



UNIVERSITAT DE BARCELONA



**CAZA SOSTENIBLE EN ESPECIES MIGRADORAS. 2010-2015  
CODORNIZ COMÚN (*Coturnix Coturnix*)**

**INFORME FINAL DEL AÑO 2013**



Fédération Nationale des Chasseurs

**CAZA SOSTENIBLE EN ESPECIES MIGRADORAS. 2010-2015**  
**CODORNIZ COMÚN (*Coturnix Coturnix*)**

Directores científicos y responsables del trabajo:

- José Domingo Rodríguez-Teijeiro. [jrodriguez@ub.edu](mailto:jrodriguez@ub.edu). 00 34 617 869 018.
- Manel Puigcerver Oliván. [mpuigcerver@ub.edu](mailto:mpuigcerver@ub.edu). 00 34 619 993 777

**Promotor del Estudio y Director del Proyecto Caza Sostenible**

**José María Usarraga Unsain**  
Federación de Caza de Euskadi (FCE)

**Coordinación Internacional del Proyecto**

**Antonio Bea**  
Ekos Estudios Ambientales, S.L.U.

**Responsables Científicos del Proyecto**

**José Domingo Rodríguez Teijeiro**  
**Manel Puigcerver Oliván**  
Universidad de Barcelona (UB)

**Representante del Comité de Seguimiento del Proyecto en Portugal**

**Vitor Palmilha**  
Federação de Caçadores do Algarve (FCA)

**Representantes del Comité de Seguimiento del Proyecto en Francia**

**Jean-Marie Boutin – Denis Roux**  
Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS)  
**Mathieu Sarasa - Jean-Pierre Arnauduc**  
Fédération Nationale des Chasseurs (FNC)

**Representantes del Comité de Seguimiento del Proyecto en España**

**José Domingo Rodríguez Teijeiro - Manel Puigcerver Oliván - Irene Jiménez Blasco**  
Universidad de Barcelona (UB)  
**Ignacio de la Fuente Cabria**  
Junta de Castilla y León (JCL)

**Responsables del Trabajo de Campo en Portugal**

**Eduardo Valente - Vitor Ventura (FCA)**

**Responsables del Trabajo de Campo en Francia**

**Denis Roux** (La Vaucluse), **Christophe Rieutort - Jean-Claude Coustes - André Vieilledent - Jean-Claude Pons - Yannick Bay - Bastien Pons** (La Lozère), **Maxime Gaubert - Marc Druilhe - Bernard Blanchy** (L'Aveyron), **Pascal Fosty** (L'Ariège), **Maxime Bobineau - Frédéric La Fontaine - Pascal Bonnin** (La Vendée), **Cédric Bazin** (Aube), **Raymond Ternat** (Gard), **Frédéric Le Capitane** (Tarn et Garonne), **Guy Pindon** (Loir et Cher), **Jérôme Mery** (Oise), **Cédric Lejeune** (Dordogne) y **Arnaud Laforgue** (Lot et Garonne).

**Responsables del Trabajo de Campo en España**

**José Domingo Rodríguez - Manel Puigcerver - Irene Jiménez** (UB), **José Ramón Caballero - Pablo Morales** (UC y LM), **Mariano Rodríguez - Jesús Domínguez - Emilio Álvarez - Luis Fernando San José - Manuel Hernández - Eduardo Vega - Manuel Miñambre - Cayetano Caldero - Pedro Díez - Jesús Palacios** (Villafáfila).

**Autoría del estudio**

**Dr. José Domingo Rodríguez-Teijeiro**

**Dr. Manel Puigcerver Oliván**

**Irene Jiménez Blasco**

Universidad de Barcelona (UB)

## ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN. PRECEDENTES .....	3
2.- OBJETIVOS .....	7
3.- MATERIAL Y MÉTODOS.....	9
3.1.- ASPECTOS GENERALES.....	9
3.2. ÁREAS DE ESTUDIO .....	12
4.- RESULTADOS.....	20
4.1. ESPAÑA .....	20
Alp (provincia de Gerona, Cataluña).....	27
Finca Galiana (provincia de Ciudad Real, Castilla-La Mancha).....	35
Villafáfila (provincia de Zamora, Castilla y León).....	44
4.2.- FRANCIA .....	49
Sault (La Vaucluse - Dpto 84-) .....	49
Plaine de l'Ariège (L'Ariège – Dpto 9 –).....	54
Garganvillar (Tarn et Garonne – Dpto 82 –) .....	60
Laplume (Lot et Garonne – Dpto 47 –) .....	64
Ile Saint Aubin (Maine et Loire – Dpto 49 –) .....	69
Lieuwillers (Oise – Dpto 60 –) .....	73
Brulain (Deux-Sèvres – Dpto 79 –).....	77
Saint Aubin la Plaine (La Vendée – Dpto 85 –) .....	81
Aubeterre (Aube – Dpto 10 –).....	85
Montlivault (Loir et Cher – Dpto 41 –).....	89
La Cavalerie (L'Aveyron – Dpto 12 –).....	92
Arlempdes (Haute Loire –Dpto 43 –) .....	96
Montbel (La Lozère – Dpto 48 –) .....	100
Saint-Sabine-Born (Dordogne – Dpto 24 –).....	103
Barjac (Gard – Dpto 30 –).....	106
5.- RESULTADOS GLOBALES. ANÁLISIS.....	110
5.1.- TENDENCIAS POBLACIONALES DE LA METAPOBLACIÓN ATLÁNTICA DE CODORNIZ COMÚN (Coturnix coturnix). Período 2005- 2013.....	112
5.1.1.- Introducción .....	112
5.1.2.- Métodos.....	118
5.1.3.- Resultados y discusión .....	120

5.1.4.- Conclusiones .....	132
5.2. ANÁLISIS GENERAL DE LAS PIEZAS CAZADAS.....	133
5.2.1. Variaciones en los días de caza .....	133
5.2.2. Razones de sexos y edades de los individuos cazados .....	134
5.2.3. Variaciones en el peso de los individuos cazados .....	135
5.3.- RESULTADOS GLOBALES DE MORFOMETRÍA.....	138
5.3.1.- Peso.....	139
5.3.1.1.- Peso - Temporada 2013 .....	139
5.3.1.2.- Peso - Temporadas 2011-2013 .....	147
5.3.2.- Longitud del ala .....	157
5.3.2.1.- Longitud del ala - Temporada 2013 .....	157
5.3.2.2.- Longitud del ala - Temporadas 2011-2013 .....	160
5.3.3.- Longitud del tarso .....	166
5.3.3.1.- Longitud del tarso - Temporada 2013 .....	166
5.3.3.2.- Longitud del tarso - Temporadas 2011-2013 .....	169
5.4.- DINÁMICA DE LAS EDADES.....	176
5.4.1.- Introducción .....	176
5.4.2.- Metodología .....	177
5.4.3.- Resultados y discusión .....	177
5.5.- REFERENCIAS.....	185
6.- RESUMEN .....	188
7.- ANEXO I. PRODUCTIVIDAD CIENTÍFICA DEL EQUIPO RESPONSABLE DE LA DIRECCIÓN CIENTÍFICA DEL PROYECTO RELACIONADA CON EL MISMO .....	190
8.- ANEXO II. INFORMES EMITIDOS EN RELACIÓN CON LA SENTENCIA DEL TRIBUNAL SUPERIOR DE JUSTICIA DE CASTILLA-LA MANCHA QUE DECLARA ILEGAL LA ORDEN DE VEDAS DEL 2008-2009.....	196
9.- ANEXO III. OTROS ASPECTOS DESTACABLES ASOCIADOS AL PROYECTO .....	207
10.- ANEXO IV.- TRABAJOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS EN REVISTAS INTERNACIONALES INDEXADAS .....	208

## 1.- INTRODUCCIÓN. PRECEDENTES

El presente informe de seguimiento parte de la reformulación de objetivos de los proyectos de monitorización de la metapoblación occidental de Codorniz Común (*Coturnix coturnix*) en Francia, España, Portugal y Marruecos que se llevaron a cabo desde 2005 hasta 2009 y desde 2011 a 2012.

Los proyectos citados dejaron claro que la especie presenta una dinámica poblacional sumamente fluctuante y que requiere ser monitorizada de forma continua, es decir, cada año. Dado el carácter de especie cinegética que tiene la Codorniz común (*Coturnix coturnix*), esta dinámica poblacional suele conllevar discusiones y polémicas en los Consejos de Caza; en este sentido, cabe recordar que Juan Carlos Atienza (Sociedad Española de Ornitología) presentó una denuncia que llevó al Tribunal Superior de Justicia de Castilla-La Mancha a declarar como ilegal la orden de vedas del período 2007-2008 en dicha comunidad autónoma. Esta sentencia se fundamentó en el hecho de que "No existe ningún dato que acredite que la densidad de las poblaciones (de las especies que se cazan en media veda) permita su aprovechamiento sostenible" y en que "no hay informes que acrediten por parte de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente que la fijación de estos períodos se realice con el ciclo biológico de las especies y su fenología provincial". Este tipo de denuncias puede generalizarse fácilmente al resto de comunidades autónomas en las que la codorniz común sea una especie cinegética de interés. Dado que uno de los argumentos que se han expuesto de forma reiterada en las dos alegaciones presentadas hace referencia a que "son necesarios estudios científicos para conocer mejor las poblaciones" y estando en total acuerdo con dicha afirmación, resulta imprescindible disponer de datos fidedignos y dotados del máximo rigor científico exigible que permitan a las administraciones públicas con competencias en la gestión de la caza el tomar decisiones fundamentadas en una sólida base empírica.

Este año en curso en la [Orden de Vedas](#) publicada recientemente por el Gobierno Canario se ha excluido a la codorniz en todas las islas; en 2013, esta exclusión no afectaba a la isla de El Hierro, por lo que la tendencia observada en esta comunidad autónoma es a restringir la caza de la codorniz al máximo. SEO/BirdLife propone un plan de gestión para la especie que contempla las siguientes medidas:

- **Cambios en las políticas agrícolas** para mejorar los ecosistemas agrarios: respetar setos y mosaicos, limitar el uso de herbicidas e insecticidas, crear bandas perimetrales sin tratamiento y tener en cuenta, en la reforma de la PAC, que las actividades humanas deben compatibilizarse con la conservación del patrimonio biológico.
- Establecer **moratorias temporales** o prohibiciones especiales por razones de orden biológico para la caza de estas especies, tal y como está estableciendo el Gobierno de Canarias en su Orden de Vedas. Al mismo tiempo se deberían aplicar **medidas de gestión** y mejora del hábitat de estas especies.
- **Seguimiento de las poblaciones**, tanto a nivel nacional y autonómico, como en coordinación con otros países, mediante censos y estudios de productividad y éxito reproductor.

Esta asociación conservacionista vuelve a hacer hincapié en la necesidad de llevar a cabo un seguimiento de las poblaciones como el mecanismo necesario para ejercer medidas de gestión sobre la especie.

En este sentido, consideramos fundamental la información que aporta el presente proyecto acerca de la densidad de las poblaciones de la vertiente atlántica de codorniz común, ya que, desde 2005, se ha efectuado un seguimiento en cuatro países clave de su área de distribución (Francia, España, Portugal y Marruecos).

Los proyectos de monitorización llevados a cabo durante el período 2005-2009 y durante el período 2011-2012 mostraron una dinámica de movimientos compleja en la fracción juvenil de la población nacida en el año calendario, que afecta en mayor grado a las poblaciones más norteñas estudiadas; en este sentido, cuanto más al norte está una población mayor es el número de efectivos juveniles que se incorporan (en el mismo año calendario) a su población reproductora. Esta población juvenil presenta también grandes oscilaciones interanuales y sus características morfológicas en las poblaciones norteñas no se corresponden con las encontradas en los juveniles marroquíes (Rodríguez-Teijeiro et al. 2012b).

Una adecuada gestión de la especie requiere delimitar la fenología y la duración del período de reproducción de ésta. Los anteriores proyectos han mostrado la enorme plasticidad en la codorniz al adaptar estas dos variables al hábitat. La aparición de la especie en una zona viene determinada por su latitud y altitud (fenología mas temprana en el sur que en el norte y también mas temprana a baja altitud que a alta, Rodríguez-Teijeiro et al. 2009, 2012a).

En relación a la duración del periodo de reproducción, la codorniz disfruta de un periodo más extenso en el tiempo en zonas de elevada altitud que en zonas de baja (Gallego et al. 1993).

Esta información permite ajustar con finura los períodos de apertura de la media veda y evitar casos como el de A Limia (Ourense, España), donde la media veda se abre cuando una fracción muy elevada de hembras todavía se encuentra criando (Sociedade Galega de Historia Natural 2002) o, por el contrario, proporcionar la información necesaria para justificar las actuales órdenes de vedas en aquellos lugares en los que no exista una interferencia significativa entre la época reproductora de la codorniz común y la actividad cinegética. Para ello, resulta imprescindible tomar datos acerca de determinadas variables abióticas (latitud, altitud, precipitaciones, tipo de cultivo,

peculiaridades de tipo geológico, etc.), que permitan analizar posibles asociaciones o correlaciones entre ellas y aspectos fenológicos, de la reproducción o del grado de abundancia de la especie.

El estudio morfométrico de los individuos de las diferentes poblaciones estudiadas mostró un panorama inesperado que ponía en evidencia, por primera vez, una segregación geográfica (longitudinal y latitudinal) de las poblaciones ibéricas. Un grupo estaba formado por el conjunto de las poblaciones lusas y la andaluza, que además era similar a la población marroquí estudiada, mientras que el otro grupo correspondía al conjunto de las poblaciones más occidentales (Cataluña y León), a la que se añadían las poblaciones francesas. Este último grupo presenta individuos más pequeños (menor peso y tamaño del tarso). Estas diferencias morfométricas coinciden con las encontradas entre las dos tendencias migratorias evidenciadas con estudios experimentales (Guyomarc'h & Belhamra 1997, Guyomarc'h 2003): una tendencia corto migrante que se correspondería con la morfología suroriental peninsular y una tendencia largo migrante que comprendería las poblaciones más occidentales estudiadas (León, Cataluña y Francia).

A raíz de estos resultados, se han planteado nuevas preguntas, que forman parte de los objetivos del presente proyecto: ¿Siguen las oscilaciones interanuales de las poblaciones de codorniz una dinámica azarosa? ¿Cuáles son los efectivos corto y largo migrantes? ¿Qué factores pueden estar detrás de las fluctuaciones poblacionales en los distintos países? ¿Puede la dinámica espacio-temporal de los individuos jóvenes establecer relaciones entre las poblaciones?

## 2.- OBJETIVOS

Los objetivos formulados para el presente proyecto se explicitan a continuación:

Ante la compleja situación expuesta en el apartado anterior, en el presente proyecto se pretende alcanzar los objetivos siguientes, teniendo en cuenta las limitaciones presupuestarias que definen el actual escenario económico:

- 1.- Conocer el status real y actual de la metapoblación occidental de Codorniz Común en dos países (Francia y España) que resultan ser clave dentro de su área de distribución geográfica. Para ello, se propone aplicar una metodología de monitorización que en los dos proyectos anteriores se ha mostrado como mucho más completa y fiable que las que se han aplicado hasta la fecha y que se describe en el apartado 3 (Material y métodos) del presente proyecto.
- 2.- Efectuar una monitorización de la especie en los países anteriormente citados, con la finalidad de poner en evidencia posibles tendencias poblacionales y dar continuidad a los seguimientos efectuados por el mismo equipo investigador en los períodos 2005-2009 y 2011-2012. Obviamente, un objetivo como éste requiere que el seguimiento de las poblaciones se prolongue el máximo de años posibles, por lo que no se descarta la posibilidad altamente recomendable de que se continúen las monitorizaciones en los años venideros. De la misma manera, también es un objetivo del proyecto proporcionar a las administraciones las herramientas necesarias para que sus técnicos puedan incorporar estas metodologías de censo como elementos rutinarios de su actividad.

3.- Conocer mejor la fenología y el período de reproducción de la especie, con la finalidad de ajustar con mayor finura los períodos de apertura de la media veda.

4.- A partir del mejor y mayor conocimiento del funcionamiento de esta población occidental, proponer medidas de gestión de la especie que se ajusten a las características de cada país o zona geográfica y que fomenten una gestión supranacional de una especie tremendamente móvil, ya que a los movimientos migratorios hay que sumarle movimientos nomádicos en latitud y altitud, así como movimientos Don Juan de machos en búsqueda de hembras con las que aparearse y movimientos dispersivos por parte de los jóvenes nacidos en el año calendario. Obviamente, esta enorme movilidad justifica que, aparte de la necesaria gestión local que debe llevar a cabo cada país implicado, sea necesario abordar un enfoque global entre los mismos, ya que de bien poco serviría que un país adopte medidas adecuadas de gestión si el país vecino no lo hiciera.

5. – Profundizar en las diferencias morfométricas existentes entre las poblaciones surorientales y las más noroccidentales, especialmente en lo relativo a los patrones de coloración de las gargantas.

6. - Asimismo, se incluye en este apartado de gestión la propuesta de medidas agroambientales conducentes a reconciliar al máximo los intereses derivados de la agricultura y otras prácticas antrópicas de explotación del medio con el interés compartido por naturalistas, cazadores e investigadores, de lograr en primera instancia el mantenimiento de las poblaciones de Codorniz Común y, en un segundo lugar, favorecer su expansión.

### 3.- MATERIAL Y MÉTODOS

La metodología está pormenorizada en la memoria de solicitud del presente proyecto. Se basa en el censo de machos cantores, captura de machos con reclamo y red, censo de hembras, seguimiento del éxito reproductor durante la época de siega y de los individuos cazados.

#### 3.1.- ASPECTOS GENERALES

Como se ha comentado en el apartado anterior, la Codorniz Común no es una especie fácil de monitorizar, ya que tiene unas características muy peculiares (su ciclo biológico transcurre en el interior de densos cultivos, su sistema de apareamiento es extraordinariamente complejo, presenta una movilidad muy elevada,...). Es por esta razón que consideramos que, para cumplir con los objetivos previstos, resulta necesario que la monitorización se realice en base a:

- a) Censos de machos cantores a realizar durante toda la época de cría, con una frecuencia de 7-10 días. De esta forma, se puede conocer con detalle la fenología de la especie en cada área de muestreo, así como calcular densidades de machos.
- b) Captura y marcaje con anillas de remite oficial. Dado el problema de la elevada tasa de renovación de los machos de codorniz durante la época de cría (95 %, ver Rodríguez-Teijeiro *et al.* 1992), el censo no da una idea real del número de individuos que visitan las zonas monitorizadas. Por esta razón, los mismos días que se efectúan estas labores de censo, deberían capturarse y marcar con anillas el máximo número posible de machos mediante la utilización de reclamo y red (ver Gallego *et al.* 1993 para más detalles acerca de la eficacia de este método), identificando los individuos capturados en clases de edad (joven del año y adulto). La frecuencia acumulada de

individuos capturados bajo un esfuerzo constante y replicable dará una idea más real y precisa de la abundancia de individuos durante la época de cría.

- c) Seguimiento de individuos adultos y pollos durante la época de siega de los campos de cereal, en algunas de las zonas donde se ha efectuado el censo y captura, bien mediante la inspección visual durante la cosecha, bien posteriormente mediante perros de muestra. Con el seguimiento de la siega se detecta sólo una parte de la reproducción en la zona. Hablamos, por tanto, de una *ventana de detección*, determinada por el momento en que se inician la siega y la reproducción. Teniendo en cuenta que los pollos tardan alrededor de 75 días en alcanzar el tamaño de adulto desde que se inicia la puesta – 10 días de puesta, 19 días de incubación y 46 días de crecimiento – solo se pueden distinguir aquellas polladas que procedan de puestas realizadas dentro de un intervalo de 75 días anterior al momento de la siega. Los pollos que proviene de puestas realizadas con anterioridad a este intervalo habrán alcanzado un tamaño de adulto y estarán probablemente independizados, por lo que será imposible detectarlos visualmente. Por otro lado, las puestas realizadas 29 días antes del día final de siega aún no habrán eclosionado y el nido pasará desapercibido. Así, la ventana de detección va desde los 75 días antes del inicio de la siega hasta 29 días antes del final de la misma. Por lo tanto, teniendo en cuenta el momento de la siega, podemos hablar de dos intervalos de reproducción: *potencial* y *efectivo*. El primero comprende desde que se inicia la reproducción hasta que se inicia la siega y el segundo desde el inicio hasta 29 días antes de la siega, ya que toda la reproducción que se intenta en estos 29 días se elimina por las labores de siega. Dependiendo de

cuando se inicia la siega, la ventana de detección nos permite cubrir solo un porcentaje del período de reproducción efectivo de la especie en una zona determinada.

El momento de inicio de la puesta se calcula por retrocálculo, sumando 29 días (11 de puesta y 19 de incubación) a la edad de los pollos en el momento de su detección. Se ha asumido los siguientes intervalos de edad en función del tamaño y de su capacidad de vuelo: a) pollos incapaces de levantarse del suelo: 1-7 días; b) pollos de  $\frac{1}{4}$  del tamaño adulto que realizan pequeños vuelos: 8-15 días de vida; c) pollos de  $\frac{1}{2}$  del tamaño adulto: 16-25 días de vida; d) pollos de  $\frac{3}{4}$  del tamaño adulto: 26-35 días de vida; e) pollos de tamaño adulto: 36-46 días de vida. A partir del tamaño  $\frac{1}{2}$  los pollos realizan vuelos sostenidos.

Este seguimiento durante la siega permite determinar el periodo reproductor de la especie. Además, nos permite una aproximación al censo de hembras que han criado en las zonas de estudio.

- d) Seguimiento de los individuos cazados: en estas zonas de muestreo, siempre teniendo garantía de que no se han efectuado sueltas de codorniz de granja en la zona, se categorizan por sexos y edades a partir de una encuesta rellena por los cazadores y unas muestras de alas para determinar su edad con mayor precisión, a partir de los patrones de muda de las plumas primarias. De esta forma, se puede obtener una valiosa información acerca de la abundancia de efectivos en el momento en que se abre la época de caza, así como de su composición por sexos y edades.

### 3.2. ÁREAS DE ESTUDIO

Las áreas de estudio que se siguieron durante la temporadas de cría del 2011 y del 2012 se muestran en las figuras 1 y 2. Como puede apreciarse, se efectuó un seguimiento exhaustivo de las poblaciones de codorniz común de Francia, España y Portugal.



Figura 1. Mapa de las localidades muestreadas durante el 2011 en Portugal, España y Francia (se muestra el nombre de la localidad).



Figura 2. Mapa de las localidades muestreadas durante el 2012 en Portugal, España y Francia. (se muestra el nombre de la localidad).

Con respecto a las áreas francesas monitorizadas en el proyecto llevado a cabo durante el período 2005-2009, se pudo consolidar el seguimiento en tres localidades (Sault, Montbel y La Cavalerie). En el año 2011 se sumaron al

proyecto las federaciones departamentales de caza de L'Ariège, La Vendée, Tarn et Garonne y Haute-Loire, haciendo un total de 7 áreas de estudio en Francia. En el año 2012 se incorporaron al proyecto tres regiones nuevas, lo que dio un total de 10 lugares prospectados. La ampliación se realizó teniendo en cuenta, además de la disponibilidad de las Federaciones Departamentales de Caza, la posibilidad de completar geográficamente el seguimiento que se había hecho en 2011, tomando como referentes los tres ejes geográficos (latitudinal, longitudinal y altitudinal). Todas las poblaciones estudiadas en 2011 se hallaban situadas en una franja latitudinal comprendida entre los 43° y los 45°N. En el año 2011 se prospectaron con la intensidad deseable 4 zonas, tres al este del país, de altitud moderada a alta (La Cavalerie, La Lozère y Sault) y una zona cercana a los Pirineos en una longitud geográfica intermedia de baja altitud (L'Ariège). En la temporada 2012 se incorporaron dos zonas más, de baja altitud: Garganvillar, al oeste de Ariège, y Gard, situada entre las zonas prospectadas al este. El resto de zonas (tabla I) se situaban en una franja norte (entre los 46 y 50°N), todas ellas con altitudes no superiores a los 100 m, que se extendía longitudinalmente desde la vertiente atlántica (Saint Michel en l'Herm, 1.5°O) hasta el Este (Aube, 4.11°E), situado a unos 500 Km hacia el interior. Algunos de estos lugares, como Garganvillar y Saint Michel en l'Herm, colaboraron en 2011 en algunos apartados puntuales del protocolo de trabajo del proyecto. En el año 2013 se sumaron al proyecto dos nuevas localidades situadas en el suroeste de Francia: Saint-Sabine-Bern (Dordogne) y Laplume (Lot et Garonne); de esta forma, el muestreo que se obtiene a nivel geográfico es muy completo.

Los responsables científicos se desplazaron en 2013 a aquellos lugares que se incorporaban por primera vez al proyecto (además de visitar de nuevo la zona de Sault) con la finalidad de validar los 10 puntos que se tendrían que censar a lo largo de la temporada de reproducción. Estas salidas se realizaron

del 2 al 4 de julio para las dos localidades del suroeste francés. Por otra parte, por razones de agenda, el taller previsto para profundizar en el estudio y análisis de la muda de las primarias de los ejemplares cazados en 2013 con el fin de datarlos y discutir los pormenores del seguimiento de la temporada, se llevó a cabo en mayo de 2014, con la coordinación del Dr. Denis Roux (ONCFS).

El grado de implicación en el proyecto por parte de los distintos responsables de las federaciones departamentales de caza franceses (especialmente los que iniciaban su colaboración este año), se recogen en la tabla II.

Además, se asistió en Sault a un taller de formación de los técnicos de las federaciones departamentales de caza para la obtención del permiso de anillamiento de esta especie (días 15 y 16 de mayo) y para mostrar sobre el terreno la metodología de censo y captura, así como la toma de medidas morfométricas.

Zona Sur	Altitud	Latitud y longitud geográfica	Este/Oeste río Ródano Altitud	Colaboración 2012
Plaine de l'Ariège (9)	290	42.94°N 1.44°E	Oeste Plana	Si
La Cavalerie (12)	800	44.0°N 3.15°E	Oeste Altitud moderada	Si
Gard (30)	150	44.30°N 4.31°E	Oeste plana	Si
Montbel (48)	1200	44.58°N 3.71°E	Oeste Altitud elevada	Si
Garganvillar (82)	100	43.98°N 1.07°E	Oeste plana	Si
Val de Sault (84)	872	44.03°N 5.49°E	Este Altitud moderada	Si

Tabla I. Zonas de estudio en Francia separadas por las franjas norte y sur. Se indican la altitud, la situación geográfica y si los lugares colaboraron en la temporada de reproducción de 2012.

Zona Norte	Altitud	Latitud y longitud geográfica	Costa atlántica-interior	Colaboración 2012
Aube (10)	100	48.40°N 4.11°E	Interior	Sí
Loir et Cher (41)	71	47.63°N 1.44°E	Interior	Sí
Oise (60)	100	49.42°N 2.45°E	Interior	Sí
La Vendée (85)	40	46,5°N 1.5°O	Costa atlántica	Si
Dordogne (24)	131	44,7° N 0.75° O	Interior	No
Lot et Garonne (47)	218	44.1° N 0.53° E	Interior	No

Tabla I (continuación). Zonas de estudio en Francia separadas por las franjas norte y sur. Se indican la altitud, la situación geográfica y si los lugares colaboraron en la temporada de reproducción de 2012.

Departamento	Censo y anillamiento	Seguimiento de la reproducción		Tabla de caza
		Siega	Perro de muestra	
Aube (10)	SI, salvo el momento de llegada de las codornices al área de estudio (salida cada tres días, empezando 15 días antes de la llegada de las codornices al área de estudio).	NO	NO	SI*, si es posible (test en 2012)
Loir et Cher (41)	SI, salvo el momento de llegada de las codornices al área de estudio (salida cada tres días, empezando 15 días antes de la llegada de las codornices al área de estudio).	NO	NO	SI* si es posible (test en 2012)
Vaucluse (84)	SI	SI (menos del 15 % del territorio)	NO	SI
Aveyron (12)	SI, salvo el momento de llegada de las codornices al área de estudio (salida cada tres días, empezando 15 días antes de la llegada de las codornices al área de estudio).	NO	SI	SI
Vendée (85)	SI	NO	SI	SI
Lozère (48)	SI, salvo el momento de llegada de las codornices al área de estudio (salida cada tres días, empezando 15 días antes de la llegada de las codornices al área de estudio).	SI (menos de 25 % del territorio)	SI	SI
Tarn et Garonne (82)	SI	NO	SI (menos de 25 % del territorio – alternativa: disminución del número de salidas por parcela prospectada y aumento del número de parcelas)	SI
Ariège (09)	SI	NO	SI	SI
Gard (30)	SI, salvo el momento de llegada de las codornices al área de estudio (salida cada tres días, empezando 15 días antes de la llegada de las codornices al área de estudio).	SI (sujeto a la viabilidad)	NO	SI
Oise (60)	SI, salvo el momento de llegada de las codornices al área de estudio (salida cada tres días, empezando 15 días antes de la llegada de las codornices al área de estudio).	SI (sujeto a la viabilidad)	NO	SI*
Dordogne (24)	SI	SI	NO	SI
Haute-Loire (43)	SI	NO	NO	SI
Maine et Loire (49)	SI	NO	NO	NO
Deux-Sèvres (79)	SI	NO	NO	NO
Lot et Garonne (47)	SI	SI	SI	SI

Tabla II. Compromisos de las distintas Federaciones Departamentales con los cuatro puntos de trabajo (censo y anillamiento, reproducción y caza) del proyecto. \*: Apertura de la caza tardía y pocos cazadores interesados en la caza de la codorniz.

Por otra parte, en referencia a Portugal, los directores científicos del proyecto efectuaron una visita a la localidad de Tavira (Faro, región del Algarve) los días 2 y 3 de mayo de 2013, con la finalidad de capturar 20 ejemplares y de profundizar con esa muestra de individuos las diferencias morfométricas existentes entre las poblaciones surorientales y las noroccidentales muestreadas en este proyecto.

Finalmente, en España se ha mantenido la monitorización de cuatro localidades en las que ya se había efectuado el seguimiento durante el período 2011-2012 (Figuerola del Camp y Alp, en Cataluña ; Villafáfila, en Castilla y León y Galiana, en Castilla-La Mancha); por otra parte, se ha dejado de efectuar el seguimiento en Sotos (provincia de Soria) por indicación del Sr. Ignacio de la Fuente Cabria, jefe del Servicio de Caza y Pesca de la Dirección General del Medio Natural de la Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León. Por último, cabe señalar que uno de los directores científicos del proyecto, el Dr. José Domingo Rodríguez Teijeiro, visitó Tenerife del 31 de mayo al 2 de junio con la finalidad de capturar una muestra de mínimo 20 ejemplares, para completar el estudio morfométrico en un área de estudio encuadrada en el sector suroriental. La visita también sirvió para tener una idea general de la abundancia de la población de codorniz en dos localidades del norte de la isla (Los Rodeos e Icod el Alto).

En la figura 3 se recogen las 19 localidades de España, Francia y Portugal en las que se desarrolló el proyecto durante el año 2013.



Figura 3. Localidades muestreadas durante el 2013 en Francia (arriba), España y Portugal. Mapas de Francia (arriba), Península Ibérica (centro) e Islas Canarias (abajo derecha).

## 4.- RESULTADOS

### 4.1. ESPAÑA

#### Figuerola del Camp (provincia de Tarragona, Cataluña)

En esta localidad de estudio (232 Ha) se efectuó un seguimiento de 98 días de duración, desde el 22 de marzo hasta el 28 junio. Es un seguimiento largo comparado con años anteriores, en los que fue del orden de 70-80 días. Aun así, no llega a los 132 días de seguimiento del año 2008, en el que se retrasó considerablemente la siega. Este año empezó la siega el 30 de junio, 15 días más tarde que en el 2012 y, en general, bastante tarde en comparación con años anteriores. Así, fue una temporada de cría larga pero del orden habitual de la zona.

En la primera visita a la zona el 22 de marzo ya se detectaron dos machos, por lo que no se pudo determinar con exactitud el momento de llegada. En 2012 la llegada fue más tardía, el 6 de abril, si bien en años anteriores, al igual que en 2013, se sitúa hacia finales de marzo. El último día de censo el 28 de junio se detectó todavía un macho. En total se realizaron 15 visitas, separadas entre sí 7 días. Se efectuó un muy buen seguimiento en la época reproductora, a pesar de no haber podido determinar con precisión la fecha de primeras llegadas (figura 4).

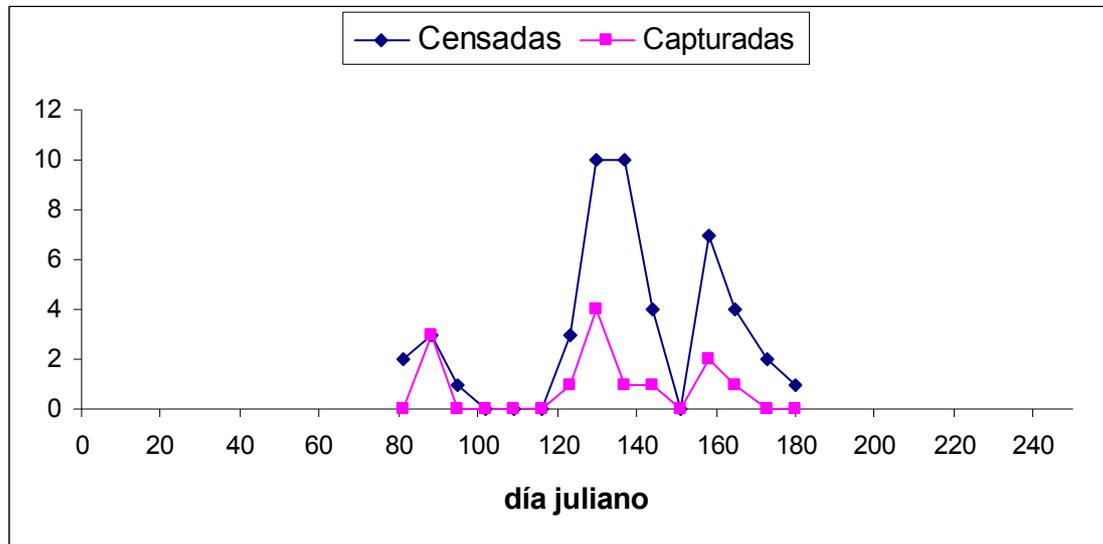


Figura 4. Relación de individuos censados y capturados en Figuerola del Camp. En ordenadas: número de individuos. En abscisas: días transcurridos desde el 1 de enero.

El total acumulado de individuos censados fue de 47 machos, lo que representa una densidad de 3.13 individuos/día de muestreo, una de las más bajas encontradas en comparación con años anteriores (en 2012 se contabilizaron 44 machos, si bien hubo menos días de seguimiento en los que se detectaran machos. En 2011 se contabilizaron 66 individuos y en 2009, 100). El año 2013, así como el 2012, ha sido muy escaso en cuanto al número de codornices que han visitado esta zona. Del total de machos censados, se capturaron 13, lo que representa un 27,7% de éxito de captura (en 2012 fue de un 45%, pero en 2011 un 29% y en 2009 un 27%). Ello representa 0,87 individuos capturados/día de muestreo, un número bastante bajo respecto al año anterior (2.27). De los 13 individuos capturados, 2 fueron jóvenes y el resto adultos. Este valor es similar, en términos absolutos, al de años anteriores (en 2011, 2 jóvenes; en 2009, 3 jóvenes, figura 5). La figura 6 muestra el número de individuos capturados según la edad por meses, siguiendo la codificación propuesta por Euring.

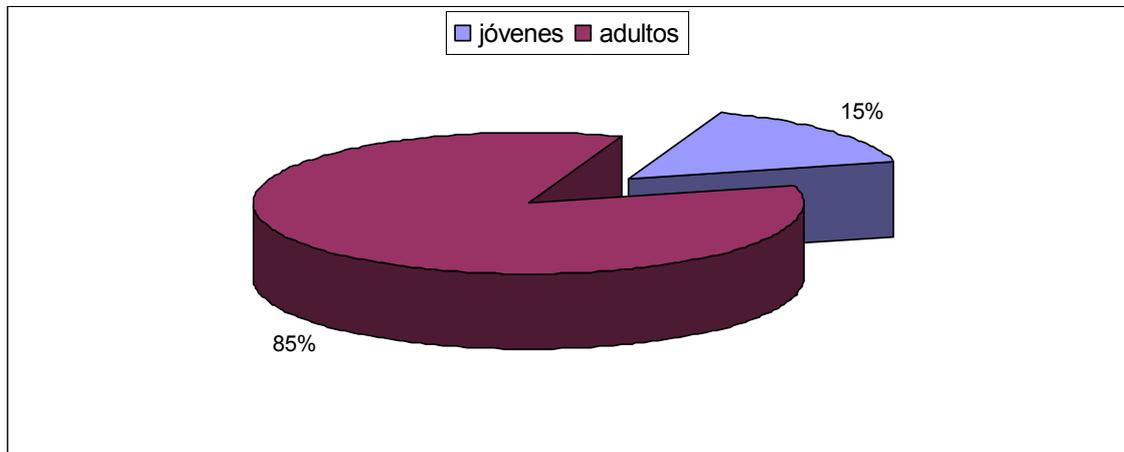


Figura 5. Proporción de edades de los individuos capturados en Figuerola del Camp.

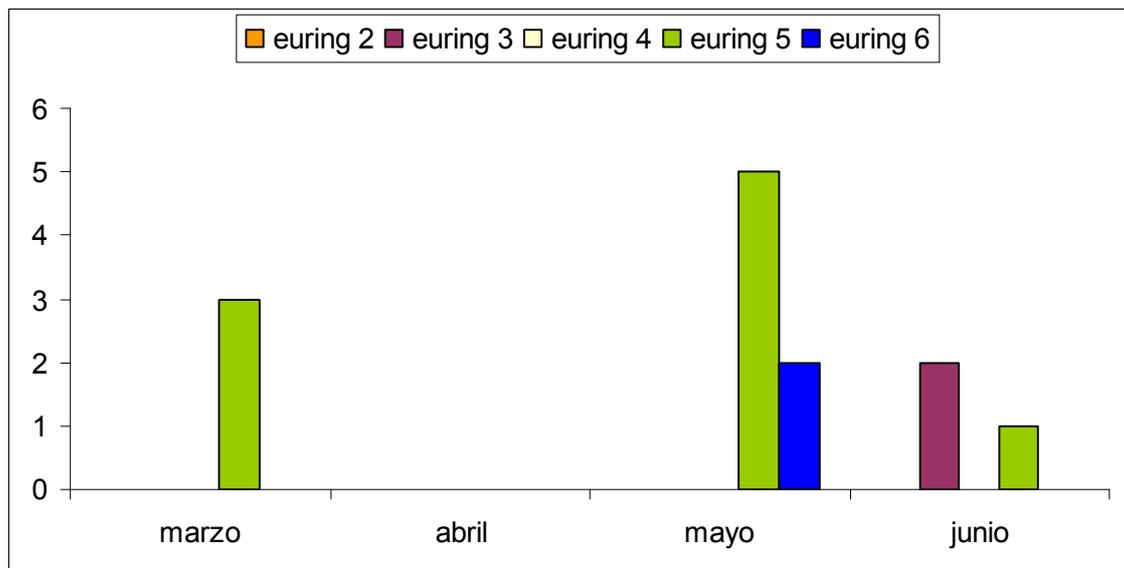


Figura 6. Edad de los individuos capturados en función del mes de captura en Figuerola del Camp. Se indica el código Euring de datación de la edad (2 = no se conoce el año de nacimiento, 3 = individuos nacidos en el año calendario, 5 = individuos nacidos el año anterior al año calendario, 6 = individuos nacidos por lo menos 2 años anteriores al año calendario).

Los datos morfométricos de los adultos capturados y la relación de la coloración de gargantas se muestran en la tabla III y en la figura 7, respectivamente.

VARIABLE	MEDIA ARITMÉTICA	DESVIACIÓN TÍPICA	N
Peso (g)	94.92	4.9	13
Longitud del ala (ángulo recto) (mm)	111.81	3.05	13
Longitud del tarso (mm)	31.89	0.84	13
Anchura de la banda lipídica (mm)	7.15	1.76	13
Diámetro de la cloaca (mm)	6.91	1.19	13

Tabla III. Media, desviación típica y número de ejemplares para las variables morfológicas de peso, longitud del ala y del tarso y las variables fisiológicas de banda lipídica y diámetro de la cloaca, de los individuos capturados en Figuerola del Camp.

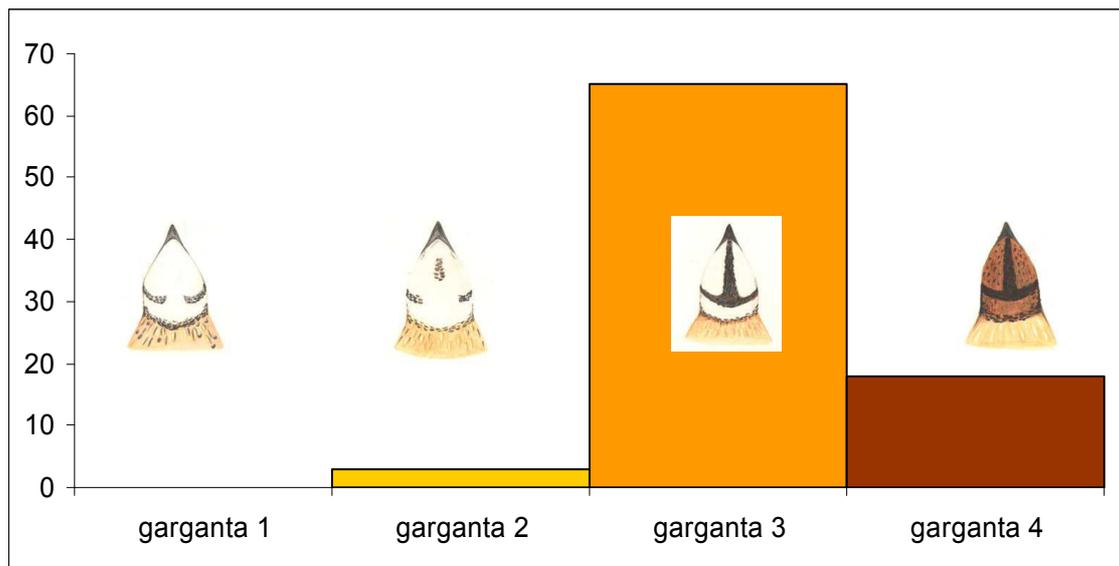


Figura 7. Número de individuos de las distintas categorías de coloración de la garganta de los machos capturados en Figuerola del Camp. Categorías: 1: garganta sin ancla; 2: ancla formándose; 3: ancla formada, mejillas claras (hasta el 95% de la superficie blanca); 4: ancla formada, mejillas oscuras (más del 95% de la superficie oscura).

Con respecto al seguimiento de la reproducción durante la siega, se efectuó durante 7 días, entre el 30 de junio y el 13 de julio, en 24 parcelas que representan el 23,3% de la superficie hábil muestreada durante las labores de censo y captura. Se detectaron 5 polladas, 4 de ellas el 30 de junio, 2 con

pollos de menos de una semana (menos de  $\frac{1}{4}$  del tamaño adulto) y 2 con pollos de entre una semana y 15 días ( $\frac{1}{4}$  del tamaño adulto). El 9 de julio se volvieron a detectar dos de estas polladas; estaban en campos contiguos al de la primera vez que se detectaron y su tamaño era de  $\frac{1}{4}$  y entre  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{3}{4}$ , respectivamente. La 5ª pollada se detectó el 9 de julio, con pollos de tamaño equivalente a  $\frac{3}{4}$  del tamaño de una codorniz adulta, es decir, de entre 26 y 35 días de edad (figura 8). En 2012 se detectó sólo una pollada y en 2011 ninguna. Sin embargo, en 2009 y 2008 se encontraron 7 y 11 polladas, respectivamente, indicando que la reproducción en esta temporada (2013) ha sido intermedia teniendo en cuenta los valores de los últimos seis años en la zona. Por otro lado, este año se detectaron sólo 3 individuos con el tamaño de adulto y ninguna pareja. El año anterior hubo 7 de tamaño adulto y 1 pareja. En 2011, sin embargo, se contabilizaron 24 individuos con la talla de adultos, entre ellos 6 parejas. En el año 2009 se contaron 28 individuos con el tamaño de adultos, frente a los 66 del año 2008 y los 3 del 2007. El 2008 fue un año absolutamente atípico en esta localidad de estudio. El rendimiento de la cosecha fue bastante bajo, de unos 1500 Kg/Ha y el hábitat no fue el más adecuado en la mayoría de las parcelas.

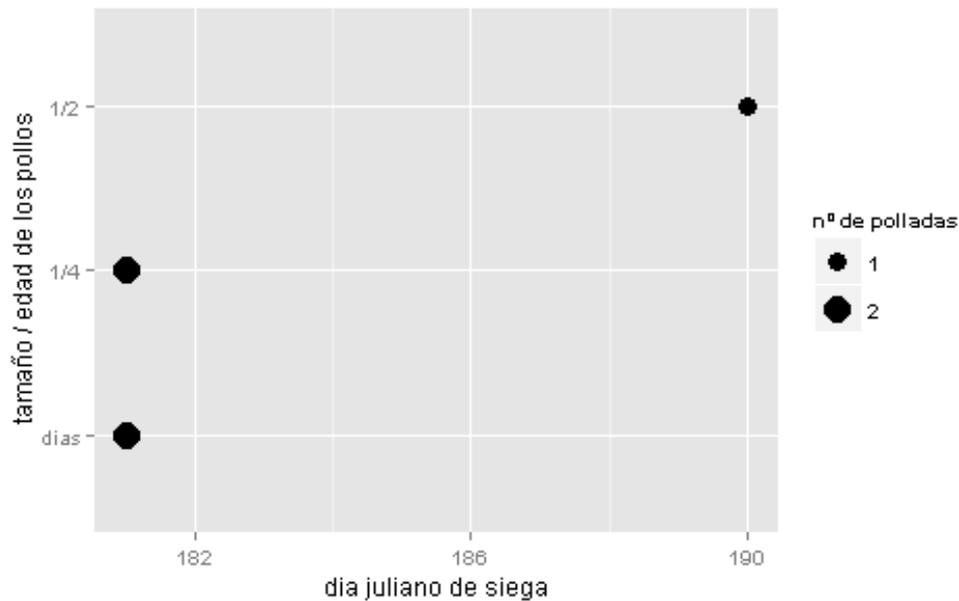


Figura 8. Número de polladas encontradas y su tamaño en función del día de siega (día 1 de enero = día 1 juliano). La edad/tamaño equivale a: días, de 1 a 7;  $\frac{1}{4}$  del tamaño adulto: 8 a 15 días;  $\frac{1}{2}$  del tamaño adulto: 16 a 25 días;  $\frac{3}{4}$  del tamaño adulto: 26 a 35 días; adulto: de 36 a 46 días.

La siega tuvo lugar aproximadamente 3 meses después de la llegada de las codornices a la zona: el 22 de marzo ya había 2 individuos y se inició la siega el 30 de junio. La ventana de detección de las puestas a partir de la siega (ver el apartado 3 de Aspectos Generales) va desde el día juliano 106 (16 de abril) hasta el día 161 (10 de junio, figura 9). Si tenemos en cuenta que el período de reproducción de la especie en este año y localidad fue de 100 días, desde el 22 de marzo (día juliano 81) al 30 de junio (día juliano 181) el seguimiento efectivo de la reproducción cubre el 68.7% del periodo total de reproducción en esta zona (figura 9).

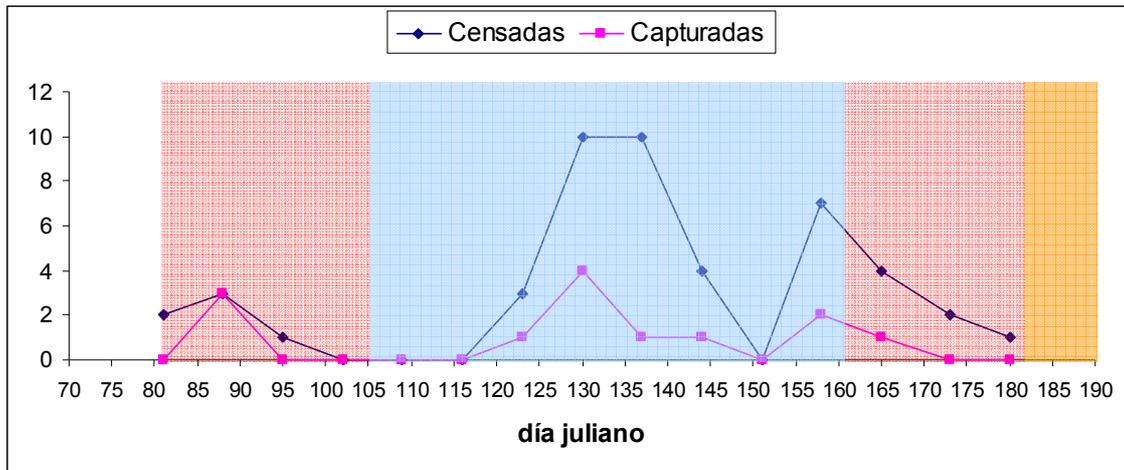


Figura 9. Número de machos censados (línea azul) y capturados (línea rosa) durante la época de reproducción, desde la llegada de las codornices el 22 de marzo (81 juliano) hasta el inicio de la siega. El recuadro naranja indica el periodo de siega, desde el 30 de junio (día juliano 181) al 9 de julio (día juliano 190). El recuadro azul indica la *ventana de detección* de puestas mediante la siega, calculada contando 29 días atrás desde el final de la siega (día juliano 161) y 75 días atrás desde el inicio de ésta (día juliano 106). Los periodos en rosa son los días en los que no se pueden detectar puestas por este método de seguimiento a través de la siega.

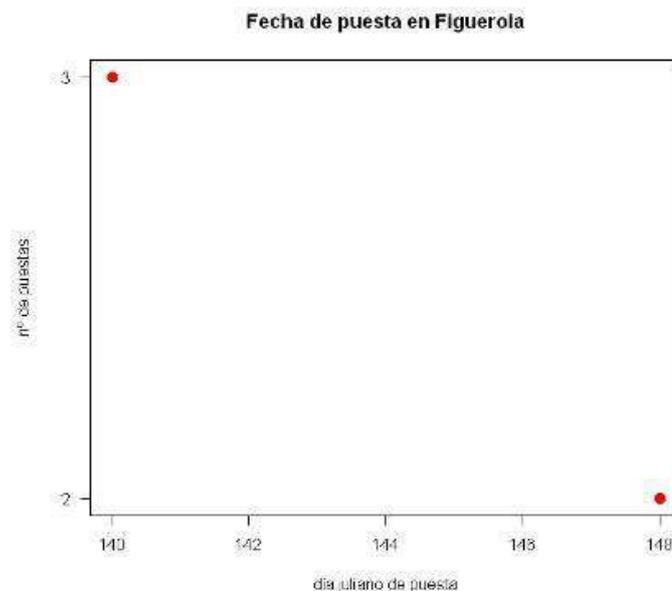


Figura 10. Momento de puesta, calculado mediante retrocálculo: retroceso de 29 días más el tiempo de vida de los pollos desde el momento en que se encuentran en la siega. Los días julianos corresponden al promedio del intervalo en el que se puede haber realizado la puesta.

La puesta de las 5 polladas encontradas se sitúa los días 140-141 (3 polladas) y 147-148 (2 polladas), en promedio (figura 10). Dado que hay un pico de machos entre los días 125 y 145 (figura 9), en el que caen 3 de las 5 puestas, ello sugiere que éstas se localizan al final del periodo en que más densidad de machos se ha registrado en la zona de estudio.

Finalmente, con respecto al seguimiento de la caza, el presidente del coto consideró pertinente y oportuno no solicitar los permisos de caza de la codorniz durante la media veda.

### **Alp (provincia de Gerona, Cataluña)**

En esta localidad de estudio (450 Ha) se efectuaron 15 visitas desde el 23 de abril hasta el 30 de julio con frecuencia semanal. El primer día no se encontraron codornices. La siguiente semana se contó un sólo macho, de manera que la fecha de primeras llegadas se sitúa alrededor del 29 de abril, una semana más tarde que en el año 2012. El último día de censo se contaron 16 machos en sólo 1/3 del área de muestreo (se tuvo que parar debido al inicio de la siega). Se hizo, por tanto, un seguimiento completo de toda la reproducción, que en este año fue de 92 días.

El total acumulado de individuos censados (figura 11) fue de 296. Un número bastante menor que el de años anteriores: en 2012, 399; en 2011, 439; y en 2009, 492. Por otro lado, se asemeja al número también menor del año 2008, con 234 individuos censados, y 2007, con 292 y similar a lo encontrado en la localidad anterior (Figuerola del Camp). Representa una densidad de 21.1 individuos/día de muestreo; igualmente similar a la de 2008 y 2007 (18 y 26.5 individuos/día de muestreo, respectivamente) e inferior a la de los años inmediatamente anteriores al que nos ocupa: 2012 con 30.7 y 2011 con 30.9 individuos/día de muestreo. Se capturaron 68 individuos, lo que representa un éxito de captura del 22.9% (similar al de 2012, con un 21.5%). En años anteriores este porcentaje es ligeramente mayor, entre un 26 y un 28%,

destacando el año 2009 con un 32.2%. Este valor representa 4.8 capturas/día de muestreo, uno de los valores más bajos de todos los años de este estudio. Puesto que no parece imputable a la metodología de captura, que ha sido constante, ni a cambios aparentes del hábitat, la diferencia debe reflejar algún aspecto del sistema de apareamiento en estos últimos años. Es necesario un mayor número de años para tener la suficiente variabilidad que nos permita acometer un estudio más detallado.

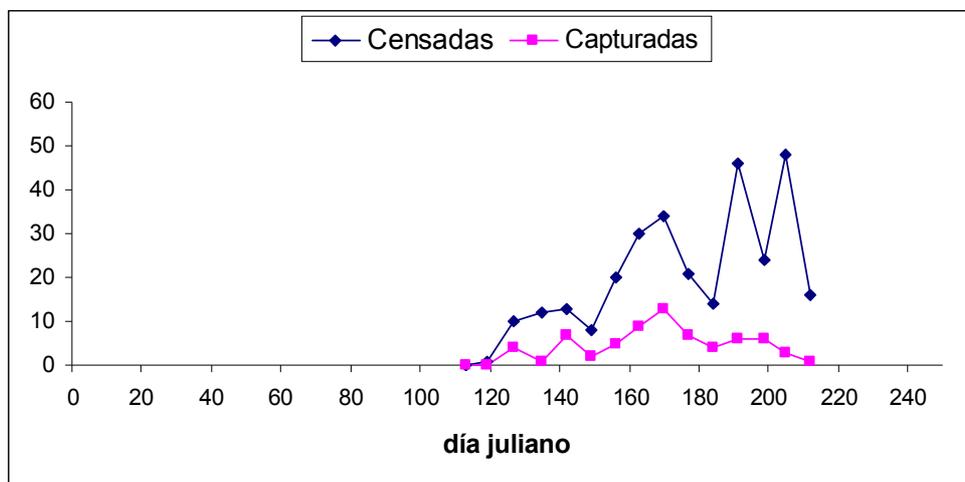


Figura 11. Relación de individuos censados y capturados en Alp. En ordenadas: número de individuos. En abscisas: días transcurridos desde el 1 de enero.

Como se recoge en la figura 12, de los individuos capturados y medidos, 22 eran jóvenes nacidos en el año (32.8%) y 45 eran adultos (67.2%). Este año destaca por el elevado porcentaje de jóvenes. Tan sólo el año 2009 fue superior a éste, con un 52% de jóvenes. En general, se capturan más adultos. El elevado porcentaje de jóvenes se relaciona con un momento de siega más atrasado y un año de elevada reproducción.

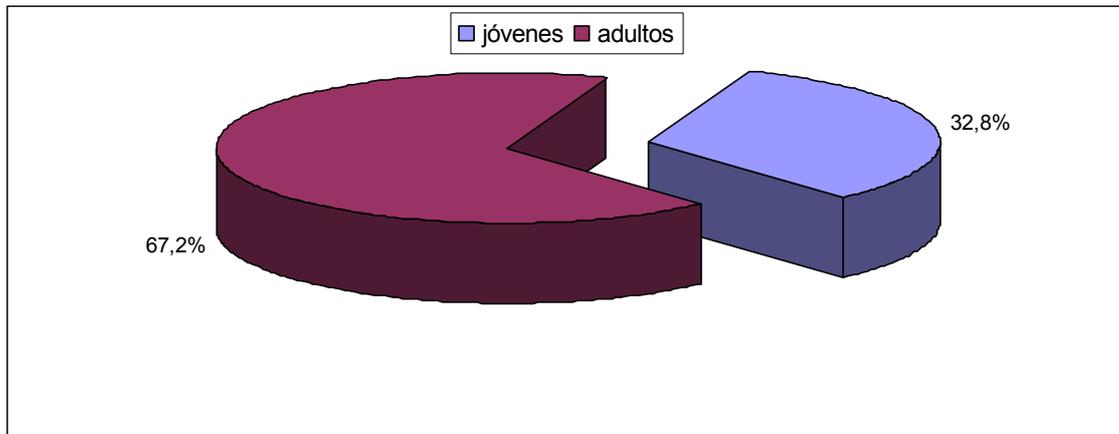


Figura 12. Proporción de edades de los individuos capturados en Alp.

A lo largo de la temporada de cría la cantidad de jóvenes (euring 3) va aumentando (figura 13). El número de adultos aumenta hasta junio y después empieza a disminuir contrastando con la evolución sufrida el año anterior, en el que el pico se dio en Mayo. Si tenemos en cuenta que el inicio de la temporada fue el 29 de abril y que los jóvenes requieren 56 días para ser sexualmente activos (Guyomarc'h 2003), ninguno de los machos jóvenes capturados durante los meses de mayo y junio pertenecen a la población que se reproduce en Alp. Igualmente, esta dinámica poblacional está de acuerdo con la hipótesis de que los individuos adultos inician movimientos premigratorios antes que los jóvenes, desapareciendo antes de las áreas de cría.

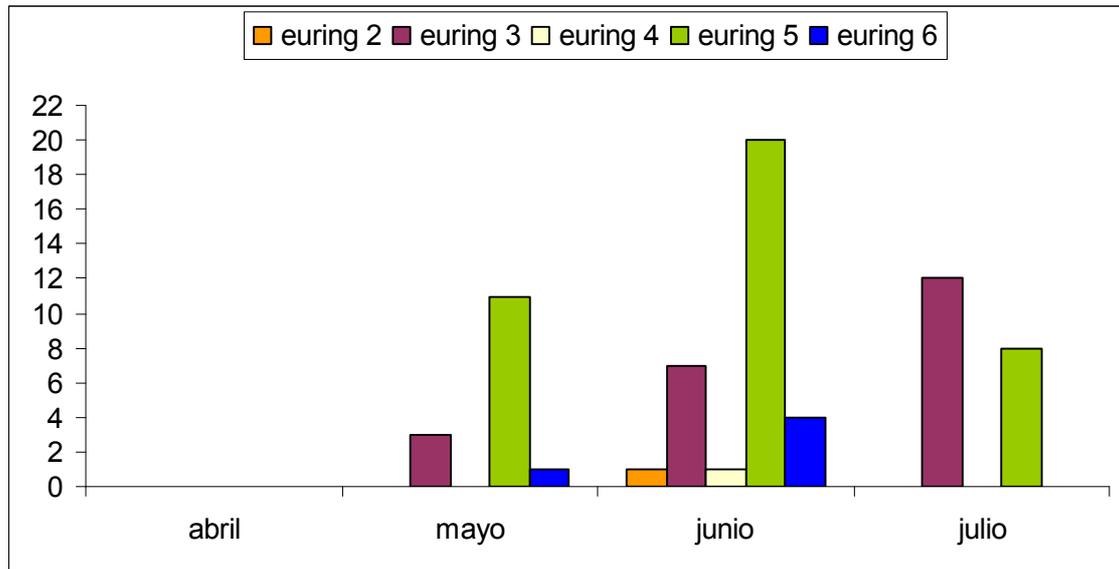


Figura 13. Edad de los individuos capturados en función del mes de captura en Alp.

Los datos morfométricos de los adultos capturados y la relación de la coloración de gargantas se muestran en la tabla IV y en la figura 14, respectivamente.

VARIABLE	MEDIA ARITMÉTICA	DESVIACIÓN TÍPICA	N
Peso (g)	93.9	5.57	68
Longitud del ala (ángulo recto) (mm)	112.93	2.74	67
Longitud del tarso (mm)	32.25	0.99	66
Anchura de la banda lipídica (mm)	4.81	2.52	66
Diámetro cloaca (mm)	6.9	1.12	66

Tabla IV. Media, desviación típica y número de ejemplares para las variables morfológicas de peso, longitud del ala y del tarso y las variables fisiológicas de banda lipídica y diámetro de la cloaca, de los individuos capturados en Alp.

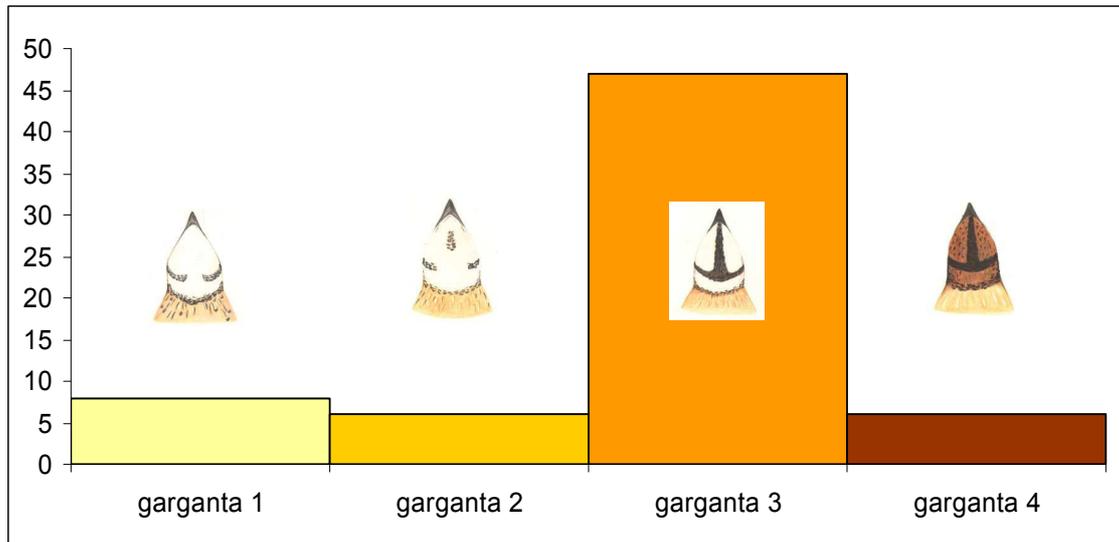


Figura 14. Número de individuos de las distintas categorías de coloración de la garganta de los machos capturados en Alp. Categorías: 1: garganta sin ancla; 2: ancla formándose; 3: ancla formada, mejillas claras (hasta el 95% de la superficie blanca); 4: ancla formada, mejillas oscuras (más del 95% de la superficie oscura).

El seguimiento de la reproducción durante la época de siega se efectuó durante 8 días, del 30 de julio al 7 de agosto en 45 parcelas, que representan el 22% de la superficie hábil prospectada durante el censo y captura. Se detectaron 30 polladas, una puesta, 158 individuos de tamaño adulto y 34 parejas. Es de destacar el elevado número de parejas y de polladas localizadas (en 2012 se encontraron 16 polladas, pero en 2011, 39), aunque el número de adultos fue relativamente bajo en comparación con años anteriores. Las polladas se clasificaron en 4 categorías: pollos de 1-7 días (menos de  $\frac{1}{4}$  del tamaño adulto), pollos de  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  ó  $\frac{3}{4}$  del tamaño del adulto y pollos con tamaño de adulto. Once de las 30 polladas (36%) tenían de edad entre 1 y 15 días (figura 15), de manera similar al 2012 (31%). La distribución de las polladas por tamaños según los días de siega (figura 15) muestra la heterogeneidad de tamaños dentro de un mismo día: cinco días de los ocho muestreados se encuentran polladas de muy diferente tamaño, producto de una clara asincronía en la puesta.

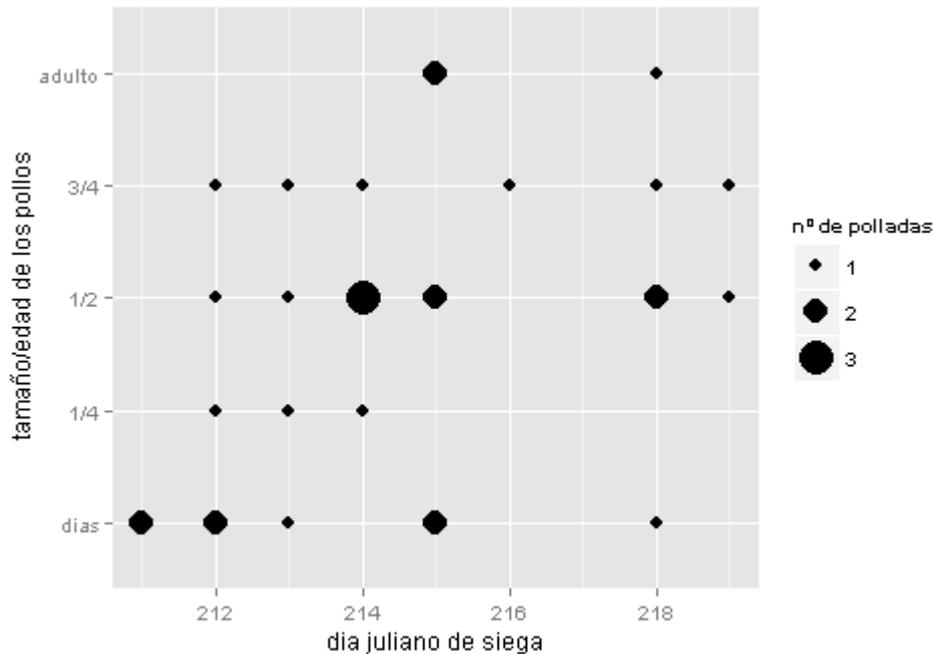


Figura 15. Frecuencia del tamaño de las polladas por día de siega (día 1 de enero = día 1 juliano). La edad/tamaño equivale a: días, de 1 a 7;  $\frac{1}{4}$  del tamaño adulto: 8 a 15 días;  $\frac{1}{2}$  del tamaño adulto: 16 a 25 días;  $\frac{3}{4}$  del tamaño adulto: 26 a 35 días; adulto: de 36 a 46 días.

La siega tuvo lugar aproximadamente 3 meses después de la llegada de las codornices a la zona (entre el 23 y 29 de abril). La ventana de detección de las puestas a partir de la siega va desde el día juliano 136 hasta el día 190 (figura 16). Si tenemos en cuenta que el período de reproducción de la especie en este año y localidad fue de 77 días, desde el 23 de abril (día juliano 113) al 9 de julio (día juliano 190) el control de la siega cubrió el 70,1% de este intervalo (del día juliano 136 al 190). La figura 16 muestra el censo y captura de machos durante la época de reproducción y el recuadro azul indica la ventana de detección.

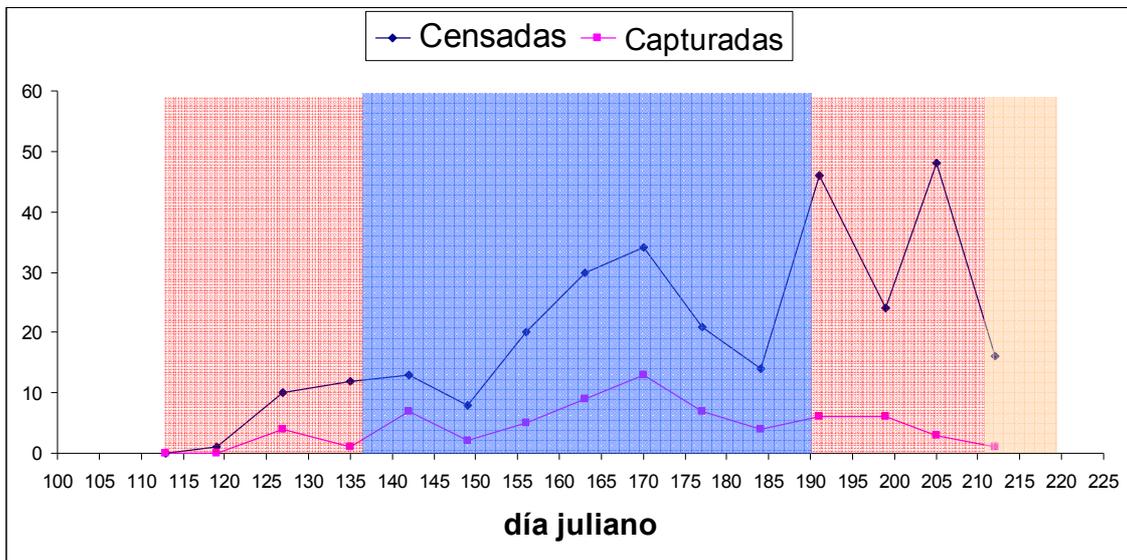


Figura 16. Número de machos censados y capturados. El recuadro naranja indica la siega: del 30 de julio (día juliano 211) al 7 de agosto (día juliano 219). El recuadro azul engloba el periodo de puesta que se puede detectar durante la siega, considerando 75 días desde la puesta hasta el tamaño adulto de los pollos -*ventana de detección de la siega*-. Son 75 días desde el inicio de la siega hasta 29 días antes de su final. La parte roja son momentos en los que no se pueden detectar las puestas: las del principio son ya pollos adultos en la siega, las últimas puestas están todavía en periodo de puesta/incubación.

