La protección de su área de distribución abarca las zonas de invernada, agrupamiento, alimentación, muda, etc., a lo largo del ciclo anual, haciendo extensibles las recomendaciones relativas a los países africanos. Se prohíben los métodos de captura no selectivos (art. 8), aunque hay cláusulas de excepción (art. 9). Las partes se comprometen a cooperar para la conservación de la especie (art. 10) y a controlar estrictamente la introducción de las especies no indígenas (art.11).

En el anexo II de la Convención de Bonn de 1979, la codorniz aparece como especie "no protegida", pero con un estado de "conservación desfavorable". Se apunta a que la degradación de sus hábitats podría ser el origen de su acusado declive. Las partes se comprometen a cooperar para restaurar y conservar sus hábitats.

En el Anexo II/2 de la Directiva Europea 79/409, la codorniz se describe como especie objeto de caza, tal como se define en la legislación nacional. Se prohíben los métodos de caza no selectivos, aunque existen excepciones.

En Europa, la codorniz común no se puede cazar en Alemania, Bélgica, la República Checa, Eslovaquia, Eslovenia, Hungría, Luxemburgo, Países Bajos, Polonia, Suiza y el Reino Unido. Además, está en el Libro Rojo de Dinamarca, Finlandia y Suecia debido al pequeño tamaño de sus poblaciones. También aparece en los Libros Rojos de Estonia, Letonia y Lituania. En los países del Sur, la caza está también prohibida en Argelia (desde 1990) y Libia y lo estuvo en Arabia Saudí hasta 2000.

La codorniz común sí se puede cazar durante fechas específicas en Austria, Bulgaria, Chipre, España, Francia, Grecia, Italia, Malta, Portugal y Rumanía. Fuera de la UE en Bielorrusia, Croacia, Georgia, Rusia, Turquía, Ucrania y antiguos países yugoslavos. Fuera de Europa, las poblaciones de Asia, Oriente Medio y Oriente Próximo se cazan en Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos (con redes), Egipto, Kazajistán, Pakistán, Rusia (Siberia) y Uzbekistán; y las poblaciones occidentales y meridionales de África septentrional y central se cazan en Marruecos, Mauritania y Senegal.

## **El estado de conservación**

Actualmente todavía se considera que la codorniz tiene un estado de conservación desfavorable en Europa (BirdLife International 2004). Esta apreciación se realiza en base a que durante 1970-90 las poblaciones de codorniz mostraron tendencias decrecientes en muchos de los países del centro y del norte de Europa (Burfield, 2004), y a que durante la década siguiente, a pesar de observar algunos aumentos en Europa septentrional y central, también se apreciaron disminuciones en el sudeste de Europa. Según Sanderson *et al.* (2006), las poblaciones de codorniz, al igual que las de muchas otras especies migradoras intercontinentales de largo recorrido, mostraron una tendencia negativa durante las tres últimas décadas del siglo XX, aunque sólo durante las dos primeras fue significativa (1970-1990:  $-0,92 \pm 0,31$   $p < 0,005$ ; 1990-2000:  $-0,21 \pm 0,29$  ns.).

Sin embargo, al restringir el área de distribución europea a tan sólo los 25 estados que en 2004 eran miembros de la Unión Europea, el estado de conservación de la codorniz pasa a ser favorable. En ese rango, la tendencia de la población se considera estable, tanto durante el periodo de 1970-90 como en el de 1990-2000, y el estado de amenaza es el de especie "segura" (BirdLife International 2004). Estos datos contrastan con la disminución generalizada de las poblaciones de la mayoría de aves migradoras de largo recorrido, y también de las aves ligadas a los medios agrarios (BirdLife International 2004; Gregory *et al.* 2005), dos categorías a las que pertenece la codorniz común (Puigcerver *et al.* 2012).

Según la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN 2001), en Europa, la codorniz común tiene la categoría de "preocupación menor", propia de los taxones abundantes y ampliamente distribuidos. La codorniz común tiene un amplio rango de distribución, alejado del umbral requerido para considerar la especie "vulnerable" bajo el criterio de distribución geográfica, que implica una extensión de presencia inferior a los 20.000 km<sup>2</sup> combinada con una fragmentación severa, o un reducido número de localidades, o bien con una disminución continua o una fluctuación extrema de la extensión de presencia, del área de ocupación, de la calidad del hábitat, del número de localidades o del número de individuos maduros. A su vez, a pesar de que la tendencia de la población parece estar disminuyendo, no se considera que el descenso sea lo suficientemente rápido como para acercarse a los umbrales de "vulnerable" bajo el criterio de tendencia de la población ( $> 30\%$  de disminución de más de diez años o tres generaciones). Además, el tamaño de la población es muy grande, por lo que tampoco se acerca a los umbrales de "vulnerabilidad" según el criterio de tamaño de la población ( $< 10.000$  individuos maduros con una continua disminución estimada en  $> 10\%$  en diez años o tres

generaciones, o con una estructura de población específica). Por estas razones, la especie es evaluada como de "preocupación menor" (BirdLife International 2012).

El Libro Rojo de las Aves de España considera que no se pueden aplicar adecuadamente los criterios de la UICN para evaluar la especie, por lo que se le otorga la categoría de "datos insuficientes" (Puigcerver *et al.* 2004).

El objetivo general de la Tesis es evaluar la problemática de la gestión de la codorniz común (*Coturnix coturnix*) en Europa y África a través del anillamiento científico y la dimensión socioeconómica. Para ello la Tesis se ha estructurado en tres capítulos, que abordan dicha problemática desde enfoques distintos pero complementarios.

## **CAPÍTULO 1**

---

### **Los desplazamientos de la codorniz**

El contenido de este capítulo se excluye del texto debido a contener datos de instituciones científicas que no pueden hacerse públicos.

## **CAPÍTULO 2**

---

### **La abundancia, la estructura y los fenotipos**

## OBJETIVOS

La migración lleva a las codornices al final del verano desde Europa hasta África y en la primavera, desde África hasta Europa. En Europa la codorniz llega hasta el Centro e incluso al Norte, en África hasta debajo del Sáhara, a la zona del Sáhel. La población española de codornices se incluye dentro de la metapoblación atlántica (Guyomarc'h, Combreau, *et al.* 1998) y agrupa los efectivos que se distribuyen por el Sáhara occidental, Marruecos, norte de Argelia, Portugal, España, Francia, Países Bajos, Inglaterra e Irlanda.

El objetivo general de este segundo capítulo es evaluar la abundancia, la distribución por edades y sexos, y las características morfológicas de las codornices de la metapoblación atlántica, a lo largo de tres etapas muy distintas de su ruta migratoria: (1) a su llegada al Valle del Ebro en su ruta ascendente desde África, (2) durante su estancia en el Valle del Ebro y (3) a su salida en el trayecto de retorno a África. Para ello se utilizarán los datos obtenidos en la estación fija de anillamiento de Malpartit (Lérida) durante el periodo de estudio de 2010-14.

Los objetivos particulares son:

1. Analizar la variabilidad de la abundancia relativa de codornices en Malpartit (codornices detectadas por jornada) a lo largo de las tres etapas de la ruta migratoria.
2. Analizar la variabilidad de la tasa de capturabilidad en Malpartit (codornices anilladas por jornada) a lo largo de las etapas de la ruta migratoria, atendiendo al sexo de las codornices.
3. Analizar la asociación entre la abundancia relativa y la tasa de capturabilidad en Malpartit en las tres etapas de la ruta migratoria.
4. Analizar la proporción de codornices de diferente sexo y edad (razones de sexos y edades) en Malpartit en las tres etapas de la ruta migratoria.
5. Analizar la variabilidad de los rasgos fenotípicos de las codornices en Malpartit a lo largo de las tres etapas de la ruta migratoria:
  - tamaño corporal: peso y longitud del ala
  - acumulación de reservas: anchura de la banda de grasa intercostal.
  - diseño del patrón de coloración del plumaje en el pecho y la garganta.

- fenología de la reproducción: muda de las primarias activa/acabada, última rémige mudada, presencia/ausencia de placas incubatrices y aspecto de la cloaca.
- presencia de ectoparásitos macroscópicos

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Para evaluar la abundancia, la distribución por edades y sexos, y las características morfológicas de las codornices de la metapoblación atlántica, a lo largo de las diferentes etapas de su ruta migratoria, se han utilizado los datos obtenidos en la estación fija de anillamiento de Malpartit (Lérida) durante 2010-14. El hecho de aplicar un esfuerzo constante y periódico ha permitido obtener los datos de manera estandarizada.

La estación de anillamiento de Malpartit está ubicada en una zona de cultivos herbáceos de regadío (295362E; 4618326N). Para atraer a las codornices se ha utilizado un reproductor electrónico (MundiSound ®) que alterna los reclamos de macho y de hembra. Para capturar las codornices se han utilizado dos redes verticales, una de 18x4 m<sup>2</sup> y la otra de 12x3 m<sup>2</sup>. Cada jornada de anillamiento dura 12 horas, iniciándose a las 21:00 h y acabando a las 09:00 del día siguiente. En el conjunto de los cinco años de estudio, la campaña de anillamiento se ha extendido desde el 15 de abril al 15 de noviembre. Las jornadas de anillamiento se han realizado, como mínimo, con una periodicidad quincenal.

La campaña de anillamiento se ha dividido en tres fases, que se ajustan aproximadamente a las tres etapas de la ruta migratoria de las codornices:

(1) etapa de llegada: describe la entrada de las codornices al Valle del Ebro procedentes de su ruta ascendente desde África y abarca desde el 15 de abril al 15 de junio.

(2) etapa de estancia: corresponde a la época de permanencia o asentamiento provisional de las codornices en el Valle del Ebro, y se extiende desde el 16 de junio al 15 de agosto.

(3) etapa de salida: informa sobre la partida de las codornices en su trayecto de retorno a África, y comprende del 16 de agosto al 15 de noviembre.

### **La abundancia a lo largo de las etapas de la ruta migratoria**

Para evaluar la variabilidad de la abundancia relativa de codornices en Malpartit (codornices detectadas por jornada) a lo largo de las tres etapas de la ruta migratoria se ha utilizado la prueba de Kruskal-Wallis, utilizando los datos de las jornadas como repeticiones. En caso de detectarse diferencias, se ha empleado el método de Wilcoxon para realizar comparaciones no paramétricas para cada pareja de etapas. También se ha contrastado la media grupal (de cada etapa), respecto a la media global del conjunto de las tres etapas. Para ello se ha utilizado un análisis de medias de rangos transformados (ANOM-TR), con un nivel de significación de 0,05. También se ha empleado la prueba de regresión logística

ordinal, puesto que las tres etapas transcurren en un orden cronológico. Se ha usado el mismo procedimiento para evaluar la variabilidad de la tasa de capturabilidad (codornices anilladas por jornada). Aunque en este caso, al conocer el sexo de las codornices anilladas, se ha realizado un contraste particular para cada grupo.

Para evaluar la asociación entre la abundancia relativa y la tasa de capturabilidad de las jornadas se han empleado técnicas de regresión lineal simple.

### **La estructura de la población a lo largo de las etapas de la ruta migratoria**

Para evaluar la estructura de la población, en primer lugar se han contabilizado el número de codornices anilladas de cada grupo de edad y sexo, y posteriormente se han calculado las correspondientes razones edades y sexos. Para ello, se han utilizado las categorías y las razones de edad definidas por Nadal & Ponz (2012).

Categorías de edad:

P: pollo menor a tres semanas de edad

J: juvenil menor a dos meses de edad

JR1: juvenil entre dos y tres meses de edad

JR2: juvenil entre tres y seis meses de edad

A1: adulto entre seis y nueve meses de edad

A2: adulto entre nueve y doce meses de edad

A: adulto mayor a un año

Razones de edad:

- RE1:  $P/(J+JR+A)$ ; sirve para evaluar la reproducción tardía

- RE2:  $(J)/(JR+A)$ ; útil para evaluar la reproducción tardía más parte de la central, también informa de los ejemplares nacidos en el lugar frente a los que han llegado de otras zonas.

- RE3:  $(J+JR)/A$ ; sirve para evaluar la reproducción total del año, informa del éxito reproductor de la codorniz durante esa temporada estudiada.

- RE4:  $(J+JR1)/(JR2+A1+A2+A)$ ; útil para evaluar la reproducción tardía y central del año, informa del éxito reproductor de la codorniz esa temporada en Europa, sin considerar la primera reproducción en el Norte de África.

- RE5:  $A1/A2$ ; sirve para evaluar la llegada de ejemplares adultos de distancias relativamente próximas con respecto a aquellos que vienen

desde distancias muy lejanas, informa del éxito de los desplazamientos de la codorniz esa temporada en el Centro y Norte de Europa.

Razones de sexo:

- RS: machos/hembras; permite conocer el potencial reproductor de la población, la disponibilidad de machos garantiza que las hembras siempre tienen hábitats óptimos y machos para elegir.

En Malpartit no se han capturado ninguna codorniz con menos de tres semanas de edad, por lo que no se ha utilizado la razón de edades 1.

Para estudiar la variación intra-anual de las razones de edades y sexos se han utilizado tablas de contingencia de dos vías. Con éstas se ha contrastado la proporción de codornices de diferente edad (en RE) y de diferente sexo (RS) anilladas a lo largo de cada una de las tres etapas de la ruta migratoria. Inicialmente se ha realizado una comparación conjunta entre las tres etapas, y después se han realizado las comparaciones entre las tres parejas de etapas (llegada vs estancia, llegada vs salida y estancia vs salida).

### **Los rasgos fenotípicos de las codornices lo largo de las etapas de la ruta migratoria**

A parte de determinar la edad y el sexo de todas las codornices anilladas, también se han registrado variables relativas a:

- tamaño corporal:
  - peso expresado en gramos
  - longitud del ala plegada expresada en milímetros
- acumulación de reservas:
  - anchura de la banda de grasa intercostal expresada en milímetros
- diseño del patrón de coloración del plumaje en el pecho: para ello se han utilizado las tres categorías descritas en Nadal & Ponz (2012):
  - (0) pecho sin motas
  - (1) pecho con pocas motas negras
  - (2) pecho con muchas motas negras

- diseño del patrón de coloración del plumaje en la garganta: para ello se han utilizado las seis categorías descritas en Nadal & Ponz (2013):

- (0) garganta sin ancla
- (1) garganta con inicio de ancla sobre fondo claro
- (2) garganta con ancla formada sobre fondo claro
- (3) garganta con inicio de ancla sobre fondo oscuro
- (4) garganta con ancla formada sobre fondo oscuro
- (5) garganta oscura uniforme

- fenología de la reproducción:

- estado de muda de las rémiges primarias: se ha indicado si la codorniz presenta alguna primaria en muda activa o por el contrario, ninguna está creciendo o mudando.

- última rémige primaria mudada: se ha indicado cuál es la última pluma que ha finalizado o está finalizando su crecimiento.

- presencia de placas incubatrices: se ha indicado si hay evidencias de que la codorniz presente o haya presentado placas incubatrices que ya estén cubriéndose.

- aspecto de la cloaca: se ha cuantificado de manera combinada el tamaño de la cloaca (no abultada o abultada) y la espuma (ausencia o presencia). Se han utilizado tres categorías:

- (1) cloaca no abultada y sin espuma
- (2) cloaca abultada y sin espuma
- (3) cloaca abultada o hinchada y con espuma

- presencia de ectoparásitos macroscópicos: se ha indicado la detección de liendres y malófagos adultos.

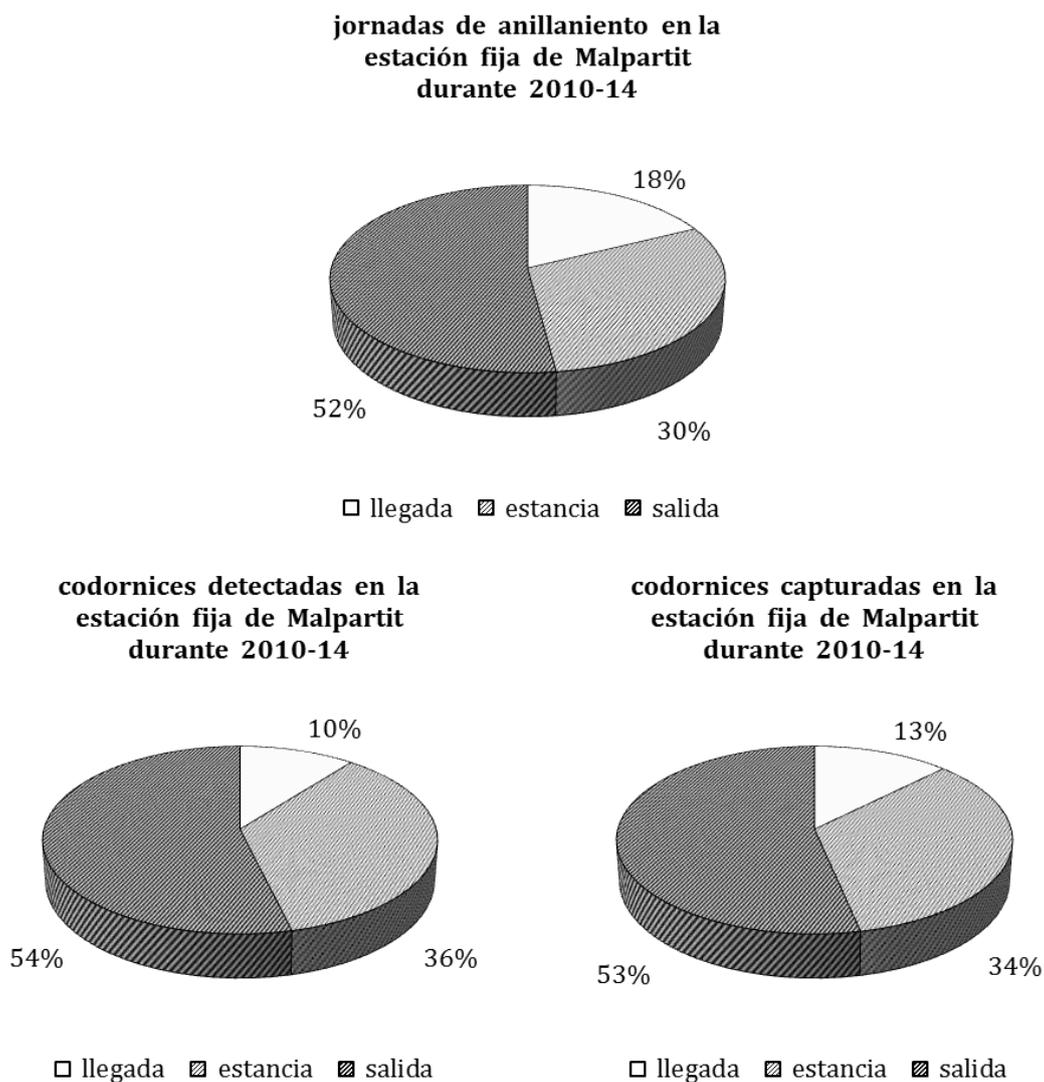
Para evaluar la variabilidad de los rasgos fenotípicos de las codornices a lo largo de las tres etapas de la ruta migratoria se ha utilizado el análisis de la varianza en el caso de las variables continuas y las tablas de contingencia de dos vías para las variables categóricas. Los contrastes se han realizado separadamente para los diferentes grupos de edad (juveniles y adultos) y sexo (machos y hembras).

## RESULTADOS

### La abundancia a lo largo de las etapas de la ruta migratoria

A lo largo de los cinco años de estudio (2010-14) se han realizado 340 jornadas de anillamiento (censo y captura) en la estación fija de Malpartit: 60 jornadas durante los meses de llegada de la codorniz (15 de abril a 15 de junio), 103 durante los de estancia (16 de junio a 15 de agosto) y 177 (16 de agosto a 15 de noviembre) durante los de salida. En esas jornadas anillamiento se han detectado y capturado un total 1.832 y 1.262 codornices respectivamente. En la etapa de llegada se han detectado 194 codornices y se han capturado 158, en la de estancia 653 y 431 y en la de salida 958 y 673 codornices (Figura 33).

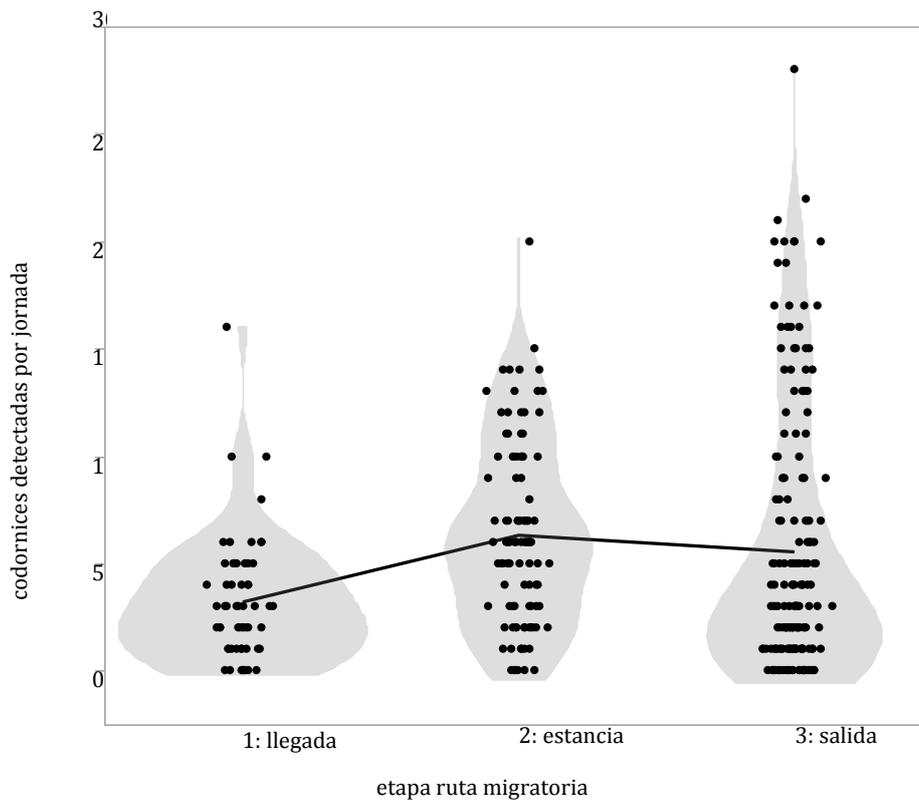
**Figura 33:** Jornadas de anillamiento realizadas, codornices detectadas y codornices capturadas en la estación fija de Malpartit durante 2010-14, en las etapas de llegada, estancia y salida de la ruta de migración de la codorniz.



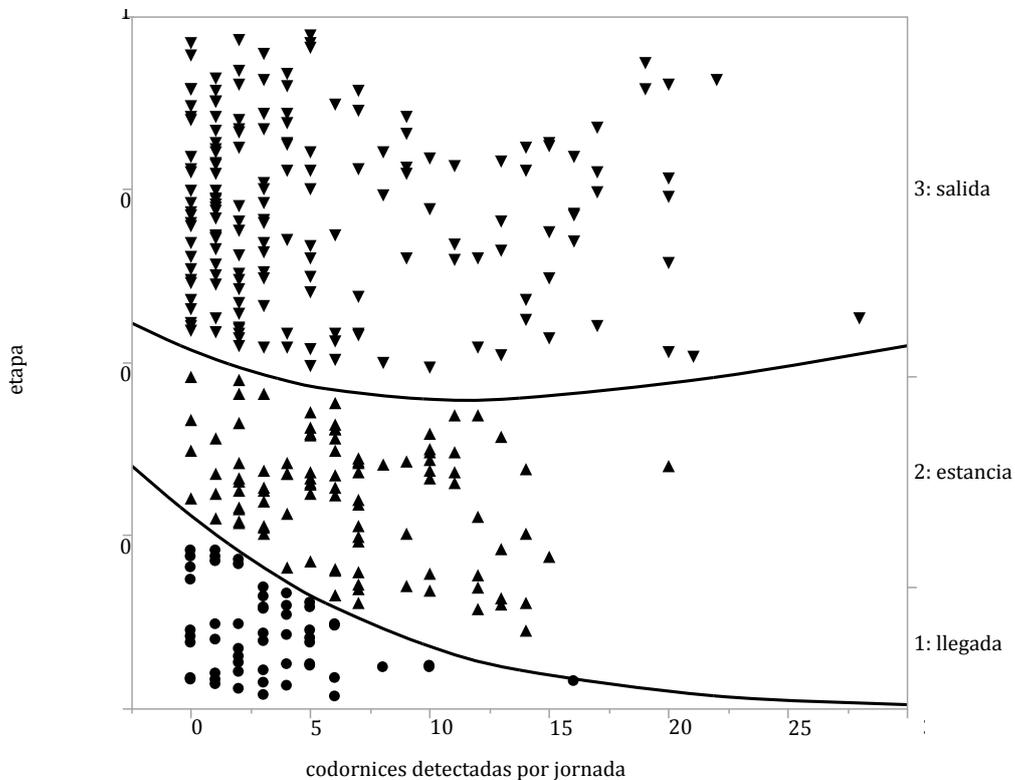
La abundancia relativa de codornices en Malpartit a lo largo de las tres etapas de la ruta migratoria

En el conjunto del periodo de estudio, se han detectado un promedio de 5,4 codornices por jornada de anillamiento. La media de detección ha sido de 3,2 codornices/jornada en los meses de llegada, de 6,3 codornices/jornada en los meses de estancia y de 5,6 codornices/jornada en los meses de salida. La prueba de Wilcoxon y Kruskal-Wallis (suma de rangos) ha detectado diferencias significativas entre la abundancia relativa (codornices detectadas por jornada) de las tres etapas (N=340; gl= 2;  $\chi^2=20,53$ ;  $p<0,0001$ ). Según las comparaciones no paramétricas para cada par realizadas mediante el método de Wilcoxon, la abundancia relativa es mayor en los meses de estancia que en los de llegada ( $p<0,0001$ ) y salida ( $p=0,0025$ ) (Figura 34). El ANOM-TR señala que el promedio grupal de la etapa de llegada es inferior al promedio global, que el de la etapa de estancia es superior y que el de la etapa de salida no difiere del promedio global ( $p<0,05$ ). Por su parte, la regresión logística ordinal también señala que la probabilidad de detectar un elevado número de codornices varía significativamente según las etapas (N=340; gl= 2;  $\chi^2=16,66$ ;  $p=0,0002$ ) (Figura 35).

**Figura 34:** Diagramas en violín de la distribución del número de codornices detectadas por jornada en las tres etapas de la ruta de migración. La línea une las medias de cada etapa.



**Figura 35:** Probabilidad de que las codornices detectadas se hallen en una determinada etapa de la ruta de migración, en función del número de codornices que han sido detectadas en la jornada de anillamiento.

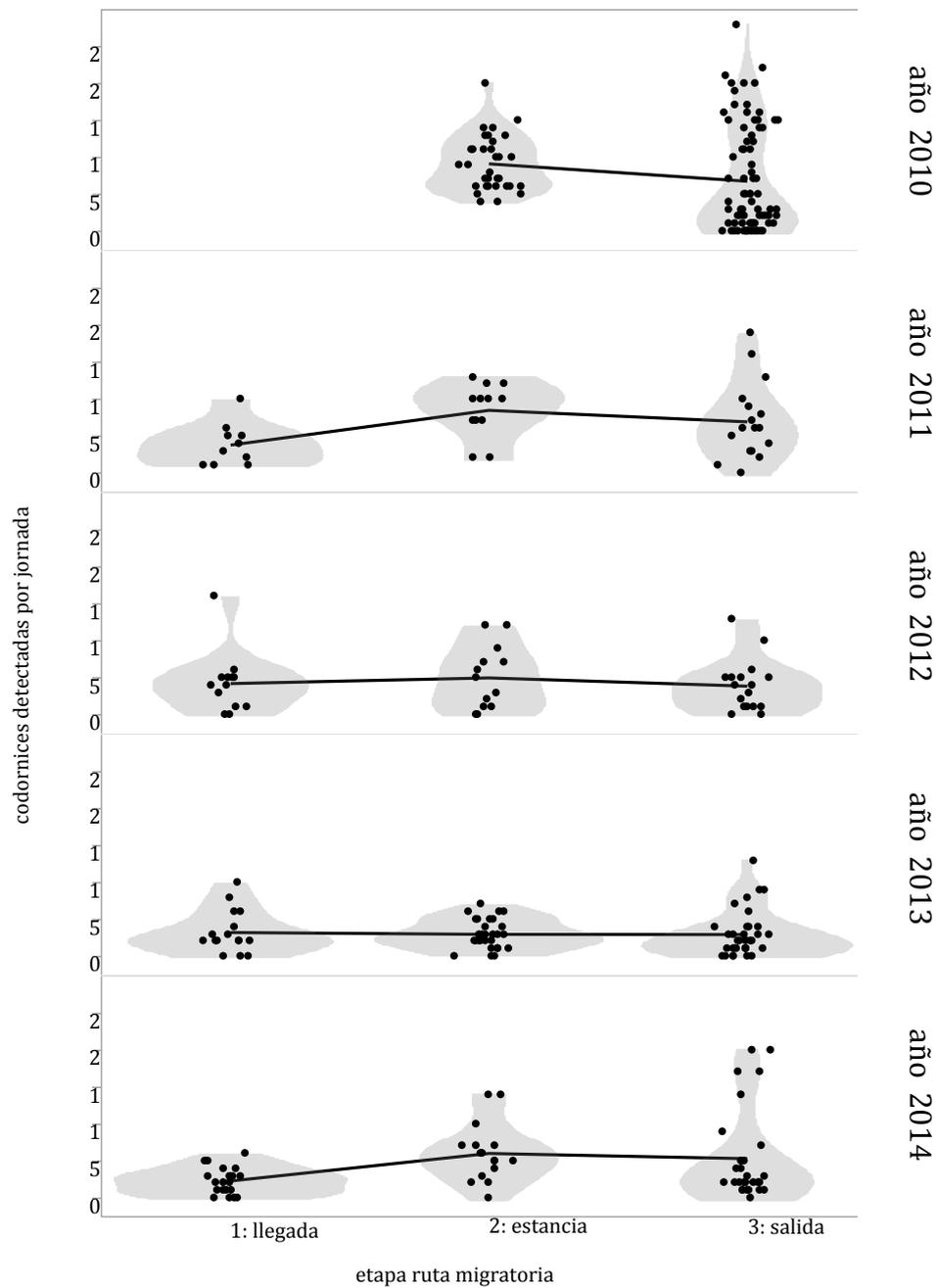


Al evaluar por separado la abundancia relativa de cada año, también se han detectado diferencias significativas entre etapas: en 2010 entre las de estancia y salida (no hay jornadas en la etapa de llegada), en 2011 y 2014 entre las de estancia y llegada. En los tres casos, las codornices detectadas por jornada en los meses de estancia son superiores a los de la otra etapa (en 2010  $p=0,0068$ ; en 2011  $p=0,0057$  y en 2014  $p=0,001$ , comparaciones no paramétricas según método de Wilcoxon) (Tabla 20, Figura 36).

**Tabla 20:** Promedio y desviación estándar de las codornices detectadas por jornada en Malpartit en las etapas de llegada, estancia y salida durante 2010-14.

años	etapa de llegada	etapa de estancia	etapa de salida	etapas acumuladas
2010-14	3,23 ± 2,91	6,34 ± 4,22	5,56 ± 6,09	5,39 ± 5,21
2010		9,15 ± 3,73	6,79 ± 7,17	7,47 ± 6,44
2011	3,8 ± 2,86	8,5 ± 3,63	6,94 ± 5,2	6,62 ± 4,52
2012	4,23 ± 4,11	5 ± 4,26	3,88 ± 3,52	4,33 ± 3,87
2013	3,25 ± 2,89	3 ± 1,98	2,97 ± 3,1	3,04 ± 2,66
2014	2,33 ± 1,8	6,06 ± 3,92	5,36 ± 6,2	4,55 ± 4,83

**Figura 36:** Diagramas en violín de la distribución del número de codornices detectadas por jornada en las tres etapas de la ruta de migración en cada uno de los años de estudio. La línea une las medias de cada etapa.



La tasa de capturabilidad de codornices en Malpartit a lo largo de las tres etapas de la ruta migratoria

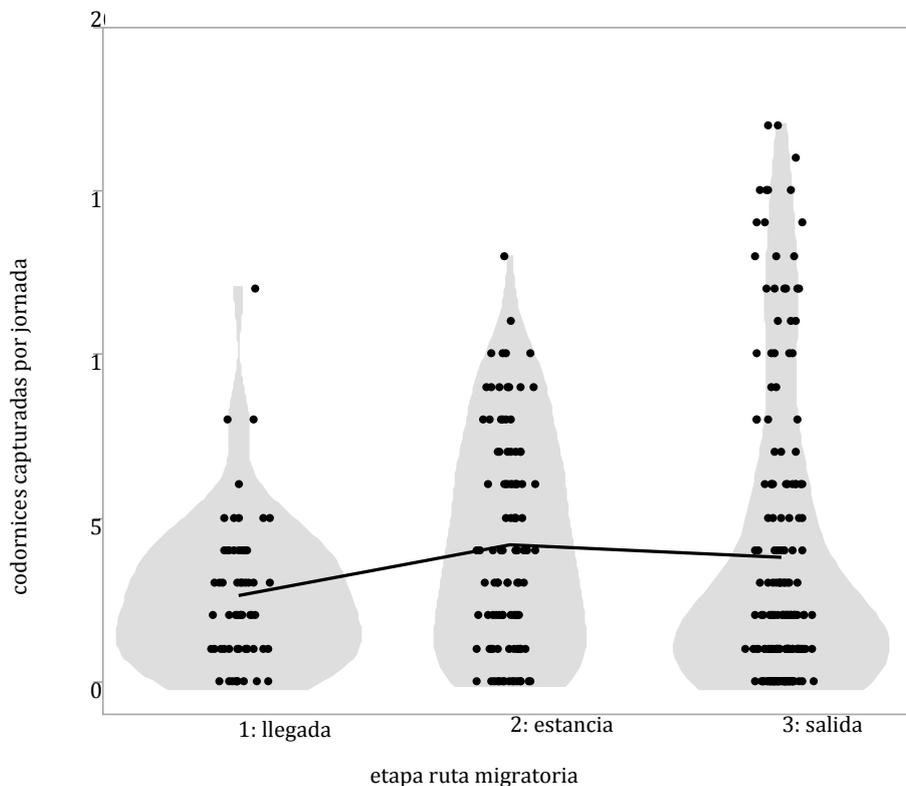
En el conjunto de los cinco años de estudio, se han capturado un promedio de 3,7 codornices por jornada de anillamiento (2,5 machos y 1,3 hembras). En los meses de llegada, la media de capturas ha sido de 2,6 codornices/jornada (2,5 machos y 0,13 hembras), en los meses de estancia de 4,2 codornices/jornada (3 machos y 1,2 hembras) y en los meses de salida de 3,8 codornices/jornada (2,1 machos y 1,7 hembras) (Tabla 21, Figura 37).

**Tabla 21:** Promedio y desviación estándar de las codornices capturadas por jornada en Malpartit en las etapas de llegada, estancia y salida durante 2010-14.

periodo años	grupo sexo	etapa de llegada	etapa de estancia	etapa de salida	etapas acumuladas
2010-14	M+H	2,63 ± 2,27	4,18 ± 3,22	3,8 ± 4,45	3,71 ± 3,82
	M	2,5 ± 2,28	3 ± 2,42	2,11 ± 2,64	2,45 ± 2,54
	H	0,13 ± 0,34	1,17 ± 1,47	1,68 ± 2,26	1,26 ± 1,91

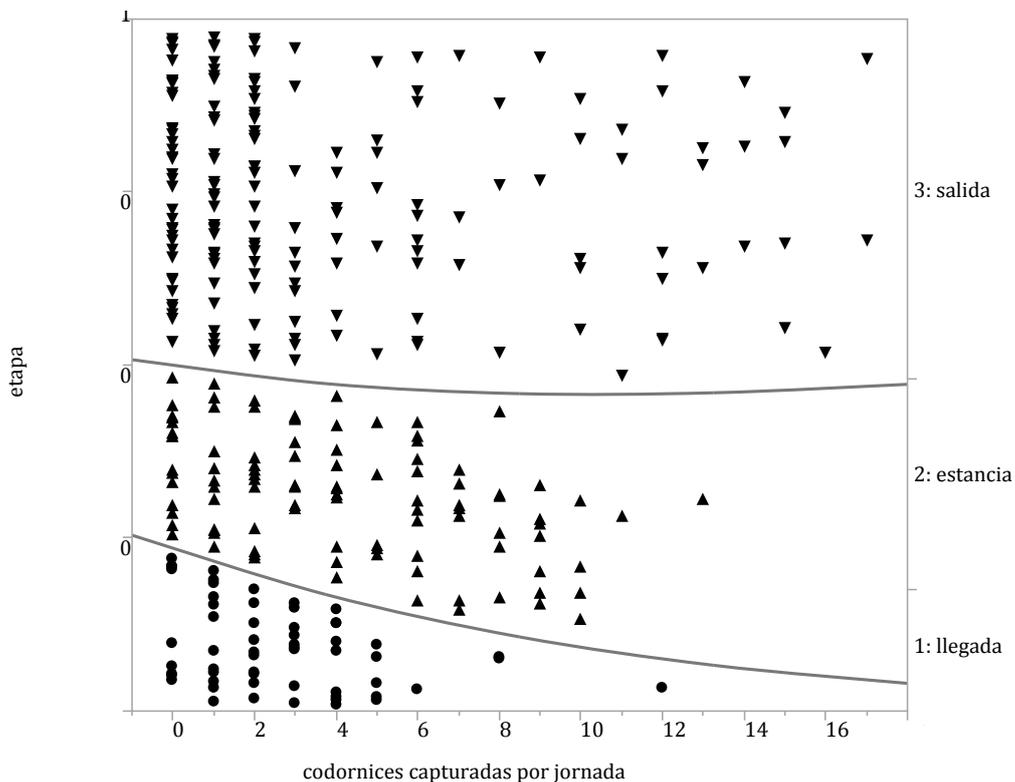
Nota: M (machos), H (hembras), M+H (machos y hembras)

**Figura 37:** Diagramas en violín de la distribución del número de codornices capturadas por jornada en las tres etapas de la ruta de migración. La línea une las medias de cada etapa.