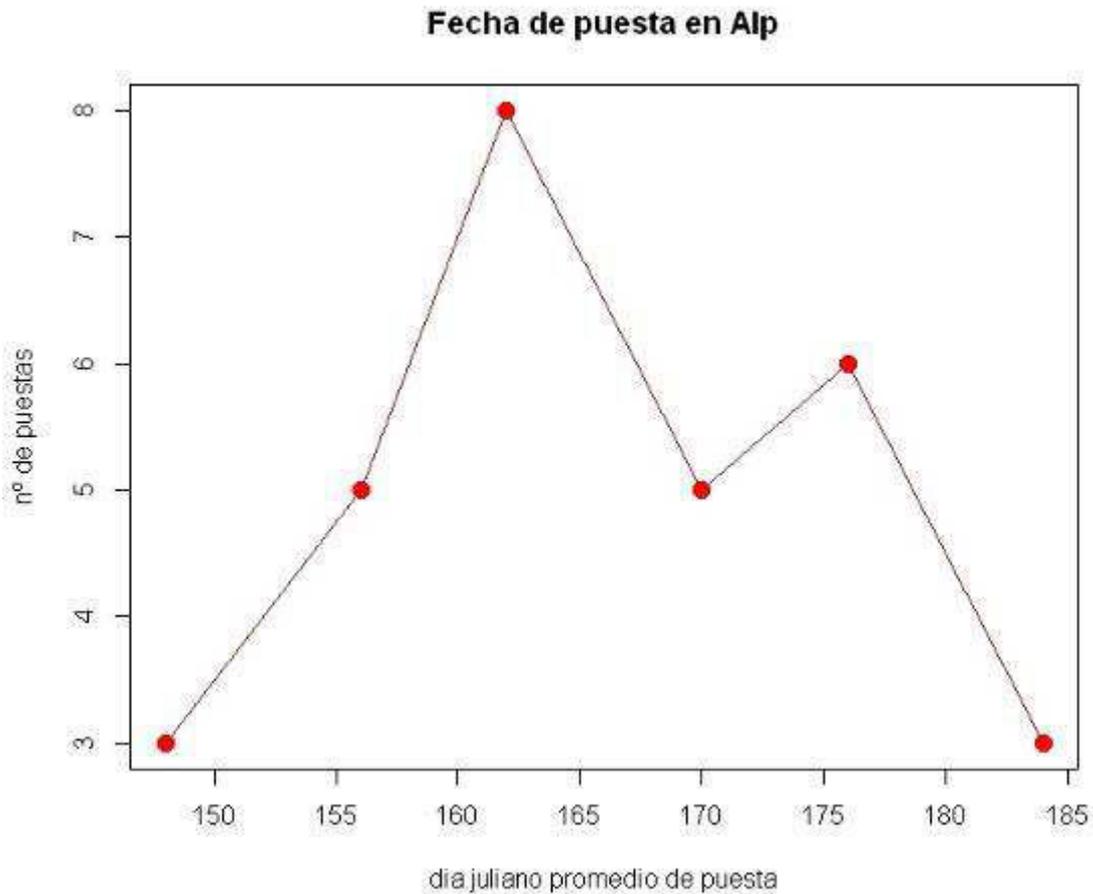


Figura 17. Momento de puesta de las 30 polladas encontradas en Alp durante la siega, calculado mediante retrocálculo: retroceso de 29 días más el tiempo de vida de los pollos desde el momento que se encuentran. Se ha hecho el promedio del intervalo en el que se puede haber realizado la puesta y cada puesta se ha asociado a un intervalo de 7 días, lo cual ha resultado en 5 intervalos con 6 días juliano promedio: 148, 156, 162, 170, 176 y 184.

Las puestas se extienden a lo largo de todo el periodo de reproducción controlado (figura 16 y 17) y su distribución tiene un valor máximo alrededor del día juliano 163. Esta distribución coincide con la segunda oleada de machos (del 150 al 185 día juliano), lo que induce a pensar que la mayor abundancia de machos se asocie también a la presencia de hembras y a una mayor reproducción. El censo identifica dos oleadas más de extensión más reducida que no se han podido asociar con la reproducción por producirse fuera de la ventana de detección de la siega (figura 16). Sin embargo, el elevado número

de parejas localizadas durante la siega muestra que los intentos de reproducción se continúan realizando.

El seguimiento de la caza se ha realizado en el coto de Fontanals, lo que coincide con la zona seguida durante el censo. En ella participaron 3 cazadores durante 4 días y se cazaron un total de 24 individuos. Por sexos y edades, el 91,7% eran individuos jóvenes nacidos en el año y pollos indiferenciados, un porcentaje muy similar al de 2012 (90.5%) y 2011 (90.2%). El 8,3% restante (2 individuos) eran adultos de segundo año calendario (euring 5), ambos hembras. Con respecto a la proporción de sexos de los ejemplares cazados de sexo distinguible, el 82.6% eran machos (40.5% en 2012; 62.3% en 2011, 51.2% en el 2009 y 70% en el 2008) y el 17.4% eran hembras; en 1 individuo no se pudo determinar el sexo. La caza confirma el cambio en la composición de edades de la población apreciado durante el seguimiento del censo en la zona (figura 58): la desaparición de los machos adultos e incremento de machos jóvenes. A través de la caza, al disponer de una muestra mayor de individuos, puede detectarse ese incremento de los jóvenes con respecto a los adultos.

### **Finca Galiana (provincia de Ciudad Real, Castilla-La Mancha)**

La finca Galiana es una finca agropecuaria de 630 Ha que mantiene cultivos herbáceos, de secano, de regadío y zonas de reforestación. Se incorporó al proyecto en el año 2011, realizándose entonces por primera vez el seguimiento de la población de machos, la reproducción y la caza. En el año 2013 fue difícil el seguimiento con redes horizontales debido a que se sembró muy tarde y no se controlaron las malas hierbas, con lo que quedó menos superficie hábil para la codorniz. Por esta razón se optó por un método alternativo de muestreo, el de las redes verticales. Éstas se colocan durante la noche formando un cuadrado, en el interior del cual se sitúa un reclamo electrónico de macho y hembra que suena ininterrumpidamente hasta el

amanecer. Al acercarse al reclamo, las codornices caen en la red y son recogidas durante la noche y, sobretodo, al amanecer.

En total se realizaron 12 salidas durante la época de reproducción: 5 con red horizontal, siguiendo la metodología de censo habitual, y 7 con redes verticales. Después de la siega se efectuaron 6 salidas, desde julio hasta septiembre. Con respecto a las salidas con red horizontal, la primera se realizó el 16 de marzo y no se escuchó ningún macho. En este mes se hicieron dos salidas más, el 23 y el 30 de marzo, en las que tampoco se detectó ningún individuo. Los siguientes muestreos se realizaron el 19 y 26 de mayo, en los que se contabilizaron 7 machos (3 y 4, respectivamente), pero no se consiguió capturar ninguno por las razones antes mencionadas (figura 18). La prospección con redes verticales cubrió todo el mes de abril (4 salidas intercaladas 7 días desde el día 6 al 28), las dos primeras semanas de mayo (dos salidas) y la primera semana de junio (una salida, figura 19).

El primer día que se oyeron y además se capturaron codornices fue el 20 de abril (con redes verticales). El muestreo anterior con redes verticales fue el 13 de abril y no se capturó ninguna, lo que sugiere la llegada de éstas a la zona entre los días 13 y 20 de este mes. En total se han capturado 28 individuos, 23 de abril a junio y los cinco restantes en el periodo post-reproductor. Destaca la captura el 21 de abril de un individuo anillado el día anterior (20 de abril) en El Coronil (Sevilla), que realizó un vuelo de 287 Km en una noche.

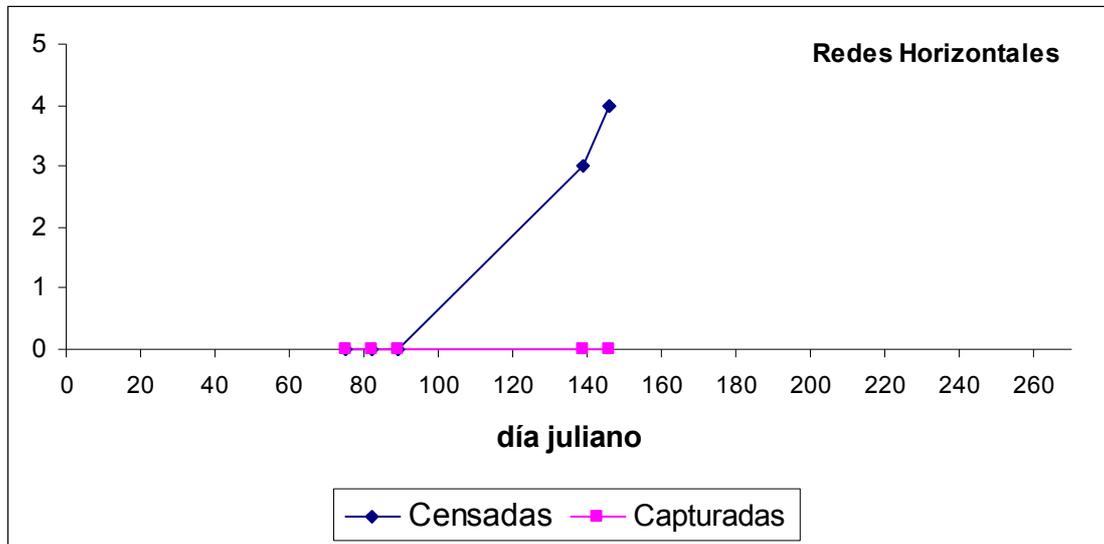


Figura 18. Relación de individuos censados y capturados con redes horizontales en la Finca Galiana. En ordenadas: número de individuos. En abscisas: días transcurridos desde el 1 de enero.

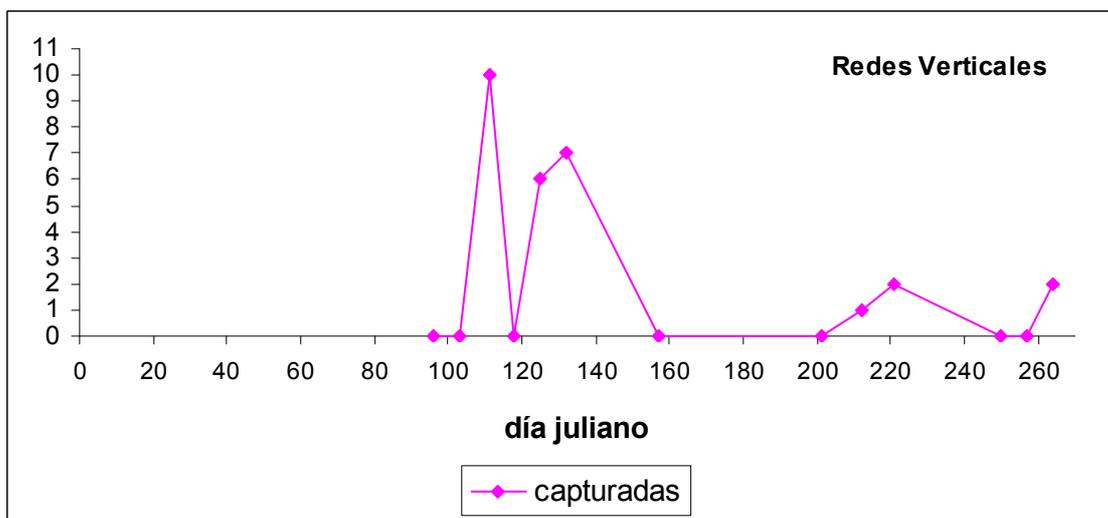


Figura 19. Relación de individuos capturados con redes verticales en la Finca Galiana. En ordenadas: número de individuos. En abscisas: días transcurridos desde el 1 de enero.

Si tenemos en cuenta el muestreo con redes horizontales, es un año de muy baja abundancia de codorniz: 3.5 individuos censados/día de muestreo (los dos días de mayo), lo cual puede estar relacionado con la poca disponibilidad de hábitat. En el año 2012 también hubo pocas codornices (7.7

individuos/día de muestreo) en comparación con otros años (23 individuos/día de muestreo en el 2011). El éxito de captura con red horizontal ha sido nulo.

La figura 20 muestra la distribución de los individuos en función de la edad y el mes de captura. Todos los individuos capturados en la época de reproducción resultaron ser adultos (euring 4, 5 y 6).

En las figuras 21 y 22 se representa la proporción de jóvenes y adultos en los dos momentos de captura con redes verticales (antes y después de la siega). Las pocas capturas efectuadas al final de la época de reproducción no han permitido detectar la presencia de jóvenes. Después de la siega, ya se detectan jóvenes, como es de esperar.

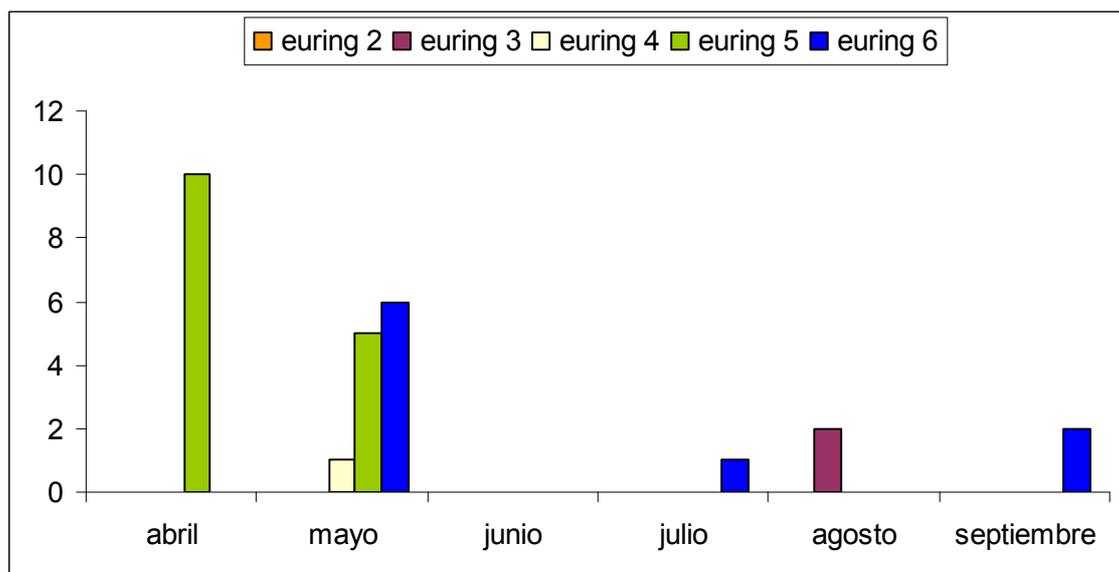


Figura 20. Edad de los individuos capturados con redes verticales en función del mes de captura en la Finca Galiana. Se indica el código Euring de datación de la edad (3 = individuos nacidos en el año calendario, 5 = individuos nacidos el año anterior al año calendario, 6 = individuos nacidos por lo menos 2 años anteriores al año calendario).

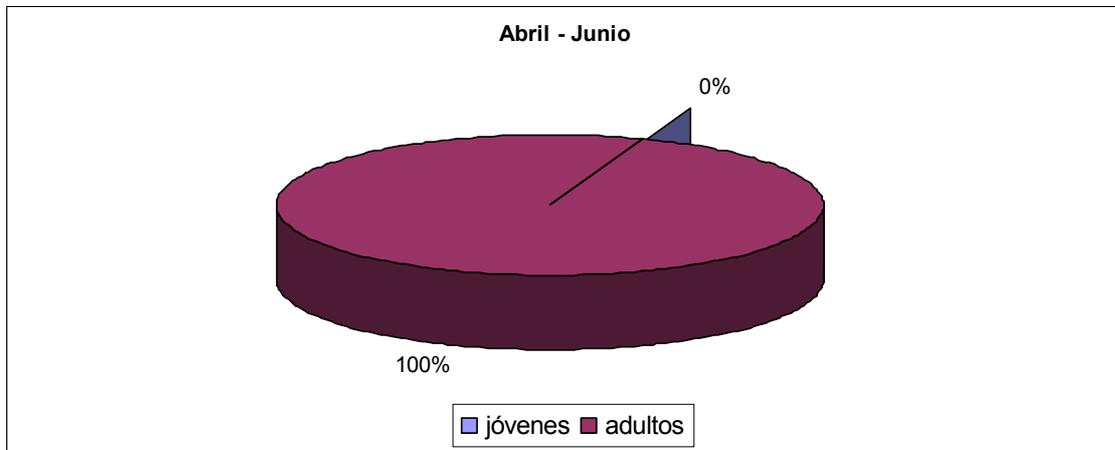


Figura 21. Proporción de edades de los individuos capturados con redes verticales en la Finca Galiana de abril a junio.

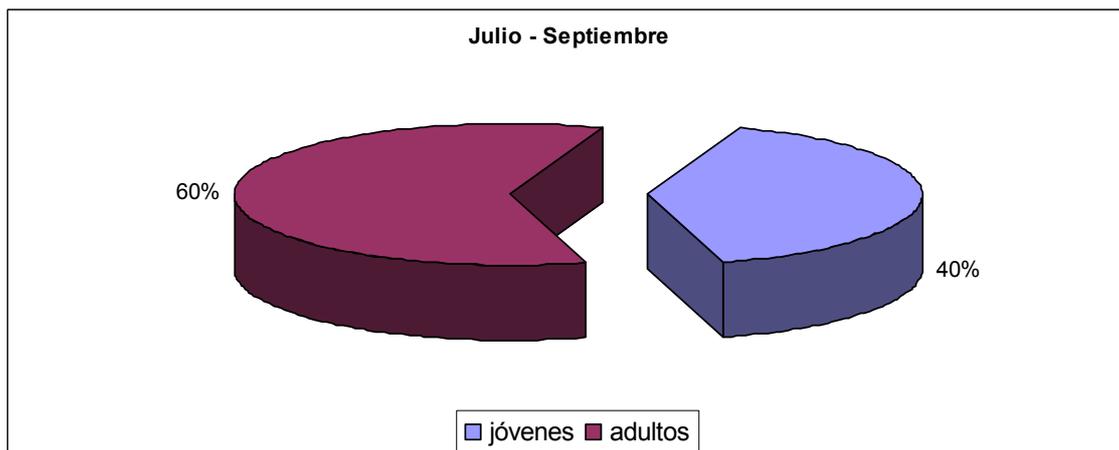


Figura 22. Proporción de edades de los individuos capturados con redes verticales en la Finca Galiana de julio a septiembre.

Los datos morfométricos de los adultos capturados con redes verticales se muestran en la tabla V (I y II). Se han separado los individuos capturados en la época de reproducción (de abril a junio) y los capturados después de la siega (de julio a septiembre) ya que la presencia de estos últimos en la zona se asocia más a movimientos pre-migratorios y migratorios y las características morfológicas no se pueden asociar al momento de reproducción ni a esta zona en particular.

<b>Capturas con redes verticales en la época de reproducción</b>			
VARIABLE	MEDIA ARITMÉTICA	DESVIACIÓN TÍPICA	N
Peso (g)	100 g	8.02	22
Longitud del ala (ángulo recto) (mm)	11.3 mm	2.17	22
Longitud del tarso (mm)	32.11 mm	0.96	22
Anchura de la banda lipídica (mm)	7.25 mm	3.22	21
Diámetro de la cloaca (mm)	8.22 mm	0.76	22

Tabla V.I Media, desviación típica y número de ejemplares (N) para las variables morfológicas de peso, longitud del ala y del tarso y las variables fisiológicas de banda lipídica y diámetro de la cloaca, de los individuos capturados con redes verticales en la finca Galiana de abril a junio.

<b>Capturas con redes verticales después de la siega</b>			
VARIABLE	MEDIA ARITMÉTICA	DESVIACIÓN TÍPICA	N
Peso (g)	97	10.37	5
Longitud del ala (ángulo recto) (mm)	11.15	1.87	5
Longitud del tarso (mm)	32.57	0.63	5
Anchura de la banda lipídica (mm)	7.50	2.78	5
Diámetro de la cloaca (mm)	5.77	1.53	3

Tabla V.II. Media, desviación típica y número de ejemplares (N) para las variables morfológicas de peso, longitud del ala y del tarso y las variables fisiológicas de banda lipídica y diámetro de la cloaca de los individuos capturados con redes verticales en la finca Galiana de julio a septiembre.

La anchura de la cloaca es menor en los individuos capturados de julio a septiembre, ya que en esta época la actividad sexual se reduce (test de U-Mann Whitney,  $W = 69$ ,  $p < 0,05$ ). Se esperaría que la anchura de la banda lipídica fuera mayor después de la siega; sin embargo, las muestras presentan

una elevada variabilidad (aunque de igual varianza, test de Levene,  $F = 0.37$ ,  $P = 0.55$ ) y no se aprecian diferencias significativas (test de la  $t$  de Student,  $t = 0.16$ , 24 g.l.,  $p = 0.87$ ). Posiblemente la muestra sea demasiado pequeña para detectar diferencias (figura 23).

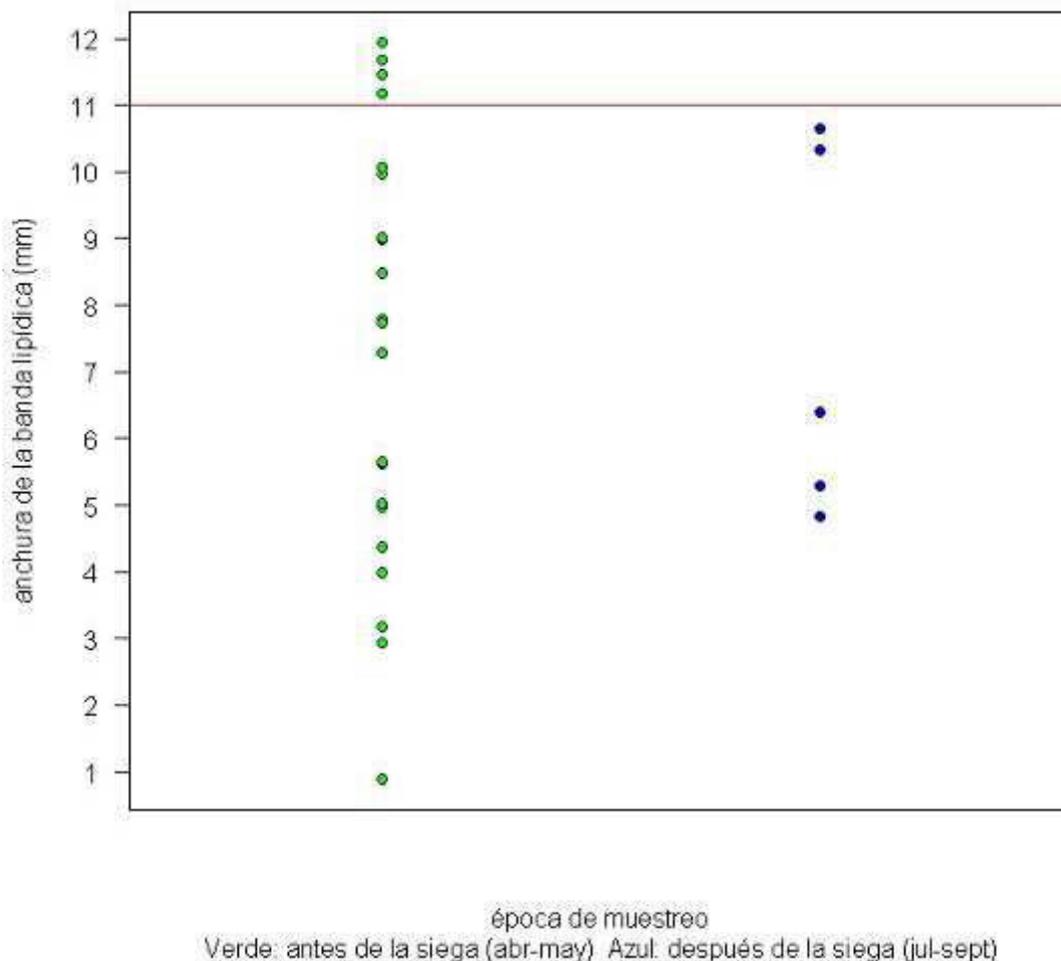


Figura 23. Los puntos representan la anchura de la banda lipídica pectoral de cada individuo capturado con redes verticales por meses, antes de la siega (verde) y después (azul). La línea roja en 11 mm marca el límite a partir del cual se consideran individuos migradores.

La relación de la coloración de gargantas de los machos capturados se muestra en las figuras 24 y 25. Claramente la mayoría de los machos que han pasado por esta zona tenían las mejillas de color claro (21 de 25). El ancla está formada en todos los adultos capturados de abril a junio, excepto en uno. De julio a septiembre, el individuo con el ancla sin formar era joven.



Figura 24. Número de individuos de las distintas categorías de coloración de la garganta de los machos capturados con redes verticales de abril a junio en la finca Galiana. Categorías: 1: garganta sin ancla; 2: ancla formándose; 3: ancla formada, mejillas claras (hasta el 95% de la superficie blanca); 4: ancla formada, mejillas oscuras (más del 95% de la superficie oscura).

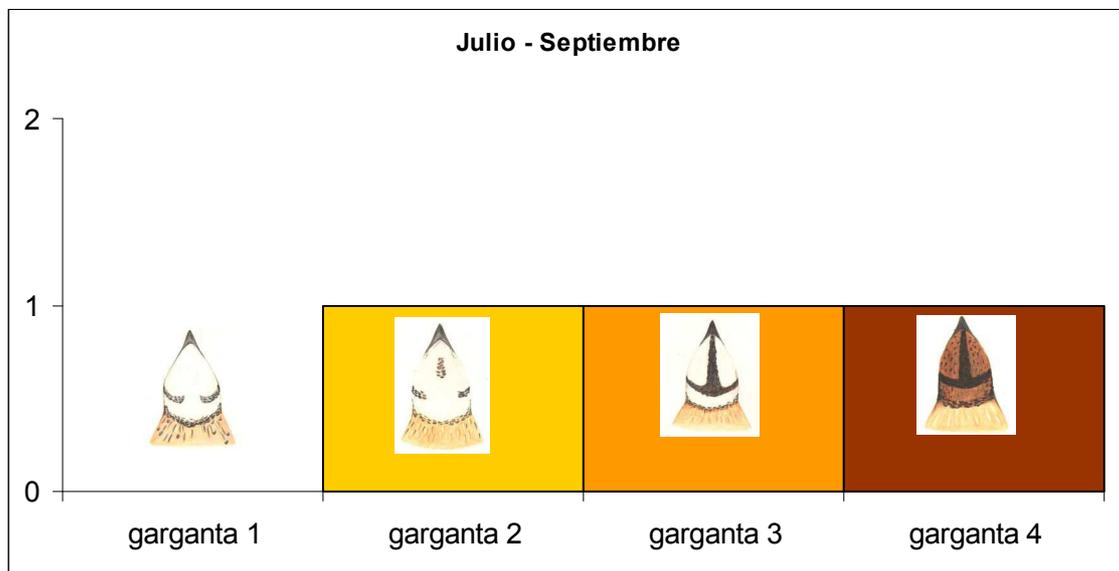


Figura 25. Número de individuos de las distintas categorías de coloración de la garganta de los machos capturados con redes verticales de julio a septiembre en la finca Galiana. Categorías: 1: garganta sin ancla; 2: ancla formándose; 3: ancla formada, mejillas claras (hasta el 95% de la superficie blanca); 4: ancla formada, mejillas oscuras (más del 95% de la superficie oscura).

La siega se efectuó del 18 al 24 de junio en 4 parcelas en función del tipo de cultivo (figura 26). En total se encontraron 6 individuos de tamaño adulto y ninguna pollada, lo que sugiere que la reproducción en la zona ha sido escasa. El año 2012 sí se pudo detectar la reproducción en la zona al encontrarse 5 polladas.

Finalmente, no se tomaron datos de caza.

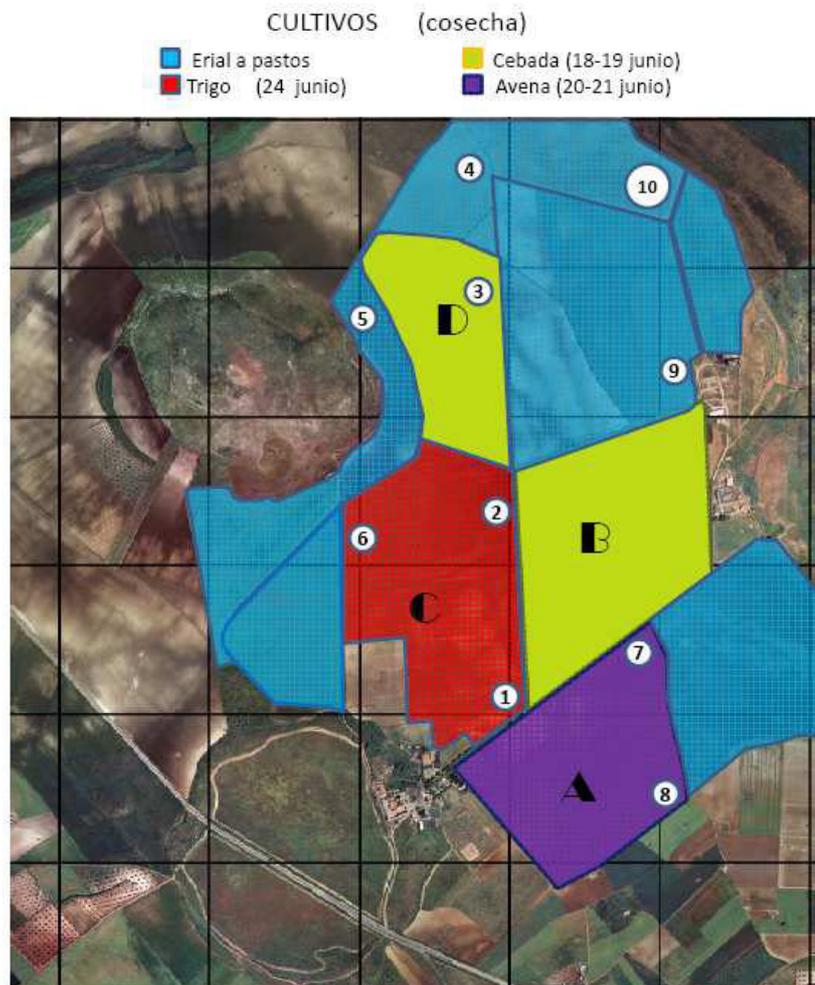


Figura 26. Parcelas de seguimiento de la siega. El color distingue el tipo de cultivo. La leyenda superior indica el tipo de cultivo y las fechas en las que se efectuó el seguimiento.

### Villafáfila (provincia de Zamora, Castilla y León)

En esta área de estudio se efectuó un seguimiento de 73 días de duración. La primera visita fue el 17 de abril - casi un mes antes que el año anterior - en la que se contaron 6 individuos; por tanto, a pesar del esfuerzo realizado, no se ha podido determinar con precisión la fecha de llegada de la especie a esta área de estudio; cabe remarcar, por tanto, que el censo debe iniciarse todavía con más antelación. El seguimiento se mantuvo hasta el 28 de junio, coincidiendo con las labores de siega y capturándose un individuo. En total, se realizaron 11 visitas (figura 27), lo cual supone un seguimiento bastante exhaustivo durante la reproducción.

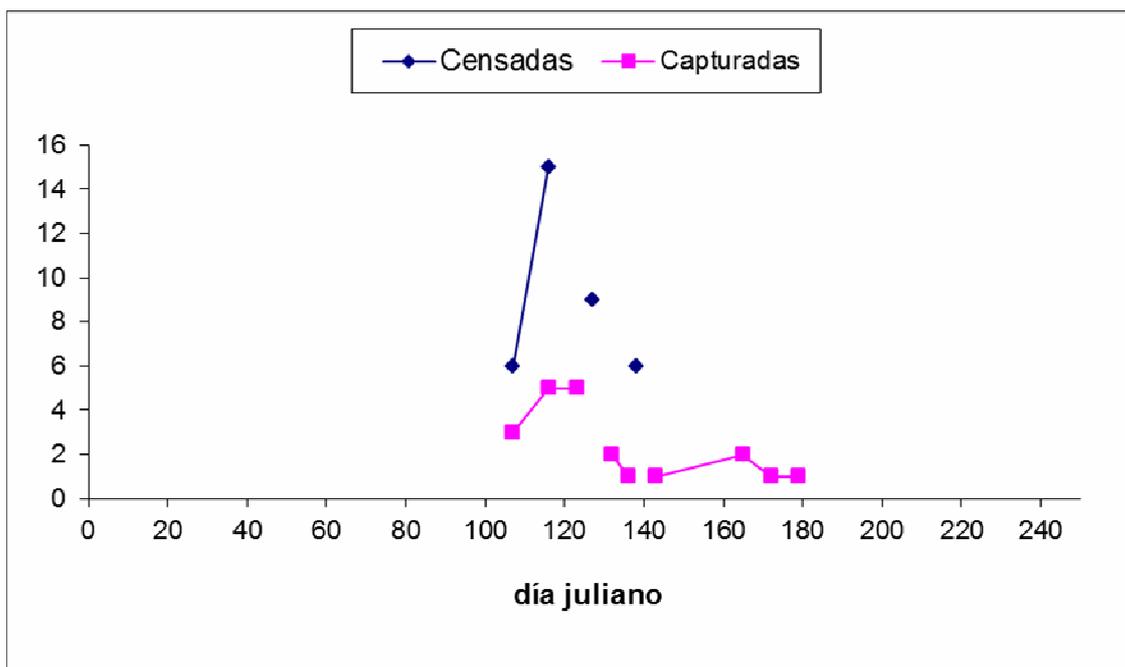


Figura 27. Relación de individuos censados y capturados en Villafáfila (Zamora). En ordenadas: número de individuos. En abscisas: días transcurridos desde el 1 de enero.

El total acumulado de individuos censados fue de 36 machos, lo que representa una densidad de 9 individuos/día de muestreo. Esta cifra puede considerarse similar a otras áreas de muestreo del presente estudio y más alta que la del año anterior, si bien cabe considerar que el seguimiento se inició en

2012 muy tarde y la metodología de censo infraestimaba el número real de individuos presentes en la zona. Se capturaron 22 machos, lo que representa un 40.9% de éxito de captura y 2.44 individuos capturados/día de muestreo. Esta cifra entra dentro de lo que se podría considerar la normalidad en el conjunto de los equipos de trabajo del proyecto.

Se determinó la edad en 20 de las 22 capturas. El 90% de los individuos capturados fueron adultos y el 10% restante fueron jóvenes nacidos en el año calendario que no pudieron ser el fruto de la reproducción en Villafáfila (figuras 28 y 29).

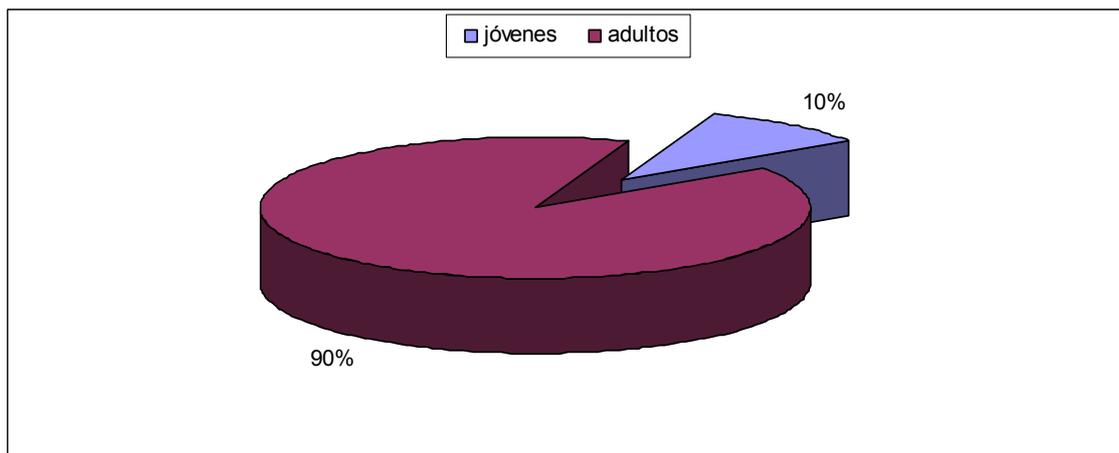


Figura 28. Proporción de edades de los individuos capturados en Villafáfila.

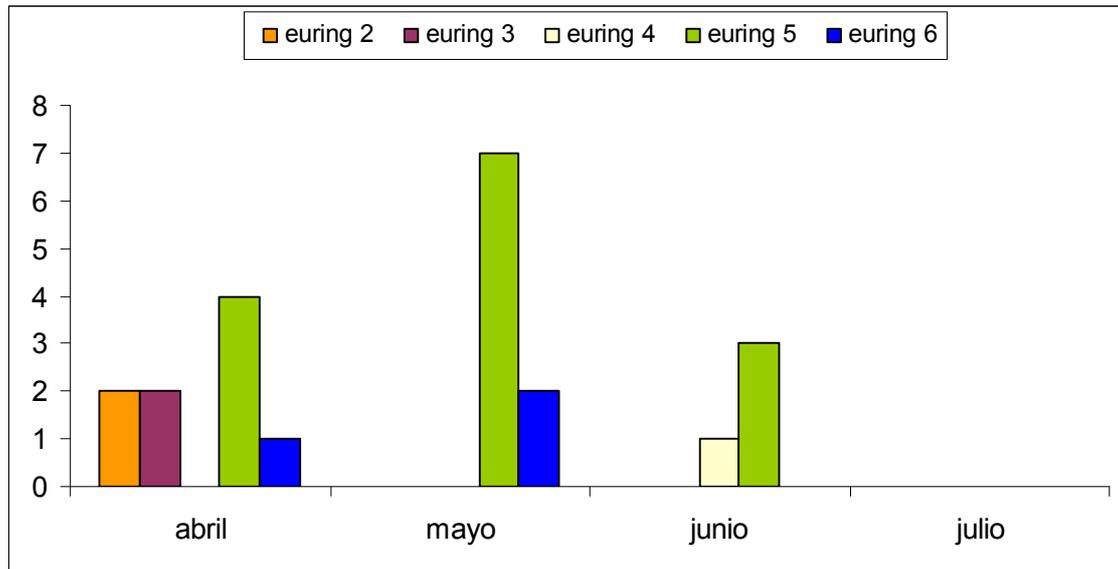


Figura 29. Edad de los individuos capturados en función del mes de captura en Villafáfila. Se indica el código Euring de datación de la edad (3 = individuos nacidos en el año calendario, 5 = individuos nacidos el año anterior al año calendario, 6 = individuos nacidos por lo menos 2 años anteriores al año calendario. 2 y 4 son edades sin precisar: 2 = individuos nacidos en el año calendario o posteriormente; 4 = individuos no nacidos en el año calendario).

Los datos morfométricos de los individuos capturados y la relación de la coloración de gargantas se muestran en la tabla VI y en la figura 30, respectivamente. En las gargantas no se han considerado los datos tomados por los técnicos en la formación del ancla por algunos errores. En la tabla se muestra sólo la coloración de las mejillas según las cuatro categorías definidas en el protocolo. Las codornices más oscuras (mejillas D) son muy escasas, al igual que en las localidades del norte español y en las francesas. Abundan más las codornices con mejillas intermedias más oscuras (garganta C).

VARIABLE	MEDIA ARITMÉTICA	DESVIACIÓN TÍPICA	N
Peso (g)	108.29 g	6.78	21
Longitud del ala (ángulo recto) (mm)	10.99 mm	0.31	22

Longitud del tarso (mm)	32.09 mm	0.96	22
Anchura de la banda lipídica (mm)	----	----	0
Diámetro de la cloaca (mm)	8.16 mm	1.54	22

Tabla VI. Morfometría media de los individuos capturados en Villafáfila.

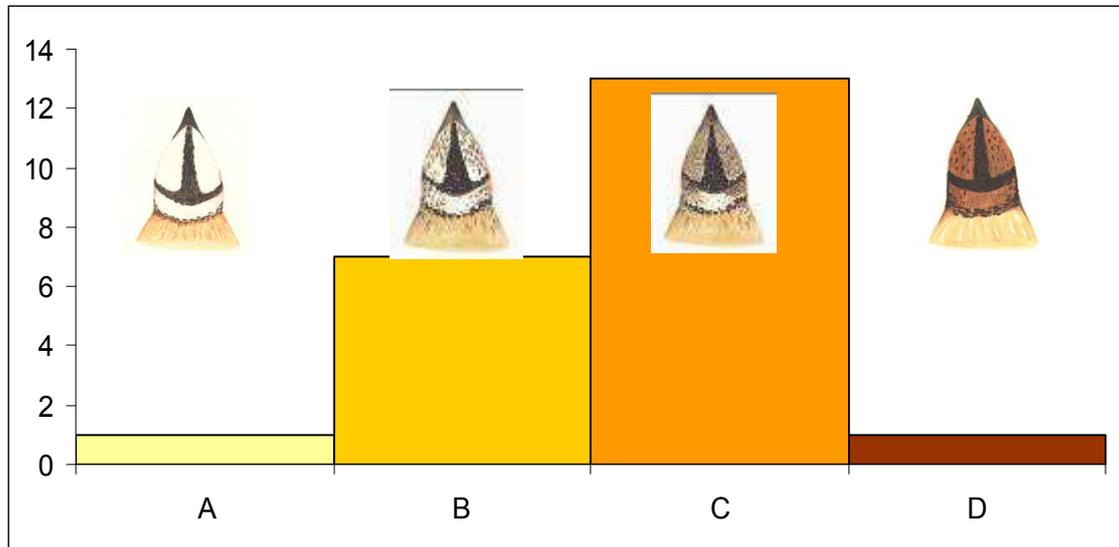


Figura 30. Número de individuos de las distintas categorías de coloración de la garganta de los machos capturados en Villafáfila. Categorías: A: mejillas blancas; B: mejillas oscuras entre un 5 y 50%; C: mejillas oscuras, entre un 50 y un 95%; D: mejillas oscuras, más del 95% de la superficie.

En el año 2013 no se hizo seguimiento durante la siega.

Finalmente, se dispone de datos de 8 jornadas de caza, comprendidas entre el 1 de agosto y el 15 de septiembre de 2013. Se cazaron un total de 32 individuos por parte de cuatro cazadores. Por sexos y edades, el 79.3% eran individuos jóvenes o indiferenciados nacidos en el año calendario; el resto de individuos cazados eran adultos (20.7%), de los que el 48.3% eran machos; en la misma proporción se encontraron las hembras y únicamente un individuo (3.45%) resultó ser indiferenciado. Estos resultados son consistentes con los del año anterior y confirman, asimismo, el cambio en la composición de la población, producto de la desaparición de los machos adultos e incremento de machos jóvenes.

## 4.2.- FRANCIA

### Sault (La Vaucluse - Dpto 84-)

Los días 14 a 16 de mayo de 2013, Manel Puigcerver, uno de los directores científicos del proyecto, visitó el área de estudio; se siguieron varios puntos de muestreo del protocolo establecido los años anteriores y el día 16 se expusieron los resultados alcanzados por el proyecto en el período 2012, al que asistieron la mayoría de técnicos de las federaciones departamentales de caza participantes en el proyecto. Estas personas asistieron a la sesión de captura del día 14 y a una segunda sesión de captura realizada al día siguiente, con el fin de cumplir con los requisitos necesarios para poder anillar con anillas oficiales francesas.

Con respecto al seguimiento poblacional de codorniz, en esta localidad se realizaron 13 salidas al campo con el objetivo de realizar censos de machos cantores, manteniendo la misma intensidad que en 2012 y respetando el régimen de salidas que se indica en el protocolo. El primer día que se salió al campo fue el 2 de mayo y se localizó un individuo que no se pudo capturar. Al día siguiente (3 de mayo) se oyeron 2 machos que no se pudieron capturar tampoco, y otros dos días más tarde se censaron cuatro; esta dinámica indica que podemos considerar que la llegada de los animales a la zona se realizó alrededor del día 2 de mayo, unos días más tarde que en los dos años anteriores en los que las primeras llegadas se localizaron en torno al 25 de abril.

El censo finalizó el 15 de julio con el conteo de 2 individuos en el campo. Se efectuó un total de 13 visitas para un período de 74 días, frente a los 92 del año anterior. Consideramos, por lo tanto, que se ha realizado un buen seguimiento durante la época de reproducción (figura 31) y que este año 2013 la temporada reproductora ha sido más corta que en años anteriores.

El total de individuos censados fue de 68 machos, un número sensiblemente inferior al de los dos años precedentes (100 machos en 2012 y 123 en 2011), aunque similar a los registros obtenidos en el año 2009 (62 individuos). Ello representa un promedio de 4.53 individuos censados por día de muestreo, frente a los 7.7 individuos/día de muestreo del 2012 y los 9.5 individuos/día de muestreo del 2011. Se capturaron 7 machos (11 en 2012), lo que representa 0.5 individuos/día de captura (frente a los 0.8 individuos/día de muestreo en 2012). El éxito de captura fue del 10.3%, similar al del 2012 (11.0%). También, de forma complementaria, se realizaron capturas y anillamientos paralelos en las zonas de Aurel y St. Christol, con un total de 78 machos más capturados. De esta forma, al igual que en años anteriores, el equipo de Sault ha seguido el protocolo de trabajo previamente acordado y ratificado en la visita realizada por parte de uno de los directores científicos del proyecto y, además, ha efectuado una serie de capturas de carácter complementario.

De los 7 machos capturados en los 10 puntos de muestreo definidos para la aplicación del protocolo metodológico de seguimiento, 6 (86%) eran individuos adultos nacidos el año anterior al año calendario (figura 32); el único joven de la muestra no pudo haber nacido en la localidad de muestreo, por su precocidad de aparición. En la figura 33 se aprecia la distribución de edades por cada mes de captura; puede apreciarse, a pesar del bajo tamaño de muestra, que se produce una disminución de individuos con el código de edad euring 5 a finales de la temporada de cría.

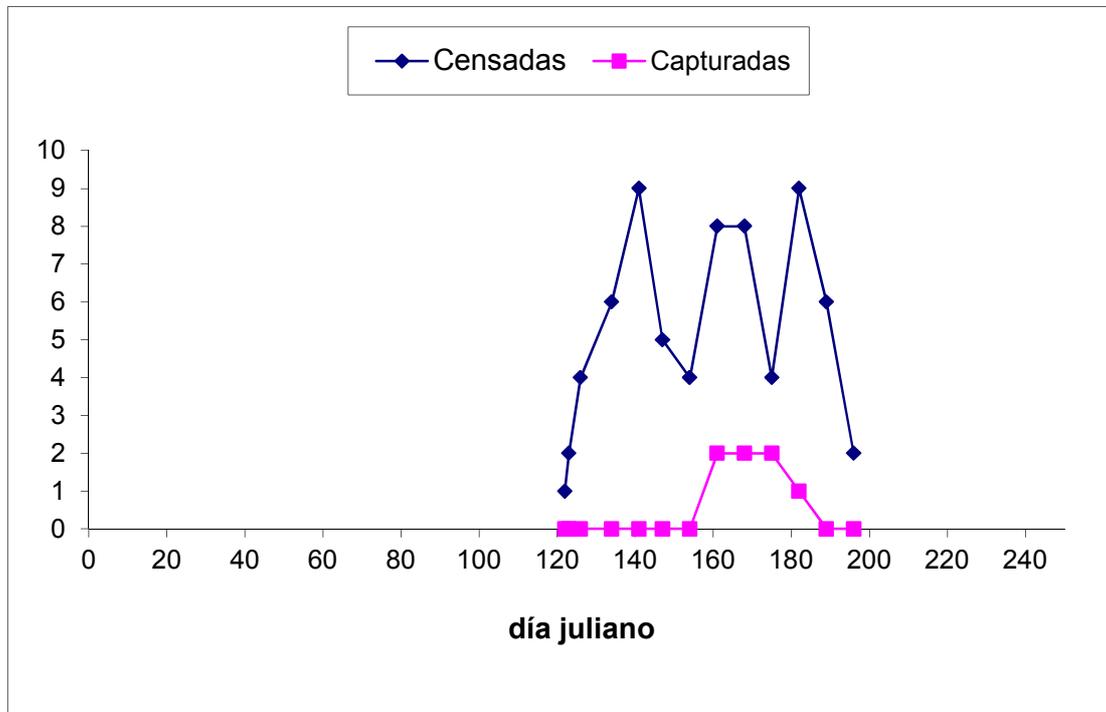


Figura 31. Relación de individuos censados y capturados en Sault. En ordenadas: número de individuos. En abscisas: días transcurridos desde el 1 de enero.

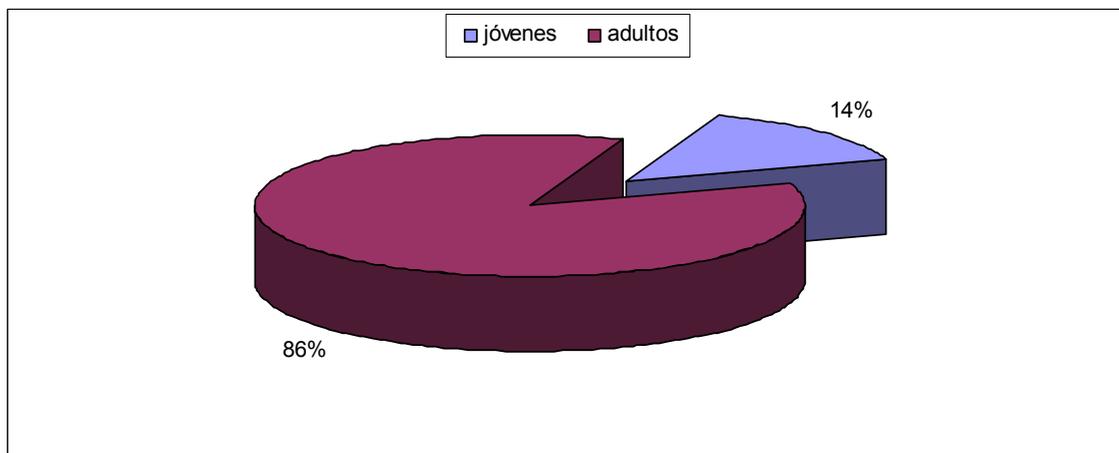


Figura 32. Proporción de edades de los individuos capturados en Sault.

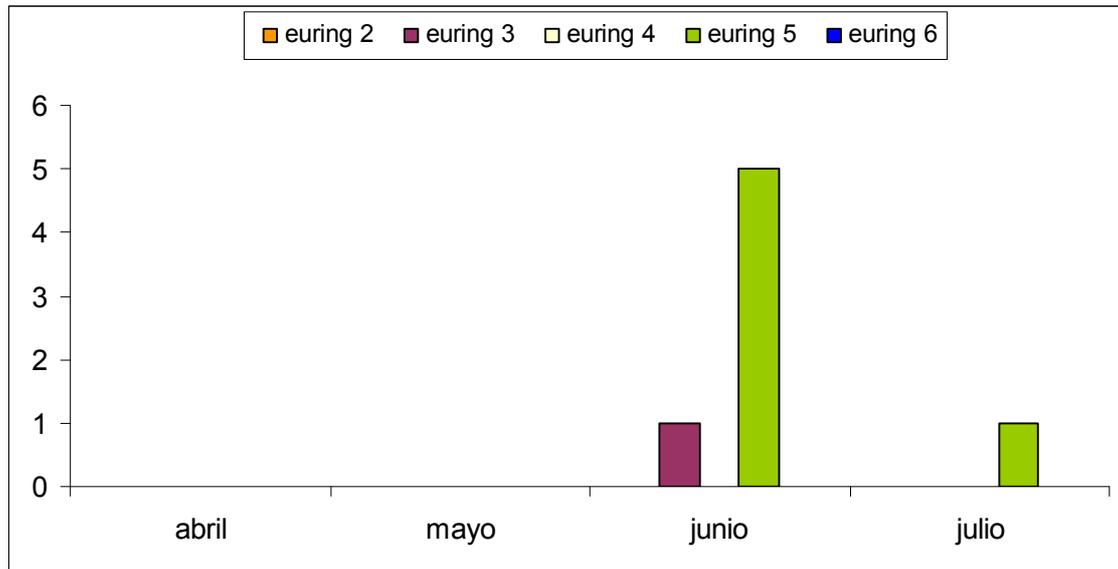


Figura 33. Edad de los individuos capturados en función del mes de captura en Sault.

Los datos morfométricos del total de individuos adultos capturados y la relación de la coloración de gargantas se muestran en la tabla VII y en la figura 34, respectivamente.

VARIABLE	MEDIA ARITMÉTICA	DESVIACIÓN TÍPICA	N
Peso (g)	94.27	9.24	78
Longitud del ala (ángulo recto) (mm)	109.73	3.01	77
Longitud del tarso (mm)	31.49	0.77	76
Anchura de la banda lipídica (mm)	6.57	1.17	12
Diámetro de la cloaca (mm)	6.83	0.85	77

Tabla VII. Media, desviación típica y número de ejemplares para las variables morfológicas de peso, longitud del ala y del tarso y las variables fisiológicas de banda lipídica y diámetro de la cloaca, de los individuos capturados en Sault.

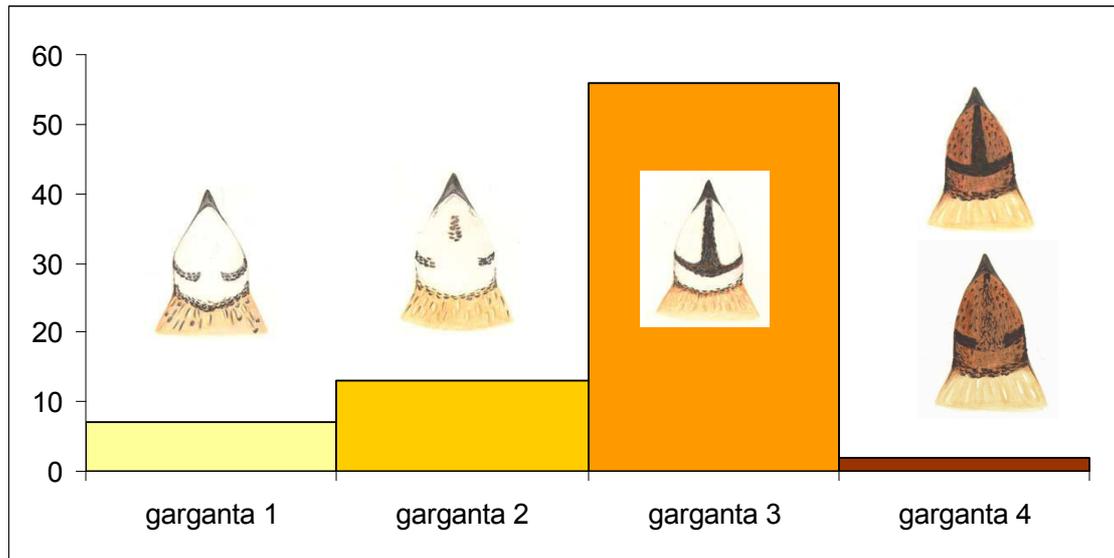


Figura 34. Número de individuos de las distintas categorías de coloración de la garganta de los machos capturados en Sault. . Categorías: 1: garganta sin ancla; 2: ancla formándose; 3: ancla formada, mejillas claras (hasta el 95% de la superficie blanca); 4: ancla formada o difusa, mejillas oscuras (más del 95% de la superficie oscura).

Como puede apreciarse, morfométricamente los individuos capturados entran dentro de las características que cabría esperar de tamaño y coloración de gargantas para estas latitudes.

El seguimiento de la reproducción durante la siega se ha efectuado este año de forma muy exhaustiva, siguiendo un total de 22 parcelas con una extensión total de 64.5 ha, durante 11 días de siega. Se pudieron detectar 18 polladas (frente a las 17 de 2012, las 14 en el 2011 y 16 en el 2009), de las que nueve polladas (50%) tenían el tamaño de 3/4, 8 (44.4%) tenían el tamaño de 1/2, y una (5.5%) tenía menos de una semana; estos datos son muy similares a los obtenidos en el año 2012. El tamaño medio ( $\pm$  error estándar) de las polladas de  $\frac{3}{4}$  fue de 4.2 ( $\pm 1.77$ ), mientras que el de las polladas de 1/2 fue de 5.3 ( $\pm 1.4$ ). Se levantaron 55 individuos con talla de adultos y 19 parejas. Todos estos números son muy parecidos a los encontrados en 2011 e indican que el éxito reproductor se ha mantenido en los últimos años de seguimiento.

Se realizaron 6 jornadas de caza entre los días 31 de agosto a 2 de octubre y se cazaron 59 ejemplares (16 en 2012 y 21 en 2011), lo que representa 9.8 codornices/día; ello representa una cifra muy superior a la de los años anteriores (5.3 codornices/día en 2012 y 5.25 codornices/día en 2011). Por sexos se cazaron 5 machos (50%), 5 hembras (50%) y 49 indeterminados (83.1% del total); esta última cifra muestra una razón de sexos equilibrada y sugiere fuertemente la posibilidad de que la reproducción haya ido muy retrasada en el 2013. Por la edad, se identificaron 13 adultos (22%) y 46 jóvenes (78%), cifras éstas muy similares a las obtenidas en 2012 y que muestran una clara descompensación en la razón de edades (bondad de ajuste a 1:1, chi cuadrado=17.36, 1 g.l.,  $p < 0.05$ ) a favor de los jóvenes (3.5 jóvenes: 1 adulto).

### **Plaine de l'Ariège (L'Ariège – Dpto 9 –)**

En esta localidad de estudio se inició el seguimiento el 10 de abril de 2013, fecha en la que no se detectó ningún individuo; por tanto, se ha podido determinar con precisión la fecha en que se produjeron las primeras llegadas de machos de codorniz a la zona, alrededor del 13 de abril. El 25 de julio finalizó el seguimiento, coincidiendo con las labores de siega en la zona y en dicho día todavía se pudieron censar 12 individuos. Se efectuó un total de 15 visitas (figura 35), lo que comporta un seguimiento que se puede calificar de intenso.

Destaca la tendencia al aumento de la curva de machos censados al final de la estación reproductora, lo que vuelve a sugerir en este año que la siega se realiza de una manera no sincronizada con los intentos de reproducción de la especie.

El total acumulado de individuos censados fue de 111 machos, lo que representa una buena densidad (7.4 individuos/día de muestreo), aunque ligeramente inferior a la obtenida en el año 2012, que fue de 9.2 individuos/día de muestreo. De estos individuos censados, 25 fueron capturados (35 en 2012)

y dos fueron recapturados, lo que comporta un éxito de captura del 24.32% (27.13 % en 2012). Por tanto, se capturaron 1.8 individuos/día de muestreo (2.5 en 2012), cifra que consideramos baja y que, en buena lógica, ya no puede considerarse que sea debida a la falta de práctica en las capturas por parte del técnico responsable, sino que muy probablemente sea debido a aspectos comportamentales de los machos de codorniz en esta zona.

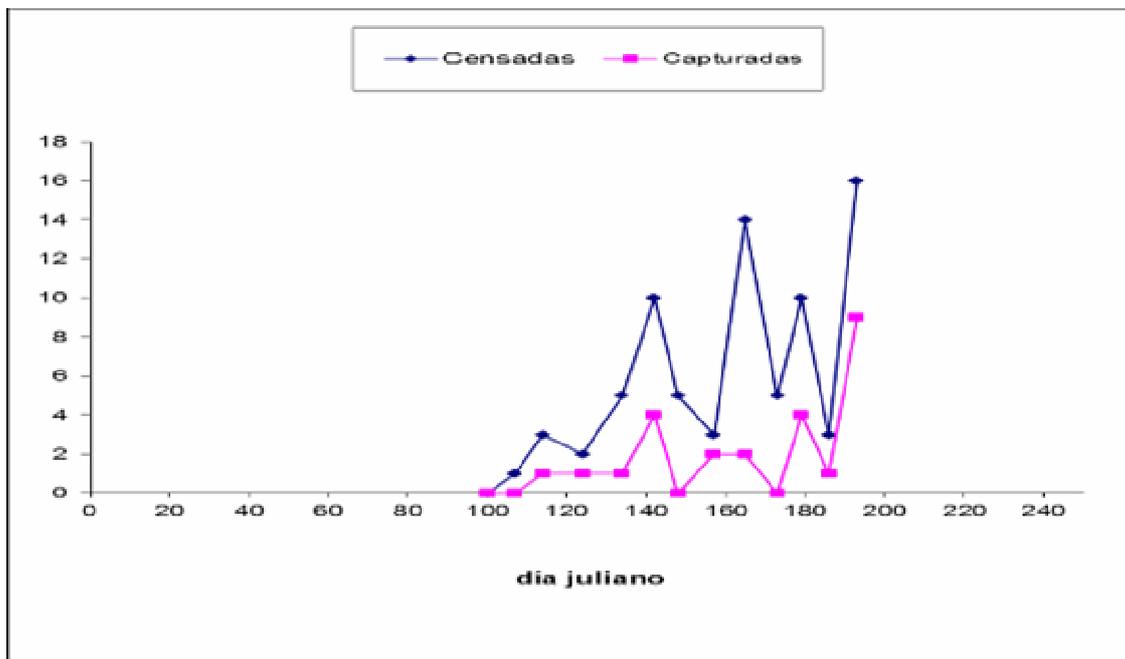


Figura 35. Relación de individuos censados y capturados en La Plaine de l'Ariège. En ordenadas: número de individuos. En abscisas: días transcurridos desde el 1 de enero.

Se observa que, a diferencia del año 2011, no hay una proporción equivalente de jóvenes y adultos (figura 34), ya que se capturaron 9 individuos jóvenes (36%) y 16 individuos adultos (64%) (figura 36). Sin embargo, estas cifras de jóvenes son superiores a las del año 2012, en la que la proporción de esta clase de edad fue solamente del 20%.

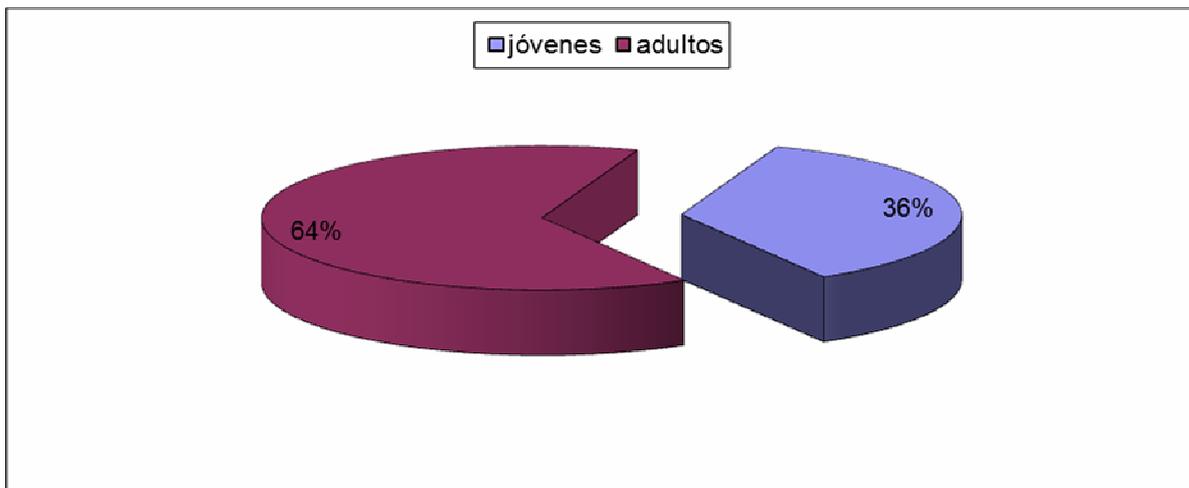


Figura 36. Proporción de edades de los individuos capturados en L'Ariège.

Como se puede apreciar en la figura 37, al contrario de lo que ocurrió en el año 2011, una parte de los jóvenes se capturaron en fechas lo suficientemente tempranas como para no ser resultado de la cría en el área de muestreo (22.2% -se ha tomado el 21 de junio como la fecha a partir de la cual los jóvenes capturados pueden ser el resultado de la reproducción en la zona-). Por tanto, es una evidencia indirecta de que en este año 2013 el éxito de cría en zonas más sureñas ha comportado un aporte significativo de individuos jóvenes que se incorporan a la fracción reproductora. Por otra parte, al contrario de lo que sucedió en el año 2012, en 2013 se aprecia claramente el inicio de la habitual caída en el número de adultos al final de la temporada de cría.

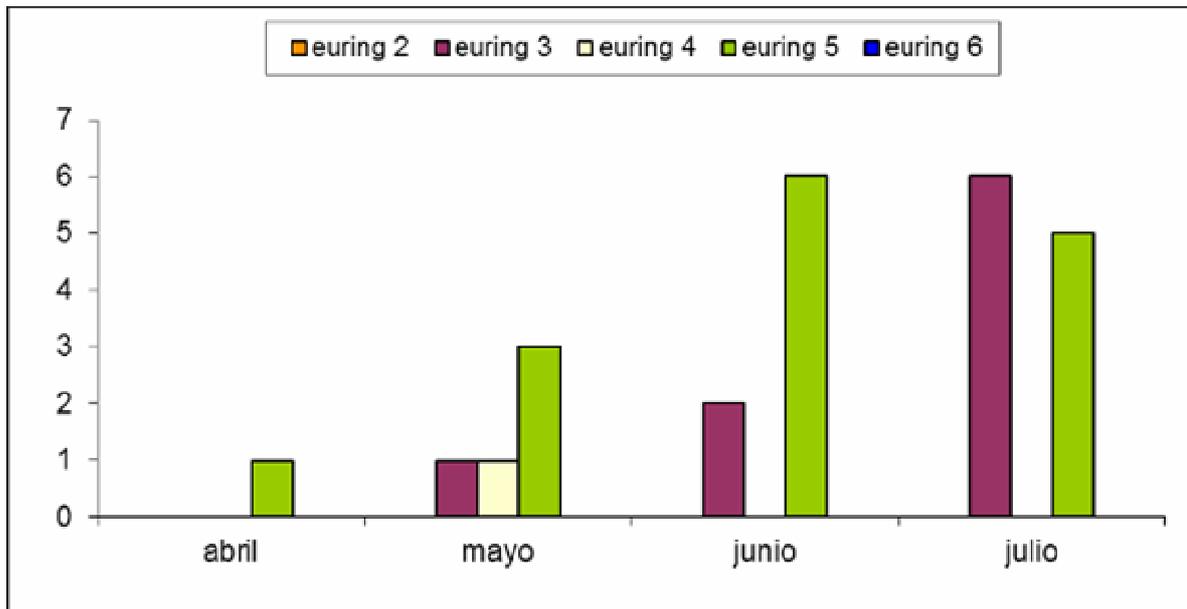


Figura 37. Edad de los individuos capturados en función del mes de captura en L'Ariège.

Aparte del censo y captura sistemáticos en los diez puntos de muestreo, se efectuaron capturas y anillamientos asistemáticos en los alrededores (9 machos). Del total de individuos capturados (34), se muestran los datos morfométricos de los adultos capturados y la relación de la coloración de gargantas en la tabla VIII y en la figura 38, respectivamente. El porcentaje de individuos con la categoría Garganta 4 este año fue inexistente (5.8 % en 2012 y 47.8 % en 2011), lo que sugiere que el 2011 fue un año extremadamente anómalo en este sentido. Tanto la anchura de la banda lipídica como el diámetro de la cloaca indican claramente que se trata de individuos no migrantes y fisiológicamente activos sexualmente.

VARIABLE	MEDIA ARITMÉTICA	DESVIACIÓN TÍPICA	N
Peso (g)	95.9	5.81	34
Longitud del ala (ángulo recto) (mm)	112.50	2.15	31
Longitud del tarso (mm)	32.81	0.83	33
Anchura de la banda lipídica (mm)	4.59	1.68	31
Diámetro de la cloaca (mm)	6.25	0.65	31

Tabla VIII. Morfometría media de los individuos capturados en L'Ariège.

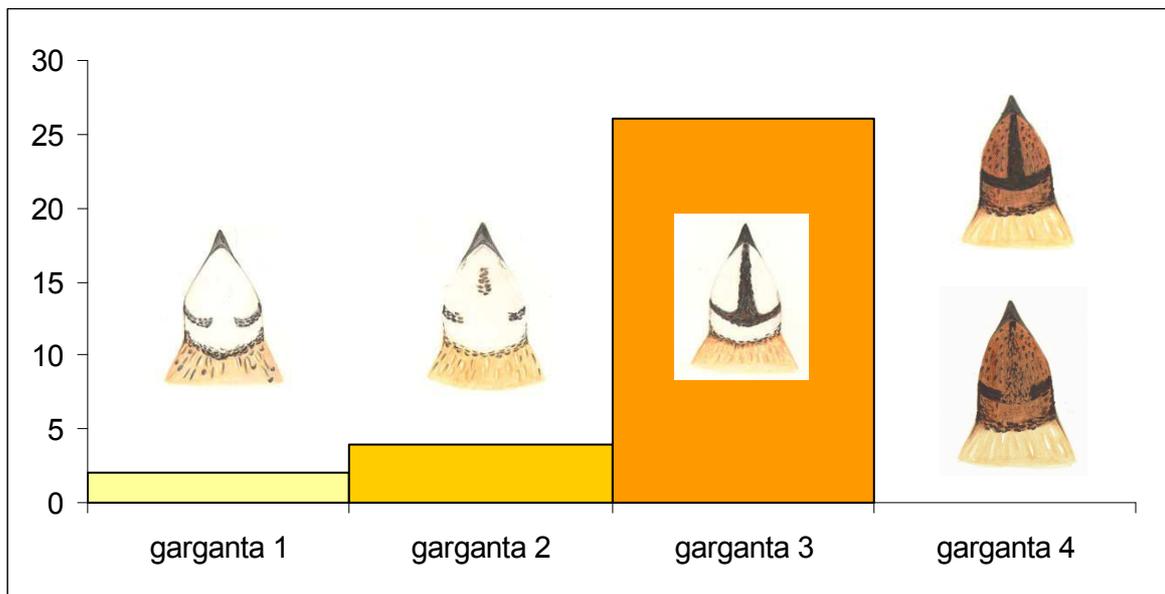


Figura 38. Número de individuos de las distintas categorías de coloración de la garganta de los machos capturados en L'Ariège. Categorías: 1: garganta sin ancla; 2: ancla formándose; 3: ancla formada, mejillas claras (hasta el 95% de la superficie blanca); 4: ancla formada, mejillas oscuras (más del 95% de la superficie oscura).