La regresión logística ordinal señala que la probabilidad de capturar un elevado número de codornices varía significativamente según las etapas (N=340; gl= 2;  $\text{Chi}^2=7,21$ ;  $p=0,0272$ ) (Figura 38).

**Figura 38:** Probabilidad de que las codornices capturadas se hallen en una determinada etapa de la ruta de migración, en función del número de codornices que han sido capturadas en la jornada de anillamiento.



Existen diferencias significativas entre las tasas de capturabilidad (codornices capturadas por jornada) de las tres etapas. En las jornadas de los meses de estancia se capturan más codornices que en las jornadas de los meses de llegada y salida. Aunque ninguno de los promedios de las etapas difieren del promedio global (Tabla 22).

Al evaluar por separado la capturabilidad de machos y hembras, se obtienen diferentes resultados para cada grupo. En el caso de los machos, en los meses de salida se capturan menos ejemplares por jornada que en los meses de llegada y de estancia. En las hembras, las capturas por jornada de los meses de llegada son inferiores a las de los meses de estancia y salida. Según el ANOM-TR, el promedio de machos capturados por jornada en la etapa de salida es inferior al promedio global de las tres etapas, mientras que en las hembras es superior (Tabla 22).

A escala anual, también se ha detectado diferencias significativas entre la tasa de capturabilidad de las tres etapas, tanto al evaluar los dos grupos de sexo de manera conjunta como individual (Tabla 23, Tabla 24, Figura 39).

**Tabla 22:** Resumen de los resultados de las tres pruebas estadísticas utilizadas para comparar las tasas de capturabilidad de codorniz de las tres etapas de la ruta migratoria durante 2010-14.

grupo de sexo	prueba de W/K-W (suma de rangos)				comp. entre pares de Wilcoxon		ANOM-TR excede el límite	
	N	gl	chi2	p	pares	p	inferior	superior
machos y hembras	340	2	8,19	0,0167	E ≠ L S ≠ E	0,0038 0,0214		
machos	340	2	15,87	0,0004	S ≠ L S ≠ E	0,0278 0,0002	salida	estancia
hembras	340	2	41,08	<0,0001	S ≠ L E ≠ L	<,0001 <,0001	llegada	salida

Nota: L (llegada), E (estancia), S (salida)

**Tabla 23:** Promedio y desviación estándar de las codornices capturadas por jornada en Malpartit en las etapas de llegada, estancia y salida en cada uno de los años de estudio de 2010-14.

años	sexo	etapa de llegada	etapa de estancia	etapa de salida	etapas acumuladas
2010	M+H		5,94 ± 3	4,93 ± 5,28	5,22 ± 4,74
	M		3,94 ± 2,3	2,57 ± 2,95	2,96 ± 2,83
	H		2 ± 1,79	2,36 ± 2,83	2,25 ± 2,57
2011	M+H	3,2 ± 2,2	6,75 ± 2,99	5,06 ± 4,38	5,1 ± 3,69
	M	3,1 ± 2,18	5,5 ± 2,35	3 ± 3,02	3,79 ± 2,81
	H	0,1 ± 0,32	1,25 ± 1,14	2 ± 1,94	1,28 ± 1,61
2012	M+H	3,46 ± 3,18	3,38 ± 2,53	3,12 ± 2,74	3,3 ± 2,76
	M	3,23 ± 3,24	2,54 ± 1,85	1,82 ± 1,7	2,47 ± 2,33
	H	0,23 ± 0,44	0,85 ± 1,07	1,29 ± 1,57	0,84 ± 1,23
2013	M+H	2,44 ± 2,1	1,17 ± 1,26	1,38 ± 1,63	1,52 ± 1,66
	M	2,38 ± 2,16	0,93 ± 1,07	0,85 ± 1,02	1,19 ± 1,45
	H	0,06 ± 0,25	0,24 ± 0,58	0,53 ± 0,9	0,33 ± 0,71
2014	M+H	2 ± 1,61	4,75 ± 2,52	3,14 ± 3,84	3,17 ± 3,1
	M	1,86 ± 1,56	3,31 ± 2,02	1,96 ± 2,87	2,26 ± 2,36
	H	0,14 ± 0,36	1,38 ± 1,45	1,18 ± 1,22	0,89 ± 1,2

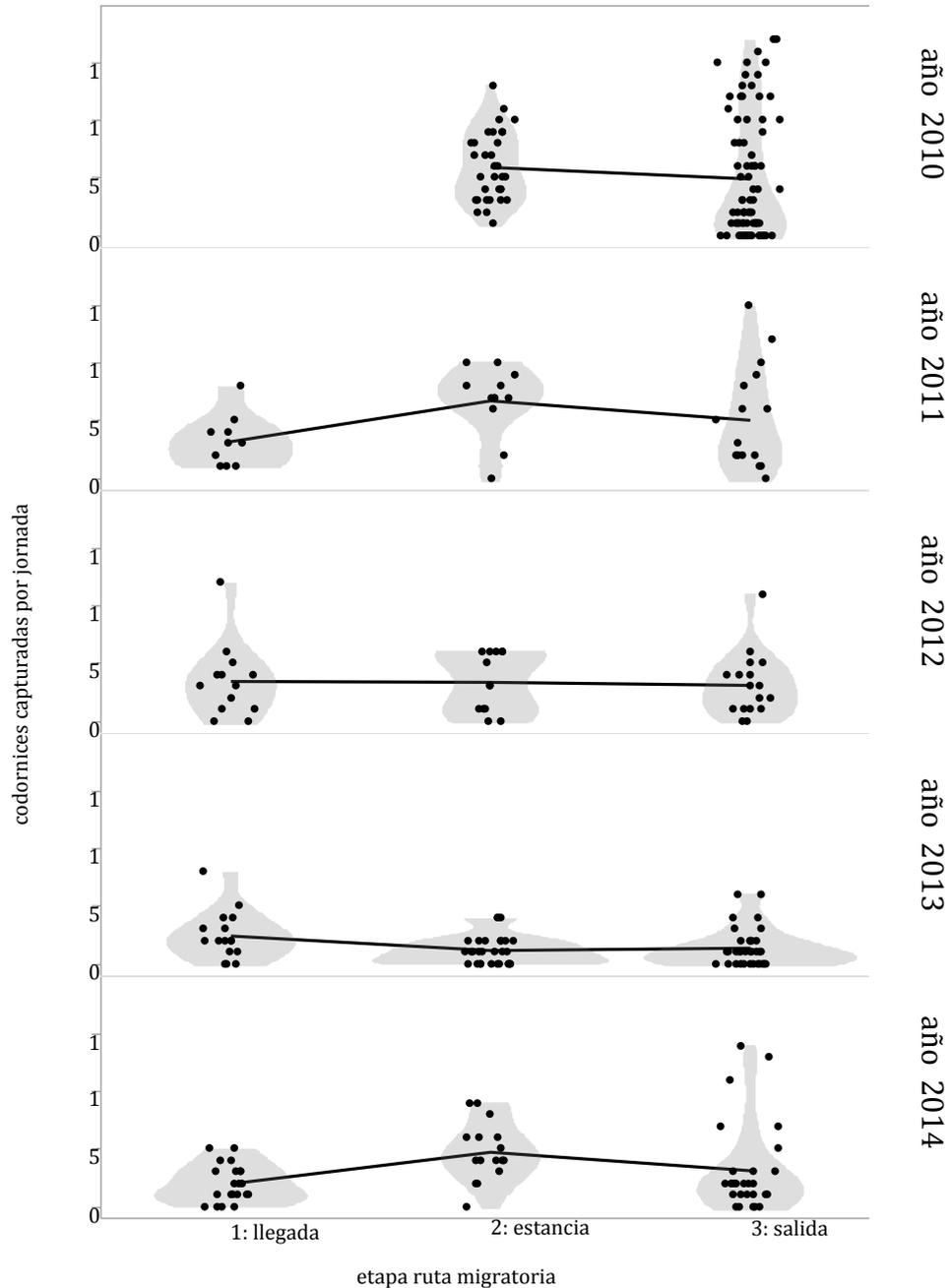
Nota: M (machos), H (hembras), M+H (machos y hembras)

**Tabla 24:** Resumen de los resultados significativos de las tres pruebas estadísticas utilizadas para comparar las tasas de capturabilidad de codorniz de las tres etapas de la ruta migratoria en cada uno de los años de estudio de 2010-14.

sexo	prueba de W/K-W (suma de rangos)				comp. entre pares de Wilcoxon		ANOM-TR excede el límite	
	N	gl	chi2	p	pares	p	inferior	superior
AÑO 2010								
M+H	114	1	5,12	0,0236	S ≠ E	0,0238		
M	114	1	9,70	0,0018	S ≠ E	0,0019	salida	estancia
AÑO 2011								
M	39	2	6,57	0,0374	E ≠ L S ≠ E	0,0283 0,0290		
H	39	2	10,30	0,0058	S ≠ L E ≠ L	0,0028 0,0074	llegada	salida
AÑO 2013								
M	79	2	8,40	0,0150	E ≠ L S ≠ L	0,0131 0,0073		llegada
AÑO 2014								
M+H	65	2	11,12	0,0039	E ≠ L S ≠ E	0,0009 0,0097		estancia
M	65	2	7,75	0,0207	E ≠ L S ≠ E	0,0280 0,0125		estancia
H	65	2	14,85	0,0006	S ≠ L E ≠ L	0,0006 0,0005	llegada	

Nota: M (machos), H (hembras), M+H (machos y hembras); L (llegada), E (estancia), S (salida)

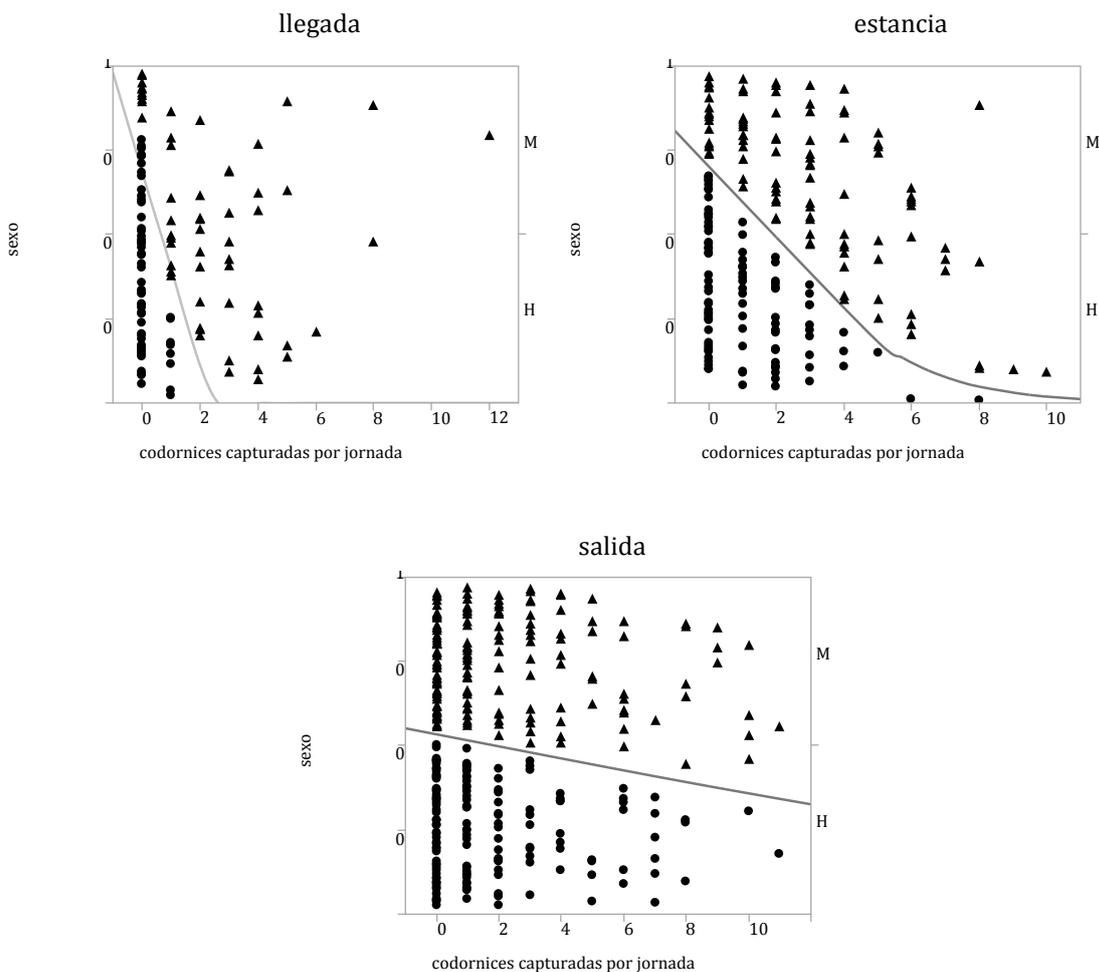
**Figura 39:** Diagramas en violín de la distribución del número de codornices capturadas por jornada en las tres etapas de la ruta de migración en cada uno de los años de estudio. La línea une las medias de cada etapa.



Sabemos que en el conjunto del periodo de estudio, tanto la tasa de capturabilidad de los machos como la de las hembras varían significativamente entre las etapas de la ruta migratoria. Pero, en una determinada etapa ¿hay diferencias entre la tasa de capturabilidad de machos y hembras?

Por una parte, la prueba de Kruskal-Wallis señala que en las etapas de llegada y estancia (datos globales 2010-14), el promedio de machos capturados por jornada es superior al de hembras (llegada:  $N=120$ ;  $gl=1$ ;  $Chi^2=61,61$ ;  $p<0,0001$ ; estancia  $N=206$ ;  $gl=1$ ;  $Chi^2=35,56$ ;  $p<0,0001$ ), mientras que en la etapa de salida no lo es ( $N=354$ ;  $gl=1$ ;  $Chi^2=2,02$ ;  $p=0,1549$ ). Por otra parte, el ANOM-TR indica que en las etapas de llegada y estancia el promedio de machos capturados por jornada es mayor que el promedio global, y que el de las hembras es inferior ( $p<0,05$ ). Sin embargo, en la etapa de salida, ninguno de los promedios grupales difiere del promedio global. Finalmente, la regresión logística ordinal detecta diferencias entre sexos en las etapas de llegada ( $N=120$ ;  $gl=1$ ;  $Chi^2=79,49$ ;  $p<0,0001$ ) y estancia ( $N=206$ ;  $gl=1$ ;  $Chi^2=40,43$ ;  $p<0,0001$ ), pero no en la de salida ( $N=354$ ;  $gl=1$ ;  $Chi^2=2,71$ ;  $p=0,1$ ). La probabilidad de capturar un elevado número de machos por jornada es mayor que la de capturar un elevado número de hembras en las etapas de llegada y estancia (Figura 40).

**Figura 40:** Probabilidad de que las codornices capturadas sean de un determinado sexo (M: macho, H: hembra), en función del número de codornices que han sido capturadas en las jornadas de anillamiento de cada etapa.

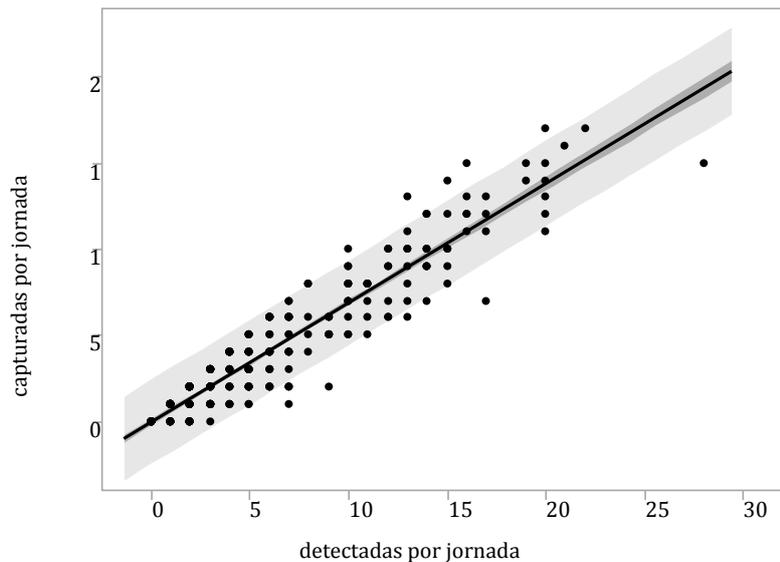


La asociación entre la abundancia relativa y la tasa de capturabilidad de codornices en Malpartit a lo largo de las tres etapas de la ruta migratoria

La abundancia relativa (codornices detectadas por jornada) y la tasa de capturabilidad (codornices capturadas por jornada) son dos variables estrecha y positivamente relacionadas entre sí. Los datos globales de Malpartit 2010-14 señalan que la abundancia relativa es capaz de explicar el 89% de la variación de la capturabilidad ( $R^2=0,89$ ;  $N=340$ ;  $gl=1$ ;  $F=2.862,83$ ;  $p<0,0001$ ) (Figura 41).

En los meses de llegada, la abundancia relativa explica el 88% de la variabilidad de la capturabilidad, en los meses de estancia el 84% y en los meses de salida el 91%. (Tabla 25, Figura 42). Los coeficientes de determinación de los modelos elaborados para cada etapa y año oscilan entre 0,78-0,92 en los meses de llegada, entre 0,65-0,91 en los meses de estancia y entre 0,77-0,94 en los meses de salida (Tabla 26, Figura 43).

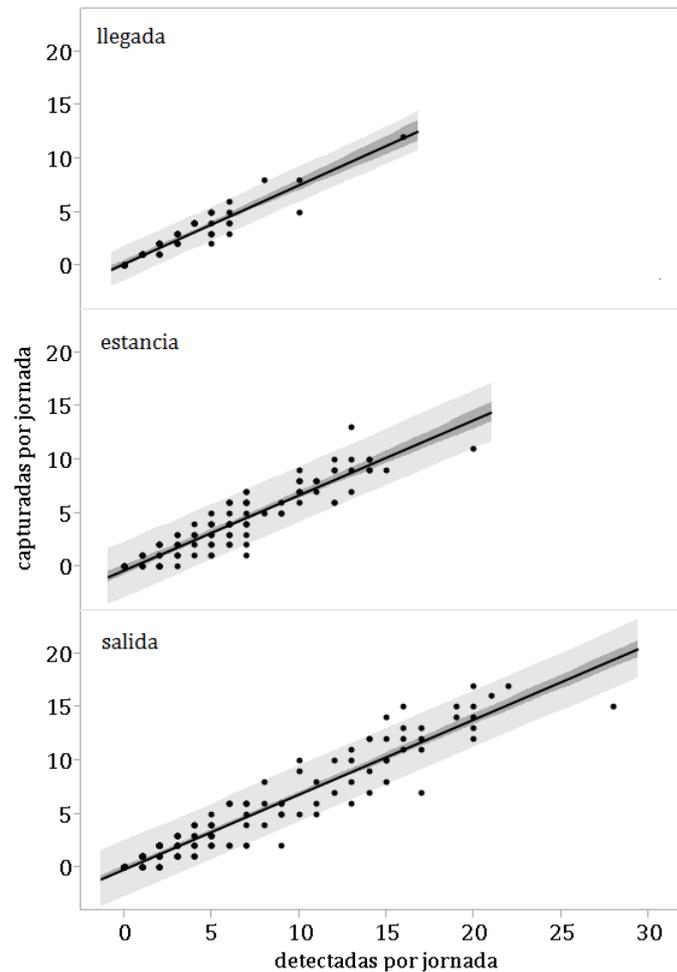
**Figura 41:** Efecto del número de codornices detectadas por jornada sobre el número de codornices capturadas por jornada en Malpartit 2010-14.



**Tabla 25:** Modelos de regresión simple que estiman el efecto del número de codornices detectadas por jornada sobre el número de codornices capturadas en cada una de las tres etapas de la ruta de migración.

etapa	N	R <sup>2</sup>	gl	F	p
llegada	60	0,88	1	443,58	<0,0001
estancia	103	0,84	1	531,61	<0,0001
salida	177	0,91	1	1841,30	<0,0001

**Figura 42:** Efecto del número de codornices detectadas por jornada sobre el número de codornices capturadas por jornada en Malpartit 2010-14 en cada una de las tres etapas de la ruta de migración.



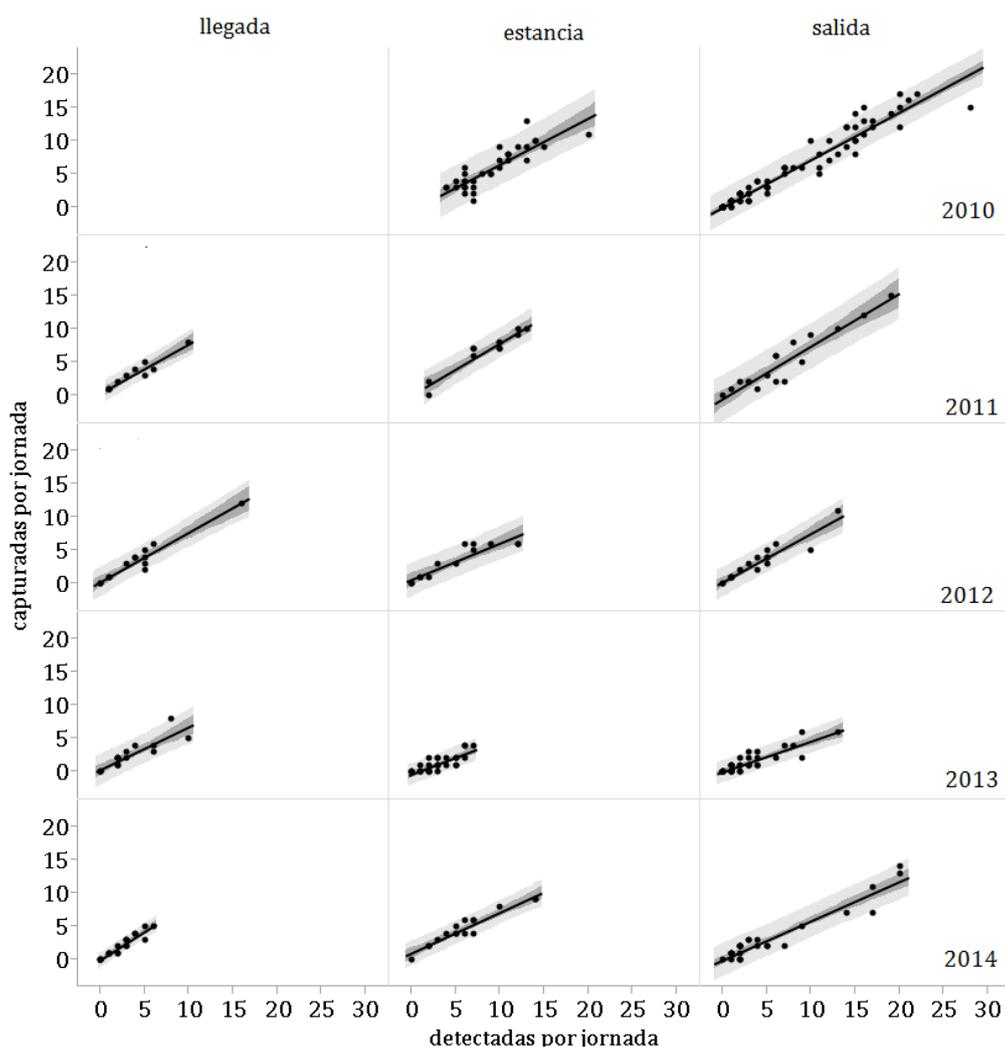
**Tabla 26:** Modelos de regresión simple que estiman el efecto del número de codornices detectadas por jornada sobre el número de codornices capturadas en cada una de las tres etapas de la ruta de migración en cada uno de los cinco años de estudio.

<b>año</b>	<b>etapa</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>gl</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
2010	estancia	33	0,74	1	89,73	<0,0001
	salida	81	0,94	1	1272,86	<0,0001
2011	llegada	10	0,92	1	94,85	<0,0001
	estancia	12	0,90	1	94,44	<0,0001
	salida	17	0,89	1	116,16	<0,0001
2012	llegada	13	0,92	1	135,55	<0,0001
	estancia	13	0,84	1	58,96	<0,0001
	salida	17	0,88	1	108,30	<0,0001

**Tabla 26:** Modelos de regresión simple que estiman el efecto del número de codornices detectadas por jornada sobre el número de codornices capturadas en cada una de las tres etapas de la ruta de migración en cada uno de los cinco años de estudio.

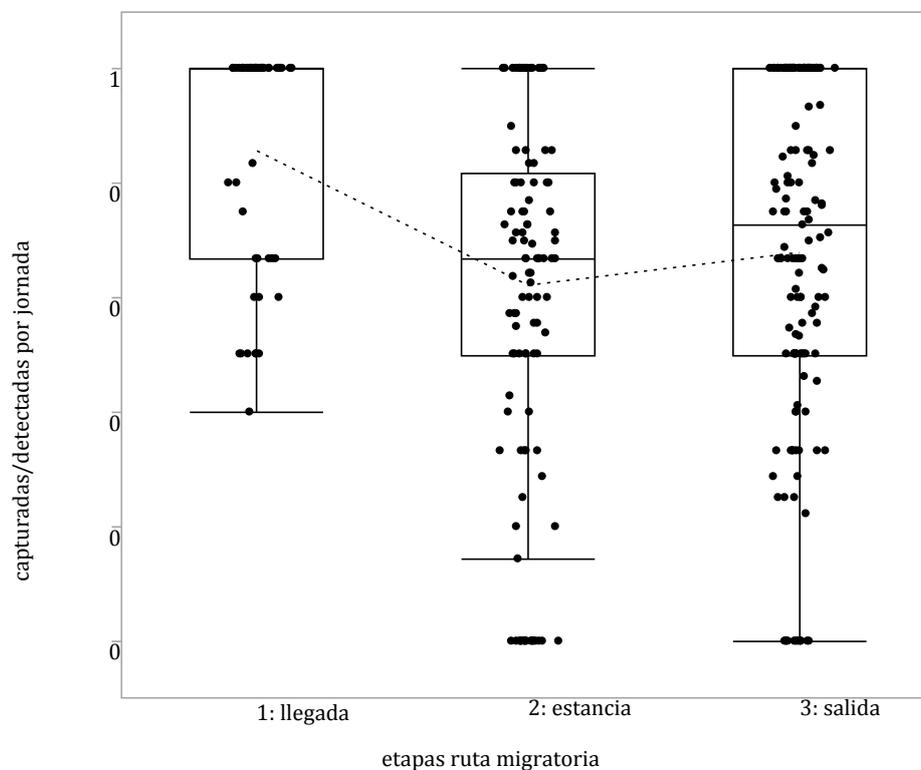
año	etapa	N	R <sup>2</sup>	gl	F	p
2013	llegada	16	0,78	1	50,03	<0,0001
	estancia	29	0,65	1	49,25	<0,0001
	salida	34	0,77	1	105,90	<0,0001
2014	llegada	21	0,90	1	170,21	<0,0001
	estancia	16	0,91	1	140,54	<0,0001
	salida	28	0,91	1	260,46	<0,0001

**Figura 43:** Efecto del número de codornices detectadas por jornada sobre el número de codornices capturadas por jornada en Malpartit 2010-14 en cada una de las tres etapas de la ruta de migración en cada uno de los cinco años de estudio.



El índice global de codornices capturadas/detectadas por jornada es de  $0,69 \pm 0,30$ . El índice varía significativamente entre las etapas de la ruta de migración ( $N=297$ ;  $gl=2$ ;  $\chi^2=23,03$ ;  $p<0,0001$ ). El índice de la etapa de llegada es superior a los índices de las etapas de estancia y salida ( $p<0,0001$  y  $p=0,0002$ ). A su vez, el promedio grupal de la etapa de llegada ( $0,86 \pm 0,2$ ) es superior al promedio global de las tres etapas, el de la etapa de estancia ( $0,62 \pm 0,29$ ) es inferior, y el de la etapa de salida ( $0,68 \pm 0,31$ ) no difiere del promedio global (Figura 65).

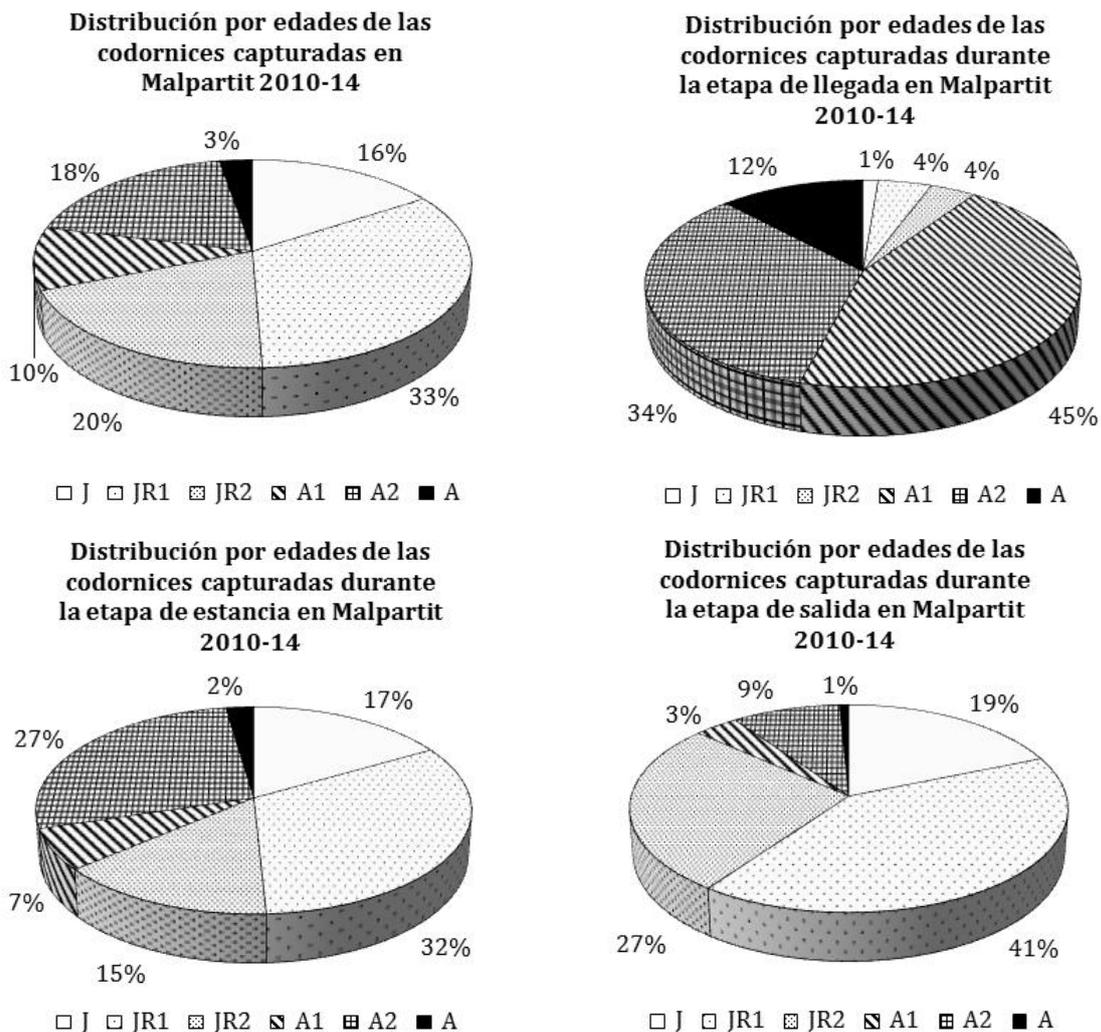
**Figura 44:** Valores individuales (puntos) y cuantiles de la distribución de la variable codornices capturadas/detectadas por jornada. La línea de puntos une las medias de cada etapa de la ruta de migración.



## La estructura de la población a lo largo de las etapas de la ruta migratoria

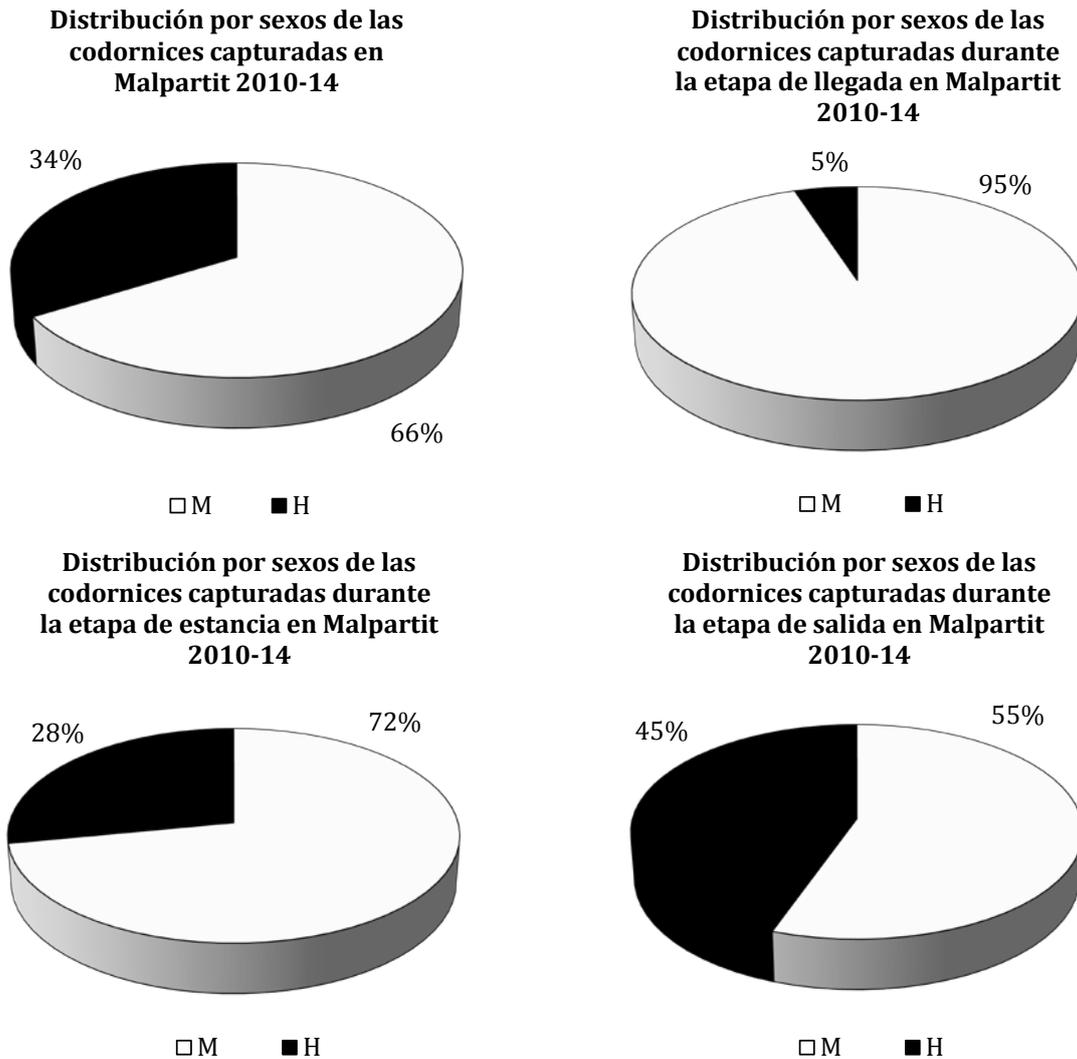
A lo largo de los cinco años de estudio (2010-14) se han capturado 1.244 codornices en Malpartit (tras excluir los ejemplares híbridos y los autocontroles). La distribución por edades señala que 197 codornices (16%) eran juveniles con menos de 2 meses de edad (en adelante J), 417 codornices (34%) eran juveniles con 2-3 meses de edad (en adelante JR1), 244 codornices (20%) eran juveniles de 3-6 meses de edad (en adelante JR2), 122 codornices (10%) eran adultos de 6-9 meses de edad (en adelante A1), 230 codornices (18%) eran adultos de 9-12 meses de edad (en adelante A2) y las 34 codornices restantes (3%) eran adultos con más de 1 año de edad (en adelante A). En la etapa de llegada, los ejemplares de hasta 6 meses de edad (J+JR1+JR2) sólo representan el 9,6% de todas las codornices capturadas. Esa proporción aumenta hasta el 63,8% en la etapa de estancia y hasta el 86,6% en la de salida (Figura 45).

**Figura 45:** Distribución por edades de las codornices capturadas en Malpartit durante 2010-14, en el total de etapas y en cada una de ellas.



La distribución por sexos indica que 823 codornices (66%) eran machos y 421 (34%) eran hembras. En la etapa de llegada, las hembras apenas constituyen el 5% de todas las codornices capturadas. Después, en las etapas de estancia y salida, ya representan el 28% y el 45% de los ejemplares capturados (Figura 46).

**Figura 46:** Distribución por sexos de las codornices capturadas en Malpartit durante 2010-14, en el total de etapas y en cada una de ellas.



Las proporciones de codornices de los diferentes grupos de edad y sexo, expresadas en forma de razones de edades (RE2, RE3, RE4 y R5) y razón de sexos (RS) varían significativamente entre las etapas de la ruta de migración. Y lo hacen tanto a escala global (datos acumulados de 2010-14) como a escala anual.