En el 2013 no se hizo un seguimiento de la reproducción, por lo que no hay datos acerca del éxito reproductor en este año; no obstante, puntualmente se capturaron dos pollos de 45 g y 53 g el 3 de octubre, lo que sugiere que la reproducción se extendió en el tiempo en el área de estudio.

Finalmente, se realizaron 5 jornadas de caza, desde el 31 de agosto hasta el 14 de octubre. Se cazaron 39 ejemplares (9.8 codornices/día frente a las 9.5 del año anterior). Por sexos, se cazaron 15 machos (38.5%), 15 hembras (38.5%) y 9 indeterminados (23.1%), lo que muestra una razón de sexos equilibrada; asimismo, el elevado porcentaje de individuos de sexo indeterminado (en 2012 fue de solamente el 3%) sugiere que la reproducción en 2013 se retrasó, lo que comporta mayor dificultad en determinar el sexo de los individuos cazados. En relación con la edad, se pudo datar toda la muestra: 15 fueron adultos (38.5% frente a un 5.4% en 2012) y los 24 restantes (61.5%) fueron jóvenes; por tanto, la presión de caza actuó mayoritariamente sobre los individuos jóvenes, aunque en una proporción mucho menor que en el año 2012, en el que el 94.6% de los individuos cazados fueron jóvenes. La proporción de sexos es de 1:1 (bondad de ajuste Chi-cuadrado= 2.25, g.l.=1, p=0.13), mientras que las edades también se ajustan a una proporción 1:1 (bondad de ajuste a 1:1, chi-cuadrado =1.641, g.l.=1, p=0.2002); este último resultado indica que pueden darse oscilaciones interanuales muy marcadas, ya que en el año 2012 la razón de edades fue de 17:1 a favor de los individuos jóvenes nacidos en el año calendario.

### **Garganvillar (Tarn et Garonne – Dpto 82 –)**

El seguimiento del censo se inició en Garganvillar el día 15 de abril, en el que se oyó un único individuo que no se pudo capturar; por esta razón, se considera que la estima de la fecha de primeras llegadas de la codorniz a la zona es razonablemente ajustada a la realidad. El censo finalizó el 8 de julio (en 2012 el 9 de junio), coincidiendo con el inicio de las labores de siega; por tanto, se han efectuado un total de 12 visitas debidamente espaciadas en el tiempo (el protocolo marca efectuar una visita semanal), corrigiéndose algunos errores metodológicos cometidos en el 2012 y que dificultan el poder establecer comparaciones entre ambos años. Se estuvieron haciendo capturas durante un período de 84 días.

El total de individuos censados capturados fue de 66 machos, lo que representa una abundancia mediana (5.5 individuos/día de muestreo). De estos individuos censados, 17 fueron capturados, lo que comporta un éxito de captura del 25.8% (figura 39); cabe señalar que en cuatro de los días de muestreo las lluvias fueron muy intensas, por lo que no se pudo efectuar el censo con las debidas garantías. En promedio, se capturaron 1.4 individuos/día de muestreo; esta cifra puede considerarse baja, pero dada la notable experiencia del equipo técnico, la falta de capturas debe ser probablemente debida a aspectos comportamentales de los machos de codorniz en esta zona de estudio.

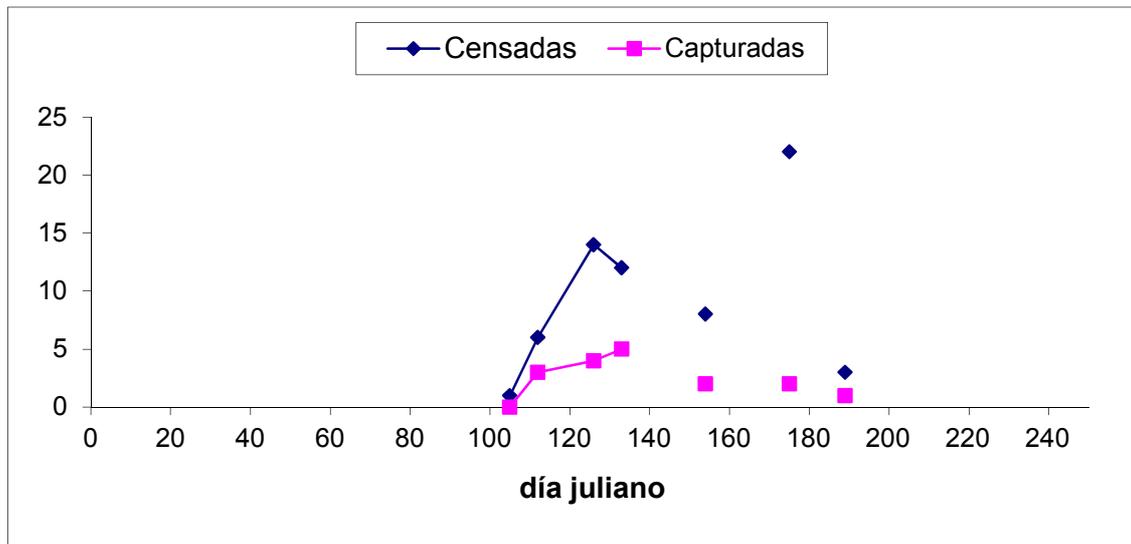


Figura 39. Relación de individuos capturados en Garganvillar. En ordenadas: número de individuos. En abscisas: días transcurridos desde el 1 de enero.

De los 17 machos capturados en los 10 puntos de muestreo, 16 (94%) eran adultos nacidos el año anterior al año calendario (euring 5); el único joven capturado (6%) lo fue tardíamente, por lo que puede ser el resultado de la reproducción en la zona (figura 40). Como se puede apreciar en la figura 41, la distribución de edades muestra una clara disminución de individuos euring 5 a finales de la temporada de cría.

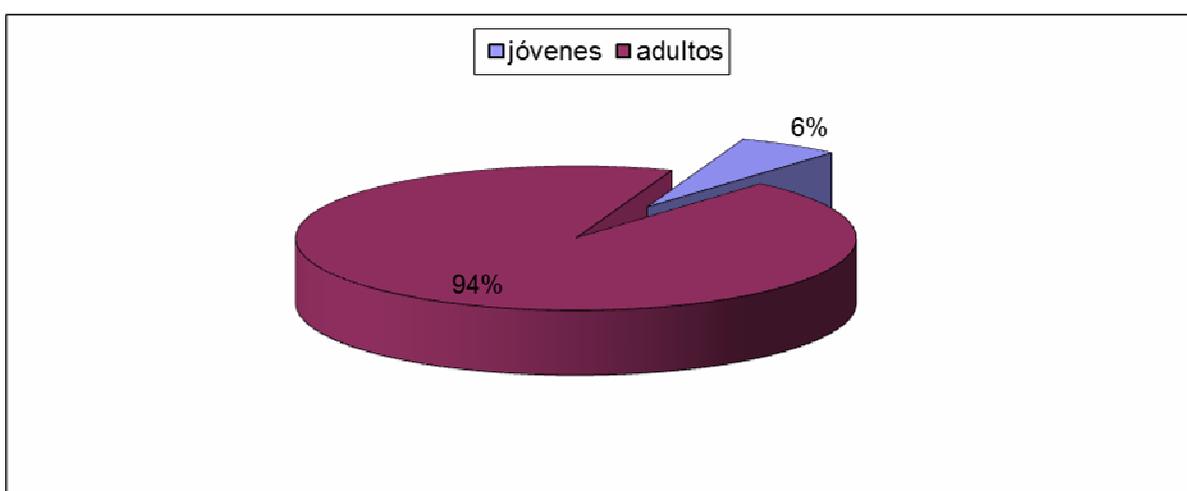


Figura 40. Proporción de edades de los individuos capturados en Garganvillar.

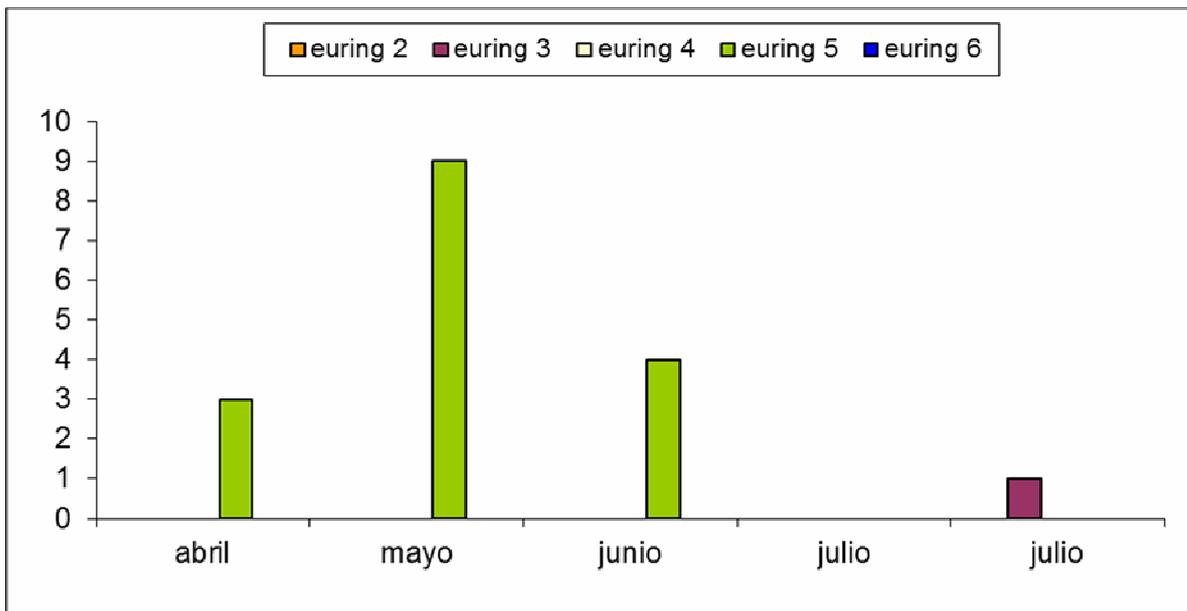


Figura 41. Edad de los individuos capturados en función del mes de captura en Garganvillar.

Aparte del censo y captura sistemáticos en los diez puntos de muestreo, se efectuaron 155 capturas y anillamientos asistemáticos en los alrededores; por tanto, en total se capturaron 172 individuos.

Los datos morfométricos del total de los adultos capturados y la relación de la coloración de gargantas se muestran en la tabla IX y en la figura 42, respectivamente. Las medidas morfométricas son muy similares a las obtenidas en el año anterior; por otra parte, si bien el porcentaje de individuos con la categoría Garganta 4 (33.7%) es menor que el de los que presentan la categoría 3 de coloración de garganta (44.2%), es relativamente alto cuando se compara con el resto de poblaciones situadas en el área más norteña de su distribución; por tanto, este resultado resulta sorprendente y es coherente con el obtenido el año 2012.

VARIABLE	MEDIA ARITMÉTICA	DESVIACIÓN TÍPICA	N
Peso (g)	98.20	6.80	172
Longitud del ala (ángulo recto) (mm)	112.08	2.65	172
Longitud del tarso (mm)	31.92	1.04	172
Anchura de la banda lipídica (mm)	5.52	1.25	172
Diámetro de la cloaca (mm)	5.78	0.94	172

Tabla IX. Media, desviación típica y número de ejemplares para las variables morfológicas de peso, longitud del ala y del tarso y las variables fisiológicas de banda lipídica y diámetro de la cloaca, de los individuos capturados en Garganvillar.

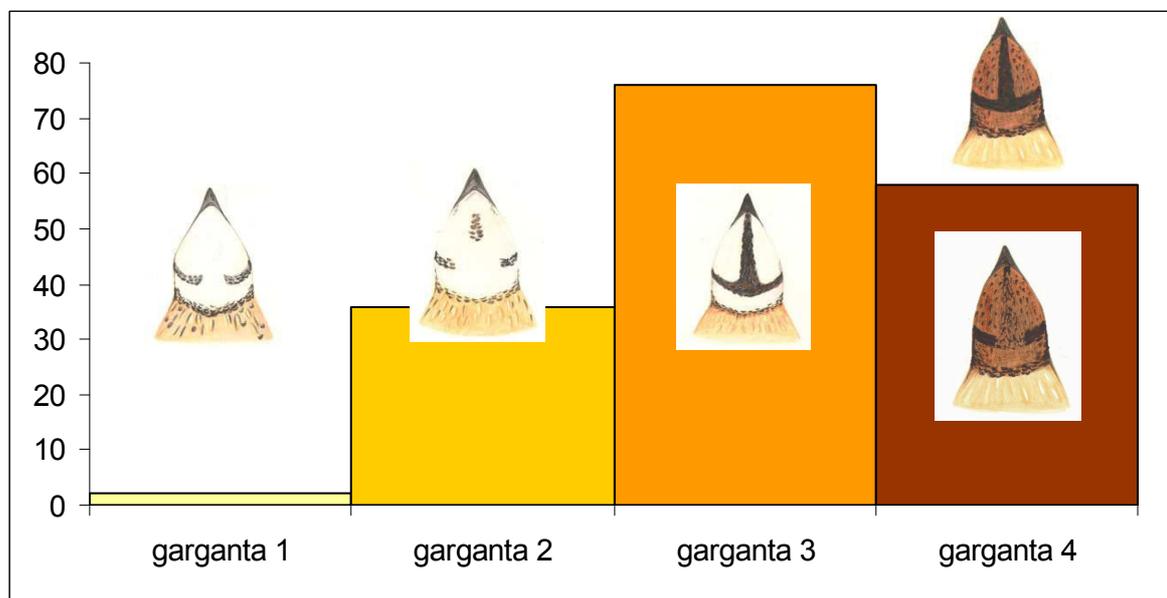


Figura 42. Número de individuos de las distintas categorías de coloración de la garganta de los machos capturados en Garganvillar. Categorías: 1: garganta sin ancla; 2: ancla formándose; 3: ancla formada, mejillas claras (hasta el 95% de la superficie blanca); 4: ancla formada, mejillas oscuras (más del 95% de la superficie oscura).

El seguimiento de la reproducción se realizó con perro; se prospectaron 21 parcelas con una extensión total de 311.8 Ha durante 5 días de siega. Se pudieron detectar 6 polladas (frente a las 7 del año 2012), de las que 2 (33.3%) tenían el tamaño de  $\frac{1}{2}$  y 6 (66.7%) el tamaño de  $\frac{3}{4}$ . El número medio de pollos para las polladas de  $\frac{1}{2}$  fue de 3, y para las polladas de  $\frac{3}{4}$  fue de  $4.8 \pm 0.99$ . Además, se levantaron 103 individuos con talla de adulto y ninguna pareja. En su conjunto, estas cifras no difieren excesivamente de las obtenidas en el 2012, lo que sugiere que el éxito reproductor se ha mantenido relativamente constante en los últimos años de seguimiento.

El seguimiento de la caza se efectuó en 33 jornadas distribuidas entre el 31 de agosto y el 9 de noviembre. Se cazó un total de 338 ejemplares, lo que representa un promedio de 10.2 codornices/día; esta cifra puede considerarse alta, si bien en el año 2012 lo fue todavía más (14 codornices/día). Por sexos, se cazaron 170 machos (50.4%), 167 hembras (49.6%) y un individuo del que no se pudo determinar; estas cifras no se apartan significativamente de una razón de sexos compensada (bondad de ajuste a 1:1.  $\chi^2=0.012$ ,  $p=0.913$ ). Por edades, se cazaron 28 individuos adultos (8.3%) y 310 jóvenes (91.7%), lo que comporta una razón de 11.1 individuos jóvenes cazados por cada individuo adulto y que, obviamente, es significativamente diferente de una razón de edades de 1:1 (bondad de ajuste,  $\chi^2=233.6$ , 1 g.l.,  $p < 0.05$ ).

### **Laplume (Lot et Garonne – Dpto 47 –)**

La federación departamental de caza de Lot et Garonne ha iniciado el seguimiento poblacional de codorniz por primera vez en el año 2013. Por esta razón, uno de los responsables científicos del proyecto (Manel Puigcerver Oliván) se desplazó a la zona el 4 de julio de 2013 por primera vez para validar los 10 puntos en los que se haría el muestreo, que se hallaban situados en la localidad de Laplume, así como para efectuar una demostración práctica sobre

el terreno acerca de la metodología de censo y captura y mostrar la toma de medidas morfométricas de los individuos capturados. Durante la jornada se censaron tres individuos y se capturaron dos, ambos jóvenes nacidos en el año calendario.

El seguimiento se llevó a cabo por parte del técnico de la federación departamental de caza de Lot et Garonne, Sr. Arnaud Laforgue, quien inició las salidas al campo el 10 de junio; por tanto, debe considerarse este primer año como de rodaje metodológico, siendo imposible determinar con un mínimo de precisión la fecha en que se produjeron las primeras llegadas al haberse iniciado el seguimiento demasiado tarde. Éste finalizó el 24 de julio, coincidiendo con el inicio de las tareas de siega de los cereales; se realizó un total de 7 salidas a la zona (sin contabilizarse la salida realizada con los responsables científicos), siguiendo la frecuencia indicada en el protocolo. El seguimiento abarcó, pues, 40 días.

El total acumulado de individuos censados fue de 26 machos, lo que representa una abundancia medianamente baja de 3.7 individuos/día de muestreo. De estos individuos censados, se realizaron 10 capturas (figura 43), si bien uno de éstos fue una recaptura. Ello representa un éxito de capturas de 1.4 individuos/día de muestreo, lo que puede considerarse como prometedor siendo éste el primer año en el que se practica esta metodología de trabajo.

De los machos capturados, 4 (44%) fueron jóvenes, y 5 (56%) adultos (figura 44). Destaca, pese al bajo tamaño de muestra, la alta proporción de jóvenes capturados, lo que refuerza la idea de que, a medida que se asciende en latitud, mayor es el aporte de jóvenes provenientes de latitudes más sureñas a la fracción reproductora de la población estudiada.

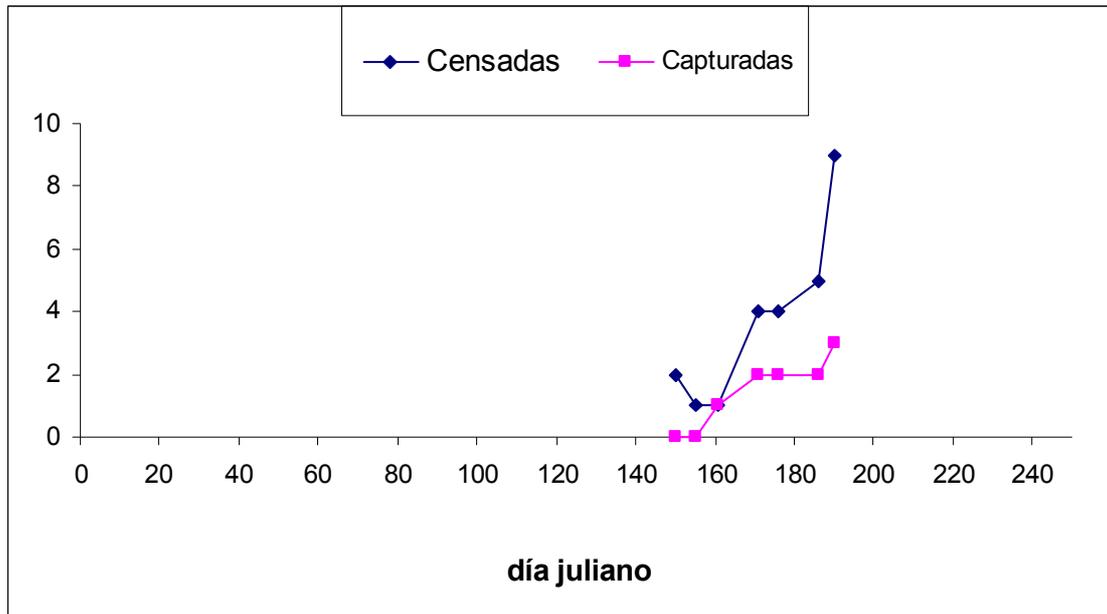


Figura 43. Relación de individuos censados y capturados en Laplume. En ordenadas: número de individuos. En abscisas: días transcurridos desde el 1 de enero.

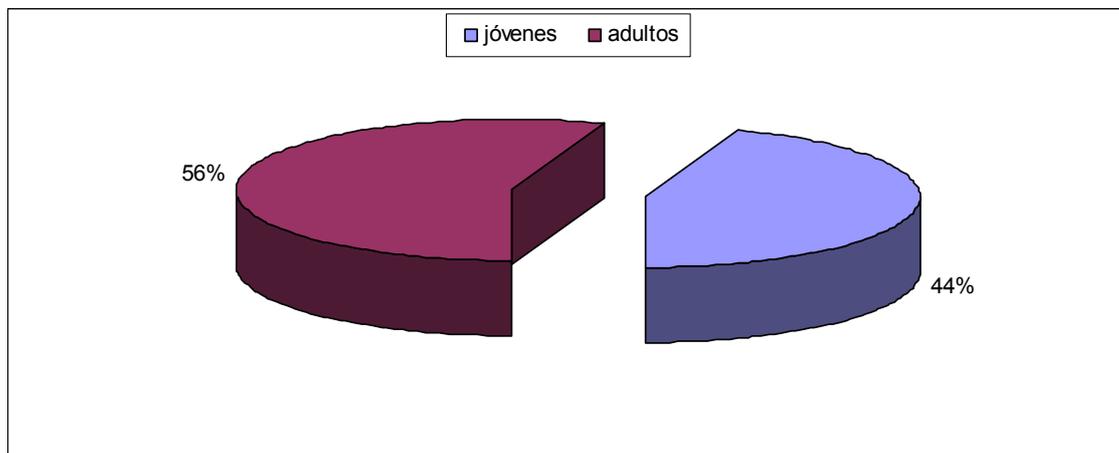


Figura 44. Proporción de edades de los individuos capturados en Laplume.

En la figura 45, se muestran los meses en que fueron capturadas las diferentes clases de edad. Dado el tamaño de muestra, no se pueden observar claramente las posibles variaciones en la composición de edades de la población a lo largo de la época de reproducción.

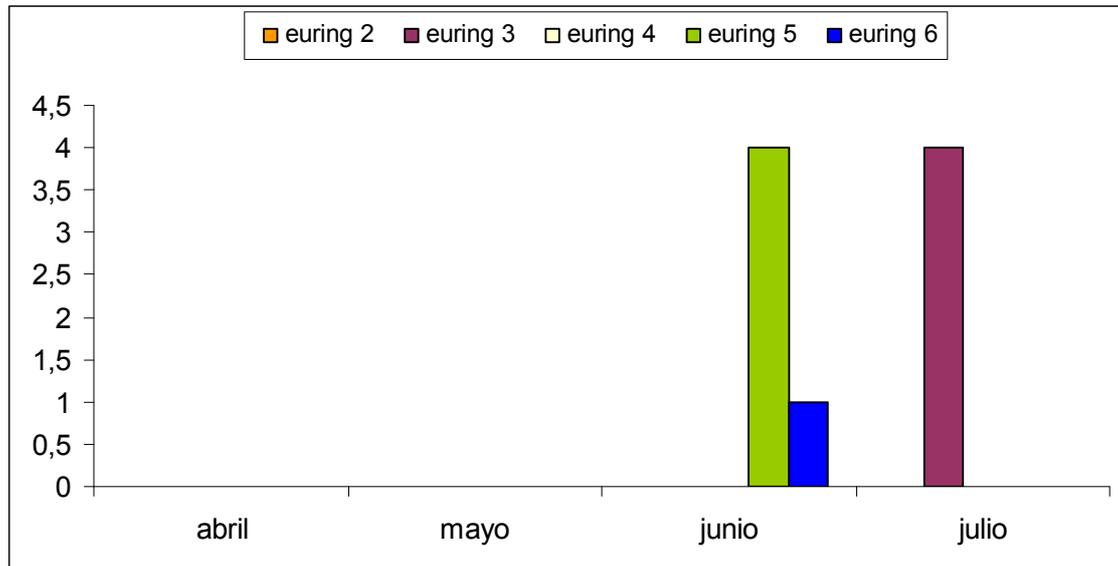


Figura 45. Edad de los individuos capturados en función del mes de captura en Laplume.

Los datos morfométricos de los adultos capturados tanto durante el proceso de censado como complementariamente en zonas adyacentes (11), así como la relación de la coloración de gargantas se muestran en la tabla X y en la figura 46, respectivamente. Puede apreciarse que, por los escasos depósitos de grasa y el diámetro de la cloaca, se trata de individuos fisiológicamente maduros sexualmente; asimismo, destaca la total ausencia de gargantas oscuras (garganta 4).

VARIABLE	MEDIA ARITMÉTICA	DESVIACIÓN TÍPICA	N
Peso (g)	96.11	6.62	20
Longitud del ala (ángulo recto) (mm)	112.11	2.18	20
Longitud del tarso (mm)	32.57	1.11	20
Anchura de la banda lipídica (mm)	6.44	2.14	15
Diámetro de la cloaca (mm)	7.25	1.02	20

Tabla X. Media, desviación típica y número de ejemplares para las variables morfológicas de peso, longitud del ala y del tarso y las variables fisiológicas de banda lipídica y diámetro de la cloaca, de los individuos capturados en Laplume.

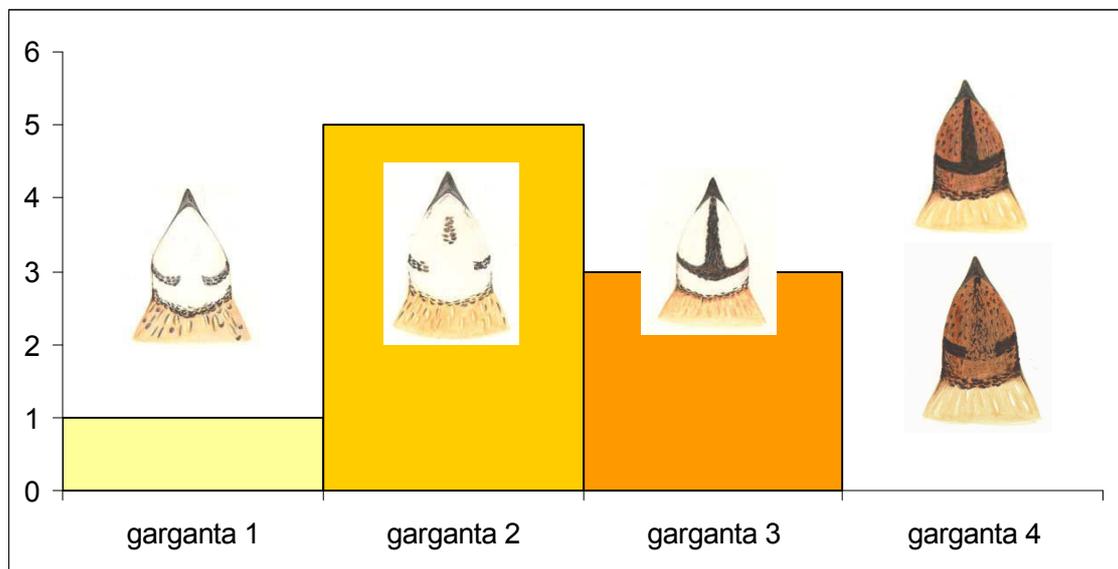


Figura 46. Número de individuos de las distintas categorías de coloración de la garganta de los machos capturados en Laplume. Categorías: 1: garganta sin ancla; 2: ancla formándose; 3: ancla formada, mejillas claras (hasta el 95% de la superficie blanca); 4: ancla formada, mejillas oscuras (más del 95% de la superficie oscura).

El seguimiento de la reproducción se realizó prospectando 4 parcelas con una extensión total de 159 Ha durante 5 días de siega. Se pudieron detectar 4 polladas, de las que 1 (25%) tenía el tamaño de  $\frac{1}{4}$  y 3 (75%) el de  $\frac{1}{2}$ . El número medio de pollos para las polladas de  $\frac{1}{2}$  fue de  $3.7 \pm 1.5$  y para la única pollada de  $\frac{1}{4}$  fue de 8. Además, se levantaron 46 individuos con talla de adulto y 2 parejas. En su conjunto, estas cifras sugieren que el éxito reproductor ha sido relativamente discreto en este año de seguimiento.

Con respecto al seguimiento de la caza, se efectuó en 1 jornada, el 31 de agosto. Se cazó un total de 5 ejemplares; esta cifra puede considerarse baja. Por sexos, se cazaron 5 machos (100%) y ninguna hembra (0%); estas cifras muestran una clara descompensación de sexos a favor de los machos, lo cual va en contra de lo que habitualmente se encuentra en el resto de localidades de estudio. Por edades, se cazaron 4 individuos adultos (80%) y 1 joven (20%), lo que nuevamente va en contra de los resultados obtenidos en el resto de localidades de estudio, en las que se observa un predominio de ejemplares jóvenes cazados. El bajo tamaño de muestra y la escasa experiencia de seguimiento de codorniz en esta federación departamental convidan a la prudencia y a incidir en la formación de este aspecto (determinación de sexos y edades) en el futuro.

### **Ile Saint Aubin (Maine et Loire – Dpto 49 –)**

En esta localidad de estudio, que se une en 2013 por primera vez para seguir parcialmente el protocolo propuesto desde la dirección científica, la federación departamental de caza se comprometió únicamente a efectuar el censo y captura de individuos, sin realizar por tanto el seguimiento de la reproducción durante la época de siega ni el seguimiento de la caza. El censo se inició el 17 de abril de 2013, fecha en la que se detectaron 3 individuos y se capturaron 2; por tanto, se podría haber determinado con mayor precisión la fecha en que se produjeron las primeras llegadas de machos de codorniz si se hubiera seguido estrictamente el protocolo. El 18 de julio finalizó el

seguimiento, coincidiendo con las labores de siega en la zona y en dicho día todavía se pudo censar 1 individuo. Se efectuó un total de 14 visitas (figura 47), lo que comporta un seguimiento intenso.

El total acumulado de individuos censados fue de 87 machos, lo que representa una densidad media de 6.2 individuos/día de muestreo. De estos individuos censados, se lograron 24 capturas, aunque una de éstas correspondió a una recaptura de un individuo. Se capturaron 1.7 individuos/día de muestreo (2.5 en 2012), cifra que consideramos baja y que, en buena lógica, puede considerarse que sea debida a falta de práctica en las capturas por parte del técnico responsable.

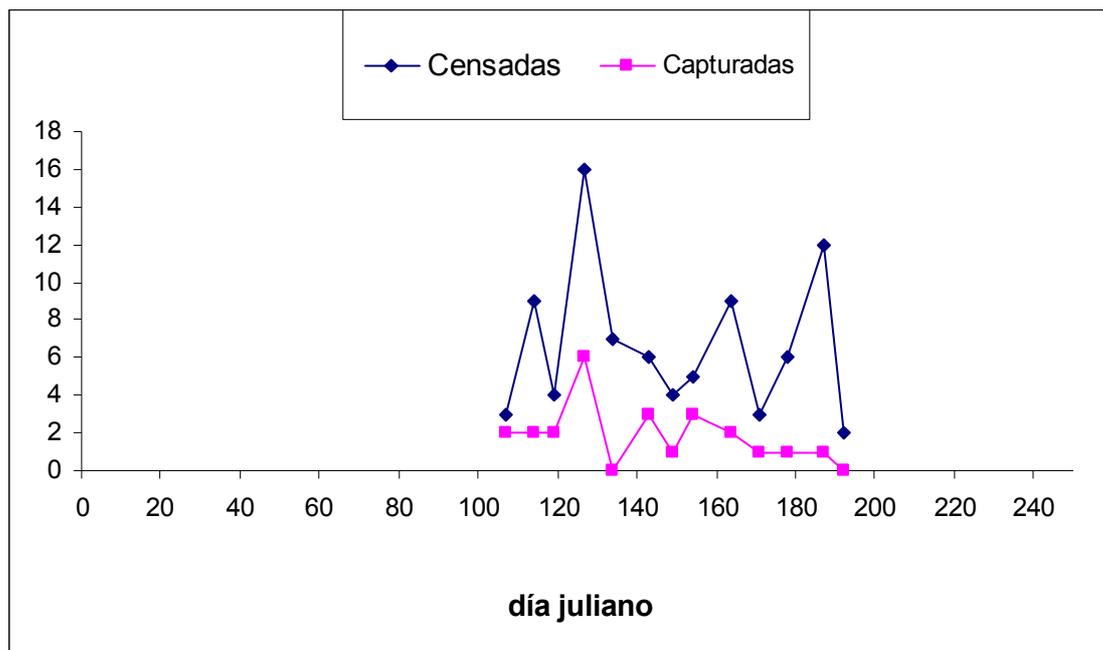


Figura 47. Relación de individuos censados y capturados en Ile Saint Aubin. En ordenadas: número de individuos. En abscisas: días transcurridos desde el 1 de enero.

Por edades, se observa que únicamente se capturaron individuos adultos (100%, figura 48), lo que resulta sorprendente a tenor de los resultados obtenidos en el resto de áreas de estudio.

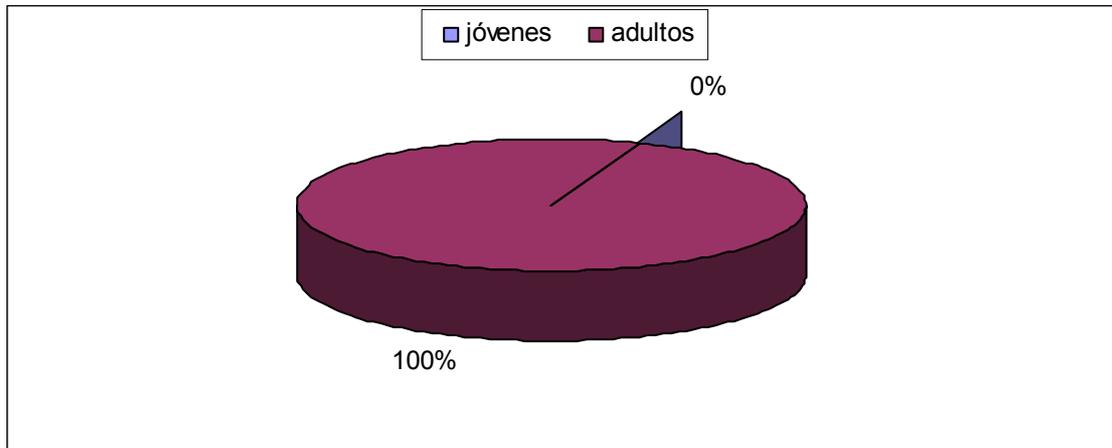


Figura 48. Proporción de edades de los individuos capturados en Ile Saint Aubin.

Como se puede apreciar en la figura 49, vuelve a producirse claramente la habitual caída en el número de individuos adultos al final de la temporada de cría.

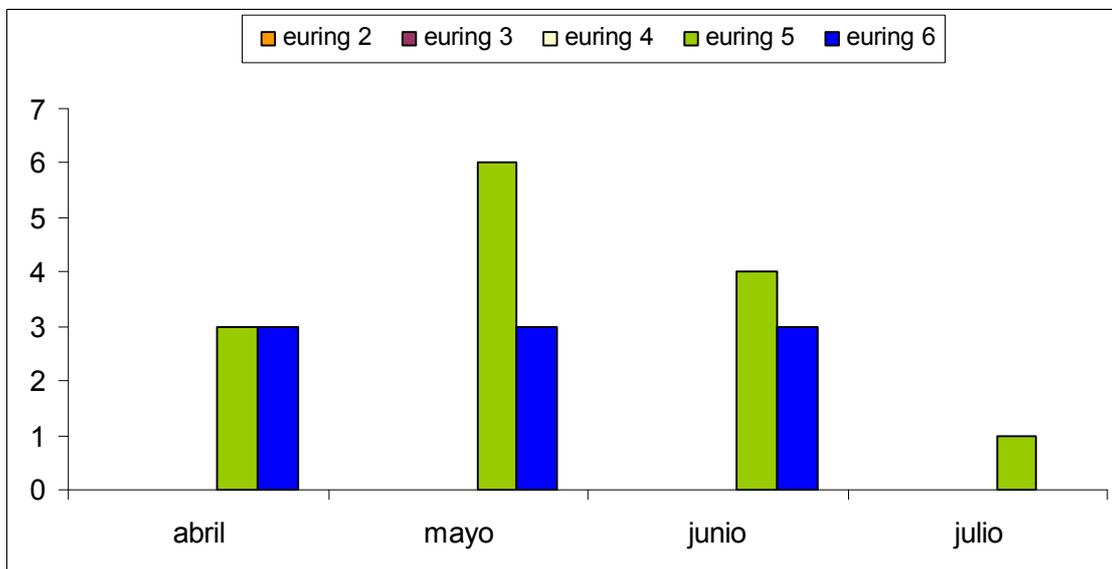


Figura 49. Edad de los individuos capturados en función del mes de captura en Ile Saint Aubin.

Aparte del censo y captura sistemáticos en los diez puntos de muestreo, se efectuaron capturas y anillamientos asistemáticos en los alrededores (94 machos). Los datos morfométricos de los adultos capturados y la relación de la

coloración de gargantas se muestran en la tabla XI y en la figura 50, respectivamente. El porcentaje de individuos con la categoría Garganta 4 fue minoritario aunque mayor que en otras localidades de estudio (20.7 %). No se tomaron medidas de la anchura de la banda lipídica, y el diámetro de la cloaca indica claramente que se trata de individuos no migrantes y fisiológicamente activos sexualmente.

VARIABLE	MEDIA ARITMÉTICA	DESVIACIÓN TÍPICA	N
Peso (g)	101.09	6.61	117
Longitud del ala (ángulo recto) (mm)	111.59	2.35	116
Longitud del tarso (mm)	31.72	1.78	116
Anchura de la banda lipídica (mm)	6.79	1.23	115

Tabla XI. Morfometría media de los individuos capturados en Ile Saint Aubin.

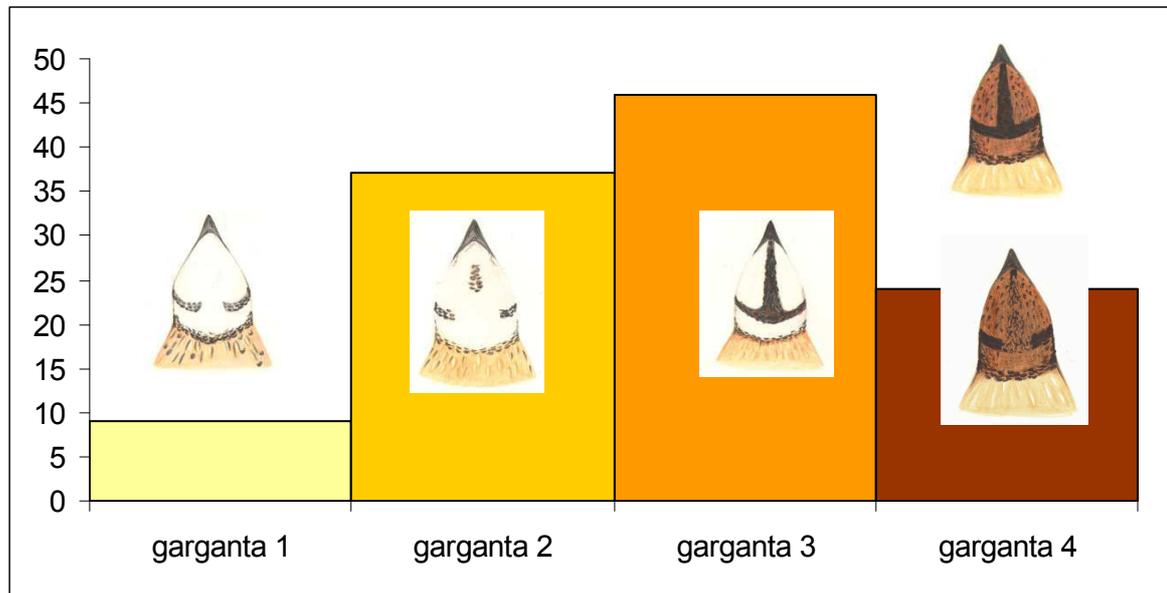


Figura 50. Número de individuos de las distintas categorías de coloración de la garganta de los machos capturados en Ile Saint Aubin. Categorías: 1: garganta sin ancla; 2: ancla formándose; 3: ancla formada, mejillas claras (hasta el 95% de la superficie blanca); 4: ancla formada, mejillas oscuras (más del 95% de la superficie oscura).

### Lieuvillers (Oise – Dpto 60 –)

En esta localidad de estudio, que se une en 2013 por primera vez para seguir parcialmente el protocolo propuesto desde la dirección científica, la federación departamental de caza se comprometió únicamente a efectuar el censo y captura de individuos, sin realizar por tanto el seguimiento de la reproducción durante la época de siega ni el seguimiento de la caza. El censo se inició el 19 de abril de 2013, fecha en la que todavía no se detectaron individuos; por tanto, se pudo determinar con precisión la fecha en que se produjeron las primeras llegadas de machos de codorniz, estimada el 13 de mayo. El 8 de agosto finalizó el seguimiento, coincidiendo con las labores de siega en la zona y en dicho día todavía se pudieron censar 2 individuos. En total, se efectuaron 15 visitas (figura 51), lo que comporta un seguimiento intenso.

El total acumulado de individuos censados fue de 12 machos, lo que representa una abundancia de machos muy baja (0.8 individuos/día de muestreo. De estos individuos censados, se lograron 8 capturas, lo que representa 0.5 individuos capturados/día de muestreo; pese a que esta cifra es baja, el éxito de capturas es muy alto (66.7%), lo que vuelve a indicar una muy baja abundancia de machos en la zona.

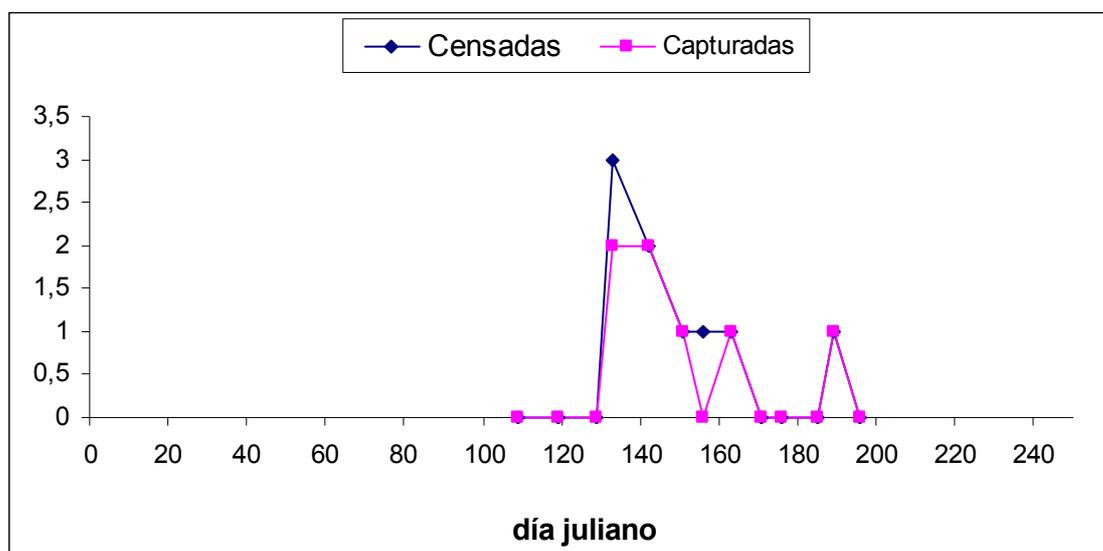


Figura 51. Relación de individuos censados y capturados en Lieuvillers. En ordenadas: número de individuos. En abscisas: días transcurridos desde el 1 de enero.

Por edades, se observa que se capturaron 7 individuos adultos (87%) y un joven (13%, figura 52); ello, unido a la baja abundancia de individuos detectada durante el período reproductor, sugiere fuertemente que esta zona es un área de acogida de individuos en paso, pero no una auténtica zona de reproducción.

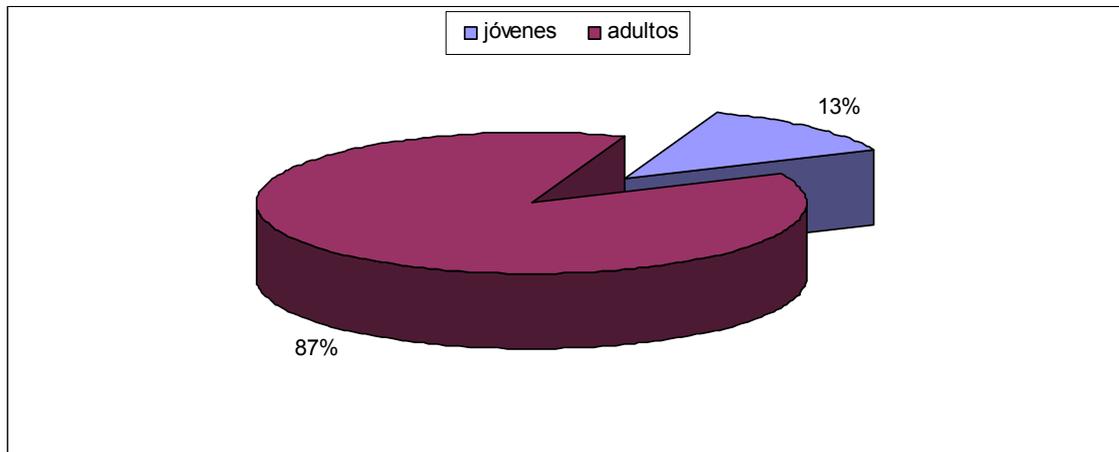


Figura 52. Proporción de edades de los individuos capturados en Lieuvillers.

Como se puede apreciar en la figura 53, vuelve a producirse claramente la ya habitual caída en el número de individuos adultos al final de la temporada de cría.

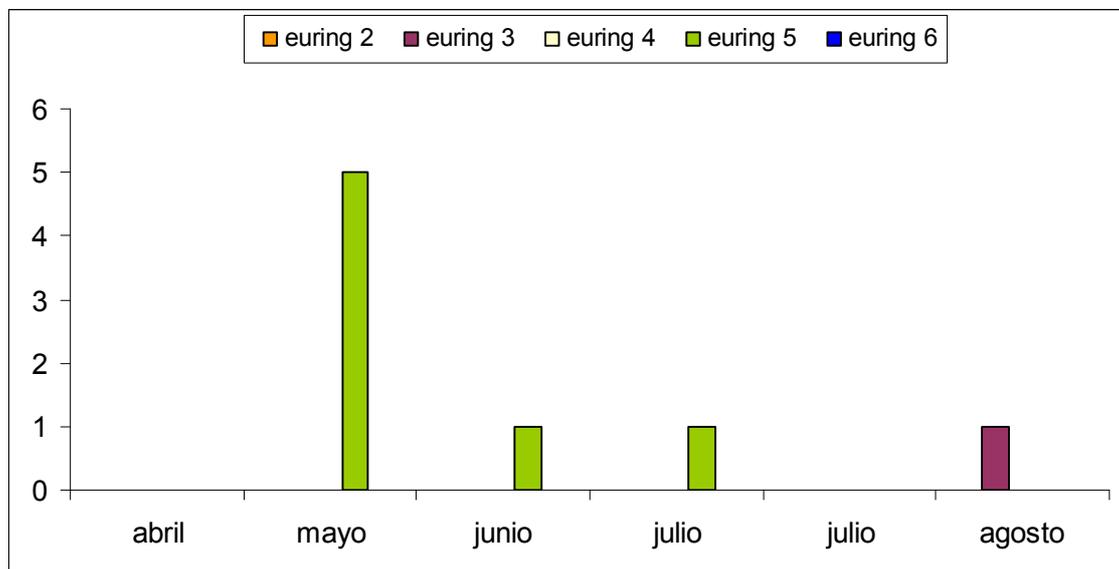


Figura 53. Edad de los individuos capturados en función del mes de captura en Lieuvillers.

Aparte del censo y captura en los diez puntos de muestreo, se efectuaron capturas y anillamientos asistemáticos en los alrededores (8 machos). Los datos morfométricos de los adultos capturados y la relación de la

coloración de gargantas se muestran en la tabla XII y en la figura 54, respectivamente; no se incluye en la misma el diámetro de la cloaca porque se ha detectado un error en la forma de medirla por parte del técnico responsable del seguimiento. El porcentaje de individuos con la categoría Garganta 4 fue inexistente, lo que vuelve a mostrar que a altas latitudes la coloración oscura de las gargantas es inusual.

VARIABLE	MEDIA ARITMÉTICA	DESVIACIÓN TÍPICA	N
Peso (g)	103.69	6.23	16
Longitud del ala (ángulo recto) (mm)	111.44	2.56	16
Longitud del tarso (mm)	31.69	1.33	16
Anchura de la banda lipídica (mm)	7.45	2.51	16

Tabla XII. Morfometría media de los individuos capturados en Lieuvillers.

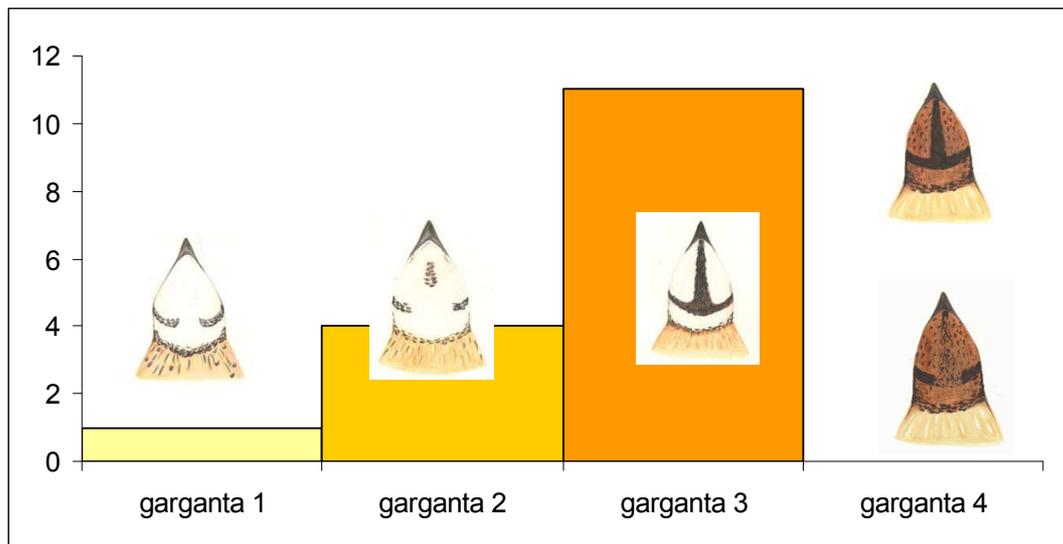


Figura 54. Número de individuos de las distintas categorías de coloración de la garganta de los machos capturados en Lieuvillers. Categorías: 1: garganta sin ancla; 2: ancla formándose; 3: ancla formada, mejillas claras (hasta el 95% de la superficie blanca); 4: ancla formada, mejillas oscuras (más del 95% de la superficie oscura).

### **Brulain (Deux-Sèvres – Dpto 79 –)**

En esta localidad de estudio, que se une en 2013 por primera vez para seguir parcialmente el protocolo propuesto desde la dirección científica, la federación departamental de caza se comprometió únicamente a efectuar el censo y captura de individuos, sin realizar por tanto el seguimiento de la reproducción durante la época de siega ni el seguimiento de la caza. El censo se inició el 16 de abril de 2013, fecha en la que todavía no se detectaron individuos, y no se volvió a efectuar una visita a la zona hasta el 15 de mayo; por tanto, no se pudo determinar con precisión la fecha en que se produjeron las primeras llegadas de machos de codorniz porque no se siguió debidamente el protocolo del proyecto. El 7 de julio finalizó el seguimiento, coincidiendo con las labores de siega en la zona y en dicho día no se censó ningún individuo. En total, se efectuaron 9 visitas (figura 55), lo que comporta un seguimiento mejorable en años venideros.

El total acumulado de individuos censados fue de 26 machos, lo que representa una abundancia de machos baja (2.9 individuos/día de muestreo). De estos individuos censados, se lograron 16 capturas (dos de ellas correspondieron a recapturas de dos individuos), lo que representa 1.78 individuos capturados/día de muestreo; pese a que esta cifra es baja, el éxito de capturas es muy alto (61.5%), lo que vuelve a indicar una muy baja abundancia de machos en la zona.

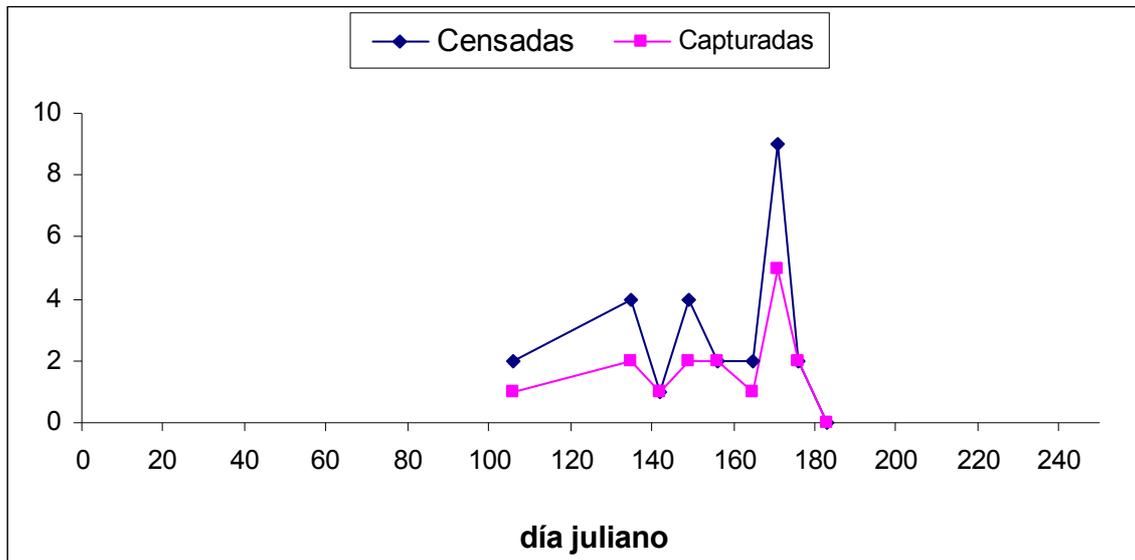


Figura 55. Relación de individuos censados y capturados en Brulain. En ordenadas: número de individuos. En abscisas: días transcurridos desde el 1 de enero.

Por edades, se observa que se capturaron 12 individuos adultos (86%) y 2 jóvenes (14%, figura 56); estos últimos fueron capturados demasiado temprano como para poder considerar que son el fruto de la reproducción en la zona, por lo que se trata de individuos nacidos tempranamente en áreas más sureñas.

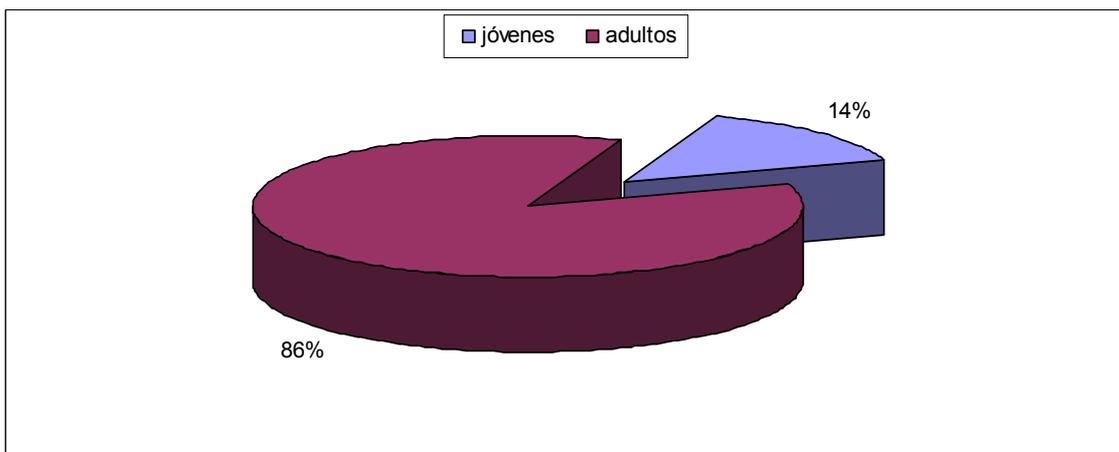


Figura 56. Proporción de edades de los individuos capturados en Brulain.

Como se puede apreciar en la figura 57, en esta localidad no se puede apreciar la disminución en el número de individuos adultos al final de la temporada de cría.

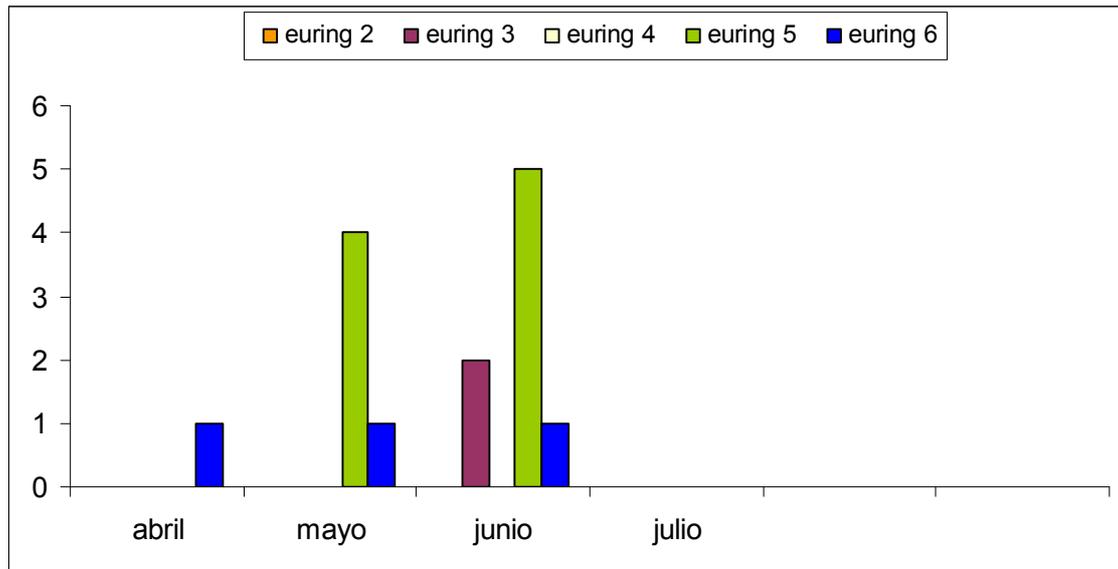


Figura 57. Edad de los individuos capturados en función del mes de captura en Brulain.

Aparte del censo y captura en los diez puntos de muestreo, se efectuaron capturas y anillamientos asistemáticos en los alrededores (4 machos). Los datos morfométricos de los adultos capturados y la relación de la coloración de gargantas se muestran en la tabla XIII y en la figura 58, respectivamente. La anchura de la banda lipídica y el diámetro de la cloaca indican que se trata de individuos que fisiológicamente no son migrantes y que se encuentran sexualmente activos. El porcentaje de individuos con la categoría Garganta 4 fue muy bajo (11.11%), lo que vuelve a mostrar que a altas latitudes la coloración oscura de las gargantas es inusual.

VARIABLE	MEDIA ARITMÉTICA	DESVIACIÓN TÍPICA	N
Peso (g)	97.94	6.84	18
Longitud del ala (ángulo recto) (mm)	112.33	2.33	18
Longitud del tarso (mm)	31.88	0.70	18
Anchura de la banda lipídica (mm)	7.40	1.76	15
Anchura de la cloaca (mm)	8.36	1.40	18

Tabla XIII. Morfometría media de los individuos capturados en Brulain.

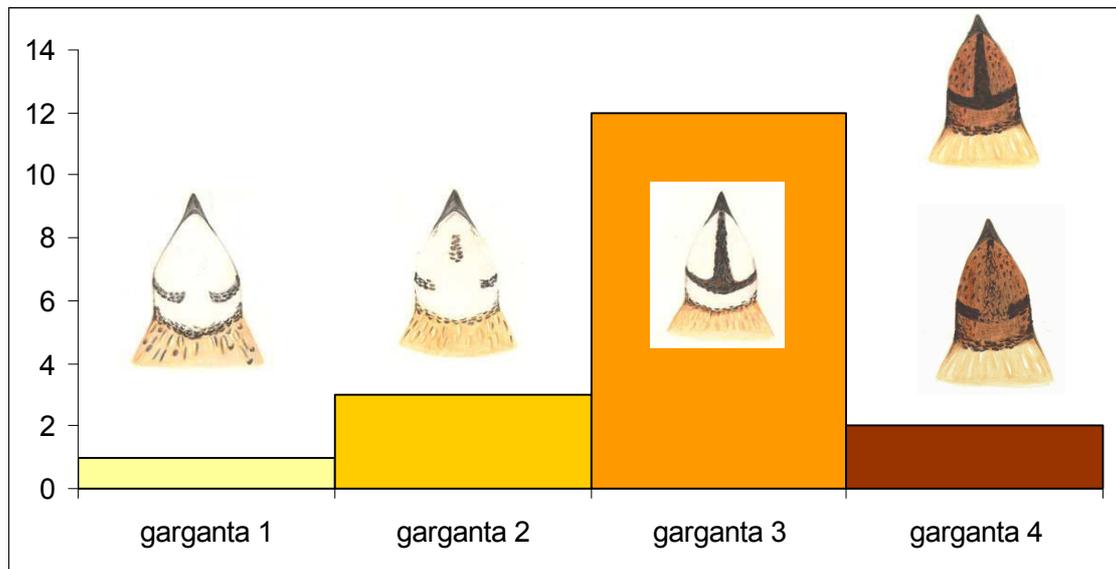


Figura 58. Número de individuos de las distintas categorías de coloración de la garganta de los machos capturados en Brulain. Categorías: 1: garganta sin ancla; 2: ancla formándose; 3: ancla formada, mejillas claras (hasta el 95% de la superficie blanca); 4: ancla formada, mejillas oscuras (más del 95% de la superficie oscura).

### Saint Aubin la Plaine (La Vendée – Dpto 85 –)

El seguimiento en esta zona se inició el 25 de abril, fecha en la que no se censó ningún individuo. Por tanto, se pudo determinar con precisión la fecha en la que se produjeron las primeras llegadas, estimada en el 29 de abril. El seguimiento finalizó el 18 de julio, coincidiendo con las tareas de siega de los cereales. En total, se hicieron 13 visitas, abarcando un período de 85 días (61 en 2012); por lo tanto, se ha realizado un buen seguimiento del periodo reproductor en la zona.

El total acumulado de individuos censados fue de 33 machos (69 en 2012 y 32 en 2011), lo que representa una abundancia baja (figura 59), de 2.54 individuos/día de muestreo (frente a 6.9 individuos/día de muestreo en 2012 y 5.3 individuos/día de muestreo en 2011).

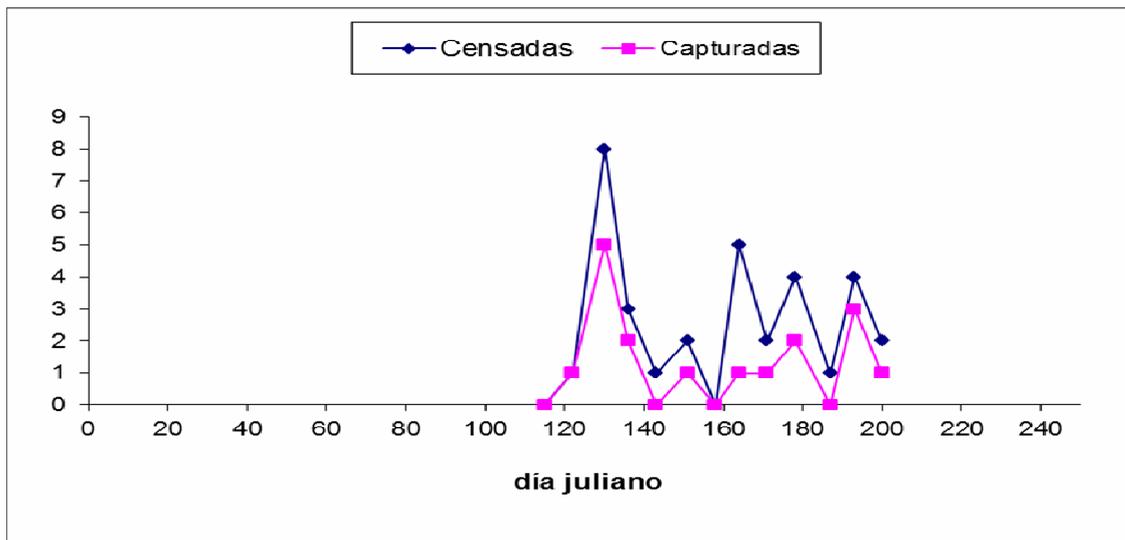


Figura 59. Relación de individuos censados y capturados en Saint Aubin la Plaine. En ordenadas: número de individuos. En abscisas: días transcurridos desde el 1 de enero.

De estos individuos censados, se capturaron 17 individuos (15 en 2012, figura 59), lo que representa 1.31 individuos capturados/día de muestreo (en 2012 fueron 1.5 individuos/día de captura). Dado que el éxito de capturas

puede considerarse alto (51.5%), las cifras de este año indican una disminución de efectivos en esta zona.

Al igual que en el año anterior, del total de individuos capturados, no se capturó ningún individuo joven (figura 60). Ello puede ser un indicativo indirecto de que el éxito reproductor en los dos años fue muy bajo.

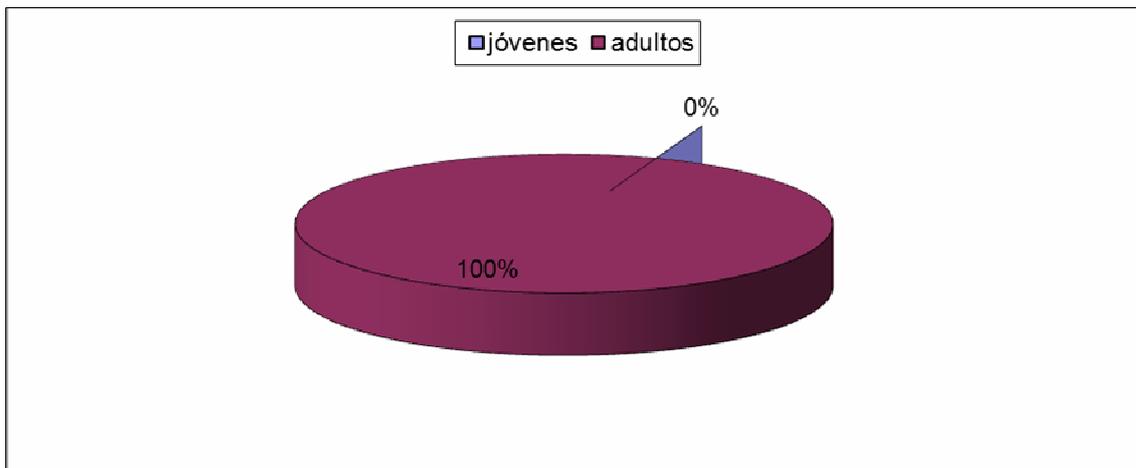


Figura 60. Proporción de edades de los individuos capturados en Saint Aubin la Plaine.

En la figura 61 se recoge la edad de los individuos capturados en función de los meses de captura; en este caso, no se produce con la misma claridad que en el año 2012 la habitual caída en el número de individuos adultos a lo largo de la temporada de cría. La ausencia total de individuos jóvenes indica que esta zona no es de acogida de jóvenes foráneos nacidos tempranamente en localidades más sureñas ni ha sido un buen año desde el punto de vista de la reproducción de la especie en la zona.

Los datos morfométricos de los adultos capturados y la relación de la coloración de gargantas se muestran en la tabla XIV y en la figura 62, respectivamente. No se muestran las medidas de la anchura de la banda lipídica al haber habido errores de medición en los datos originales. Por otra parte, puede apreciarse que el porcentaje de individuos con la categoría Garganta 4 ha sido muy bajo (1.04%, frente a cero en 2012); nuevamente los

datos de ambos años indican la escasez de gargantas de coloración marrón en estas latitudes de estudio.