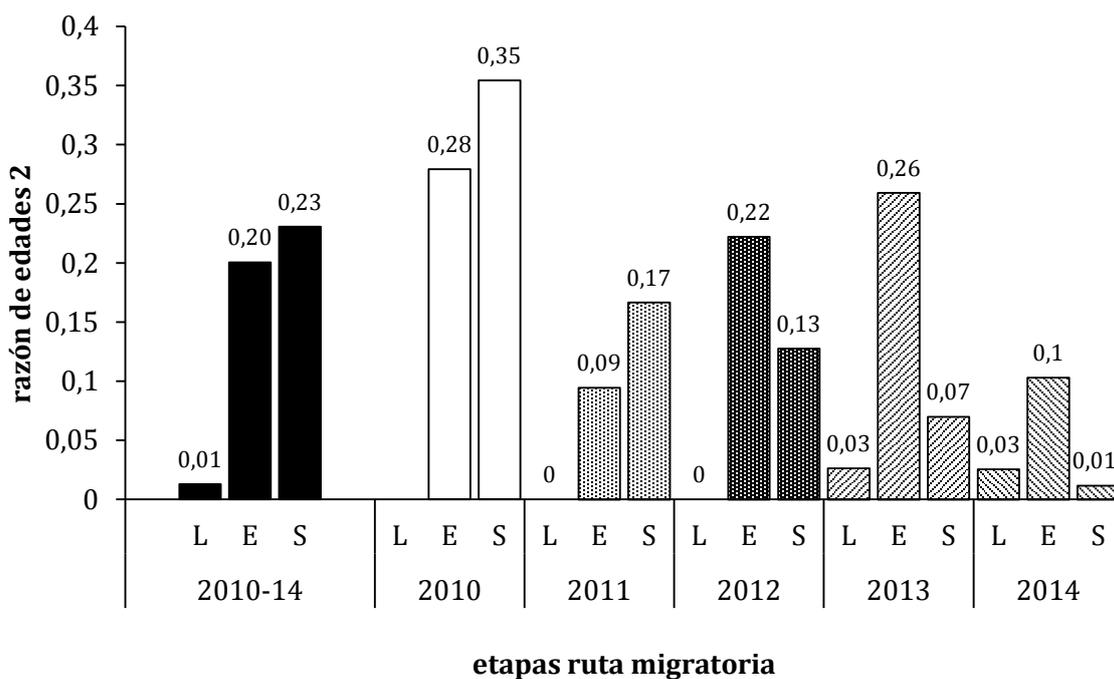
La razón de edades 2

La RE2 J/(JR1+JR2+A1+A2+A) de la etapa de llegada es inferior a la RE2 de las etapas de estancia y salida durante el periodo 2010-14, y en los años 2011 y 2012, también es inferior a la RE2 de la etapa de estancia de 2013. Las RE2 de las etapas de estancia y salida sólo difieren en 2014 (Tabla 27, Figura 47).

**Tabla 27:** Comparación entre las RE2 de las etapas de la ruta de migración

contrastes		2010-14	2010	2011	2012	2013	2014
3 etapas	N	1244	583	197	143	119	202
	Chi <sup>2</sup>	43,62	1,34	8,42	12,49	7,28	6,79
	p	<0,0001	0,2473	0,0148	0,0019	0,0262	0,0335
L vs E	N	588		113	90	73	115
	Chi <sup>2</sup>	34,68		4,84	12,27	6,59	2,20
	p	<0,0001		0,0278	0,0005	0,0103	0,1382
L vs S	N	813		116	99	85	127
	Chi <sup>2</sup>	43,25		8,26	7,83	0,78	0,30
	p	<0,0001		0,004	0,0051	0,3777	0,5841
E vs S	N	1087	583	165	97	80	162
	Chi <sup>2</sup>	0,74	1,34	1,30	0,91	3,53	6,28
	p	0,3885	0,2473	0,2534	0,3394	0,0603	0,0122

**Figura 47:** Razones de edades 2 de las codornices capturadas en Malpartit durante las etapas de llegada (L), estancia (E) y salida (S) a lo largo de 2010-14.



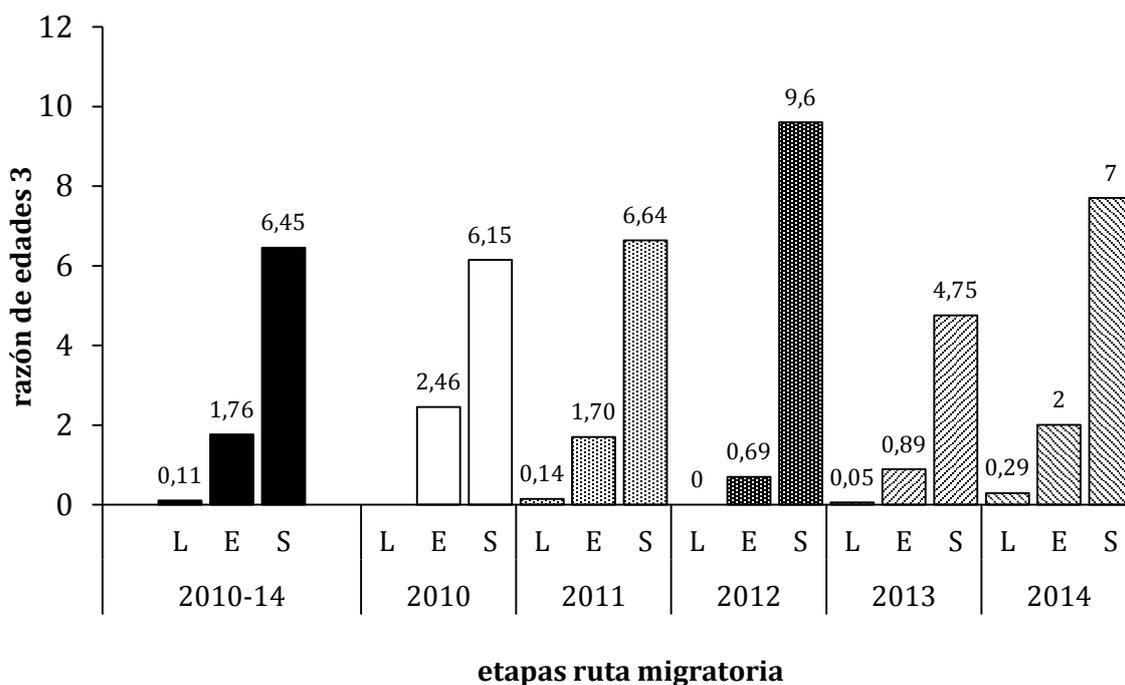
La razón de edades 3

La RE3 (J+JR1+JR2)/(A1+A2+A) de la etapa de llegada es inferior a la RE3 de la etapa de estancia y a su vez, ésta es inferior a la RE3 de la etapa de salida. Esto sucede durante el periodo 2010-14, así como en 2010, 2011, 2012, 2013 y 2014 (Tabla 28, Figura 48).

**Tabla 28:** Comparación entre las RE3 de las etapas de la ruta de migración.

contrastes		2010-14	2010	2011	2012	2013	2014
3 etapas	N	1244	583	197	143	119	202
	Chi <sup>2</sup>	360,55	18,10	59,04	104,74	59,26	55,06
	p	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
L vs E	N	588		113	90	73	115
	Chi <sup>2</sup>	151,86		25,68	30,54	18,75	21,22
	p	<0,0001		<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
L vs S	N	813		116	99	85	127
	Chi <sup>2</sup>	352,42		58,80	104,03	59,26	55,04
	p	<0,0001		<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
E vs S	N	1087	583	165	97	80	162
	Chi <sup>2</sup>	76,29	18,10	13,02	28,90	11,37	11,54
	p	<0,0001	<0,0001	0,0003	<0,0001	0,0007	0,0007

**Figura 48:** Razones de edades 3 de las codornices capturadas en Malpartit durante las etapas de llegada (L), estancia (E) y salida (S) a lo largo de 2010-14.



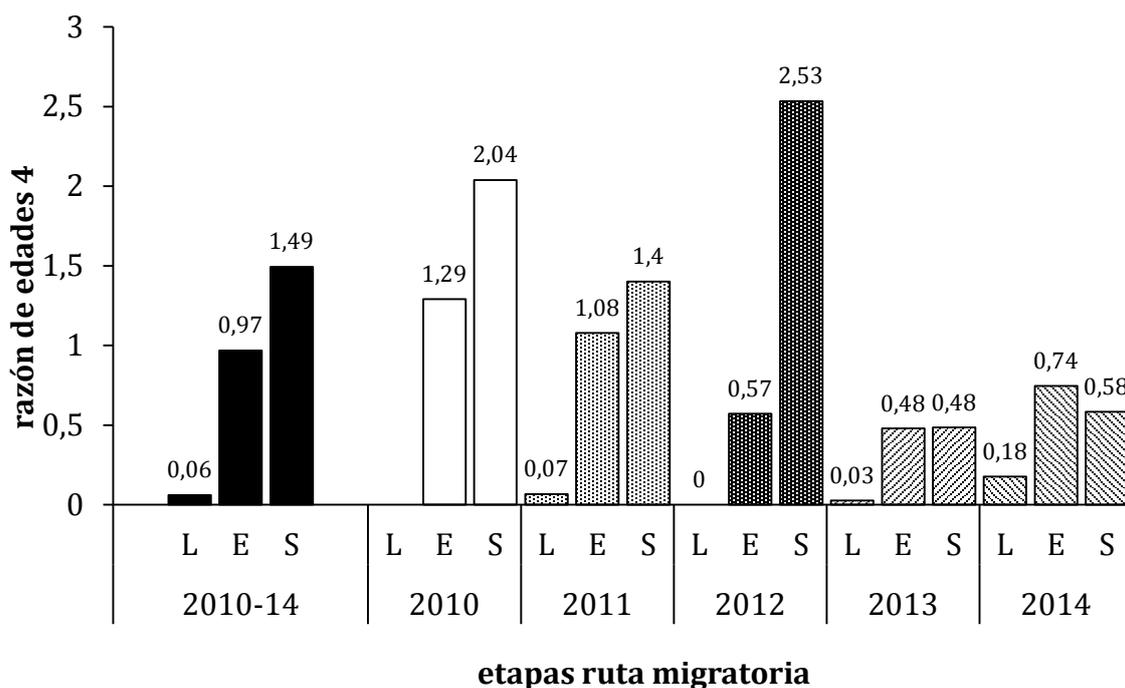
La razón de edades 4

La RE4 (J+JR1)/(JR2+A1+A2+A) de la etapa de llegada es inferior a la RE4 de las etapas de estancia y salida, en el conjunto del periodo de estudio y en cada uno de los años. Además, la RE4 de la etapa de estancia es inferior a la RE4 de la etapa de salida en 2010-14, en 2010 y en 2012 (Tabla 29, Figura 49).

**Tabla 29:** Comparación entre las RE4 de las etapas de la ruta de migración.

contrastes		2010-14	2010	2011	2012	2013	2014
3 etapas	N	1244	583	197	143	119	202
	Chi <sup>2</sup>	174,55	6,44	31,24	68,75	17,25	10,07
	p	<0,0001	0,0112	<0,0001	<0,0001	0,0002	0,0065
L vs E	N	588		113	90	73	115
	Chi <sup>2</sup>	112,19		23,93	26,56	13,14	9,76
	p	<0,0001		<0,0001	<0,0001	0,0003	0,0018
L vs S	N	813		116	99	85	127
	Chi <sup>2</sup>	174,55		30,05	68,70	14,83	6,72
	p	<0,0001		<0,0001	<0,0001	0,0001	0,0095
E vs S	N	1087	583	165	97	80	162
	Chi <sup>2</sup>	12,10	6,44	0,70	12,39	0,00	0,58
	p	0,0005	0,0112	0,4025	0,0004	0,9807	0,4450

**Figura 49:** Razones de edades 4 de las codornices capturadas en Malpartit durante las etapas de llegada (L), estancia (E) y salida (S) a lo largo de 2010-14.



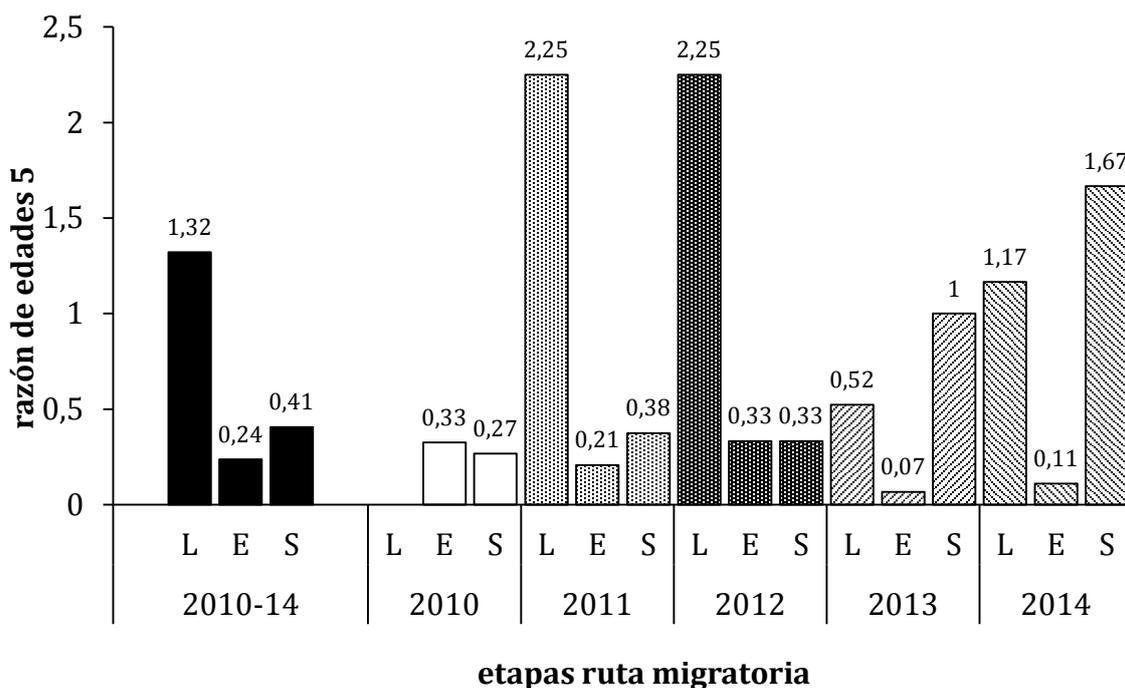
La razón de edades 5

La RE5 (A1/A2) de la etapa de llegada es superior a la RE5 de las etapas de estancia y salida en el conjunto del periodo de estudio y en 2011. A su vez, la RE5 de la etapa de estancia es inferior a la RE5 de la etapa de salida en 2013 y 2014 (Tabla 30, Figura 50).

**Tabla 30:** Comparación entre las RE5 de las etapas de la ruta de migración.

contrastes		2010-14	2010	2011	2012	2013	2014
3 etapas	N	352	109	66	67	56	54
	Chi <sup>2</sup>	43,58	0,18	16,85	Chi <sup>2</sup> no fiable	Chi <sup>2</sup> no fiable	Chi <sup>2</sup> no fiable
	p	<0,0001	0,6722	0,0002			
L vs E	N	269		55	63	48	46
	Chi <sup>2</sup>	41,97		16,01	12,06	5,32	10,55
	p	<0,0001		<0,0001	0,0005	0,0211	0,0012
L vs S	N	206		37	43	40	34
	Chi <sup>2</sup>	16,01		5,63	2,98	0,65	0,19
	p	<0,0001		0,0177	0,0846	0,4197	0,6649
E vs S	N	229	109	40	28	24	28
	Chi <sup>2</sup>	2,80	0,18	0,48	0,00	5,99	7,90
	p	0,0943	0,6722	0,4889	1	0,0144	0,0049

**Figura 50:** Razones de edades 5 de las codornices capturadas en Malpartit durante las etapas de llegada (L), estancia (E) y salida (S) a lo largo de 2010-14.



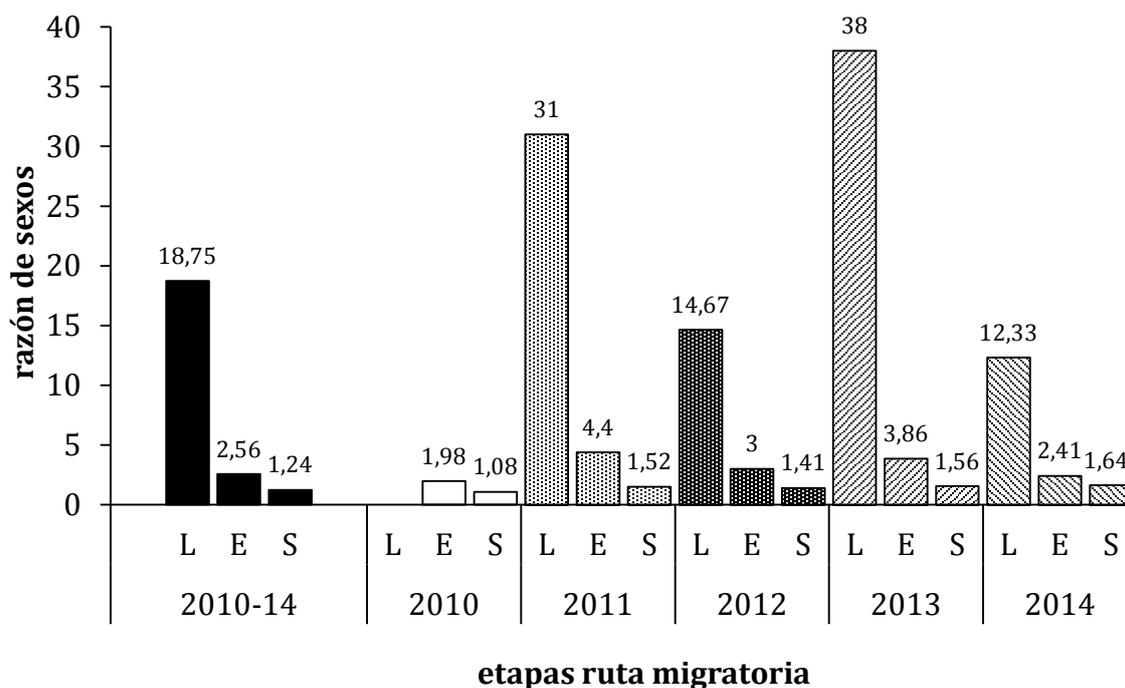
La razón de sexos

La RS M/H de la etapa de llegada es superior a la RS de las etapas de estancia y salida durante el periodo 2010-14 y en cada uno de los años de estudio. La RS de la etapa de estancia es superior a la RS de la etapa de salida durante 2010-14, y en 2010, 2011 (Tabla 31, Figura 51).

**Tabla 31:** Comparación entre las RS de las etapas de la ruta de migración.

contrastes		2010-14	2010	2011	2012	2013	2014
3 etapas	N	1244	583	196	144	119	202
	Chi <sup>2</sup>	116,92	11,62	22,36	18,22	19,49	14,66
	p	<0,0001	0,0007	<0,0001	0,0001	<0,0001	0,0007
L vs E	N	269		113	91	73	115
	Chi <sup>2</sup>	41,97		5,65	6,34	6,59	8,35
	p	<0,0001		0,0175	0,0118	0,0103	0,0039
L vs S	N	813		115	100	85	127
	Chi <sup>2</sup>	106,97		19,19	18,22	19,45	14,64
	p	<0,0001		<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001
E vs S	N	1086	583	164	97	80	162
	Chi <sup>2</sup>	30,62	11,62	9,11	2,96	3,22	1,34
	p	<0,0001	0,0007	0,0025	0,0851	0,0727	0,2480

**Figura 51:** Razones de sexos de las codornices capturadas en Malpartit durante las etapas de llegada (L), estancia (E) y salida (S) a lo largo de 2010-14.



**Los rasgos fenotípicos de las codornices lo largo de las etapas de la ruta migratoria.**

*El tamaño corporal*

El peso medio de las codornices capturadas en Malpartit durante 2010-14 es de 92,2±7,9 gramos: 90,5±7,9 g los machos juveniles, 92,6±6,6 g los machos adultos, 93,8±8,3 g las hembras juveniles y 95,3±8,2 g las hembras adultas. Entendiendo como juveniles (JUV) al conjunto de J+JR1+JR2 y como adultos (ADU) al conjunto de A1+A2+A. El peso de los machos y hembras juveniles varía entre las etapas de la ruta migratoria, también lo hace en los machos JR1 y JR2 y en las hembras J. Las diferencias residen entre las etapas de estancia y salida, presentando ésta última pesos superiores. En la etapa de estancia se han hallado diferencias entre los pesos de machos y hembras en los ejemplares JUV, ADU, JR1, JR2 y A; y en la etapa de salida en los J. En todos los casos, las hembras pesan más que los machos (Tabla 32, Tabla 33, Figura 52).

**Tabla 32:** Esquema de los resultados significativos obtenidos al contrastar el peso de la codorniz de las diferentes etapas y sexos.

sexo	edad	comparación entre etapas				edad	comparación entre sexos		
		L-E-S	L-E	L-S	E-S		en L	en E	en S
M	JUV	*			*	JUV	.	*	*
	ADU					ADU	.	*	
H	JUV	.			*				
	ADU								
M	J					J	.		*
	JR1	*			*	JR1	.	*	
	JR2	*			*	JR2	.	*	
	A1					A1			
	A2					A2			
	A					A	.	*	
H	J	.	.	.	*				
	JR1	.	.	.					
	JR2	.	.	.					
	A1								
	A2								
	A	.	.	.					

Nota: se han señalado con un asterisco los contrastes significativos ( $p < 0,05$ ) y con un punto los contrastes no realizados o no fiables por falta de un nº suficiente de codornices en algún grupo.

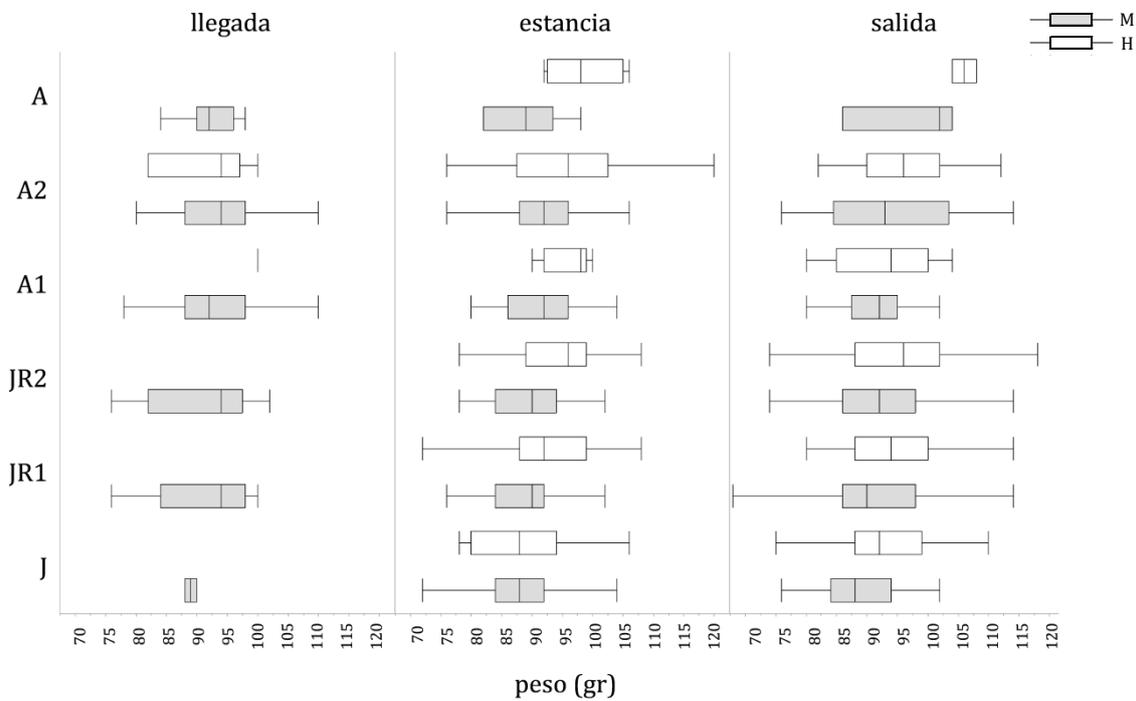
Abreviaturas: M (macho); H (hembra); JUV (juveniles: J+JR1+JR2); ADU (adultos: A1+A2+A).

**Tabla 33:** Media y desviación estándar del peso de las codornices de diferente sexo y edad capturadas en Malpartit a lo largo de las tres etapas durante 2010-14.

sexo	edad	llegada			estancia			salida		
		N	media	desv est	N	media	desv est	N	media	desv est
M	JUV	15	90,8	8,0	192	88,7	6,3	325	91,7	8,5
	ADU	132	92,8	5,9	112	92,0	6,4	33	94,1	9,6
H	JUV	0	.	.	78	91,9	8,2	237	94,4	8,2
	ADU	7	92,6	7,7	43	95,7	8,7	53	95,3	8,0
M	J	2	89,0	1,4	51	87,8	6,9	77	88,6	6,1
	JR1	7	91,1	8,6	93	88,7	6,1	151	92,2	9,0
	JR2	6	91,0	9,4	48	89,5	6,1	97	93,2	8,8
	A1	67	92,7	6,4	23	91,3	6,1	10	91,4	6,3
	A2	47	93,0	5,9	83	92,4	6,4	20	95,0	10,9
	A	18	92,9	3,8	6	88,7	6,4	3	97,3	9,9
H	J	0	.	.	19	88,3	8,7	45	93,1	7,6
	JR1	0	.	.	45	92,6	7,5	114	94,0	7,9
	JR2	0	.	.	14	94,7	8,5	78	95,6	8,9
	A1	1	100,0	.	5	96,0	4,0	12	93,0	8,2
	A2	6	91,3	7,7	34	95,4	9,5	39	95,5	7,7
	A	0	.	.	4	98,5	6,6	2	106,0	2,8

Abreviaturas: M (macho); H (hembra); JUV (juveniles: J+JR1+JR2); ADU (adultos: A1+A2+A).

**Figura 52:** Cuantiles de la distribución del peso de las codornices de diferente sexo y edad capturadas en Malpartit a lo largo de las tres etapas durante 2010-14.



El promedio de la longitud del ala de las codornices capturadas en Malpartit durante 2010-14 es de  $109,3 \pm 2,9$  mm:  $108,3 \pm 2,8$  mm en los machos adultos,  $109 \pm 2,9$  mm en las hembras adultas,  $109,1 \pm 2,8$  mm en los machos juveniles y  $110,6 \pm 2,8$  mm en las hembras juveniles. La longitud del ala de los machos adultos (ADU) varía significativamente entre las etapas de la ruta migratoria: en los meses de llegada, la longitud es mayor que en los meses de estancia y salida. Respecto a la diferencia entre sexos, la longitud del ala de las hembras juveniles (JUV) es mayor que la de los machos durante las etapas de estancia y salida, y la de las hembras adultas (ADU) lo es sólo en la etapa de salida (Tabla 34, Tabla 35, Figura 53).

**Tabla 34:** Esquema de los resultados significativos obtenidos al contrastar la longitud del ala de la codorniz de las diferentes etapas y sexos.

sexo	edad	comparación entre etapas				edad	comparación entre sexos		
		L-E-S	L-E	L-S	E-S		en L	en E	en S
M	JUV					JUV	.	*	*
	ADU	*	*	*		ADU		*	
H	JUV	.							
	ADU								
M	J					J	.		*
	JR1					JR1	.	*	*
	JR2					JR2	.		*
	A1				*	A1			
	A2					A2		*	
	A			*		A	.		*
H	J	.							
	JR1	.							
	JR2	.							
	A1	.							
	A2	.							
	A	.							

Nota: se han señalado con un asterisco los contrastes significativos ( $p < 0,05$ ) y con un punto los contrastes no realizados o no fiables por falta de un  $n^{\circ}$  suficiente de codornices en algún grupo.

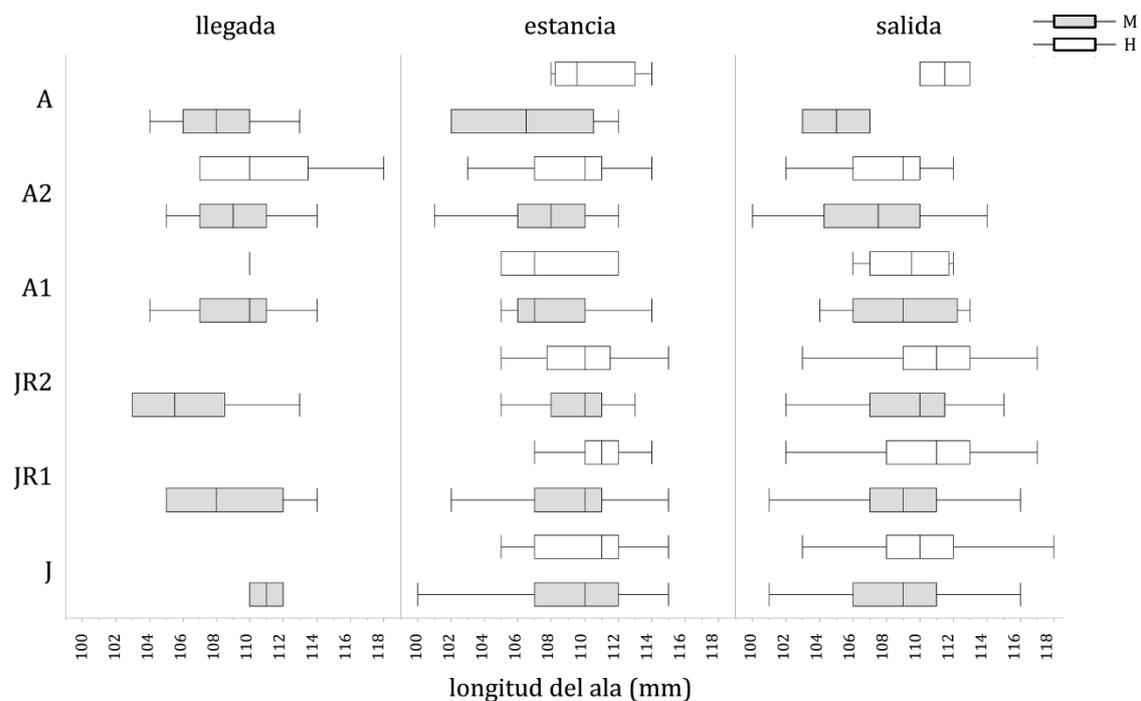
Abreviaturas: M (macho); H (hembra); JUV (juveniles: J+JR1+JR2); ADU (adultos: A1+A2+A).

**Tabla 35:** Media y desviación estándar de la longitud del ala de las codornices de diferente sexo y edad capturadas en Malpartit a lo largo de las tres etapas durante 2010-14.

sexo	edad	llegada			estancia			salida		
		N	media	desv est	N	media	desv est	N	media	desv est
M	JUV	15	108,0	3,7	195	109,3	2,6	328	109,0	2,9
	ADU	135	108,8	2,6	113	107,9	2,6	35	107,7	3,5
H	JUV	0	.	.	75	110,4	2,4	238	110,7	2,9
	ADU	7	110,6	3,9	43	109,3	2,7	53	108,5	2,8
M	J	2	111,0	1,4	53	109,6	3,3	77	108,7	3,0
	JR1	7	108,7	3,6	95	109,1	2,5	154	109,0	2,8
	JR2	6	106,2	3,7	47	109,2	2,0	97	109,3	3,0
	A1	69	109,0	2,6	23	108,2	2,4	12	108,8	3,2
	A2	47	108,9	2,6	84	108,0	2,5	20	107,4	3,7
	A	19	108,3	2,4	6	106,5	4,1	3	105,0	2,0
H	J	0	.	.	19	109,9	2,8	46	110,3	3,1
	JR1	0	.	.	42	110,7	2,1	115	110,7	2,9
	JR2	0	.	.	14	110,0	2,9	77	110,9	2,8
	A1	1	110,0	.	5	108,2	3,6	12	109,3	2,3
	A2	6	110,7	4,3	34	109,4	2,6	39	108,1	2,9
	A	0	.	.	4	110,3	2,6	2	111,5	2,1

Abreviaturas: M (macho); H (hembra); JUV (juveniles: J+JR1+JR2); ADU (adultos: A1+A2+A).

**Figura 53:** Cuantiles de la distribución de la longitud del ala de las codornices de diferente sexo y edad capturadas en Malpartit a lo largo de las tres etapas durante 2010-14.



La acumulación de reservas

El grosor medio de la banda de grasa intercostal de las codornices capturadas en Malpartit durante 2010-14 es de  $6,4 \pm 5$  mm:  $4,4 \pm 3,9$  mm en las hembras adultas,  $5,9 \pm 4,2$  mm en los machos adultos,  $6,8 \pm 5,3$  mm en las hembras juveniles y  $6,9 \pm 5,2$  mm en los machos juveniles. Tanto en los machos y hembras juveniles (JUV) como en los adultos (ADU), la anchura de la banda de grasa varía significativamente entre las etapas de la ruta migratoria. En los machos juveniles, durante la etapa de estancia, el grosor de la banda de grasa es menor que en las etapas de llegada y salida. Además, en los machos adultos, se aprecia que la acumulación de grasa en la etapa de salida también es mayor que en la etapa de llegada. En las hembras, la banda de grasa es más gruesa en los meses de salida que en los de estancia. Los machos adultos (ADU) presentan una mayor acumulación de grasa que las hembras durante los meses de estancia y salida (Tabla 36, Tabla 37, Figura 54).

**Tabla 36:** Esquema de los resultados significativos obtenidos al contrastar el grosor de la banda intercostal de grasa de la codorniz de las diferentes etapas y sexos.

sexo	edad	comparación entre etapas				edad	comparación entre sexos		
		L-E-S	L-E	L-S	E-S		en L	en E	en S
M	JUV	*	*		*	JUV	.		
	ADU	*	*	*	*	ADU		*	*
H	JUV	.	.	.	*				
	ADU	*			*				
M	J	*			*	J	.		
	JR1	*	*		*	JR1	.		
	JR2	*	*		*	JR2	.		*
	A1	*	*	*	*	A1			*
	A2	*	*		*	A2		*	
	A					A	.		
H	J	.	.	.	*				
	JR1	.	.	.	*				
	JR2	.	.	.	*				
	A1								
	A2				*				
	A	.	.	.					

Nota: se han señalado con un asterisco los contrastes significativos ( $p < 0,05$ ) y con un punto los contrastes no realizados o no fiables por falta de un  $n^{\circ}$  suficiente de codornices en algún grupo.

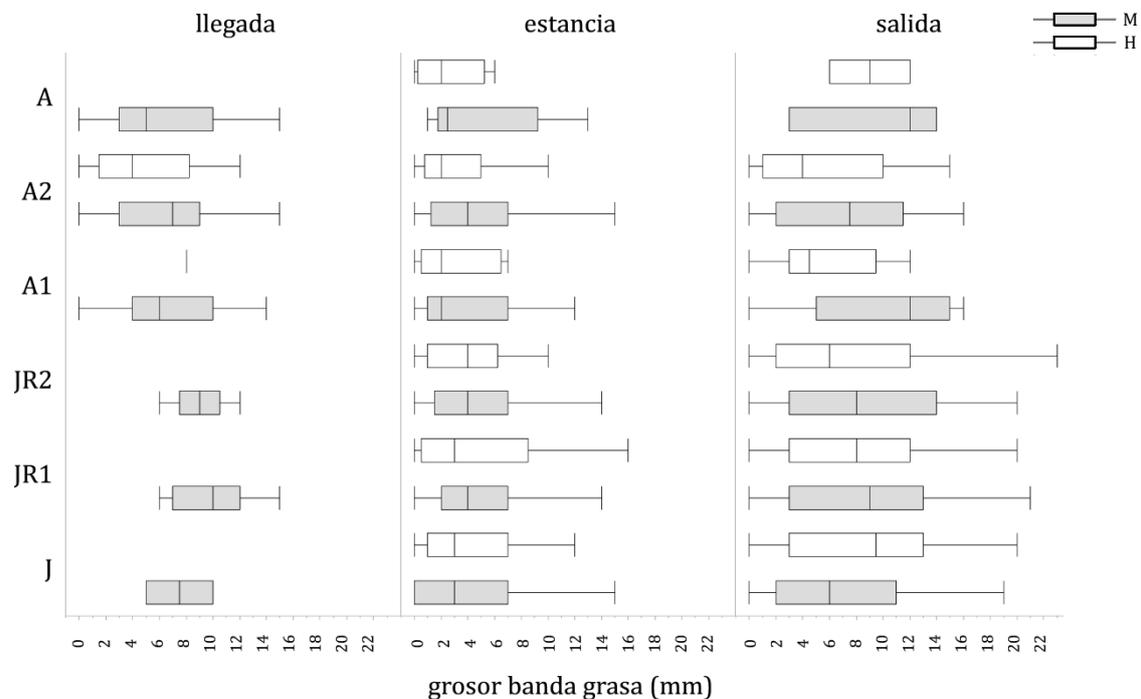
Abreviaturas: M (macho); H (hembra); JUV (juveniles: J+JR1+JR2); ADU (adultos: A1+A2+A).