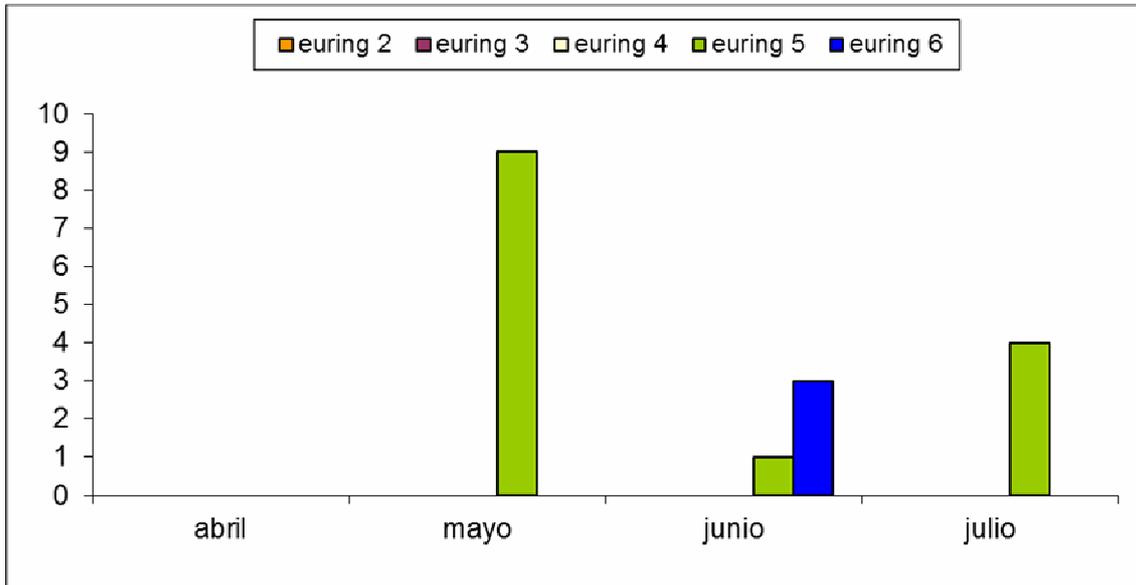


Figura 61. Edad de los individuos capturados en función del mes de captura en Saint Aubin la Plaine.

VARIABLE	MEDIA ARITMÉTICA	DESVIACIÓN TÍPICA	N
Peso (g)	96.76	6.40	96
Longitud del ala (ángulo recto) (mm)	107.24	10.14	96
Longitud del tarso (mm)	32.45	0.81	96
Anchura de la cloaca (mm)	6.98	1.16	96

Tabla XIV. Media, desviación típica y número de ejemplares para las variables morfológicas de peso, longitud del ala y del tarso y diámetro de la cloaca, de los individuos capturados en Saint Aubin la Plaine.

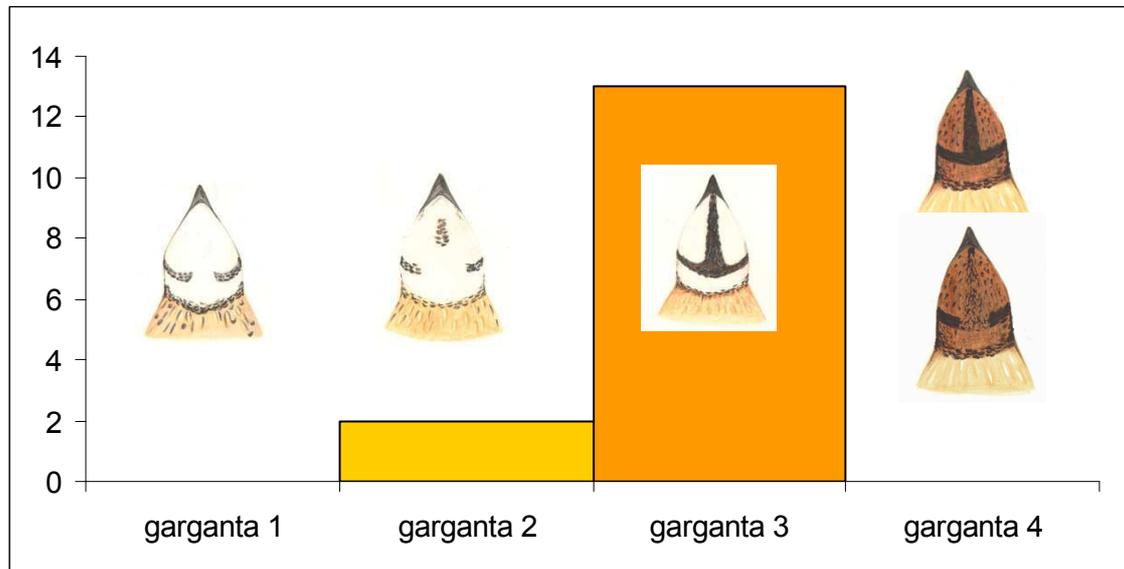


Figura 62. Número de individuos de las distintas categorías de coloración de la garganta de los machos capturados en Saint Aubin la Plaine. Categorías: 1: garganta sin ancla; 2: ancla formándose; 3: ancla formada, mejillas claras (hasta el 95% de la superficie blanca); 4: ancla formada, mejillas oscuras (más del 95% de la superficie oscura).

El seguimiento de la reproducción se efectuó combinando el seguimiento de la siega desde la máquina cosechadora y el rastreo con perros de caza. Se efectuó un muestreo de 6 parcelas, lo que representa una extensión de 69 ha, durante dos días; el resultado fue que no se detectó ninguna pollada ni ninguna pareja y únicamente se detectó un individuo que tenía la talla de adulto. Estos resultados son coherentes con los obtenidos en 2012 y sugieren fuertemente un escaso o nulo éxito de reproducción.

Con respecto al seguimiento de la caza, se realizaron 11 jornadas, que se iniciaron el 15 de septiembre y finalizaron el 10 de noviembre. En total se cazaron 52 ejemplares, lo que representa 4.2 codornices/día (en 2012 fueron 3.8 codornices/día), una cifra que puede considerarse como baja, aunque ligeramente superior a la del año anterior. Por sexos, las personas responsables del seguimiento no tomaron datos. Finalmente, con respecto a la edad, únicamente se cazaron 3 adultos (5.8%, frente al 1.75% de 2012), mientras que la inmensa mayoría, 49 individuos, eran jóvenes (94.2% frente al

98.24% de 2012 ; bondad de ajuste a 1 :1, chi cuadrado=38.94, 1 g.l.,  $p < 0.05$ ). Por tanto, nuevamente se puede observar que la presión de caza se ejerce mayoritariamente sobre individuos jóvenes, que en este caso están en una proporción de 16.3 jóvenes:1 adulto.

### **Aubeterre (Aube – Dpto 10 –)**

La federación departamental de caza de Aube inició por primera vez el seguimiento poblacional de codorniz en el año 2012. En el año 2013 se comprometieron a la realización del censo y captura, a excepción de las salidas intercaladas 3 días al inicio de la temporada para determinar con precisión la fecha de llegada de la codorniz a la región (ver el protocolo de trabajo). No se comprometieron al seguimiento durante la siega y sí a recoger muestras de la caza si les era posible; finalmente, no se hizo seguimiento de la caza.

El seguimiento se realizó en los 10 puntos de muestreo establecidos. El censo se inició el 18 de abril, día en el que se contabilizó un solo macho, por lo que no se ha podido precisar el momento de llegada. Dado que en el año 2012 se contabilizó también un solo macho en la primera salida el 20 de abril, parece que en esta zona la llegada se sitúa en torno a esta fecha. El seguimiento finalizó el 18 de julio con una duración de 91 días; se realizaron 14 salidas intercaladas entre sí entre 7 y 9 días, excepto una que se intercaló 4 días. El último día de censo se contaron 2 machos. Es un buen seguimiento que abarca prácticamente toda la época reproductora y que se ajusta al protocolo de trabajo.

En total se censaron 82 machos, lo que representa 5.86 individuos/día de muestreo; el año anterior fue de mayor abundancia, con 8.2 individuos/día de muestreo. De éstos, se capturaron 27 (figura 63), lo que representa 1.9 individuos/día de muestreo y un éxito de captura del 37.5%, muy similar al del año anterior (35.1%). Por tanto, en estos dos años de muestreo se ha mantenido una constancia en el seguimiento y en el éxito de captura.

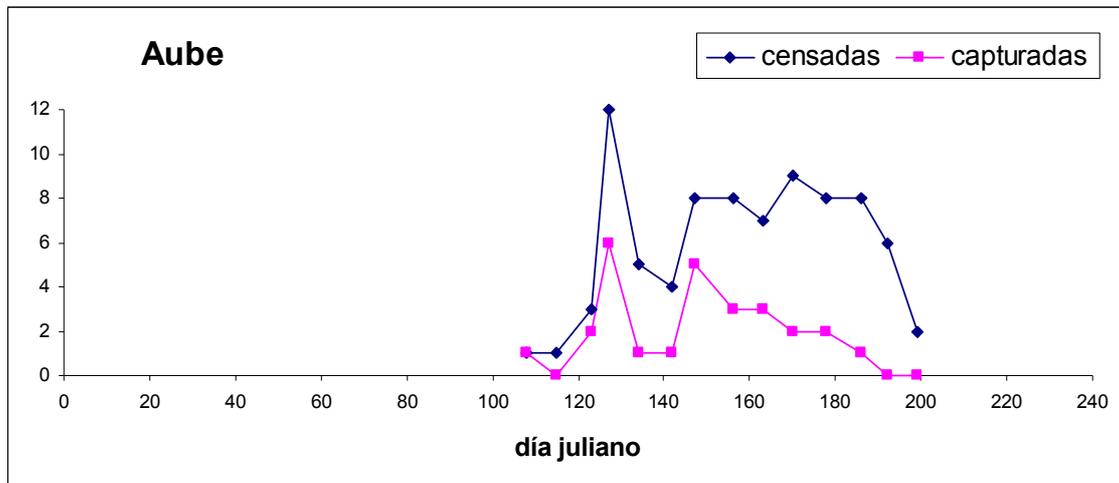


Figura 63. Relación de individuos censados y capturados en el departamento de Aube. En ordenadas: número de individuos. En abscisas: días transcurridos desde el 1 de enero.

Todos los individuos capturados se dataron como adultos (nacidos el año anterior -2012- o del 2011 hacia atrás, figura 64). En el 2012 la proporción de jóvenes fue muy baja, de sólo el 4%. Es una proporción muy baja, dado que el seguimiento es largo y a partir de mayo ya existe la posibilidad de encontrar jóvenes nacidos presumiblemente más al sur, donde la reproducción se inicia antes. Esta zona parece, entonces, particular en este sentido y cabría descartar errores en el datado de los individuos.

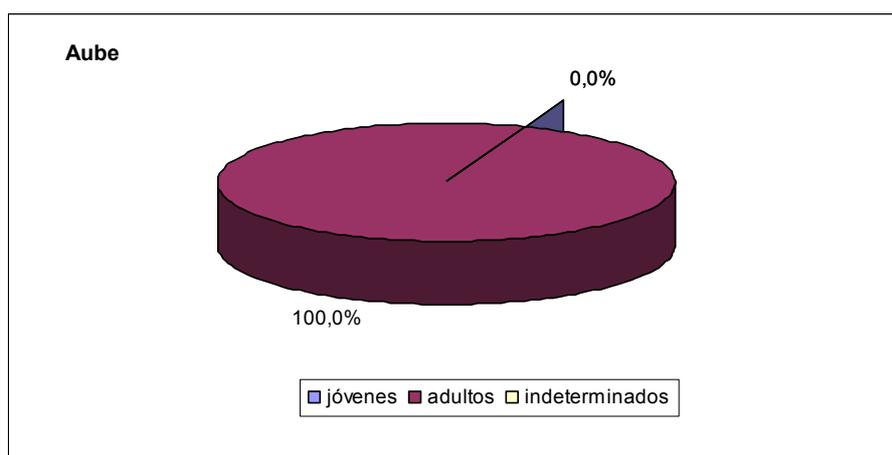


Figura 64. Proporción de edades de los individuos capturados en el departamento de Aube.

Como se puede observar en la figura 65, el mayor número de individuos capturados se sitúa en el mes de mayo y luego en el mes de junio, todos ellos adultos. Se esperaría empezar a encontrar jóvenes en los últimos meses, producto de la reproducción. Hay varios individuos que se determinaron como adultos sin poder precisar si nacidos en el 2012 o antes (euring 4) y destaca la presencia de individuos euring 6 (nacidos en el 2011 o antes).

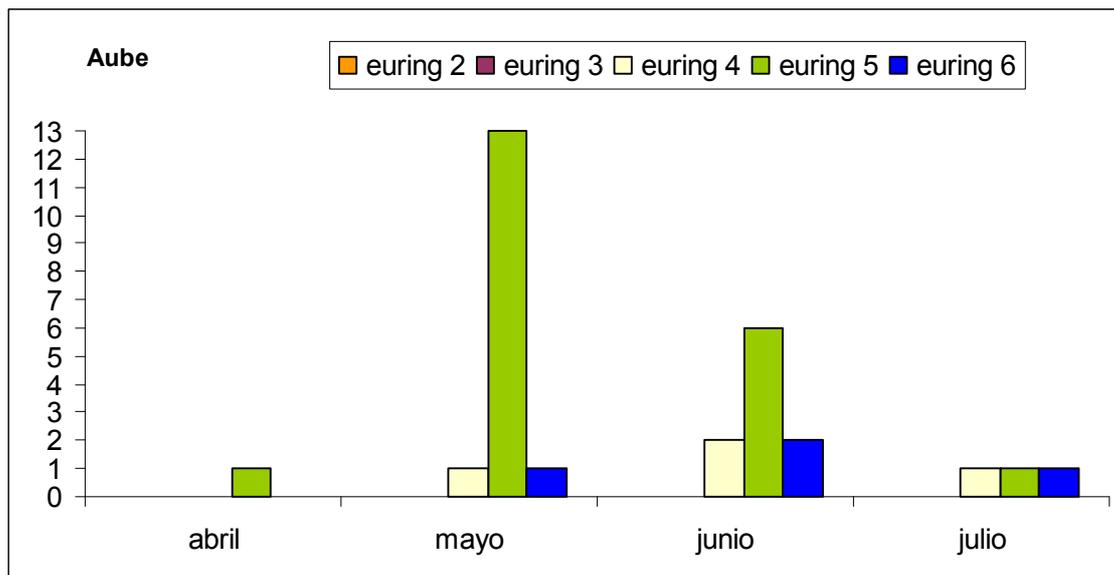


Figura 65. Edad de los individuos capturados en función del mes de captura en el departamento de Aube.

Los datos morfométricos de los individuos capturados y la relación de la coloración de gargantas se muestran en la figura 66 y la tabla XV, respectivamente. Además de las capturas en los 10 puntos establecidos para el protocolo de trabajo, se realizaron capturas asistemáticas en la misma región. Hemos tenido en cuenta estos datos para la descripción morfológica de las codornices que visitan la zona. Los escasos depósitos de grasa (anchura de la banda lipídica inferior a 11 mm (Guyomarc'h & Belhamra, 1998)) y el diámetro de la cloaca superior a 4.5 mm (Fontoura et al., 2000) denota individuos maduros sexualmente que no se encuentran en migración.

VARIABLE	MEDIA	DESVIACIÓN	N
----------	-------	------------	---

	ARITMÉTICA	TÍPICA	
Peso (g)	99.01	6,17	78
Longitud del ala (ángulo recto) (mm)	32.26	0,99	79
Longitud del tarso (mm)	109.91	3,02	79
Anchura de la banda lipídica (mm)	6.83	0,98	71
Anchura de la cloaca (mm)	4.10	1,27	78

Tabla XV. Media, desviación típica y número de ejemplares para las variables morfológicas de peso, longitud del ala y del tarso y las variables fisiológicas de banda lipídica y diámetro de la cloaca, de los individuos capturados en el departamento de Aube.

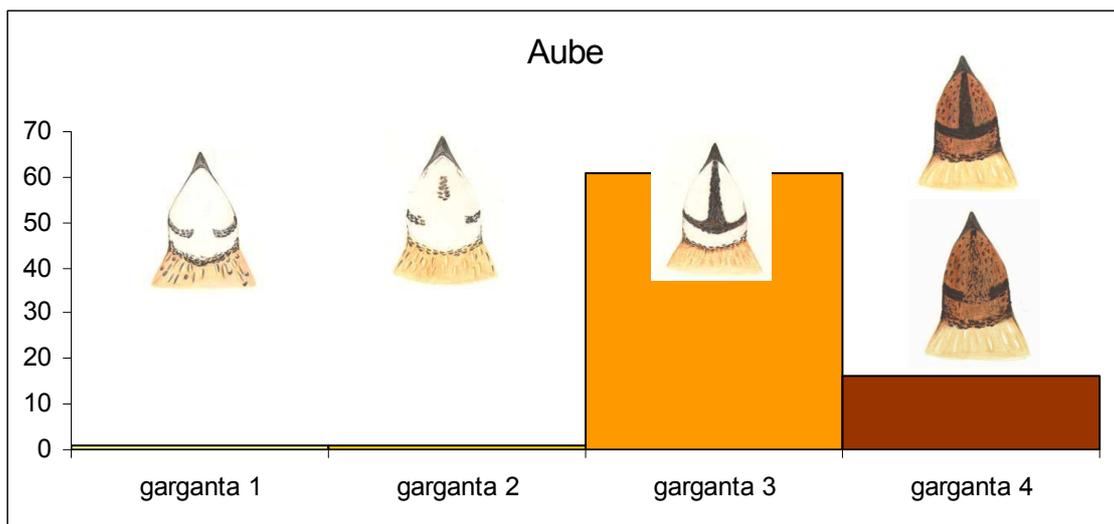


Figura 66. Número de individuos de las distintas categorías de coloración de la garganta de los machos capturados en el departamento de Aube. Categorías: 1: garganta blanca y sin ancla; 2: garganta blanca y ancla formándose; 3: garganta blanca y ancla formada: mejillas claras (hasta el 95% de la superficie blanca); 4: mejillas oscuras (más del 95% de la superficie oscura), ancla en todos sus grados.

La mayor parte de los machos de codorniz capturados en esta zona son de mejillas claras y ancla formada (61 individuos -77%), esto último mayormente relacionado con individuos adultos. Destaca, pero, que hay una proporción mayor que en otras zonas de individuos con mejillas oscuras (16 de 79 individuos, 20.2%).

### Montlivault (Loir et Cher – Dpto 41 –)

La federación de caza de este departamento francés inició el seguimiento poblacional de codorniz en el año 2012, en el que realizaron el censo y la captura, pero no el seguimiento de la siega ni la caza. Para el año 2013 se comprometieron a realizar el censo y captura, a excepción de las salidas intercaladas 3 días al inicio de la temporada para determinar la fecha de llegada, y al seguimiento de la caza en función de sus posibilidades, si bien finalmente no se realizó. No se comprometieron al seguimiento de la siega.

El censo se inició el 13 de mayo con 3 machos. En el año 2012, el 20 de abril ya se contabilizó un macho de codorniz, por lo que en este año 2013 no podemos saber exactamente cuando se ha producido la llegada. El último censo se realizó el 1 de julio. En total, se realizaron 8 censos intercalados entre sí 7 días. El seguimiento ha sido de 49 días. Se ha realizado un seguimiento bastante exhaustivo y bien intercalado entre salidas.

En total se censaron 12 machos y se capturaron 4. Esto representa una densidad de 1,5 individuos/día de muestreo. Es una densidad muy baja, aún más que el año 2012, con 4 individuos/día de muestreo (figura 67). El éxito de captura fue, por tanto, de un 28,5%, el cual puede considerarse adecuado, si bien está calculado sobre un número muy bajo de individuos censados.

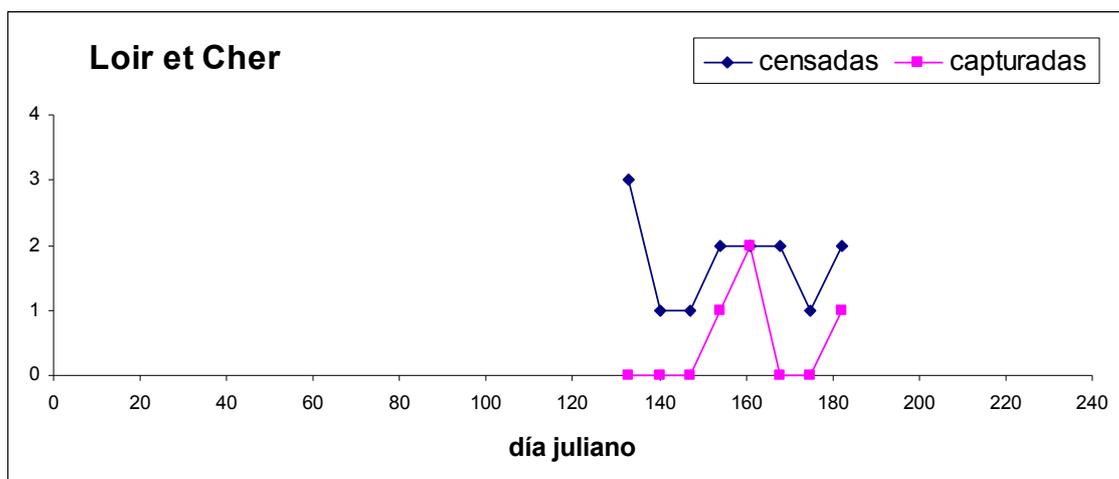


Figura 67. Relación de individuos censados y capturados en Montlivault. En ordenadas: número de individuos. En abscisas: días transcurridos desde el 1 de enero.

De los 4 individuos capturados, 2 eran adultos y los otros 2 no se pudieron datar (figura 68). Por lo tanto, no tenemos una muestra representativa de la razón de edades del lugar.

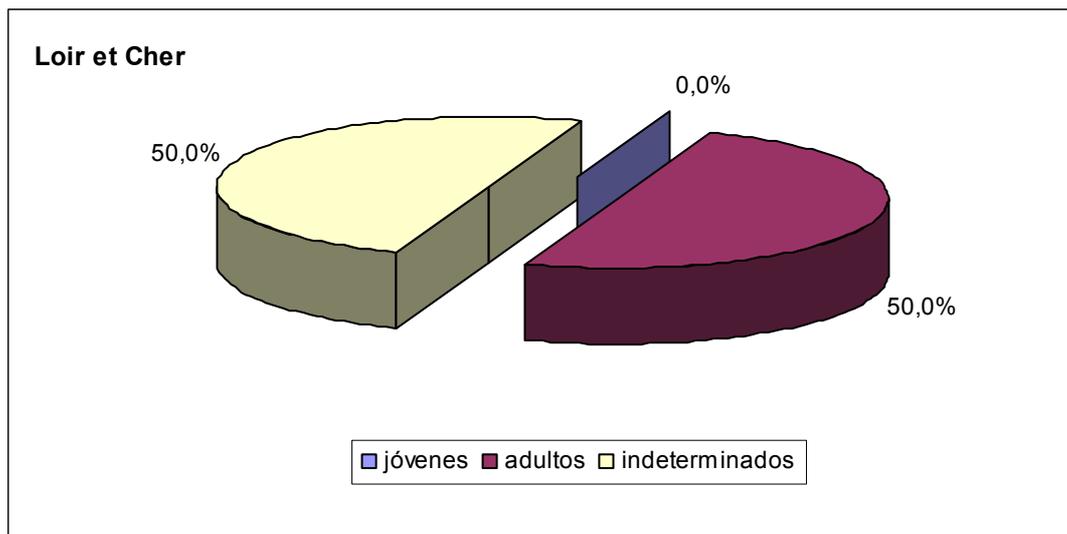


Figura 68. Proporción de edades de los individuos capturados en Montlivault (Loir et Cher)

En la figura 69 vemos los 4 individuos capturados a lo largo de la temporada; puesto que es una muestra muy pequeña no se pueden observar variaciones en la composición de edades a lo largo de la época de reproducción.

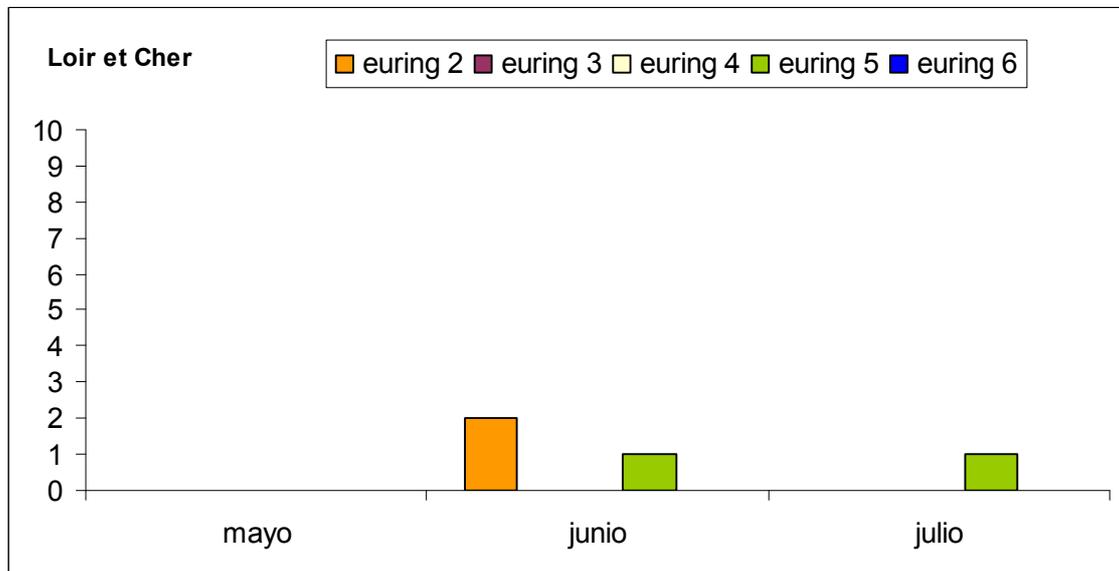


Figura 69. Edad de los individuos capturados en función del mes de captura en Montlivault.

Los datos morfométricos de los individuos capturados y la relación de la coloración de gargantas se muestran en la tabla XVI y en la figura 70, respectivamente. Puede apreciarse que, por el diámetro de la cloaca superior a 4.5 mm (Fontoura et al., 2000), se trata de individuos fisiológicamente maduros sexualmente. Los 4 individuos capturados tenían escasos depósitos de grasa y esta medida no se tomó. Asimismo, la muestra es pequeña como para determinar la proporción de las diferentes coloraciones de la garganta. Dos de los individuos tenían las mejillas oscuras y los otros dos claras.

VARIABLE	MEDIA ARITMÉTICA	DESVIACIÓN TÍPICA	N
Peso (g)	96,25	6,29	4
Longitud del ala (ángulo recto) (mm)	112,00	1,55	4
Longitud del tarso (mm)	31,99	2,31	4
Anchura de la cloaca (mm)	6,23	1,13	4

Tabla XVI. Media, desviación típica y número de ejemplares para las variables morfológicas de peso, longitud del ala y del tarso y las variables fisiológicas de banda lipídica y diámetro de la cloaca, de los individuos capturados en Montlivault.

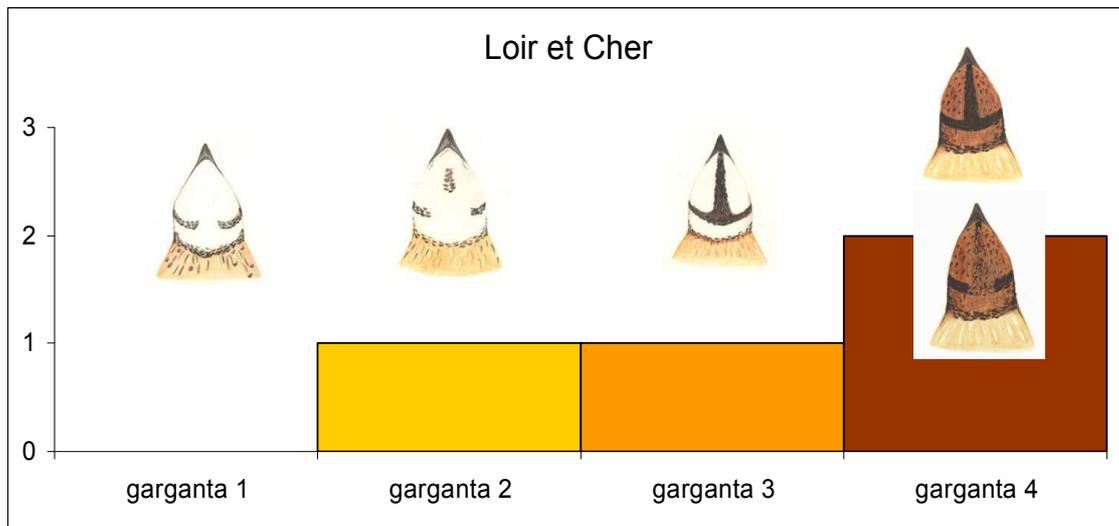


Figura 70. Número de individuos de las distintas categorías de coloración de la garganta de los machos capturados en Montlivault. Categorías: 1: garganta blanca y sin ancla; 2: garganta blanca y ancla formándose; 3: garganta blanca y ancla formada: mejillas claras (hasta el 95% de la superficie blanca); 4: mejillas oscuras (más del 95% de la superficie oscura), ancla en todos sus grados.

### La Cavalerie (L'Aveyron – Dpto 12 –)

Esta localidad colabora con el proyecto desde el año 2006. En el año 2013 ningún representante científico del proyecto visitó la región dada la larga experiencia de los técnicos encargados de la toma de datos para el proyecto. Al igual que en años anteriores, para el 2013 se comprometieron a la realización del censo y captura, al seguimiento de la siega con perro de muestra y al seguimiento de la caza.

El censo se inició el 14 de mayo, día en el que se contabilizaron 3 machos, por lo que no se pudo determinar la fecha de llegada. Comenzó más tarde de lo que cabría esperar, puesto que la experiencia de otros años sitúa la llegada de las codornices a mediados o finales de abril (el 27 de abril de 2011 se censaron 11 individuos). El seguimiento finalizó el 20 de agosto, con 3 individuos censados. En total se realizaron 11 salidas a la zona intercaladas entre 7 y 14 días. El seguimiento duró, por tanto, 98 días, lo cual es

suficientemente largo, si bien hubiera sido necesario que empezara antes y se hiciera con una frecuencia semanal.

En total se censaron 38 machos (figura 71); el 24 de julio se recuperó un individuo anillado en la misma zona el 12 de julio. Se capturaron 11 (incluida la recaptura). Los 38 machos representan 3,4 individuos/día de muestreo; tanto el número total de machos censados como la densidad son muy bajos comparados con el 2009 (122 machos, 11.1 individuos/día de muestreo) y 2011 (64 machos, 12.8 individuos/día de muestreo); en 2012, sin embargo, fue un año también de baja densidad (48 machos, 5 individuos/día de muestreo). El éxito de captura fue de 28.9%, similar al de 2012 (27.08%) pero muy bajo comparado con el de 2011 (64.06%). Se capturaron 1 individuo/día de muestreo, similar a 2012 (1.6 individuos/día muestreo). Esto parece indicar que estos dos últimos años han sido de menor abundancia de codorniz en esta zona.

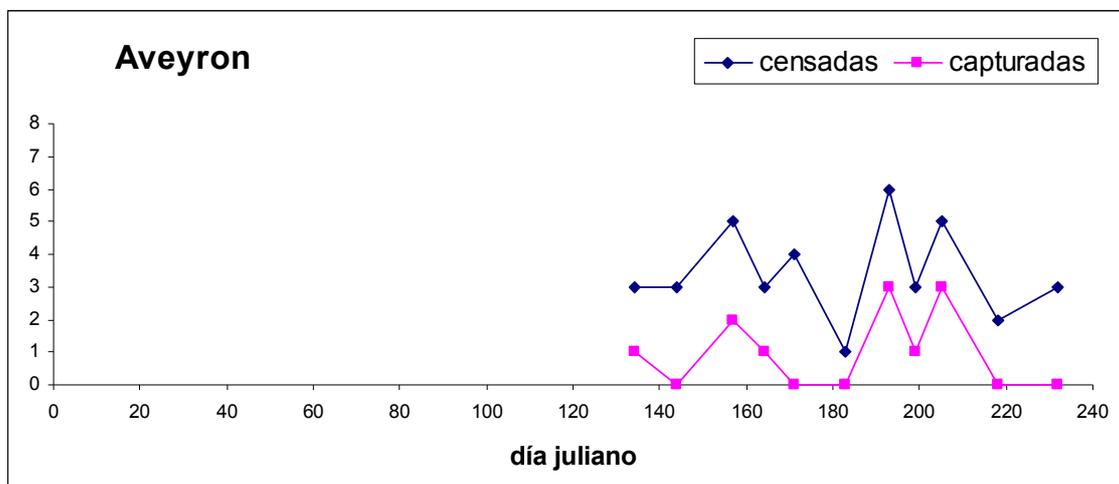


Figura 71. Relación de individuos censados y capturados en La Cavalerie. En ordenadas: número de individuos. En abscisas: días transcurridos desde el 1 de enero.

De los individuos capturados, 7 fueron jóvenes (75%); 2, adultos nacidos en 2012 y uno no se pudo determinar la edad (figura 70). Destaca la elevada proporción de jóvenes (figura 72) capturados al final de la temporada (figura 73), lo cual está asociado a la reproducción en la zona. Sin embargo,

suponiendo la fecha de llegada a la zona el 20 de abril (aproximadamente), el 13 de junio se capturó un individuo joven que no pudo haber nacido en este sitio puesto que se requieren 75 días para el completo desarrollo de un individuo adulto.

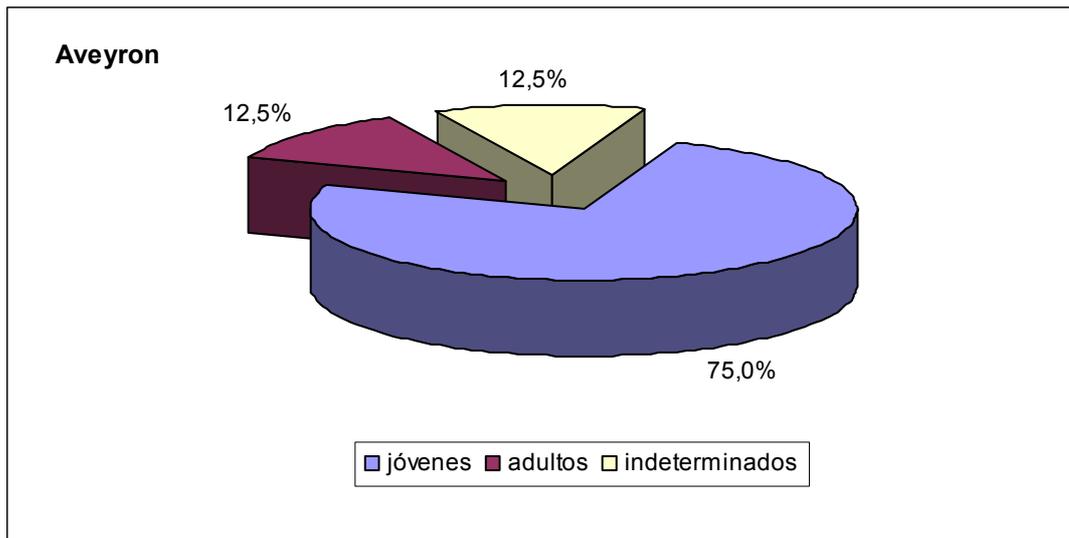


Figura 72. Proporción de edades de los individuos capturados en La Cavalerie (L'Aveyron).

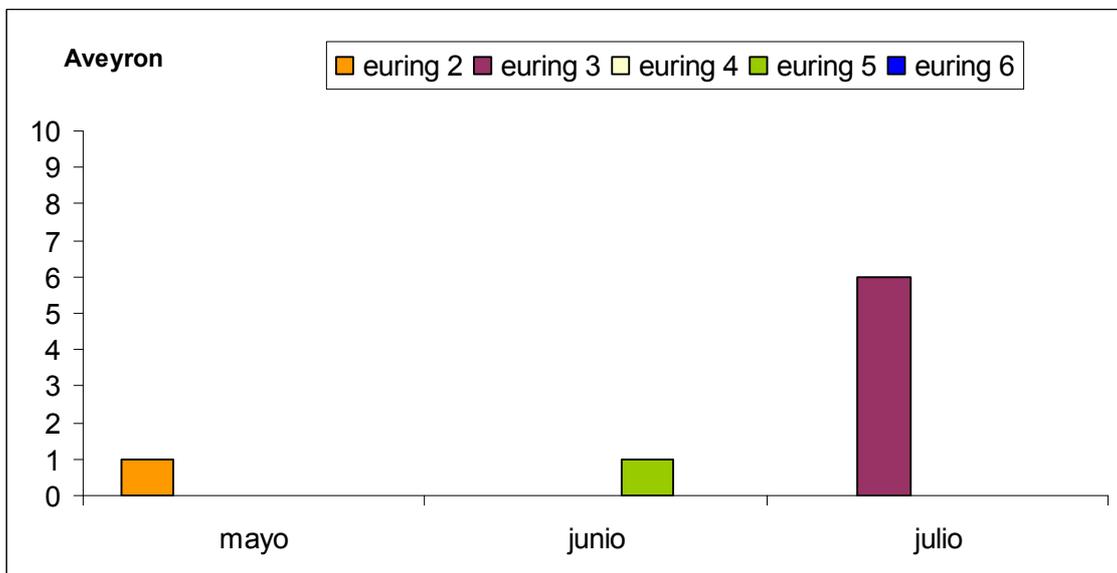


Figura 73. Edad de los individuos capturados en función del mes de captura en Montlivault.

Los datos morfométricos de los individuos capturados y la relación de la coloración de gargantas se muestran en la tabla XVII y en la figura 74,

respectivamente. El diámetro de la cloaca está en el límite para considerar que son individuos fisiológicamente maduros sexualmente (4.5mm; Fontoura et al., 2000). Los depósitos de grasa son inferiores a 11 mm, con lo que son individuos que no se encuentran en migración (Guyomarc'h & Belhamra, 1998). En cuanto a la coloración, encontramos sobretodo individuos con el ancla formándose y las mejillas claras, relacionado con los jóvenes. Uno de estos jóvenes sin ancla es el que tenía las mejillas oscuras (figura 72).

VARIABLE	MEDIA ARITMÉTICA	DESVIACIÓN TÍPICA	N
Peso (g)	98.10	9,69	10
Longitud del ala(ángulo recto) (mm)	107.60	1,31	6
Longitud del tarso (mm)	32.78	5,08	6
Anchura de la banda lipídica (mm)	7.89	1,30	9
Anchura de la cloaca (mm)	4.52	2,08	9

Tabla XVII. Media, desviación típica y número de ejemplares para las variables morfológicas de peso, longitud del ala y del tarso y las variables fisiológicas de banda lipídica y diámetro de la cloaca, de los individuos capturados en La Cavalerie (L'Aveyron).

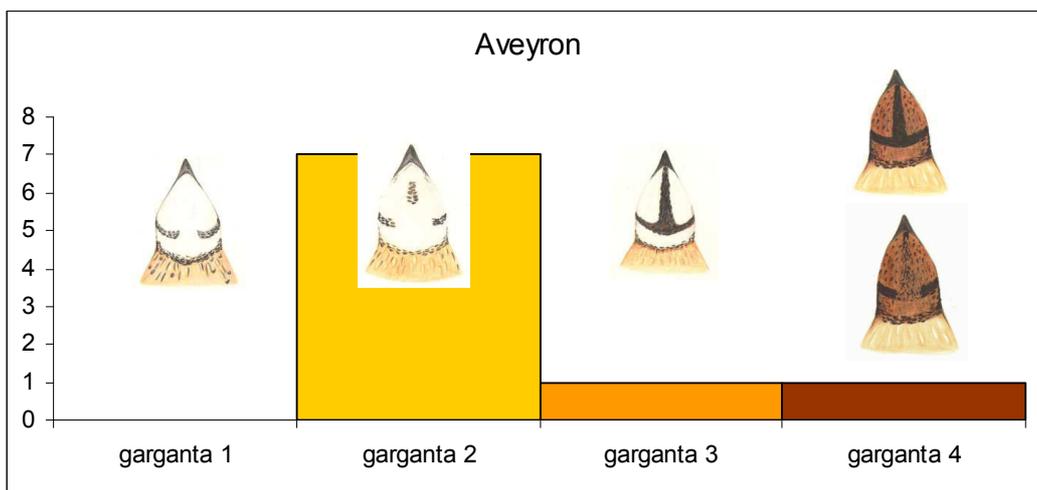


Figura 74. Número de individuos de las distintas categorías de coloración de la garganta de los machos capturados en La Cavalerie (L'Aveyron). Categorías: 1: garganta blanca y sin ancla; 2: garganta blanca y ancla formándose; 3: garganta blanca y ancla formada: mejillas claras (hasta el 95% de la superficie blanca); 4: mejillas oscuras (más del 95% de la superficie oscura), ancla en todos sus grados.

Se hizo el seguimiento de la siega durante 3 días -el 6, 20 y 27 de agosto- mediante perro de muestra. Se prospectaron ---- Ha en ----- parcelas. Se localizaron 12 individuos de tamaño adulto y 2 polladas de 2 individuos cada una, ambas de  $\frac{1}{2}$  del tamaño adulto, esto es, de 16 a 25 días de vida.

Se hizo un seguimiento de 7 jornadas de caza entre el 31 de agosto y el 22 de septiembre. Se cazaron 20 individuos, 16 jóvenes (80%) y 4 adultos (20%). De los 20, 9 eran hembras (45%), 7 machos (35%) y 4 de sexo indeterminado (20%).

### **Arlempdes (Haute Loire –Dpto 43 –)**

En este departamento se hizo el seguimiento de la caza en el año 2011. En este año 2013 se ha realizado el censo y captura semanal y el seguimiento de la caza.

Los censos se iniciaron el 29 de mayo, día en el que se contó y capturó un solo macho. Finalizaron el 31 de julio, con 6 machos censados. El seguimiento fue, por tanto, de 63 días de duración. Se realizaron 9 salidas intercaladas 7 días, si bien una de ellas se hizo a los 15 días de la anterior (figura 75). En total se censaron 40 machos, lo que supone 4,44 individuos/día de muestreo. Se capturaron 8, lo que representa un 20% de éxito de captura. El seguimiento ha sido exhaustivo y constante durante toda la temporada, así que se puede considerar un buen seguimiento.

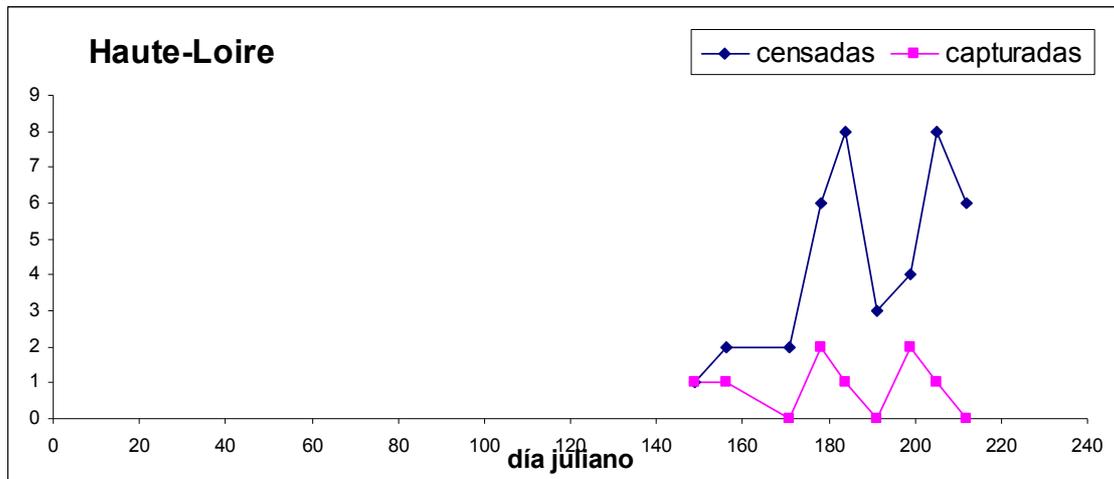


Figura 75. Relación de individuos censados y capturados en Arlempdes (Haute-Loire). En ordenadas: número de individuos. En abscisas: días transcurridos desde el 1 de enero.

De los individuos capturados, el 75% fueron adultos y el resto jóvenes (2 individuos) (figura 76). Estos se capturaron el 5 de junio y el 7 de julio. El que se capturó en junio, no pudo haber nacido en la zona puesto que es una fecha bastante temprana, así que presumiblemente venga de una región situada más al sur.

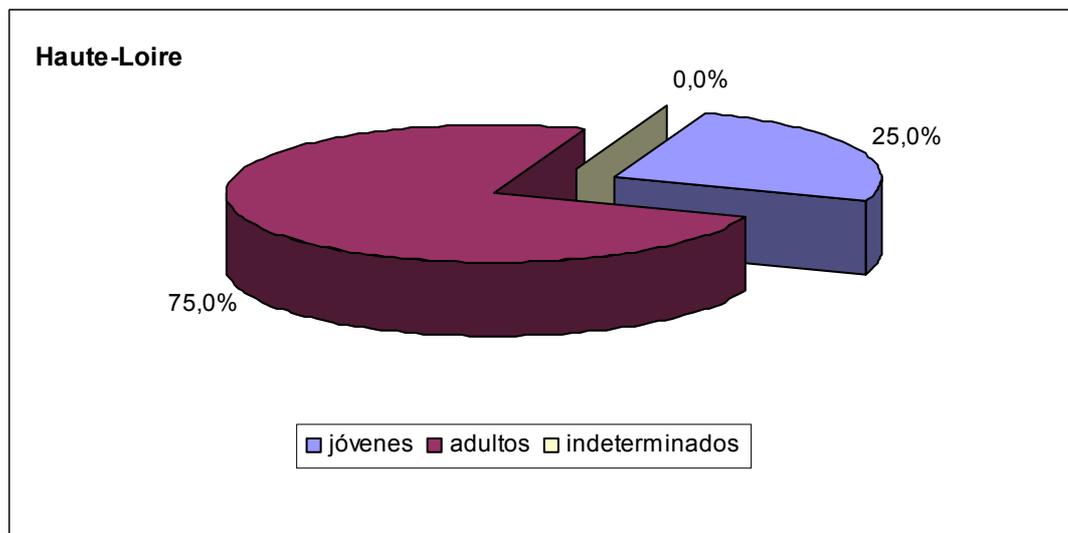


Figura 76. Proporción de edades de los individuos capturados en Arlempdes (Haute-Loire).

En la figura 77 vemos las frecuencias de edades de los individuos capturados a lo largo de la temporada. Puesto que son pocos individuos no se puede ver una tendencia en ninguno de los grupos de edad.

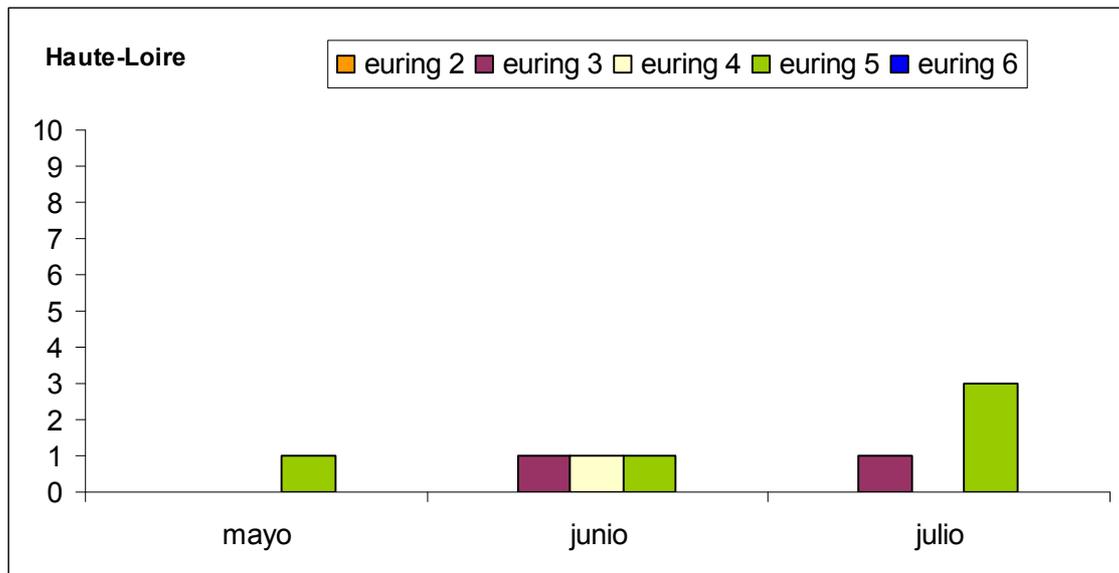


Figura 77. Edad de los individuos capturados en función del mes de captura en Arlempdes (Haute-Loire).

Los datos morfométricos de los individuos capturados y la relación de la coloración de gargantas se muestran en la tabla XVIII y en la figura 76, respectivamente. Puede apreciarse que, por los escasos depósitos de grasa y el diámetro de la cloaca, se trata de individuos fisiológicamente maduros sexualmente. Por otro lado, un individuo de las 8 capturas (12,5%) tenía las mejillas oscuras.

VARIABLE	MEDIA ARITMÉTICA	DESVIACIÓN TÍPICA	N
Peso (g)	94,63	5,10	8
Longitud del ala(ángulo recto) (mm)	110,88	1,54	8
Longitud del tarso (mm)	31,39	2,64	8
Anchura de la banda lipídica (mm)	8,20	1,17	7
Anchura de la cloaca (mm)	6,06	1,81	8

Tabla XVIII. Media, desviación típica y número de ejemplares para las variables morfológicas de peso, longitud del ala y del tarso y las variables fisiológicas de banda lipídica y diámetro de la cloaca, de los individuos capturados en Arlempdes (Haute-Loire).

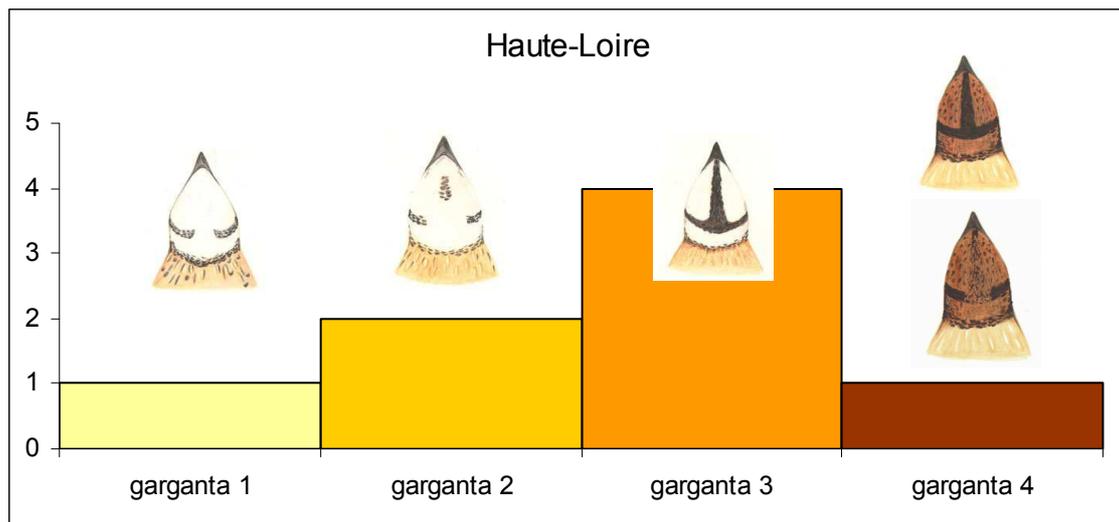


Figura 78. Número de individuos de las distintas categorías de coloración de la garganta de los machos capturados en Arlempdes (Haute-Loire). Categorías: 1: garganta blanca y sin ancla; 2: garganta blanca y ancla formándose; 3: garganta blanca y ancla formada: mejillas claras (hasta el 95% de la superficie blanca); 4: mejillas oscuras (más del 95% de la superficie oscura), ancla en todos sus grados.

Finalmente, no se realizó seguimiento durante la siega pero sí de la caza. Se siguieron 4 jornadas de caza, el 31 de agosto, el 4, 5 y 18 de septiembre. Se cazaron 13 individuos, 9 jóvenes (69%) y 4 adultos (31%). Todos los jóvenes fueron machos y todos los adultos, hembras.

### Montbel (La Lozère – Dpto 48 –)

Este departamento colabora con el proyecto desde el año 2006. En el año 2013 ningún representante científico de éste se desplazó a la zona, dado el conocimiento ya asentado y la capacidad de los técnicos de realizar el trabajo adecuadamente. En este año se comprometieron a llevar a cabo el censo y la captura - con excepción de las salidas intercaladas 3 días al inicio de la temporada -, al seguimiento de la siega y de la caza. Finalmente, no se realizó el seguimiento de la siega.

El seguimiento se inició el 21 de junio, fecha en la que se contabilizaron 18 machos, y finalizó el 14 de agosto con 7 machos censados; por tanto, el seguimiento se ha iniciado bastante tarde, ya que las primeras llegadas se deben situar alrededor de la primera semana de junio en esta localidad. En total se efectuaron 13 visitas a la zona en un período de 54 días, si bien no se han realizado con una frecuencia semanal como indica el protocolo (figura 79).

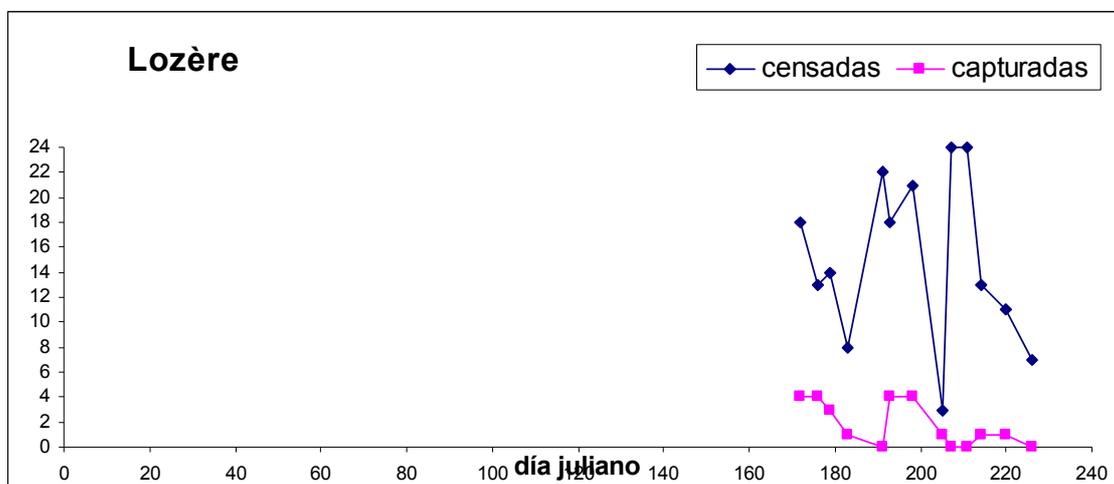


Figura 79. Relación de individuos censados y capturados en La Lozère. En ordenadas: número de individuos. En abscisas: días transcurridos desde el 1 de enero.

El total acumulado de individuos censados fue de 196 machos, dentro del orden de esta zona, en la que se han censado desde 139 machos en 2008 a 280 machos en 2011. En el año 2012 se capturaron 212 y la densidad fue de 21.2 individuos/día de muestreo. En el 2013, los 196 censados representan una

densidad de 15 individuos/día de muestreo. Los años de mayor densidad esta era del orden de 20 individuos/día y los de más baja de 10 individuos/día. Se capturaron 22 individuos, lo que representa un éxito de captura muy bajo, de un 11.2%. Estas capturas constituyen 1.77 individuos capturados/día de muestreo, también de los más bajos.

El 77.3% de las capturas fueron individuos adultos y el 22.7% restante jóvenes (5 individuos) (figura 80). Los jóvenes se capturaron los días 12 y 18 de julio y 8 de agosto. Suponiendo la llegada a la zona a principios de junio, estos jóvenes no pueden haber nacido en este lugar y probablemente provengan de zonas situadas más al sur, donde se inició antes la reproducción.

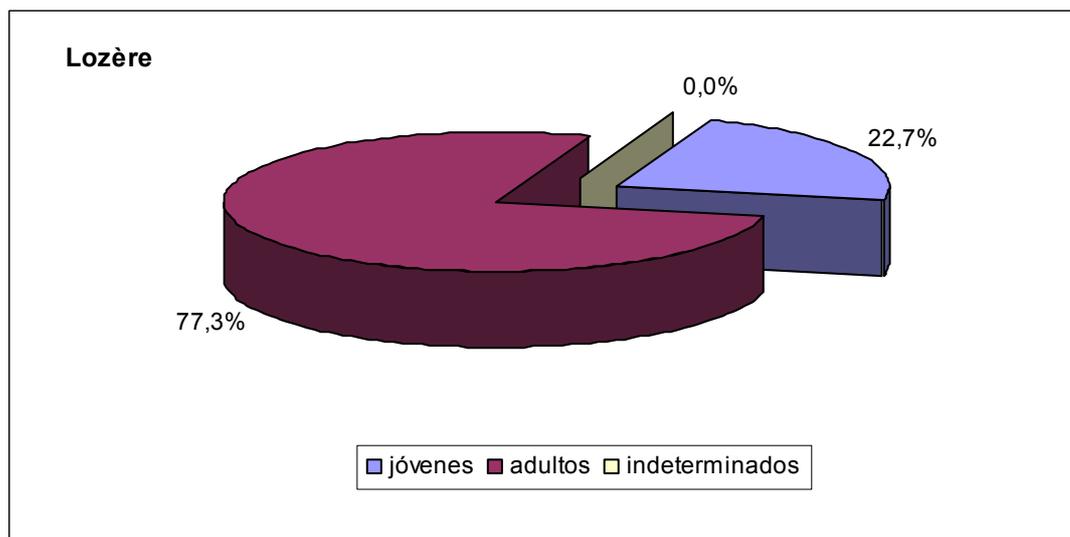


Figura 80. Proporción de edades de los individuos capturados en La Lozère.

En la figura 81 podemos ver la evolución de la razón de edades a lo largo de la temporada. Los individuos jóvenes capturados en julio y agosto son jóvenes foráneos. Se puede observar también la caída de individuos adultos (euring 5, nacidos en 2012) a medida que avanza la temporada.

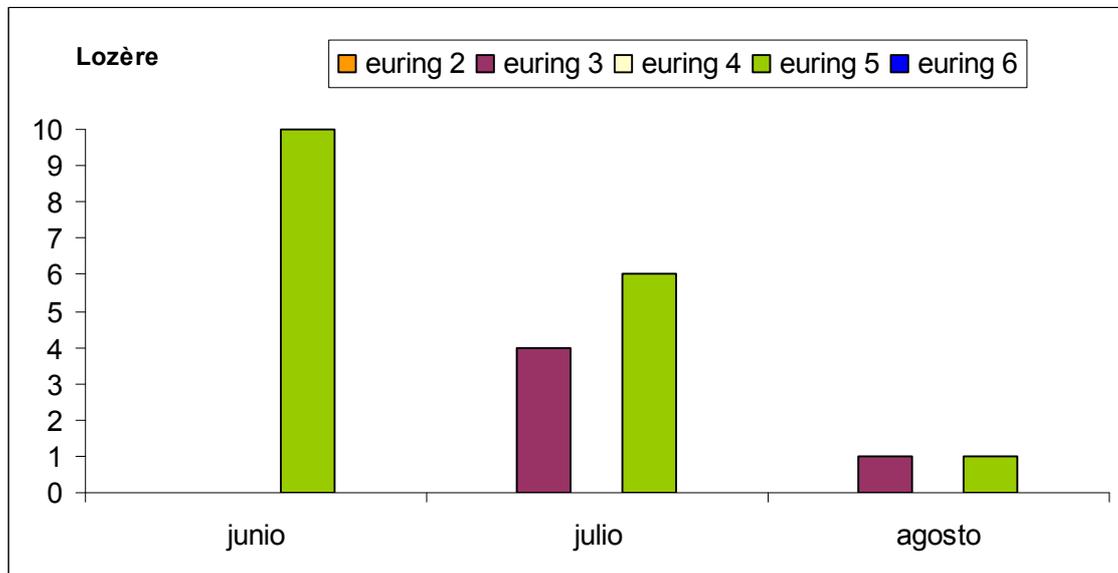


Figura 81. Edad de los individuos capturados en función del mes de captura en La Lozère.

Los datos morfométricos de los adultos capturados y la relación de la coloración de gargantas se muestran en la tabla XIX y en la figura 82, respectivamente. La anchura de la cloaca y de la banda lipídica denota individuos que se encuentran en la fase reproductora. La mayoría de los individuos tienen las mejillas claras.

VARIABLE	MEDIA ARITMÉTICA	DESVIACIÓN TÍPICA	N
Peso (g)	94,95	6,34	22
Longitud del ala(ángulo recto) (mm)	113,95	1,20	22
Longitud del tarso (mm)	32,16	2,52	22
Anchura de la banda lipídica (mm)	7,61	1,17	8
Anchura de la cloaca (mm)	4,10	0,75	22

Tabla XIX. Media, desviación típica y número de ejemplares para las variables morfológicas de peso, longitud del ala y del tarso y las variables fisiológicas de banda lipídica y diámetro de la cloaca, de los individuos capturados en La Lozère.

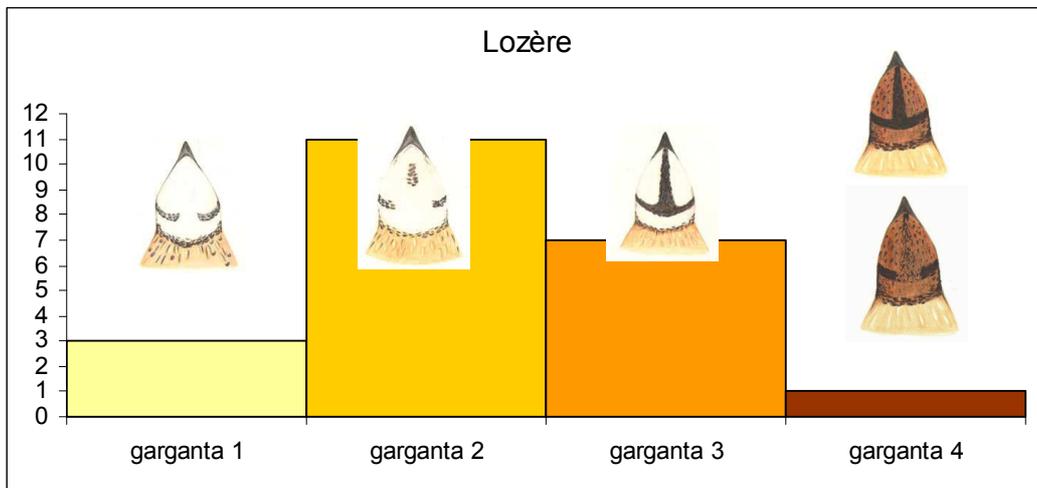


Figura 82. Número de individuos de las distintas categorías de coloración de la garganta de los machos capturados en La Lozère. Categorías: 1: garganta blanca y sin ancla; 2: garganta blanca y ancla formándose; 3: garganta blanca y ancla formada: mejillas claras (hasta el 95% de la superficie blanca); 4: mejillas oscuras (más del 95% de la superficie oscura), ancla en todos sus grados.

El seguimiento de la caza fueron 5 jornadas, los días 31 de agosto, 1, 4, 9 y 14 de septiembre. Se cazaron 10 ejemplares, todos ellos machos. El 50% fueron adultos, el 30% jóvenes y el resto indeterminados. Destaca un porcentaje de adultos mayor en esta zona durante la caza que en otros sitios.

### **Saint-Sabine-Born (Dordogne – Dpto 24 –)**

La federación de caza de este departamento francés se unió al proyecto en 2013. Uno de los representantes científicos, Manel Puigcerver, visitó la zona el 3 de julio de 2013 para validar los 10 puntos de muestreo y mostrar las técnicas de captura y medición a los técnicos. Fue un día lluvioso, en el que se censaron 10 individuos y se pudo capturar sólo uno.

Los técnicos habían iniciado los censos el 7 de junio, con 11 individuos. Finalizó el 12 de julio, coincidiendo con el inicio de la siega, con 6 individuos. Se realizaron 6 salidas con una frecuencia semanal (figura 83). No se ha podido determinar la fecha de llegada, por lo que sería necesario iniciar los censos antes de junio.

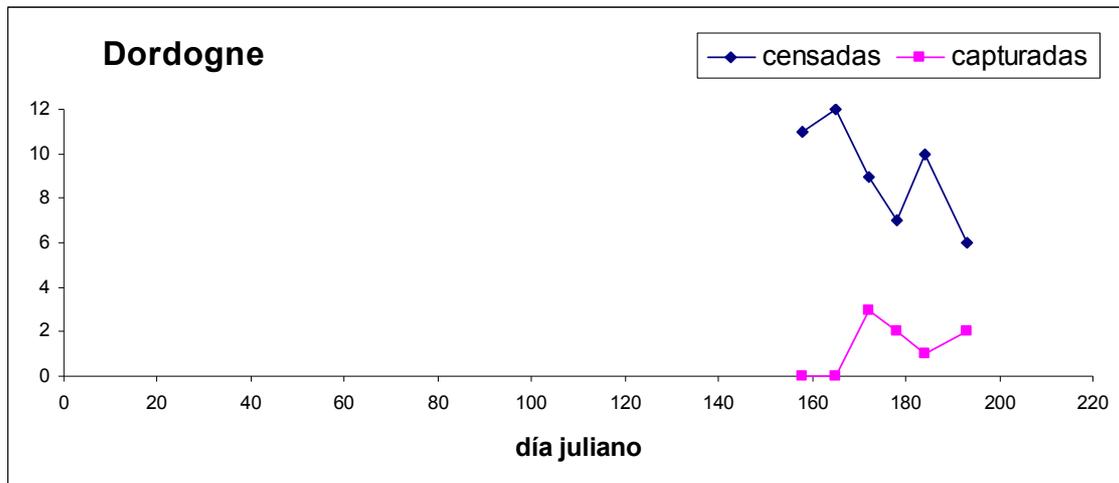


Figura 83. Relación de individuos censados y capturados en el departamento de Dordogne. En ordenadas: número de individuos. En abscisas: días transcurridos desde el 1 de enero.

En total se contaron 55 individuos, lo que representa 9.16 individuos/día de muestreo. Las capturas, sin embargo, fueron poco exitosas: 8 individuos, lo que representa un 14.5% de capturabilidad y 1.3 individuos capturados/día de muestreo. Parece una zona de elevada densidad; sin embargo, cabría iniciar antes el muestreo para tener una estima más fiable. Aun así, son resultados prometedores y se ha realizado un buen trabajo.

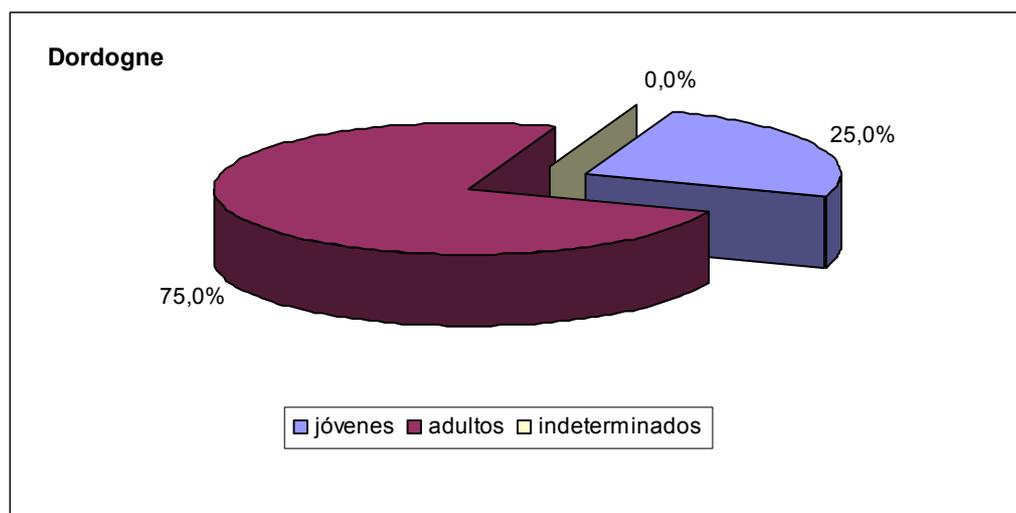


Figura 84. Proporción de edades de los individuos capturados en el departamento de Dordogne.

De todas las capturas, el 75% (6 individuos) fueron adultos y el 25% (2 individuos), jóvenes. En los dos meses que se capturó, en julio hay menos individuos adultos, si bien es una muestra demasiado pequeña para ver una tendencia clara (figura 85).

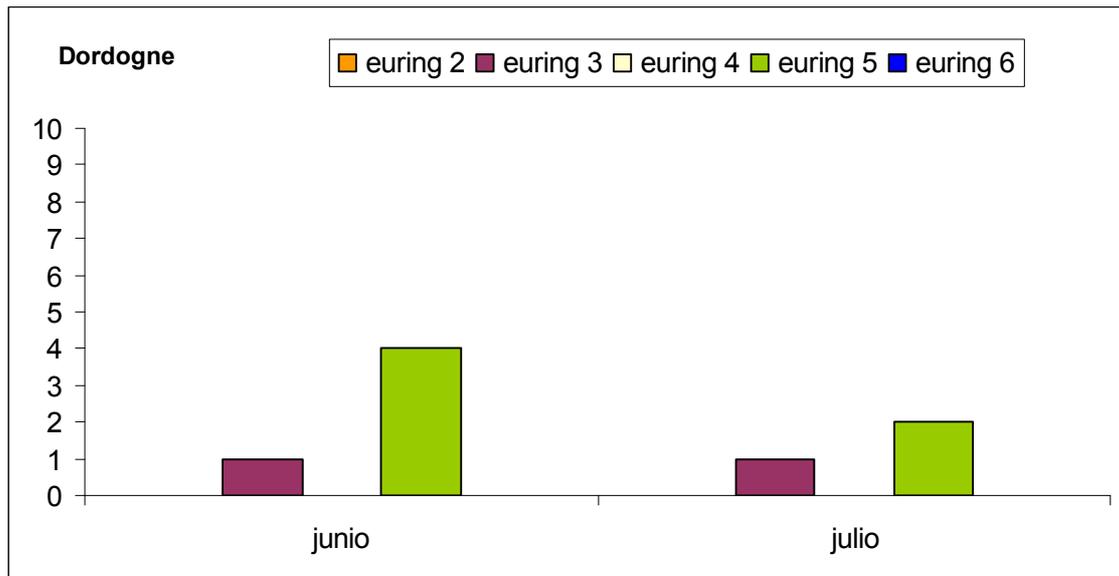


Figura 85. Edad de los individuos capturados en función del mes de captura en el departamento de Dordogne.