**Tabla 37:** Media y desviación estándar del grosor de la banda intercostal de grasa de las codornices de diferente sexo y edad capturadas en Malpartit a lo largo de las tres etapas durante 2010-14.

sexo	edad	llegada			estancia			salida		
		N	media	desv est	N	media	desv est	N	media	desv est
M	JUV	15	9,2	2,8	195	4,5	3,8	328	8,2	5,6
	ADU	133	6,5	3,7	113	4,5	4,0	34	8,1	5,4
H	JUV	0	.	.	78	4,2	4,3	239	7,6	5,4
	ADU	7	5,3	4,0	43	3,0	2,7	53	5,4	4,5
M	J	2	7,5	3,5	52	4,2	4,0	77	6,5	4,8
	JR1	7	9,9	3,3	94	4,6	3,8	154	8,8	5,7
	JR2	6	9,0	2,0	49	4,5	3,6	97	8,6	5,6
	A1	67	6,8	3,6	23	4,1	4,0	11	9,8	5,7
	A2	47	6,3	3,7	84	4,6	4,0	20	7,0	5,1
	A	19	6,2	4,2	6	4,8	4,7	3	9,7	5,9
H	J	0	.	.	19	4,3	4,2	46	8,3	5,5
	JR1	0	.	.	45	4,3	4,8	115	7,8	5,3
	JR2	0	.	.	14	3,9	3,0	78	6,9	5,4
	A1	1	8,0	.	5	3,2	3,1	12	5,5	3,7
	A2	6	4,8	4,2	34	3,1	2,7	39	5,2	4,7
	A	0	.	.	4	2,5	2,6	2	9,0	4,2

Abreviaturas: M (macho); H (hembra); JUV (juveniles: J+JR1+JR2); ADU (adultos: A1+A2+A).

**Figura 54:** Cuantiles de la distribución del grosor de la banda intercostal de grasa de las codornices de diferente sexo y edad capturadas en Malpartit a lo largo de las tres etapas durante 2010-14.



*El diseño del patrón de coloración del plumaje en el pecho y la garganta*

El 59% de los machos capturados en Malpartit durante 2010-14 presentaban el pecho sin motas, el 39,5% con pocas motas y el 1,5% con muchas motas, similar al de las hembras. Todas las hembras, salvo un ejemplar adulto, presentaban el pecho muy moteado, tal y como corresponde a su sexo. La proporción de machos con pecho sin moteado (categoría 0) y con pecho poco moteado (categoría 1) varía significativamente entre las etapas de la ruta migratoria. La presencia de machos con pecho poco moteado en la etapa de llegada (12,1%) es menor que en la etapa de estancia (40,6%), y su vez, ésta es menor que en la etapa de salida (49%). En los machos JUV (todos los juveniles) se confirman las diferencias entre la etapa de llegada y estancia (20% vs 58,9%) y la de llegada y salida (20% vs 53,5%). Sucede lo mismo con los machos J (0% en llegada, 69,8% en estancia y 64,5% en salida) y con los machos JR2 (0% en llegada, 49% en estancia y 39,2% en salida). En los machos A2 y A se registran diferencias entre las etapas de llegada y salida (17% vs 0% y 10,5% vs 66,7%) (Tabla 38, Tabla 39, Figura 65).

**Tabla 38:** Esquema de los resultados significativos obtenidos al contrastar la coloración del pecho de los machos de codorniz en las etapas de la ruta migratoria.

sexo	edad	comparación entre etapas			
		L-E-S	L-E	L-S	E-S
M	JUV+ADU	*	*	*	*
M	JUV ADU	*	*	*	
M	J	.	*	*	
	JR1	.			
	JR2	.	*	*	
	A1	.			
	A2	.		*	
	A	.		*	.

Nota: se han señalado con un asterisco los contrastes significativos ( $p < 0,05$ ), y con un punto los contrastes no realizados o no fiables por falta de un nº suficiente de codornices en algún grupo. Se han contrastado las categorías de pecho 0-1.

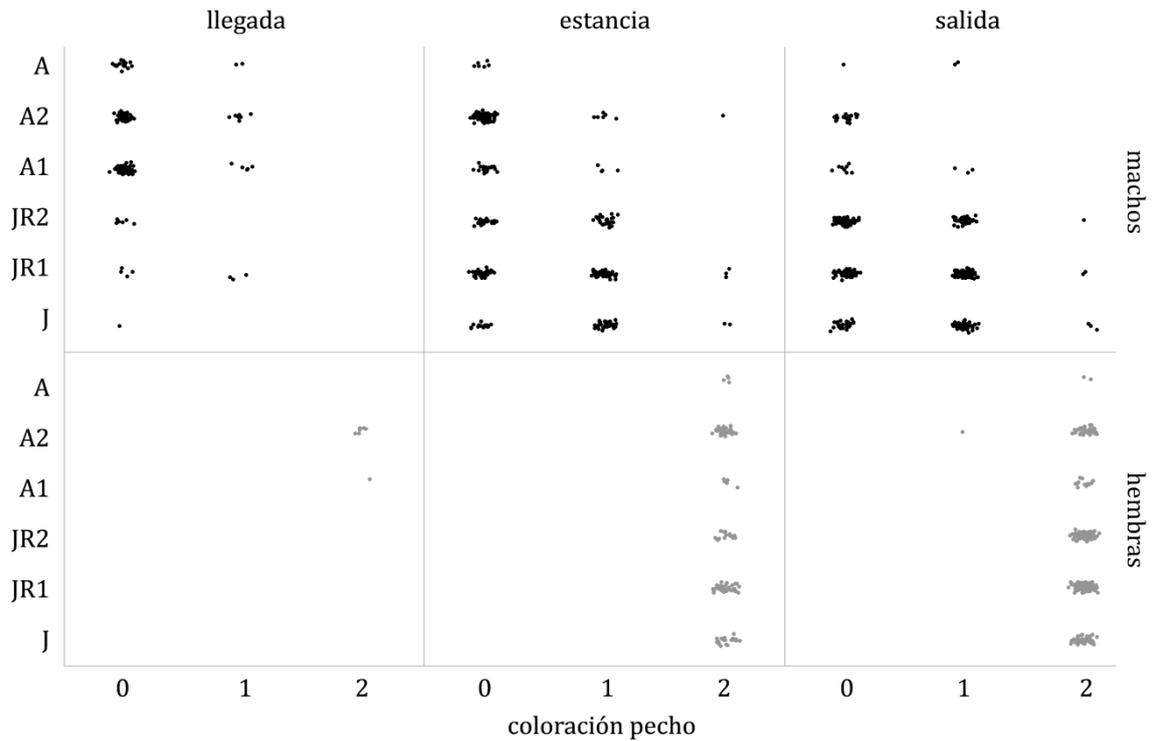
Abreviaturas: M (macho); JUV (juveniles: J+JR1+JR2); ADU (adultos: A1+A2+A).

**Tabla 39:** Porcentaje de codornices capturadas en Malpartit durante 2010-14, según la coloración del pecho, el sexo, la edad y la etapa de captura.

sexo	edad	llegada			estancia			salida		
		pecho			pecho			pecho		
		0	1	2	0	1	2	0	1	2
M	JUV	80	20	0	38,6	58,9	2,5	44,6	53,5	1,8
	ADU	88,8	11,2	0	90,3	8,8	0,9	85,3	14,7	0
H	JUV	.	.	.	0	0	100	0	0	100
	ADU	0	0	100	0	0	100	0	1,9	98,1
M	J	100	0	0	26,4	69,8	3,8	31,6	64,5	3,9
	JR1	57,1	42,9	0	38,9	57,9	3,2	41,6	57,1	1,3
	JR2	100	0	0	51,0	49	0	59,8	39,2	1,0
	A1	92,6	7,4	0	82,6	17,4	0	72,7	27,3	0
	A2	83,0	17	0	91,7	7,1	1,2	100	0	0
	A	89,5	10,5	0	100	0	0	33,3	66,7	0
H	J	.	.	.	0	0	100	0	0	100
	JR1	.	.	.	0	0	100	0	0	100
	JR2	.	.	.	0	0	100	0	0	100
	A1	0	0	100	0	0	100	0	0	100
	A2	0	0	100	0	0	100	0	2,6	97,4
	A	.	.	.	0	0	100	0	0	100

Abreviaturas: M (macho); H (hembra); JUV (juveniles: J+JR1+JR2); ADU (adultos: A1+A2+A).

**Figura 55:** Distribución del número de codornices capturadas en Malpartit durante 2010-14, según la coloración del pecho, el sexo, la edad y la etapa de captura.



El 17,1% de los machos de codorniz capturados en Malpartit durante 2010-14 presentaban la garganta sin ancla (garganta 0), el 28,3% tenían una garganta con inicio de ancla sobre fondo claro (garganta 1), el 21,8% mostraban una garganta con el ancla formada sobre un fondo claro (garganta 2), el 17,6% poseían una garganta con inicio de ancla sobre fondo oscuro (garganta 3), el 13,8% exhibían una garganta con ancla formada sobre fondo y oscuro (garganta 4), y sólo el 1,5% lucían una garganta oscura uniforme (garganta 5). Todas las hembras presentaban la garganta sin ancla. La proporción de machos con gargantas de cada tipo varía significativamente entre las etapas de la ruta migratoria: en la etapa de llegada predominan los machos de gargantas oscuras (gargantas 3-4; 24,2%-47%), en la etapa de estancia, los machos con gargantas muy claras (gargantas 0-1; 19,7%-32,4%), y en la etapa de salida los machos de gargantas claras (gargantas 0-1-2; 20,7%-34,85%-29,3%). En el caso particular de los machos ADU (todos los adultos), predominan los de garganta 4 (51,5%) en la llegada, los de garganta 2-3-4 (20,5%-38,4%-34,8%) en la estancia y los de garganta 3 (67,6%) a la salida (Tabla 40, Tabla 41, Figura 56).

**Tabla 40:** Esquema de los resultados significativos obtenidos al contrastar la coloración de la garganta de la codorniz en las etapas de la ruta migratoria.

sexo	edad	comparación entre etapas			
		L-E-S	L-E	L-S	E-S
M	JUV+ADU	*	*	*	*
M	JUV	.	.	.	*
	ADU	*	*	*	*
M	J	.	.	.	.
	JR1	.	.	.	*
	JR2	.	.	.	.
	A1	.	.	.	.
	A2	*	*	*	*
	A	.	.	.	.

Nota: se han señalado con un asterisco los contrastes significativos ( $p < 0,05$ ), y con un punto los contrastes no realizados o no fiables por falta de un nº suficiente de codornices en algún grupo. En JUV, J, JR1 y JR2 se han contrastado las gargantas 0-1-2-3 y en ADU, A1, A2 y A las gargantas 2-3-4.

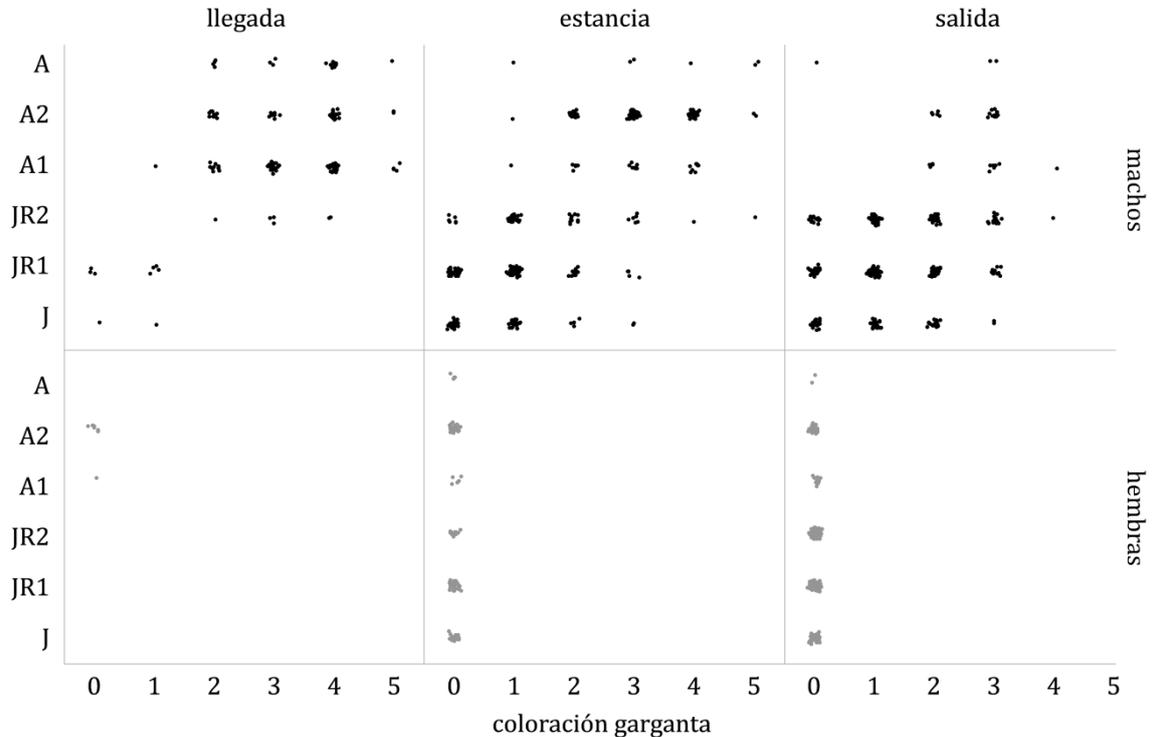
Abreviaturas: M (macho); JUV (juveniles: J+JR1+JR2); ADU (adultos: A1+A2+A).

**Tabla 41:** Porcentaje de codornices capturadas en Malpartit durante 2010-14, según la coloración de la garganta, el sexo, la edad y la etapa de captura.

sexo	edad	llegada					estancia					salida							
		garganta					garganta					garganta							
		0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5
M	JUV	27	33	7	20	13	0	31	49	13	6	1	1	23	38	30	9	0	0
	ADU	0	1	18	25	51	5	0	3	21	38	35	4	3	0	26	68	3	0
H	JUV	.	.	.	.	.	.	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
	ADU	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
M	J	50	50	0	0	0	0	45	43	8	4	0	0	34	39	25	3	0	0
	JR1	43	57	0	0	0	0	33	53	11	4	0	0	22	44	27	7	0	0
	JR2	0	0	17	50	33	0	12	49	22	12	2	2	14	29	38	18	1	0
	A1	0	1	15	31	47	6	0	4	22	39	35	0	0	0	36	55	9	0
	A2	0	0	21	19	55	4	0	1	22	39	36	2	0	0	25	75	0	0
	A	0	0	21	16	58	5	0	17	0	33	17	33	33	0	0	67	0	0
H	J	.	.	.	.	.	.	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
	JR1	.	.	.	.	.	.	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
	JR2	.	.	.	.	.	.	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
	A1	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
	A2	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
	A	.	.	.	.	.	.	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0

Abreviaturas: M (macho); H (hembra); JUV (juveniles: J+JR1+JR2); ADU (adultos: A1+A2+A).

**Figura 56:** Distribución del número de codornices capturadas en Malpartit durante 2010-14, según la coloración de la garganta, el sexo, la edad y la etapa de captura.



La fenología de la reproducción

El 23,4% de las codornices capturadas en Malpartit durante 2010-14 presentaban alguna rémige primaria en muda activa: el 7,8% de los machos adultos, el 26,9% de los machos juveniles, el 29% de las hembras juveniles y el 31,1% de las hembras adultas. Las proporciones de codornices con primarias en muda activa varían significativamente entre las etapas de la ruta migratoria. El porcentaje de codornices en muda activa durante la etapa de llegada es inferior al de la etapa de estancia, y a su vez, éste último es inferior al de la etapa de salida (1,9% < 20,9% < 30,3%). Esto sucede tanto en los machos (2% < 19,7% < 28,5%) como en las hembras (0% < 24% -32,5%). En el caso particular de los adultos, las proporciones de los machos varían entre las tres etapas (0,7% < 6,2% < 41,2%) y las de las hembras lo hacen sólo entre la primera y las otras dos (0% < 25,6%-39,6%) (Tabla 42, Tabla 43, Figura 57).

**Tabla 42:** Esquema de los resultados significativos obtenidos al contrastar el estado de muda (primarias) de la codorniz en las etapas de la ruta migratoria.

sexo	edad	comparación entre etapas			
		L-E-S	L-E	L-S	E-S
M+H	JUV+ADU	*	*	*	*
M	JUV+ADU	*	*	*	*
H	JUV+ADU	*	*	*	
M	JUV				
	ADU	*	*	*	*
H	JUV	.	.	.	
	ADU	.	*	*	
M	J	.		*	
	JR1		*		
	JR2	.			*
	A1	.		*	
	A2	*	*	*	*
	A	.	.	*	.
H	J	.	.	.	
	JR1	.	.	.	
	JR2	.	.	.	*
	A1	.	.	.	.
	A2	.		*	*
	A	.	.	.	.

Nota: se han señalado con un asterisco los contrastes significativos ( $p < 0,05$ ), y con un punto los contrastes no realizados o no fiables por falta de un n  suficiente de codornices en algún grupo.

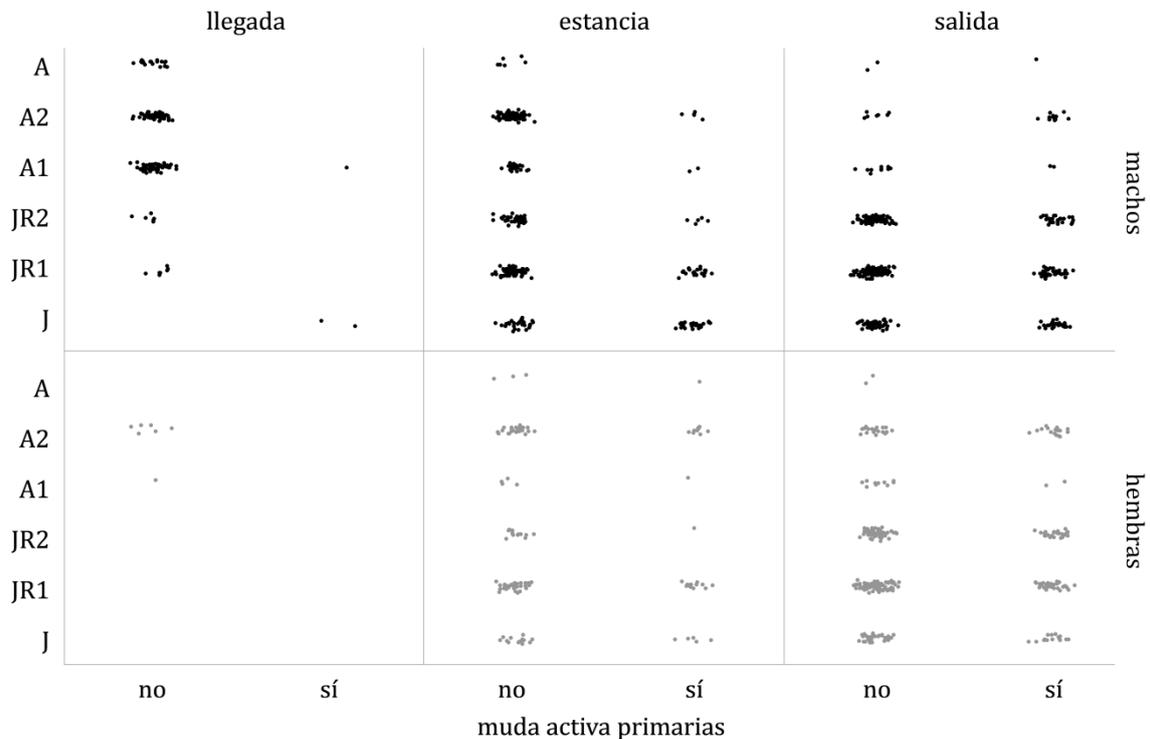
Abreviaturas: M (macho); H (hembra); JUV (juveniles: J+JR1+JR2); ADU (adultos: A1+A2+A).

**Tabla 43:** Porcentaje de codornices capturadas en Malpartit durante 2010-14, según el estado de muda de las primarias, el sexo, la edad y la etapa de captura.

sexo	edad	llegada		estancia		salida	
		muda activa		muda activa		muda activa	
		no	sí	no	sí	no	sí
M	JUV	86,7	13,3	72,6	27,4	72,9	27,1
	ADU	99,3	0,7	93,8	6,2	58,8	41,2
H	JUV	.	.	76,9	23,1	69	31
	ADU	100	0	74,4	25,6	60,4	39,6
M	J	0	100	52,8	47,2	63,6	36,4
	JR1	100	0	74,7	25,3	77,3	22,7
	JR2	100	0	89,8	10,2	73,2	26,8
	A1	98,6	1,4	91,3	8,7	83,3	16,7
	A2	100	0	94	6	42,1	57,9
	A	100	0	100	0	66,7	33,3
H	J	.	.	73,7	26,3	67,4	32,6
	JR1	.	.	73,3	26,7	71,3	28,7
	JR2	.	.	92,9	7,1	66,7	33,3
	A1	100	0	80	20	83,3	16,7
	A2	100	0	73,5	26,5	51,3	48,7
	A	.	.	75	25	100	0

Abreviaturas: M (macho); H (hembra); JUV (juveniles: J+JR1+JR2); ADU (adultos: A1+A2+A).

**Figura 57:** Distribución del número de codornices capturadas en Malpartit durante 2010-14, según el estado de muda de las primarias, el sexo, la edad y la etapa de captura.



En el 58,7% de las codornices capturadas en Malpartit durante 2010-14, se ha observado que la última primaria mudada estaba localizada en la parte más externa del ala. Se ha considerado que la parte más externa del ala va de la 5ª a la 7ª primaria en los juveniles (50,3%) y de la 7ª a la 10ª primaria en los adultos (77,4%). La proporción de codornices que presentan la última pluma mudada en la región más externa del ala varía significativamente entre las etapas. Los machos juveniles en esa situación son más abundantes en la etapa de llegada (66,7%) que en la de estancia (35,6%) y menos abundantes en la etapa de estancia que en la de salida (57,6%). Esto último también sucede en las hembras juveniles (estancia 28,6% < salida 58,2%). En los machos y hembras adultos, la proporción de codornices en esa situación (última primaria mudada localizada en la parte externa del ala) es mayor en la etapa de llegada (100% que en la etapa de estancia (84,1% M y 69,8% H), y la de ésta es mayor que la de salida (32,4% M y 37,7% H) (Tabla 44, Tabla 45, Figura 58)

**Tabla 44:** Esquema de los resultados significativos obtenidos al contrastar las últimas primarias mudadas en la codorniz en las etapas de la ruta migratoria.

sexo	edad	comparación entre etapas			
		L-E-S	L-E	L-S	E-S
M+H	JUV+ADU	*	*	*	*
M	JUV+ADU	*	*	*	*
H	JUV+ADU	.	.	.	*
M	JUV	*	*		*
	ADU	*	*	*	*
H	JUV	.	.	.	*
	ADU	.	*	*	*
M	J	.	*		*
	JR1	.			*
	JR2	.	*	*	
	A1	.	*	*	
	A2	*	*	*	*
	A	.		*	.
H	J	.	.	.	
	JR1	.	.	.	*
	JR2	.	.	.	*
	A1	.	.	.	.
	A2	.	*	*	*
	A	.	.	.	.

Nota: se han señalado con un asterisco los contrastes significativos ( $p < 0,05$ ), y con un punto los contrastes no realizados o no fiables por falta de un  $n^{\circ}$  suficiente de codornices en algún grupo. En JUV, J, JR1 y JR2 se han contrastado de P3 a P4 en el bloque de plumas internas y de P5 a P7 en el bloque de plumas externas; en ADU, A1, A2, A se han contrastado de P1 a P6 en el bloque de plumas internas y de P7 a P10 en el bloque de plumas externas.

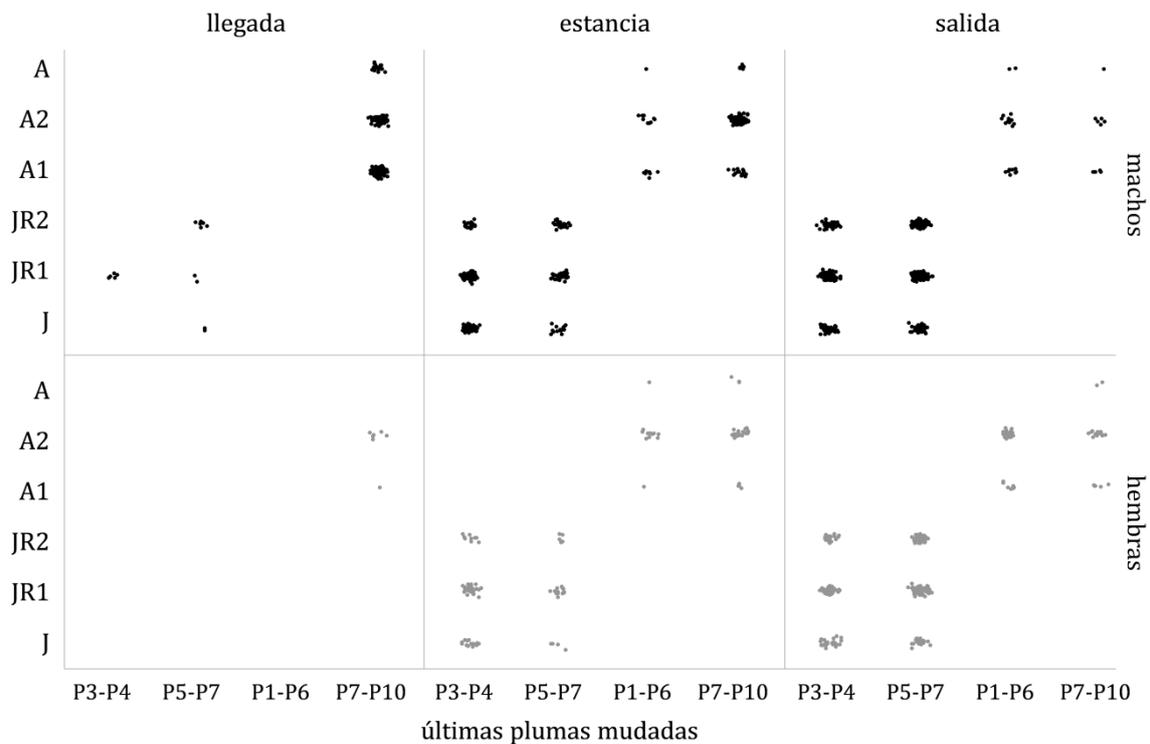
Abreviaturas: M (macho); H (hembra); JUV (juveniles: J+JR1+JR2); ADU (adultos: A1+A2+A).

**Tabla 45:** Porcentaje de codornices capturadas en Malpartit durante 2010-14, según las últimas primarias mudadas, el sexo, a edad y la etapa de captura.

sexo	edad	llegada				estancia				salida			
		última P mudada				última P mudada				última P mudada			
		3-4	5-7	1-6	7-10	3-4	5-7	1-6	7-10	3-4	5-7	1-6	7-10
M	JUV	33,3	66,7	.	.	64,4	35,6	.	.	42,4	57,6	.	.
	ADU	.	.	0	100	.	.	15,9	84,1	.	.	67,6	32,4
H	JUV	.	.	.	.	71,4	28,6	.	.	41,8	58,2	.	.
	ADU	.	.	0	100	.	.	30,2	69,8	.	.	62,3	37,7
M	J	0	100	.	.	72,5	27,5	.	.	55,8	44,2	.	.
	JR1	71,4	28,6	.	.	70,5	29,5	.	.	42,9	57,1	.	.
	JR2	0	100	.	.	43,8	56,3	.	.	30,9	69,1	.	.
	A1	.	.	0	100	.	.	34,8	65,2	.	.	66,7	33,3
	A2	.	.	0	100	.	.	10,7	89,3	.	.	68,4	31,6
	A	.	.	0	100	.	.	16,7	83,3	.	.	66,7	33,3
H	J	.	.	.	.	77,8	22,2	.	.	54,3	45,7	.	.
	JR1	.	.	.	.	71,1	28,9	.	.	45,2	54,8	.	.
	JR2	.	.	.	.	64,3	35,7	.	.	29,5	70,5	.	.
	A1	.	.	0	100	.	.	20	80	.	.	58,3	41,7
	A2	.	.	0	100	.	.	32,4	67,6	.	.	66,7	33,3
	A	.	.	.	.	.	.	25	75	.	.	0	100

Abreviaturas: M (macho); H (hembra); JUV (juveniles: J+JR1+JR2); ADU (adultos: A1+A2+A).

**Figura 58:** Distribución del número de codornices capturadas en Malpartit durante 2010-14, según las últimas primarias mudadas, el sexo, la edad y la etapa de captura.



El 17,9% de las codornices capturadas en Malpartit durante 2010-14 presentaban o habían presentado placas incubatrices: el 1,1% de los machos juveniles, el 20,8% de las hembras juveniles, el 21,9% de los machos adultos y el 86,4% de las hembras adultas. La proporción de codornices con placas incubatrices varía significativamente entre las etapas, es mayor en los meses de estancia (27,1%) que en los de llegada y salida (12,1% llegada, 13,3% salida). En los dos sexos, los ejemplares que presentan placas son más abundantes en la llegada y en la estancia (llegada 8,7% M y 85,7% H; estancia 14,8% M y 58,7% H) que en la salida (2,5% M y 26,7% H). En los casos particulares de los machos y hembras ADU y A2, y de las hembras JUV, JR1 y JR2, la proporciones de codornices con placas o restos de ellas también son mayores en los meses de estancia que en los de salida (Tabla 46, Tabla 47, Figura 59).

**Tabla 46:** Esquema de los resultados significativos obtenidos al contrastar la proporción de codornices con placas incubatrices en las diferentes etapas de la ruta migratoria.

sexo	edad	comparación entre etapas			
		L-E-S	L-E	L-S	E-S
M+H	JUV+ADU	*	*		*
M	JUV+ADU	*		*	*
H	JUV+ADU	*		*	*
M	JUV	.			
	ADU	*	*		*
H	JUV	.	.	.	*
	ADU	*	*		*
M	J	.	.	.	.
	JR1	.	.		
	JR2	.			
	A1	.	*		
	A2	*	*		*
	A	.	*		.
H	J	.	.	.	
	JR1	.	.	.	*
	JR2	.	.	.	*
	A1	.	.	.	.
	A2	.	*		*
	A	.	.	.	.

Nota: se han señalado con un asterisco los contrastes significativos ( $p < 0,05$ ), y con un punto los contrastes no realizados o no fiables por falta de un  $n^{\circ}$  suficiente de codornices en algún grupo.

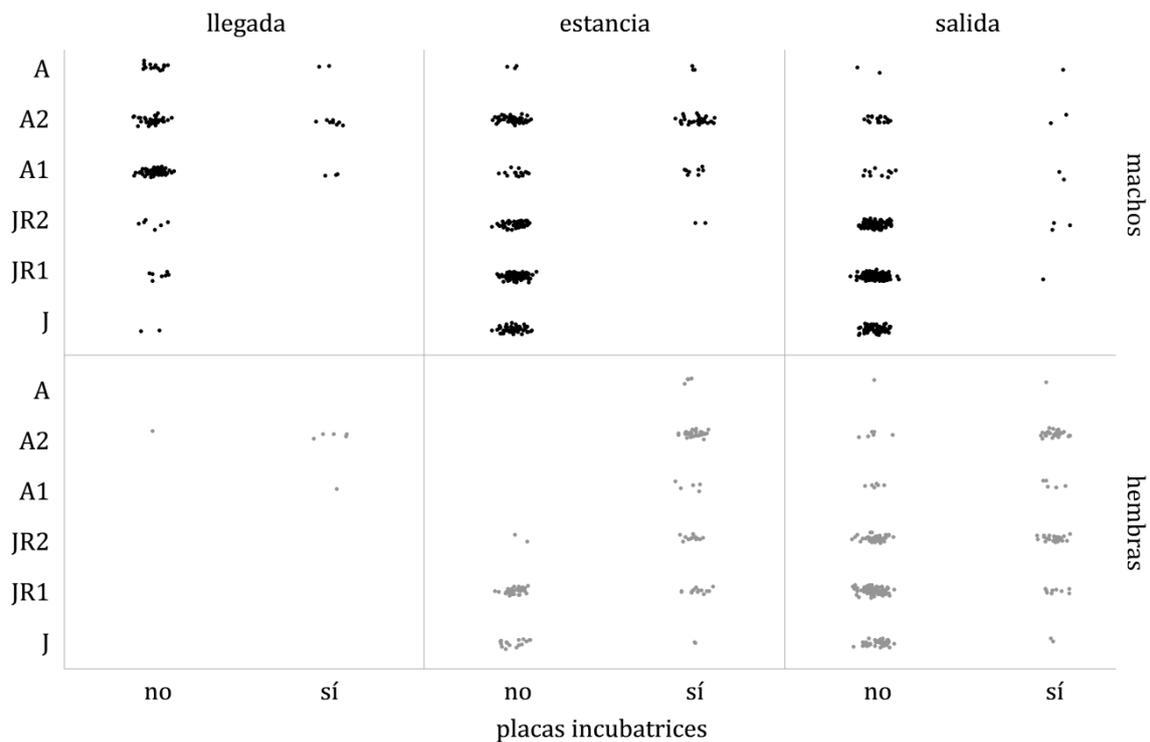
Abreviaturas: M (macho); H (hembra); JUV (juveniles: J+JR1+JR2); ADU (adultos: A1+A2+A).

**Tabla 47:** Porcentaje de codornices capturadas en Malpartit durante 2010-14, según la presencia de placas incubatrices, el sexo, la edad y la etapa de captura.

sexo	edad	llegada		estancia		salida	
		placas incubatrices		placas incubatrices		placas incubatrices	
		no	sí	no	sí	no	sí
M	JUV	100	0	99	1	98,8	1,2
	ADU	90,4	9,6	61,1	38,9	85,7	14,3
H	JUV	.	.	64,1	35,9	84,1	15,9
	ADU	14,3	85,7	0	100	24,5	75,5
M	J	100	0	100	0	100	0
	JR1	100	0	100	0	99,4	0,6
	JR2	100	0	95,9	4,1	96,9	3,1
	A1	95,7	4,3	65,2	34,8	83,3	16,7
	A2	83	17	60,7	39,3	90	10
	A	89,5	10,5	50	50	66,7	33,3
H	J	.	.	89,5	10,5	95,7	4,3
	JR1	.	.	68,9	31,1	92,2	7,8
	JR2	.	.	14,3	85,7	65,4	34,6
	A1	0	100	0	100	50	50
	A2	16,7	83,3	0	100	15,4	84,6
	A	.	.	0	100	50	50

Abreviaturas: M (macho); H (hembra); JUV (juveniles: J+JR1+JR2); ADU (adultos: A1+A2+A).

**Figura 59:** Distribución del número de codornices capturadas en Malpartit durante 2010-14, según la presencia de placas incubatrices, el sexo, la edad y la etapa de captura.



El 50% de los machos capturados en Malpartit durante 2010-14 presentaban la cloaca sin abultar y sin espuma (cloaca 1), el 23% abultada y sin espuma (cloaca 2) y el 26,5% abultada y con espuma (cloaca 3). El 81,4% de las hembras presentaban la cloaca sin abultar, y el 18,6% la tenían abultada. La proporción de codornices con los diferentes tipos de cloaca varía significativamente entre las etapas. En la etapa de llegada predominan los machos con cloaca 3 (77,7%), en la de estancia no predomina ninguno (38,4%; 31,3%; 30,3), y en la de salida lo hacen los machos con cloaca 1 (77,3%), siendo muy escasos los de cloaca 3 (2,2%). Esto sucede tanto en los machos juveniles como en los adultos. Aunque durante la etapa de estancia, los juveniles más abundantes son los de cloaca 1 (55,3%), mientras los adultos predominantes son los de cloaca 3 (54%). En el grupo de las hembras, se obtienen diferentes resultados para juveniles y adultas: la proporción de hembras adultas con cloaca 2 es mayor en la etapa de estancia (37,2%) que en la de salida (17%), mientras que la proporción de hembras juveniles con cloaca 2 es menor en la estancia (5,1%) que en la salida (19,2%). En los meses de llegada, sólo las hembras adultas presentaban cloaca 2 (42,9%) (Tabla 48, Tabla 49, Figura 60).

**Tabla 48:** Esquema de los resultados significativos obtenidos al contrastar el estado de la cloaca de las codornices en las diferentes etapas de la ruta migratoria.

sexo	edad	comparación entre etapas			
		L-E-S	L-E	L-S	E-S
M	JUV+ADU	*	*	*	*
H	JUV+ADU		*	*	
M	JUV	.	.	.	*
	ADU	*	*	*	*
H	JUV	.	.	.	*
	ADU	*			*
M	J	.	.		.
	JR1	.	.	.	*
	JR2	.	.	.	*
	A1	.		.	.
	A2	*	.	.	*
	A	.	.	.	.
H	J	.	.	.	*
	JR1	.	.	.	*
	JR2	.	.	.	
	A1	.	.	.	.
	A2	.		.	.
	A	.	.	.	.

Nota: se han señalado con un asterisco los contrastes significativos ( $p < 0,05$ ), y con un punto los contrastes no realizados o no fiables por falta de un nº suficiente de codornices en algún grupo. En MA se han contrastado las cloacas 1-2-3 y en HE las cloacas 1-2.