Los datos morfométricos de los adultos capturados y la relación de la coloración de gargantas se muestran en la tabla XX y en la figura 86, respectivamente. Además de las capturas siguiendo el protocolo, se realizaron capturas asistemáticas. Se han tenido en cuenta ambas para la descripción de la morfometría. La anchura de la banda lipídica y de la cloaca denota individuos en fase reproductora. Hay mayor proporción de individuos con mejillas claras y ancla formada (53%) que con mejillas oscuras (13%).

VARIABLE	MEDIA ARITMÉTICA	DESVIACIÓN TÍPICA	N
Peso (g)	94,80	5,20	15
Longitud del ala(ángulo recto) (mm)	110,60	0,87	15
Longitud del tarso (mm)	32,30	2,20	15
Anchura de la banda lipídica (mm)	6,92	0,94	15
Anchura de la cloaca (mm)	4,27	1,09	15

Tabla XX. Media, desviación típica y número de ejemplares para las variables morfológicas de peso, longitud del ala y del tarso y las variables fisiológicas de banda lipídica y diámetro de la cloaca, de los individuos capturados en el departamento de Dordogne.

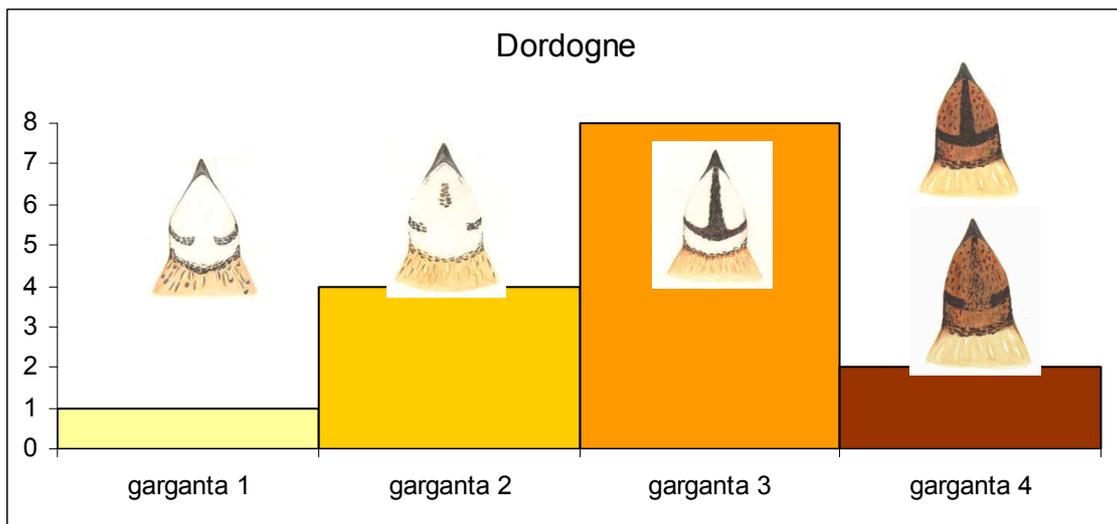


Figura 86. Número de individuos de las distintas categorías de coloración de la garganta de los machos capturados en el departamento de Dordogne. Categorías: 1: garganta blanca y sin ancla; 2: garganta blanca y ancla formándose; 3: garganta blanca y ancla formada: mejillas claras (hasta el 95% de la superficie blanca); 4: mejillas oscuras (más del 95% de la superficie oscura), ancla en todos sus grados.

### **Barjac (Gard – Dpto 30 –)**

La federación de caza del departamento francés de Gard inició la colaboración con este proyecto en 2012. En ese año hubo un problema en el suministro del material, por lo que el seguimiento se limitó a dos días de censo

y captura y a 6 jornadas de caza. Para el año 2013 se comprometieron a realizar el censo y captura semanal, excepto las salidas intercaladas 3 días al inicio de la temporada, y al seguimiento de la siega y de la caza. Finalmente, no se realizó el seguimiento de la siega.

El censo se inició el 11 de abril y se contabilizó un individuo. Finalizó el 9 de julio, con ningún individuo censado. Por tanto, aunque no se ha podido determinar la fecha de llegada para esta zona, se ha hecho un buen seguimiento durante la época de reproducción. Dada la baja abundancia el 11 de abril, cabe pensar que la llegada se debe situar alrededor de esta fecha. Se ha realizado un total de 14 salidas intercaladas aproximadamente 7 días, si bien algunas se han intercalado 4 y 5 días (figura 87). En total se han censado 48 machos, lo que supone 3,4 individuos/día de muestreo. Se han capturado 20 individuos, lo que representa un éxito de captura elevado, del 41,6%, y 1,43 individuos capturados/día de muestreo.

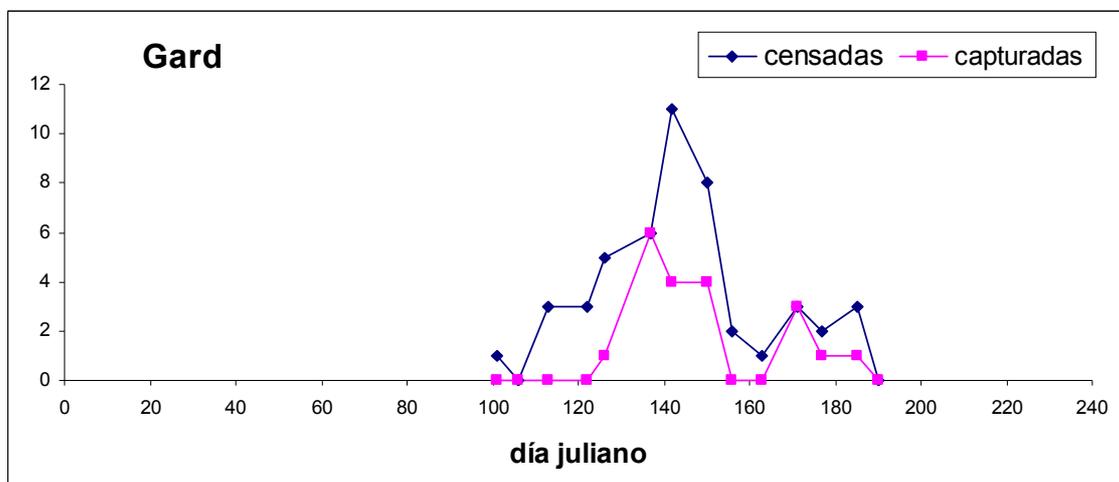


Figura 87. Relación de individuos censados y capturados en el departamento de Gard. En ordenadas: número de individuos. En abscisas: días transcurridos desde el 1 de enero.

El 60% de los individuos capturados fueron adultos y el 30% jóvenes nacidos en el año (figura 88). En dos de las capturas no se pudo determinar la edad. Suponiendo que la llegada a la zona sea la primera semana de abril y dado que se necesitan 75 días para el desarrollo de un individuo desde la

puesta hasta el tamaño adulto, los individuos que hubieran nacido en la zona sería posible detectarlos a partir del 20 de junio. El 17 de mayo y el 30 de mayo se capturaron dos individuos jóvenes que, por la fecha de captura, no pueden haber nacido en esta región; presumiblemente son individuos de otras zonas situadas más al sur.

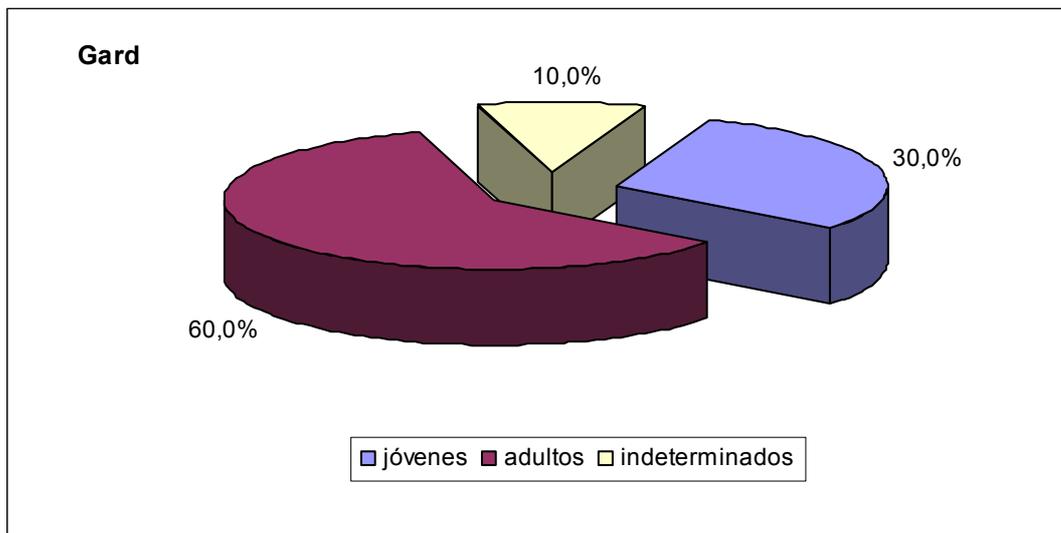


Figura 88. Proporción de edades de los individuos capturados en el departamento de Gard.

Como se puede observar en la figura 89, la mayoría de individuos se capturaron en el mes de mayo. Destaca la presencia de jóvenes a lo largo de toda la temporada, producto tanto del desplazamiento de jóvenes provenientes de otro lugar como de la reproducción en la zona.

Los datos morfométricos de todos los individuos capturados y la relación de la coloración de gargantas se muestran en la tabla XXI y en la figura 90, respectivamente. Puede apreciarse que por el diámetro de la cloaca, superior a 4.5 mm (Fontoura et al., 2000), se trata de individuos fisiológicamente maduros sexualmente. El 55% de los individuos capturados presentan las mejillas claras y el ancla formada, lo cual se corresponde con individuos adultos; sólo un joven de los capturados tenía el ancla ya formada. Tres de los individuos capturados tenían las mejillas oscuras y eran adultos (15%).

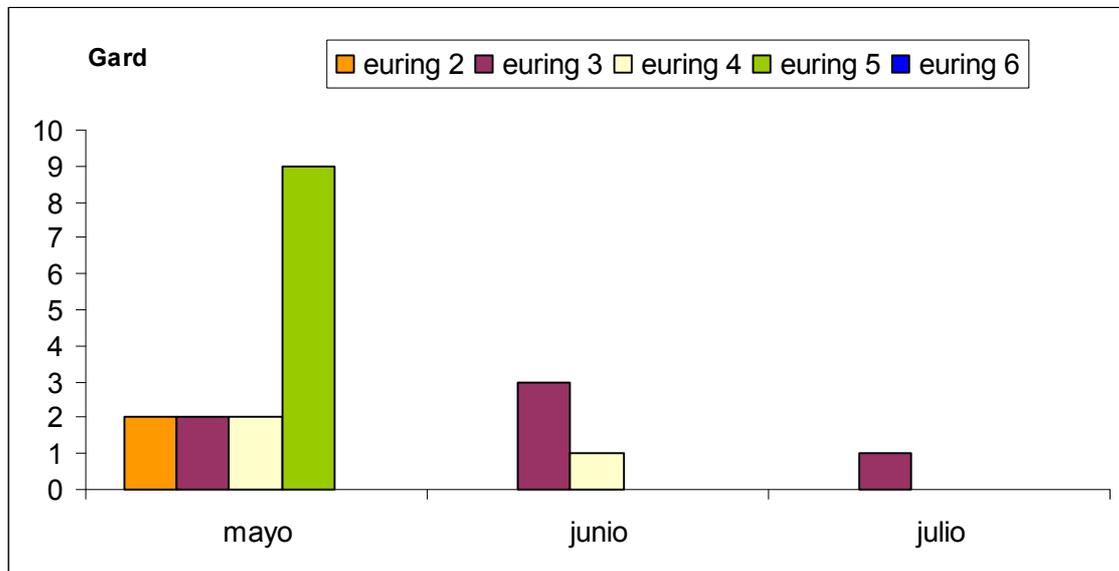


Figura 89. Edad de los individuos capturados en función del mes de captura en el departamento de Gard.

VARIABLE	MEDIA	DESVIACIÓN	N
	ARITMÉTICA	TÍPICA	
Peso (g)	99,70	9,09	20
Longitud del ala(ángulo recto) (mm)	107,05	0,96	19
Longitud del tarso (mm)	32,20	3,06	19
Anchura de la cloaca (mm)	8,43	1,61	17

Tabla XXI. Media, desviación típica y número de ejemplares para las variables morfológicas de peso, longitud del ala y del tarso diámetro de la cloaca, de los individuos capturados en el departamento de Gard.

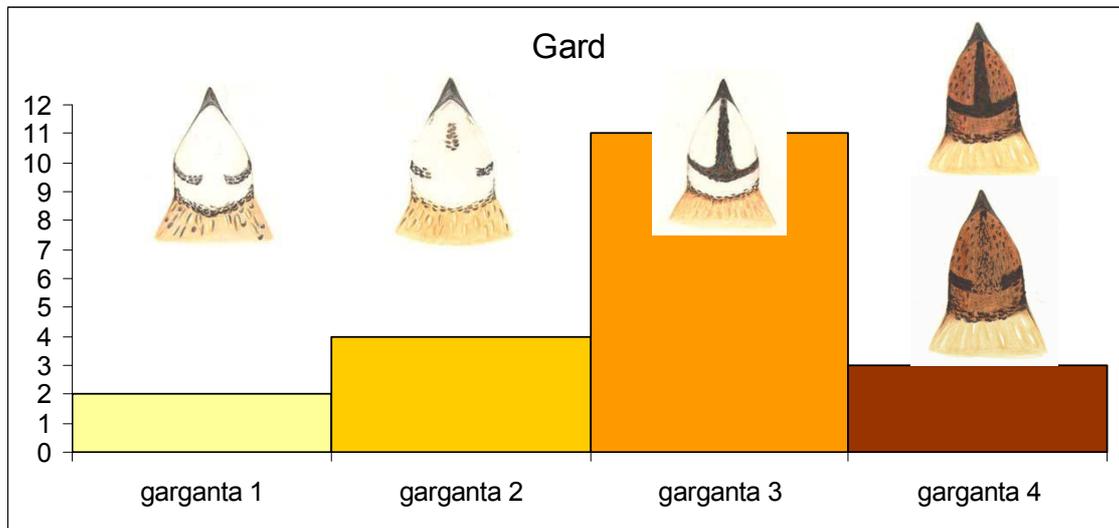


Figura 90. Número de individuos de las distintas categorías de coloración de la garganta de los machos capturados en el departamento de Gard. Categorías: 1: garganta blanca y sin ancla; 2: garganta blanca y ancla formándose; 3: garganta blanca y ancla formada: mejillas claras (hasta el 95% de la superficie blanca); 4: mejillas oscuras (más del 95% de la superficie oscura), ancla en todos sus grados.

Finalmente, se han seguido tres jornadas de caza, dos en septiembre y una en octubre. Se cazaron 3 individuos jóvenes de sexo indeterminado.

## 5.- RESULTADOS GLOBALES. ANÁLISIS

En el presente apartado se incluye una información transversal de síntesis sobre los datos recolectados en los últimos años de estudio, que quedan recogidos en las correspondientes memorias anuales de seguimiento libradas en su momento a la Federación de Caza de Euskadi.

Esta visión de síntesis permite dar respuesta a preguntas acerca del estado de la metapoblación atlántica de la codorniz común (*Coturnix coturnix*) y su tendencia poblacional. Asimismo, permite proponer medidas de gestión que, por una parte, se ajusten a las peculiares características de cada país o zona geográfica y, por otra, permitan fomentar una gestión global (supranacional), sumamente necesaria en una especie tremendamente móvil como la codorniz, en la que, aparte de los clásicos movimientos migratorios, hay que considerar

movimientos nomádicos en búsqueda de efímeros pero predecibles hàbitats adecuados, movimientos por parte de machos en búsqueda de hembras con las que aparearse y movimientos de jóvenes nacidos en el año calendario que se suman a la fracción reproductora de las poblaciones.

En el subapartado 5.1 se aborda el análisis de las tendencias poblacionales desde una perspectiva global, a partir del seguimiento de los efectivos de la metapoblación atlántica en 20 localidades de los cuatro países (España y Francia), que tienen un mayor peso específico en su área de distribución. Este seguimiento ha sido muy exhaustivo e innovador, por lo que consideramos que los resultados obtenidos reflejan adecuadamente la dinámica de la población. Además, estudios previos indican que la metodología de censo empleada en el presente proyecto se ajusta mucho mejor a la realidad que la empleada habitualmente en Cataluña, España y Europa y que, paradójicamente, sirve como base para la elaboración de estimas poblacionales de referencia por parte del “European Bird Census Council” en su “Pan European Common Bird Monitoring Scheme” (PECBMS). También se incluye una descripción acerca de cómo influyen las variables de tipo geográfico (latitud, longitud y altitud) en la abundancia de individuos, desde una perspectiva global, introduciendo datos del período 2005-2013 y localidades de los cuatro países claves del área de distribución de la metapoblación atlántica.

En el subapartado 5.2. se efectúa un análisis global acerca de la caza de la codorniz en las localidades muestreadas que han aportado información acerca de ello. Se presta especial atención a la composición por sexos y edades de las piezas cazadas.

En el subapartado 5.3 se aborda la caracterización morfométrica de las poblaciones muestreadas, teniendo en cuenta variables geográficas (latitud y longitud). En el subapartado 5.4 se estudia, asimismo, la composición de edades de las diferentes poblaciones, así como la dinámica de jóvenes y adultos.

Los resultados obtenidos, en su conjunto, indican la existencia de subpoblaciones dentro de la metapoblación atlántica con una morfología diferenciada - individuos mayores de sur a norte y de oeste a este -; estas diferencias pueden estar asociadas a un polimorfismo migracional, ya sugerido por otros investigadores. Estudios genéticos y análisis isotópicos podrían aportar nuevas informaciones que clarificarían el actual escenario.

## **5.1.- TENDENCIAS POBLACIONALES DE LA METAPOBLACIÓN ATLÁNTICA DE CODORNIZ COMÚN (*Coturnix coturnix*). Período 2005-2013.**

### **5.1.1.- Introducción**

La Codorniz común (*Coturnix coturnix*) es una especie Galliforme migradora perteneciente a la familia de las Fasiánidas cuya área de distribución abarca el Paleártico occidental, así como el oeste y centro de Asia (Gallego et al. 1997). Se han descrito cuatro metapoblaciones, que siguen diferentes ejes migratorios (Guyomarc'h 2003): a) el flujo a través del valle del Indo; b) el flujo arábico; c) el flujo de los Apeninos; d) el flujo a través de la costa atlántica (Marruecos-Península Ibérica-Francia). Es sobre ésta última en la que se ha focalizado el estudio.

Históricamente se consideraba que la especie presentaba un estado de conservación desfavorable en Europa (SPEC 3), con poblaciones mermadas y un declinar históricamente largo (Burfield 2004). Comparándolas con la década de los 90 (Tucker & Heath 1994, Heath et al. 2000), las poblaciones del norte y centro de Europa habrían aumentado, mientras que en el sudeste de Europa la disminución de los efectivos habría continuado, siendo la estima total de la población probablemente menor que la de antes del período 1970-1990. Burfield (2004) sugiere que las poblaciones de codornices portuguesas, españolas y francesas habrían permanecido estables; en coherencia con esta afirmación, series largas de datos correspondientes a individuos cazados o a

machos censado durante la época reproductora en España, no muestran ninguna tendencia significativa al alza o a la disminución. Tampoco en Portugal se ha observado ninguna tendencia significativa durante el período 1993-1997 (Fontoura & Gonçalves 1998). Sin embargo, existen otros datos que parecen indicar lo contrario en Francia y en España. Así, por ejemplo, la "Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage" francesa ha llevado a cabo dos encuestas nacionales de caza, una en 1983 (Ferrand 1986) y otra en 1998; en la primera, se contabilizaron 640000 ( $\pm 2.6$  %) individuos cazados, mientras que en la segunda fueron cazados únicamente 341130 ( $\pm 5.2$  %) individuos. Ello comporta una disminución de casi un 50 % en 15 años.

Pese a todo ello, actualmente se considera que la codorniz común presenta un rango de distribución extremadamente grande, por lo que no se aproxima al umbral de "Vulnerable" bajo el criterio de rango; por otra parte, y aunque se cree por parte de determinadas fuentes que la tendencia poblacional parece estar en declive, éste no es lo suficientemente rápido como para aproximarse al umbral de "Vulnerable" bajo este criterio de tendencia poblacional; finalmente, el tamaño de la población es extremadamente grande y tampoco se aproxima al umbral de vulnerabilidad bajo el criterio de tamaño poblacional. Por todo ello, la especie se ha evaluado recientemente (Birdlife Internacional, 2014) como "Least Concern" (Preocupación Mínima).

Sin embargo, el programa SACRE 1996-2013, llevado a cabo por SEO/Birdlife en España muestra un declive moderado de las poblaciones de codorniz común en España para el período 1998-2013 (figura 91), con una evolución media interanual de -2.8 y un porcentaje de cambio respecto al primer año de estudio (1998) de -61.8% (SEO/Birdlife 2013). Según este estudio, este declive sería más acentuado en la región de alta montaña (-79.59%) y en la mediterránea sur (-62.01%), algo menor en la región mediterránea norte (-7.75%) y más suave en la región eurosiberiana (-36.25%) (figura 92).

Por otra parte, en Cataluña los datos de distribución de dos atlas ornitológicos catalanes (el primero cubriendo el período 1975-1983 (Muntaner et al. 1983) y el segundo cubriendo el período 1999-2002 (Estrada & Pedrocchi 2005) sugieren que la especie ha sufrido una fuerte y significativa regresión en su distribución areal que alcanza el 26.5 % del total de cuadrículas UTM de 10x10 Km muestreadas. Sin embargo, el decimosegundo y último informe del programa de seguimiento de aves comunes de Cataluña (SOCC) muestra que, en Cataluña, la codorniz común se mantiene estable durante el período 2002-2013 (figura 93, ICO, 2014).

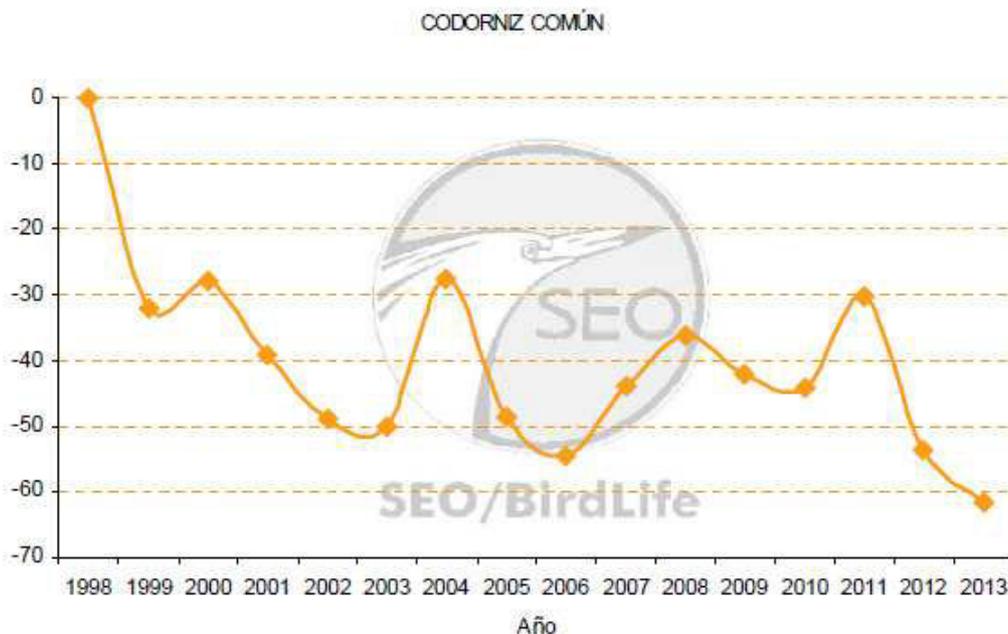


Figura 91. Tendencias poblacionales de la codorniz común en España según el programa SACRE, llevado a cabo por SEO/Birdlife. Se aprecia un declive moderado estadísticamente significativo.

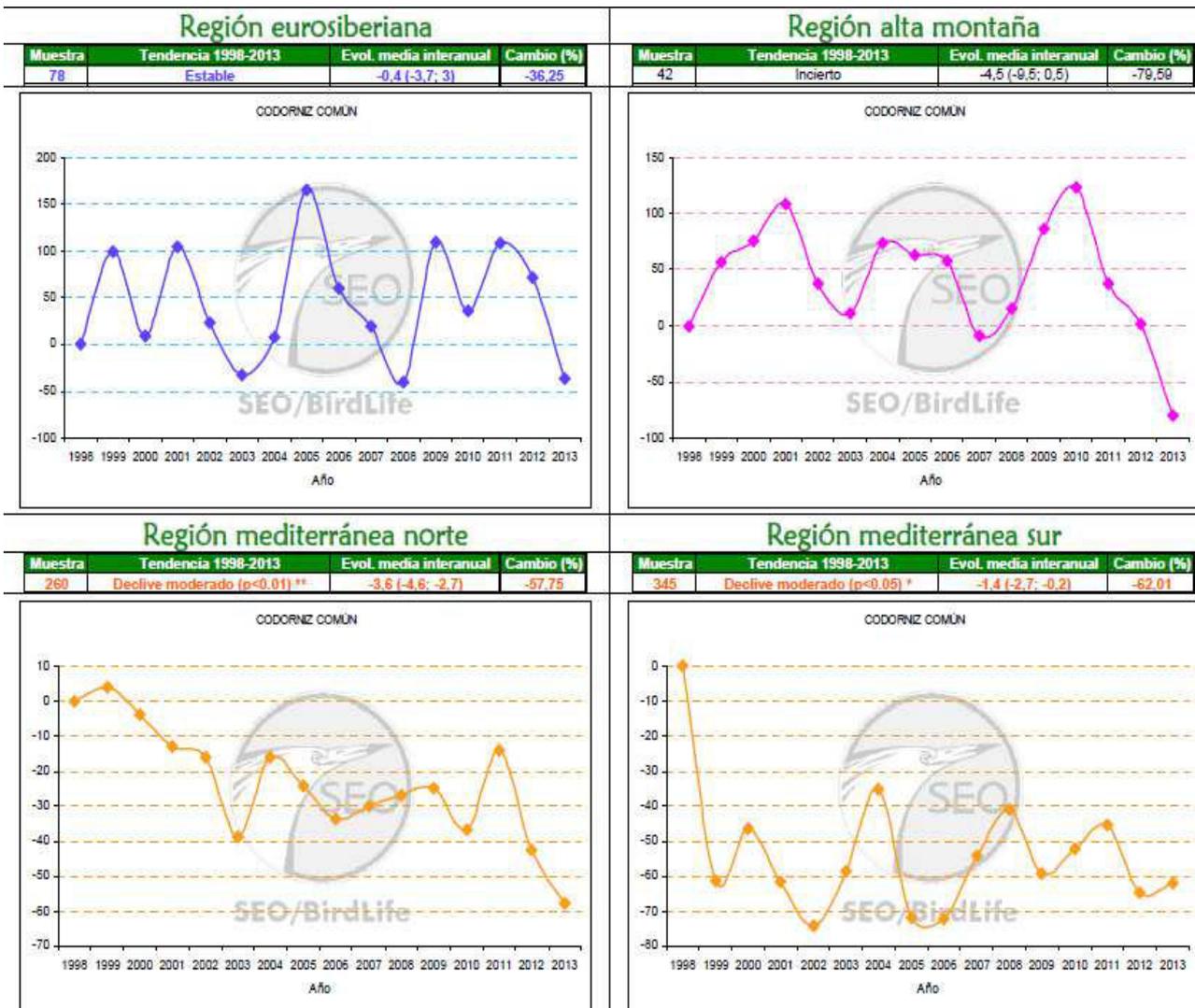


Figura 92. Tendencias poblacionales de la codorniz común en las cuatro grandes regiones biogeográficas de España según el programa SACRE, llevado a cabo por SEO/Birdlife.

### Estable

Promig anual: +2% (ns, n=119)  
Canvi (2013 respecte a 2002): -27%

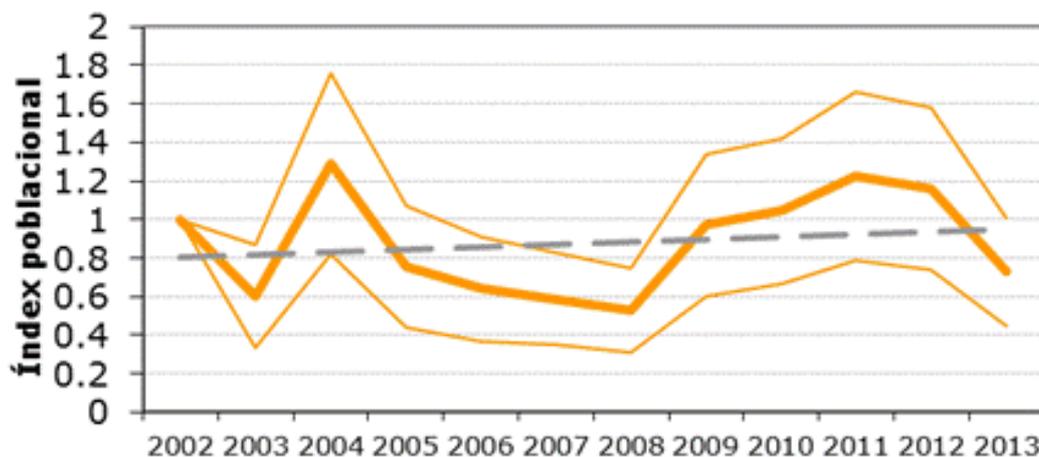


Figura 93. Tendencias poblacionales de la codorniz común en Cataluña según el programa SOCC, llevado a cabo en Cataluña por el Institut Català d'Ornitologia (ICO). No se aprecian tendencias estadísticamente significativas ni al alza ni a la baja.

Probablemente, estas contradicciones en los datos de los que se dispone se deban a la extremadamente alta movilidad de la Codorniz común, con movimientos no únicamente migratorios, sino también nomádicos en la búsqueda de hábitats adecuados efímeros aunque predecibles, y en el caso de los machos, también a búsqueda de hembras (Rodríguez-Teijeiro et al. 2006). Esta alta movilidad, que representa una tasa de renovación de machos de casi el 95 % en menos de 15 días en las áreas de cría (Rodríguez-Teijeiro et al. 1992), hace realmente muy difícil conseguir estimas poblacionales locales fiables cuando se aplican metodologías de censo como las empleadas en los programas SACRE y SOCC, que se caracterizan por efectuar únicamente dos salidas al campo durante toda la época reproductora (siendo, por tanto, unas metodologías muy sensibles a las marcadas fluctuaciones intraestacionales en el número de machos de codorniz durante la época reproductora) y por no emplear reclamo de hembra para censar machos de codorniz, razón por la cual

únicamente se censan con estas metodologías los machos que canten espontáneamente en el momento en el que el observador efectúe su transecto. Teniendo en cuenta que la emisión del canto de forma espontánea depende del momento de día, del momento de la estación reproductora y de las condiciones ambientales, este indicador es demasiado variable para ser una medida comparable entre diferentes días.

A todo ello hay que añadir que el ciclo biológico de la codorniz común transcurre en el interior de densos cultivos de cereales de invierno, como trigo y cebada, permaneciendo virtualmente invisible a los ojos del observador. Esto también ha provocado un desconocimiento sobre su sistema de apareamiento y su comportamiento espacial, fundamental para conseguir esas estimas poblacionales (Sutherland 1998). Finalmente, indicar que la idea que subyace a la hora de hacer estas aproximaciones es el hecho de que la tendencia poblacional de la metapoblación atlántica se refleja en las distintas poblaciones estudiadas, pero también cabe la posibilidad de que una caída de la población global podría provocar una reducción del área de distribución, pero la abundancia de los efectivos en el lugar donde está la población se podrían mantener constantes.

En consecuencia, es muy difícil determinar el status poblacional en estas condiciones. En este sentido, Gregory et al. (2005) consideran que la codorniz común debería ser excluida de los índices poblacionales que se elaboran en Europa y en la Unión Europea, ya que “es extremadamente volátil en números y tiene una población migrante errática”; en coherencia, Gregory et al. (2009) no tienen en consideración a la codorniz común cuando elaboran un indicador del impacto del cambio climático sobre las poblaciones europeas de aves.

Pese a ello, resulta obvio que el generar estimas poblacionales fiables de las especies de aves representa un importante paso para determinar su estado de conservación y, consecuentemente, para desarrollar políticas de conservación apropiadas (IUCN 2001).

Por todo ello, uno de los objetivos del proyecto “Caza sostenible de especies migratorias: la codorniz común (*Coturnix coturnix*) durante 2007-2009, subvencionada por la Federación de Caza de Euskadi, es la de determinar las tendencias poblacionales de la especie durante el período 2005-2013 mediante una metodología de censo que se ajusta más y mejor a la realidad con respecto a las utilizadas habitualmente en Cataluña, España y Europa, así como verificar el estado de conservación de la especie.

### **5.1.2.- Métodos**

Como ya se ha puesto de manifiesto en el apartado de Aspectos Generales del presente informe, en este proyecto se ha aplicado y desarrollado una metodología de censo de machos durante la época de cría, efectuado una vez cada 7-10 días durante toda la época reproductora en 10 puntos de escucha, para conocer la fenología de la especie y calcular una estima de la densidad de individuos, expresada como el número de individuos censados/día de muestreo en estos 10 puntos de escucha. En cada uno de ellos, el observador esperaba dos minutos para efectuar un censo del número de machos que espontáneamente emitían el característico canto trisilábico de anuncio de la especie. Después de este proceso, el observador emitía durante 20-30 segundos el canto de una hembra con un reproductor digital, para estimular el canto de otros potencialmente silenciosos machos presentes en el punto de escucha. Dado que el canto de anuncio de los machos puede ser escuchado, en condiciones favorables, a una distancia de 1 Km, se tuvieron en cuenta a efectos de censo únicamente a aquellos machos ubicados dentro del radio en el que el reproductor digital puede ser oído por los machos; así, no se censaron individuos que, por su lejanía respecto al reclamo digital, era imposible que pudieran interactuar con el mismo. Obviamente, los 10 puntos de escucha estaban lo suficientemente distantes unos de otros como para evitar posibles solapamientos entre los radios de acción del reproductor digital.

Estos datos han permitido tener una aproximación mucho más fiable y próxima a la realidad del número de machos censados en un determinado transecto, ya que, por una parte, la utilización del reclamo de hembra permite contabilizar no solamente aquellos machos que canten espontáneamente en el momento en el que el observador realice el transecto, sino también aquellos machos que son estimulados a cantar por el reclamo de hembra, que son la mayoría de ellos. Por otra parte, y dada la enorme movilidad de machos a lo largo de la época de cría en un área determinada, el número de éstos sufre marcadas fluctuaciones a lo largo de la época reproductora; por esta razón, resulta extremadamente peligroso aplicar metodologías de censo basadas en únicamente dos salidas a lo largo de la época de cría, siendo conveniente realizar un número considerablemente mayor, lo que se consigue realizando una salida semanal a lo largo de toda la época reproductora.

La metodología empleada ha permitido efectuar unas estimas de censo mucho más realistas que las basadas en las metodologías aplicadas en los programas SACRE y SOCC (y que, a su vez, son la fuente sobre la que se calculan estimas europeas en el programa PECBMS). A partir de las visitas durante todo el período reproductor, se ha podido calcular un promedio anual del índice semanal de abundancia de los machos durante la época de cría en cada área de estudio, así como determinar el valor modal de abundancia a lo largo del período reproductor en todas y cada una de las áreas muestreadas.

El programa de seguimiento se ha llevado a cabo en seis localidades españolas de cuatro comunidades autónomas: a) Figuerola del Camp (Cataluña) durante el período 2005-2013; b) Alp (Cataluña) durante el período 2005-2013; c) Valdesogo (Castilla y León) durante el período 2006-2007 y 2011-2012; d) Cabañeros (Castilla y León) del 2007 al 2009; e) Sanlúcar la Mayor-Aznalcóllar (Andalucía) del 2006 al 2009; f) Ciudad Real (Castilla-La Mancha) del 2011 al 2013. A partir de estos datos, se ha calculado un promedio de abundancia de codorniz para España.

Por otra parte, se han analizado los datos de seguimiento en cuatro localidades francesas ubicadas en cinco departamentos distintos: a) Montbel (La Lozère) durante el período 2006-2009 y 2011-2013; b) La Cavalerie (L'Aveyron), durante el mismo período; c) Sault (Vaucluse), durante el mismo período; d) La Plaine d'Ariège (L'Ariège), durante el período 2011-2013. Al igual que como se ha procedido con las localidades de seguimiento en España, se ha calculado un promedio de abundancia de codorniz a partir de los datos de seguimiento de estas localidades francesas.

Finalmente, a partir de los promedios de abundancia de España y de Europa, se ha calculado un promedio general de ambos países, en los que se concentra más del 90% de las parejas nidificantes de Europa (Gallego *et al.*, en Hagemeyer & Blair 1997).

### **5.1.3.- Resultados y discusión**

Como se recoge en la Tabla XXII, los resultados obtenidos muestran claramente que el índice de abundancia de machos cantores permanece, en promedio, estable en todas las localidades estudiadas.

A pesar de la existencia de algunas marcadas fluctuaciones interanuales (especialmente en Figuerola del Camp), en ninguna de las localidades analizadas la pendiente de la recta de regresión entre el índice de abundancia o el valor modal de machos detectados y los años de estudio, es significativamente diferente de 0 desde un punto de vista estadístico. Análogamente ocurre con el promedio de datos para España en su conjunto y con el promedio de datos para Francia en su conjunto, así como para con el promedio de ambos países.

Localidad	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total
Figuerola del Camp	0.5 2	4.5 9	4.5 11	8.5 17	7.6 24	8.6 26	6.6 18	5.5 11	3.110	5.5 14.2
Alp	28.0 40	13.4 32	26.5 48	18.2 31	37.8 61	31.6 63	39.9 63	30.6 52	21.1 48	27.5 48.7
Valdesogo		2.1 10	12.8 11				9.0 20	6.1 13		7.5 13.5
Cabañeros			27.4 53	23.8 31	7.4 15					19.5 33
Sanlúcar la Mayor- Aznalcóllar		21.3 41	20.9 35	15.2 35	8.5 19					16.5 32.5
Ciudad Real							23.0 34	7.5 10	2.3 4	10.9 16
<b>Promedio España</b>	<b>14.2 21</b>	<b>10.3 23</b>	<b>18.4 31.6</b>	<b>16.4 28.5</b>	<b>15.3 29.8</b>	<b>20.1 44.5</b>	<b>19.6 33.8</b>	<b>12.4 21.5</b>	<b>8.3 20.7</b>	<b>15.1 28.3</b>
Montbel		15.4 24	12.9.2 3	10.7.2 0	14.5 44		21.5 38	21.2 38	15.1 24	15.9 30.1
La Cavalerie		4.2 6	5.2 9	10 18	11.1 21		12.8 20	6.0 12	3.5 6	7.5 13.1
Sault		5.6 15	9.8 17	4.3 8	6.2 14		9.5 15	7.7 14	4.5 9	6.8 13.1
La Plaine d'Ariège							11.3 29	8.9 18	7.4 16	9.2 21
<b>Promedio Francia</b>		<b>8.4 15</b>	<b>9.3 16.3</b>	<b>8.3 15.3</b>	<b>10.6 26.3</b>		<b>13.8 20.8</b>	<b>11.0 19.2</b>	<b>7.6 12.6</b>	<b>9.8 17.9</b>
<b>Promedio España+ Francia</b>	<b>14.2 21.0</b>	<b>9.4 19.0</b>	<b>13.9 24.0</b>	<b>12.4 21.9</b>	<b>13.0 28.0</b>	<b>20.1 44.5</b>	<b>15.8 27.3</b>	<b>11.3 20.4</b>	<b>7.7 16.6</b>	<b>13.1 24.7</b>

Tabla XXII: Media aritmética del número semanal de machos detectados (primer valor de las celdas) y número máximo de machos censados en un día de muestreo durante el período reproductor (segundo valor de las celdas) de los lugares muestreados durante el período 2005-2013. Se incluye un valor promedio de este período para cada área de estudio, junto con un promedio general para España, para Francia y para el conjunto de ambos países.

En la figura 94 se muestran las tendencias poblacionales de las dos localidades de España en las que más larga es la serie de datos de individuos censados por día de muestreo (2005-2013, Figuerola del Camp y Alp); los análisis realizados con los valores modales de individuos censados dan unos resultados prácticamente idénticos, por lo que se ha optado por no mostrarlos en el presente informe. La figura 95 recoge en promedio de individuos censados por día de muestreo efectuando un promedio general a partir de datos de las localidades de España más intensamente muestreadas (Figuerola del Camp, Alp, Valdesogo, Cabañeros, Sanlúcar la Mayor-Aznalcóllar y Ciudad Real) en el período 2005-2013. Nuevamente, los resultados obtenidos al utilizar el valor modal de individuos censados son prácticamente equiparables y no se incluyen en el presente informe.

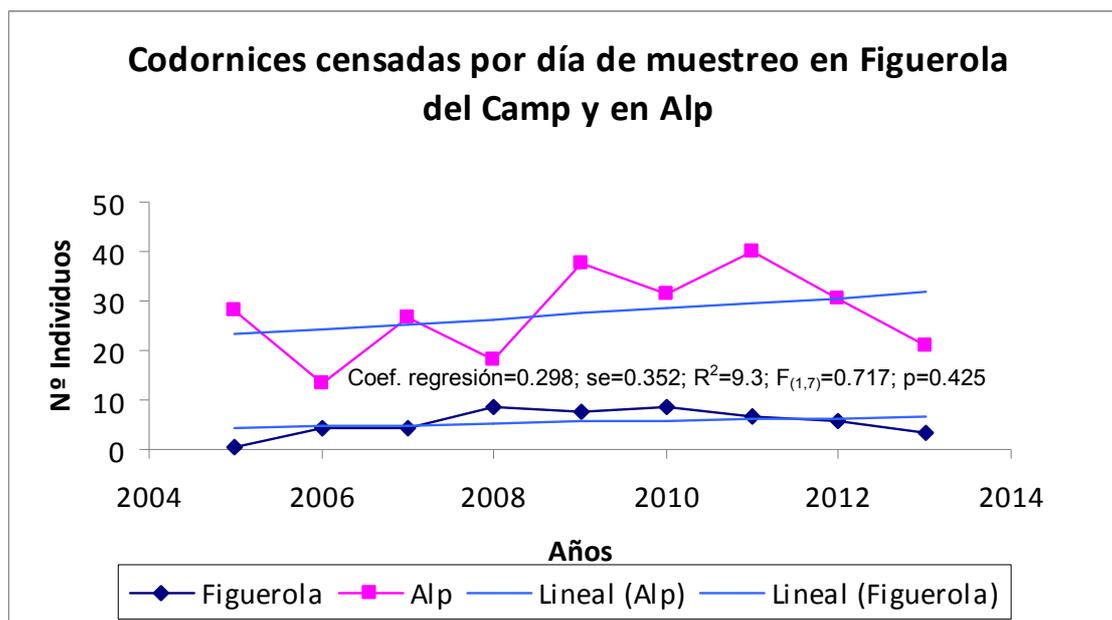


Figura 94. Promedio de machos de codorniz censados por día de muestreo en Figuerola del Camp y en Alp durante el período 2005-2013. No se aprecian tendencias estadísticamente significativas ni al alza ni a la baja en el número de individuos por día de muestreo.

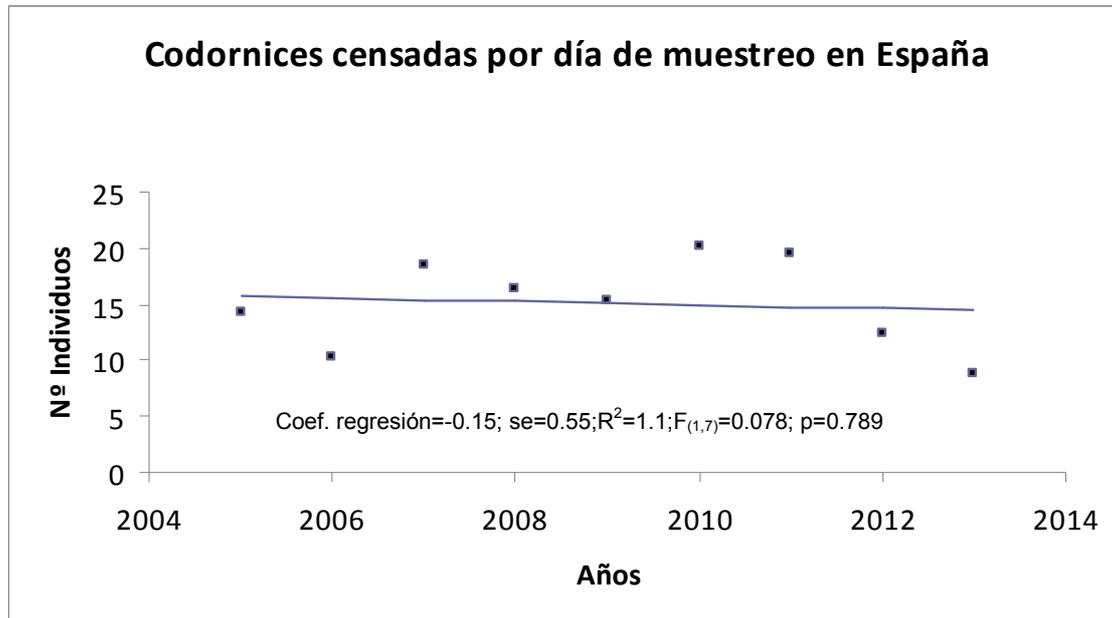


Figura 95. Promedio de machos de codorniz censados por día de muestreo en el conjunto de España durante el período 2005-2013. No se aprecian tendencias estadísticamente significativas ni al alza ni a la baja en el número de individuos por día de muestreo.

Por otra parte, una serie larga de datos en Cataluña (Figuerola del Camp y Alp) que cubre el período 1988-2013 (actualizada a partir de Puigcerver et al., 2012, figura 96) muestra claramente que las variaciones interanuales en una localidad de estudio pueden ser muy marcadas (Puigcerver et al., 2013); así, en Figuerola del Camp, en el año con mayor recuento (1988) hubo 38 veces más machos que en el año de menor recuento (2005); sin embargo, en Alp estas fluctuaciones son mucho menores (1.3 veces más machos en el año de mayor recuento que en el de menor recuento). Ello se debe muy probablemente a que esta segunda área de estudio es en buena parte una zona de regadío, que tampona grandemente los problemas de sequía de años en los que el régimen de precipitaciones es escaso, ofreciendo en consecuencia un hábitat adecuado para la codorniz independientemente del régimen de precipitaciones. Por tanto, las oscilaciones interanuales no son coincidentes entre localidades ( $r_{23}=0.09$ ,  $p=0.69$ ), indicando que el número de machos que visitan distintas zonas relativamente cercanas (la distancia a vuelo

de pájaro entre los dos lugares es de 120 km) no depende de un censo global y que posiblemente condiciones ambientales propias del lugar (tipo de cultivos, crecimiento de los mismos, condiciones meteorológicas, filopatría) y condiciones más genéricas (patrones de dispersión y/o de migración, condiciones en las zonas de invernada) pueden estar detrás de esta falta de asociación.

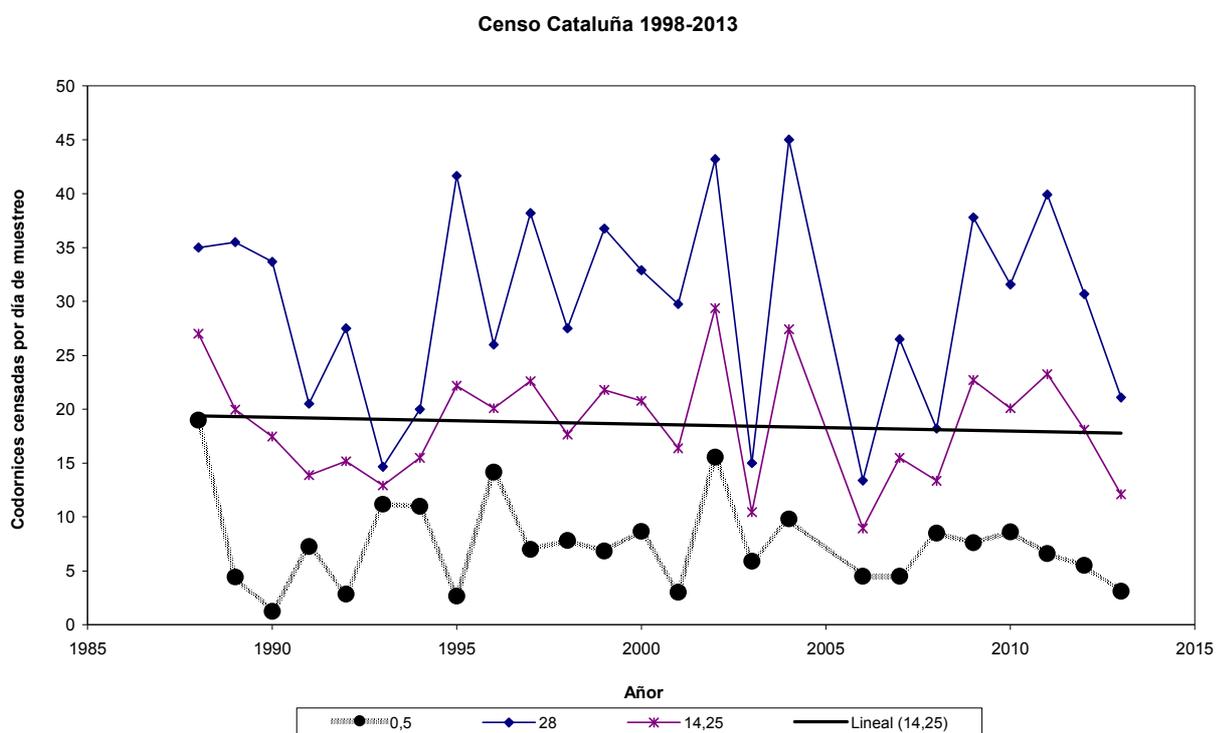


Figura 96. Codornices censadas por día de muestreo en Figuerola del Camp, Alp y en el promedio de ambas localidades durante el período 1998-2013.

Por otra parte, Puigcerver et al. (2013) han puesto de manifiesto que la codorniz común, en tanto que especie migradora de larga distancia, es particularmente sensible a variaciones de parámetros climáticos globales a causa de su complejo ciclo anual. Dado que esta especie inverte en la zona del Sahel, las condiciones meteorológicas de allí pueden influir en la supervivencia de la población. Así, en Alp se ha podido apreciar que el censo de machos de codorniz se asocia a la lluvia caída en el año previo en El Sahel

( $r_{25}=0.55$ ,  $p=0.005$ , figura 97); sin embargo, no se encontró asociación con la producción de cereales del año ( $r_{23}=-0.16$ ,  $p=0.48$ ). En cambio, en una zona de secano como Figuerola del Camp la situación encontrada fue la inversa: las oscilaciones interanuales de la población no se asociaron a la lluvia caída en el Sahel el año anterior ( $r_{23}=0.132$   $p=0.57$ ) pero sí a la producción total de cereales del año ( $r_{29}=0.51$ ,  $p=0.01$ , figura 98). Todo ello sugiere que en la zona más árida (Figuerola del Camp), la población que acoge está más asociada a la calidad del hábitat en el año en curso durante la época de reproducción y menos a las condiciones existentes en la zona de invernada. Por contra, en la zona más tamponada (Alp) que presenta hábitats adecuados todos los años, la población que acoge será mayor si hay más efectivos en la población como un todo (Puigcerver et al., 2013).

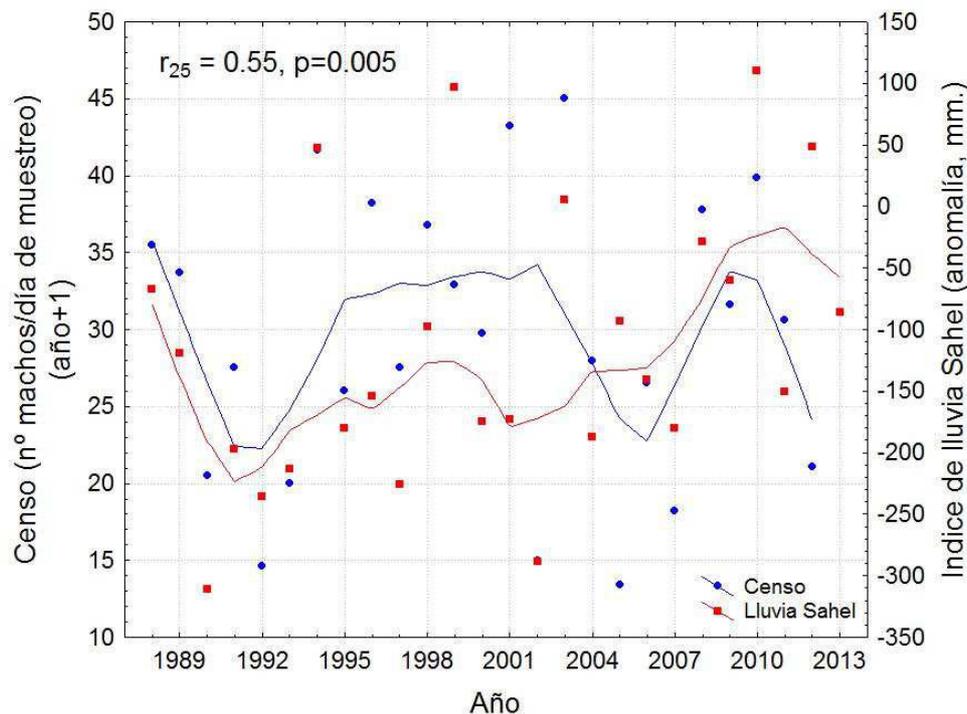


Figura 97. Codornices censadas por día de muestreo en Alp durante el período 1998-2012 y precipitaciones registradas en el año previo en la zona del Sahel durante el periodo comprendido entre junio y octubre (se expresa como la diferencia (anomalía) en mm de la lluvia caída en promedio entre los años 1950 y 1979). Las curvas se han calculado por regresión polinómica ponderada.

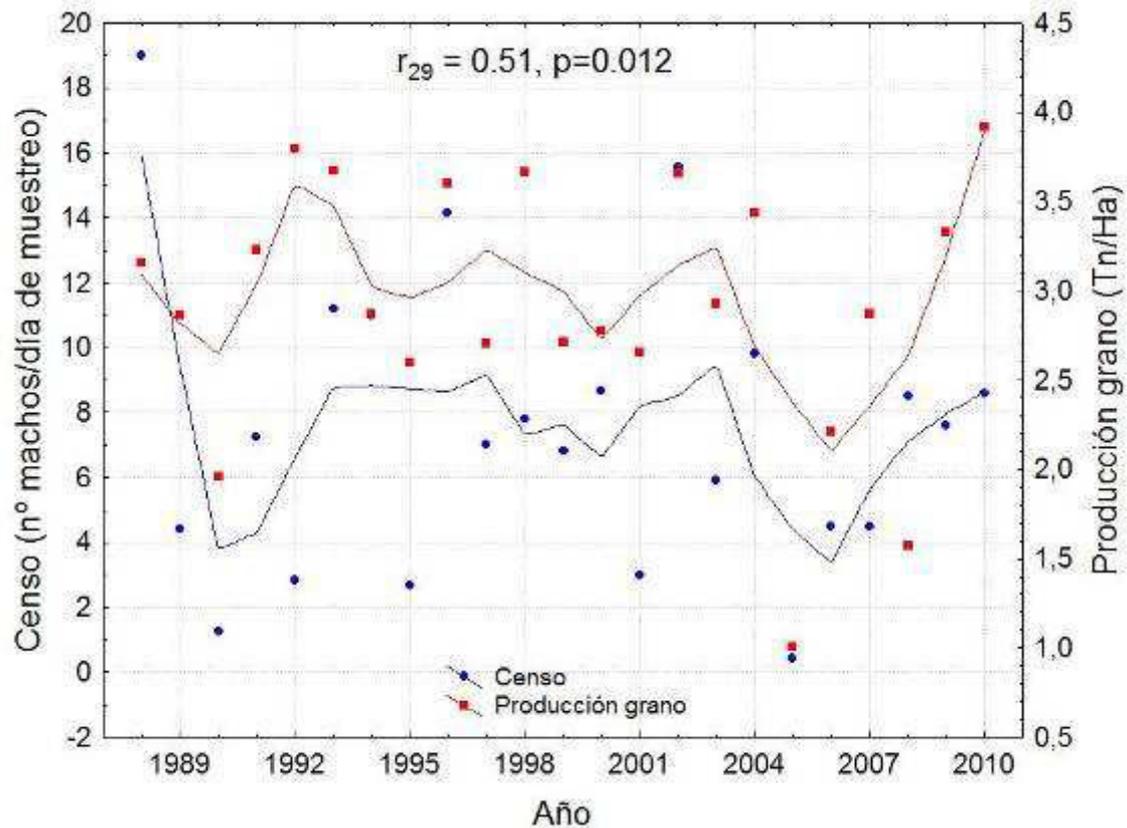


Figura 98. Codornices censadas por día de muestreo en Figuerola del Camp durante el período 1988-2012 y producción de grano de cereal por hectárea producido en Cataluña. Las curvas se han calculado por regresión polinómica ponderada.

Con respecto a Francia, la figura 99 muestra para el período 2006-2009 y 2011-2013 las tendencias poblacionales de las localidades en las que más larga es la serie de datos de individuos censados por día de muestreo (Montbel, La Cavalerie y Sault); los análisis realizados con los valores modales de individuos censados dan unos resultados prácticamente idénticos, por lo que se ha optado por no mostrarlos en el presente informe.

La figura 100 recoge el promedio general de individuos censados por día de muestreo a partir de datos de las localidades francesas más intensamente muestreadas (las anteriores más L'Ariège) en el mismo período de tiempo. Nuevamente, los resultados obtenidos al utilizar el valor modal de individuos censados son prácticamente equiparables y no se incluyen en el presente informe.

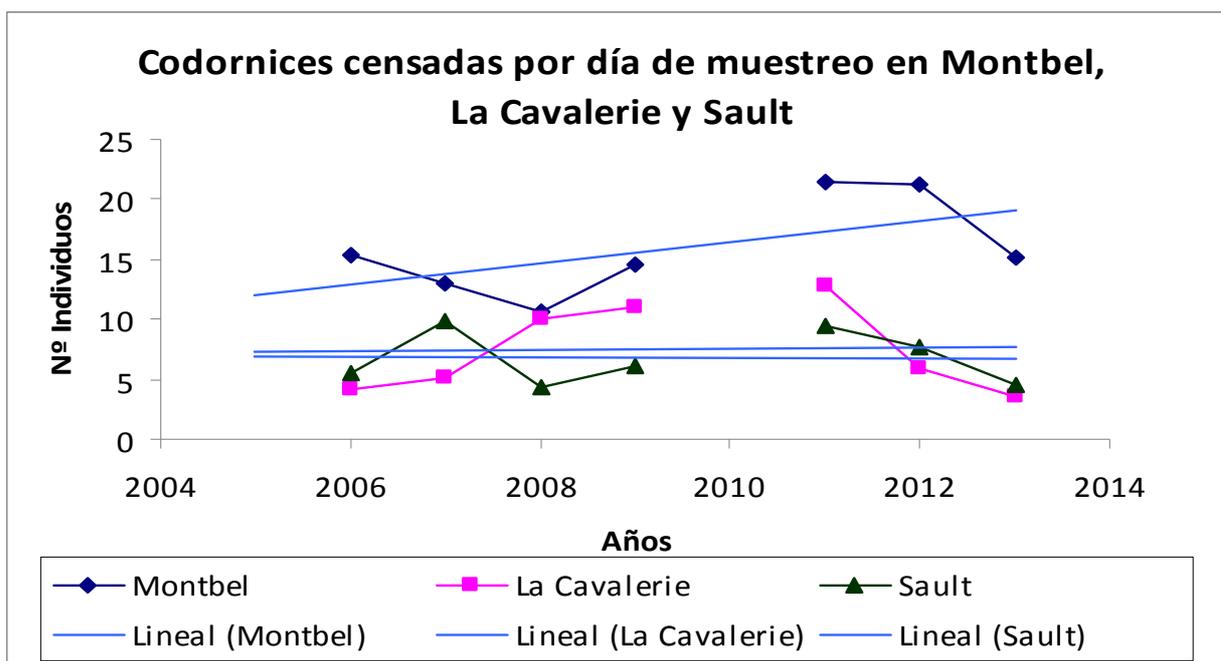


Figura 99. Promedio de machos de codorniz censados por día de muestreo en Montbel (coef. regresión=0.877; se=0.563;  $R^2=32.7$ ;  $F_{(1,5)}=2.42$ ;  $p=0.180$ ), La Cavalerie (coef. regresión=0.047; se=0.626;  $R^2=0.10$ ;  $F_{(1,5)}=0.006$ ;  $p=0.943$ ) y Sault (coef. regresión=-0.024; se=0.382;  $R^2=0.10$ ;  $F_{(1,5)}=0.004$ ;  $p=0.952$ ) durante el período 2006-2013. No se aprecian tendencias estadísticamente significativas ni al alza ni a la baja en el número de individuos por día de muestreo.

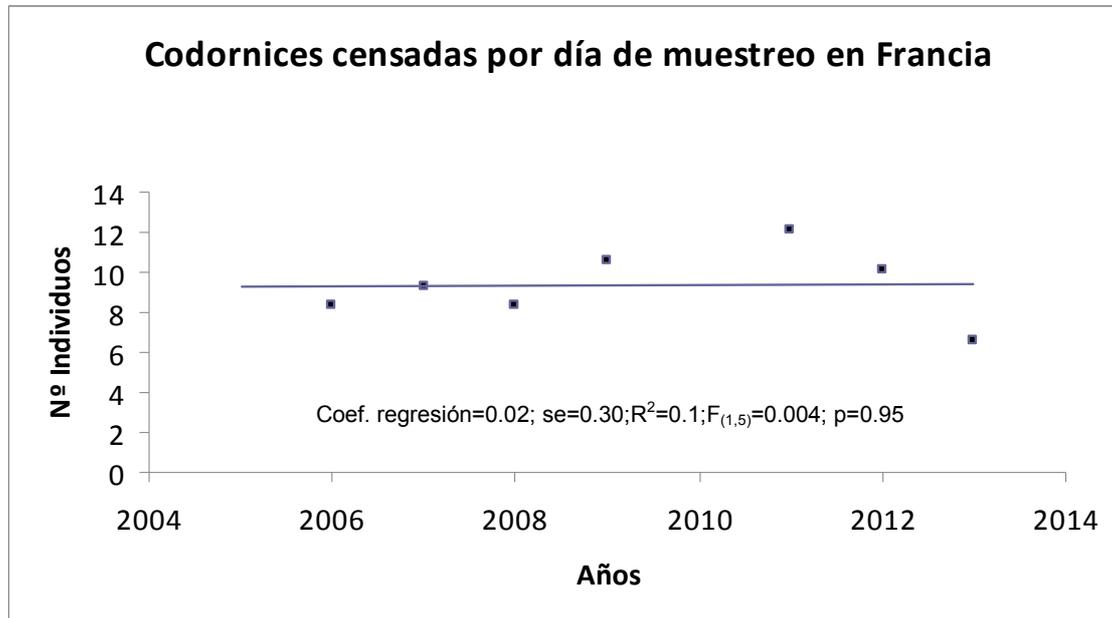


Figura 100. Promedio de machos de codorniz censados por día de muestreo en el conjunto de Francia durante el período 2005-2013. No se aprecian tendencias estadísticamente significativas ni al alza ni a la baja en el número de individuos por día de muestreo.

Finalmente, en la figura 101 se muestra un promedio general del conjunto de localidades de España y Francia más intensamente muestreadas durante el período 2005-2013. En su conjunto, las poblaciones muestran una marcada estabilidad a lo largo de los años, al igual que muestra el análisis realizado con los valores modales del número de individuos censados (y que no se incluyen en el presente informe).

Por otra parte, si la población funcionase como un conjunto, un año de buena densidad se reflejaría en todos los censos realizados en las distintas poblaciones y se observaría una asociación entre las poblaciones estudiadas. Sin embargo, no existe asociación entre los censos de las diferentes poblaciones ( $r < 0.87$ ,  $p > 0.012$ , corrección de Chandler  $p < 0.01$ ), lo que puede ser debido a las causas apuntadas anteriormente cuando se han efectuado los análisis en Figuerola del Camp y en Alp.

Cabe remarcar que los resultados obtenidos en las distintas localidades de España y Francia son muy consistentes y están dotados de una gran

coherencia interna, mostrando tanto separadamente como en su conjunto que la metapoblación atlántica presenta una gran estabilidad a lo largo del período 2005-2013; ello está de acuerdo con la información más actualizada suministrada por Birdlife Internacional (2014) para Europa y por ICO (2014) para Cataluña; sin embargo, sorprendentemente, existe una discrepancia con los datos suministrados por el programa SACRE (SEO/Birdlife, 2013), que muestran un declive moderado.

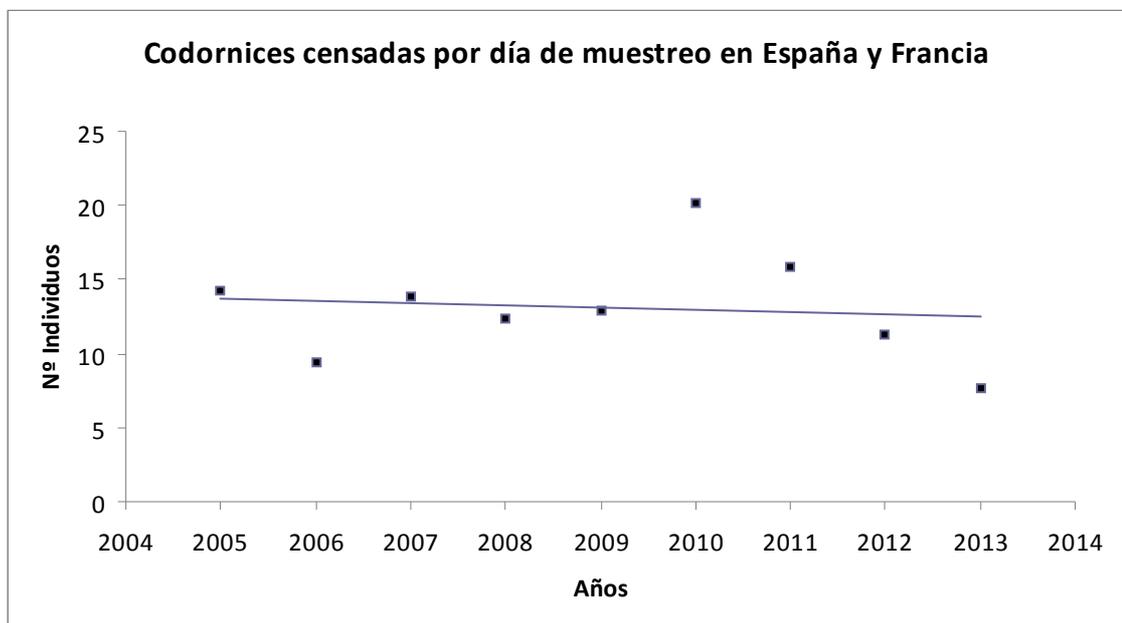


Figura 101. Promedio de machos de codorniz censados por día de muestreo en el conjunto de España y Francia durante el período 2005-2013. No se aprecian tendencias estadísticamente significativas ni al alza ni a la baja en el número de individuos por día de muestreo.

Esta discrepancia probablemente se deba a las limitaciones de la metodología empleada en el programa SACRE, ya que por una parte genera infraestimaciones (obs. pers.) que pueden llegar a ser 3 y cuatro veces menores a las estimaciones realizadas con el método de censo utilizado en el presente proyecto. Por otra parte, el método SACRE implica la realización de únicamente dos salidas durante la época reproductora, por lo que está sometida a sesgos azarosos debidos a las grandes fluctuaciones intraestacionales que se observan durante la época de cría de la codorniz.

común. Capítulo aparte merece la, a nuestro juicio, mala práctica consistente en comparar el primer año de estudio con el último y, a partir de ahí, concluir que ha habido una disminución respecto a 1998 del 61.78 %. En una especie que presenta unas fluctuaciones interanuales tan marcadas, como es el caso de la codorniz, este tipo de praxis puede llegar a ser muy engañoso.

En definitiva, a partir de los resultados obtenidos, consideramos que el estado de conservación de la codorniz común es estable durante el período 2005-2013 en la metapoblación atlántica.

Por otra parte, para analizar la influencia de variables geográficas en la abundancia de las poblaciones estudiadas, se ha ajustado un modelo lineal generalizado mixto (GLMM) a los datos de censo (número total de individuos censados en una temporada) en función de la latitud y la altitud del lugar; no se ha considerado la longitud geográfica porque dadas las características geográficas del continente europeo más occidental, un aumento en latitud implica un aumento en longitud y por lo tanto existe una elevada colinealidad entre estas dos variables (figura 102).

Estas dos variables se han centrado previamente con respecto a su media, y en el modelo se ha tenido en cuenta el esfuerzo de muestreo introduciendo el número de días muestreados como un término “offset”; asimismo, se ha controlado la variabilidad entre años introduciéndolos como un factor aleatorio. Finalmente, el modelo se ha ajustado asumiendo una distribución de Poisson y una función “link” logarítmica. Se probó inicialmente el modelo saturado y se fueron eliminando progresivamente los términos del modelo que no mejoraban significativamente el ajuste (se utilizó para ello la constante de Akaike , AIC).

El modelo resultante incluyó las dos variables geográficas sin su interacción (latitud:  $\chi^2_1 = 2368$ ,  $p < 0.0001$ ,  $\chi^2_1 = 1544.5$ ,  $p < 0.0001$ ). La estima de los estadísticos se muestra en la tabla XXIII e indica que, por cada incremento de un grado de latitud, el censo se incrementa en 0.87 machos ( $e^{-0.14}$ ) y por cada

100 m de altitud el incremento es de 1.12 individuos ( $e^{0.111}$ , ver también la figura 100).

	Estima	Error estándar	Z	p
Ordenada en el origen	2.338	0.06	38.89	<0.00001
Latitud (centrada)	-0.144	0.003	48.66	<0.00001
Altitud (centrada)	0.111	0.003	39.30	<0.00001

Tabla XXIII. Estimaciones de la ordenada en el origen y de las pendientes del plano ajustado al censo de individuos durante la época reproductora.

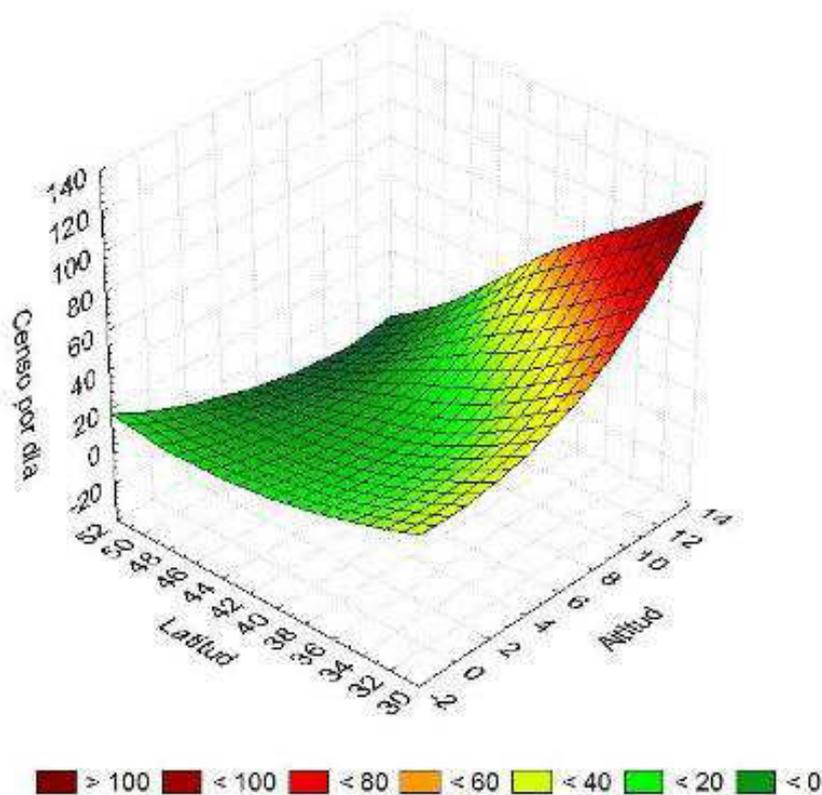


Figura 102. Ajuste por interpolación cúbica (“spline”) de la relación entre el censo por día, la altitud y la latitud de un lugar.

#### **5.1.4.- Conclusiones**

Los resultados obtenidos muestran de una forma consistente que la metapoblación atlántica de Codorniz común permanece estable en los últimos 9 años en España y en Francia, a pesar de la existencia de fluctuaciones interanuales.

Estas fluctuaciones interanuales son mucho mayores en las zonas de secano que en las de regadío; en las primeras, el estado del cereal (altamente dependiente del régimen de precipitaciones) modula significativamente el grado de abundancia de individuos, mientras que en las segundas, al estar el cereal tamponado, las variaciones interanuales dependen en parte de las precipitaciones caídas en año previo en las zonas de invernada.

La estabilidad hallada en las poblaciones estudiadas muestra una coherencia con las tendencias poblacionales suministradas para Europa por Birdlife Internacional y con las suministradas para Cataluña por el ICO. Sin embargo, difiere de las estimas suministradas por SEO/Birdlife para España.

La abundancia de codorniz está modulada por las variables geográficas de latitud y altitud de las zonas: por cada incremento de un grado de latitud se incrementa el censo en 0.87 individuos, y por cada 100 metros de altitud se incrementa en 0.12.

Dada la mayor fiabilidad de la metodología de censo empleada en el presente proyecto, consideramos que las estimas poblacionales y las tendencias que se muestran en el presente informe son más ajustadas a la realidad, y deben ser adoptadas como información de referencia a nivel tanto nacional como internacional.

## 5.2. ANÁLISIS GENERAL DE LAS PIEZAS CAZADAS

### 5.2.1. Variaciones en los días de caza

Al igual que pasó en el año 2012, hay una variación en los días de caza en las diferentes localidades (ANOVA:  $F_{(8,85)}=5.93$ ,  $p<<0.01$ , figuras 103 y 104). Puede apreciarse la existencia de diferencias en la duración de la media veda entre los departamentos franceses y Alp (Cataluña), pero esta diferencia es significativa sólo para los departamentos 24 (test a posteriori,  $p=0.04$ ), 82 ( $p=0.02$ ) y 85 ( $p=0.0002$ ). Si tenemos en cuenta únicamente los departamentos franceses, la diferencia también es significativa (anova:  $F_{(7,78)} = 3.97$ ,  $p<0.01$ , figura 102 ) y la diferencia se encuentra en el departamento 85 que tienen una duración de la caza superior al 12 ( $p=0.04$ ) y al 48 ( $p=0.02$ ).

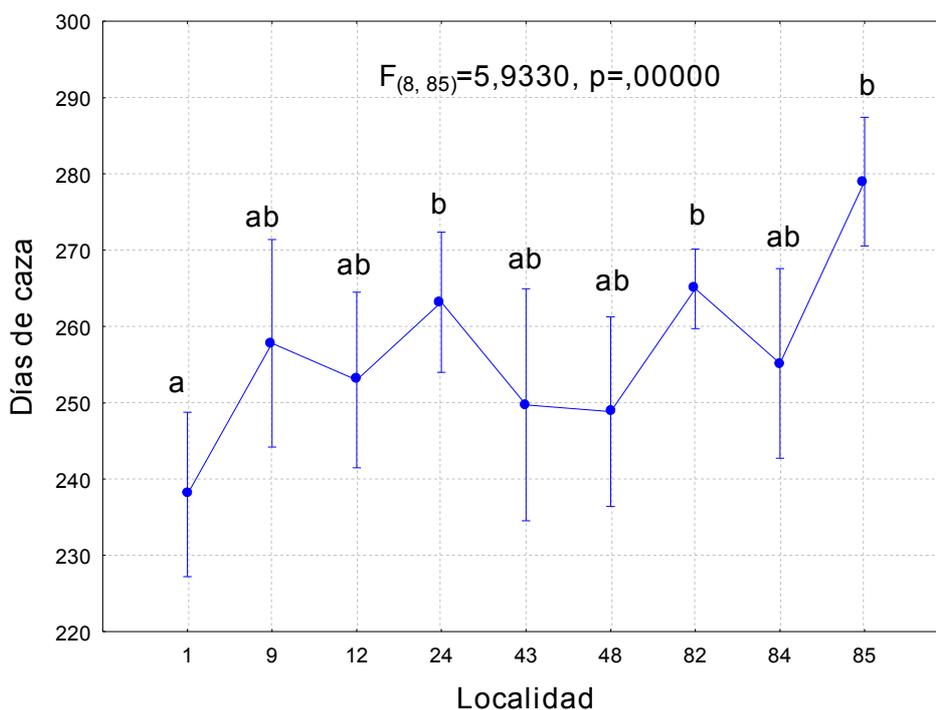


Figura 103. Variación en los días de caza en Alp (código 1 del eje de abscisas) y en diferentes departamentos franceses. Letras iguales significan diferencias no significativas según el test a posteriori de Tukey HSD para muestras de tamaño diferente.

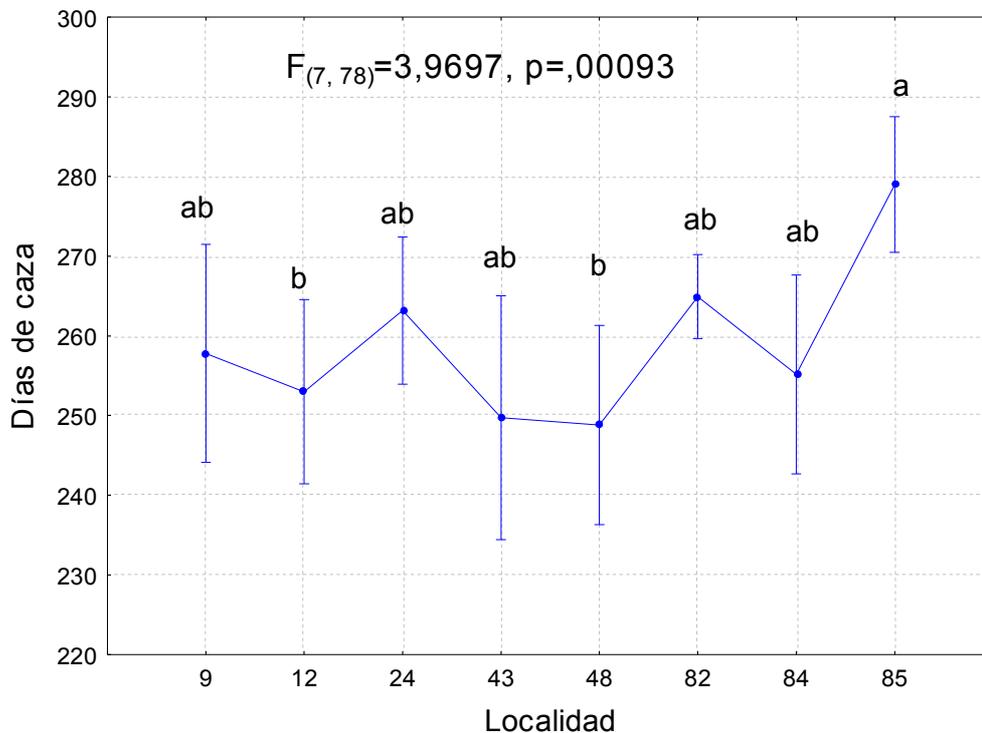


Figura 104. Variación en los días de caza entre departamentos franceses. Letras iguales significan diferencias no significativas según el test a posteriori de Tukey HSD para muestras de tamaño diferente.

### **5.2.2. Razones de sexos y edades de los individuos cazados**

La caza, en general, se centra en ejemplares jóvenes nacidos el año calendario (Euring 3), con 6.34 jóvenes por cada adulto (total 526:84). La razón de edades no se asocia con la altitud del lugar (coeficiente de correlación de Pearson,  $r=-0.48$ ,  $p=0.19$ ,  $n=9$ ), presentado el valor mas elevado Saint Aubin la Plaine (13.7) y el mas igualado Ariège (1.6, figura 102). La razón de sexos no se desvía del 50% en ninguna localidad salvo en Alp (4.8 machos:1 hembra).

### **5.2.3. Variaciones en el peso de los individuos cazados**

Con relación al peso de los ejemplares cazados, se ha efectuado un análisis con las tablas de caza suministradas por L'Ariège, La Cavalerie, Montbel y Garganvillar, ya que estas muestras incluyen individuos de ambos sexos, tanto jóvenes como adultos; ello permitió efectuar un análisis de la varianza de tres factores (localidad, sexo y edad) siendo el peso la variable respuesta. Los resultados mostraron que ninguna interacción es significativa ( $F < 1.81$ ,  $p > 0.14$ ) y que solo el factor jóvenes muestra significación ( $F_{(1,379)} = 6.6$ ,  $p = 0.01$ ), siendo los jóvenes (media  $\pm$  error estándar,  $95.09 \pm 2.03$ ,  $n = 347$ ) menos pesados que los adultos ( $104.77 \pm 3.19$ ,  $n = 48$ ). Por tanto, aparte de las variaciones en peso debidas a la edad, no se diferencian en peso los individuos machos y hembras de las distintas localidades.

Para efectuar un análisis acerca de la evolución del peso a lo largo de la temporada de caza, únicamente se ha podido contar con los datos recogidos en Garganvillar, ya que el resto de localidades presenta un período de caza demasiado corto o un número de ejemplares abatidos demasiado pequeño como para poder aplicar técnicas de estadística inferencial (figura 105).

En esta localidad, la temporada de caza se extendió desde el 31 de agosto de 2013 hasta el 9 de noviembre de 2013 y se dividió en 8 decenas. Se capturaron 338 ejemplares, de los que el 91% eran jóvenes y solo el 9% adultos. Por lo tanto el análisis se ha realizado solo para los jóvenes y hasta la decena 5 (18 de octubre), ya que a partir de esta fecha no se capturaron hembras. El análisis muestra diferencias en el peso a lo largo de las decenas (Anova<sub>fechas por decenas</sub>:  $F_{(4,295)} = 9.7$ ,  $p < 0.01$ ). La variación a través del tiempo de caza muestra que en la segunda decena (10/9-19/9) las aves incrementan el peso con respecto a la primera (31/8-9/9) y tercera decena (20/9-29/9), posteriormente la cuarta (30/9-9/10) y quinta decena (10/10-19/10) muestra unos valores intermedios no diferenciados significativamente de lo que sucedió en las decenas anteriores.

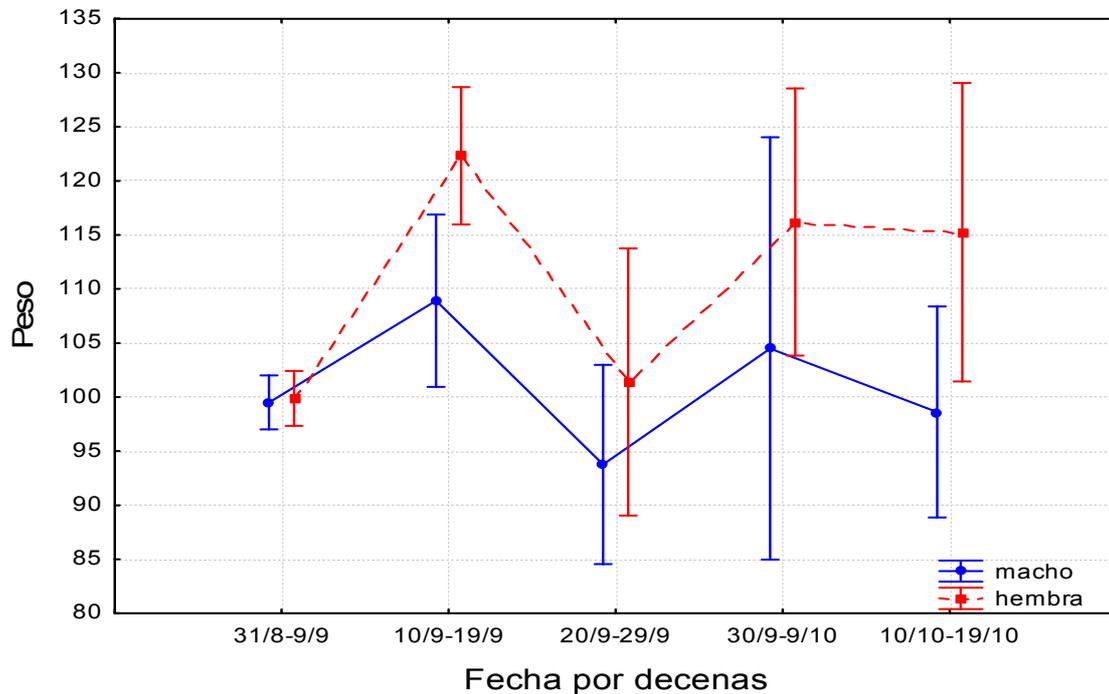


Figura 105. Diferencias de peso en los individuos jóvenes separados por sexos capturados en Garganvillar desde el 31 de agosto hasta el 10 de octubre divididos en decenas.

Si tenemos en cuenta el peso de los individuos jóvenes por sexos, las diferencias son significativas ( $Anova_{\text{sexo}}: F_{(1,295)} = 8.16, p < 0.01$ ) siendo los machos ( $101.06 \pm 2.55, n=154$ ) menos pesados que las hembras ( $111.01 \pm 2.37, n=151$ ). Por otra parte, la falta de interacción entre los factores ( $Anova_{\text{interacción}}: F_{(4,295)} = 2.4, p = 0.051$ ) indica que esta diferencia de peso se mantiene en todas las decenas estudiadas.

Con referencia a los adultos, no se muestran diferencias ni en la fechas ( $Anova_{\text{fechas por decenas}}: F_{(1,22)} = 0.25, p = 0.52$ ) ni en la interacción entre fechas y sexo ( $Anova_{\text{interacción}}: F_{(1,22)} = 0.04, p = 0.84$ , figura 104); ello sugiere que la estrategia post-reproductora parece diferente entre jóvenes y adultos (figura 106).

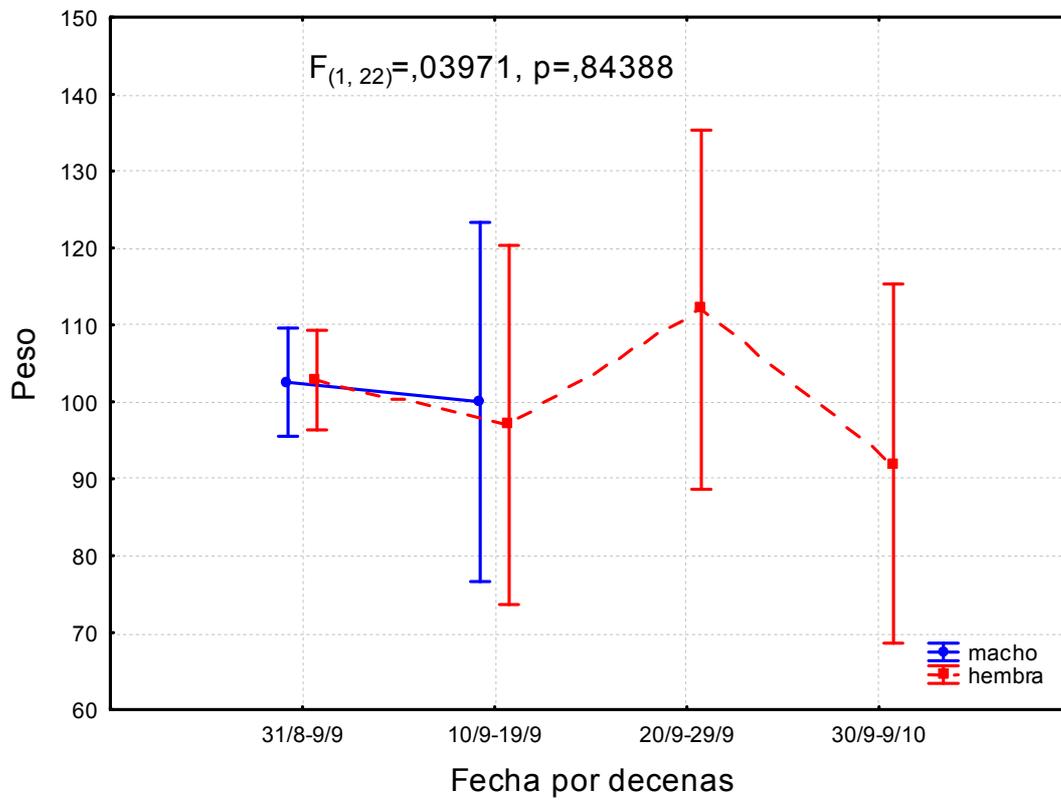


Figura 106. Variación del peso de los individuos adultos, separado por sexos, cazados en Garganvillar desde el 31 de agosto hasta el 30 de septiembre divididos en decenas.

### 5.3.- RESULTADOS GLOBALES DE MORFOMETRÍA

Las poblaciones del Algarve en Portugal, Ciudad Real, Tarragona y Girona en España, así como Ariège, Tarn et Garonne, Aveyron, Lozère, Vaucluse y Vendée en Francia han colaborado con el proyecto los tres años (2011-2013) y serán las localidades que se analizan en conjunto para caracterizar la variación morfológica que presenta la especie en su área de distribución occidental y las posibles variaciones anuales (tabla XXIV). Las poblaciones de Dordogne, Gard, Lot et Garonne y Marne en Francia así como Zamora en España se han incorporado en el 2013 y permiten ampliar el muestreo hacia el norte (con respecto a los datos de 2011 y 2012) y conocer la morfología de la población largo migrante, al estar situadas por encima de los 40°N en el continente europeo. Los nuevos departamentos franceses incorporados presentan una baja altitud (por debajo de los 150 m), mientras que la localidad española se sitúa alrededor de los 700 m. Algunas localidades, además del seguimiento del protocolo que indica el censo en 10 puntos determinados, se realizaban unos itinerarios con el fin de capturar individuos para el anillamiento. Los datos que se han utilizado en este capítulo corresponden al total de animales capturados en todas las localidades estudiadas.

En total se han medido 2.046 individuos, siendo 305 (14.9%) jóvenes y 1721 (84.1%) adultos. Los 21 restantes (1%) fueron individuos que no se pudieron datar (tabla XXIV).

En el análisis estadístico se verificaron los requisitos de normalidad mediante la observación de gráficas de probabilidad de la normalidad ("Normal probability plot") y de homogeneidad de varianzas mediante el test de Levene. Se aceptaron pequeñas desviaciones de la gráfica de probabilidad ya que el Anova es robusto a estas desviaciones, pero si existía heterogeneidad se optó por aplicar un test de la varianza no paramétrico (test de Kruskal-Wallis). Los test post hoc utilizados fueron el test de Tukey HSD para muestras con datos

distintos en el caso del análisis de la varianza paramétrico y el test de comparación múltiple de rangos medios para el análisis de la varianza no paramétrico. Cuando se indica el valor medio de una variable se añade el error estándar para caracterizar su variabilidad. En el caso de las gráficas, esta variabilidad está representada por los intervalos de confianza al 95%.

### 5.3.1.- Peso

#### 5.3.1.1.- Peso - Temporada 2013

De las 18 localidades que presentan capturas de jóvenes en 2013 (figura 103), solo cinco (Girona, Ariège, Tarn et Garonne, Vendée y Maine et Loire, figura 104) presentan un número suficiente de jóvenes ( $n \geq 9$ ) para poder hacer un análisis robusto. Todas las localidades pertenecen a la población largo migradora. Existen diferencias entre localidades en el peso de los individuos jóvenes de 2013 (Anova  $F_{(4,68)}=4.78$ ,  $p=0.002$ , figura 104) y es mayor en las de más al norte.

		2013			2012			2011			Total
		J	A	I	J	A	I	J	A	I	
Portugal	Algarve (3)	0	20	0	0	11	0	1	7	0	39
	Braganza (1)				1	19	0				20
	Total	0	20	0	1	30	0	1	7	0	59
Francia	Ariège (3)	11	21	0	18	70	0	37	40		197
	Aube (2)	1	78	0	1	28	0				108
	Aude (2)	0	4	0				16	19	0	39
	Aveyron (3)	7	2	1	7	16	0	3	38	0	74
	Deux-Sevres (2)	2	16	0	3	9	0				30
	Dordogne (1)	5	10	0							15

	Gard (1)	6	12	2							20
	Haute Loire (2)	2	6	0	4	4	0				16
	Loir et Cher (2)	0	2	2	0	10	0				14
	Lot et Garonne (1)	6	13	0							19
	Lozère (3)	5	17	0	11	25	0	17	28	0	103
	Maine et Loire (2)	16	100	1	5	6	1				129
	Marne (1)	0	10	0							10
	Oise (2)	1	15	0	0	5	0				21
	Tarn et Garonne (3)	9	163	0	1	71	0	8	49	0	301
	Vaucluse (3)	8	68	1	1	56	0	4	43	0	181
	Vendée (3)	14	82	0	1	18	0	1	3	0	119
	<b>Total</b>	<b>83</b>	<b>619</b>	<b>7</b>	<b>52</b>	<b>318</b>	<b>1</b>	<b>86</b>	<b>220</b>	<b>0</b>	<b>1.396</b>
España	Ciudad Real (3)	1	22	0	1	16	0	0	43	4	87
	Girona (3)	23	45	1	14	91	0	28	83	4	289
	León (2)				2	44	0	2	67	0	115
	Soria (1)				3	23	0				26
	Tarragona (3)	4	15	0	0	21	0	2	19	1	62
	Zamora (1)	2	18	2							22
	<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>3</b>	<b>22</b>	<b>262</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>145</b>	<b>9</b>	<b>601</b>
	<b>Total</b>	<b>113</b>	<b>739</b>	<b>10</b>	<b>75</b>	<b>610</b>	<b>1</b>	<b>117</b>	<b>372</b>	<b>9</b>	<b>2.046</b>

Tabla XXIV.- Número de individuos capturados por localidad en los tres años de estudio separados por edades (jóvenes=euring 3, adultos= euring>3 e indeterminados=euring 2). Los

valores en paréntesis indican el número de temporadas en que han colaborado las distintas localidades.

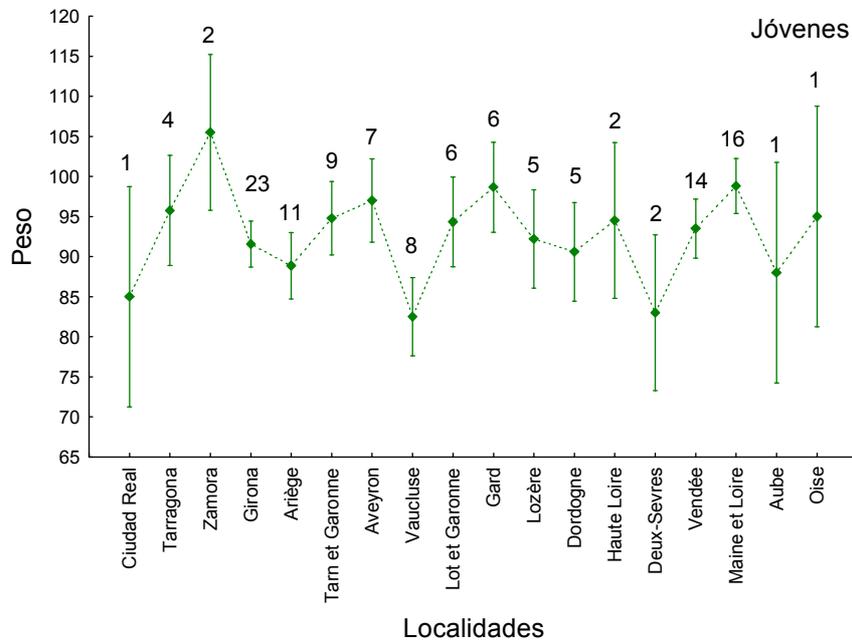


Figura 103. Peso medio de los jóvenes capturados por localidad (las barras verticales indican intervalos de confianza al 95%). Los números indican el tamaño de la muestra. Las localidades dentro de cada país están situadas de menor a mayor latitud.

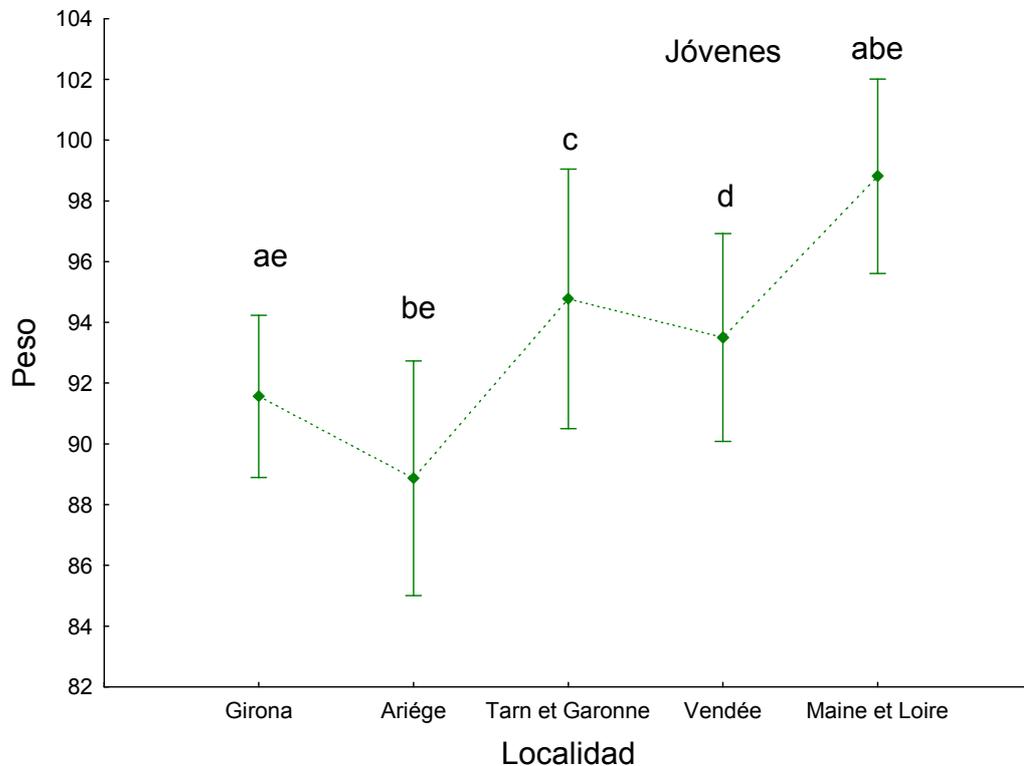


Figura 104.- Peso medio de los jóvenes para aquellas localidades cuyo número es superior a 9 (ver figura 103) (barras verticales indican intervalos de confianza al 95%). Letras iguales indican significación en los test post-hoc. Las localidades dentro de cada país están situadas de menor a mayor latitud.

La banda lipídica está igualmente desarrollada en las cuatro poblaciones en las que se ha medido esta variable (no hay datos para Maine et Loire) (Anova,  $F_{(3,42)}=1.52$ ,  $p=0.22$ ), por lo que el mayor peso no está asociado al momento de la migración. Hay diferencias entre las localidades en la anchura de la ventana cloacal (Anova,  $F_{(4,70)}=5.32$ ,  $p<<0.01$ , figura3) siendo la población de Maine et Loire la que presenta el valor más elevado ( $6.74\pm 0.19$ ) y significativamente diferente de Ariège ( $5.78\pm 0.17$ ) y Tarn et Garonne ( $5.62\pm 0.13$ ), que tienen los valores más bajos. Aunque estas medidas reflejan que los jóvenes están maduros sexualmente, en las poblaciones de más al norte (Vendée y Maine et Loire) o de más altitud (Girona), los valores son más elevados, lo cual es indicativo de que la reproducción en estas zonas se extiende más en el verano.

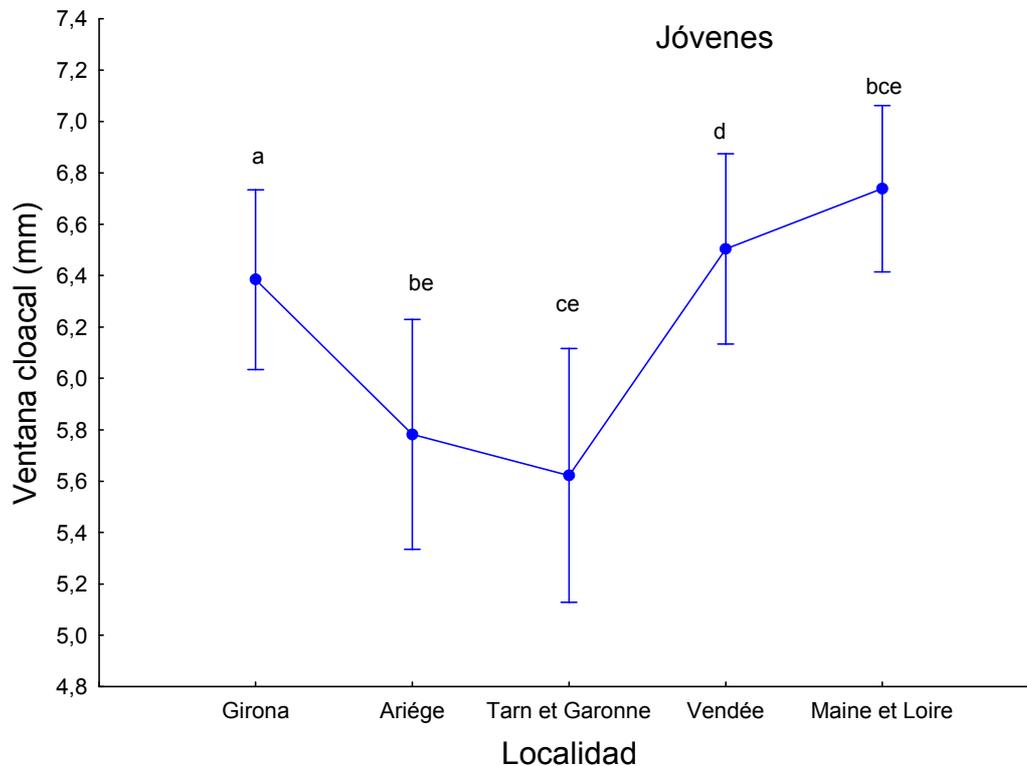


Figura 106.- Anchura de la ventana cloacal en mm en las poblaciones con número suficiente de jóvenes capturados en 2013. Letras iguales indican significación en los test post-hoc. Las localidades dentro de cada país están situadas de menor a mayor latitud.

De forma similar, el análisis del peso de los individuos adultos en la temporada 2013 muestra diferencias entre localidades (Anova,  $F_{(21,716)}=5.84$ ,  $p<<0.01$ ). Si consideramos solo aquellas poblaciones que tienen un número suficiente de animales medidos ( $n>9$  tabla XXIV), los resultados no cambian ( $F_{(17,706)}=6.78$ ,  $p<<0.01$ ). Estas diferencias son debidas fundamentalmente a la localidad de Zamora, que presenta un peso muy elevado (media±error estandar:  $108.11\pm 1.64$ ,  $n=18$ ), al igual que las poblaciones del Algarve ( $102.8\pm 1.70$ ,  $n=20$ ), Aveyron ( $96.00\pm 11.00$ ,  $n=2$ ), Gard ( $100.66\pm 2.63$ ,  $n=12$ ), Maine et Loire ( $101.47\pm 0.66$ ,  $n=100$ ), Loir et Cher ( $100.00\pm 5.00$ ,  $n=2$ ) y Oise ( $104.27\pm 1.55$ ,  $n=15$ ) con las que no se diferencia significativamente (figura 107). La población de Girona presenta un peso muy bajo ( $95.04\pm 0.72$ ,  $n=45$ ), y se diferencia de la del Algarve, Zamora, Maine et Loire y Oise. Finalmente,

Maine et Loire se diferencia de la población de Vaucluse ( $95.76 \pm 1.01$ ,  $n=68$ ) y de la de Vendée ( $97.32 \pm 0.68$ ,  $n=82$ ).

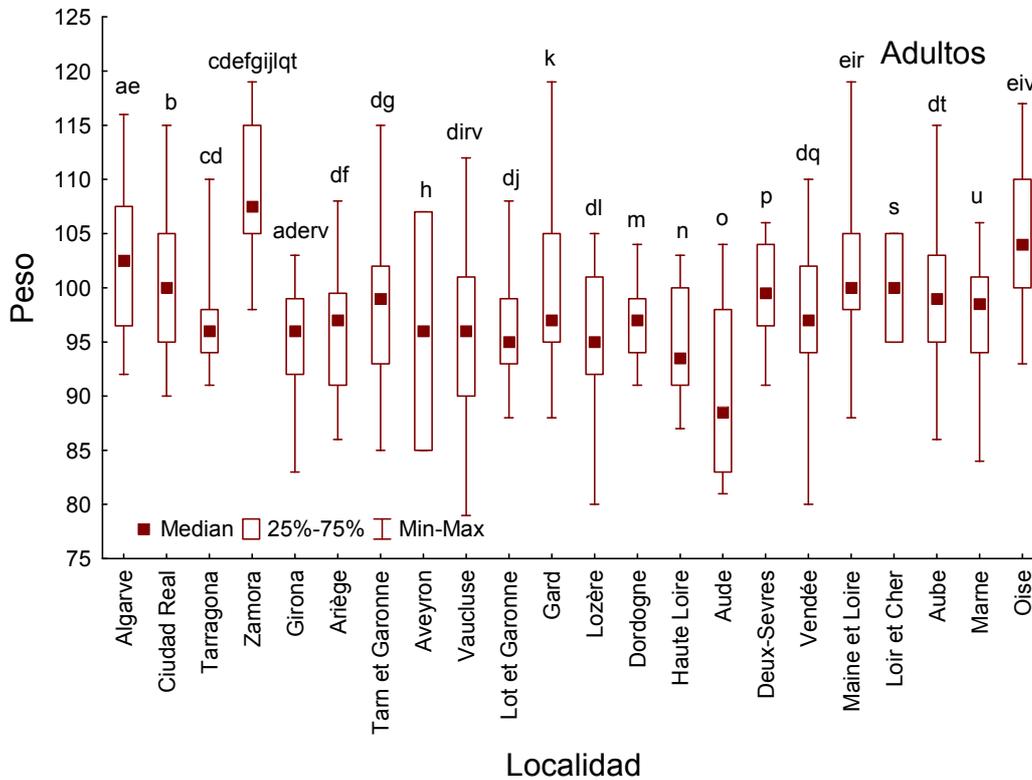


Figura 107. Media e intervalo de confianza al 95% de los pesos de individuos adultos capturados durante la temporada 2013. Letras iguales, valores post-hoc significativos. Las localidades dentro de cada país están situadas de menor a mayor latitud.

La anchura de la banda lipídica en adultos muestra diferencias entre localidades (Test de Kruskal-Wallis,  $H_{(8,375)}=114.86$ ,  $p < 0.01$ , fig 108). No se observa un patrón claro en las diferencias de grasa acumulada; en las localidades españolas de menor latitud la banda lipídica es mayor (en Zamora no se midió esta variable), en las localidades más norteñas de Francia y la de Portugal (más sureña) los valores son más bajos.

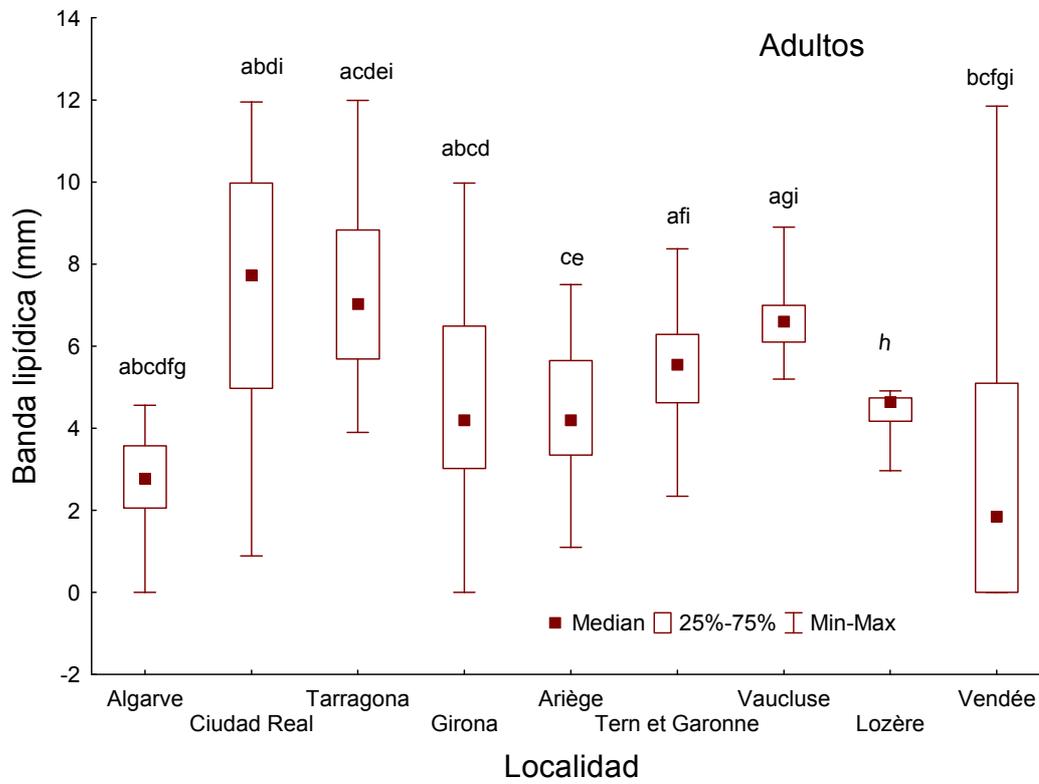


Figura 108.- Anchura de la banda lipídica en adultos en la temporada 2013. Letras iguales valores post-hoc significativos. Las localidades dentro de cada país están situadas de menor a mayor latitud.

También existen diferencias entre localidades (Anova,  $F_{(8,440)}=35.01$ ,  $p<<0.01$ , figura 109) en la anchura de la ventana cloacal.

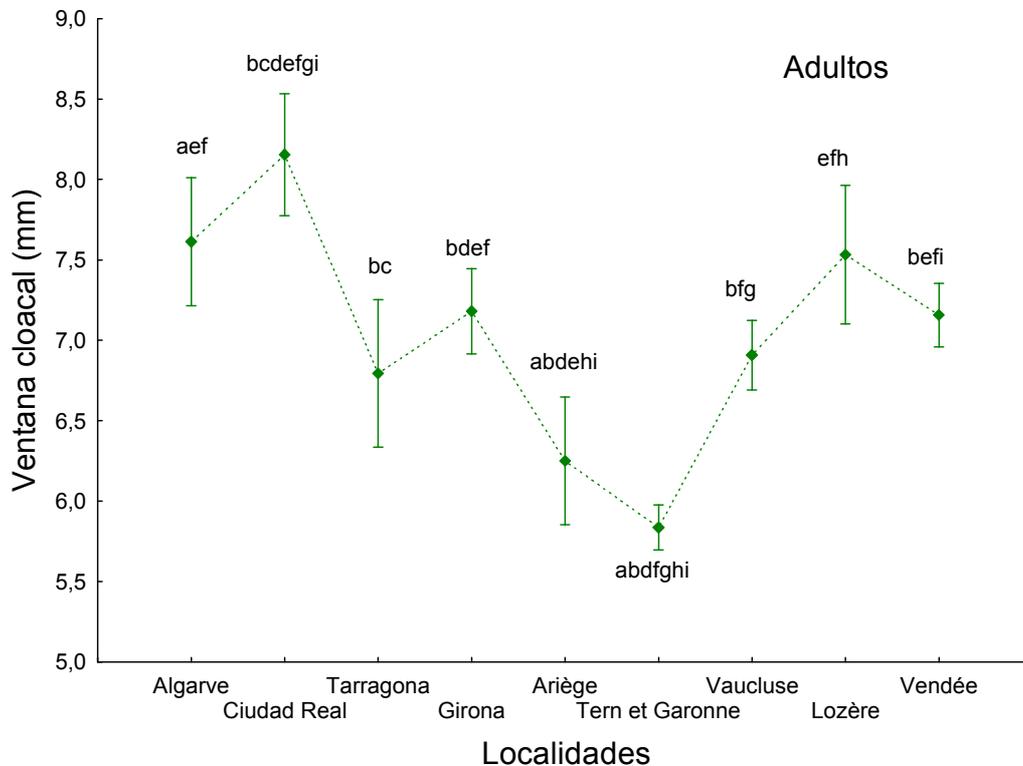


Figura 109.- Anchura de la ventana cloacal en adultos en la temporada 2013. Letras iguales valores post-hoc significativos. Las localidades dentro de cada país están situadas de menor a mayor latitud.

Se observa una tendencia a presentar una ventana más desarrollada en las localidades más norteñas de Francia (Vaucluse, Lozère y Vendée), así como las que se encuentran por debajo de 40°N en la Península Ibérica (Ciudad Real). En las poblaciones por encima de los 40°N la variación de la anchura de la ventana cloacal es similar a lo que se observa en los jóvenes. Si clasificamos las localidades por altitudes (baja: hasta 400 m., media: de 401-900 m. y alta: 901-1200 m.), la ventana cloacal está más dilatada en las poblaciones con mayor altitud (Anova:  $F_{(2,448)}=31.28$ ,  $p < 0.01$ , tabla XXV), diferenciándose claramente las poblaciones de baja altitud de las de alta (test post-hoc de Tukey HSD para muestras de tamaño desigual,  $p=0.01$ ). Las dos categorías de mayor altitud no son diferentes significativamente ( $p=0.9$ ).

Altitud	Localidades	Media	Error estándar	n
Baja (0-400)	Algarve, Tarragona, Ariège, Tarn et Garonne, Vendée	6.39	0.06	297
Media (401-900)	Ciudad Real, Aveyron, Vaucluse	7.21	0.10	92
Alta (901-1200)	Girona, Lozère	7.26	0.14	62

Tabla XXV.- Media, error estándar y número de individuos (n) de la anchura de la ventana cloacal de los adultos durante la temporada de 2013 en función de la altitud del lugar.

### **5.3.1.2.- Peso - Temporadas 2011-2013**

De las localidades que fueron muestreadas los tres años (tabla XXVI), no se capturaron jóvenes en algún año en el Algarve (Portugal), en Ciudad Real (España y en Tarragona (España), por lo que se han eliminado del análisis conjunto de los tres años para esta clase de edad. El análisis de la varianza muestra que el peso de los jóvenes varía entre localidades (Factor localidad:  $F_{(6,203)}=3.12$ ,  $p=0.006$ , figura 110, pero no entre años (factor año:  $F_{(2,203)}=0.43$ ,  $p=0.65$ ) y no existe interacción entre los dos factores (Interacción:  $F_{(12,203)}=0.85$ ,  $p=0.60$ ). El departamento de Vaucluse presenta el peso más bajo de todos (tabla XXIV) y es uno de los lugares donde la longitud del ala es más reducida (ver apartado 5.3.2.1). Esto podría estar relacionado con una reproducción más tardía en esta localidad, ya que ambos caracteres apuntan a que los jóvenes aún no han alcanzado el tamaño de los de otros lugares estudiados; si bien la muestra debería ser mayor para que la conclusión tuviera más fortaleza.

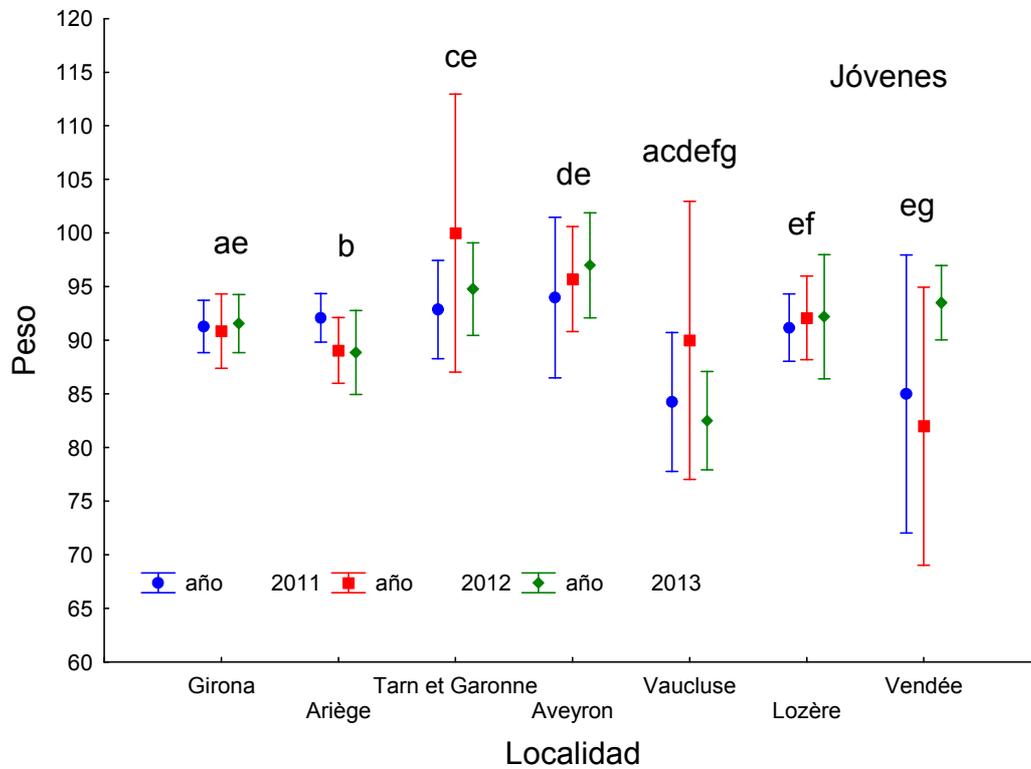


Figura 110. Media e intervalo de confianza al 95% de los pesos de individuos adultos capturados durante las tres temporadas (2011-2013) para las diferentes localidades. Letras iguales valores post-hoc no significativos. Las localidades dentro de cada país están situadas de menor a mayor latitud.

Localidad	Peso medio (g)	Error estándar	N
Girona	91,29231	0,712094	65
Ariège	90,63710	0,949976	62
Tarn et Garonne	94,22222	1,361361	18
Aveyron	95,94118	1,817947	17
Vaucluse	83,61538	1,995310	13
Lozère	91,63636	0,895927	33
Vendée	92,25000	1,813146	16

Tabla XXVI.- Peso medio, error estándar y número de jóvenes por localidades muestreadas en los tres años (2011-2013).

La anchura de la banda lipídica no presenta diferencias entre las diferentes poblaciones de jóvenes (Test Kruskal-Wallis  $H_{(6,167)}=12.30$ ,  $p=0.06$ , fig 110), pero el desarrollo de la ventana cloacal sí (Test Kruskal-Wallis  $H_{(6,151)}=53.06$ ,  $p<<0.01$ , figura 111), observándose una tendencia hacia un mayor desarrollo en las localidades más altas (al igual que en el análisis de la temporada 2013). Si comparamos la ventana cloacal en función de la altitud (tres niveles de altitud, ver más arriba), vemos que a partir de altitudes medias (media-alta), la ventana cloacal es mayor que a baja altitud (Anova,  $F_{(2,169)}=11.63$ ,  $p<<0.01$ , baja altitud:  $6.07\pm 0.11$ ,  $n=75$ , media altitud:  $7.08\pm 0.30$ ,  $n=22$ ; elevada altitud:  $6.68\pm 0.11$ ,  $n=75$ ).

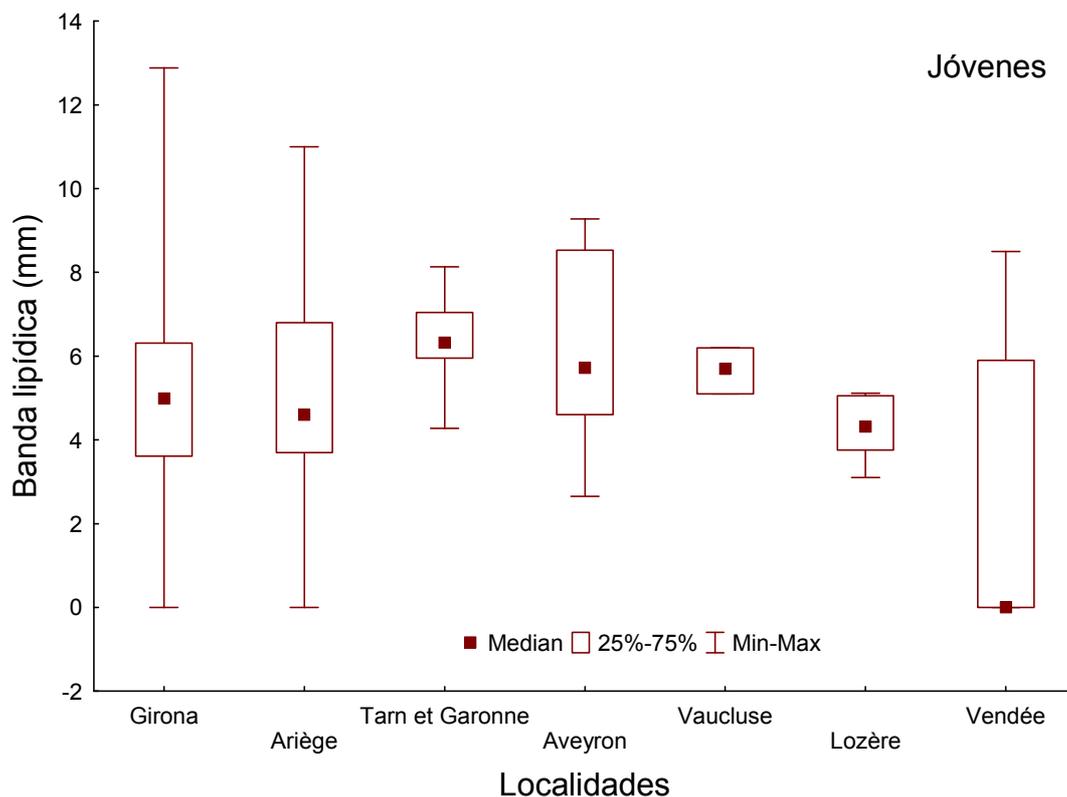


Figura 111. Mediana, cuartiles 25-75% y valores máximo y mínimo de la anchura de la banda lipídica (mm) para los jóvenes de las localidades muestreadas los tres años. Las localidades dentro de cada país están situadas de menor a mayor latitud.

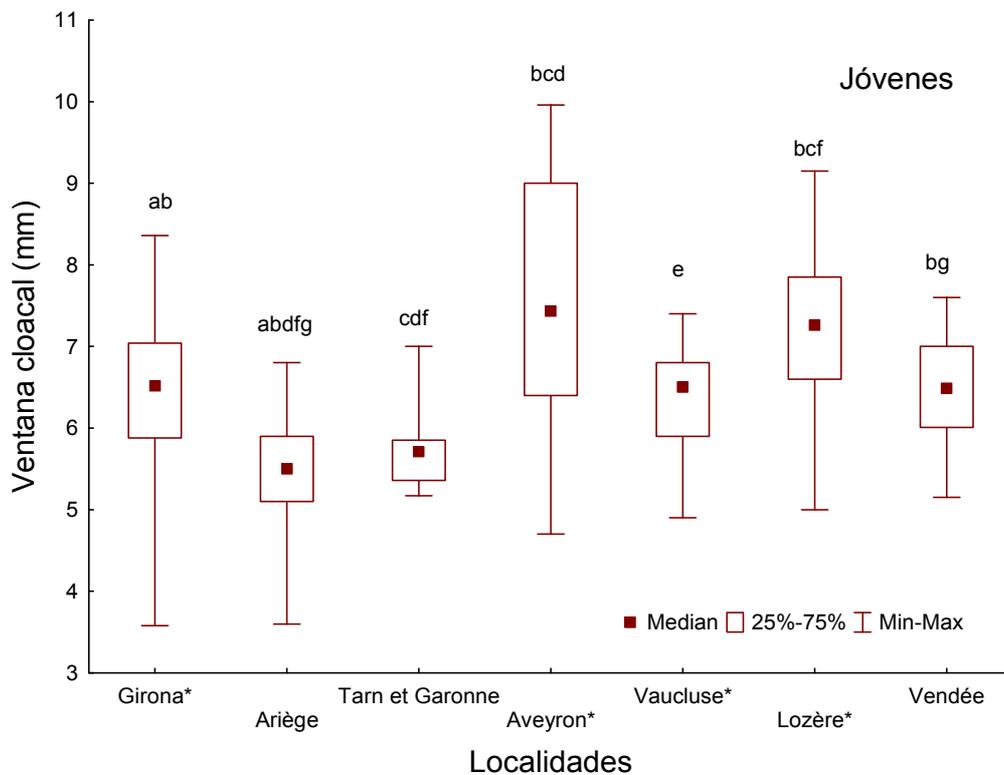


Fig 112. Mediana, cuartiles 25-75% y valores máximo y mínimo de la anchura de la ventana cloacal (mm) para los jóvenes de las localidades muestreadas los tres años. Letras similares indican diferencias significativas (test a posteriori). Las localidades dentro de cada país están situadas de menor a mayor latitud y las que presentan \* se encuentran a más de 800 m de altitud. Las demás están a menos de 300 m.

Con referencia a los adultos, se observan diferencias en el peso a nivel de localidades (Factor localidad:  $F_{(9,1172)}=9.9$ ,  $p<<0.01$ , figura 113), pero no entre años (Factor año:  $F_{(2,1172)}=1.8$ ,  $p=0.16$ ) y estas diferencias son consistentes en los tres años de estudio (interacción:  $F_{(18,1172)}=1.0$ ,  $p=0.46$ ).

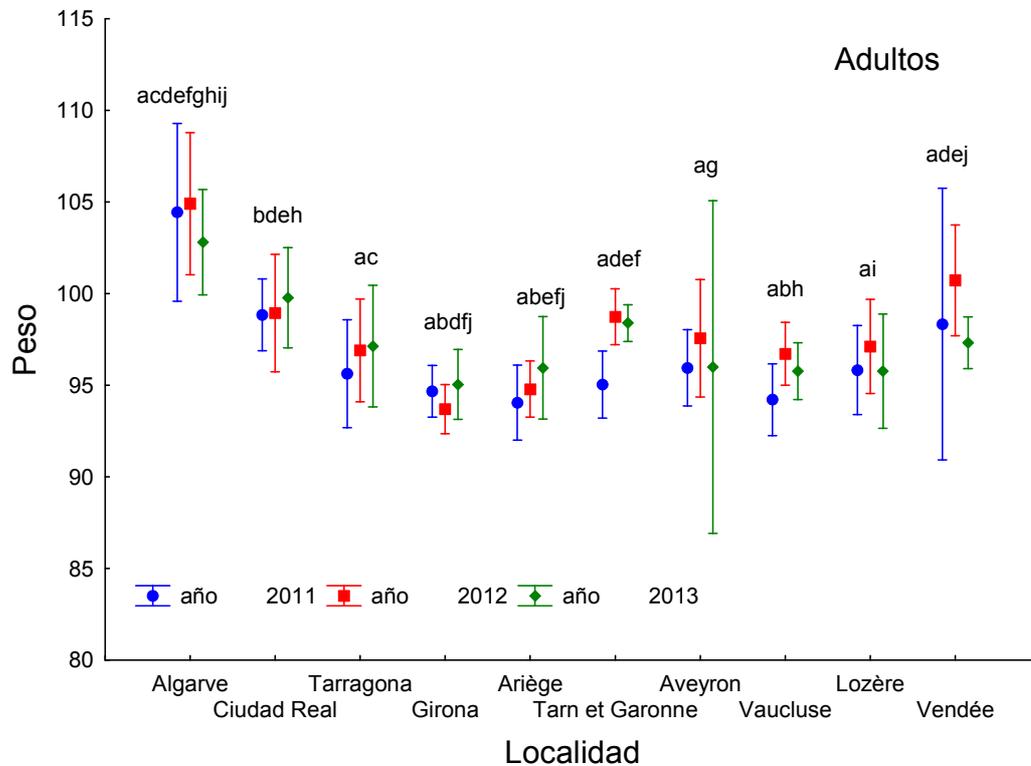


Figura 113.- Medias e intervalos de confianza al 95% para los pesos de los machos adultos en las diferentes localidades que se han estudiado en el 2011 y el 2013. Las letras iguales indican significación entre las localidades.

La banda lipídica en los adultos presenta diferencias entre localidades (test de Kruskal-Wallis,  $H_{(9,878)}=167.22$ ,  $p<0.01$ , figura 114). Los valores más bajos se encuentran en el Algarve portugués y en La Vendée. Tarragona presenta los valores más altos dentro de las localidad españolas y es similar estadísticamente a la mayoría de localidades francesas (Tarn et Garonne, Aveyron, Vaucluse y Lozère). Valores intermedios se encuentran en Ciudad Real, Girona y Ariège. No se observan diferencias entre años ( $H_{(2,878)}=2.46$ ,  $p=0.29$ ).

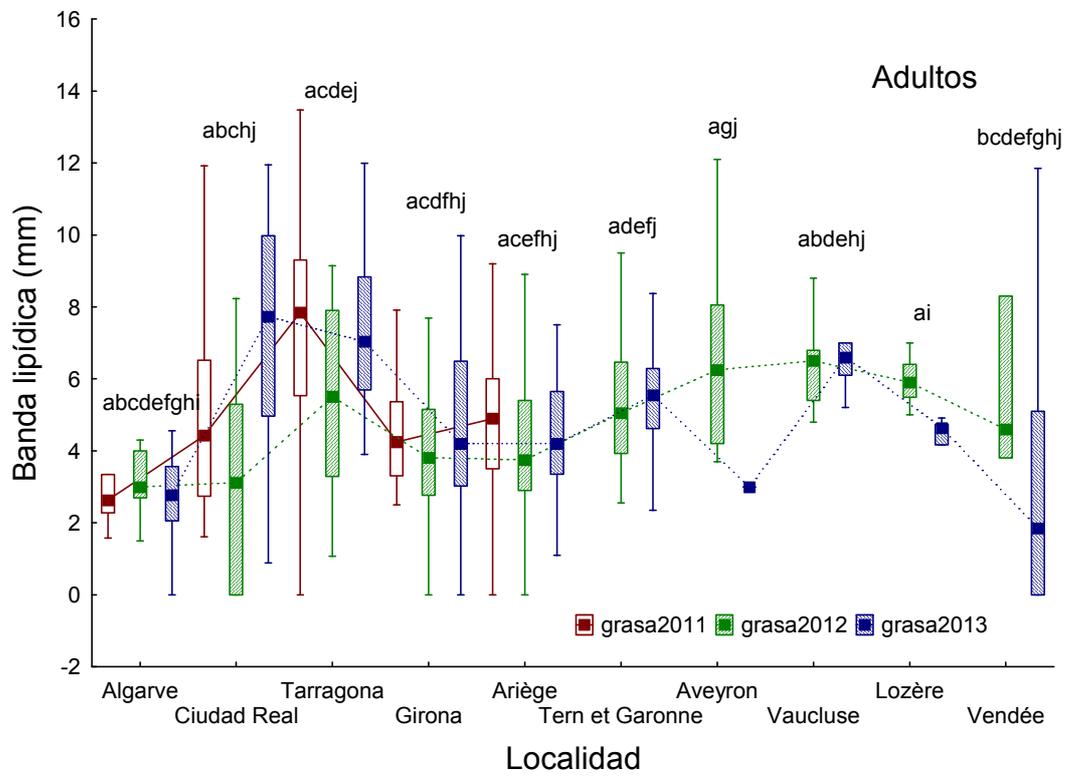


Figura114. Mediana, cuartiles 25-75% y máximo y mínimo de la anchura de la banda lipídica en adultos clasificados por años y localidades.

La anchura de la ventana cloacal presenta diferencias entre localidades ( $H_{(9,978)}=291.2$ ,  $p < 0.01$ , fig 114) y entre años ( $H_{(2,978)}=29.75$ ,  $p < 0.01$ ), observándose una disminución progresiva con el avance de los años.

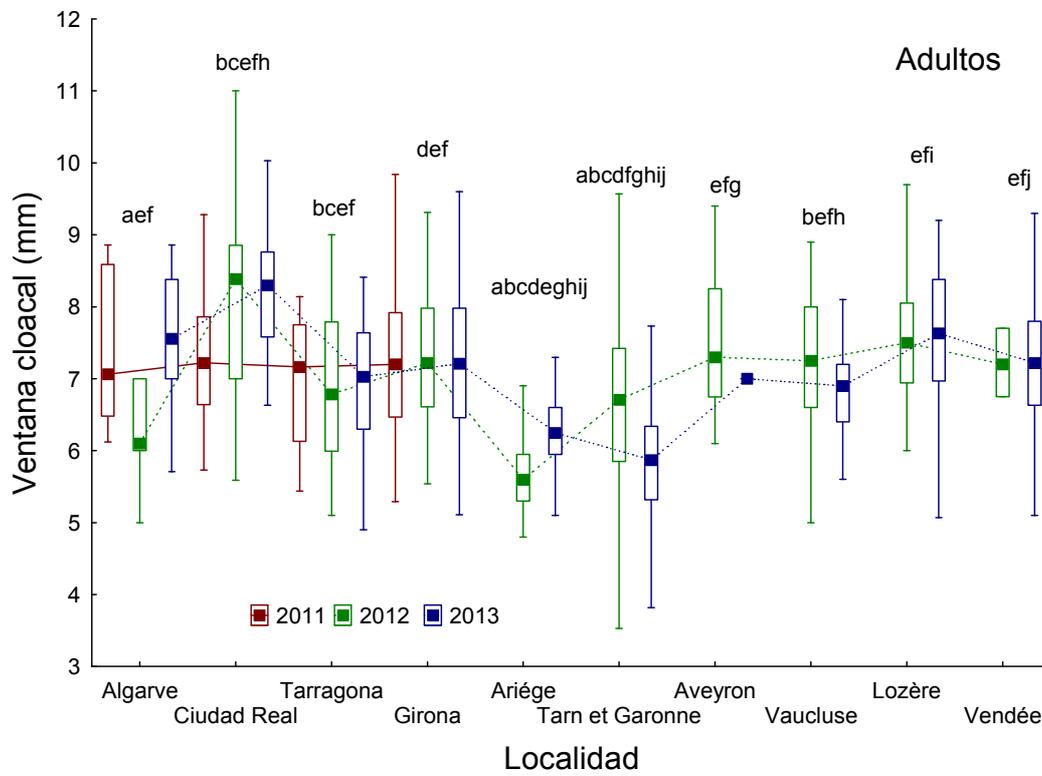


Figura 115. Mediana, cuartiles 25-75% y máximo y mínimo de la anchura de la ventana cloacal en adultos clasificados por años y localidades.

Al igual que ocurría con la temporada 2013, la anchura de la ventana cloacal se asocia a la altitud del lugar (Anova,  $F_{(2, 975)}=102.37$ ,  $p < 0.01$ , baja altitud:  $6.40 \pm 0.05$ ,  $n=494$ , media altitud:  $7.28 \pm 0.06$ ,  $n=261$ , elevada altitud:  $7.36 \pm 0.07$ ,  $n=223$ ).

Podemos dividir las localidades de estudio en dos regiones con respecto a la latitud: las correspondientes a individuos corto migradores - por debajo de  $40^\circ\text{N}$  - y las correspondientes a largo migradores - por encima de  $40^\circ\text{N}$  -, según Guyomarc'h (2003). En relación al peso, no se encuentran diferencias en los jóvenes (Anova,  $F_{(1,309)}=0.11$ ,  $p=0.75$ ) entre estas dos regiones; pero sí en los adultos (Anova,  $F_{(1,1714)}=33.56$ ,  $p < 0.01$ ), siendo los individuos situados al sur ( $103.71 \pm 1.14$ ,  $n=38$ ) más pesados que los del norte ( $97.11 \pm 0.17$ ,  $n=1678$ ). Si dividimos a su vez las localidades francesas en tres categorías latitudinales ( $43^\circ\text{N}$  (Ariège), entre  $44^\circ\text{N}$ - $45^\circ\text{N}$  y entre  $46^\circ\text{N}$ - $50^\circ\text{N}$ , tabla XXVII), el peso medio

varía entre ellas ( $F_{(2,1151)}=33.5$ ,  $p<<0.01$ , tabla XXVII) de forma que cuanto más al norte más peso alcanzan las codornices (tabla XXVII) pero sin alcanzar el peso de las que se encuentran por debajo de los 40°N.

Latitud (°N)	Localidades	Media	Error estándar	N
43	Ariège	94,75	0,54	130
44-45	Tarn et Garonne, Aveyron, Vaucluse, Lot-et-Garonne, Gard, Lozère, Dordogne, Haute Loire	96,95	0,27	621
46-50	Aude, Deux-Sevres, Vendée, Maine et Loire, Loir et Cher, Aube, Marne, Oise	99,61	0,32	403

Tabla XXVII.- Media, error estándar y número de individuos del peso de las localidades francesas clasificadas por su latitud.

Estos resultados validan y generalizan los alcanzados en el proyecto anterior sobre la diferenciación morfológica entre las poblaciones corto y largo migrantes, ya que las poblaciones estudiadas en ese periodo han incrementado la muestra hacia el norte de su distribución.

Dada la situación geográfica de la Península Ibérica y Francia, las poblaciones presentan una diferencia latitudinal muy importante cuando se encuentran cerca del meridiano de Greenwich, de forma que en un rango de 1.5°O a 1.5°E, el rango latitudinal va desde 41° a 46.5°N, cosa que no sucede en longitudes geográficas más occidentales, ya que no hay continente por encima de los 42°N. Teniendo en cuenta la relación que existe entre la latitud y el peso, considerar la variación del peso a lo largo del gradiente geográfico longitudinal puede ser equívoco. Por ello, analizaremos este gradiente separando las poblaciones en dos grandes grupos: Península Ibérica y Francia. En la Península Ibérica hemos diferenciado a su vez, tres grupos diferentes (tabla XXVIII) y el peso en cada uno de ellos sigue un gradiente decreciente de oeste a este (Anova,  $F_{(2,559)}=28.82$ ,  $p<<0.01$ ), con los tres grupos diferentes significativamente entre sí (test post hoc de Tukey), indicando una posible

influencia atlántica en la diferenciación morfológica de las poblaciones de la Península. Si dividimos también Francia en tres grupos (tabla XXVIII), solo el grupo más oriental (Vaucluse) tiene un peso significativamente más bajo (Anova,  $F(2,1151)=8.2$ ,  $p<<0.01$ , tabla XXVIII) que los otros dos grupos. En este caso también parece haber una influencia atlántica pero más débil.