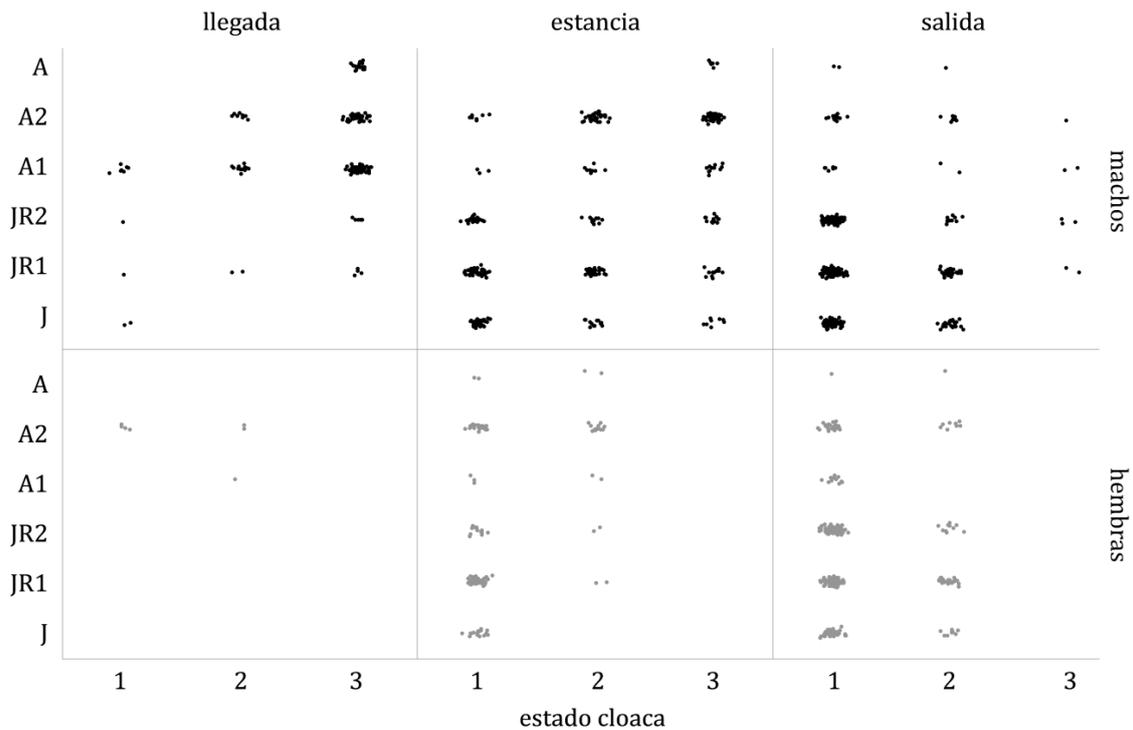
Abreviaturas: M (macho); H (hembra); JUV (juveniles: J+JR1+JR2); ADU (adultos: A1+A2+A).

**Tabla 49:** Porcentaje de codornices capturadas en Malpartit durante 2010-14, según el estado de la cloaca, el sexo, la edad y la etapa de captura.

sexo	edad	llegada			estancia			salida		
		cloaca			cloaca			cloaca		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
M	JUV	26,7	13,3	60	55,3	27,9	16,8	79,0	19,5	1,5
	ADU	5,3	15,0	79,7	8,8	37,2	54,0	61,8	29,4	8,8
H	JUV	.	.	.	94,9	5,13	0	80,8	19,2	0
	ADU	57,1	42,9	0	62,8	37,2	0	83,0	17	0
M	J	100	0	0	62,3	22,6	15,1	70,1	29,9	0
	JR1	14,3	28,6	57,1	55,8	32,6	11,6	79,2	19,5	1,3
	JR2	16,7	0	83,3	46,9	24,5	28,6	85,6	11,3	3,1
	A1	10,4	17,9	71,6	13,0	39,1	47,8	63,6	18,2	18,2
	A2	0	17,0	83,0	8,3	39,3	52,4	60	35	5
	A	0	0	100	0	0	100	66,7	33,3	0
H	J	.	.	.	100	0	0	80,4	19,6	0
	JR1	.	.	.	95,6	4,4	0	76,5	23,5	0
	JR2	.	.	.	85,7	14,3	0	87,2	12,8	0
	A1	0	100	0	60	40	0	100	0	0
	A2	66,7	33,3	0	64,7	35,3	0	79,5	20,5	0
	A	.	.	.	50	50	0	50	50	0

Abreviaturas: M (macho); H (hembra); JUV (juveniles: J+JR1+JR2); ADU (adultos: A1+A2+A).

**Figura 60:** Distribución del número de codornices capturadas en Malpartit durante 2010-14, según el estado de la cloaca, el sexo, la edad y la etapa de captura



La presencia de ectoparásitos macroscópicos

El 34,5% de las codornices capturadas en Malpartit durante 2010-14 no presentaban ectoparásitos que pudieran detectarse a simple vista, el 37,2% tenían liendres, el 10% malófagos adultos y el 18,2% una combinación de éstos dos últimos. Estos porcentajes se mantienen en los grupos de machos y hembras (M: 34,3%; 38,1%; 10%; 17,5%; H: 34,8%; 38,1%, 10%; 19,6%). La proporción de codornices con los diferentes tipos de parasitación varía significativamente entre las etapas. Durante los meses de llegada y estancia la proporción de codornices libres de parásitos es mayor que en los meses de salida (M+H: 41,6% L; 38,6% E; 30,1% S; M: 41,5% L; 36,8% E; 29,3% S; H: 42,9% L; 43,3% E; 31,2% S). A su vez, la mayor presencia de codornices con liendres o con liendres y malófagos adultos se registra en la etapa de salida (61,7% M+H; 61,9% M; 61,3% H) (Tabla 50, Tabla 51, Figura 61).

**Tabla 50:** Esquema de los resultados significativos obtenidos al contrastar la proporción de codornices con ectoparásitos macroscópicos en las diferentes etapas de la ruta migratoria.

sexo	edad	comparación entre etapas			
		L-E-S	L-E	L-S	E-S
M+H	JUV+ADU	*		*	*
M	JUV+ADU	*		*	*
H	JUV+ADU	.	.	.	*
M	JUV	*	.	.	*
	ADU	*		*	
H	JUV	.	.	.	*
	ADU	.	.	.	
M	J	.	.	.	
	JR1	.	.	.	
	JR2	.	.	.	.
	A1	.	.	.	.
	A2	.	.	.	.
	A	.	.	.	.
H	J	.	.	.	.
	JR1	.	.	.	*
	JR2	.	.	.	.
	A1	.	.	.	.
	A2	.	.	.	.
	A	.	.	.	.

Nota: se han señalado con un asterisco los contrastes significativos ( $p < 0,05$ ), y con un punto los contrastes no realizados o no fiables por falta de un nº suficiente de codornices en algún grupo.

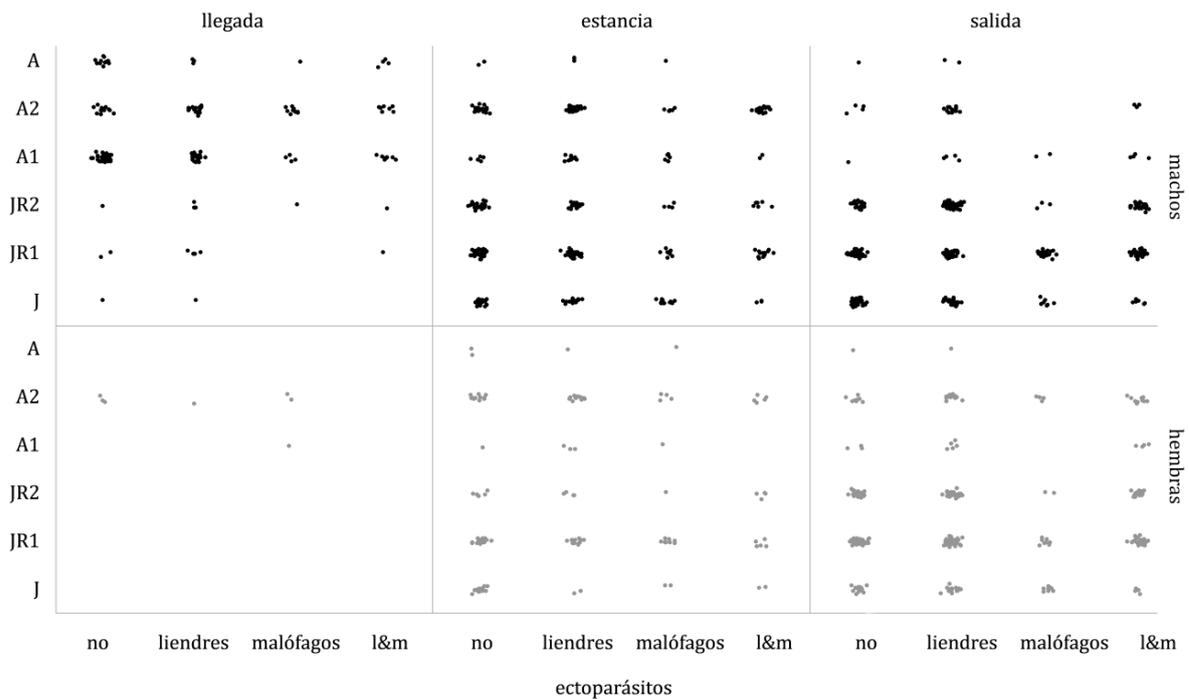
Abreviaturas: M (macho); H (hembra); JUV (juveniles: J+JR1+JR2); ADU (adultos: A1+A2+A).

**Tabla 51:** Porcentaje de codornices capturadas en Malpartit durante 2010-14, según la presencia de ectoparásitos, el sexo, la edad y la etapa de captura.

sexo	edad	llegada				estancia				salida			
		ectoparásitos				ectoparásitos				ectoparásitos			
		no	l	m	l & m	no	l	m	l & m	no	l	m	l & m
M	JUV	26,7	53,3	6,7	13,3	41,3	36,2	11,2	11,2	30,5	39	9,15	21,3
	ADU	43,2	31,1	11,4	14,4	28,8	39,6	10,8	20,7	17,6	55,9	5,88	20,6
H	JUV	.	.	.	.	48,7	23,1	14,1	14,1	32,6	38,1	7,53	21,8
	ADU	42,9	14,3	42,9	0	33,3	40,5	14,3	11,9	24,5	41,5	7,5	26,4
M	J	50	50	0	0	43,4	30,2	20,8	5,7	41,6	41,6	9,1	7,8
	JR1	28,6	57,1	0	14,3	38,9	40	7,4	13,7	31,8	32,5	13	22,7
	JR2	16,7	50	16,7	16,7	43,8	35,4	8,3	12,5	19,6	47,4	3,1	29,9
	A1	51,5	30,3	6,1	12,1	22,7	40,9	27,3	9,1	9,1	36,4	18,2	36,4
	A2	25,5	38,3	21,3	14,9	30,1	38,6	6	25,3	20	65	0	15
	A	57,9	15,8	5,3	21,1	33,3	50	16,7	0	33,3	66,7	0	0
H	J	.	.	.	.	68,4	10,5	10,5	10,5	30,4	41,3	17,4	10,9
	JR1	.	.	.	.	44,4	26,7	17,8	11,1	33	36,5	7	23,5
	JR2	.	.	.	.	35,7	28,6	7,1	28,6	33,3	38,5	2,6	25,6
	A1	0	0	100	0	20	60	20	0	25	41,7	0	33,3
	A2	50	16,7	33,3	0	33,3	39,4	12,1	15,2	23,1	41	10,3	25,6
	A	.	.	.	.	50	25	25	0	50	50	0	0

Abreviaturas: M (macho); H (hembra); JUV (juveniles: J+JR1+JR2); ADU (adultos: A1+A2+A); no (sin parásitos); l (liendres); m (malófagos adultos); l & m (liendres y malófagos adultos).

**Figura 61:** Distribución del número de codornices capturadas en Malpartit durante 2010-14, según la presencia de ectoparásitos, el sexo, la edad y la etapa de captura.



## DISCUSIÓN

Durante 340 jornadas nocturnas de 12 horas distribuidas en cinco años se han detectado 1.832 codornices y se han anillado 1.262 ejemplares, el 12,5% durante la etapa de llegada, el 34,2% en la estancia y el 53,3% en la salida. La abundancia de codornices detectada en las tres etapas ha sido respectivamente 3,2; 6,3 y 5,6 codornices por jornada. Como promedio se han capturado 3,7 codornices por jornada de anillamiento (2,5 machos y 1,3 hembras). En los meses de llegada 2,6; estancia 4,2 y salida 3,8 codornices/jornada (Gallego *et al.* 1993; Gallego *et al.* 1997; George 1996; ICO 2015b; Michailov 1996; Mur 1994; Nadal & Ponz 2012; Nadal & Ponz 2013; Nadal & Ponz 2014; Puigcerver 1990; Puigcerver, Rodríguez-Teijeiro & Gallego 1999; Puigcerver *et al.* 2012; Rodríguez-Teijeiro *et al.* 2010; Rodríguez-Teijeiro *et al.* 1992; Rodríguez-Teijeiro, Puigcerver, *et al.* 2009).

La capturabilidad de machos en los meses de salida es menor que en los meses de llegada y de estancia. En las hembras, durante los meses de llegada es inferior a la de los meses de estancia y salida. La diferencia de capturabilidad de los sexos es significativa para la llegada y la estancia, pero no para la salida. La asociación entre las codornices detectadas y capturadas es alta durante todas las etapas, la cifra mayor se encuentra durante la salida. Sin embargo, el índice codornices capturadas/codornices detectadas (0,69 promedio) es mayor durante la llegada (0,86) que en la estancia (0,62) o la salida (0,68) (Guyomarc'h 2003; Nadal & Ponz 2012; Nadal & Ponz 2013; Nadal & Ponz 2014; Puigcerver *et al.* 1989a; Rodríguez-Teijeiro *et al.* 2010).

El 16% de las codornices son juveniles con menos de 2 meses de edad, el 53% juveniles con más de 2 meses de edad, el 28% adultos con más de 6 meses de edad, y el 3% adultos con más de 1 año de edad. El 66% son machos. En la llegada el 10% de los machos y ninguna de las hembras son juveniles, el 63,5% y 64,5% durante la estancia y el 90,4% y el 81,8% en la salida (Gallego *et al.* 1993; Guyomarc'h, Combreau, *et al.* 1998; Guyomarc'h 1992; ICO 2015b; Nadal & Ponz 2012; Nadal & Ponz 2013; Nadal & Ponz 2014; Puigcerver *et al.* 1992; Puigcerver *et al.* 1989b; Rodrigo-Rueda *et al.* 1997; Rodríguez-Teijeiro, Puigcerver, *et al.* 2009).

La estructura de la población cambia con las etapas anuales, además hay diferencias en estos cambios según el año estudiado. En este sentido 2011 y 2012 son muy similares, 2013 y 2014 muestran dinámicas propias diferentes a los dos primeros años. La migración cambia anualmente según la meteorología, la consecuente PPN (producción primaria neta) y su sincronía temporal. Las codornices buscan constantemente hábitats óptimos para lo que se desplazan y modifican las fases llegada-estancia-salida. Todo esto queda evidenciado por los cambios en las razones de edades dos (RE2), tres (RE3), cuatro (RE4) y cinco

(RE5) (Cramp & Simmons 1980; Davis *et al.* 1966; Gallego *et al.* 1997; George 1996; Guyomarc'h 2003; Guyomarc'h, Combreau, *et al.* 1998; Guyomarc'h 1992; Nadal & Ponz 2012; Nadal & Ponz 2013; Nadal & Ponz 2014; Ogilvie 1999; Ouweneel & Strucker 1997; Puigcerver, Rodríguez-Teijeiro & Gallego 1999; Puigcerver *et al.* 2012; Rodríguez-Teijeiro, Puigcerver, Gallego, *et al.* 2003; Rodríguez-Teijeiro *et al.* 2006; Rodríguez-Teijeiro, Sardà-Palomera, *et al.* 2009; Rodríguez-Teijeiro, Puigcerver, *et al.* 2009; Sardà-Palomera 2010; SEO/BirdLife 2013; Zuckerbrot *et al.* 1980).

La razón de edad dos (RE2) es muy baja en la llegada por la ausencia de juveniles. La razón de edad tres (RE3) incrementa progresivamente llegada < estancia < salida porque se van añadiendo los jóvenes de las puestas temprana, central y tardía. La razón de edad cuatro (RE4) es muy baja en la llegada y alta en la estancia y salida por la fracción de los individuos nacidos en el área de estudio que representan mayor porcentaje que los foráneos. La razón de edad cinco (RE5) es muy alta en la llegada porque la fracción de adultos de menos de nueve meses es mayoritaria en esta etapa (Nadal & Ponz 2012; Nadal & Ponz 2013; Nadal & Ponz 2014).

Las hembras pesan más que los machos posiblemente debido a la reproducción, las codornices pesan más en la fase de salida por la grasa acumulada para la migración, tal como demuestra el grosor de la banda de grasa intercostal. La longitud del ala de las hembras es ligeramente mayor que la de los machos, la longitud del ala cambia con las etapas debido a la erosión de las plumas (Combreau 1992; Combreau & Guyomarc'h 1992; Cramp & Simmons 1980; Gonçalves *et al.* 2001; Guyomarc'h & Guyomarc'h 1995; Guyomarc'h *et al.* 1990; Guyomarc'h 2003; Guyomarc'h, Combreau, *et al.* 1998; Guyomarc'h & Belhamra 1998; ICO 2015b; Moreau 1951; Nadal & Ponz 2012; Nadal & Ponz 2013; Nadal & Ponz 2014; Puigcerver *et al.* 2001; Rodríguez-Teijeiro, Puigcerver, *et al.* 2009; Zuckerbrot *et al.* 1980).

La coloración de la garganta de los machos cambia con la etapa y la edad, en los machos juveniles son más frecuentes las gargantas claras durante la estancia, en los machos adultos son más frecuentes las gargantas oscuras en la llegada, volviéndose más claras en la salida. La muda de las rémiges primarias es poco frecuente en la llegada, aumenta progresivamente el número de ejemplares en muda hasta la fase de salida en la que el 30% están en muda. Los juveniles se encuentran frecuentemente en la última fase de muda durante la llegada y salida más, sin embargo los adultos durante la llegada (Guyomarc'h & Guyomarc'h 1995; Guyomarc'h *et al.* 1990; Guyomarc'h 2003; Guyomarc'h, Combreau, *et al.* 1998; Nadal & Ponz 2012; Nadal & Ponz 2013; Nadal & Ponz 2014; Puigcerver 1990;

Rodríguez-Teijeiro, Puigcerver, *et al.* 2009; Saint-Jalme 1990; Saint-Jalme & Guyomarc'h 1995).

Durante la estancia un 27,1% de las codornices tiene placas incubatrices, en las hembras un porcentaje mucho mayor, que llega al 100% en las adultas. En las etapas de llegada y salida el 12,7% de las codornices presenta placas. Estos porcentajes son complementarios a los de ejemplares con cloacas dilatadas con los números invertidos en los sexos y etapas. En la llegada la mayoría son machos adultos con cloacas abultadas y espuma. El 65,5% de las codornices presenta malófagos, las cargas son menores durante la llegada y estancia. En la salida es más frecuente la forma de liendres (Fontoura *et al.* 2000; Guyomarc'h & Guyomarc'h 1994; Guyomarc'h 2003; Guyomarc'h & Belhamra 1998; Nadal & Ponz 2012; Nadal & Ponz 2013; Nadal & Ponz 2014).

## **CAPÍTULO 3**

---

### **La dimensión socioeconómica**

## OBJETIVOS

A diferencia de los animales que permanecen todo el año sobre el mismo terreno, la codorniz no pertenece a un solo territorio o país, sino que incumbe a dos continentes y un buen número de países. Las codornices pueden hacer dos viajes anuales del orden de 3.200-4.500 km entre Europa y África. Dada la extrema movilidad que muestran los individuos, la unidad de conservación y gestión de la codorniz tendría que ser como mínimo la metapoblación, y las medidas de gestión tendrían que englobar a todos los países que comparten efectivos de esa metapoblación (Rodríguez-Teijeiro *et al.* 2003).

El objetivo general de este tercer capítulo es conocer el orden de magnitud económica que representa la codorniz en España, y por aproximación, en otros países de Europa y África. Esto permitirá diseñar propuestas razonables de inversión para la mejora de su gestión.

Los objetivos particulares son:

1. Recopilar y analizar la serie histórica de capturas anuales de codorniz en España (piezas declaradas) y su valor económico asociado.
2. Evaluar la tipología e importancia relativa de las explotaciones de codorniz destinadas a las repoblaciones para la caza, respecto al total de explotaciones de codorniz en España: número de explotaciones y número de animales.
3. Analizar y comparar algunos datos macroeconómicos y sociodemográficos de España con los de los países europeos y africanos que comparten los efectivos de codornices de la metapoblación atlántica y del resto de la población:
  - datos macroeconómicos: PIB per cápita, deuda respecto al PIB, gasto en educación pública respecto al PIB, gasto en salud pública respecto al PIB, índice de percepción de la corrupción, índice de competitividad global, índice de fragilidad, índice de desarrollo humano.
  - datos sociodemográficos: densidad de la población, esperanza de vida, tasa de natalidad, tasa de mortalidad.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Para conocer el orden de magnitud económica que representa la codorniz en España, se han utilizado tres bases de datos distintas. Por una parte, la que hace referencia a la abundancia de las codornices en campo, por otra, la que se refiere a las explotaciones destinadas a reforzar esos efectivos poblacionales; y finalmente, la que recoge los principales parámetros macroeconómicos y sociodemográficos del país en los últimos años.

Se han recopilado los datos de las capturas anuales de codorniz en España (piezas declaradas) y su valor económico asociado, proporcionados por los Anuarios de Estadística Agraria (desde 1973) y los Anuarios de estadística Forestal (desde 2005). Se ha analizado la variabilidad de las capturas anuales de codornices declaradas (piezas cobradas) de las últimas décadas mediante la prueba de Kruskal-Wallis, utilizando los datos anuales como repeticiones. Se ha analizado de la misma manera el valor económico asociado a las piezas. En caso de detectarse diferencias, se ha empleado el método de Wilcoxon para realizar comparaciones no paramétricas para cada pareja de décadas. También se ha contrastado la media grupal (de cada década), respecto a la media global del conjunto de todas las décadas. Para ello se ha utilizado un análisis de medias de rangos transformados (ANOM-TR), con un nivel de significación de 0,05. Además se ha evaluado la tendencia anual de las dos variables (nº de piezas y valor económico), utilizando técnicas de regresión. Finalmente, se ha estudiado si existe algún tipo de asociación entre el número anual de piezas (codornices cazadas) y el número de codornices anilladas y recuperadas anualmente, también mediante técnicas de regresión.

A partir de las últimas estimas conocidas sobre el tamaño de la población europea de codorniz, se ha calculado la relevancia del tamaño de la población española respecto al total de la población europea, y también respecto a los subtotales de las poblaciones de cada una de las tres rutas migratorias europeas (Occidental, Central, Oriental), y en el caso particular de la ruta Occidental o Atlántica, respecto a los subtotales de las tres regiones bioclimáticas (Sur, Centro y Norte de Europa).

Se ha estudiado la cantidad y tipología de las explotaciones de codorniz atendiendo tanto al número de explotaciones, como al número de animales de esas explotaciones. Para ello se han utilizado dos fuentes de información: los datos suministrados los Anuarios de Estadística Forestal (2006-12) y los datos proporcionados por el Registro General de Explotaciones Ganaderas (REGA) del MAGRAMA (2010-14). En primer lugar se ha determinado la importancia relativa de las explotaciones de codorniz destinadas a las repoblaciones para la caza, respecto al total de explotaciones de codorniz, a escala nacional. Posteriormente,

se ha evaluado la importancia relativa de los diferentes tipos de explotación de codorniz destinadas a las repoblaciones para la caza: granjas de cría, granjas de producción, granjas de multiplicación y granjas de selección.

A partir de los volúmenes de codornices en campo (tablas de caza) y de su precio asociado, se ha estimado el valor económico de la codorniz en España, y su variación a lo largo de los últimos años (a raíz de los resultados obtenidos, no se ha considerado conveniente incluir las cifras procedentes de las explotaciones de codorniz destinadas a repoblación).

A continuación, para evaluar posibles asociaciones entre la abundancia y/o el valor económico de la codorniz de un país y sus parámetros macroeconómicos y sociodemográficos, se han recopilado para 58 países (13 africanos y 45 europeos) las series históricas anuales de 12 índices macroeconómicos y sociodemográficos:

- índices macroeconómicos:

- (1) PIB per cápita: expresa el producto interior bruto del país dividido entre su población, siendo el *PIB* el valor monetario de la cantidad de bienes y servicios producidos dentro de un país.
- (2) deuda pública % PIB: expresa la deuda total del país respecto a su PIB, entendiéndose como *Deuda Pública* el conjunto de deudas que mantiene un país frente a los particulares u otro país.
- (3) gasto en educación % PIB: es el gasto público en educación respecto al PIB del país, entendiéndose como *Gasto Público en Educación* el dinero que el Gobierno destina a instituciones educativas, administración educativa y subsidios para estudiantes y otras entidades privadas.
- (4) gasto en salud % PIB: es el gasto público respecto al PIB del país, considerando como *Gasto Público en Salud* aquellos gastos recurrentes y de capital provenientes del sector público destinados a la prestación de servicios de salud, actividades de planificación familiar, de nutrición y a la asistencia de emergencias para la salud.
- (5) índice de percepción de la corrupción: es un índice publicado por la Organización para la Transparencia Internacional, que clasifica a los países puntuándolos de 0 (percepción de altos niveles de corrupción) a 100 (percepción de muy bajos niveles de corrupción) en función de la percepción de corrupción del sector público que tienen sus habitantes.

- (6) índice de competitividad global: es un índice publicado por el Foro Económico Mundial que mide cómo utiliza un país los recursos de los que dispone y su capacidad para proveer a sus habitantes de un alto nivel de prosperidad.

- (7) índice de fragilidad: es un índice elaborado por la Institución *Fund for Peace*, que clasifica a los países puntuándolos a partir de la suma de los valores de diferentes indicadores sociales (presión demográfica, refugiados y desplazados, problemas entre grupos de diferentes razas, etnias o religiones, migraciones en busca de mejores oportunidades económicas y laborales), económicos (desarrollo desigual, pobreza y deterioro económico) y político-militares (legitimidad del estado, servicios públicos, derechos humanos, aparatos de seguridad, élites en facciones, intervención externa). Todos los indicadores describen aspectos negativos, de manera que cuanto menor es el valor del índice, mejor es la puntuación.

- (8) índice de desarrollo humano: es un índice elaborado por las Naciones Unidas para medir el progreso de un país, utilizando indicadores de salud, educación e ingresos. Cuanto mayor es el índice, mejor situado está el país.

- índices sociodemográficos:

- (1) densidad de población: expresa el número de habitantes por Km<sup>2</sup>.

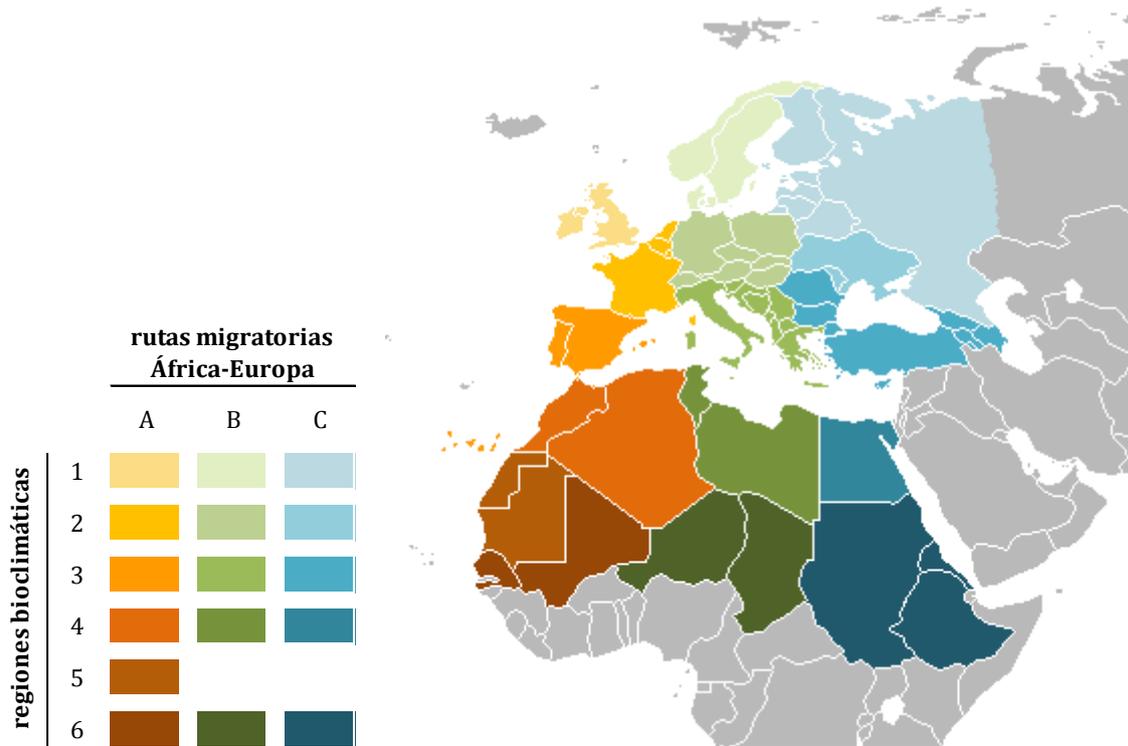
- (2) esperanza de vida al nacer: es el promedio de años que vive una determinada población, nacida en el mismo año.

- (3) tasa de natalidad: es el número de nacimientos de una población por cada mil habitantes en un año.

- (4) tasa de mortalidad: es el número de muertes de una población por cada mil habitantes en un año

En primer lugar, se han comparado los índices macroeconómicos y sociodemográficos de España con los obtenidos en otros países, agrupados primero a escala de continente (África y Europa) y después de región bioclimática (Sáhel, Sáhara, Magreb-Máshreq, Sur de Europa, Centro de Europa y Norte de Europa) (Figura 62). Para ello se ha utilizado el método de Wilcoxon de comparaciones no paramétricas para parejas, tras haber comprobado con la prueba de Kruskal-Wallis que existían diferencias entre continentes y regiones bioclimáticas.

**Figura 62:** Mapa de distribución de los países según las regiones bioclimáticas y las rutas migratorias de las codornices entre África y Europa.



Leyenda de las Regiones Bioclimáticas: (1) Norte de Europa, (2) Centro de Europa, (3) Sur de Europa, (4) Magreb y Máshreq, (5) Sáhara, (6) Sáhel.

Leyenda de las Rutas Migratorias: (A) occidental, (B) central, (C) oriental

Posteriormente, se han utilizado técnicas de correlación múltiple para identificar a escala intercontinental (datos procedentes de todos los países evaluados), el grado de asociación entre los doce índices macroeconómicos y sociodemográficos evaluados. Y de entre todos ellos, se ha seleccionado aquellos que no aportan información redundante.

Finalmente, se han utilizado técnicas de regresión múltiple para evaluar la relación entre los índices macroeconómicos o sociodemográficos seleccionados y la abundancia y el valor económico de la codorniz en España.

## RESULTADOS

### La abundancia de la codorniz en España

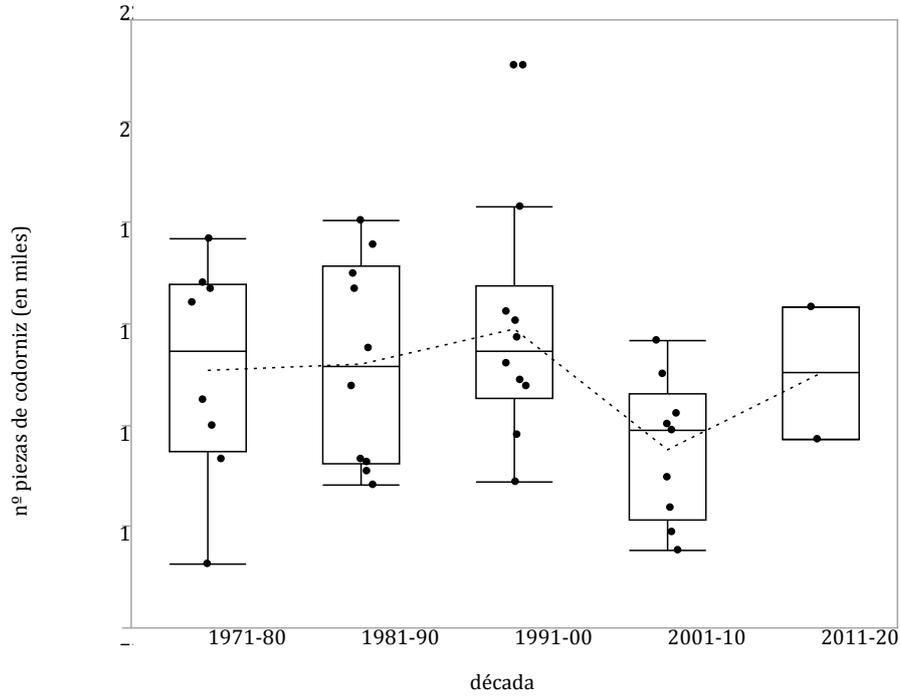
#### La serie histórica de capturas anuales de codorniz en España (piezas declaradas) y su valor económico asociado.

De acuerdo a las cifras declaradas en los Anuarios de Estadística Agraria y los Anuarios de estadística Forestal, el número total de piezas de codorniz declaradas durante 1973-2012 asciende a 53.428.913. Aunque la cifra real es mayor, pues en las estadísticas oficiales no están incluidas las capturas nacionales de 2004 (no aparecen en los Anuarios), ni tampoco las capturas de algunas comunidades autónomas durante 2008-12. El promedio anual de piezas capturadas está próximo al millón y medio de codornices (1.369.972 piezas), aunque las cifras anuales oscilan entre las 908.342 codornices capturadas en 1976 y las 2.139.092 abatidas en 1992. El valor económico acumulado asociado a esas piezas cobradas asciende a 4.300.015€, el promedio anual es de 110.257 €, y los valores mínimos y máximos son 15.058€ y 231.015€, registrados en 1976 y 2011 respectivamente.

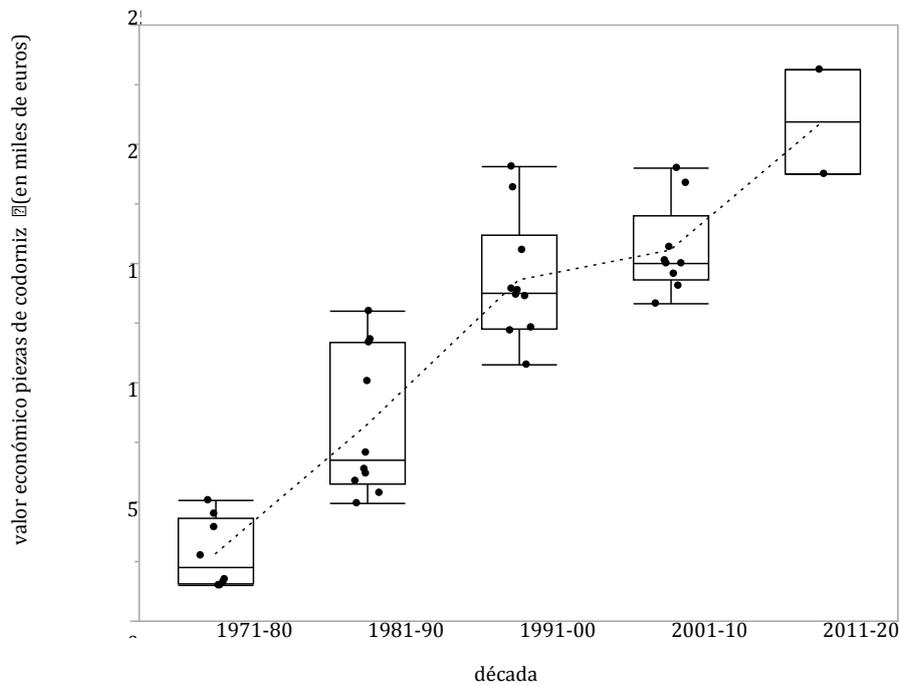
En el transcurso de las últimas décadas, las capturas anuales no han presentado diferencias significativas ( $N=39$ ;  $gl=4$ ;  $Chi^2=5,80$ ;  $p=0,2147$ ). El promedio de piezas capturadas por año es de  $1.385.339 \pm 272.685$  codornices durante 1971-80,  $1.400.802 \pm 252.316$  codornices durante 1981-90,  $1.487.397 \pm 292.997$  codornices durante 1991-00,  $1.189.664 \pm 176.439$  durante 2001-10 y  $1.378.617 \pm 228.746$  durante los dos primeros años de 2011-20 (Figura 63).

Por el contrario, el valor económico asociado a las piezas cobradas sí varía significativamente entre las diferentes décadas del periodo de estudio (prueba de suma de rangos de Wilcoxon y Kruskal-Wallis:  $N=39$ ;  $gl=4$ ;  $Chi^2=31,85$ ;  $p<0,0001$ ). Las comparaciones no paramétricas para cada par mediante el método de Wilcoxon, señalan diferencias significativas entre siete de las diez parejas de décadas contrastadas, es decir, entre todas excepto 1991-00 vs 2001-10, 1991-00 vs 2011-00 y 2001-10 vs 2011-20. Según el ANOM-TR, la media grupal de 1991-00 ( $143.131 \pm 26.149$  € anuales) es la única que no difiere significativamente de la media global del conjunto del periodo de estudio 1972-2012 ( $110.257 \pm 58.604$  € anuales), las medias de 1971-80 ( $28.212 \pm 14.591$  € anuales) y 1981-90 ( $82.335 \pm 30.543$  € anuales) son inferiores y las medias de 2001-10 ( $155.652 \pm 18.957$  € anuales) y 2011-20 ( $209.404 \pm 30.563$  € anuales) son superiores (Figura 64).

**Figura 63:** Valores individuales (puntos) y cuantiles de la distribución de la variable codornices cazadas (piezas) por año. La línea de puntos une las medias de cada década.