	<b>Longitud geográfica</b>	<b>Localidades</b>	<b>Media</b>	<b>Error estándar</b>	<b>n</b>
Portugal	7-8°O	Algarve, Braganza	102,32	0,88	57
España	3-6°O	Zamora, León, Ciudad Real, Soria	97,13	0,53	231
	1-2°E	Tarragona, Girona	94,78	0,36	274
Francia	1.5°O-1.5°E	Vendée, Aude, Deux-Sevres, Maine et Loire, Lot et Garonne, Dordogne, Tarn et Garonne, Ariège, Loir et Cher	97,88	0,25	704
	2.5-4.5E	Oise, Aveyron, Haute Loire, Aube, Marne, Gard	98,14	0,39	283
	>5°E	Vaucluse	95,68	0,55	167

Tabla XXVIII.- Peso medio, error estándar y número de individuos de las diferentes localidades separadas por países y por franjas de longitud geográfica.

La figura 116 describe la variabilidad existente en la distribución geográfica del peso de los adultos teniendo en cuenta todas las localidades muestreadas. Se puede observar incremento de peso en el extremo más meridional y occidental que disminuye a medida que la longitud geográfica

aumenta si nos movemos en zonas meridionales pero incrementa cuando aumenta la septentrionalidad de las localidades.

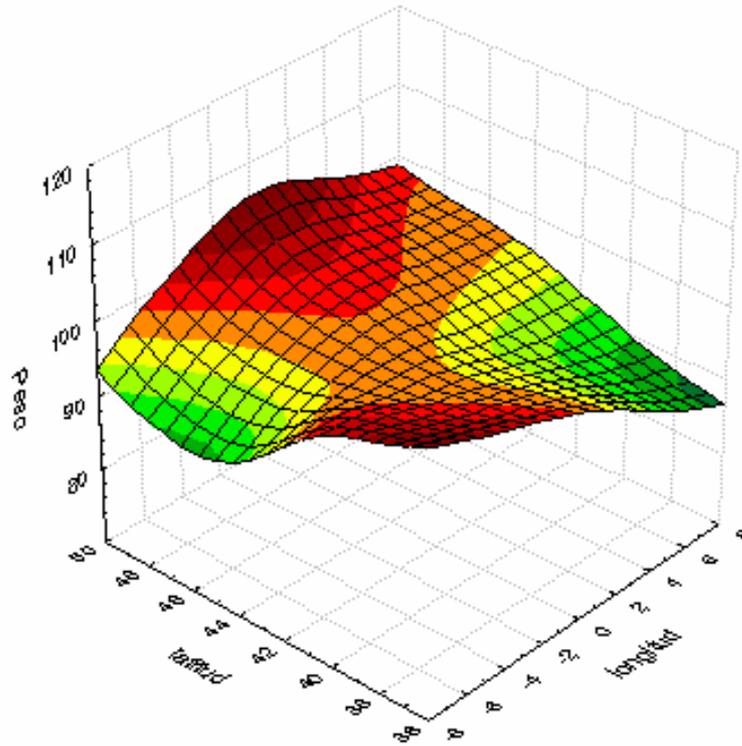


Figura 116.- Variación del peso según las coordenadas geográficas de latitud y longitud. Dada la situación geográfica de la Península Ibérica y Francia, no existe franja continental por encima de los 43°N entre los 8°O y 1°O aproximadamente por lo que la representación gráfica de esa zona por lo que la extrapolación que se hace en la gráfica no debería tenerse en cuenta.

### 5.3.2.- Longitud del ala

#### 5.3.2.1.- Longitud del ala - Temporada 2013

La longitud del ala por localidades se muestra en la figura 116. Cuando se analizan las localidades en las que el número de jóvenes es superior a 8, existen diferencias significativas entre las localidades ( $F(5,73)= 6.73$ ,  $p < 0.01$ , figura 117). Los jóvenes de la población de Vendée presentan la longitud del ala más reducida, así como los de Vaucluse y Maine et Loire (figura 118).

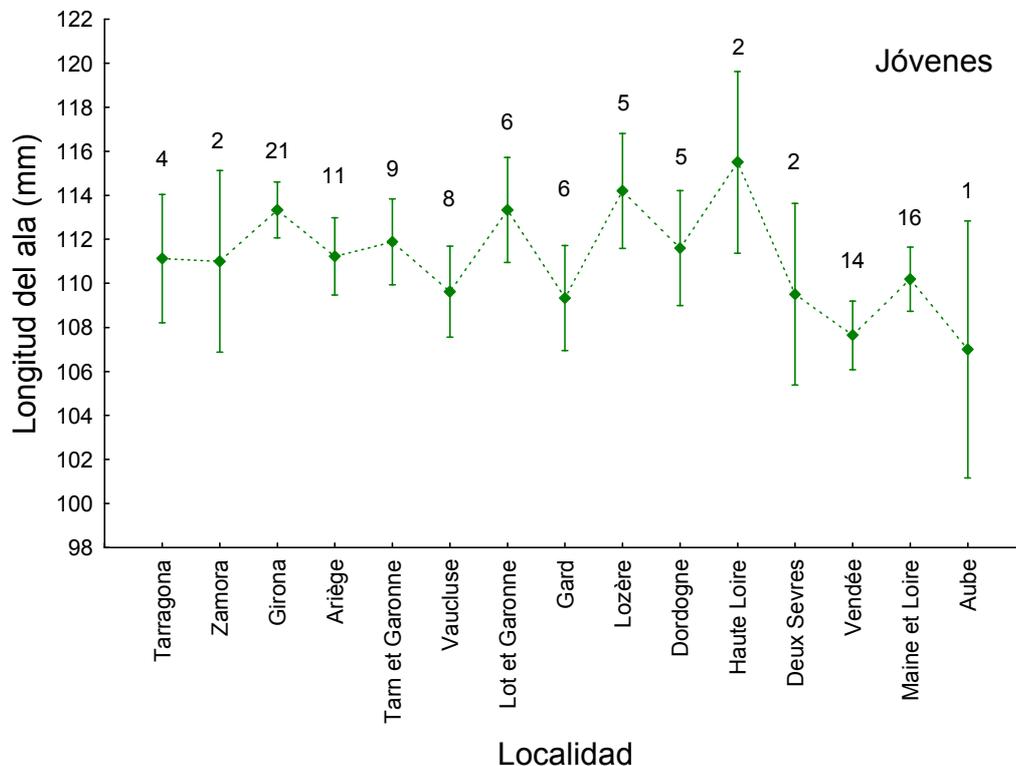


Figura 117.- Longitud del ala de las localidades que capturaron jóvenes (>2). Se muestra la media (punto) y el intervalo de confianza al 95% (barra vertical). Los números representan el número de individuos.

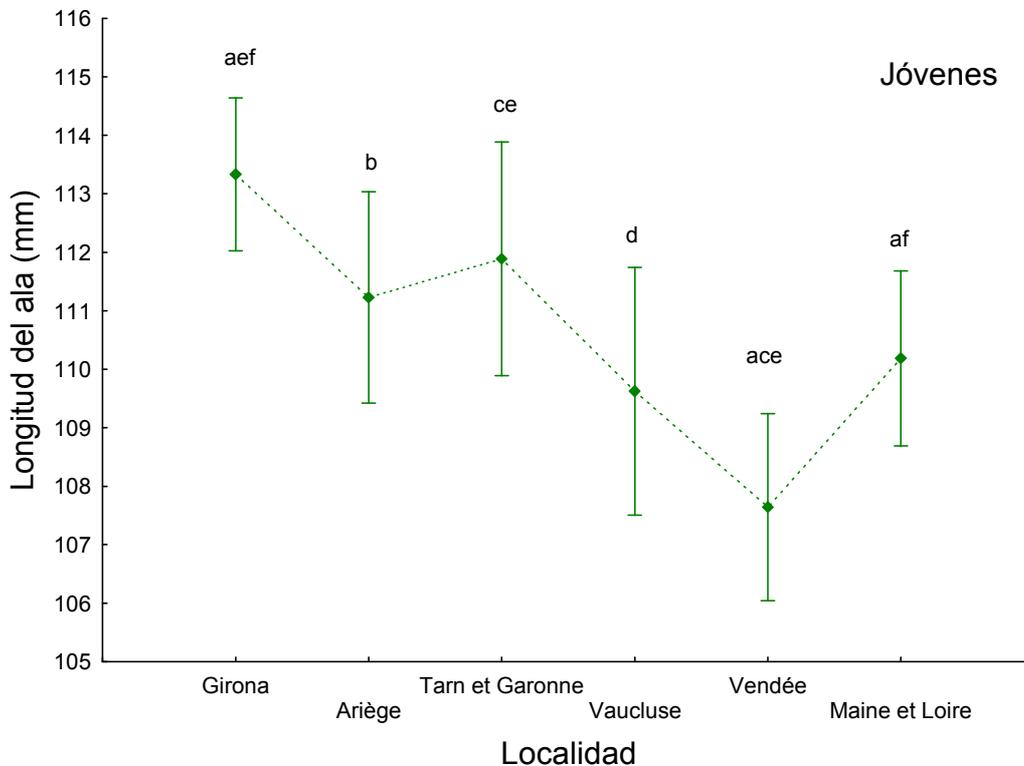


Figura 118.- Longitud media del ala de los jóvenes de las localidades muestreadas en 2013 (barras verticales indican intervalos de confianza al 95%). Letras iguales indican significación en los test post-hoc. Las localidades dentro de cada país están situadas de menor a mayor latitud.

Para los adultos, las poblaciones presentan diferentes longitudes del ala (Test de Kruskal-Wallis,  $H_{(18,711)}=150.18$ ,  $p < 0.01$ , figura 119, si consideramos solo aquellas poblaciones que tienen un número suficiente de animales medidos ( $n > 14$  tabla XXIV), los resultados no cambian  $H_{(13,656)}=136.67$ ,  $p < 0.01$ , figura 120). En general, se observa que las poblaciones de Vaucluse y Vendée presentan una longitud del ala reducida mientras que Lozère y Ciudad Real la presentan más larga. Las medidas tomadas para los individuos jóvenes y adultos en las mismas poblaciones mantienen las diferencias de valores relativos entre ellas indicando que, si existe un sesgo, en la medida éste es constante para las dos clases de edad (correlación de Pearson entre las medias de la longitud del ala de jóvenes y adultos de la misma localidad,  $r=0.91$ ,  $p=0.01$ ,  $n=6$ ).

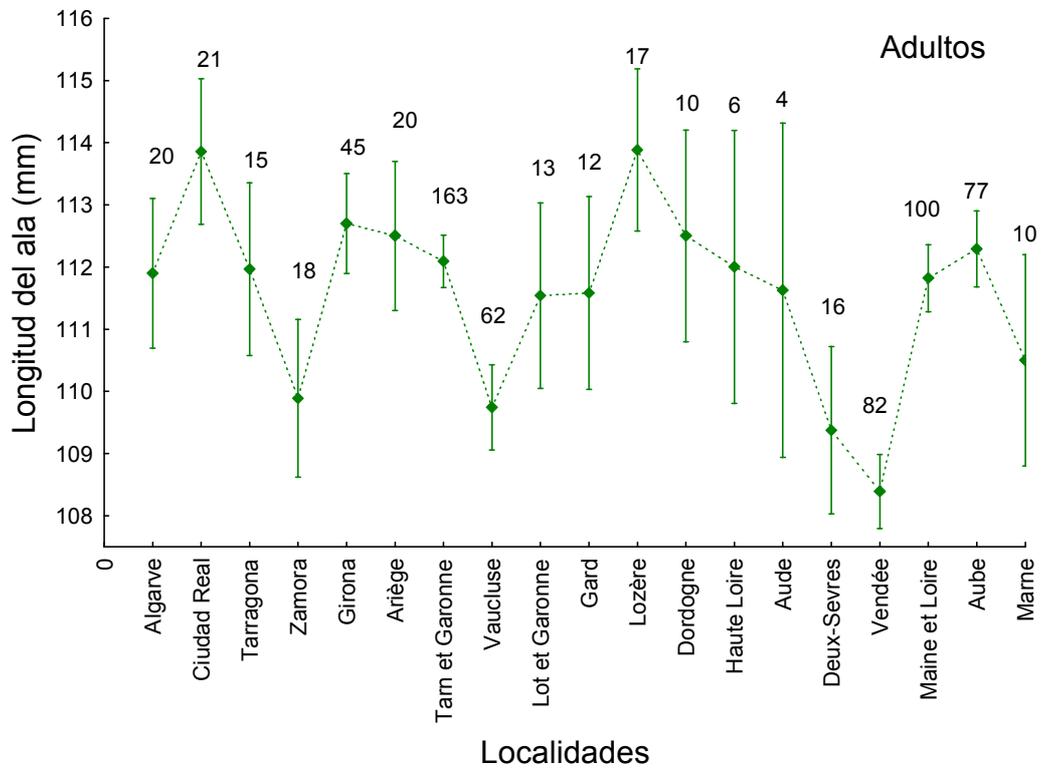


Figura 119.- Longitud media del ala de los adultos de las localidades muestreadas en 2013 (barras verticales indican intervalos de confianza al 95%). Las localidades dentro de cada país están situadas de menor a mayor latitud.

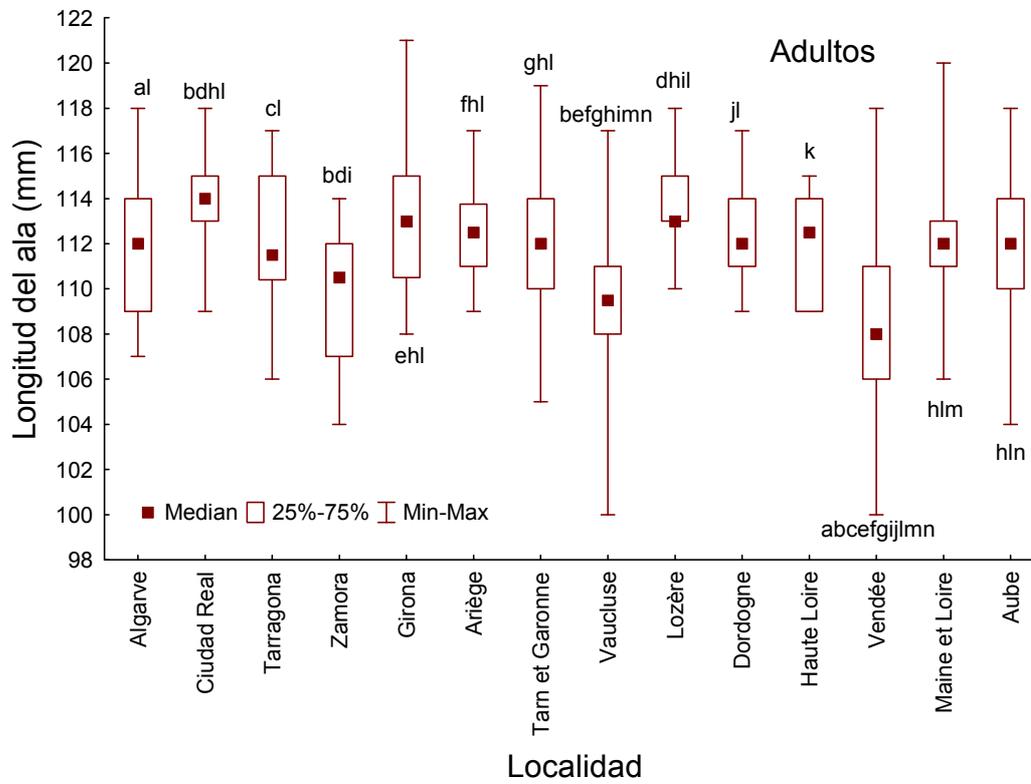


Figura 120.- Longitud media del ala de los adultos de las localidades muestreadas en 2013 (barras verticales indican intervalos de confianza al 95%) con una  $n > 14$ . Letras iguales indican significación en los test post-hoc. Las localidades dentro de cada país están situadas de menor a mayor latitud.

### 5.3.2.2.- Longitud del ala - Temporadas 2011-2013

La longitud del ala es diferente entre localidades, teniendo en cuenta aquellas localidades que presentan un número de jóvenes medidos superior a  $n=8$  (Test de Kruskal-Wallis,  $H_{(5,207)}=50.26$ ,  $p < 0.01$ , figura 121). Si tenemos en cuenta todos los años, la longitud del ala en las diferentes poblaciones francesas es similar y diferente de la encontrada en Girona (España). La longitud del ala en los jóvenes es similar para los tres años de estudio (Test de Kruskal-Wallis,  $H_{(4,193)}=4.18$ ,  $p=0.12$ ).

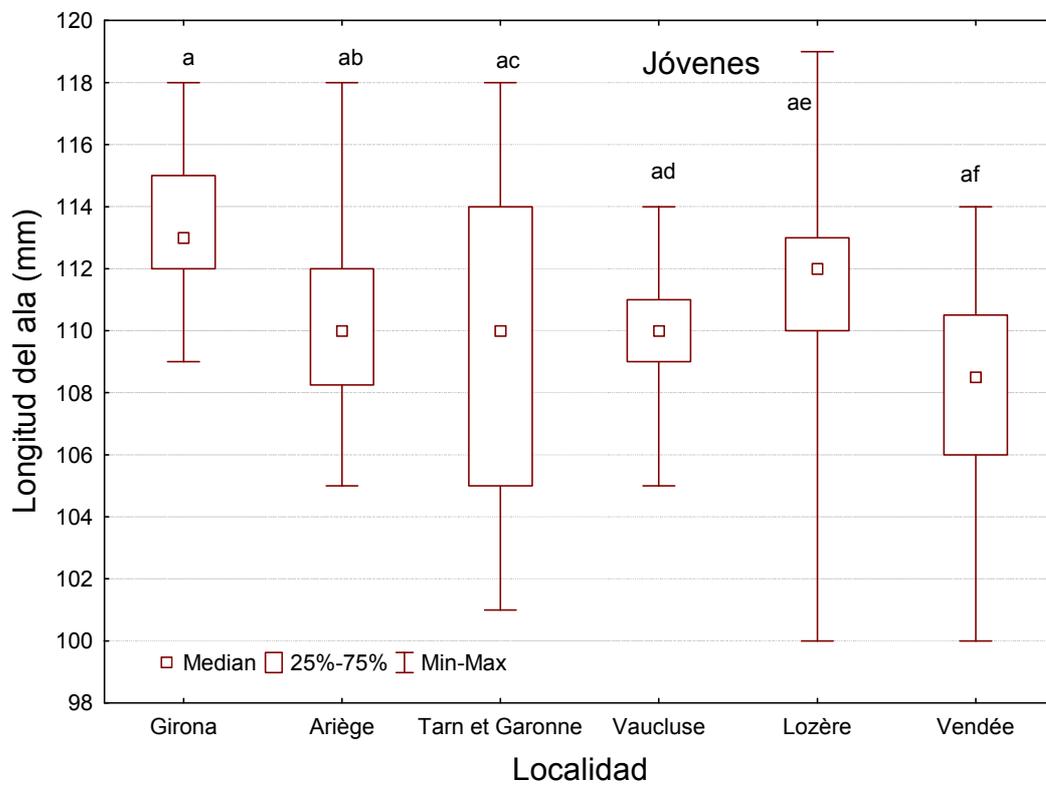


Figura 121.- Medidas de la longitud del ala (mediana, cuartiles 25-75% y máximo y mínimo) para los jóvenes en las localidades en que se capturaron y midieron durante las tres temporadas (2011-2013). Letras iguales indican significación en los test post-hoc. Las localidades dentro de cada país están situadas de menor a mayor latitud.

En la figura 122A se muestra la longitud del ala de los adultos para todas las localidades en que se midió en al menos dos temporadas. Se observa el bajo valor que tuvo esta medida en el año 2011 para los departamentos de Ariège, Tarn et Garonne y Aveyron. Para los dos primeros lugares fue el primer año que se tomaron estas medidas y es posible un sesgo en la toma de la medida. Si realizamos el análisis sin tener en cuenta estos lugares y solo utilizamos aquéllos en que tenemos datos de los tres años, encontramos que existen diferencias entre años (Anova,  $F(2,598)=4.2, p=0.02$ , figura 122B) y entre localidades (Anova,  $F(5,598)=12.7, p<<0.01$ , figura 122B) y las diferencias entre años no son similares en las diferentes localidades (Anovainteracción,  $F(10,598)=2.6, p=0.005$ , figura 122B). En referencia a los años, se observa que los adultos en la temporada 2013 presentan, en general,

valores más altos que en las otras dos temporadas (los test post-hoc no muestran diferencias entre parejas de años). Como es posible que un sesgo en la toma de datos puede influir en la significación, tratamos de controlar la posible variabilidad del investigador, construyendo un modelo lineal generalizado mixto que controle esta variabilidad incorporando la localidad como factor aleatorio y como variable independiente el año (factor fijo). El modelo muestra que no hay diferencias significativas entre los años ( $\chi^2_2=2.33$ ,  $p=0.31$ ). Posiblemente la diferencia encontrada en el análisis de la varianza sea debida a la variabilidad en la toma de la medida. La diferencia encontrada entre localidades se debe fundamentalmente a la población de Vaucluse que muestra la longitud de ala más reducida junto a la población del Algarve (figura 122B). Finalmente, cabe indicar que la variación entre años no es constante entre localidades, es decir, mientras que en el Algarve, Ciudad Real, Girona y Lozère la longitud del ala más larga corresponde al año 2013, en Tarragona y Vaucluse es el 2012 y el 2011 respectivamente, los años en que los animales presentan la longitud del ala más larga.

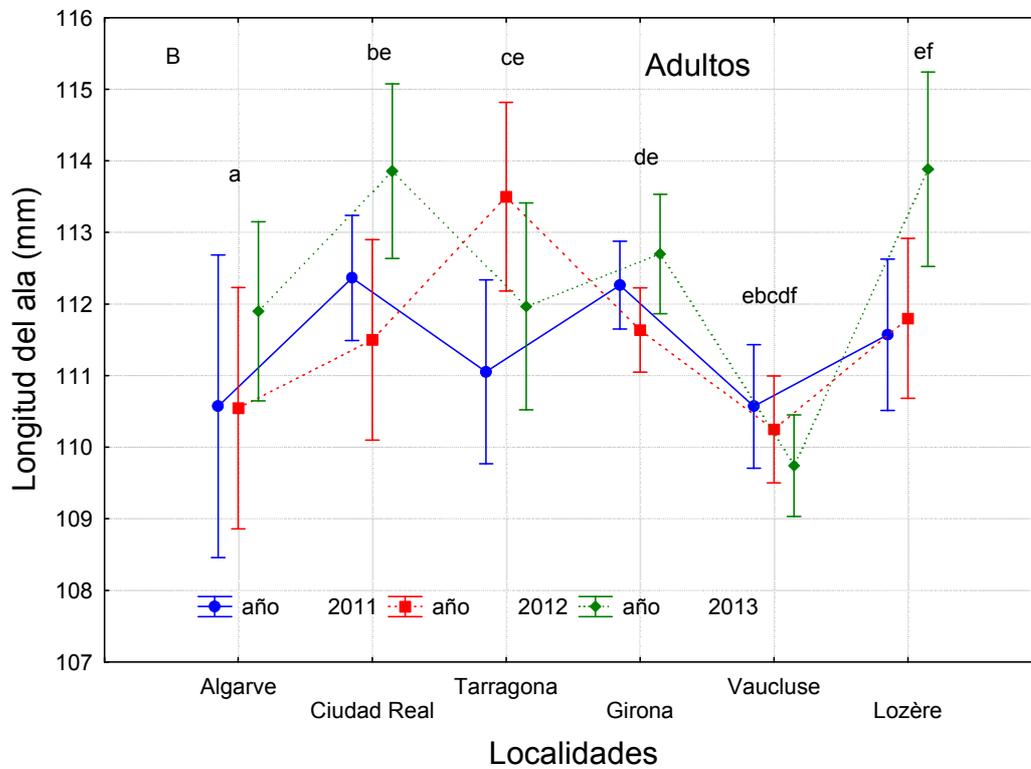
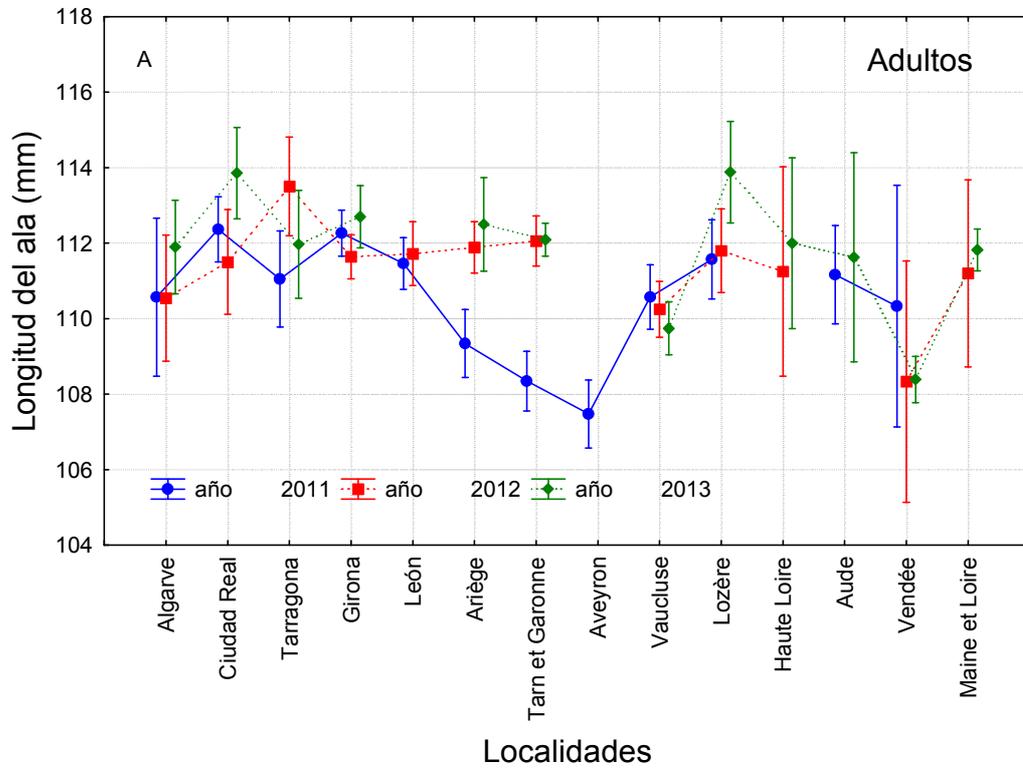


Figura 122.- Longitud del ala en mm (barras verticales indican intervalos de confianza al 95%). A) localidades de las que se tienen datos de dos temporadas como mínimo. B) localidades en que se midieron en las tres temporadas. Letras iguales indican significación en los test post-hoc.

Al estar las diferencias encontradas en las localidades, cabe la posibilidad de que las variación en la toma de la medida pueda ser la causa de estas diferencias. De todas formas la constancia dentro de los años para una misma localidad indica que si hay un sesgo entre localidades éste se mantiene a lo largo de los años.

Las poblaciones de individuos adultos situadas por debajo de los 40°N no presentan una longitud del ala ( $111.26 \pm 0.53$ ,  $n=38$ ) diferente de las situadas por encima de los 40°N ( $111.28 \pm 0.08$ ,  $n=1554$ , Anova  $F_{(1, 1590)} = 0.0$ ,  $p=0.97$ ). Esta relación no se puede analizar para los jóvenes por el bajo tamaño muestral de esta clase de edad en las poblaciones más sureñas. Si analizamos esta variable latitudinal para las localidades francesas encontramos diferencias a nivel de los jóvenes (Anova,  $F_{(2,206)} = 5.1$ ,  $p < 0.01$ , tabla XXIX). La longitud del ala disminuye en las poblaciones por encima de los 46°N. Sin embargo, no se observan diferencias a nivel de adultos (ANOVA,  $F_{(2,1035)} = 0.8$ ,  $p=0.44$ ).

Latitud (°N)	Localidades	Media	Error estándar	n
43	Ariège	110.39	0,38	64
44-45	Tarn et Garonne, Aveyron, Vaucluse, Lot-et-Garonne, Gard, Lozère, Dordogne, Haute Loire	110.86	0,38	90
46-50	Aude, Deux-Sevres, Vendée, Maine et Loire, Loir et Cher, Aube, Marne, Oise	109.09	0,40	55

Tabla XXIX.- Media, error estándar y número de individuos jóvenes de la longitud del ala de las localidades francesas clasificadas por su latitud.

El gradiente observado en el peso con respecto a la longitud geográfica no se observa para el ala en los adultos en la Península ibérica (Anova,  $F_{(2,551)}=1.2$ ,  $p=0.31$ ). Sin embargo, para las poblaciones francesas se observa una relación significativa ( $F_{(2,1035)}=6.5$ ,  $p<<0.01$ ), provocada en realidad por el bajo valor que se obtiene en Vaucluse (la distribución de las localidades por longitud geográfica en la tabla XXVIII).

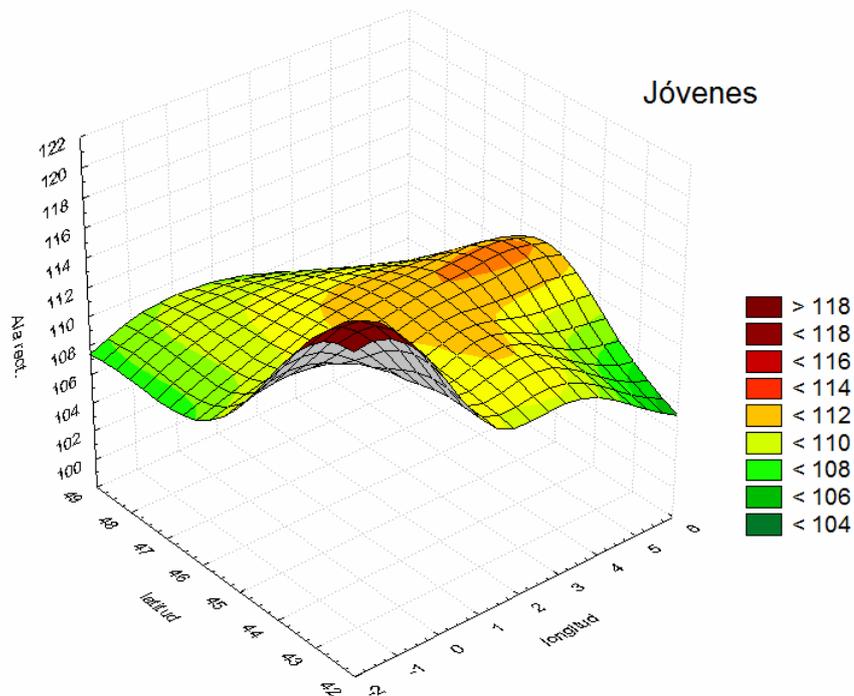


Figura 123.- Variación de la longitud del ala en jóvenes según las coordenadas geográficas de latitud y longitud para las poblaciones francesas.

La figura 123 describe la variabilidad existente en la distribución geográfica de la longitud del ala de los jóvenes teniendo en cuenta las localidades francesas muestreadas. Se puede observar la disminución de la longitud del ala teniendo en cuenta las localidades francesas muestreadas. Se puede observar la disminución de la longitud del ala cuanto mayor es la latitud y longitud geográfica.

### 5.3.3.- Longitud del tarso

#### 5.3.3.1.- Longitud del tarso - Temporada 2013

La longitud del tarso por localidades se muestra en la figura 124. Cuando se analizan las localidades en las que el número de jóvenes se superior a 8, no existen diferencias significativas entre las localidades ( $F_{(5,70)}=2.37$ ,  $p=0.05$ , figura 125).

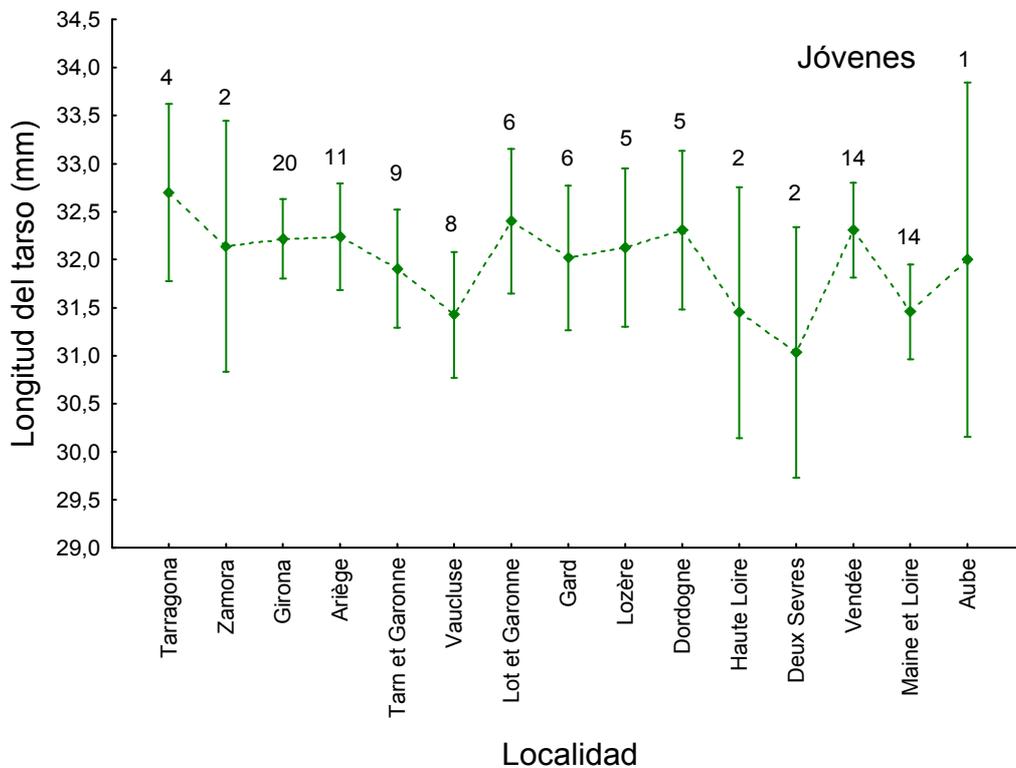


Figura 124.- Longitud del tarso de las localidades que capturaron jóvenes. En la temporada 2013. Se muestra la media (punto) y el intervalo de confianza al 95% (barra vertical). Los números representan el número de individuos.

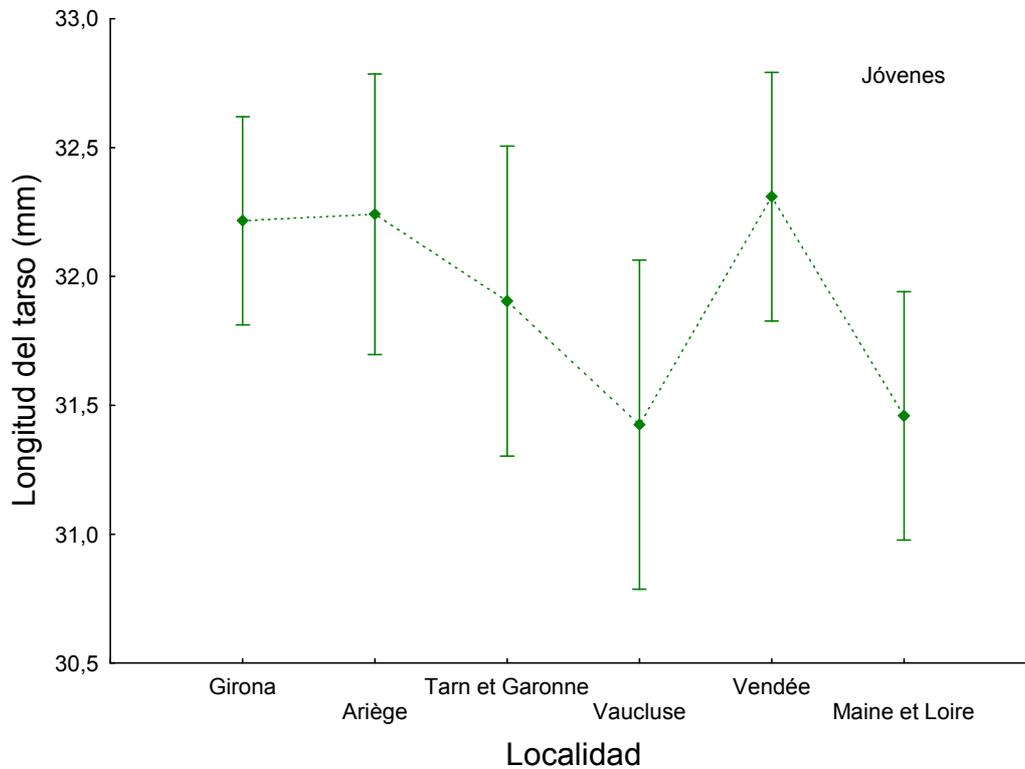


Figura 125.- Longitud media del tarso de los jóvenes de las localidades muestreadas en 2013 (barras verticales indican intervalos de confianza al 95%). Letras iguales indican significación en los test post-hoc. Las localidades dentro de cada país están situadas de menor a mayor latitud.

En referencia a los adultos, la figura 126 muestra la media de la longitud del tarso de todas las poblaciones que han capturado algún adulto. Si restringimos el análisis a aquellas poblaciones en las que hay un número suficiente de datos ( $n > 9$ , figura 126), éste muestra diferencias significativas (Anova,  $F(17,693) = 5.2$ ,  $P < 0.01$ ). Estas diferencias se concentran fundamentalmente en la población de Vaucluse, con un tarso menor (figura 127).

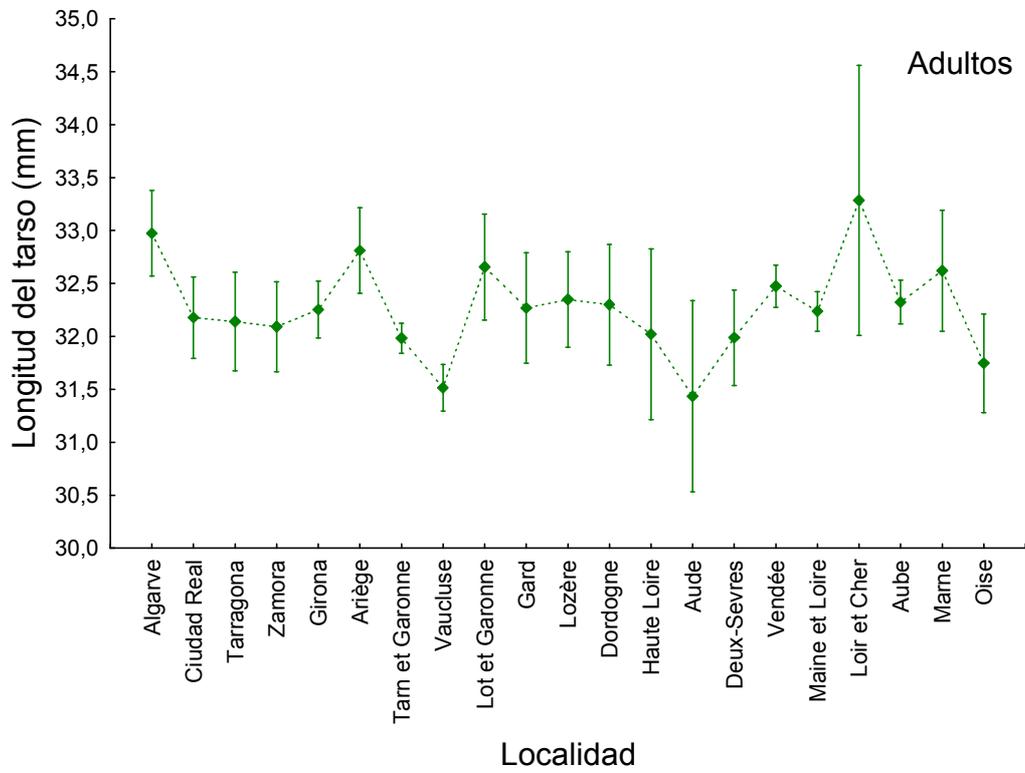


Figura 126.- Longitud del tarso para todas las localidades en las que se capturaron adultos en la temporada 2013. Se muestra la media (punto) y el intervalo de confianza al 95% (barra vertical).

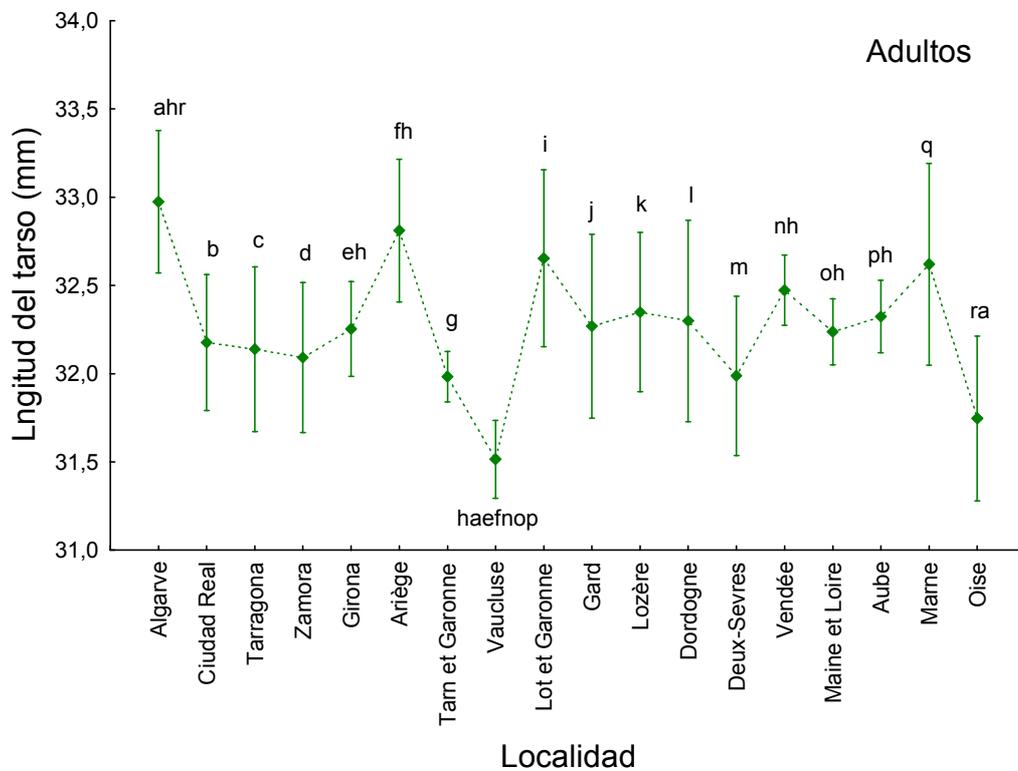


Figura 127.- Longitud del tarso para todas las localidades en las que se capturaron adultos superior a  $n=9$  en la temporada 2013. Se muestra la media (punto) y el intervalo de confianza al 95% (barra vertical). Letras iguales indican significación en los test post-hoc. Las localidades dentro de cada país están situadas de menor a mayor latitud.

### 5.3.3.2.- Longitud del tarso - Temporadas 2011-2013

En relación a los jóvenes, las localidades de Algarve, Ciudad Real, Tarragona y Aveyron, aunque se muestrearon los tres años de estudio en alguna de las temporadas no se capturaron jóvenes; por lo tanto, se han eliminado del análisis global. El resto de poblaciones muestra diferencias con respecto al año (Anova,  $F_{(2,189)}=3.36$ ,  $p=0.04$ , fig 127), siendo la media del año 2013 ( $32.10 \pm 0.12$ ,  $n=67$ ) algo menor a las de los otros dos años (2011:  $32.21 \pm 0.11$ ,  $n=94$ ; 2012:  $32.54 \pm 0.14$ ,  $n=46$ ) aunque no hay diferencias significativas en los test post hoc. También se observan diferencias entre

localidades ( $F_{(5,189)}=2.89$ ,  $p=0.02$ , figura 128) pero no hay interacción entre los dos factores ( $F_{(10,189)}=1.23$ ,  $p=0.28$ , figura 128).

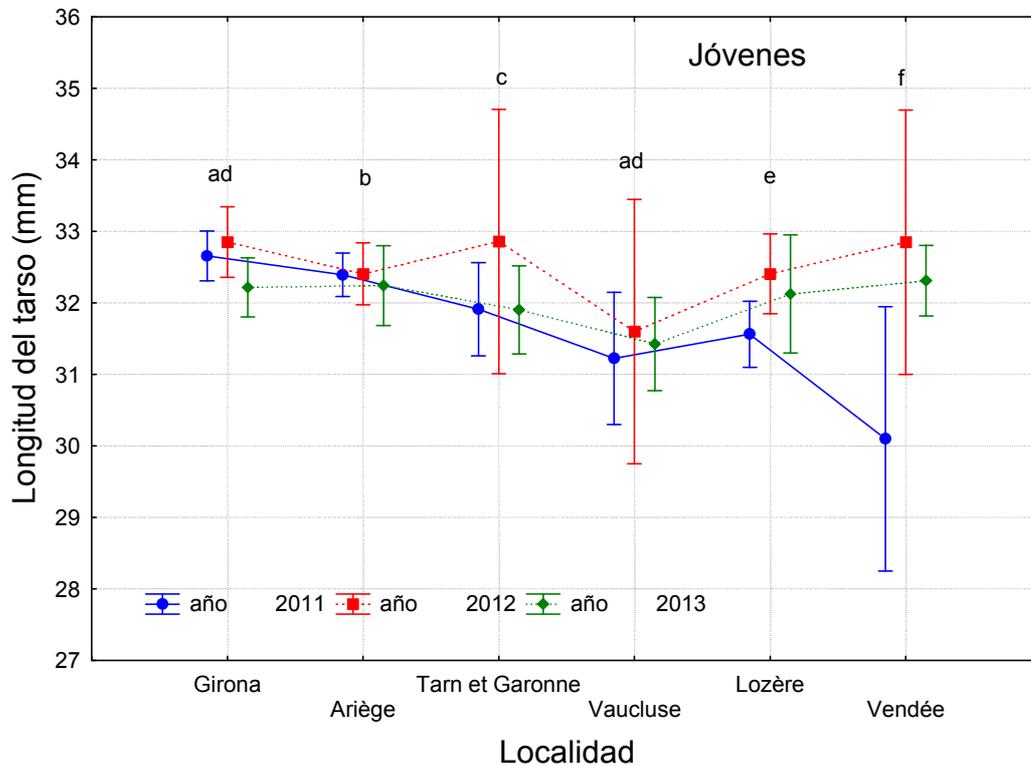


Figura 128.- Media e intervalos de confianza al 95% de la longitud del tarso de las poblaciones estudiadas en las tres temporadas. Letras iguales indican significación en los test post-hoc. Las localidades dentro de cada país están situadas de menor a mayor latitud.

Las diferencias entre las localidades se deben a las poblaciones de Tarn et Garonne y Vaucluse (test post hoc,  $p=0.02$ ) exclusivamente.

Los adultos no muestran diferencias significativas en cuanto a la longitud del tarso en las diferentes temporadas ( $F_{(2,1094)}=0.10$ ,  $p=0.76$ , figura 128), pero sí a nivel de localidades ( $F_{(7,1094)}=10.1$ ,  $p<<0.01$ ; las diferencias se mantienen si añadimos Algarve para las temporadas 2011 y 2013, figura 129). Sin embargo, las diferencias en la longitud del tarso entre localidades muestra diferencias en función de las temporadas (Anova interacción,  $F_{(14,1069)}=2.04$ ,  $p=0.01$ , figura 129). Se observa una mayor longitud en la población portuguesa en relación con los otros dos países y las poblaciones españolas tienen una

longitud similar entre sí y a la población francesa de Ariège. En las demás poblaciones francesas hay una tendencia a presentar valores algo inferiores. Durante la temporada 2011 la longitud del tarso es mayor en las poblaciones peninsulares, mientras que en las francesas es al revés.

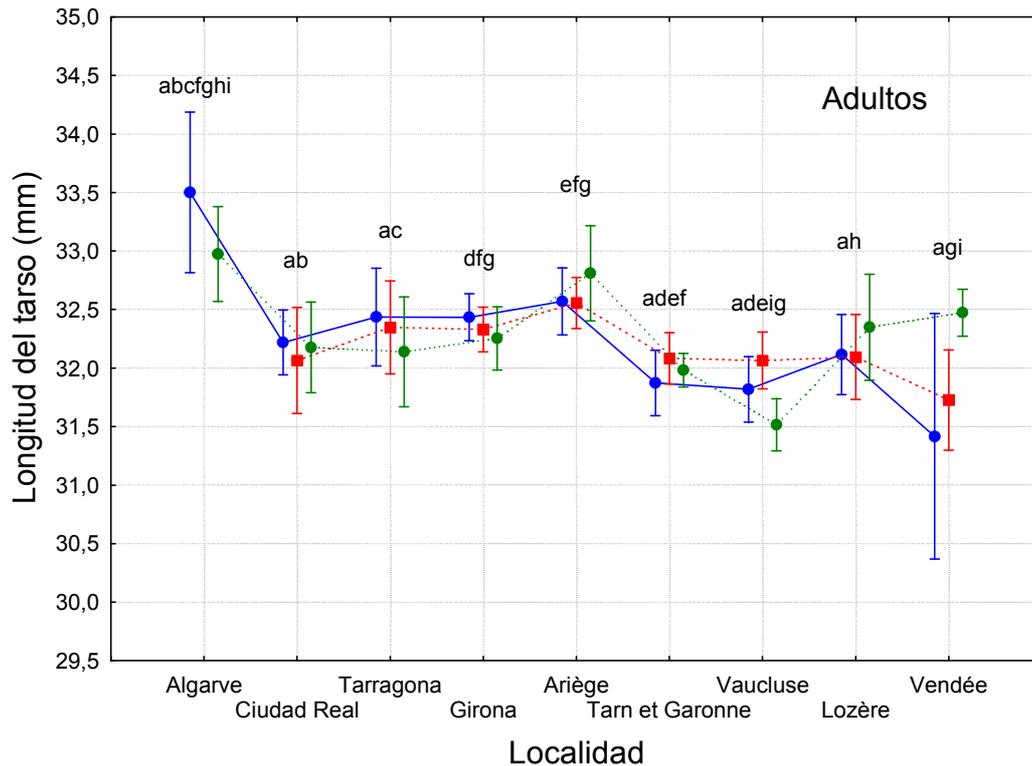


Figura 129.- Medias e intervalos de confianza al 95% para los machos adultos en las diferentes localidades durante las tres temporadas (se mantiene el Algarve para poder hacer la comparación entre países. Letras iguales indican significación en los test post-hoc. Las localidades dentro de cada país están situadas de menor a mayor latitud.

Existen diferencias en la longitud del tarso entre las poblaciones de adultos que se sitúan por debajo de los 40°N ( $32.41 \pm 0.10$ ,  $n=108$ ) y las que están por encima ( $31.19 \pm 0.02$ ,  $n=1550$ , Anova,  $F_{(1,1656)}=5.2$ ,  $p=0.02$ ). Este análisis no se ha podido hacer para los jóvenes al existir un número muy bajo de individuos para las poblaciones por debajo de 40°N. Si el análisis se restringe a las poblaciones francesas tanto para jóvenes como para adultos, existen asociaciones significativas ( $F_{(2,217)}=3.9$ ,  $p=0.02$ ,  $F_{(2,1109)}=28.5$ ,  $p < 0.01$

respectivamente, tabla XXX). En el caso de los jóvenes las diferencias se encuentran en las poblaciones más norteñas (46-50°N, tabla 7) con respecto a las dos más sureñas, mientras que en los adultos las diferencias se observan entre las tres latitudes estudiadas. La relación es la misma: al norte, el tarso es más pequeño.

Latitud (°N)	Localidades		Media	Error estándar	n
43	Ariège	Jóvenes	32.37	0.13	66
		Adultos	32.60	0.07	130
44-45	Tarn et Garonne, Aveyron, Vaucluse, Lot-et-Garonne, Gard, Lozère, Dordogne, Haute Loire,	Jóvenes	32.01	0.10	95
		Adultos	31.98	0.04	587
46-50	Aude, Deux-Sevres, Vendée, Maine et Loire, Loir et Cher, Aube, Marne, Oise	Jóvenes	31.94	0.11	59
		Adultos	32.27	0.05	395

Tabla XXX.- Media, error estándar y número de individuos jóvenes y adultos de la longitud del tarso de las localidades francesas clasificadas por su latitud.

En relación a la longitud del tarso, no se observa efecto para los jóvenes de la península Ibérica (no se pudo incluir las localidades de Portugal por su número escaso de jóvenes,  $F_{(1,77)} = 1.28$ ,  $p=0.26$ ), sin embargo sí existe efecto para los adultos ( $F_{(2,543)}=9.6$ ,  $p<<0.01$ ), siendo la población que ocupa la zona más occidental (Portugal, tabla XXXI) significativamente mayor que las dos orientales. En Francia, los jóvenes presentan un tarso más pequeño en la población más oriental (Anova,  $F_{(2,217)} = 4.15$ ,  $p=0.02$ , no hay significación en los test post-hoc) y también los adultos (Anova,  $F_{(2,1109)}=15.5$ ,  $p<<0.01$ , tabla XXXI), en este caso, el tarso más reducido (estadísticamente significativo) se encuentra en la población más oriental (Vaucluse).

	Longitud geográfica	Localidades	Media	Error estándar	n
Portugal	7-8°O	Algarve, Braganza	32.82	0,16	46
España	3-6°O	Zamora, León, Ciudad Real, Soria	32.18	0.06	226
	1-2°E	Tarragona, Girona	32.35	0,06	274
Francia	1.5°O-1.5°E	Vendée, Aude, Deux-Sevres, Maine et Loire, Lot et Garonne, Dordogne, Tarn et Garonne, Ariège, Loir et Cher	32.23	0,04	684
	2.5-4.5E	Oise, Aveyron, Haute Loire, Aube, Marne, Gard	32.20	0,06	263

Tabla XXXI.- Media de la longitud del tarso, error estándar y número de individuos de las diferentes localidades separadas por países y por franjas de longitud geográfica.

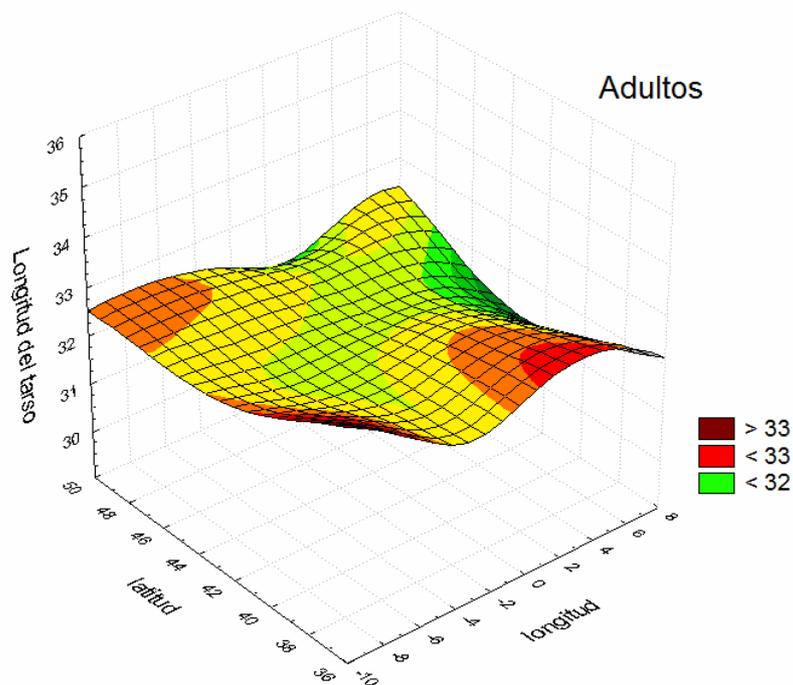


Figura 130.- Variación de la longitud del tarso según las coordenadas geográficas de latitud y longitud (ver leyenda de la figura 123).

La figura 130 describe la variabilidad existente en la distribución geográfica de la longitud del tarso de los individuos adultos a lo largo de su distribución geográfica. Queda reflejado el incremento en longitud en la zona más meridional y occidental. También se observa el incremento en longitud que se produce a longitudes geográficas meridionales cuando se incrementa en latitud.

En general, se observa que los machos presentan medidas más grandes en la zona sur y occidental del área estudiada. Esta relación con la latitud y longitud geográfica se observa claramente en el peso y en la longitud del tarso, pero no es evidente en la longitud del ala y es mucho más acusada en los adultos que en los jóvenes. Estas diferencias morfométricas aparecen cuando la muestra se divide en función de la latitud de 40°N, que es la sugerida para separar las poblaciones largo migradoras de las corto migradoras. Por lo tanto, es plausible que esta característica comportamental esté asociada a una diferenciación morfológica tal y como se ha visto en especies de passeriformes con una amplia distribución reproductora y por consiguiente con una elevada variabilidad migratoria en sus poblaciones (Fiedler, 2005). Sin embargo, en esta especie la evolución parece haber dirigido el cambio adaptativo en sentido contrario a lo observado en currucas (Fiedler, 2005) o en collalbas (Förschler & Bairlein, 2011), ya que los individuos de mayor alcance migratorio tienen el tamaño más pequeño. También se observa que este cambio va en dirección contraria a lo que predice la regla de Bergman (Margalef 1974), ya que las poblaciones más norteñas tienen un tamaño menor que las sureñas, aunque sí se mira a pequeña escala se observa que dentro de la población largo migradora (poblaciones francesas) las más norteñas tienen un tamaño mayor. También, el análisis de las características morfológicas pone en evidencia una influencia atlántica en relación al peso y a la longitud del tarso tanto en las poblaciones de la Península Ibérica como en las francesas: los machos son más pequeños cuanto más nos alejamos de la franja atlántica. En el caso de Francia esta diferencia se encuentra entre las poblaciones situadas en el lado

occidental de la longitud geográfica de los 4.5°E y la única oriental medida (Vaucluse). Se debería tener un número mayor de poblaciones al este de los 4.5°E y a lo largo del gradiente latitudinal para afianzar este último resultado. En el caso de la Península Ibérica parece que esta influencia atlántica domina sobre la latitudinal ya que a una misma franja de alrededor de 42°N, las poblaciones cercanas a la vertiente atlántica son más pesadas y con un tarso más largo. Estas características morfológicas coinciden con las poblaciones corto migradoras y no con las largo migradoras que serían las que esperaríamos encontrar por estar situadas por encima de la latitud de 40°N. El régimen más húmedo y temperado presente en el área portuguesa como consecuencia de su proximidad al océano Atlántico facilitaría una fenología de plantas forrajeras y herbazales más temprana que permitiría que la población corto migradora, más precoz sexualmente que la largo migradora, se extendiera hacia el norte a lo largo de la cornisa portuguesa.

En menos de un 1% de los machos capturados, la banda lipídica pectoral presenta un desarrollo que permitiría clasificar al individuo como migrador (anchura de la banda lipídica >10 mm), por consiguiente la mayoría de los machos analizados se encuentran en una fase no migratoria. No existen diferencias entre localidades cuando se estudian los individuos jóvenes, pero los adultos presentan diferencias entre poblaciones en esta medida. En general no se observa un patrón en estas diferencias por lo que se tendría que asegurar que estas diferencias no se encuentren influidas por la forma de medir dicha variable en el animal.

Existen claras diferencias en cuanto al momento reproductor de las poblaciones, medido a través de la ventana cloacal, ya que está más desarrollada en las localidades más norteñas y en las zonas de mayor altitud que en las localidades más sureñas y de menor altitud dentro de la distribución de la población largo migradora. Estas zonas mantienen un hábitat idóneo para la reproducción durante el avance del verano (Gallego et al. ) que es truncado drásticamente por las tareas agrícolas de segado del cereal. Además, por lo

menos en las zonas de elevada altitud, este hábitat más tardío parece actuar como refugio final para la reproducción de los efectivos que se encontraban en zonas de menor altitud, cuyo hábitat ha desaparecido prematuramente por las tareas agrícolas. Por consiguiente, la población de machos que llega a estas zonas presenta un impulso sexual (medido por la longitud de la ventana cloacal) máximo que no pasa ni por el incremento inicial necesario para alcanzarlo (posiblemente bien evidente en las zonas de menor altitud al inicio de la temporada de reproducción) ni por el decremento final hacia su desaparición definitiva en el periodo de migración que sería observable durante las capturas tardías que se podrían realizar de no producirse la pérdida de hábitat por la siega. Para confirmar estos resultados sería necesario ampliar las zonas de elevada altitud en las zonas sureñas del área de distribución y tener un número más elevado de años de seguimiento en las zonas norte de su área de distribución.

## **5.4.- DINÁMICA DE LAS EDADES**

### **5.4.1.- Introducción**

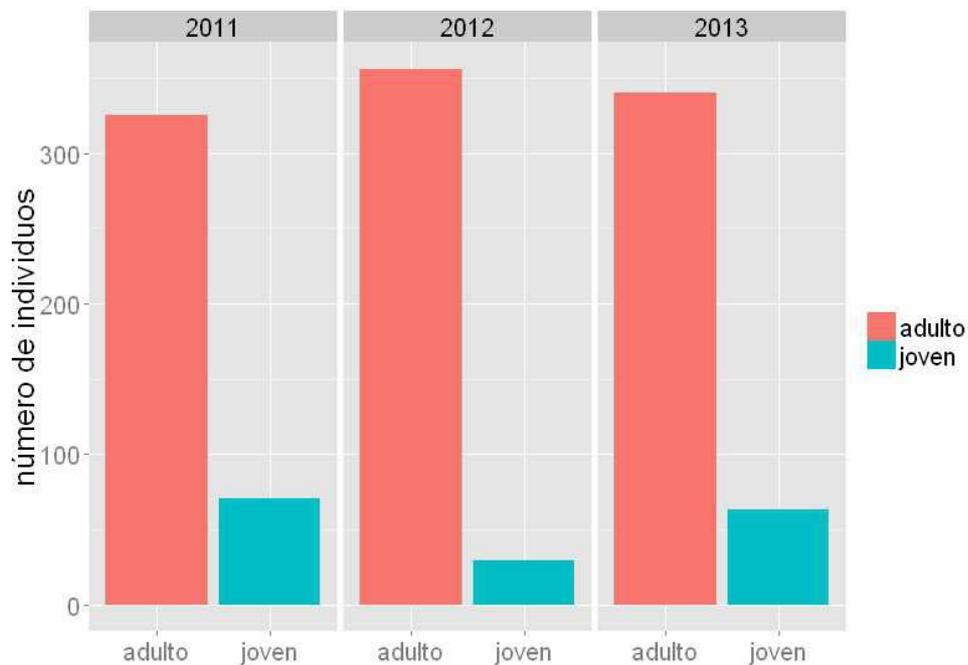
Hemos analizado la proporción de jóvenes y adultos en las localidades de Francia, España y Portugal donde se ha capturado codorniz siguiendo el protocolo de trabajo en 2011, 2012 y 2013. Con el fin de tener una muestra representativa por años y localidades, se eligieron aquellas en que la captura superaba a 15 individuos - salvo aquellas localidades que han participado los tres años -. En el informe del año 2012 analizamos esta misma proporción con datos de 2011 y 2012, con individuos capturados tanto dentro como fuera del protocolo. Vimos que en el año 2011 hubo más jóvenes y que la cantidad de jóvenes aumentaba significativamente con la latitud para el año 2011 pero no para el 2012, sugiriendo que este fenómeno está ligado a años de mayor reproducción.

### **5.4.2.- Metodología**

Se ha aplicado test de la Chi-cuadrado cuando las frecuencias esperadas fueron superiores a 5. Si esto no se cumplía se utilizó el test exacto de Fisher. Se ha aplicado un modelo lineal generalizado para el estudio de la razón de edades utilizando como covariable la latitud y como factor fijo el año. Se ha utilizado la familia quasipoisson, ya que había sobredispersión y una función de enlace logarítmica. Los análisis se han realizado con el paquete estadístico R v 0.98.977 (RSudio Inc. 2009-2013) y Statistica v8.0 (StatSolf Inc, 2007).

### **5.4.3.- Resultados y discusión**

La muestra total para los tres años es de 1184 individuos: 1021 (86.23%) adultos y 163 (13.8%) jóvenes (tabla XXXII). Por lo que la población durante la época reproductora está constituida por individuos adultos (Euring>3). Sin embargo, hay que tener en cuenta que los jóvenes nacidos en el año se han incorporado a la fracción reproductora pudiendo ser individuos nacidos en el mismo lugar o bien de otras localidades más sureñas o de baja altitud donde la reproducción se ha iniciado antes y desplazados por un movimiento de dispersión postnatal. En este caso hablamos de jóvenes *precoces*. El análisis conjunto con todas las localidades muestra que en los años 2011 y 2013 hubo mayor reproducción, casi el doble que en el año 2012 (Test de independencia:  $\chi^2_2 = 19.56$ ,  $p < 0.0001$ ).



	Adultos	Jóvenes
2011	325	71
2012	356	29
2013	340	63

Tabla XXXII. Número total de individuos jóvenes y adultos capturados en todas las localidades donde se ha seguido el protocolo de trabajo para 2011, 2012 y 2013.

En la tabla XXXIII se muestran las frecuencias de edades de las localidades con más de 15 capturas para cada año y las que han participado los tres años.

<b>Año</b>	<b>Región</b>	<b>Adultos</b>	<b>Jóvenes</b>
2011	Ariège*	12	11
	Aveyron*	38	3
	Ciudad Real*	43	0
	Girona*	83	28
	León	62	2
	Lozère*	28	17
	Tarn et Garonne*	42	8
	Tarragona*	17	2
	Vaucluse*	10	0
2012	Ariège*	23	3
	Aveyron*	8	5
	Ciudad Real*	18	1
	Girona*	82	7
	León	41	1
	Lozère*	25	11
	Tarn et Garonne*	62	1
	Tarragona*	23	0
	Aube	25	1
	Braganza	19	1
	Soria	23	3
	Vaucluse*	11	0
	Vendee	15	0
2013	Ariège*	16	9
	Aveyron*	1	6
	Ciudad Real*	21	1
	Girona*	45	22
	Lozère*	17	5
	Tarn et Garonne*	42	2
	Tarragona*	15	4
	Aube	29	0
	Vendée	17	0
	Algarve	20	0
	Deux-Sèvres	16	2
	Gard	12	6
	Lot-et-Garonne	13	6
	Maine-et-Loire	24	0
	Vaucluse*	35	4
Zamora	18	2	

Tabla XXXIII. Número de jóvenes y adultos en las localidades de trabajo con más de 15 capturas.\*Indica las localidades en las que hay datos para los 3 años.

La dinámica de las edades en los tres años varía según las localidades. Hay localidades en que la presencia de jóvenes es casi inapreciable (razón joven:adulto < 0.11, tabla XXXIV), sin variación entre años (Ciudad Real, Vaucluse y Tarragona) o con una variación moderada (Tarn et Garonne, tabla XXXIV) y otras en que es muy apreciable (razón joven:adulto > 0.3) con algunas localidades con una variación entre años que también oscila entre nula o poco apreciable (Lozère, Ariège, tabla XXXIV) a muy apreciable (Girona y Aveyron). En las demás localidades de las que tenemos datos en alguna temporada (tabla XXXV), se observa que en las españolas la razón de edades se mantiene en unos valores similares a las que se presentan en la tabla XXXIV (salvo Girona). En el caso de las localidades francesas, la situación es similar a la encontrada en las localidades que contribuyeron los tres años, con razones elevadas (Lot et Garonne y Gard), poco aparentes (Deux-Sevres y Aube) y algunas con ausencia de jóvenes (Vendée y Maine et Loire).

Localidad	Razón Joven:adulto	2011	2012	2013	p
Ciudad Real	0.024				0.23*
Tarragona	0.109				0.07*
Girona	0.271	=	-	+	<<0.01 <sup>1</sup>
Ariège	0.45	+	-	=	0.02 <sup>1</sup>
Tarn et Garonne	0.075	X	X	X	0.01*
Aveyron	0.298	X	X	X	<<0.01*
Vaucluse	0.075				0.61*
Lozère	0.471				0.45 <sup>1</sup>

Tabla XXXIV.- Razón de edades de las localidades que han participado en los tres años de estudio y detalle de los años que contribuyen a la significación del test de independencia. La tercera, cuarta y quinta columna indican el signo resultante de restar las frecuencias esperadas de las observadas; se especifican cuando contribuyen significativamente al estadístico del test de la independencia (=: no contribuyen significativamente). X: el test no permite conocer qué año contribuye a la significación. p indica la probabilidad asociada a la aceptación de la

independencia. <sup>1</sup> indica que se ha aplicado un test de la  $\chi^2$  y \* la aplicación del test exacto de Fisher.

Localidad	Razón Joven:adulto	2011	2012	2013	p
Soria	0.130		X		
Zamora	0.111			X	
León	0.024	X	X		1.00
Lot et Garonne	0.460			X	
Gard	0.50			X	
Deux-Sevres	0.125			X	
Vendée	0.000		X	X	---
Maine et Loire	0.000			X	
Aube	0.109		X	X	0.47

Tabla XXXV. Razón de edades de las localidades que han participado dos años o uno. Se muestran los años de participación y en aquellas que fueron más de dos se muestra el resultado del test exacto de Fisher (p; p > 0.05 = no hay diferencias entre años).

Se ha analizado la razón de edades respecto a la latitud con un modelo lineal generalizado con factor año, familia quasipoisson (para evitar la sobredispersión) y con un enlace logarítmico. El modelo no muestra relación ni con la latitud ( $\chi^2_1=0.27$ , p=0.61) ni con los años ( $\chi^2_1=3.77$ , p=0.15).