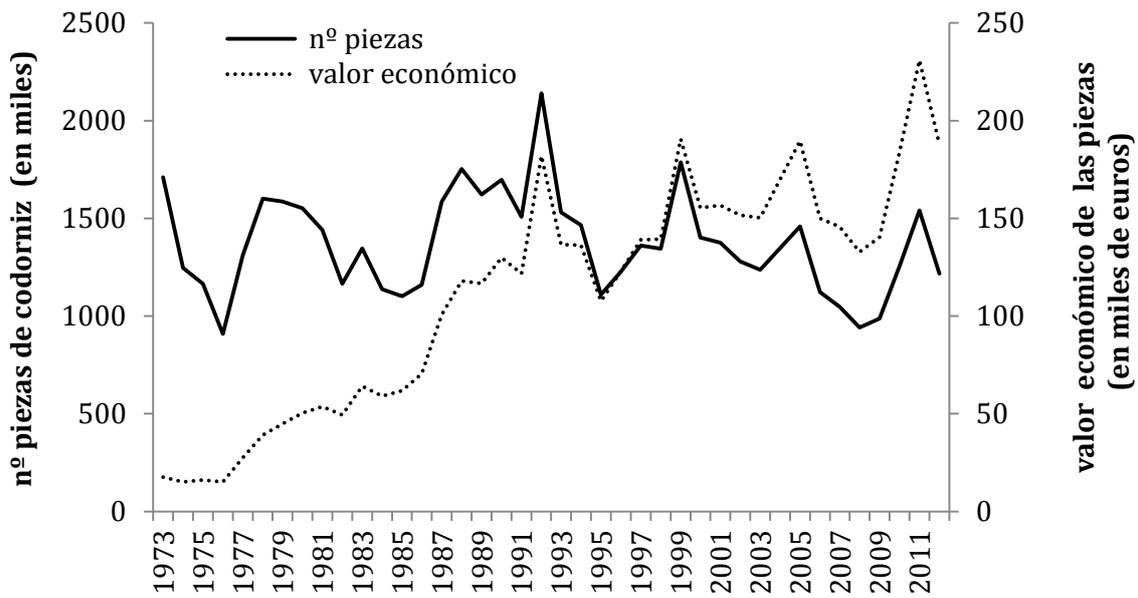


**Figura 64:** Valores individuales (puntos) y cuantiles de la distribución de la variable valor económico de las piezas de codorniz cobradas por año. La línea de puntos une las medias de cada década.

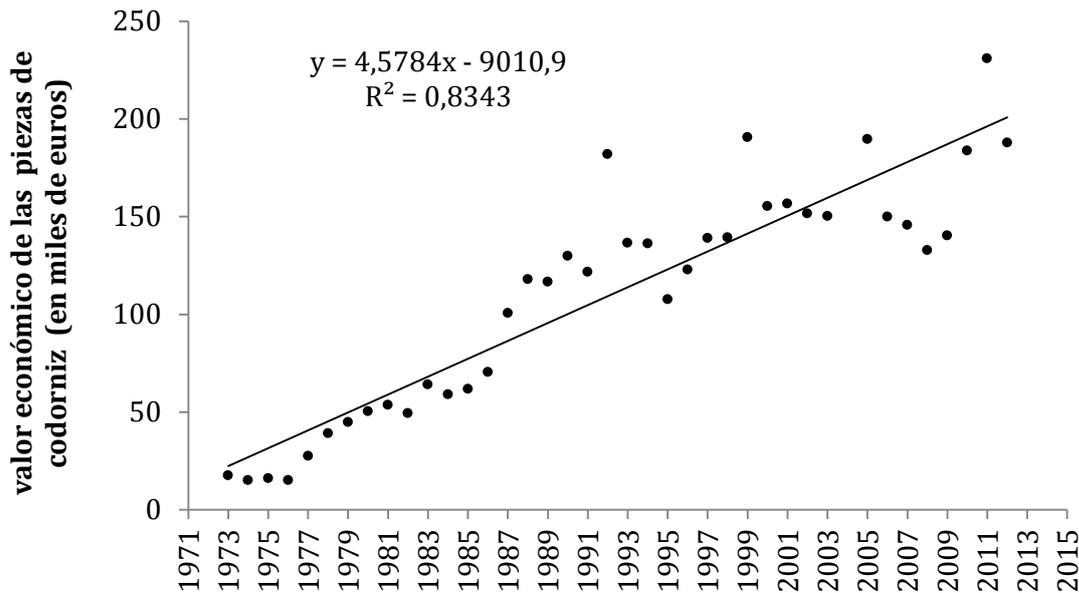


Con el transcurso de los años, el número de piezas cobradas anualmente no evidencia ningún tipo de tendencia, por lo que puede decirse que durante el periodo de estudio, las capturas permanecen estables aunque con oscilaciones periódicas. El valor económico asociado a las piezas sí muestra una tendencia creciente a medida que se suceden los años desde 1973 a 2012 ( $R^2=0,83$ ;  $N=39$ ;  $gl=1$ ;  $F=186,3$ ;  $p<0,0001$ ) (Figura 65, Figura 66).

**Figura 65:** Distribución anual del número codornices capturadas y de su valor económico asociado.



**Figura 66:** Tendencia anual del valor económico de las piezas de codorniz



Se ha hallado una asociación muy baja entre el número de codornices anilladas y el número de piezas cobradas anualmente ( $r=-0,32$ ;  $N=39$ ;  $p=0,0447$ ), lo mismo sucede entre el número de recuperaciones y el número de piezas ( $r=-0,36$ ;  $N=39$ ;  $p=0,0236$ ).

*El tamaño de la población reproductora de codorniz en España y su relevancia respecto al tamaño total de la población europea*

Las últimas cifras conocidas sobre el tamaño de la población reproductora de codorniz española corresponden al periodo 2004-06, y se sitúan en torno a los 285.000-640.000 machos cantores lo que equivale a unos 570.000-1.280.000 individuos. De acuerdo a cifras de BirdLife International (2015), eso representa el 9% de toda la población europea (10.040.000 codornices), el 46% de los efectivos de la ruta Occidental (1.995.120 codornices), el 207% de los de la ruta Central (447.136 codornices) y el 12% de los de la ruta Oriental (7.598.295 codornices). En el caso particular de la ruta Occidental, la población española constituye el 59% de los efectivos del Sur de Europa (1.571.018 codornices), el 219% del Centro de Europa (423.001 codornices) y el 84.015% del Norte de Europa (1.101 codornices). Estas proporciones evidencian la importancia relativa de la población española no sólo respecto al total de la metapoblación Atlántica europea (ruta Occidental) sino también del total de la población en Europa (Tabla 52).

**Tabla 52:** Estima del número individuos (promedio) de codorniz común en los países de Europa durante 2000-10.

<b>ruta</b>	<b>bioma</b>	<b>país</b>	<b>promedio individuos</b>
Occidental	Norte Europa	Irlanda	21
		Reino Unido	1.080
		TOTAL	1.101
Occidental	Centro Europa	Bélgica	6.100
		Francia	400.000
		Holanda	16.751
		Luxemburgo	150
		TOTAL	423.001
Occidental	Sur Europa	Andorra	18
		España	925.000
		ES: I. Canarias	12.500
		Portugal	600.000
		PT: Azores	32.000
		PT: Madeira	1.500
		TOTAL	1.571.018
Total ruta Occidental			1.995.120

**Tabla 52:** Estima del número individuos (promedio) de codorniz común en los países de Europa durante 2000-10.

<b>ruta</b>	<b>bioma</b>	<b>país</b>	<b>promedio individuos</b>
Central	Norte Europa	Dinamarca	3.660
		DK: I. Faroe	1
		Noruega	460
		<b>TOTAL</b>	<b>4.121</b>
Central	Centro Europa	Alemania	75.000
		Austria	15.000
		Liechtenstein	15
		Rep. Checa	12.000
		Suiza	3.500
		<b>TOTAL</b>	<b>105.515</b>
Central	Sur Europa	Albania	2.300
		Bosnia & HG	50.000
		Croacia	150.000
		Eslovenia	3.000
		Grecia	7.000
		Italia	45.000
		Kosovo	2.200
		Malta	-
		Montenegro	5.000
		Rep. Macedonia	15.000
		Serbia	58.000
		<b>TOTAL</b>	<b>337.500</b>
		Total ruta Central	
Oriental	Norte Europa	Bielorrusia	45.000
		Estonia	3.100
		Finlandia	650
		Letonia	1.545
		Lituania	7.000
		Rusia (Europea)	4.000.000
		Suecia	2.000
		<b>TOTAL</b>	<b>4.059.295</b>
		Oriental	Centro Europa
Hungría	66.000		
Moldavia	8.000		
Polonia	220.000		
Ucrania	260.000		
<b>TOTAL</b>	<b>562.000</b>		

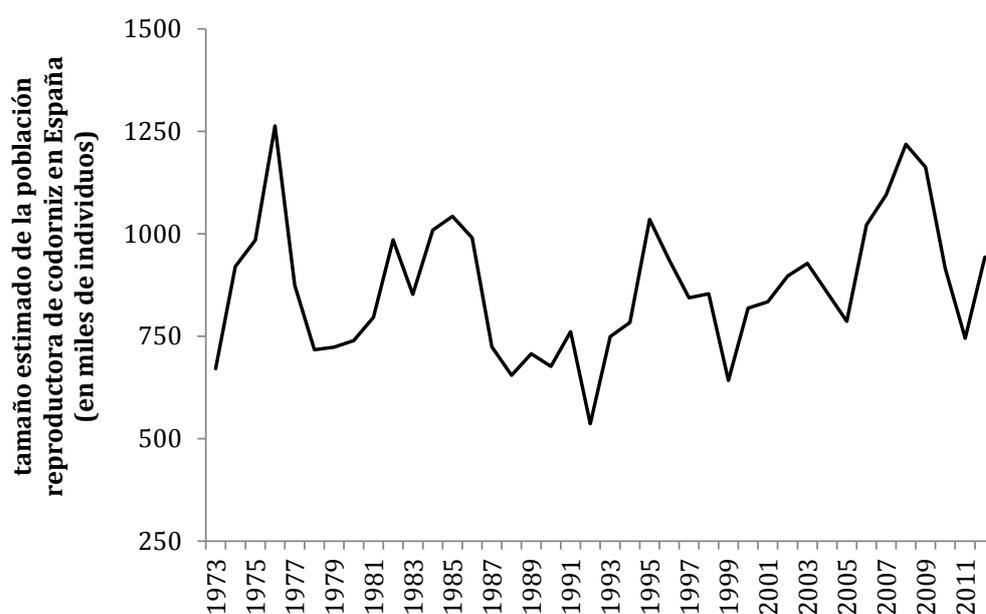
**Tabla 52:** Estima del número individuos (promedio) de codorniz común en los países de Europa durante 2000-10.

ruta	bioma	país	promedio individuos
Oriental	Sur Europa	Armenia	35.000
		Azerbaiyán	60.000
		Bulgaria	50.000
		Chipre	7.000
		Georgia	-
		Rumania	1.725.000
		Turquía	1.100.000
		TOTAL	2.977.000
Total ruta Oriental			7.598.295
Total Europa			10.040.000

Nota: promedios elaborados a partir de los valores mínimos y máximos de la Tabla 1

El tamaño anual de la población española se puede estimar, de manera aproximada, a partir de la relación conocida entre el tamaño de población y las piezas capturadas de 2004-06. El valor promedio anual para el periodo 1973-2012 es de  $867.798 \pm 165.020$  codornices. El año 1976 es el que registra el mayor tamaño poblacional (1.263.777 codornices) y 1992 el menor (536.649 codornices) (Figura 67).

**Figura 67:** Tamaño anual de la población reproductora de codorniz en España durante 1973-2014, estimado a partir de las piezas capturadas.



## **La tipología e importancia relativa de las explotaciones de codorniz destinadas a las repoblaciones para la caza.**

Los efectivos poblacionales de codorniz silvestre se aumentan desde hace años con animales procedentes de granja. Desde 2006, los Anuarios de Estadística Forestal presentan la información relativa al número de ejemplares de las distintas especies, entre ellas la codorniz, producidos en granjas cinegéticas. El destino de los animales criados en este tipo de explotaciones es la suelta o la repoblación en terrenos cinegéticos, con el fin de aumentar la población de especies cinegéticas y mejorar el potencial del terreno para el ejercicio de la caza. Los Anuarios de Estadística Forestal también recogen el número de ejemplares soltados de cada especie, especificando si se trata de sueltas realizadas por la propia Administración, o llevadas a cabo por particulares.

De acuerdo a los Anuarios de Estadística Forestal, durante 2006-12 se habrían producido un total de 2.330.173 de codornices de granja, que representarían el 21,5% del total de aves producidas en explotaciones cinegéticas. El promedio anual de producción sería de  $332.882 \pm 153.247$  codornices. A su vez, el número total de codornices soltadas en terrenos cinegéticos durante ese mismo periodo, ascendería a 1.021.686 codornices (43,8% del total de sueltas de aves cinegéticas), lo que supondría un promedio anual de suelta de  $145.955 \pm 93.187$  codornices de granja.

Sin duda, estas cifras están muy por debajo de la producción y sueltas reales en España. Esto se debe a que los Anuarios de Estadística Forestal recogen la información proporcionada por las diferentes comunidades autónomas, y muchas de éstas no han suministrado dicha información. De hecho, sólo un 30-38% de las provincias aportan información relativa a la producción de codornices cinegéticas, y un 28-64% de provincias informan sobre las sueltas. La escasa información, combinada con la falta de coincidencia entre las provincias que aportan las cifras de producción y de sueltas, no permite una correcta interpretación de los datos. Tal y como sucede, por ejemplo, con el promedio anual de la tasa de codornices soltadas/codornices producidas. Parece poco creíble que éste sea tan sólo del 43,8%, pues no resultaría rentable producir codornices si luego éstas no van a salir al mercado. Así pues, es evidente que los datos ofrecidos por los Anuarios de Estadística Forestal actualmente no ofrecen una información realista de la producción y de las sueltas nacionales de codorniz (Tabla 53, Tabla 54).

**Tabla 53:** Producción de codorniz en granjas cinegéticas para repoblación.

año	provincias que aportan datos		nº ejemplares producidos	% del total de producción de aves cinegéticas
	N	%		
2006	17	34%	568700	30,6%
2007	15	30%	516900	33,4%
2008	15	30%	204900	19,2%
2009	17	34%	354900	20,4%
2010	16	32%	254380	21,6%
2011	19	38%	234013	14,5%
2012	19	38%	196380	10,7%

Nota: datos elaborados a partir de la información suministrada por los Anuarios de Estadística Forestal de 2006 a 2012.

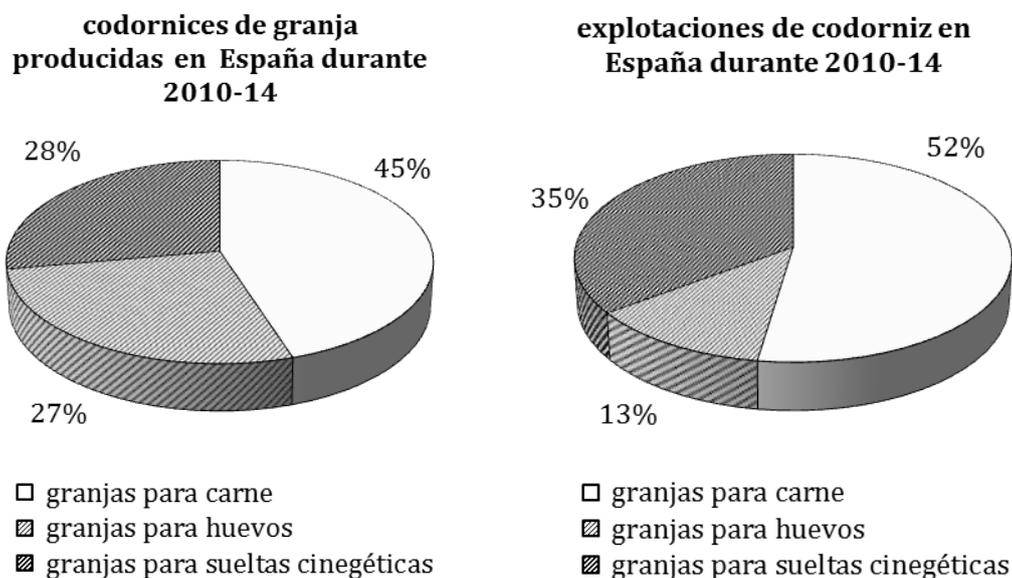
**Tabla 54:** Seltas de codorniz criadas en granjas cinegéticas para repoblación.

año	provincias que aportan datos		nº ejemplares soltados	% del total de sueltas aves cinegéticas	% sueltas/ producción
	N	%			
2006	16	32%	157117	5,4%	27,6%
2007	25	50%	107821	7,2%	20,9%
2008	14	28%	76940	3,6%	37,6%
2009	24	48%	339249	11,1%	95,6%
2010	26	52%	139102	6,6%	54,7%
2011	30	60%	146885	7,6%	62,8%
2012	32	64%	54572	2,7%	27,8%

Nota: datos elaborados a partir de la información suministrada por los Anuarios de Estadística Forestal de 2006 a 2012.

Por otro lado, el Registro General de Explotaciones Ganaderas (REGA) del MAGRAMA ofrece información detallada del número y tipo de explotaciones de codorniz en España, así como del número de ejemplares producidos en ellas. En los últimos cinco años (2010-2014), el número promedio de explotaciones que crían codornices destinadas a sueltas cinegéticas asciende 60, frente a las 89 y 21 explotaciones que crían codornices para la producción de carne y huevos respectivamente. El promedio de codornices producidas anualmente con fines cinegéticos es de 5.407.490 ejemplares, cifra muy similar a las 5.281.469 codornices criadas anualmente para la producción de huevos, y notablemente inferior a las 8.745.330 codornices criadas anualmente para la producción de carne (Figura 68).

**Figura 68:** Proporción de los diferentes tipos de explotaciones de codorniz y del número de ejemplares producidos en ellas.



**Nota:** datos elaborados a partir de la información suministrada por el REGA, para calcular los porcentajes se ha utilizado el valor promedio de los años 2010-14.

Aunque hasta ahora se ha hablado indistintamente de cría o producción, para referirse a cualquier codorniz procedente de granja, el REGA diferencia entre esos dos términos y además utiliza otros dos, multiplicación y selección. Según los registros de 2010-14, el 60% de las explotaciones cinegéticas de codorniz son granjas de producción, cuya actividad consiste en mantener codornices de explotación que serán suministradas a las sueltas. El 30% de las explotaciones son granjas de cría, donde se mantienen las codornices de cría hasta la fase de reproducción o las codornices de explotación hasta la fase de producción. El 7% de las explotaciones son de multiplicación (producción de huevos para incubar destinados a la producción de aves de explotación) y el 3% restante son explotaciones de selección (producción de huevos para incubar destinados a la producción de aves de cría). Esto implica, en términos de número de ejemplares, que el 98,65% de las codornices obtenidas procedan de las granjas de producción, el 1,18% de las de cría, el 0,14% de las explotaciones de multiplicación y el 0,03 % de las de selección (Tabla 55, Tabla 56).

Las cifras de producción proporcionadas por el REGA son mucho más elevadas que las suministradas por los Anuarios de Estadística Forestal, pero no proporcionan una estima del valor económico de dicha producción. Eso, unido a la reducida serie temporal, nos ha llevado a no incluirlos en futuros cálculos económicos.

No se ha hallado ninguna asociación significativa entre el número de piezas y el número de codornices de granja soltadas, tampoco entre el número de piezas y el número de codornices producidas en las explotaciones.

**Tabla 55:** Número de los diferentes tipos de explotación de codorniz según la clasificación zootécnica del REGA, durante 2010-14.

<b>tipo de explotación</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
<u>Granjas para carne</u>					
granjas de cría	16	17	17	14	15
granjas de multiplicación	6	6	5	4	4
granjas de producción	70	66	68	64	72
<u>Granjas para huevos</u>					
granjas de cría	4	3	3	3	3
granjas de multiplicación	2	2	2	2	1
granjas de producción	16	15	15	16	18
<u>Granjas para sueltas cinegéticas</u>					
granjas de cría	20	20	17	17	16
granjas de multiplicación	3	3	5	5	5
granjas de producción	36	36	34	35	37
granjas de selección	2	2	2	2	2

**Tabla 56:** Número de codornices producidas en los diferentes tipos de explotación de codorniz según la clasificación zootécnica del REGA, durante 2010-14.

<b>tipo de explotación</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
<u>Granjas para carne</u>					
granjas de cría	1.836.100	1.858.107	1.930.035	1.590.401	1.762.416
granjas de multiplicación	192.749	173.749	97.149	114.149	134.120
granjas de producción	6.828.384	7.212.812	6.808.564	6.656.685	6.531.229
<u>Granjas para huevos</u>					
granjas de cría	212.503	212.500	212.500	11.400	11.400
granjas de multiplicación	150.000	150.000	150.000	150.000	90.000
granjas de producción	4.910.650	4.938.600	4.907.325	4.953.245	5.347.222
<u>Granjas para sueltas cinegéticas</u>					
granjas de cría	78.200	76.570	58.720	54.380	51.855
granjas de multiplicación	2.740	1.130	11.030	11.270	11.770
granjas de producción	5.209.829	5.243.885	5.168.870	5.180.990	5.868.210
granjas de selección	2.000	2.000	2.000	500	1.500

## **Algunos datos macroeconómicos y sociodemográficos de España y de los países europeos y africanos que comparten los efectivos poblacionales de codorniz**

### *Los indicadores macroeconómicos y sociodemográficos en España*

Los valores de los índices macroeconómicos y sociodemográficos de España están, tal y como cabría esperar, mucho más próximos a los valores del conjunto de los 45 países europeos evaluados (incluida España) que a los valores del conjunto de los 13 países africanos estudiados. Todos ellos atravesados por la codorniz en el transcurso de las rutas de migración.

En España, el PIB per cápita, el gasto en salud, el índice de percepción de la corrupción, el índice de competitividad, el índice de desarrollo humano, la densidad de la población y la esperanza de vida, son significativamente superiores a los del conjunto de países africanos. También lo es la esperanza de vida respecto al conjunto de Europa. En el extremo contrario, el índice de fragilidad, la tasa de natalidad y la tasa de mortalidad de España son significativamente inferiores a las del conjunto de África. Del mismo modo que son inferiores a la densidad poblacional y a la tasa de mortalidad del conjunto de Europa (método de Wilcoxon de comparaciones no paramétricas para cada pareja  $p < 0,05$ ). Los valores promedio de los índices obtenidos durante 1960-2014 en España y en el conjunto de los países europeos y africanos evaluados, son buenos indicadores de las diferencias detectadas (Tabla 57).

A escala de región bioclimática, sorprende que los valores de la mayoría de los índices de España estén más próximos a los del Norte y Centro de Europa que a los de su propia región, el Sur de Europa, donde están incluidos en todos los cálculos. Las comparaciones no paramétricas según el método de Wilcoxon para cada pareja ( $p < 0,05$ ) señalan que:

El PIB per cápita de España (20.911€) es significativamente superior al del Sáhel (429€), Sáhara (761€), Magreb-Máshreq (3.293€) y el Sur de Europa (10.053€).

La deuda de España (58,1% PIB) es significativamente inferior a la del Sáhara (118,84% PIB) y superior a la del Norte de Europa (36,13% PIB).

El gasto en educación en España (4,52% PIB) es significativamente inferior al del Centro y Norte de Europa (5,26-5,8% PIB) y también al del Magreb-Máshreq (5,52% PIB), y es superior al del Sáhara y del Sáhel (3,13-3,52% PIB).

En España, el gasto en salud (5,91% PIB), el índice de percepción de la corrupción (62,8), el índice de competitividad global (4,61) y el índice de desarrollo humano

(0,83) son significativamente mayores que en el conjunto del Sur de Europa (4,38% PIB; 43,02; 4,14; 0,76) y en las tres regiones bioclimáticas africanas (1,98-3,17% PIB; 25,41-33,56; 3,22-4,03; 0,37-0,65). Por su parte, el índice de fragilidad (42,04) y la tasa de natalidad (14‰) de España son significativamente inferiores a los de esas mismas cuatro zonas (60,74-94,33; 16,8-46,9‰).

La densidad de la población española (76,33 habitantes por Km<sup>2</sup>) es significativamente superior a la del Sáhara (1,95 hab/Km<sup>2</sup>), Sáhel (19,53 hab/Km<sup>2</sup>), Magreb-Máshreq (32,26 hab/Km<sup>2</sup>) y Norte de Europa (57,03 hab/Km<sup>2</sup>); y significativamente inferior a la del Sur y Centro de Europa (137,73-157,59 hab/Km<sup>2</sup>).

La esperanza de vida en España (76,32 años) es significativamente superior a la del resto de regiones bioclimáticas (47,79-73,36 años), y la tasa de mortalidad (8,4‰) es inferior a la de todas ellas (9,2-18,2‰), excepto a Magreb-Máshreq (9,8‰).

Los valores promedio de los índices obtenidos durante 1960-2014 en España y en el conjunto de los países europeos y africanos evaluados, son buenos indicadores de las diferencias detectadas entre las regiones bioclimáticas (Tabla 58, Tabla 59). Además, los valores anuales de las regiones ofrecen una visión detallada de la evolución temporal de los índices evaluados (Figura 69 a Figura 80).

**Tabla 57:** Valores de algunos indicadores macroeconómicos y sociodemográficos en España y en el conjunto de países africanos y europeos que forman parte de la ruta migratoria de la codorniz.

índices	periodo	estadísticos	España	África	Europa
PIB per cápita	1999-2014	N	16	208	718
		media	20.911	1.556	19.383
		desv. est.	3.025	2.043	20.047
deuda (% PIB)	1999-2014	N	16	189	657
		media	58,10%	64,00%	49,64%
		desv. est.	18,96%	46,46%	29,59%
gasto educación (% PIB)	1999-2014	N	14	101	462
		media	4,52%	4,08%	4,95%
		desv. est.	0,28%	1,44%	1,44%
gasto salud (% PIB)	1995-2014	N	18	234	801
		media	5,91%	2,21%	5,23%
		desv. est.	0,73%	0,77%	1,88%
índice de percepción corrupción	1995-2014	N	20	172	728
		media	62,80	29,03	56,41
		desv. est.	7,86	8,76	23,02
índice de competitividad global	2007-14	N	8	76	330
		media	4,61	3,66	4,55
		desv. est.	0,08	0,46	0,57
índice de fragilidad	2005-14	N	9	124	366
		media	42,04	87,50	49,61
		desv. est.	2,29	13,26	21,61
índice de desarrollo humano	1980-2013	N	9	108	366
		media	0,83	0,49	0,80
		desv. est.	0,06	0,16	0,08
densidad de población	1960-2014	N	55	715	2462
		media	76,33	23,07	124,21
		desv. est.	9,22	22,37	165,90
esperanza de vida	1960-2014	N	55	702	2303
		media	76,32	53,91	72,52
		desv. est.	3,99	10,73	4,82
tasa de natalidad ‰	1960-2014	N	55	702	2405
		media	13,99	41,27	15,05
		desv. est.	4,67	9,92	5,64
tasa de mortalidad ‰	1960-2014	N	55	702	2388
		media	8,42	14,52	9,93
		desv. est.	0,37	6,99	2,16

Nota: los valores de España están incluidos en los datos de Europa

**Tabla 58:** Valores de algunos indicadores macroeconómicos y sociodemográficos en España y en el conjunto de países de las tres regiones bioclimáticas africanas que forman parte de la ruta migratoria de la codorniz.

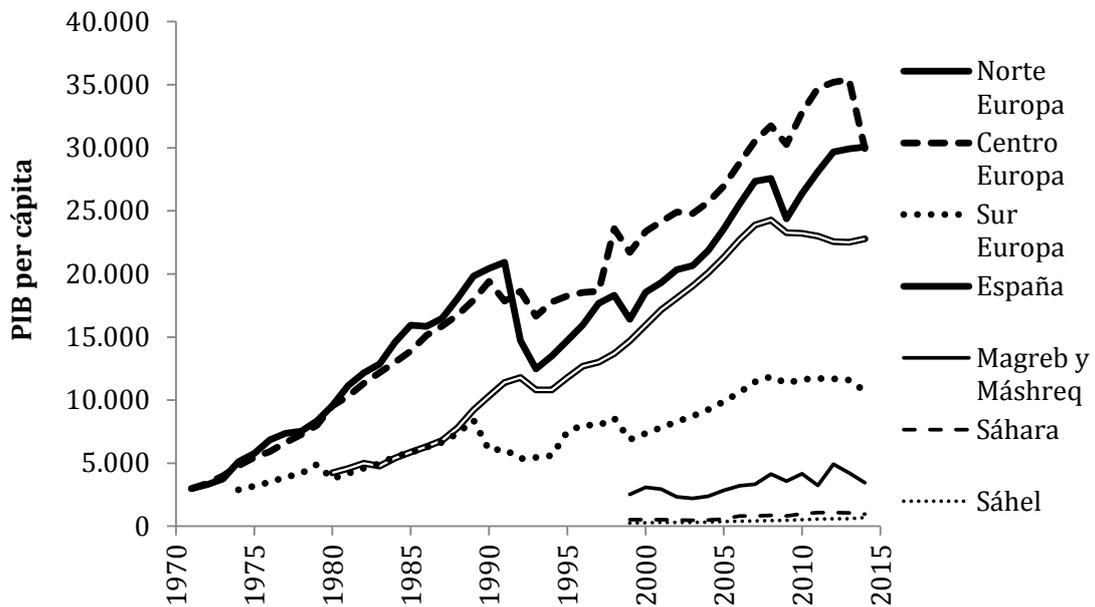
índices	periodo	estadísticos	España	Sáhel	Sáhara	Magreb y Másheq
PIB per cápita	1999-2014	N	16	112	16	80
		media	20.911	429	761	3.293
		desv. est.	3.025	261	237	2.418
deuda (% PIB)	1999-2014	N	16	97	15	77
		media	58,10%	68,32%	118,84%	47,87%
		desv. est.	18,96%	47,80%	64,81%	28,26%
gasto educación (% PIB)	1999-2014	N	14	62	9	30
		media	4,52%	3,52%	3,13%	5,52%
		desv. est.	0,28%	1,17%	0,65%	1,02%
gasto salud (% PIB)	1995-2014	N	18	126	18	90
		media	5,91%	1,98%	3,17%	2,35%
		desv. est.	0,73%	0,68%	0,77%	0,72%
índice de percepción corrupción	1995-2014	N	20	88	9	75
		media	62,80	25,41	26,67	33,56
		desv. est.	7,86	7,19	4,00	8,82
índice de competitividad global	2007-14	N	8	31	8	37
		media	4,61	3,33	3,22	4,03
		desv. est.	0,08	0,33	0,06	0,27
índice de fragilidad	2005-14	N	9	66	9	49
		media	42,04	94,33	88,74	78,06
		desv. est.	2,29	13,22	2,26	7,59
índice de desarrollo humano	1980-2013	N	9	54	9	45
		media	0,83	0,37	0,44	0,65
		desv. est.	0,06	0,07	0,05	0,10
densidad de población	1960-2014	N	55	385	55	275
		media	76,33	19,53	1,95	32,26
		desv. est.	9,22	19,06	0,87	24,54
esperanza de vida	1960-2014	N	55	378	54	270
		media	76,32	47,79	55,14	62,25
		desv. est.	3,99	8,15	5,48	8,86
tasa de natalidad ‰	1960-2014	N	55	378	54	270
		media	13,99	46,87	41,64	33,36
		desv. est.	4,67	5,08	4,30	10,46
tasa de mortalidad ‰	1960-2014	N	55	378	54	270
		media	8,42	18,17	12,56	9,80
		desv. est.	0,37	6,49	3,44	4,93

**Tabla 59:** Valores de algunos indicadores macroeconómicos y sociodemográficos en España y en el conjunto de países de las tres regiones bioclimáticas europeas que forman parte de la ruta migratoria de la codorniz.

índices	periodo	estadísticos	España	Sur Europa	Centro Europa	Norte Europa
PIB per cápita	1999-2014	N	16	319	223	176
		media	20.911	10.053	28.805	24.356
		desv. est.	3.025	8.881	26.204	18.314
deuda (% PIB)	1999-2014	N	16	283	205	169
		media	58,10%	54,34%	54,29%	36,13%
		desv. est.	18,96%	33,46%	25,36%	22,62%
gasto educación (% PIB)	1999-2014	N	14	175	153	134
		media	4,52%	4,03%	5,26%	5,80%
		desv. est.	0,28%	1,29%	1,19%	1,20%
gasto salud (% PIB)	1995-2014	N	18	363	234	204
		media	5,91%	4,38%	6,20%	5,65%
		desv. est.	0,73%	1,79%	1,59%	1,67%
índice de percepción corrupción	1995-2014	N	20	277	246	205
		media	62,80	43,02	61,83	68,00
		desv. est.	7,86	13,97	21,62	25,49
índice de competitividad global	2007-14	N	8	150	100	80
		media	4,61	4,14	4,84	4,95
		desv. est.	0,08	0,27	0,54	0,50
índice de fragilidad	2005-14	N	9	158	111	97
		media	42,04	60,74	42,08	40,09
		desv. est.	2,29	16,69	17,61	24,59
índice de desarrollo humano	1980-2013	N	9	157	117	92
		media	0,83	0,76	0,82	0,84
		desv. est.	0,06	0,07	0,08	0,06
densidad de población	1960-2014	N	55	1090	770	602
		media	76,33	137,73	157,59	57,03
		desv. est.	9,22	226,81	84,04	64,57
esperanza de vida	1960-2014	N	55	989	722	592
		media	76,32	71,60	73,36	73,04
		desv. est.	3,99	5,39	4,39	3,99
tasa de natalidad ‰	1960-2014	N	55	1034	769	602
		media	13,99	16,82	13,58	13,90
		desv. est.	4,67	7,27	3,59	3,21
tasa de mortalidad ‰	1960-2014	N	55	1017	769	602
		media	8,42	9,17	10,24	10,83
		desv. est.	0,37	2,22	1,96	1,85

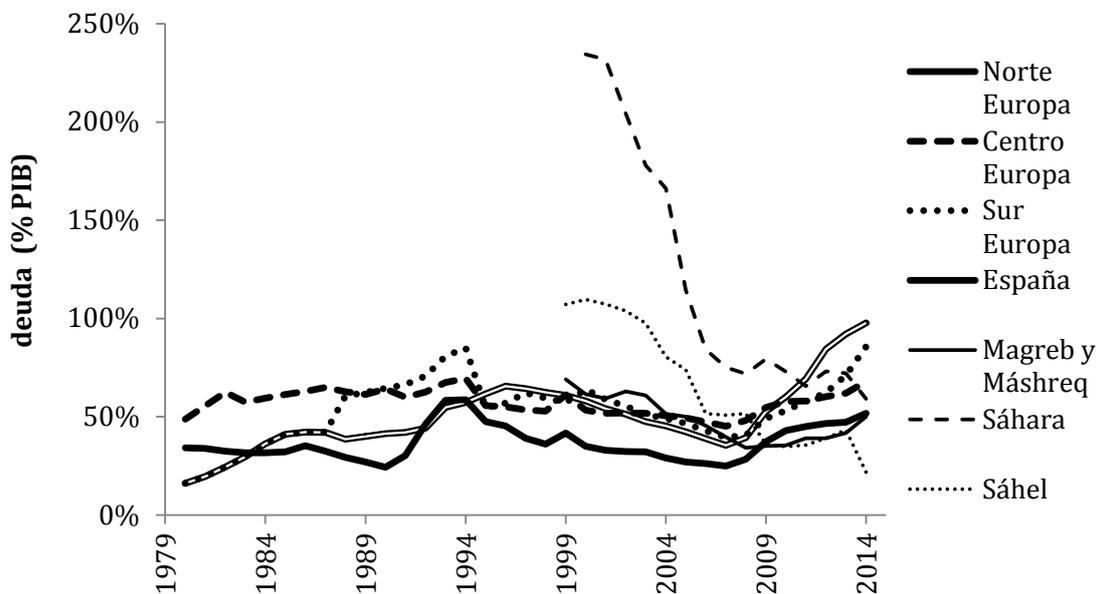
Nota: los valores de España están incluidos en los datos del Sur de Europa

**Figura 69:** Valores anuales del PIB per cápita en España y en las diferentes regiones bioclimáticas recorridas por la codorniz a lo largo de su ruta migratoria.



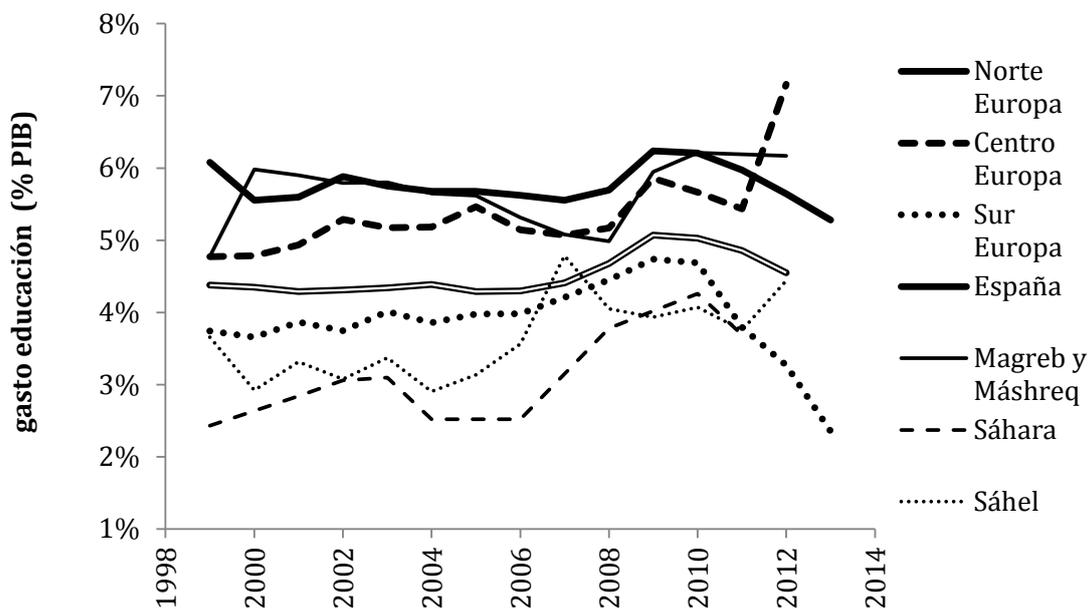
Nota: el PIB per cápita expresa el producto interior bruto del país dividido entre su población, siendo el *PIB* el valor monetario de la cantidad de bienes y servicios producidos dentro de un país.

**Figura 70:** Valores anuales de la deuda en España y en las diferentes regiones bioclimáticas recorridas por la codorniz a lo largo de su ruta migratoria.



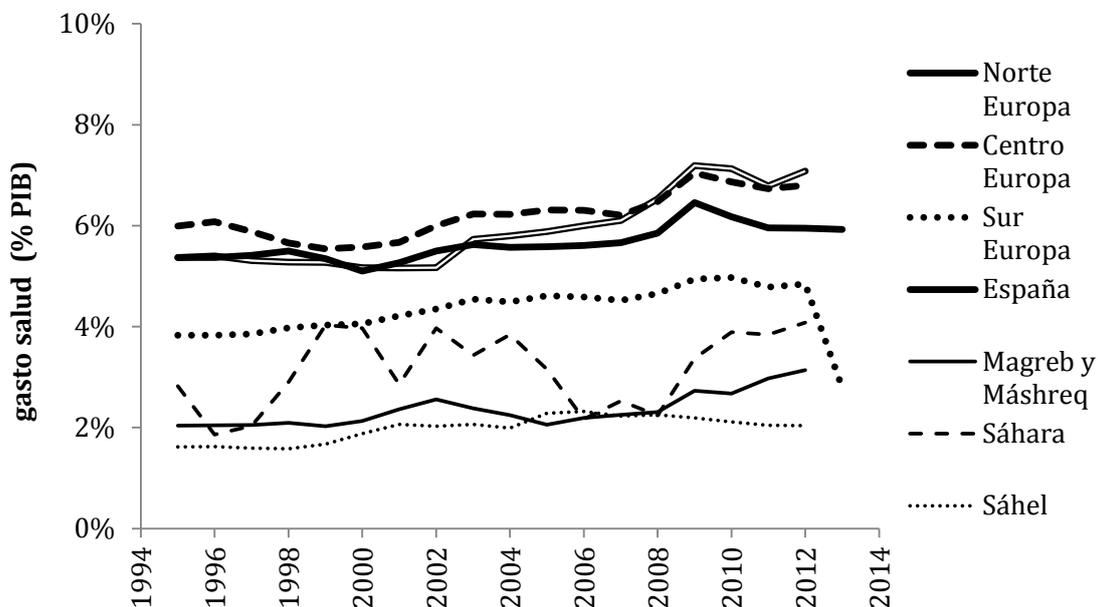
Nota: la deuda pública por % PIB expresa la deuda total de un país respecto a su PIB, entendiéndose como *Deuda Pública* el conjunto de deudas que mantiene un país frente a los particulares u otro país.

**Figura 71:** Valores anuales del gasto en educación en España y en las diferentes regiones bioclimáticas recorridas por la codorniz a lo largo de su ruta migratoria.



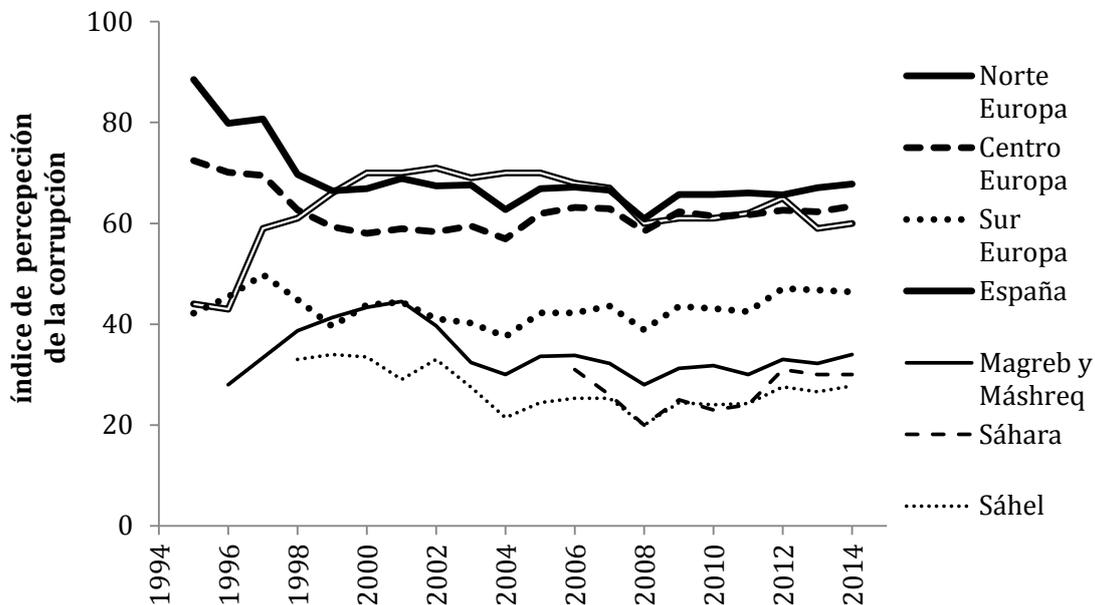
Nota: el gasto en educación por % PIB es el gasto público en educación de un país respecto a su PIB, entendiéndose como *Gasto Público en Educación* el dinero que el Gobierno destina a instituciones educativas, administración educativa y subsidios para estudiantes y otras entidades privadas.

**Figura 72:** Valores anuales del gasto en salud en España y en las diferentes regiones bioclimáticas recorridas por la codorniz a lo largo de su ruta migratoria.



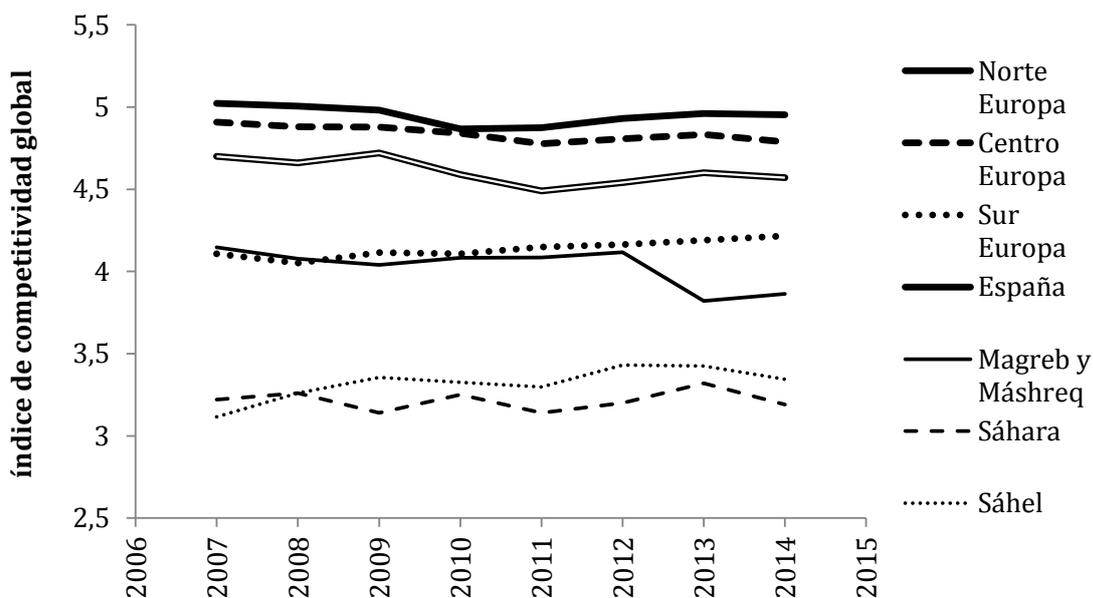
Nota: el gasto en salud por % PIB es el gasto público de un país respecto a su PIB, considerando como *Gasto Público en Salud* aquellos gastos recurrentes y de capital provenientes del sector público destinados a la prestación de servicios de salud, actividades de planificación familiar, de nutrición y a la asistencia de emergencias para la salud.

**Figura 73:** Valores anuales del índice de percepción de la corrupción en España y en las diferentes regiones bioclimáticas recorridas por la codorniz a lo largo de su ruta migratoria.



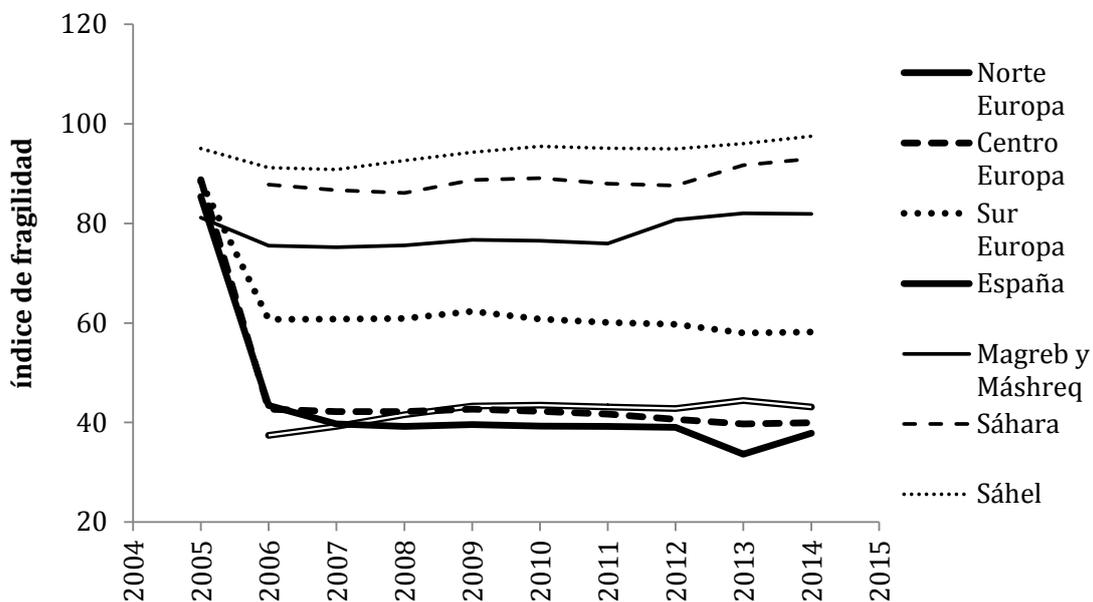
Nota: el índice de percepción de la corrupción es un índice que clasifica a los países puntuándolos de 0 a 100 en función de la percepción de corrupción del sector público que tienen sus habitantes (0 implica altos niveles de corrupción y 100 niveles muy bajos).

**Figura 74:** Valores anuales del índice de competitividad global en España y en las diferentes regiones bioclimáticas recorridas por la codorniz a lo largo de su ruta migratoria.



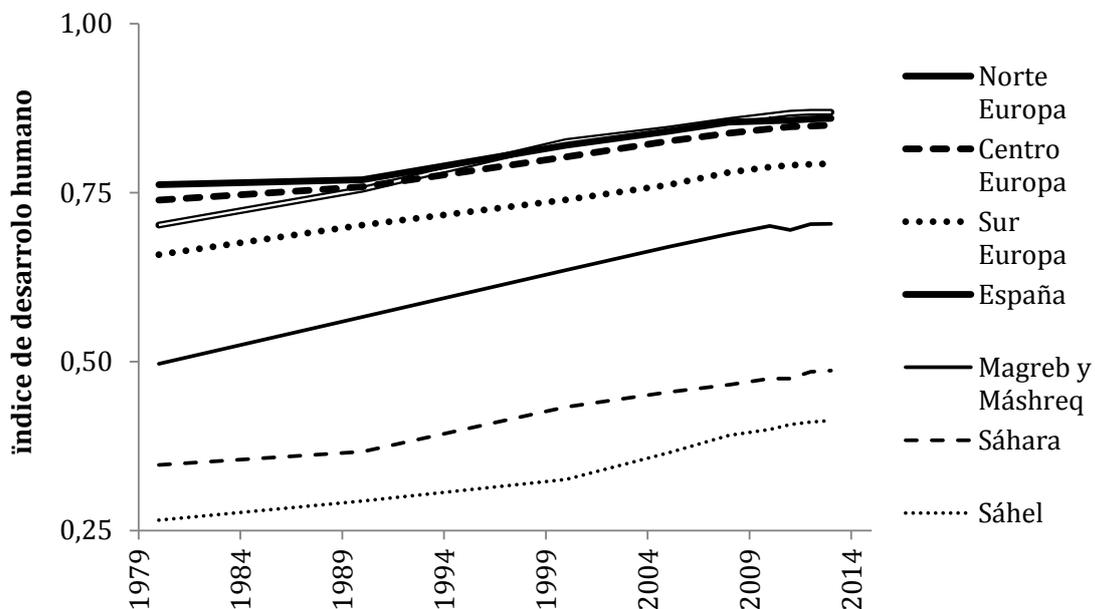
Nota: el índice de competitividad global es un índice que mide cómo utiliza un país los recursos de los que dispone y su capacidad para proveer a sus habitantes de un alto nivel de prosperidad.

**Figura 75:** Valores anuales del índice de fragilidad en España y en las diferentes regiones bioclimáticas recorridas por la codorniz a lo largo de su ruta migratoria.



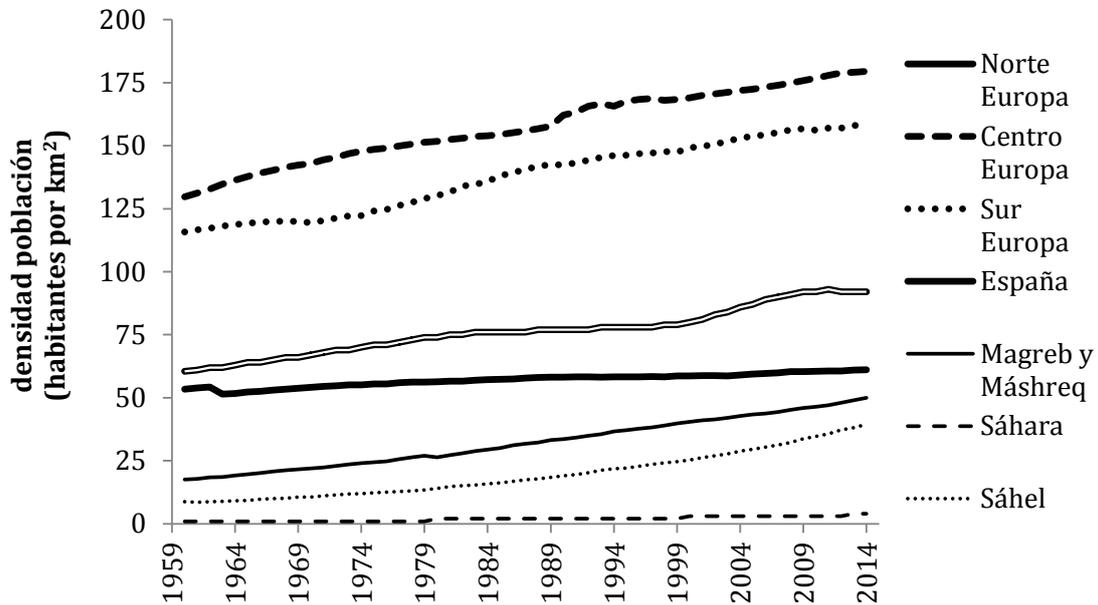
Nota: el índice de fragilidad es un índice que clasifica a los países puntuándolos a partir de la suma de los valores de diferentes indicadores sociales, económicos y político-militares (al tratarse de aspectos negativos, cuanto menor es el valor del índice, mejor situado está el país).

**Figura 76:** Valores anuales del índice de desarrollo humano en España y en las diferentes regiones bioclimáticas recorridas por la codorniz a lo largo de su ruta migratoria.



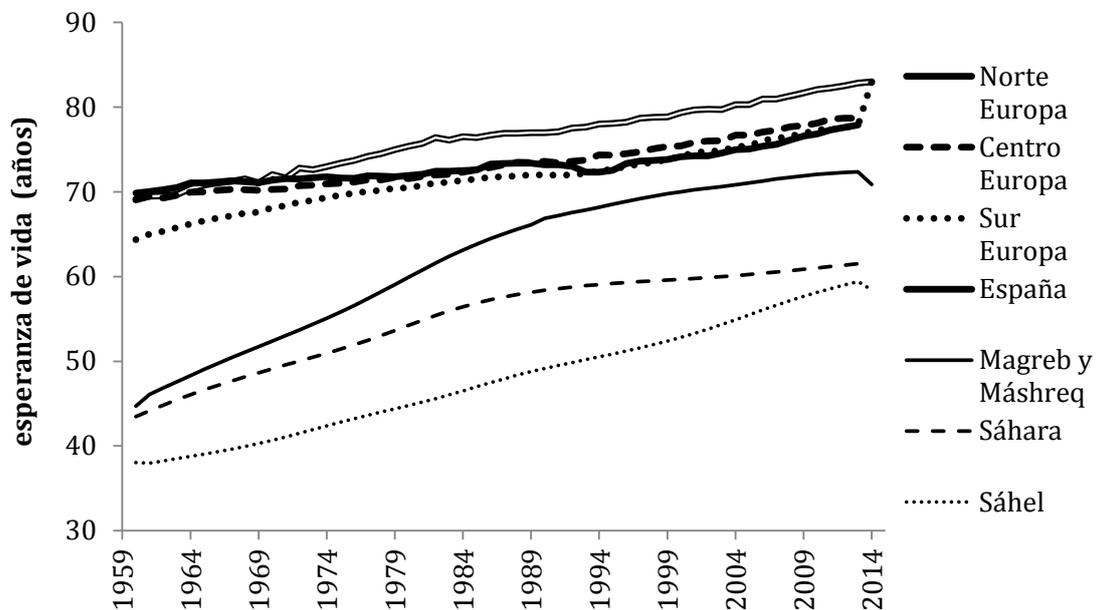
Nota: el índice de desarrollo humano es un índice que mide el progreso de un país, utilizando indicadores de salud, educación e ingresos (al tratarse de aspectos positivos, cuanto mayor es el valor índice, mejor situado está el país).

**Figura 77:** Valores anuales de la densidad de la población en España y en las diferentes regiones bioclimáticas recorridas por la codorniz a lo largo de su ruta migratoria.



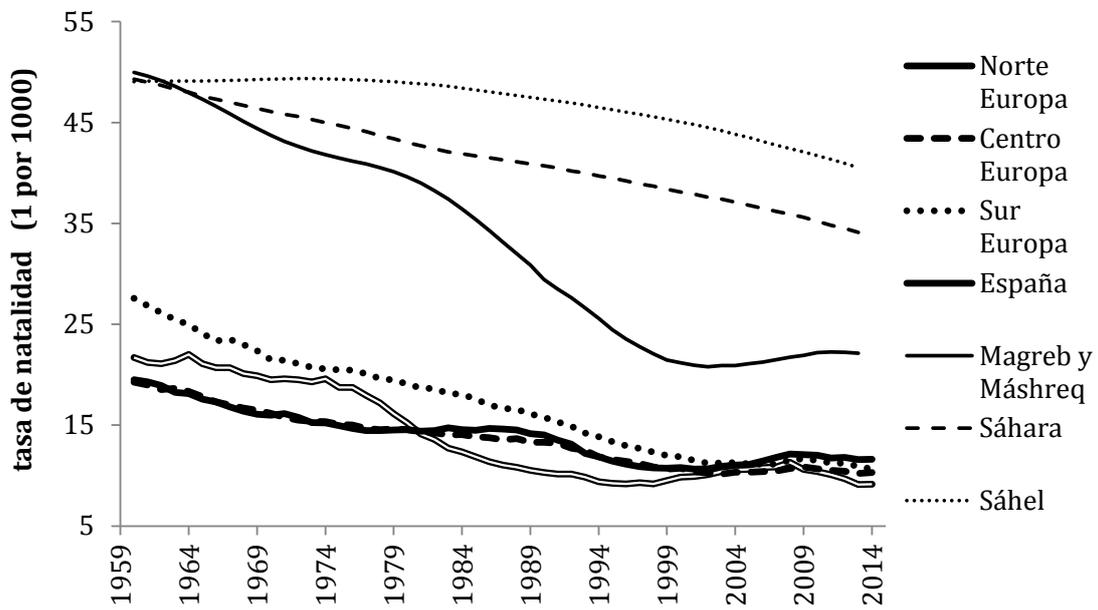
Nota: la densidad de población expresa el número de habitantes por Km<sup>2</sup>.

**Figura 78:** Valores anuales de la esperanza de vida en España y en las diferentes regiones bioclimáticas recorridas por la codorniz a lo largo de su ruta migratoria.



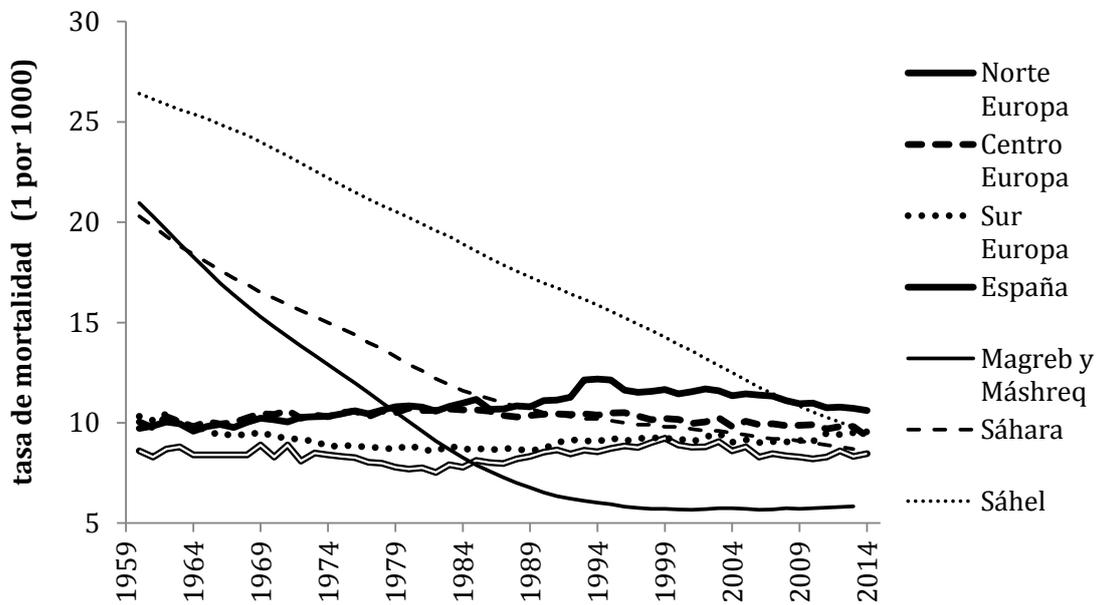
Nota: la esperanza de vida al nacer es el promedio de años que vive una determinada población nacida en el mismo año.

**Figura 79:** Valores anuales de la tasa de natalidad en España y en las diferentes regiones bioclimáticas recorridas por la codorniz a lo largo de su ruta migratoria.



Nota: la tasa de natalidad es el número de nacimientos de una población por cada mil habitantes en un año.

**Figura 80:** Valores anuales de la tasa de mortalidad en España y en las diferentes regiones bioclimáticas recorridas por la codorniz a lo largo de su ruta migratoria.



Nota: la tasa de mortalidad es el número de muertes de una población por cada mil habitantes en un año.

### El grado de asociación entre los indicadores macroeconómicos y sociodemográficos

A escala intercontinental, es decir, en el conjunto de los países africanos y europeos evaluados, hay 11 parejas de índices (17%) que presentan un grado de asociación elevada, con un índice de correlación comprendido ( $r$ ) entre 0,81-0,95 (en valor absoluto). Hay 13 pares de índices (20%) que muestran una asociación moderada ( $r$ : 0,61-0,8), 11 parejas (17%) con una asociación baja ( $r$ : 0,41-0,6) y 31 parejas (47%) con una asociación muy baja o nula ( $r$ :  $\leq 0,4$ ). La mayor asociación entre índices se registra entre el índice de desarrollo humano y la esperanza de vida ( $r=0,95$ ), le siguen: la esperanza de vida vs la tasa de natalidad ( $r=-0,92$ ), el índice de corrupción percibida vs el índice de competitividad global ( $r=0,91$ ), el índice de desarrollo humano vs la tasa de natalidad ( $r=-0,91$ ), el índice de corrupción percibida vs el índice de fragilidad ( $r=-0,9$ ), el índice de competitividad global vs el índice de fragilidad ( $r=-0,88$ ), el gasto en salud pública vs el índice de fragilidad ( $r=-0,83$ ), el índice de fragilidad vs el índice de desarrollo humano ( $r=-0,83$ ), el PIB per cápita vs el índice de corrupción percibida (0,83), el índice de competitividad global vs el índice de desarrollo humano ( $r=0,81$ ) y el PIB per cápita vs el índice de fragilidad ( $r=-0,81$ ) (Tabla 60, Figura 81).

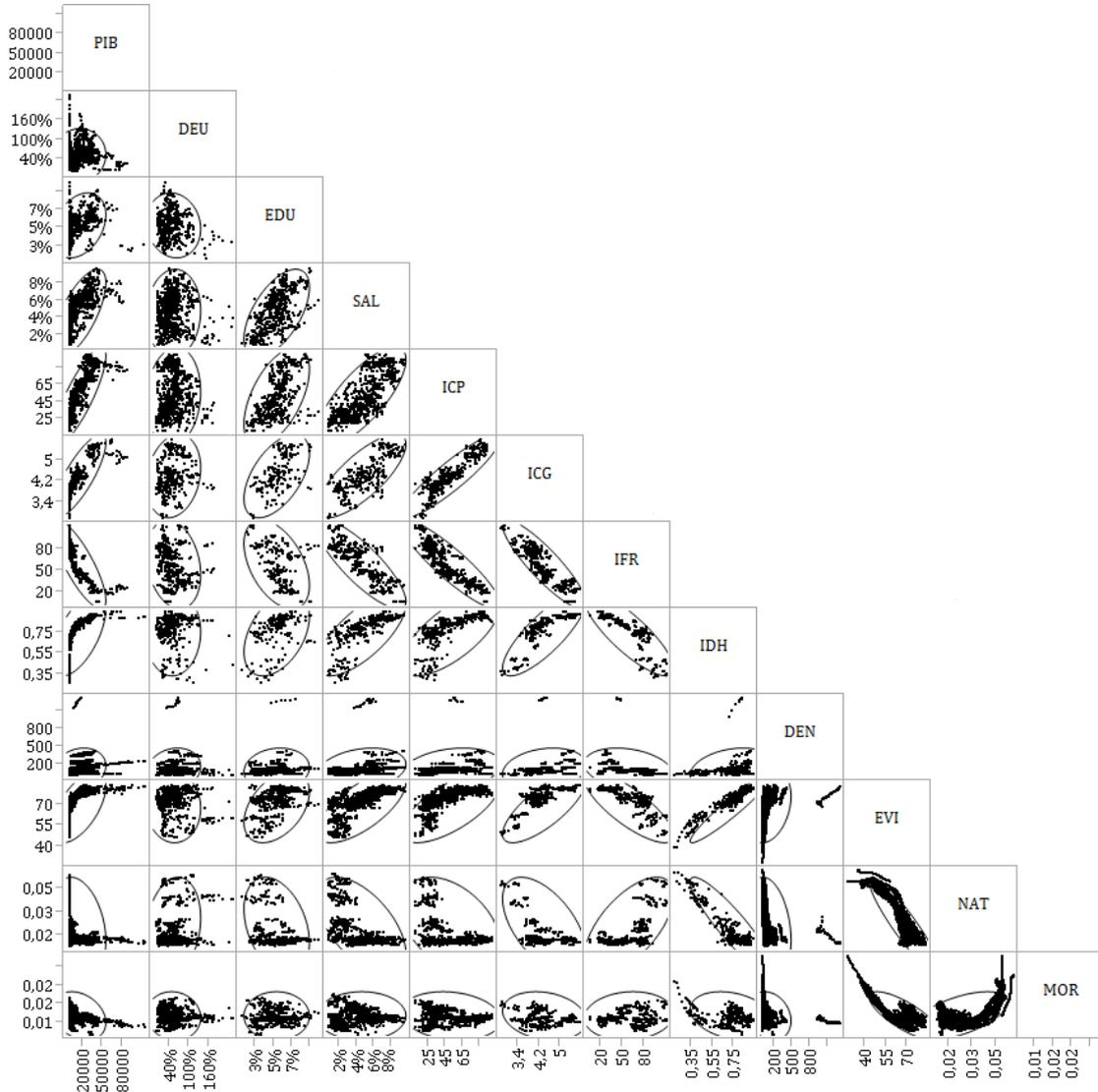
En el caso particular de España hay 18 parejas de índices (27%) que presentan un grado de asociación elevada, con un índice de correlación ( $r$ ) comprendido entre 0,82-0,98. Hay otros 18 pares de índices (27%) que muestran una asociación moderada ( $r$ : 0,61-0,8), 12 parejas (18%) con una asociación baja ( $r$ : 0,41-0,6) y las 18 parejas restantes (27%) revelan una asociación muy baja o nula ( $r$ :  $\leq 0,4$ ). Los índices más estrechamente relacionados son el PIB vs el índice de desarrollo humano, la densidad de la población vs la esperanza de vida, el índice de desarrollo humano vs la esperanza de vida y el gasto en salud pública vs el índice de desarrollo humano, todas las parejas con un índice de correlación de 0,98. Le siguen el PIB vs la esperanza de vida (0,97), el PIB vs la densidad de población (0,95), el gasto en salud pública vs el índice de fragilidad (0,95), el índice de desarrollo humano vs la densidad de población (0,94), el índice de fragilidad vs la densidad de población (0,93) y la esperanza de vida vs la tasa de natalidad (-0,92) (Tabla 61, Figura 82).

**Tabla 60:** Correlaciones parciales entre los 12 índices macroeconómicos y sociodemográficos de los países africanos (13) y europeos (45) recorridos por la codorniz a lo largo de su ruta migratoria.

<b>r =  1-0,81 </b>		<b>r =  0,80-0,61 </b>		<b>r =  0,60-0,41 </b>		<b>r =  ≤0,40 </b>	
índices	r	índices	r	índices	r	índices	r
IDH - EVI	0,95	PIB - ICG	0,80	PIB - EVI	0,59	EDU - NAT	-0,34
EVI - NAT	-0,92	IFR - EVI	-0,80	NAT - MOR	0,59	PIB - EDU	0,32
ICP - ICG	0,91	EVI - MOR	-0,77	EDU - SAL	0,58	DEN - EVI	0,31
IDH - NAT	-0,91	SAL - ICG	0,76	SAL - NAT	-0,57	PIB - NAT	-0,31
ICP - IFR	-0,90	ICG - EVI	0,76	ICG - NAT	-0,56	DEN - NAT	-0,28
ICG - IFR	-0,88	SAL - ICP	0,75	EDU - ICP	0,56	PIB - MOR	-0,28
SAL - IFR	-0,83	SAL - IDH	0,71	EDU - ICG	0,55	IDH - MOR	-0,28
IFR - IDH	-0,83	ICP - IDH	0,70	EDU - IFR	-0,47	IFR - DEN	-0,27
PIB - ICP	0,83	SAL - EVI	0,69	EDU - EVI	0,43	IDH - DEN	0,25
ICG - IDH	0,81	PIB - SAL	0,69	EDU - IDH	0,43	SAL - DEN	0,25
PIB - IFR	-0,81	ICP - EVI	0,69	ICP - NAT	-0,41	ICP - DEN	0,25
		IFR - NAT	0,62			DEU - IFR	-0,23
		PIB - IDH	0,61			DEN - MOR	-0,21
						ICG - DEN	0,21
						ICG - MOR	-0,20
						DEU - ICG	0,20
						PIB - DEN	0,18
						ICP - MOR	-0,16
						DEU - NAT	0,16
						DEU - DEN	0,15
						DEU - EDU	-0,11
						EDU - DEN	0,11
						DEU - ICP	0,10
						IFR - MOR	0,09
						DEU - MOR	-0,08
						DEU - SAL	0,05
						DEU - IDH	0,05
						DEU - EVI	-0,03
						PIB - DEU	0,03
						SAL - MOR	0,01
						EDU - MOR	-0,01

Abreviaturas índices: PIB (PIB per cápita), DEU (deuda pública %PIB), EDU (gasto en educación pública %PIB), SAL (gasto en salud pública %PIB), ICP (índice de corrupción percibida: valores bajos implican percepción de corrupción elevada), ICG (índice de competitividad global), IFR (índice de fragilidad), IDH (índice de desarrollo humano), DEN (densidad de población), EVI (esperanza de vida), NAT (tasa de natalidad), MOR (tasa de mortalidad).

**Figura 81:** Matriz de gráficos de dispersión entre los 12 índices macroeconómicos y sociodemográficos de los países africanos (13) y europeos (45) recorridos por la codorniz a lo largo de su ruta migratoria.



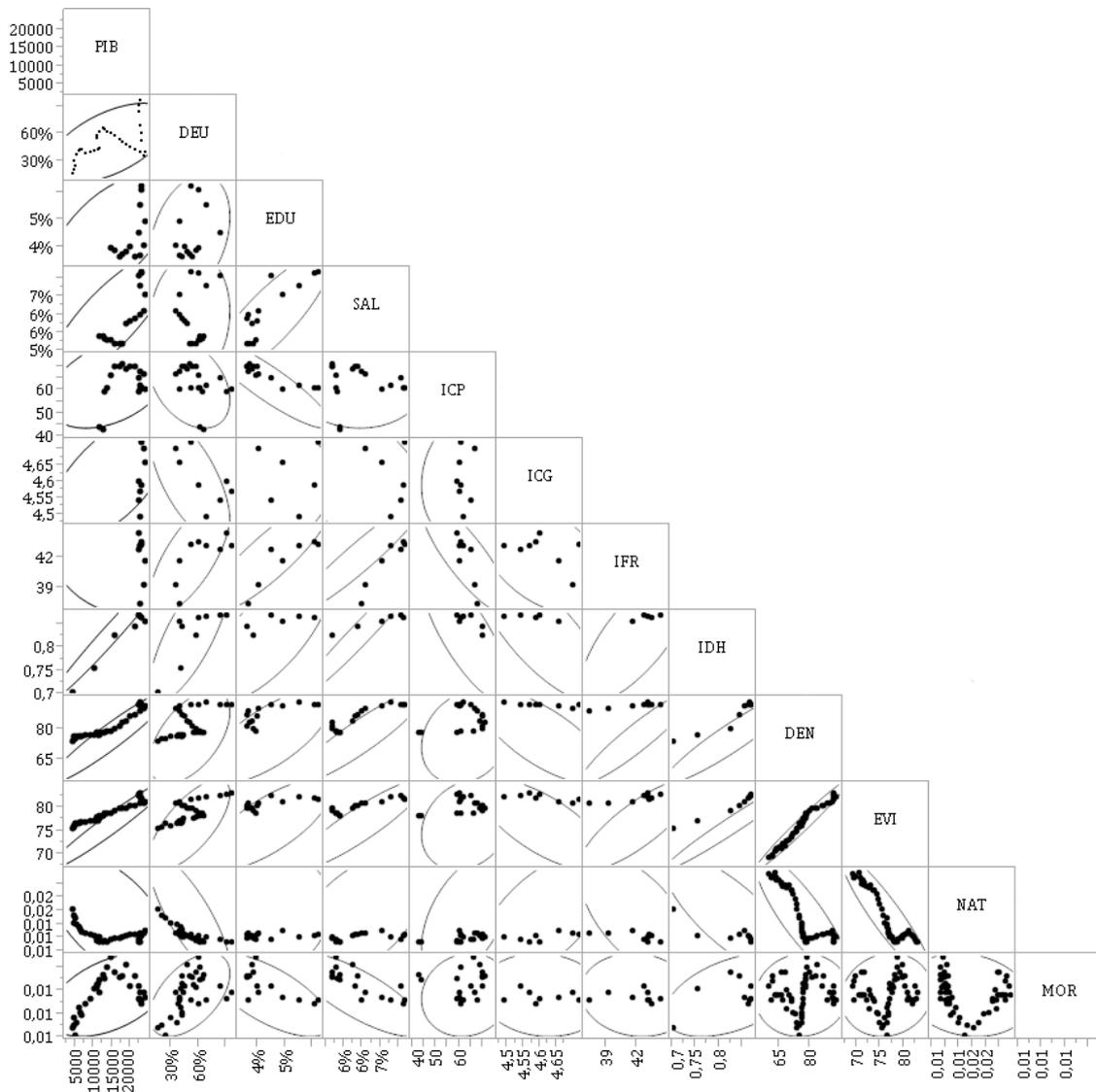
Abreviaturas índices: PIB (PIB per cápita), DEU (deuda pública %PIB), EDU (gasto en educación pública %PIB), SAL (gasto en salud pública %PIB), ICP (índice de corrupción percibida: valores bajos implican percepción de corrupción elevada), ICG (índice de competitividad global), IFR (índice de fragilidad), IDH (índice de desarrollo humano), DEN (densidad de población), EVI (esperanza de vida), NAT (tasa de natalidad), MOR (tasa de mortalidad).

**Tabla 61:** Correlaciones parciales entre los 12 índices macroeconómicos y sociodemográficos de España.

<b>r =  1-0,81 </b>		<b>r =  0,80-0,61 </b>		<b>r =  0,60-0,41 </b>		<b>r =  ≤0,40 </b>	
índices	r	índices	r	índices	r	índices	r
PIB - IDH	0,98	PIB - SAL	0,80	IFR - NAT	-0,60	PIB - ICP	0,39
DEN - EVI	0,98	DEU - NAT	-0,80	ICG - NAT	0,58	DEU - ICP	-0,36
IDH - EVI	0,98	ICP - IDH	-0,79	PIB - EDU	0,57	DEU - EDU	0,32
SAL - IDH	0,98	SAL - MOR	-0,78	PIB - DEU	0,56	SAL - ICG	-0,30
PIB - EVI	0,97	IDH - NAT	-0,78	DEU - DEN	0,54	PIB - IFR	-0,26
PIB - DEN	0,95	DEU - IDH	0,76	PIB - NAT	-0,53	ICP - EVI	0,22
SAL - IFR	0,95	ICG - IDH	-0,75	DEU - MOR	0,52	ICP - DEN	0,21
IDH - DEN	0,94	IFR - IDH	0,75	SAL - NAT	0,51	EDU - NAT	0,18
IFR - DEN	0,93	EDU - EVI	0,73	ICP - NAT	0,50	NAT - MOR	-0,15
EVI - NAT	-0,92	EDU - IDH	0,72	PIB - MOR	0,47	ICP - ICG	0,10
SAL - DEN	0,91	ICG - DEN	-0,72	ICG - IFR	-0,46	DEU - SAL	0,10
SAL - EVI	0,90	DEU - IFR	0,71	IDH - MOR	0,45	EVI - MOR	0,10
EDU - ICP	-0,89	EDU - DEN	0,70			ICP - MOR	0,10
EDU - IFR	0,87	ICG - EVI	-0,70			ICG - MOR	-0,09
ICP - IFR	-0,85	DEU - EVI	0,70			IFR - MOR	-0,09
DEN - NAT	-0,85	EDU - MOR	-0,68			DEN - MOR	0,06
EDU - SAL	0,85	DEU - ICG	-0,66			EDU - ICG	-0,04
IFR - EVI	0,82	PIB - ICG	0,62			SAL - ICP	0,00

Abreviaturas índices: PIB (PIB per cápita), DEU (deuda pública %PIB), EDU (gasto en educación pública %PIB), SAL (gasto en salud pública %PIB), ICP (índice de corrupción percibida: valores bajos implican percepción de corrupción elevada), ICG (índice de competitividad global), IFR (índice de fragilidad), IDH (índice de desarrollo humano), DEN (densidad de población), EVI (esperanza de vida), NAT (tasa de natalidad), MOR (tasa de mortalidad).

**Figura 82:** Matriz de gráficos de dispersión entre los 12 índices macroeconómicos y sociodemográficos de España.



Abreviaturas índices: PIB (PIB per cápita), DEU (deuda pública %PIB), EDU (gasto en educación pública %PIB), SAL (gasto en salud pública %PIB), ICP (índice de corrupción percibida: valores bajos implican percepción de corrupción elevada), ICG (índice de competitividad global), IFR (índice de fragilidad), IDH (índice de desarrollo humano), DEN (densidad de población), EVI (esperanza de vida), NAT (tasa de natalidad), MOR (tasa de mortalidad).

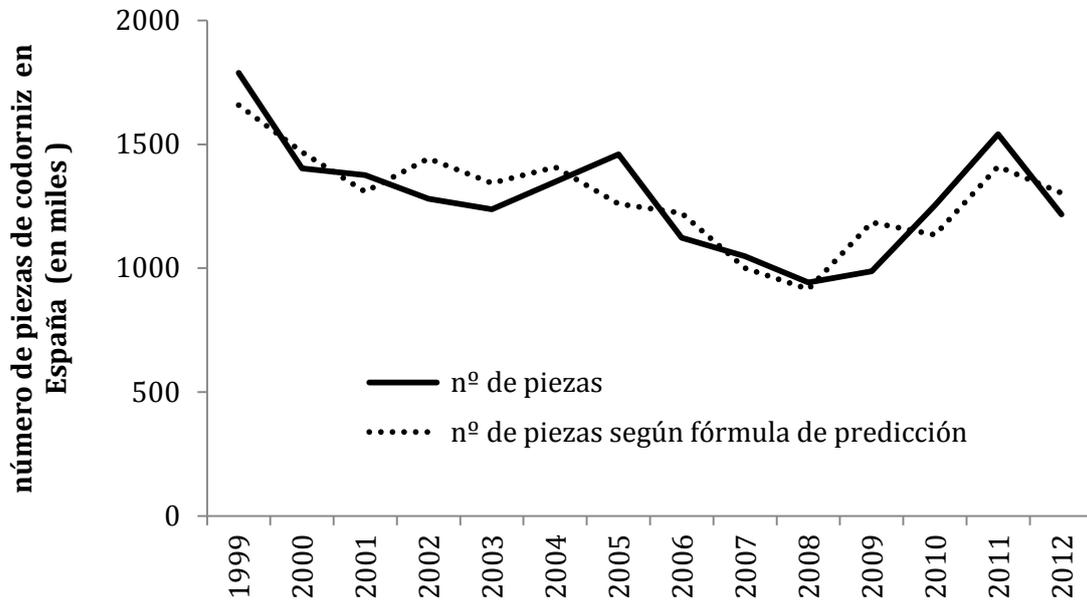
*La relación entre los índices macroeconómicos y sociodemográficos y el tamaño y valor económico de la población de codorniz*

Los resultados obtenidos a escala intercontinental sobre el grado de asociación entre los índices macroeconómicos y sociodemográficos, permiten seleccionar un reducido número de indicadores que garanticen la representatividad de todas las regiones bioclimáticas, y que no aporten información redundante (índice de correlación bajo). Por ello, de entre los doce índices (ocho macroeconómicos y cuatro sociodemográficos) se han seleccionado cuatro (tres macroeconómicos y uno sociodemográfico): el PIB, la deuda pública, el gasto en educación pública y la densidad de la población.

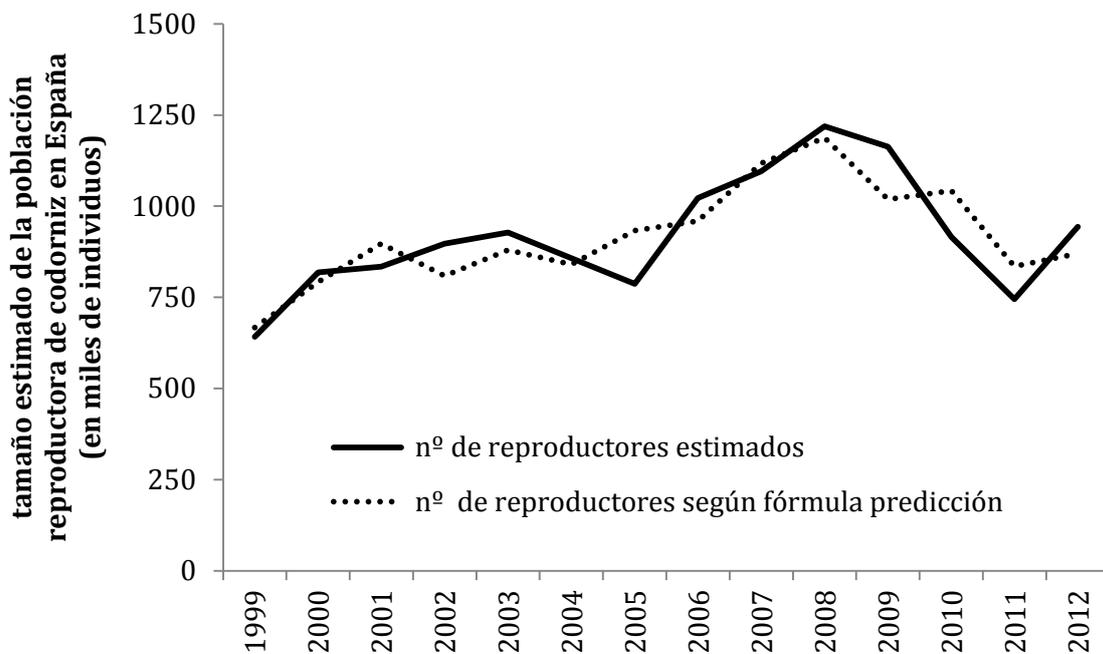
La combinación de estos cuatro índices permite explicar el 71-72% de la variabilidad registrada en la abundancia de codorniz en España durante 1999-2012 (número de piezas:  $R^2=0,71$ ;  $N=13$ ;  $gl=4$ ;  $F=4,86$ ;  $p=0,0277$ ; número de individuos reproductores:  $R^2=0,72$ ;  $N=13$ ;  $gl=4$ ;  $F=5,22$ ;  $p=0,023$ ). Sin embargo, el modelo no resulta significativo a la hora de explicar la variabilidad del valor económico asociado a las piezas capturadas ( $R^2=0,62$ ;  $N=13$ ;  $gl=4$ ;  $F=3,3$ ;  $p=0,0709$ ) (Figura 83, Figura 84).

A partir de la expresión de predicción de los modelos anteriores se ha intentado estimar el tamaño de la población de la codorniz en las diferentes regiones bioclimáticas de las tres de migración evaluadas. Sin embargo, la extrapolación no ha sido posible. Lo que sí se ha podido, es ajustar la abundancia de la población reproductora española a partir de los índices de las diferentes rutas y regiones bioclimáticas (Tabla 62). No obstante, las fórmulas de predicción obtenidas en cada área tampoco permiten estimar la abundancia de la población de su propio territorio.

**Figura 83:** Comparación entre el número real de piezas de codorniz y el número esperado de piezas previsto por el modelo elaborado a partir de los índices macroeconómicos y sociodemográficos en España durante 1999-2012.



**Figura 84:** Comparación entre el número estimado de individuos reproductores de codorniz y el número esperado previsto por el modelo elaborado a partir de los índices macroeconómicos y sociodemográficos en España durante 1999-2012.



**Tabla 62:** Resumen de los modelos de regresión múltiple que asocian la abundancia de la población española (nº individuos reproductores) con la combinación del PIB, deuda, gasto público y densidad de los países de las diferentes regiones y rutas migratorias de la codorniz.

<b>Rutas y Regiones Bioclimáticas</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>N</b>	<b>gl</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Índices Ruta Occidental</b>					
Norte Europa	0,80	13	4	7,84	0,0071
Centro Europa	0,77	14	4	7,74	0,0055
Sur Europa	0,81	14	4	9,51	0,0027
Magreb y Máchreq	0,90	9	4	9,30	0,0264
Sáhara	0,51	8	3	1,39	0,3687
Sáhel	0,83	11	4	7,40	0,0167
<b>Índices Ruta Central</b>					
Norte Europa	0,66	13	4	3,85	0,0498
Centro Europa	0,83	13	4	9,77	0,0036
Sur Europa	0,70	13	4	4,65	0,0311
Magreb y Máchreq	0,66	13	4	3,91	0,0477
Sáhel	0,66	14	4	4,45	0,0295
<b>Índices Ruta Oriental</b>					
Norte Europa	0,69	14	4	5,03	0,0209
Centro Europa	0,75	14	4	6,74	0,0086
Sur Europa	0,80	14	4	9,10	0,0032
Magreb y Máchreq	0,97	6	4	9,72	0,2355
Sáhel	0,85	12	4	10,02	0,005

## DISCUSIÓN

El análisis de los datos estadísticos oficiales desde un punto de vista crítico permite, contrastar las distintas estimas sobre los indicadores poblacionales de la codorniz con los índices socioeconómicos para los distintos países. El diferente nivel de precisión de la información estadística hace que deba interpretarse cautelosamente a nivel de magnitud. Las estadísticas agrarias y forestales recogen los datos provinciales de las capturas de codorniz silvestre, de la producción en granja y de las repoblaciones. En las últimas décadas las capturas anuales de codorniz no han cambiado, oscilan ampliamente según los años, sin manifestar tendencia de incremento o decremento. Estas variaciones son las típicas esperadas para la abundancia anual de la población de un ave migradora. Por esto se han tomado como base para estimar la población anual reproductora de la especie en España. Para el total de Europa la población reproductora de codorniz se estima en  $10^6$  ejemplares, que se distribuye en el 20% dentro la zona occidental, y el 80% en la zona centro-oriental (BirdLife International 2015; Carrascal & Palomino 2008; Cramp & Simmons 1980; Gallego *et al.* 1997; Guyomarc'h, Combreau, *et al.* 1998; Guyomarc'h 2003; Heath *et al.* 2000; ICO 2015a; Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente 1973-2005; Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente 2005-2014; Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino 2014; Nadal & Ponz 2012; Ogilvie 1999; Ouweneel & Strucker 1997; Perennou 2009; Puigcerver *et al.* 2012; SEO/BirdLife 2013; Tucker & Heath 1994; Zuckerbrot *et al.* 1980).

El valor económico de la carne de la codorniz ha ido aumentando tanto como el precio de los alimentos, en consecuencia el importe de las codornices capturadas se ha elevado con el paso de los años. En España la producción de codorniz en granja se estima  $5,8^6$  ejemplares aunque los datos declarados de las sueltas no llegan a ser el 1,7% de esta cifra. Ni los datos de producción de codorniz para la caza, ni los de las sueltas se asocian con la abundancia de la codorniz silvestre, ni con las capturas declaradas. En consecuencia no parecen tener ningún efecto sobre la población silvestre (Expansión 2015; Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente 1973; Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente 2005; Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino 2014; Sánchez-Donoso 2014; Sánchez-Donoso *et al.* 2012).

Los diferentes indicadores socioeconómicos son característicos de cada país, tanto que países que pertenecen al mismo entorno socioeconómico y biogeográfico presentan diferencias notables. Desde 1970 el PIB ha incrementado con similar pendiente en Europa, pero mucho menos progresivamente en el Magreb, o casi sin cambios en el Sáhel o el Sáhara. Tampoco han variado paralelamente entre estos países el resto de indicadores socioeconómicos, su comportamiento se manifiesta

en varias ocasiones como contrario. Ni el crecimiento de la población humana en ellos ha seguido el mismo patrón, el Norte de Europa y el Sáhara han permanecido constantes, mientras que el resto ha aumentado. Esto hace que las correlaciones encontradas entre los distintos índices socioeconómicos no coincidan exactamente con las calculadas para España, pero si sean útiles como aproximación (Expansión 2015).

El PIB, la deuda pública, el gasto en educación pública y la densidad de la población han sido los índices socioeconómicos que mayor información complementaria contienen, por lo que se han seleccionado como variables independientes para explicar la fluctuación en la población de codorniz (71%) y de su valor económico (62%). De la misma forma que los indicadores económicos de España explican las fluctuaciones anuales de la población de codorniz durante su estancia en España, los indicadores económicos seleccionados de las unidades biogeográficas en cada una de las rutas, son válidos para explicar las variaciones de esta población. Aunque los modelos sean algoritmos matemáticos que discrepan en cada caso, todo esto sugiere que la codorniz silvestre está fuertemente condicionada por la población humana y su actividad (BirdLife International 2004; BirdLife International 2012; BirdLife International 2015; Burfield 2004; Cramp & Simmons 1980; Davis *et al.* 1966; Expansión 2015; Gallego *et al.* 1997; George 1996; Guyomarc'h 2003; Guyomarc'h, Combreau, *et al.* 1998; Michailov 1996; Nadal & Ponz 2012; Rodríguez-Teijeiro, Puigcerver & Gallego 2003; Rodríguez-Teijeiro, Sardà-Palomera, *et al.* 2009; Sánchez-Donoso 2014; Sanderson *et al.* 2006; Sardà-Palomera 2010; Zuckerbrot *et al.* 1980).

La gobernanza del planeta se plantea en términos políticos y económicos, recientemente, también los países cada vez están logrando más acuerdos para armonizar la gestión medioambiental. Esta Tesis sugiere que las aves migratorias también deben considerarse un recurso común, afectado por las decisiones de gobernanza internacionales, la codorniz tiene que gestionarse internacionalmente, para la sostenibilidad de su caza, la actividad más ancestral de la población (Guyomarc'h 2003; Mullié & Keith 1993; Perennou 2009; Puigcerver *et al.* 2004; Rodríguez-Teijeiro, Puigcerver, *et al.* 2009; Saint-Jalme & Guyomarc'h 1990; Sanderson *et al.* 2006; Sardà-Palomera 2010).

## **CONCLUSIONES**

---

1. El anillamiento científico de codornices en España ha aumentado mucho en las últimas décadas, la tasa de recuperaciones de los ejemplares anillados es del 5,1%. Las codornices marcadas describen rutas migratorias de llegada y salida. Un porcentaje importante de las codornices recuperadas proceden de ejemplares cazados. La comunicación de las codornices marcadas y cazadas puede aumentar sustancialmente la información científica sobre la especie.

2. El anillamiento diurno proporciona datos de los machos durante las fases de llegada y la estancia. El nocturno, informa de los dos sexos y también de la fase de salida. Los programas de anillamiento de codorniz deben coordinarse en todos los niveles (autonómico, nacional e internacional) para aumentar su rendimiento.

3. El Norte peninsular concentra a la mayoría de las codornices durante su estancia en España. También es la zona que registra el mayor número de recuperaciones de codornices anilladas. Las codornices anilladas en España se han recuperado principalmente en Francia debido a la caza en este país. Las codornices anilladas en el exterior y recuperadas en España proceden principalmente de Italia y Bélgica por los proyectos de anillamiento realizados en ambos países. Sin embargo, se registran ejemplares anillados en el Este y Centro de Europa. Las rutas migratorias principales pasan por España y Francia hacia el centro de Europa, otras rutas incluyen Reino Unido y también Italia.

4. Con jornadas nocturnas el 12,5% de los ejemplares se anillan durante la etapa de llegada, el 34,2% en la estancia y el 53,3% en la salida. Sin embargo, la abundancia de codornices detectada en las tres etapas ha sido respectivamente 3,2; 6,3 y 5,6 codornices por jornada. El promedio de capturas es 3,7 codornices por jornada de anillamiento (2,5 machos y 1,3 hembras). La capturabilidad de machos es menor en la salida, la de hembras, en la llegada. La capturabilidad de los sexos no difiere para la salida. El índice codornices capturadas/codornices detectadas es 0,69.

5. El 16% de las codornices son juveniles con menos de 2 meses de edad (J), el 53% juveniles con más de 2 meses de edad (JR1+JR2), el 28% adultos con más de 6 meses de edad (A1+A2), y el 3% adultos con más de 1 año de edad (A). El 66% son machos. En la llegada el 10% de los machos y ninguna de las hembras son juveniles, el 63,5% y 64,5% durante la estancia y el 90,4% y el 81,8% en la salida.

6. La estructura de la población cambia entre la llegada, estancia y salida, estos cambios son diferentes según el año estudiado. Los años 2011 y 2012 son muy similares en su estructura de la población, 2013 y 2014 muestran estructuras distintas por cambios en la migración, durante 2013 disminuye notablemente el número de codornices en el periodo de estancia, mientras que en 2014 aumenta.

7. Las hembras son ligeramente mayores que los machos, las codornices pesan más en la fase de salida por la grasa acumulada para la migración. La coloración de la garganta de los machos y la frecuencia de muda de las rémiges cambia con la etapa y la edad. Un 27,1% de las codornices tiene placas incubatrices en la etapa de estancia, el 100% en las hembras adultas. La presencia de placas es complementaria a la cloaca. El 65,5% de las codornices presenta malófagos.

8. Desde 1970 la codorniz silvestre muestra amplias oscilaciones de su abundancia, como le corresponde a un ave migradora. La tendencia de la población durante este periodo es mantenerse estable, sin incrementos ni decrementos. La metapoblación atlántica de codorniz silvestre se sostiene a pesar de las profundas transformaciones que ha sufrido su hábitat en los agrosistemas europeos durante estos años.

9. Las fluctuaciones anuales de la abundancia de la población de codorniz se asocian a los índices socioeconómicos de los países. El PIB, la deuda pública, el gasto en educación pública y la densidad de la población, explican el 71% de las variaciones de la abundancia de la codorniz en España. Esta asociación seguramente ocurre a través de terceros factores que afectan tanto a la abundancia de codorniz como a los índices socioeconómicos: la meteorología, la producción agroganadera, el uso del suelo, la cultura sobre el respeto a la vida silvestre, etc.

10. La sostenibilidad y el aprovechamiento deseable de la codorniz exigen planes de gestión coordinados autonómica, nacional e internacionalmente. La asociación entre los recursos naturales de la tierra, la población humana y su nivel socioeconómico, son claves que se deben considerar en la balanza de derechos y deberes que cada país debe aportar al plan de gestión para la codorniz. Por ello es necesario utilizar tanto los índices de la población silvestre de codorniz, como los socioeconómicos y los ecológicos, en las negociaciones de corresponsabilidad de los países implicados.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

---

- Barilani, M. et al., 2005. Detecting hybridization in wild (*Coturnix c. coturnix*) and domesticated (*Coturnix c. japonica*) quail populations. *Biological Conservation*, 126, pp.445–455.
- BirdLife International, 2004. *Birds in the European Union: a status assessment*, Birdlife International, Wageningen, The Netherlands.
- BirdLife International, 2015. *Coturnix coturnix* (Common Quail). European Red List of Birds. Available at: <http://www.birdlife.org/datazone/info/euroredlist>.
- BirdLife International, 2012. *Coturnix coturnix*. *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2.*,
- Broyer, J., 1996. Les “fenaisons centrifuges”, une méthode pour réduire la mortalité des jeunes râles de genêts *Crex crex* et cailles des blés *Coturnix coturnix*. *Revue D'Ecologie (La Terre Et La Vie)*, 51, pp.269–276.
- Burfield, I.J., 2004. *Birds in Europe: Population estimates, trends and conservation status.*, BirdLife Conservation series n° 12, Cambridge, UK.
- Carrascal, L.M. & Palomino, D., 2008. *Las aves comunes reproductoras en España. Población en 2004-2006.*, SEO/BirdLife, Madrid.
- Combreau, O., 1992. *Étude des variations saisonnières du régime, des exigences et de la sélectivité alimentaire chez la caille des blés (Coturnix c. coturnix). Approche causale et fonctionnelle.* Thèse Doctorat. Université de Rennes I, France.
- Combreau, O., Fouillet, P. & Guyomarc'h, J.C., 1990. Contribution a l'étude du régime et de la sélectivité alimentaires des jeunes cailles des blés (*Coturnix coturnix coturnix*) dans la baie du Mont Saint-Michel. *Gibier Faune Sauvage*, 7, pp.159–174.
- Combreau, O. & Guyomarc'h, J.C., 1992. Energy intake, breeding success and growth in captive European quail (*Coturnix coturnix coturnix*) in relation to diet. *Gibier Faune Sauvage*, 9, pp.677–692.
- Combreau, O., Guyomarc'h, J.C. & Maghnoúj, M., 2001. Seasonal variation in the diet of the common quail (*Coturnix c. coturnix*) along the Atlantic side of its range. *Game and Wildlife Science*, 18(3-4), pp.342–362.
- Cramp, S. & Simmons, K.E., 1980. Quail *Coturnix Coturnix*. In S. Cramp, ed. *Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa: The birds of the Western Palearctic. Vol 2.* Oxford University Press., pp. 496–503.
- Davis, P. et al., 1966. Invasion de cailles (*Coturnix coturnix*) en Europe, durant l'anne 1964. *Aves*, 3(4-5), pp.65–97.
- Derégnaucourt, S. & Guyomarc'h, J.C., 2003. Mating call discrimination in female European (*Coturnix c. coturnix*) and Japanese Quail (*Coturnix c. japonica*).

- Ethology*, 109(2), pp.107–119.
- Estrada, J. et al., 2004. *Atles dels ocells nidificants de Catalunya 1999-2002*, Institut Català d'Ornitologia (ICO)/Lynx Edicions, Barcelona.
- Expansión, 2015. Indicadores Económicos y socio-demográficos. Available at: <http://www.datosmacro.com/indicadores> [Accessed September 1, 2015].
- Fontoura, A.P. et al., 2000. La sexualité précoce des populations hivernantes de cailles des blés (*Coturnix c. coturnix*) au Portugal. *Cahiers d'Ethologie*, 20(1), pp.21–34.
- Gallego, S. et al., 1993. Algunos aspectos fenológicos y de la biología de la reproducción de la codorniz (*Coturnix coturnix*) en Cataluña (España). *Historia Animalium*, 2, pp.125–136.
- Gallego, S., Puigcerver, M. & Rodríguez-Teijeiro, J.D., 1997. Quail *Coturnix coturnix*. In W. J. M. Hagemajer & M. J. Blair, eds. *The EBCC Atlas of European Breeding Birds: Their Distribution and Abundance*. London: European Bird Census Council, London, UK, pp. 214–215.
- George, K., 1996. Habitat use, density and population changes of quail in Sachsen-Anhalt, Germany. *Vogelwelt*, 117, pp.205–211.
- Gonçalves, D., Guyomarc'h, J.C. & Fontoura, A.P., 2001. Fatty acid composition of lipid stores of captive European quail (*Coturnix e. coturnix*) in spring. *Game and Wildlife Science*, 18(3-4), pp.531–543.
- Gregory, R.D. et al., 2005. Developing indicators for European birds. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 360(1454), pp.269–288.
- Guyomarc'h, C. & Guyomarc'h, J.C., 1994. Influence of a daily cycle of crowing on mature Japanese quail. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Série 3 Sciences de la Vie*, 317, pp.621–626.
- Guyomarc'h, C. & Guyomarc'h, J.C., 1995. Moulting cycles in European quail (*Coturnix c. coturnix*) under constant photoperiodic conditions. *Biological Rhythm Research*, 26, pp.292–305.
- Guyomarc'h, C., Guyomarc'h, J.C. & Saint-Jalme, M., 1990. Potentialités reproductrices chez les jeunes cailles des blés *Coturnix coturnix coturnix*. *Cahiers d'Ethologie appliquée*, 10(2), pp.125–142.
- Guyomarc'h, J.C., 2003. Elements for a Common Quail (*Coturnix c. coturnix*) management plan. *Game and Wildlife Science*, 20(1-2), pp.1–92.
- Guyomarc'h, J.C., Combreau, O., et al., 1998. Quail *Coturnix coturnix*. In E. Olgivie, ed. *Birds of the Western Palearctic Update. The Journal of Birds of the Western*

- Palaearctic. Vol 2.* Oxford University Press, pp. 27–46.
- Guyomarc'h, J.C., 1992. Structure, fonctionnement et microévolution des populations de cailles des blés (*Coturnix c. coturnix*) dans le Paléarctique occidental. *Gibier Faune Sauvage*, 9, pp.387–401.
- Guyomarc'h, J.C., Aupiais, A. & Guyomarc'h, C., 1998. Individual differences in the long-distance vocalizations used during pair bonding in European quail (*Coturnix coturnix*). *Ethology Ecology & Evolution*, 10(4), pp.333–346.
- Guyomarc'h, J.C. & Belhamra, M., 1998. Les effets de la sélection sur l'expression des tendances sexuelles et migratoires chez la caille des blés (*Coturnix c. coturnix*, L.). *Cahiers d'Ethologie*, 18(1), pp.1–16.
- Guyomarc'h, J.C. & Guyomarc'h, C., 1996. Vocal communication in European quail, comparison with Japanese quail. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Série 3 Sciences de la Vie*, 319, pp.827–834.
- Heath, M.F., Borngreve, C. & Peet, N., 2000. *European bird population: estimates and trends.*, Birdlife International/European Bird Census Council, Cambridge.
- del Hoyo, J., Elliot, A. & Sargatal, J., 1994. *Handbook of the Birds of the World. New World Vultures to Guinea-fowl*, Lynx Edicions, Barcelona.
- ICO, 2015a. *13<sup>o</sup> Informe del Programa de Seguiment d'Ocells Comuns a Catalunya (SOCC)*. Informe técnico. Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- ICO, 2015b. SIOC: servidor d'informació ornitològica de Catalunya. *ICO, Barcelona*. Available at: <http://www.sioc.cat> [Accessed September 1, 2015].
- IUCN, 2001. *Red list categories and criteria. Version 3.1*,
- Juan, M., 2012. Codorniz común, *Coturnix coturnix*. In J. C. del Moral et al., eds. *Atlas de las aves en invierno en España 2007-2010*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente-SEO/BirdLife, Madrid., pp. 116–118.
- Martín, A. & Luna del Castillo, J., 1994. *Bioestadística para las ciencias de la salud*, Ediciones Norma, Las Rozas, Madrid.
- McGowan, P.J.K., 1994. Family Phasianidae (Pheasants and Partidges). In J. del Hoyo, A. Elliot, & J. Sargatal, eds. *Handbook of the Birds of the World*. Lynx Edicions, Barcelona, pp. 452–462.
- Michailov, C., 1996. Seasonal changes in the population of the quail (*Coturnix coturnix* L.) in the southwest of Bulgaria. In *XXI IUGB Congress International Union of Game Biologists. Sofia, Bulgaria, 4-8 September 1995*.
- Michel, R., 1991. Influence of the visual environment on the choice of laying site of the European quail (*Coturnix c. coturnix*), single or paired, under experimental conditions. *Ethology*, 87, pp.330–337.

- Mills, A.D. & Faure, J.M., 1991. Divergent selection for duration of tonic immobility and social reinstatement behavior in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) chicks. *Journal of Comparative Psychology*, 105(1), pp.25–38.
- Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente, 1973-2014. *Anuarios de Estadística Agraria*, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones. Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado. Madrid.
- Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente, 2005-2014. *Anuarios de Estadística Forestal*.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2014. *REGA. Registro General de Explotaciones Ganaderas*.
- Moreau, R.E., 1951. The British status of the quail and some problem of its biology. *British Birds*, 44(8), pp.257–276.
- Moreau, R.E. & Dolp, R.M., 1970. Fat, water, weights and wing-lengths of autumn migrants in transit on the northwest coast of Egypt. *Ibis*, 112, pp.209–228.
- Mullié, W.C. & Keith, J.O., 1993. The effects of aerially applied Fenitrothion and Chlorpyrifos on birds in the savannah of Northern Senegal. *Journal of Applied Ecology*, 30(3), pp.536–550.
- Muntaner, J., Ferrer, X. & Martínez-Vilalta, A., 1983. *Atlas dels ocells nidificants de Catalunya i Andorra*. Ketres Ed.,
- Mur, P., 1994. *Contribution a la gestion des populations paléarctiques de caille des blés (Coturnix c. coturnix) dans la phase européenne de son cycle annuel*. Thèse Doctorat. Université de Rennes I, France.
- Nadal, J. & Ponz, C., 2012. *Anillamiento y seguimiento de la codorniz (Coturnix coturnix) en España (2002-11)*. Programa de monitoreo de la codorniz en España. Informe científico de las campañas 2002-2011.FEDENCA-RFEC.
- Nadal, J. & Ponz, C., 2013. *Seguimiento de la codorniz en 2013: nuevos métodos*. Informe técnico. Federación de Caza de Castilla y León.
- Nadal, J. & Ponz, C., 2014. *Seguimiento de la codorniz en 2014*. Informe técnico. Federación de Caza de Castilla y León.
- Ogilvie, M., 1999. Rare breeding birds in the U. K. in 1997. *British Birds*, 92(August 1999), pp.389–428.
- Ouweneel, G.L. & Strucker, R.C., 1997. A concentration of quail *Coturnix coturnix* al Hoeksche Waard in 1997. *Limosa*, (71), pp.80–81.
- Perennou, C., 2009. *European Union Management Plan 2009–2011. Common quail, Coturnix coturnix*,

- Puigcerver, M., 1990. *Contribución al conocimiento de la biología y ecoetología de la codorniz (Coturnix c. coturnix)*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. Departamento de Biología Animal. Sección de Zoología.
- Puigcerver, M., Rodríguez-Teijeiro, J.D., D'Amico, S., et al., 1999. Hybridization and introgression of Japanese quail mitochondrial DNA in Common quail populations: a preliminary study. In *International Symposium on Partridges, Quails and Pheasants in the Western Palearctic and Nearctic (Perdix VIII)*. Sopron, Hungary, 26-29 October 1998. pp. 129–136.
- Puigcerver, M. et al., 1992. Survival and mean life span of the quail *Coturnix c. coturnix*. *Bird study*, 39, pp.120–123.
- Puigcerver, M., Gallego, S. & Rodríguez-Teijeiro, J.D., 1984. Quelques aspects de la territorialité de la caille des blés *Coturnix c. coturnix*. In A. de Haro & X. Espadaler, eds. *Processus d'acquisition précoce. Les communications*. Publ. Universitat Autònoma et Societe Francaise pour l'étude du comportement animal., pp. 463–470.
- Puigcerver, M., Rodríguez-Teijeiro, J.D. & Gallego, S., 1989a. ¿Migración y/o nomadismo en la codorniz (*Coturnix c. coturnix*)? *Etologia*, 1, pp.39–45.
- Puigcerver, M., Rodríguez-Teijeiro, J.D. & Gallego, S., 2004. Codorniz Común, *Coturnix coturnix*. In A. Madroño, C. González, & J. C. Atienza, eds. *Libro Rojo de las Aves de España*. Dirección General para la Biodiversidad - SEO/BirdLife, Madrid.
- Puigcerver, M., Rodríguez-Teijeiro, J.D. & Gallego, S., 1989b. La Caille des blés en Catalogne (Espagne) Quelques données sur sa biologie et son comportement. *Bulletin Mensuel de la Office National de la Chasse*, 138, pp.37–39.
- Puigcerver, M., Rodríguez-Teijeiro, J.D. & Gallego, S., 1999. The effects of rainfall on wild populations of Common Quail (*Coturnix coturnix*). *Journal of Ornithology*, 140, pp.335–340.
- Puigcerver, M., Rodríguez-Teijeiro, J.D. & Gallego, S., 2001. The problem of the subspecies in *Coturnix coturnix* quail. *Game and Wildlife Science*, 18(3-4), pp.561–572.
- Puigcerver, M., Sardà-Palomera, F. & Rodríguez-Teijeiro, J.D., 2012. Determining population trends and conservation status of the common quail (*Coturnix coturnix*) in Western Europe. *Animal Biodiversity and Conservation*, 35.2, pp.343–352.
- Rodrigo-Rueda, F.J. et al., 1997. Mate switching in a non-monogamous species? The Case of the Common Quail (*Coturnix coturnix*). *Ethology*, 103, pp.355–364.
- Rodríguez-Teijeiro, J.D. et al., 1993. Codornices japonesas en nuestros campos.

- Trofeo*, 277, pp.48–52.
- Rodríguez-Teijeiro, J.D. et al., 2010. Monitoring and management of common quail *Coturnix coturnix* populations in their atlantic distribution area. *Ardeola*, 57(SPEC. DECEMBER), pp.135–144.
- Rodríguez-Teijeiro, J.D. et al., 2006. Orientation-cage experiments with the European Quail during the breeding season and autumn migration. *Canadian Journal of Zoology*, 84(6), pp.887–894.
- Rodríguez-Teijeiro, J.D., Puigcerver, M., Gallego, S., et al., 2003. Pair bonding and multiple paternity in the polygamous common quail *Coturnix coturnix*. *Ethology*, 109(4), pp.291–302.
- Rodríguez-Teijeiro, J.D., Sardà-Palomera, F., et al., 2009. The effects of mowing and agricultural landscape management on population movements of the common quail. *Journal of Biogeography*, 36(10), pp.1891–1898.
- Rodríguez-Teijeiro, J.D., Puigcerver, M. & Gallego, S., 2003. Codorniz Común, *Coturnix coturnix*. In R. Martí & J. C. del Moral, eds. *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Sociedad Española de Ornitología, Madrid., pp. 218–219.
- Rodríguez-Teijeiro, J.D., Puigcerver, M. & Gallego, S., 1992. Mating strategy in the European Quail (*Coturnix c. coturnix*) revealed by male population density and sex-ratio in Catalonia (Spain). *Gibier Faune Sauvage*, 9, pp.377–386.
- Rodríguez-Teijeiro, J.D., Puigcerver, M. & Sardà-Palomera, F., 2009. *Caza sostenible en especies migradoras 2005-2010: codorniz común (Coturnix coturnix)*. Informe técnico. Federación de Caza de Euskadi.
- Saint-Jalme, M., 1990. *La reproduction chez la caille des blés (Coturnix c. coturnix); études expérimentales des cycles saisonniers et de la variabilité interindividuelle*. Thèse Doctorat. Université de Rennes I, France.
- Saint-Jalme, M. & Guyomarc'h, J.C., 1995. Plumage development and moult in the European quail *Coturnix c. coturnix*: criteria for age determination. *Ibis*, 137, pp.570–581.
- Saint-Jalme, M. & Guyomarc'h, J.C., 1990. Recent changes in population dynamics of European quail in the western part of its breeding range. In *XIX IUGB Congress International Union of Game Biologists. Trondheim, Norway, September 1989*. pp. 130–135.
- Sánchez-Donoso, I. et al., 2012. Are farm-reared quails for game restocking really common quails (*Coturnix coturnix*): A genetic approach. *PLoS ONE*, 7(6).
- Sánchez-Donoso, I., 2014. *Impacto de las sueltas cinegéticas en las poblaciones de codorniz común*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. Departamento de

Biología Animal.

- Sanderson, F.J. et al., 2006. Long-term population declines in Afro-Palearctic migrant birds. *Biological Conservation*, 131(1), pp.93–105.
- Sardà-Palomera, F. et al., 2011. Exploring male and female preferences, male body condition, and pair bonds in the evolution of male sexual aggregation: the case of the Common Quail (*Coturnix coturnix*). *Canadian Journal of Zoology*, 89(4), pp.325–333.
- Sardà-Palomera, F., 2010. *Factors determinants dels canvis de distribució de la guatlla Coturnix coturnix a gran escala: respostes a la dinàmica del paisatge agrícola*. Universidad de Barcelona. Departamento de Biología Animal. Programa de Doctorado de Zoología.
- SEO/BirdLife, 2013. *Codorniz Común, Coturnix coturnix. Resultados del programa Sacre 1996- 2013*. Informe técnico. SEO/BirdLife, Madrid.
- Tucker, G.M. & Heath, M.F., 1994. *Birds in Europe. Their Conservation Status. Bird Conservation Series No. 3*, BirdLife International, Cambridge, UK.
- Zuckerbrot, Y.D., Safriel, U.N. & Paz, U., 1980. Autumn migration of quail *Coturnix coturnix* at the north coast of the Sinai Peninsula. *Ibis*, 122(1), pp.1–14.