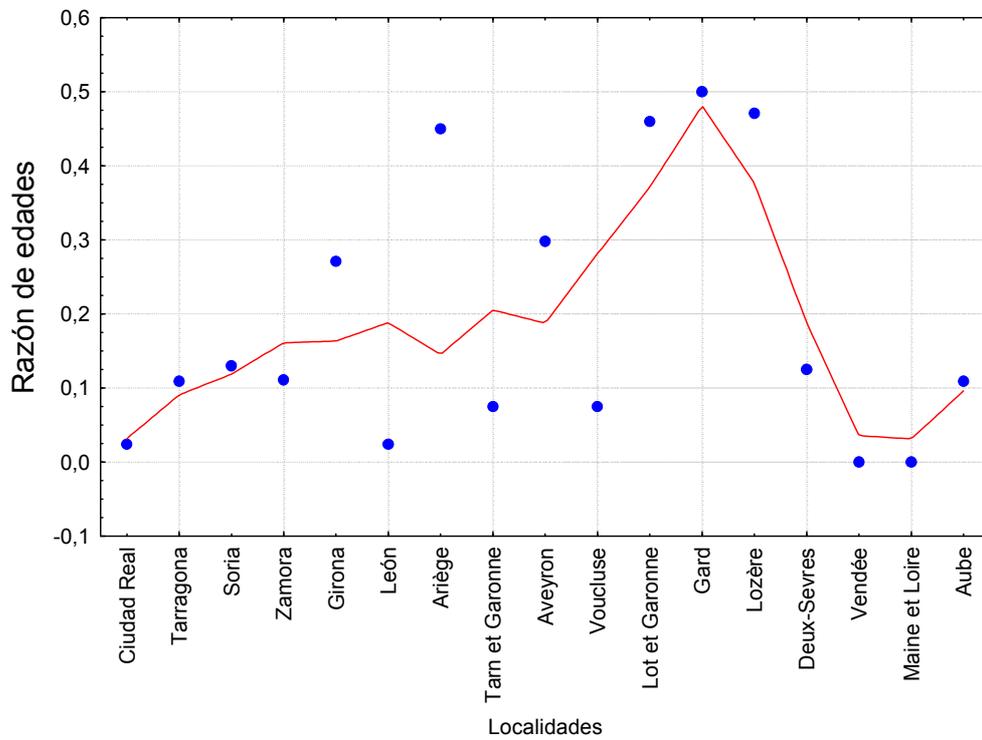


Figura 131. Razón de edades en función de la localidad. Las localidades se muestran de menor a mayor **latitud** dentro de cada país. Se ha ajustado la curva por regresión localmente ponderada (Loess).

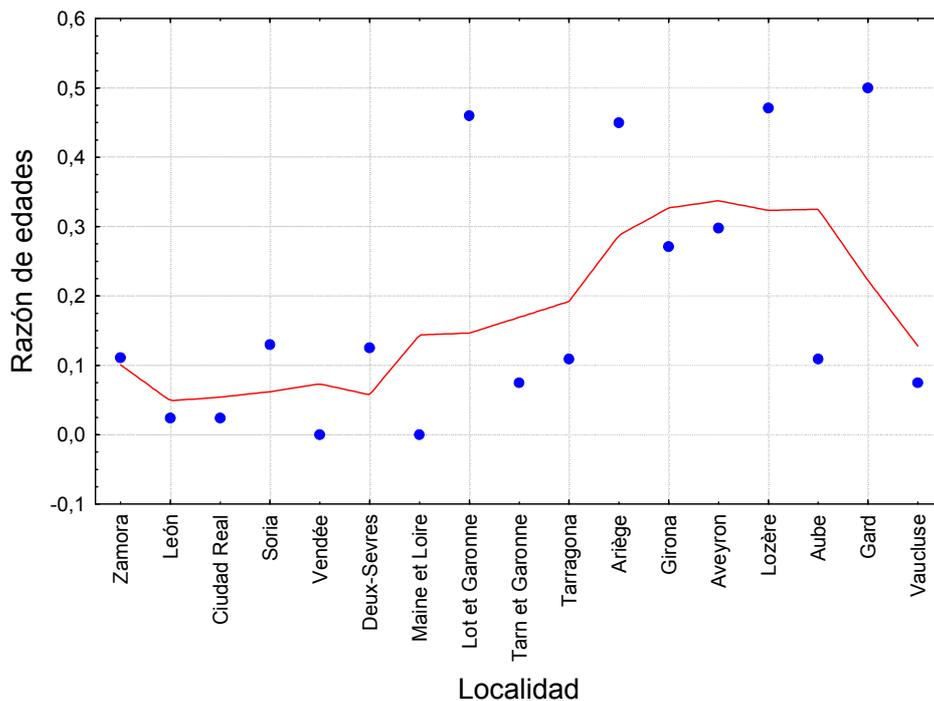


Figura 132. Razón de edades en función de la localidad. Las localidades se muestran de más occidentales a más orientales. Se ha ajustado la curva por regresión localmente ponderada (Loess).

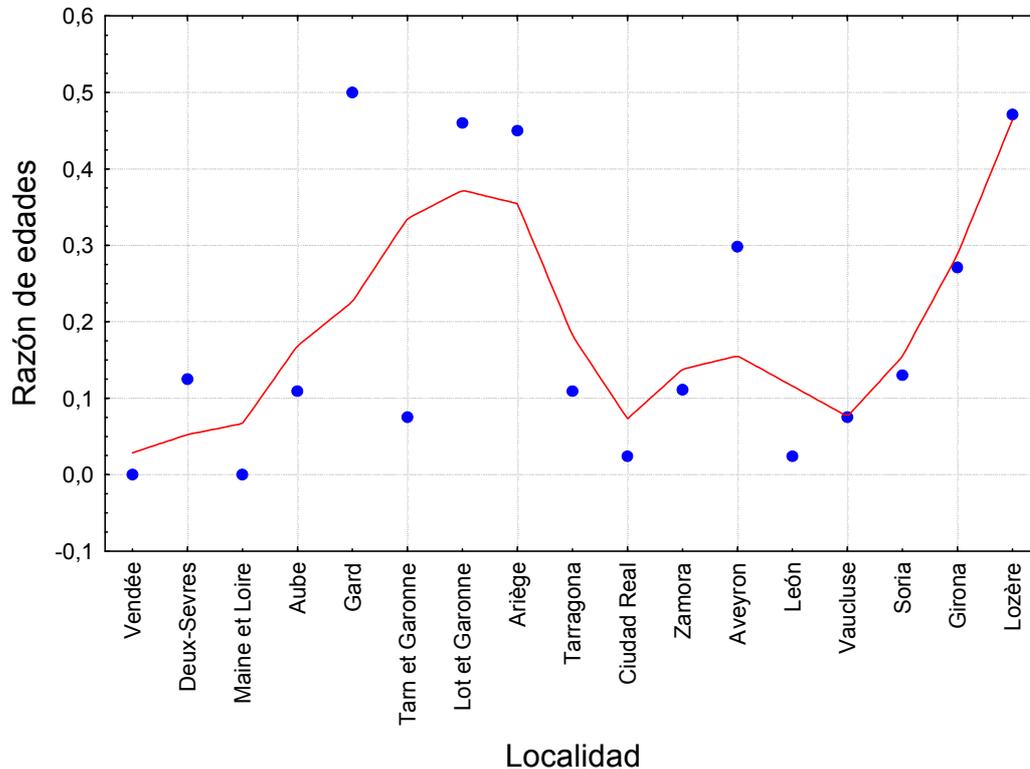


Figura 133. Razón de edades en función de la altitud. Las localidades se muestran desde las altitudes más bajas a las más elevadas. Se ha ajustado la curva por regresión localmente ponderada (Loess).

Se observa una tendencia a un aumento del número de jóvenes a medida que se incrementa la latitud, presentando un máximo en latitudes medias francesas (figura 131). Sin embargo, en las poblaciones que se encuentran al norte de los 45°N esta razón vuelve a tener valores cercanos a cero. Algo similar ocurre con la longitud (figura 132); las localidades más orientales muestran poca presencia de jóvenes durante la reproducción. Finalmente la altitud muestra presencia de jóvenes más acusada en zonas de altitud baja-media (100-400 m) y elevada (850-1200 m) (figura 133).

En general, se pone en evidencia la incorporación de los jóvenes nacidos en el año calendario en la reproducción en ese mismo año de su nacimiento. Existe un efecto del año que varía según las poblaciones y dentro de las poblaciones. Este contingente de jóvenes parece incidir más en las poblaciones de latitud y longitud intermedia francesas y en la población española más occidental y elevada (Girona). En las localidades más norteñas francesas y en la más oriental (Vaucluse) la proporción de jóvenes a adultos vuelve a ser muy pequeña.

El ciclo vital de la codorniz (llegan a las zonas, se aparean, realizan la puesta, incuban y elevan a los pollos) está tan ajustado al ciclo de los cereales que les sirven de hábitat que pocos son los jóvenes que se pueden incorporar a la reproducción en sus lugares de nacimiento. Los movimientos dispersivos llevan a que jóvenes nacidos en latitudes más sureñas y de baja altitud lleguen a las zonas más norteñas y de elevada altitud incorporándose en estos lugares a la reproducción. Los resultados parecen mostrar esta tendencia aunque no es generalizable a todos los lugares, pero las zonas más norteñas y altas tienen una mayor presencia de jóvenes. Llama la atención que esta situación se desdibuje en las zonas más norteñas de Francia. Dado que muchas de estas zonas se incorporaron en el último año (2013), será necesario esperar a tener más temporadas controladas para confirmar estos resultados.

## 5.5.- REFERENCIAS

**Birdlife Internacional.** 2014. Species factsheet: *Coturnix coturnix*. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 25/07/2014.

**Burfield, I.** 2004. Birds in Europe. Population estimates, trends and conservation status. Birdlife Conservation Series, Vol. 12, Birdlife International. Cambridge.

**Carrascal, L.M. & Palomino, D.** 2008. Tamaño de población de las aves comunes reproductoras en España en 2004 – 2006. SEO/BirdLife, Madrid.

**Cramp, S., & Simmons, K.** 1980. Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. Vol. 2. The birds of the western Palearctic. Oxford University Press, Oxford.

**Estrada, J. & Pedrocchi, V.** (Eds.) 2005: L'Atlas dels ocells nidificants de Catalunya 1999-2002. Institut Català d'Ornitologia. Lynx edicions. Barcelona.

**Ferrand, Y.** 1986: Le prélèvement cynégétique de cailles des blés en France, saison 1983-1984. Bulletin Mensuel Office National de la Chasse, 108, 43-45.

**Fontoura, A. P. & Gonçalves, D.** 1998: Contribução para o conhecimento do estaturo da codorniz *Coturnix coturnix* L. 1758 em Portugal. Ciência e Natureza, 2, 79:87.

**Gallego, S., Puigcerver, M. & Rodríguez-Teijeiro, J.D.** 1997: Quail *Coturnix coturnix*. The EBCC Atlas of European breeding birds: their distribution and abundance. T & A. D. Poyser, London.

**Gallego, S., Puigcerver, M., Rodríguez-Teijeiro, J.D., Rodrigo-Rueda, F.J., & Roldán, G.** 1993: Algunos aspectos fenológicos y de la biología de la reproducción de la codorniz en Cataluña (España). Hist. Anim. 2: 125–136.

**Gallego, S., Rodríguez-Teijeiro, J.D. & Puigcerver, M.** 1993. Descripción de la eficacia del método de captura de codorniz (*Coturnix c. coturnix*) con reclamo. Alytes VI, 429-436.

**Gregory, R.D., Van Strien, A., Vorisek, P., Gmelig Meyling, A.W., Noble, D.G., Foppen, R. & Gibbons, D.W.** 2005. Developing indicators for European birds: Phil. Trans. R. Soc. B, 269-288.

**Gregory, R.D., Willis, S.G., Jiguet, F., Vorisek, P., Klvanova, A., Van Strien, A., Huntley, B., Collingham, Y.C., Couvet, D., Green, R.E.** 2009. An indicator of the impact of climatic change on European bird populations. PLoS ONE 4 (3), 1-6.

**Guyomarc'h, J.C.** 2003: Elements for a Common Quail *Coturnix c. coturnix* management plan. Game Wildlife Science 20, 1-92.

**Heath, M.; Borgreve, C. & Peet, N. & Hagemeyer, W.** 2000: Quail *Coturnix coturnix*. In: "European birds populations, estimates and trends". BirdLife conservation Series, 10: 41-42. Cambridge.

**ICO.** 2014. Dotzè informe del Programa de Seguiment d'Ocells Comuns a Catalunya (SOCC). Institut Català d'Ornitologia. Barcelona

**IUCN.** 2001: Red list categories and criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN. Gland.

**Muntaner, J., Ferrer, X. & Martínez-Vilalta, A.** 1983: Atlas dels Ocells Nidificants de Catalunya i Andorra. Ketres Ed. Barcelona.

**Puigcerver, M.** 1990: Contribución al conocimiento de la biología y ecoetología de la codorniz (*Coturnix coturnix*). Tesis doctoral. Universitat de Barcelona. Barcelona.

**Puigcerver, M., Rodríguez-Teijeiro, J. D. & Gallego, S.** 2004: Codorniz común. En: Madroño, A.; González, C. & Atienza, J. C. (eds). Libro Rojo de las Aves de España. Dirección General para la Biodiversidad. SEO/BirdLife, Madrid.

**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): 343-352.

**Puigcerver, M., Jiménez, I., Ferreres, J.A., Sánchez-Donoso, I., Sardà-Palomera, F., Mercado, Y.S., García-Galea, E. & Rodríguez-Teijeiro, J.D.** 2013. Codornices. Revisión histórica, condición actual de su estado de conservación y tendencias poblacionales. Trofeo, 518: 61-66.

**Rodríguez-Teijeiro, J.D., Barroso, A., Gallego, S., Puigcerver, M. & Vinyoles, D.** 2006: Orientation cage experiments with the European Quail during the breeding season and autumn migration. Canadian Journal of Zoology, 84 (6), 887-894.

**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, 377-386.

**SEO.** 2006: Programas de seguimiento. SEO/Birdlife. Madrid.

**SEO/Birdlife.** 2013. Resultados del programa Sacre 1996-2013. SEO/Birdlife. Madrid.

**Sutherland, W.J.** 1998:, The importance of behavioural studies in conservation biology. Animal Behaviour, 56, 801-809)

**Tucker, G.M. & Heath, M.**1994: Birds in Europe. Their Conservation Status. Birdlife Conservation Series No 3. Cambridge.

## 6.- RESUMEN

Se han efectuado salidas de prospección y enseñanza del protocolo por parte de la dirección científica del proyecto en tres países: Portugal, Francia y España. En Marruecos se efectuaron diversos encuentros con miembros de la administración responsable del seguimiento, que no llegaron a fructificar. El seguimiento efectivo de la población de codornices se ha realizado en dos países en el 2013 (España y Francia), en Portugal (Tavira, Algarve) y en Tenerife (Los Rodeos e Icod el Alto) se han efectuado unas campañas de 2-3 días para capturar individuos de cara a la realización de estudios morfométricos comparados.

El número de localidades de seguimiento de la población de codornices en España ha sido de cuatro localidades situadas en tres comunidades autónomas - Cataluña: dos localidades, Castilla y León: una localidad y Castilla-la Mancha: una localidad -. Por otra parte, la dirección científica del presente proyecto efectuó una estancia corta en dos localidades de Tenerife en la que se capturaron 21 ejemplares, a los que se tomó la morfometría y muestras biológicas.

En Francia se ha aumentado espectacularmente en los últimos años el número de departamentos que colaboran con el proyecto, pasando de los tres departamentos que han vuelto a colaborar en el actual (Departamentos de Vaucluse (una localidad), La Lozère (una localidad) y l'Aveyron (una localidad)) a 6 departamentos en 2011, 10 departamentos en 2012 y 12 departamentos en 2013. Se han añadido los Departamentos de Ariège, Tarn et Garonne y La Vendée en 2011, así como Aube, Gard, Loire et Cher y Oise en 2012. Finalmente, se han sumado al proyecto los Departamentos de Dordogne (Saint-Sabine-Bern) y Lot et Garonne (Laplume). En total, suman 12 localidades frente a las 3 del proyecto anterior. Aunque hay algunos ligeros

desajustes en el seguimiento del protocolo, esperamos que todo se normalice en el seguimiento de los años sucesivos.

En Portugal, el seguimiento de la región de Mirandela no se inició en 2013 por problemas presupuestarios. Sin embargo, la dirección científica del presente proyecto hizo una prospección corta en Tavira (provincia del Algarve), en la que se realizaron 21 capturas.

Por lo tanto, en total se ha seguido la dinámica temporal de estancia de los machos de codorniz en 16 localidades muestreadas en 2013, contabilizándose 1.286 machos de los que se capturaron 355 individuos (27.6% de eficacia). A todos los machos capturados se les ha puesto una anilla y se han tomado muestras biológicas y medidas morfométricas. En cuanto a la reproducción de la especie, se ha seguido en 8 de las 16 localidades (50%). La caza se ha muestreado en 11 de las 16 (68.8%). Se espera que en la próxima temporada, estos dos últimos porcentajes se vayan incrementando paulatinamente.

## 7.- ANEXO I. PRODUCTIVIDAD CIENTÍFICA DEL EQUIPO RESPONSABLE DE LA DIRECCIÓN CIENTÍFICA DEL PROYECTO RELACIONADA CON EL MISMO

Como resultado del trabajo realizado dentro del proyecto de caza sostenible, el equipo responsable de la dirección científica del proyecto ha publicado en este período los siguientes trabajos científicos en revistas internacionales indexadas (se adjunta la primera página de cada artículo y, en el anexo IV, el documento en pdf):

- Sardà-Palomera, F.; Puigcerver, M.; Brotons, L.; Rodríguez-Teijeiro, J.D. 2012. Modelling seasonal changes in the distribution of Common Quail *Coturnix coturnix* in farmland landscapes using remote sensing. *Ibis*, 154: 703-712.
- 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): 343-352.
- Rodríguez-Teijeiro, J.D.; Sardà-Palomera, F.; Puigcerver, M. 2012. Post-breeding movements and migration patterns of Western populations of common quail (*Coturnix coturnix*): from knowledge to hunting management. *Animal Biodiversity and Conservation*, 35 (2): 333-342.
- Rodríguez-Teijeiro JD; Sardà-Palomera F; Alves I; Bay Y; Beça A; Blanchy B; Borgogne B; Bourgeon B; Colaço P; Gleize J; Guerreiro A; Maghnouj M; Rieutort C; Roux D; Puigcerver M. 2010. Monitoring and management of quail *Coturnix coturnix* populations in their Atlantic distribution area. *Ardeola*, 57: 135-144.

## Modelling seasonal changes in the distribution of Common Quail *Coturnix coturnix* in farmland landscapes using remote sensing

FRANCESC SARDÀ-PALOMERA,<sup>1,2\*</sup> MANEL PUIGCERVER,<sup>3</sup> LLUÍS BROTONS<sup>2,4</sup> & JOSÉ DOMINGO RODRÍGUEZ-TEJERO<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Animal Biology, Faculty of Biology, University of Barcelona, Barcelona, Spain

<sup>2</sup> European Bird Census Council (EBCC) & Forest Sciences Center of Catalonia (CTFC), Solsona, Spain

<sup>3</sup> Department of Didactics of Experimental Science and Mathematics, Faculty of Teacher Training, University of Barcelona, Barcelona, Spain

<sup>4</sup> CREAF Center for Ecological Research and Applied Forestries, Autonomous University of Barcelona, Bellaterra, Spain

Species' distribution models are widely used in landscape ecology but usually lack explicit information about species' responses to ecosystem dynamics, leading to uncertainty when applied to the prediction of seasonal change in distributions. In this study, we aimed to build a species' distribution model for the Common Quail *Coturnix coturnix*, a farmland species that shows changes in its distribution in response to seasonal changes in habitat suitability. During the course of three breeding seasons we collected temporal replicates of presence-absence data in 13 sampling locations in four countries (Morocco, Portugal, Spain and France). We used generalized linear mixed models to relate the species' presence or absence to environmental variables and to the normalized difference vegetation index at each sampling location through the seasons, the latter variable being an indicator of within- and between-season habitat changes. The preferred model showed that occurrence was highly dependent on habitat changes associated with crop seasonality, as measured by the normalized difference vegetation index. Common Quail selected areas with dense vegetation and warm climate and tracked spatial changes in these two parameters. The model allows accurate mapping of within- and between-season distribution changes. Such changes are related to habitat variations caused mainly by drought and agricultural practices. Our results demonstrate that seasonal changes in farmland ecosystems can be incorporated into a simple distribution model, and our approach could be applied to other species to predict the effects of agricultural changes on the distribution of birds inhabiting farmland landscapes.

**Keywords:** agriculture, cereal, crop seasonality, generalized linear mixed model, normalized difference vegetation index, species' distribution models.

Attempts to gain insight into the processes that determine the distribution of organisms in dynamic ecosystems and to map responses to habitat and climate change have focused on the development of species distribution modelling (SDM) techniques (Guisan & Zimmermann 2000, Pearce & Ferrier 2000, Segurado & Araújo 2004, Elith *et al.*

2006, Araújo & New 2007). These methods are commonly used in a temporally static way and often lack explicit information on causes of change in distribution. For example, farmland landscapes are habitat mosaics in which various habitat components change throughout the course of the year as a consequence of agricultural operations and crop growth (Benton *et al.* 2003, Flade *et al.* 2006). In this context, the species inhabiting these landscapes face rapid changes in the distribution of

\*Corresponding author.  
Email: francesc.sarda@ctfc.cat

© 2012 The Authors  
*Ibis* © 2012 British Ornithologists' Union

## Determining population trends and conservation status of the common quail (*Coturnix coturnix*) in Western Europe

M. Puigcerver, F. Sardà-Palomera & J. D. Rodríguez-Teijeiro

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: 343–352.

### Abstract

*Determining population trends and conservation status of the common quail (Coturnix coturnix) in Western Europe.*— In this paper we review the conservation status and population trends of the common quail (*Coturnix coturnix*) from 1900 to the present. Data are sometimes contradictory with regard to the status of this species as it has some features that make it difficult to produce reliable population estimates. Recent data clearly suggest, either at a local scale or at a trans-national scale, that the Atlantic common quail populations have remained stable in the last two decades, and that restocking practices with farm-reared quails (hybrids with the Japanese quail, *Coturnix japonica*) do not affect our estimates. The complex movement patterns showed by this species require special attention. Analysis of ring recoveries can give important information, especially about the nomadic movement of quails in search of suitable habitats after the destruction of winter cereal crops due to harvesting. Thus, when developing a breeding distribution model for this species, continuously updated information on seasonal habitat and weather must be included for optimal prediction. Including fortnightly data of vegetation indices in distribution models, for example, has shown good results. Obtaining reliable predictions about changes in species distribution and movements during the breeding period could provide useful knowledge about the conservation status and population trends and would help in the design of future management measures.

Key words: Conservation status, Population trends, Hybrids, Nomadic movements, Management.

### Resumen

*Determinación de las tendencias poblacionales y el estado de conservación de la codorniz común (Coturnix coturnix) en Europa Occidental.*— En el presente estudio hacemos una revisión del estado de conservación y las tendencias poblacionales de la codorniz común (*Coturnix coturnix*) desde 1900 hasta nuestros días. Algunos de los datos de los que disponemos son contradictorios con respecto al estado de la especie, que presenta ciertas características que dificultan el poder proporcionar estimas poblacionales fiables. Datos recientes sugieren claramente, tanto a escala local como a escala transnacional, que las poblaciones atlánticas de codorniz común han permanecido estables en las dos últimas décadas y que la práctica de liberar codornices criadas en granjas (híbridas con la codorniz japonesa, *Coturnix japonica*) con finalidades cinegéticas, no afectan significativamente a nuestras estimas. Por otra parte, los complejos patrones de desplazamiento de esta especie requieren especial atención. En este sentido, el análisis de recuperaciones de anillas puede aportar información relevante, especialmente de los movimientos nómádicos de codornices a la búsqueda de hábitats adecuados, tras la destrucción de los cultivos invernales de cereales debido a la siega. Así, al desarrollar un modelo de distribución de cría para esta especie, se debe incorporar continuamente información actualizada de los cambios estacionales de hábitat y clima, con el fin de obtener unas predicciones óptimas. En este sentido, por ejemplo, la inclusión de datos quincenales de índices de vegetación en los modelos de distribución ha dado muy buenos resultados. La obtención de predicciones fiables de los cambios de la distribución de la especie y de sus desplazamientos durante la estación de cría puede ser muy útil para un mejor conocimiento del estado de conservación y las tendencias poblacionales de la especie, así como para el diseño de futuras medidas de gestión.



Anteón 57(Especial), 2010, 135-144

**MONITORING AND MANAGEMENT OF COMMON QUAIL  
*COTURNIX COTURNIX* POPULATIONS  
IN THEIR ATLANTIC DISTRIBUTION AREA**

**SEGUIMIENTO Y GESTIÓN DE LAS POBLACIONES  
DE CODORNIZ COMÚN *COTURNIX COTURNIX*  
EN SU ÁREA DE DISTRIBUCIÓN ATLÁNTICA**

José Domingo RODRÍGUEZ-TEJERO<sup>1</sup>, Francesc SARDÀ-PALOMERA<sup>1</sup>,  
Inácio ALVES<sup>2</sup>, Yannick BAY<sup>3</sup>, Agostinho BEÇA<sup>2</sup>, Bernard BLANCHY<sup>4</sup>,  
Bernard BORGOGNE<sup>4</sup>, Bernard BOURGEON<sup>4</sup>, Pedro COLAÇO<sup>5</sup>, Jacques GLEIZE<sup>3</sup>,  
Antonio GUERREIRO<sup>5</sup>, Mohammed MAGHNOUJ<sup>6</sup>, Christophe RIEUTORT<sup>3</sup>,  
Denis ROUX<sup>7</sup> and Manel PUIGSERVER<sup>8</sup> \*

**SUMMARY.**—The common quail *Coturnix coturnix* has suffered a large historical decline. Portuguese, Spanish and French populations remain stable, but some evidence suggests declines in Spain and France. During 2005-2009, we carried out a monitoring programme in Morocco, Portugal, Spain and France to determine the status of common quail populations using a census methodology based on: a) a census of calling males; b) capture and ringing; and c) monitoring during harvesting. Results suggest that during

<sup>1</sup> Departament de Biologia Animal, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona. Avinguda Diagonal 645, E-08028 Barcelona, Spain.

<sup>2</sup> Federação de Caçadores da Primeira Região Cinegética, Apartado 144. R. Dr. António Oliveira Cruz, Edifício MADRP Casa 4, P-5340 Macedo de Cavaleiros, Portugal.

<sup>3</sup> Fédération Départementale des Chasseurs de Lozère. 56, route du Chapitre, B.P 86, F-48003 Mende Cedex, France.

<sup>4</sup> Fédération Départementale des Chasseurs de l'Aveyron. 9, rue de Rome, Bourran, BP 711, F-12007 Rodez Cedex, France.

<sup>5</sup> Confederação Nacional dos Caçadores Portugueses. Praça Diogo Fernandes 23, 1º D, P-7800-428 Beja, Portugal.

<sup>6</sup> Centre National de la Recherche Forestière, Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre le Désertification. Quartier Administratif, Chellah, Rabat, Morocco.

<sup>7</sup> Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage. Maison Guende, Rue du Musée, BP20, F-84390 Sault, France.

<sup>8</sup> Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i la Matemàtica, Facultat de Formació del Professorat, Universitat de Barcelona. Passeig Vall d'Hebron 171, E-08035 Barcelona, Spain.

\* Corresponding author: mpuigserver@ub.edu

Asimismo, se ha publicado un artículo de divulgación que puede consultarse via web :

<http://www.fedecazagipuzkoa.com/index.php?idioma=es&seccion=1&ctipo=2&contenido=240>)

- Puigcerver, M.; Rodríguez-Teijeiro, J.D. 2010. La codorniz común (*Coturnix coturnix*): una especie enigmática. Federación Gipuzkoana de Caza.

También se ha publicado el siguiente artículo de divulgación científica:

- Rodríguez-Teijeiro, J.D.; Sardà-Palomera, F.; Puigcerver, M. 2012. Una especie que de común no tiene nada. *Ehiza On*, 2: 20-21.

Y se ha escrito un capítulo de libro, del que se adjunta la primera página:

- Sardà-Palomera, F.; Puigcerver, M.; Sánchez-Donoso, I.; Ferreres, J.A.; Rodríguez-Teijeiro, J.D. 2011. Guatlla *Coturnix coturnix*. En: Herrando, S.; Brotons, L.; Estrada, J.; Guallar, S.; Anton, M. (eds.), *Atlas dels ocells de Catalunya a l'hivern 2006 – 2009*. ICO/Lynx Edicions, Barcelona.

## Guatlla *Coturnix coturnix*



### Distribució i procedència

La guatlla és una espècie que acostuma a habitar dins de vegetació herbàcia i és bastant reticent a aixecar el vol excepte per a efectuar desplaçaments relativament llargs (migració, nomadisme), els quals realitza durant la nit. Aquest comportament críptic provoca que només sigui possible detectar-la a través del reclam dels mascles durant la temporada de reproducció, o topant amb ella casualment en el marge d'algun camp de cultiu. Per aquesta raó, a l'hivern les guatlles són especialment difícils de detectar i això provoca que en general no hi hagi un coneixement gaire precís de la seva distribució durant aquest període.

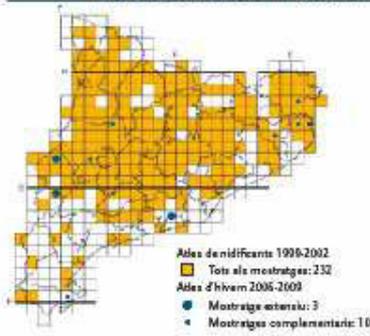
La major part de les guatlles que visiten Europa en l'època reproductora hivernal a regions semiàrides del Sahel, associades a vegetació herbàcia pe-

renne (Morel & Roux 1966, Urban *et al.* 1986, Guyomarc'h 1992). Pel que fa al nord d'Àfrica i sud d'Europa, dades obtingudes en l'últim segle semblen indicar que les guatlles apareixen a l'hivern de forma esporàdica i dispersa, sense seguir un patró de distribució concret, principalment associades a perímetres agrícoles irrigats o a zones humides (Moreau 1951, Munteanu & Maties 1974, Lack 1986, Yeatman-Berthelot 1991, Guyomarc'h 1992, Thévenot *et al.* 2003, Mur 2009), els quals solen presentar una cobertura vegetal adient. En concret, a la península Ibèrica s'havia citat prèviament la guatlla durant l'hivern a Galícia (Caballero-Pachó 1957), a Extremadura, relacionant-la amb la presència de camps de cotó (Delibes 1972), i, més recentment, a les planes al·luvials de Portugal, lligades a l'aparició de l'agricultura intensiva (Fontoura & Gonçalves 1995).

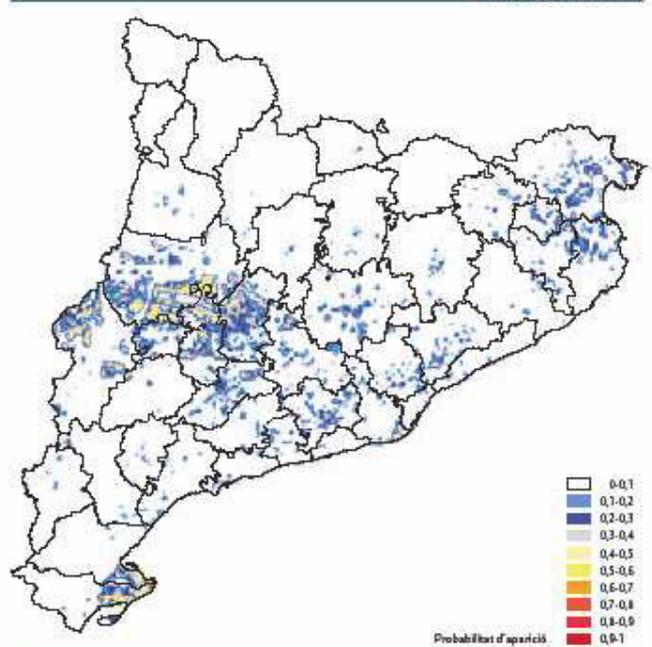
A Catalunya, durant el mostreig de l'Atles la guatlla s'ha detectat en un nombre de quadrats UTM 10x10 molt inferior respecte a l'Atles de nidificants. La diferència entre ambdós Atles és del 93%. El nombre de guatlles detectat durant l'hivern, tot i ser petit, és constant durant els tres anys. Aquestes observacions hivernals, 16 en total, són disperses i no semblen mostrar un patró de distribució concret. Tot i així, la majoria dels 13 quadrats on s'ha detectat l'espècie coincideixen amb quadrats on també hi és present durant la temporada de nidificació.

Cal destacar que l'alliberament amb finalitats cinegètiques de guatlles criades en captivitat és una pràctica freqüent a Catalunya durant tot l'any, especialment a les àrees de caça amb regulació especial. Les anàlisis genètiques d'una mostra d'aquestes guatlles provinents de diferents granges de Catalunya han confirmat que el 100% d'aquestes són híbrids entre guatlla i guatlla japonesa *Coturnix japonica* (Barilani *et al.* 2005, Huisman *et al.* 2008). Aquests híbrids, malgrat ser morfològicament molt semblants, presenten un comportament més sedentari respecte a la guatlla (Derégnaucourt *et al.* 2005), fet que permet contemplar la possibilitat que almenys una part de les cites hivernals de guatlla corresponguin en realitat a híbrids. Anàlisis

Mapa de distribució UTM 10x10 km



Mapa d'abundància



## **8.- ANEXO II. INFORMES EMITIDOS EN RELACIÓN CON LA SENTENCIA DEL TRIBUNAL SUPERIOR DE JUSTICIA DE CASTILLA-LA MANCHA QUE DECLARA ILEGAL LA ORDEN DE VEDAS DEL 2008-2009**

El equipo responsable de la dirección científica del proyecto ha elaborado un informe relativo a la sentencia del Tribunal Superior de Justicia de Castilla-La Mancha que declaró ilegal la orden de vedas del 2008-2009, y que reproducimos a continuación.

### **INFORME RELATIVO A LA SENTENCIA DEL TRIBUNAL SUPERIOR DE JUSTICIA DE CASTILLA-LA MANCHA QUE DECLARA ILEGAL LA ORDEN DE VEDAS DEL 2008-2009**

En relación con el tema de la sentencia del Tribunal Superior de Justicia de Castilla-La Mancha que declara ilegal la orden de vedas en dicha comunidad autónoma del período 2007-2008, quisiéramos comentar lo siguiente:

- a) Esta sentencia se fundamenta en el supuesto de que "No existe ningún dato que acredite que la densidad de las poblaciones (de las especies que se cazan en media veda) permita su aprovechamiento sostenible" y en que "no hay informes que acrediten por parte de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente que la fijación de estos períodos se realice con el ciclo biológico de las especies y su fenología provincial".
- b) Con respecto a la Codorniz común (*Coturnix coturnix*), nuestro equipo investigador de la Universidad de Barcelona lleva 30 años estudiando esta especie, desde aspectos de dinámica de poblaciones pasando por aspectos de su ecología, comportamiento, gestión y conservación.
- c) Que, tal y como consta en el "Libro Rojo de las Aves de España" (Madroño, González y Atienza, eds.), publicado en el año 2004 por el Ministerio de Medio Ambiente y por SEO/Birdlife, no existen datos que indiquen que las poblaciones de Codorniz común presenten una tendencia al descenso; las series largas de datos de las que se disponía hasta dicha fecha indicaban una falta de tendencia (tanto al alza como a la baja) en la evolución de las poblaciones (ver páginas 189 a 193). Asimismo, un estudio llevado a cabo por Sanderson et al. en el año 2006 y publicado en la prestigiosa revista científica "Biological Conservation" (vol. 131, pp. 93-105), pone de manifiesto que, en el período 1990-2000, la especie permanece estable.

d) Que, más recientemente, en el período 2005-2009, dentro del proyecto “Caza sostenible de especies migratorias: la Codorniz común (*Coturnix coturnix*)”, que hemos dirigido científicamente, un exhaustivo seguimiento llevado a cabo durante el período reproductor de la Codorniz común en 13 localidades de cuatro países (Marruecos, Portugal, España y Francia) de su población atlántica, ha mostrado una total estabilidad en la evolución de la misma durante el período analizado. Estos datos se recogen en el informe final de dicho proyecto (capítulo 2: “Tendencias poblacionales de la metapoblación atlántica de codorniz común (*Coturnix coturnix*). Resultados definitivos (2005-2010)”); una parte de dicha información se ha publicado recientemente en una revista científica reconocida (Rodríguez-Teijeiro et al. 2010. Monitoring and management of Common Quail *Coturnix coturnix* populations in their Atlantic distribution area. *Ardeola* 57 (especial):135-144).

e) Que para que la Codorniz común se reproduzca en sus áreas de cría, se necesita la conjunción de dos factores:

- Que los individuos se encuentren fisiológicamente activos sexualmente.
- Que exista un hábitat adecuado para la reproducción.

En este sentido, cabe señalar que el hábitat de reproducción de la Codorniz común está constituido principalmente por cereales de invierno (cebada, trigo, tritical, etc.). Éste es un hábitat muy efímero debido a las tareas agrícolas de siega, empacado de la paja y roturación de los campos de cultivo, por lo que es literalmente destruido con el devenir de la recolección de los cereales; a partir de esta destrucción de hábitat, la reproducción de la Codorniz común cesa, aunque los individuos puedan estar fisiológicamente activos desde un punto de vista sexual. Por otra parte, en los casos en los que la especie explota cultivos herbáceos (alfalfas, vezas, prados, etc.) hay que tener en cuenta que las labores agrícolas de corte se suelen realizar con una periodicidad mensual, mermando sustancialmente su reproducción en estos hábitats.

f) En el capítulo 3 del informe “Caza sostenible de especies migratorias: la Codorniz común (*Coturnix coturnix*)”, que aborda la modelización de la distribución de la metapoblación occidental de codorniz, se construye un modelo a partir del índice NDVI (índice que cuantifica la densidad y el grado de clorofila que hay en la vegetación) y de la temperatura que se ajusta en el 67% a los datos de presencia de la especie y que muestra la probabilidad de reproducción de la especie. Una parte de este estudio lo constituye un artículo científico que actualmente se encuentra en fase de revisión de una revista científica indexada con factor de impacto (“Ibis”). Igualmente ha formado parte de un capítulo de la tesis doctoral “Factores determinantes de los cambios de distribución de la codorniz *Coturnix coturnix* a gran escala: respuestas a la dinámica del paisaje agrícola e implicaciones reproductoras” defendida por el Sr. Francesc Sardà Palomera en Mayo de 2010 y obteniendo una nota de sobresaliente *cum laude*.

La aplicación del modelo para la Comunidad de Castilla- La Mancha a finales del mes de julio se muestra en la figura 1. En este momento, si no tenemos en cuenta las zonas de regadío (27% de la superficie de reproducción de la codorniz), solo en el 30% de la superficie de secano se llega a alcanzar una probabilidad de reproducción que oscila entre el 50 y el 70%. Por lo tanto, quince días antes del momento de la apertura de la media veda, la especie tiene probabilidad real de seguir reproduciéndose en las zonas de regadío que como se ha visto no alcanza el 30% de la superficie de la Comunidad. Muy probablemente, el 15 de agosto ese porcentaje disminuye.

g) Por todo ello, consideramos que, para el caso de la Codorniz común, los fundamentos de la sentencia del Tribunal Superior de Justicia de Castilla-La Mancha deben matizarse con el soporte empírico del que en la actualidad se dispone, como hemos puesto de relieve anteriormente.

### Idoneidad del hábitat

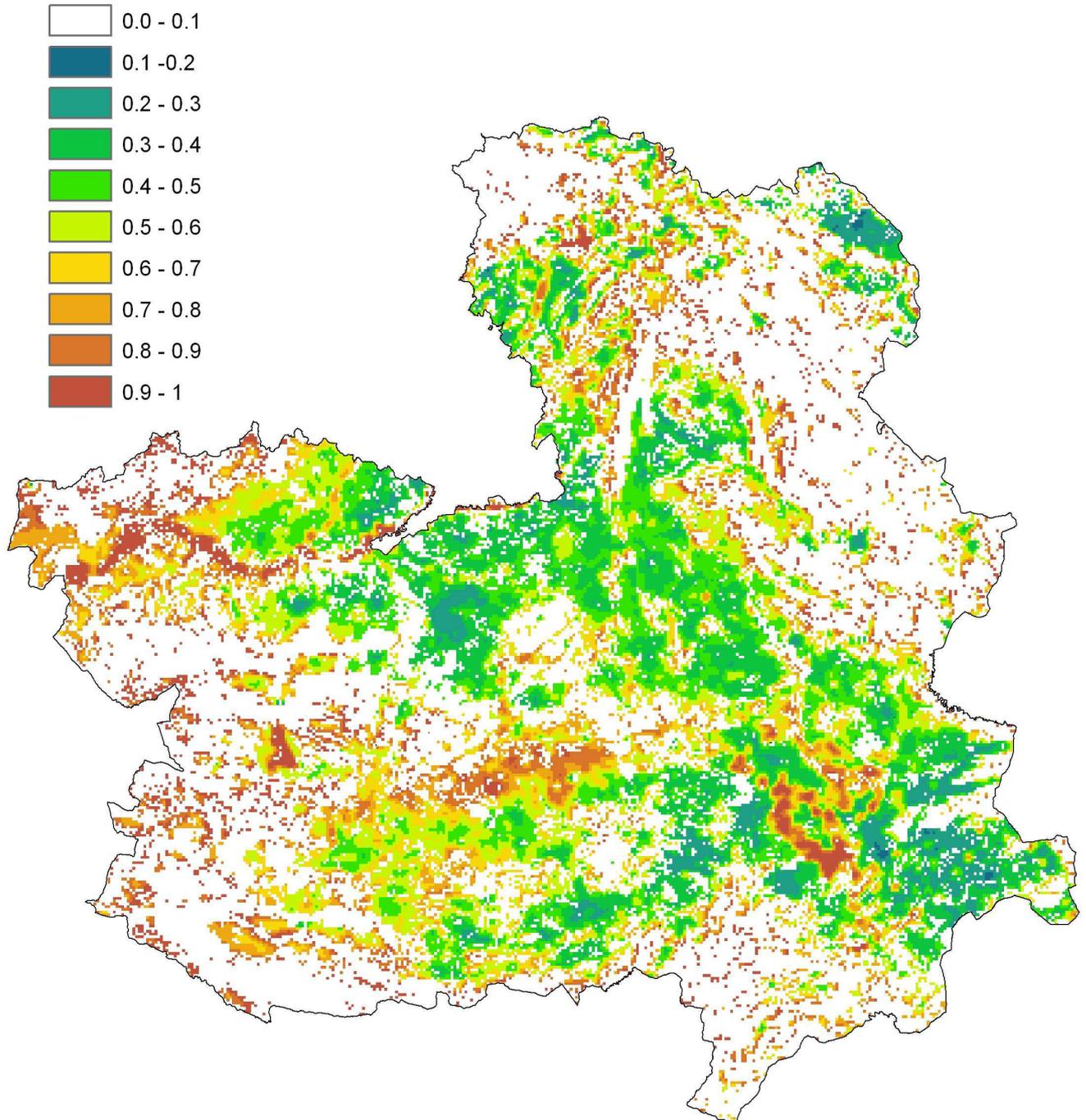


Figura 1.- Se muestra el hábitat idóneo para la reproducción de la codorniz a finales del mes de julio en la Comunidad de Castilla-La Mancha, según la aplicación de un modelo que tiene en cuenta el NDVI (índice que cuantifica la densidad y el grado de clorofila que hay en la vegetación) y la temperatura ambiental y explica el 67% de los datos de presencia de reproducción de la especie.

A partir de este informe, el Promotor del Estudio y Director del proyecto Caza Sostenible, Sr. José María Usarraga Unsaín, envió una carta a la en aquellos momentos responsable de Caza y Pesca de la Comunidad Autónoma de Castilla – La Mancha, Sra. Llanos Gabaldón, que reproducimos a continuación.

Estimada M<sup>a</sup> Llanos Gabaldón,

En relación a la situación regional de las poblaciones de Codorniz Común (*Coturnix coturnix*), ciclo biológico y fenología, me gustaría aportar los siguientes datos que pueden contribuir en el proceso de establecimiento de órdenes de vedas.

El equipo de científicos que dirige el Proyecto de Caza Sostenible sobre esta especie está formado por los Doctores José Domingo Rodríguez-Teijeiro y Manel Puigcerver, de la Universidad de Barcelona, científicos que llevan 30 años estudiando esta especie, desde aspectos de dinámica de poblaciones pasando por aspectos de su ecología, comportamiento, gestión y conservación.

Sí existen datos que acreditan que la densidad de las poblaciones permite su aprovechamiento sostenible y que la fijación de estos períodos se realiza en consonancia con el ciclo biológico de las especies y su fenología regional.

Que, tal y como consta en el "Libro Rojo de las Aves de España" (Madroño, González y Atienza, eds.), publicado en el año 2004 por el Ministerio de Medio Ambiente y por SEO/Birdlife, no existen datos que indiquen que las poblaciones de Codorniz común presenten una tendencia al descenso; las series largas de datos de las que se disponía hasta dicha fecha indicaban una falta de tendencia (tanto al alza como a la baja) en la evolución de las poblaciones (ver páginas 189 a 193). Asimismo, un estudio llevado a cabo por Sanderson et al. en el año 2006 y publicado en la prestigiosa revista científica "Biological Conservation" (vol. 131, pp. 93-105), pone de manifiesto que, en el período 1990-2000, la especie permanece estable.

Que, más recientemente, en el período 2005-2009, dentro del proyecto "*Caza sostenible de especies migratorias: la Codorniz común (Coturnix coturnix)*", que hemos dirigido científicamente, un exhaustivo seguimiento llevado a cabo durante el período reproductor de la Codorniz común en 13 localidades de cuatro países (Marruecos, Portugal, España y Francia) de su población atlántica, ha mostrado una total estabilidad en la evolución de la misma durante el período analizado. Estos datos se recogen en el informe final de dicho proyecto (capítulo 2: "Tendencias poblacionales de la metapoblación atlántica de codorniz común (*Coturnix coturnix*). Resultados definitivos (2005-2010)"); una parte de dicha información se ha publicado recientemente en una revista científica reconocida (Rodríguez-Teijeiro et al. 2010. Monitoring and

management of Common Quail *Coturnix coturnix* populations in their Atlantic distribution area. *Ardeola* 57 (especial):135-144).

Finalmente, indicar también la existencia de un plan de manejo realizado por la comisión de la Unión Europea para la codorniz (The EU Commission Management Plan for the Common Quail (*Coturnix coturnix*) 2009-2011), en la que participaron los directores científicos del proyecto “*Caza sostenible de especies migratorias: la Codorniz común (Coturnix coturnix)*”.

Que para que la Codorniz común se reproduzca en sus áreas de cría, se necesita la conjunción de dos factores:

- Que los individuos se encuentren fisiológicamente activos sexualmente.
- Que exista un hábitat adecuado para la reproducción.

En este sentido, cabe señalar que el hábitat de reproducción de la Codorniz común está constituido principalmente por cereales de invierno (cebada, trigo, triticale, etc.). Éste es un hábitat muy efímero debido a las tareas agrícolas de siega, empacado de la paja y roturación de los campos de cultivo, por lo que es literalmente destruido con el devenir de la recolección de los cereales; a partir de esta destrucción de hábitat, la reproducción de la Codorniz común cesa, aunque los individuos puedan estar fisiológicamente activos desde un punto de vista sexual. Por otra parte, en los casos en los que la especie explota cultivos herbáceos (alfalfas, vezas, prados, etc.) hay que tener en cuenta que las labores agrícolas de corte se suelen realizar con una periodicidad mensual, mermando sustancialmente su reproducción en estos hábitats.

Referencias bibliográficas de interés:

Puigcerver, M.; Rodríguez-Teijeiro, J.D.; Gallego, S. 2004. Codorniz común (*Coturnix coturnix*). In, A. Madroño, C. González and J.C. Atienza (eds.). Libro Rojo de las Aves de España, pp 189-193. Dirección General para la Biodiversidad y SEO/BirdLife. Madrid.

Sanderson, F.J., Donald, P.F., Pain, D.J., Burfield, I.J. and van Bommel, P.J. 2006. Long-term population decline in Afro-Palaearctic migrant birds. *Biological Conservation*, 131, pp. 93-105.

Rodríguez- Teijeiro, J.D. & Puigcerver, M., 2009. Caza sostenible en especies migradoras 2005-2010. Codorniz común (*Coturnix coturnix*). Informe final de síntesis. Federación de Caza de Euskadi.

Rodríguez-Teijeiro, J.D., Sarda-Palomera, F., Alves, I., Bay, Y., Beça, A., Blanchy, B., Borgogne, B., Bourgeon, B., Colaço, P., Gleize, J., Guerreiro, A., Maghnouj, M., Rieutort, Ch., Roux D., Puigcerver, M. 2010. Monitoring and management of Common

Quail *Coturnix coturnix* populations in their Atlantic distribution area. *Ardeola*, 57 (especial):135-144).

Sardà-Palomera, F., Puigcerver, M., Brotons, LL., Rodríguez-Teijeiro, J.D. in prep. Understanding and modelling seasonal changes in the distribution of birds in highly dynamic farmland landscapes: remote sensing habitat estimation in the common quail *Coturnix coturnix*. Segunda revisión en la revista *Ibis*.

European Union Management Plan (2009-2011): Common Quail (*Coturnix coturnix*). 2009. Official Publications of the European Communities. Luxembourg.

Fdo.: José María Usarraga Unsain

Presidente de la Federación de Caza de Euskadi

Posteriormente a estos hechos, el Sr. Juan Carlos Atienza, Vocal en representación de las asociaciones relacionadas con la defensa de la naturaleza en el Consejo Regional de Caza de Castilla – La Mancha, efectuó el 9 de mayo de 2011 unas nuevas alegaciones en relación con la apertura de la media veda en dicha comunidad. Ante este hecho, un equipo de expertos en especies cinegéticas de toda España, liderado por el Dr. Jorge Cassinello, Director del Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos, elabora un documento de respuesta a dichas alegaciones; en este equipo de expertos se encontraban los directores científicos del proyecto, en tanto que máximas autoridades de la codorniz común. Se adjunta a continuación el citado documento de respuesta a las alegaciones del Sr. Atienza, que fue entregado al Sr. Director General de Montes y Espacios Naturales, responsable de Caza y Pesca de la Junta de Castilla – La Mancha.

A la atención del Director General de Montes y Espacios Naturales  
Consejería de Agricultura  
Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha

En respuesta a la consulta formulada desde su Dirección General al Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (IREC), en relación a nuestra opinión acerca de la demanda contencioso administrativa presentada por Ecologistas en Acción relativo a la caza de perdiz roja con reclamo y la media veda en Castilla-La Mancha, y convocados los mayores especialistas científicos en la materia, todos ellos pertenecientes a cuerpos y escalas de organismos públicos de docencia e investigación de este país, tras analizar en detalle la documentación presentada en la demanda, y también la información científica publicada al respecto, y en base a nuestra propia experiencia científica, hemos llegado a las siguientes conclusiones generales de manera consensuada y unánime.

### **Con respecto a la caza de perdiz roja con reclamo**

En nuestra opinión, no existe actualmente información científica de peso como para prohibir con carácter general la caza de la perdiz roja mediante esta modalidad, prohibición que sin esta argumentación científica podría crear una innecesaria alarma social y posiblemente un serio perjuicio socio-económico. No obstante, un ajuste de las fechas para minimizar el posible efecto en las poblaciones parece razonable. De acuerdo con los datos de que disponemos (Vargas et al. 2012; Guzmán-García et al. 2011), las puestas de perdiz en Andalucía y Castilla-La Mancha comienzan en marzo, y la frecuencia aumenta de forma muy escalonada, de modo que la media de puestas ocurre a mediados de abril. Según la legislación europea, las fechas actuales de caza con reclamo (24 Enero - 6 marzo) están pues en contradicción con la directiva europea, porque se solapan durante más de 10 días con las fechas estimadas de inicio de la reproducción. Las fechas sugeridas para la finalización de la caza con reclamo en esos documentos han sido mediados o finales de febrero a más tardar, en ausencia de información más precisa sobre las variaciones espacio-temporales de la reproducción de la perdiz.

No recomendamos que se adelante la fecha de caza con esta modalidad, como parecen sugerir los demandantes, ya que se incrementaría la probabilidad de que bandos enteros entren al reclamo, lo cual tendría consecuencias más dañinas sobre las poblaciones.

Esta información ha sido la base para contestar a un requerimiento del Comité Ornis al Estado Español sobre las fechas de caza de la perdiz con reclamo, y en nuestro conocimiento dicho comité ha dado al menos temporalmente el visto bueno a la caza de la perdiz con reclamo con el cambio de fechas propuesto.

En nuestra opinión, es necesaria información más precisa, obtenida por la propia Comunidad Autónoma, que permita adecuar con mayor precisión en el futuro las fechas de caza de esta modalidad, o en su caso, la limitación de la misma. La propia

Administración debería comprometerse a ahondar en este asunto mediante el fomento de estudios científicos, lo cual inició en 2010 financiando un estudio sobre la fenología reproductiva de la especie en la Comunidad, que fue repetido en 2011.

### **Con respecto a la caza en Media Veda**

La información contenida en la documentación que aparece en los documentos cuatro y cinco del Recurso con respecto a las fechas más tardías de cría de codorniz, paloma torcaz y tórtola, se basa en algunos casos en información anecdótica por su carácter de extrema (donde en ocasiones ni siquiera aparece la cita completa, como en el caso del documento número cuatro), y en otros casos no es suficientemente precisa.

En todas las especies de aves hay ejemplares excepcionales de cría muy temprana o tardía que dan lugar a notas ornitológicas, precisamente por lo excepcional. El documento número 4 se fundamenta sobre todo en estas notas fenológicas anecdóticas. El documento número 5 presenta información más fidedigna, pero la trata de forma poco precisa. En cualquier caso, los nidos tardíos suelen tener poco éxito y contribuir, por tanto, poco a la demografía de las especies.

En cuanto a los datos que aporta la SEO sobre paloma torcaz, estos indican que existen un 16% de 60 nidos que contienen pollos en Agosto. Según este dato, comenzar la media veda el 15 de Agosto sería incompatible con la reproducción de esta especie. No obstante, sería importante determinar con más precisión (no a nivel de mes, sino con una precisión temporal mayor) el porcentaje que tiene pollos a partir del 15 de agosto, y también si esta información viene de un solo año o de varios, y si existen diferencias interanuales en el porcentaje de nidos con pollos a partir de la fecha considerada. Por otro lado, la directiva Hábitat con la Directiva Hábitat (anexada también en el documento), otorga una década (diez días) de “colchón” a los Estados Miembros para el inicio y final de los periodos de caza con respecto a las fechas observadas de reproducción, por lo que las fechas propuestas podrían ajustarse a la legalidad, si se precisaran los datos observados. En cualquier caso, y como el mismo documento 5 indica, la torcaz en España está en aumento, mientras que este no es el caso en otros países (REF). Así pues, retrasar mucho las fechas de la media veda implicaría que un mayor número de aves migradoras se cacen, lo que puede tener un impacto mayor sobre las poblaciones a nivel general. Globalmente, retrasar el inicio de la media veda una semana, hasta el 21 de agosto, como ha sugerido la propia Consejería, parece razonable dada la información existente.

En el caso de la codorniz, la información existente en la documentación contenida en el Recurso es muy pobre (debido, fundamentalmente, a la pobreza de información publicada al respecto). Investigaciones en curso Rodríguez-Teijeiro, Sardà-Palomera & Puigcerver (in prep.) indican que se han capturado algunos individuos con capacidad reproductora en zonas costeras cerca de Barcelona hasta finales de agosto, pero en cambio modelos de idoneidad de hábitat indican que en agosto prácticamente no queda hábitat adecuado para la reproducción de esta especie en Castilla- La Mancha, por lo

que la probabilidad de reproducción en esta fecha es ínfimo, y si ocurriera la incidencia para la supervivencia de la población sería insustancial. Estos mismos estudios han demostrado también que un retraso importante de la media veda podría tener efectos negativos sobre la población en general, puesto que afectaría a una segunda oleada de individuos migrantes. Nuevamente, el comienzo de la media veda el 21 de agosto parecería una sugerencia adecuada.

En cuanto a la tórtola, esta es la especie de la que se dispone de menos información, y además cuenta con un estatus de conservación más delicado (aunque la IUCN la considera no vulnerable debido al gran rango de distribución que tiene). Sería importante realizar programas de investigación sobre fenología y demografía a nivel europeo. En la ausencia de los mismos, y en base a la información existente, tenemos las siguientes consideraciones. En el estudio de Rocha e Hidalgo (2002), citado en el documento 5 del Recurso, indica que a 15 de agosto (no en la segunda quincena, como se indica en el documento), sólo el 2.7% de los nidos en Extremadura (similar latitud y condiciones que en CLM) contienen pollos. Esto quiere decir que el retraso de la media veda hasta el 21 de Agosto, como propone la Consejería, no interferiría con la reproducción de esta especie. En cualquier caso, la información existente indica que, con objeto de preservar las poblaciones cazadas de esta especie, además de los cambios de fechas de caza sugeridos, sería útil incidir en el establecimiento y cumplimiento de los cupos de captura establecidos para que la cuota de extracción sea prudente y razonable en la práctica.

De nuevo, se evidencia la importancia para la mejor gestión cinegética de la información científica y obtenida en Castilla-la Mancha, para evitar sesgos posibles en la información utilizada o sus interpretaciones.

Por todo lo anteriormente expuesto, los abajo firmantes, en base a la información disponible (propia, publicada o la incluida en los documentos cuatro y cinco del Recurso), consideramos que la información científica existente apoya unas fechas de caza para la media veda en Castilla-la Mancha del 21 Agosto a 15 de Septiembre, y para la perdiz roja con reclamo del 24 de Enero al 28 de Febrero. Asimismo, consideramos urgente que se realice un mayor esfuerzo para tener mejor información científica para que en el futuro próximo se pueda ajustar o, en su caso, limitar la actividad cinegética, y que se establezca un sistema de seguimiento que permita una rápida y precisa respuesta de la Administración responsable.

### **Bibliografía**

Vargas, J. M.; Duarte, J., Farfán, M.A., Villafuerte, R. & Fa, J. 2012. Are reclamo hunting seasons for the Spanish Red-legged partridge off the mark? *Journal of Wildlife Management*. DOI: 10.1002/jwmg.329

Guzmán, J.L., Gabaldón, Ll. & Viñuela, J. Estimación de las fechas de puesta de la perdiz roja *Alectoris rufa* en Castilla-La Mancha como base técnica para la determinación del periodo hábil de caza de perdiz con reclamo. Informe para la XXXX.

Rodríguez-Teijeiro, J.D., Sardà-Palomera, F. & Puigcerver, M. (in prep.). Post-Breeding movements and migration patters of western populations of Common quail (*Coturnix coturnix*): from knowledge to hunting management. *Animal Biodiversity and Conservation*.

### Firmantes

Jorge Cassinello Roldán, Científico Titular del CSIC, Director del IREC desde 2011, con más de 20 años de experiencia en biología y ecología de ungulados.

Rafael Villafuerte Fernández, Investigador científico del CSIC, con más de 25 años dedicado al estudio y conservación de especies cinegéticas de caza menor (conejo y perdiz fundamentalmente), ha dirigido proyectos nacionales sobre fechas de caza idóneas, y efecto de la gestión cinegética sobre el ecosistema, fue Director del IREC entre 2000 y 2003.

Javier Viñuela Madera, Investigador Científico del CSIC, con más de 10 años de experiencia en el estudio y conservación de especies cinegéticas (fundamentalmente la perdiz), fue Director del IREC entre 2008 y 2010.

Beatriz Arroyo López, Científico Titular del CSIC, vicedirectora del IREC, con más de 10 años de experiencia en estudios sobre conflictos entre caza y conservación, ha dirigido proyectos y tesis doctorales sobre la sostenibilidad de la caza de perdiz y becada.

Juan Mario Vargas Yáñez, Catedrático de Universidad de Málaga, 25 años de experiencia investigadora, ha publicado la mayor parte de los trabajos de gestión cinegética de perdiz roja en España, y ha dirigido proyectos y tesis doctorales sobre la caza de estas especies, incluídos los aspectos legales.

Manel Puigcerver Oliván, Profesor Titular de la Universidad de Barcelona, 30 años de experiencia en investigación y referencia mundial en el estudio de la codorniz (*Coturnix coturnix*); es Presidente saliente de la IUGB (Unión Internacional de Biólogos especializados en Especies Cinegéticas).

José Domingo Rodríguez Teijeiro, Catedrático de Universidad de la Universidad de Barcelona, 31 años de experiencia en investigación y referencia mundial en el estudio de la codorniz (*Coturnix coturnix*). Ha dirigido proyectos y tesis doctorales sobre la ecoetología de esta especie.

## 9.- ANEXO III. OTROS ASPECTOS DESTACABLES ASOCIADOS AL PROYECTO

Una buena parte de los resultados del proyecto que ahora se presentan tuvieron la necesaria difusión internacional al más alto nivel científico. Uno de los responsables científicos del proyecto, Manel Puigcerver, como Presidente durante el período 2009-2011 de la IUGB (International Union of Game Biologists) - sociedad internacional que agrupa a todos los científicos y responsables de la gestión de especies cinegéticas a nivel internacional - organizó en 2011 en Barcelona el « XXXth IUGB Congress and Perdix XIII », al que asistieron alrededor de 400 científicos especializados en fauna cinegética silvestre de 40 países de todo el mundo. En este congreso, otro responsable científico del proyecto -José Domingo Rodríguez Teijeiro-, presidió el comité científico. En este foro internacional, de enorme resonancia, los responsables del proyecto presentaron una ponencia y dos comunicaciones (una oral y otra en formato póster), con resultados parciales del proyecto.

Por otra parte, los responsables del proyecto fueron editores ejecutivos y asesores científicos del número especial de la revista científica internacional con factor de impacto «Animal Biodiversity and Conservation», que se dedicó íntegramente a la difusión de los mejores trabajos presentados en el « XXXth IUGB Congress and Perdix XIII ». Dos de las tres contribuciones presentadas por los responsables científicos del proyecto han sido publicadas en 2012 en « Animal Biodiversity and Conservation », como ya se ha expuesto en el Anexo I del presente informe.

Por otra parte, en dicho congreso se celebró el Workshop “*Sustainable management of migratory birds - What may hunters and game biologists expect from each other?*”, promovido por el Dr. Yves Lecocq y el Dr. Conor O’Gorman y patrocinado por la FACE (“The Federation of Associations for Hunting and Conservation of the EU”), en el que el Promotor del Estudio y Director del proyecto Caza Sostenible, Sr. José María Usarraga Unsaín, tuvo una muy destacable intervención.

## **10.- ANEXO IV.- TRABAJOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS EN REVISTAS INTERNACIONALES INDEXADAS**



## Modelling seasonal changes in the distribution of Common Quail *Coturnix coturnix* in farmland landscapes using remote sensing

FRANCESC SARDÀ-PALOMERA,<sup>1,2\*</sup> MANEL PUIGSERVER,<sup>3</sup> LLUÍS BROTONS<sup>2,4</sup> & JOSÉ DOMINGO RODRÍGUEZ-TEIJEIRO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Animal Biology, Faculty of Biology, University of Barcelona, Barcelona, Spain

<sup>2</sup>European Bird Census Council (EBCC) & Forest Sciences Center of Catalonia (CTFC), Solsona, Spain

<sup>3</sup>Department of Didactics of Experimental Science and Mathematics, Faculty of Teacher Training, University of Barcelona, Barcelona, Spain

<sup>4</sup>CREAF Center for Ecological Research and Applied Forestries, Autonomous University of Barcelona, Bellaterra, Spain

Species' distribution models are widely used in landscape ecology but usually lack explicit information about species' responses to ecosystem dynamics, leading to uncertainty when applied to the prediction of seasonal change in distributions. In this study, we aimed to build a species' distribution model for the Common Quail *Coturnix coturnix*, a farmland species that shows changes in its distribution in response to seasonal changes in habitat suitability. During the course of three breeding seasons we collected temporal replicates of presence–absence data in 13 sampling locations in four countries (Morocco, Portugal, Spain and France). We used generalized linear mixed models to relate the species' presence or absence to environmental variables and to the normalized difference vegetation index at each sampling location through the seasons, the latter variable being an indicator of within- and between-season habitat changes. The preferred model showed that occurrence was highly dependent on habitat changes associated with crop seasonality, as measured by the normalized difference vegetation index. Common Quail selected areas with dense vegetation and warm climate and tracked spatial changes in these two parameters. The model allows accurate mapping of within- and between-season distribution changes. Such changes are related to habitat variations caused mainly by drought and agricultural practices. Our results demonstrate that seasonal changes in farmland ecosystems can be incorporated into a simple distribution model, and our approach could be applied to other species to predict the effects of agricultural changes on the distribution of birds inhabiting farmland landscapes.

**Keywords:** agriculture, cereal, crop seasonality, generalized linear mixed model, normalized difference vegetation index, species' distribution models.

Attempts to gain insight into the processes that determine the distribution of organisms in dynamic ecosystems and to map responses to habitat and climate change have focused on the development of species distribution modelling (SDM) techniques (Guisan & Zimmermann 2000, Pearce & Ferrier 2000, Segurado & Araújo 2004, Elith *et al.*

2006, Araújo & New 2007). These methods are commonly used in a temporally static way and often lack explicit information on causes of change in distribution. For example, farmland landscapes are habitat mosaics in which various habitat components change throughout the course of the year as a consequence of agricultural operations and crop growth (Benton *et al.* 2003, Flade *et al.* 2006). In this context, the species inhabiting these landscapes face rapid changes in the distribution of

\*Corresponding author.  
Email: francesc.sarda@ctfc.cat

resources, including food and vegetation cover (Wilson *et al.* 1996, 2007, Benton *et al.* 2003, Green *et al.* 2005). These changes in resources then determine the temporal and spatial distribution of farmland species.

Agricultural landscapes dominated by cereals or forage crops and grass show strong seasonal changes throughout the year. These agricultural habitats are usually ephemeral, due to harvesting, showing changes from one year to another or even within the same season. Thus, species that breed in these crops must respond to a rapidly changing habitat. Several studies of farmland and steppe birds have explicitly taken into account seasonal agricultural changes through SDMs (Tella & Forero 2000, Osborne *et al.* 2001, Suárez-Seoane *et al.* 2002, Brotons *et al.* 2004, Bota *et al.* 2005). However, SDMs based on static variables may provide an overly simplistic view of species responses to rapid habitat changes, as they only capture species requirements at a given time. Thus, often they do not incorporate information about system dynamics and relevant biotic processes (Zurell *et al.* 2009).

One means of measuring phenological change in these dynamic landscapes is through the use of the normalized difference vegetation index (NDVI) as a proxy for seasonal vegetation change on farmland. NDVI is a simple numerical index of photosynthetic activity (Rouse *et al.* 1974), and thus primary production, detected via satellite by multiple sensors such as the advanced very high resolution radiometer (AVHRR). This index is suitable for obtaining information about changes in vegetation structure (Pettorelli *et al.* 2005) and for detecting patterns in vegetation development on farmland, and thus for overcoming the problem of using static variables in dynamic agricultural landscapes. For example, as cereal crops ripen and dry at the end of the growing season they lose chlorophyll and become yellow. However, while NDVI changes, the biomass in the crop field remains more or less constant until harvest occurs. Consequently, NDVI can be used as an indicator of cereal crop maturation and to predict when harvesting will occur.

In this study, we aim to build a simple model of Common Quail *Coturnix coturnix* distribution that incorporates temporal variability in environmental variables and illustrates how a farmland species tracks changes in its environment over the course of the year.

The Common Quail is widely distributed in the Palearctic. It winters in the Sahel and, after migration, it reaches its breeding grounds in northern Africa and Eurasia (Guyomarc'h *et al.* 1998). Arrival dates are later at higher latitudes. Once in the breeding areas, Quails mainly inhabit cereal crops (usually wheat and barley) and behave secretively within the dense vegetation. During the breeding season, which continues until the end of August, males sing to announce their presence to females and other males (Guyomarc'h *et al.* 1998). Moreover, there is a marked and constant inflow and outflow of individuals, especially males, in breeding locations throughout the breeding season (Rodríguez-Teijeiro *et al.* 1992). The estimated length of stay is 7–10 days among males, as males move on if they do not succeed to mate or as soon as the female begins incubation, and 2.5 months among females. Thus, male calls indicate their attempts to breed, and the absence of male calls at the beginning and end of the breeding season indicates an absence of males. Moreover, the mean date on which cereal crops approach their asymptotic height matches the modal date for male calling activity, expressed as the day of the breeding season when the highest density of calling males is reported (Puigcerver *et al.* 1989). When habitat suitability is reduced, for example due to harvesting, most Quails move and search for a more suitable habitat in a different location; only females with broods will remain in their breeding areas to raise their chicks (Rodríguez-Teijeiro *et al.* 2009). In accordance with these nomadic habits (Dean 2004), the species reaches sexual maturity in the natal year and can even reproduce in the first year of life (Guyomarc'h & Saint-Jalme 1990).

In areas with continental and Atlantic climates, crops are less dependent on water supply due to the high precipitation regime and therefore crop seasonality and productivity are dictated mainly by crop type and/or farming practices (Chamberlain *et al.* 2000). However, Mediterranean areas have lower annual precipitation rates and thus crop seasonality and productivity are mainly dictated by climate and weather (De Juana & García 2005), and maturation occurs each season from south to north and from lower to higher altitudes (Rodríguez-Teijeiro *et al.* 2009).

In this study, we predicted that changes in NDVI will reflect changes in the temporal development of crop vegetation (Pettorelli *et al.* 2005).

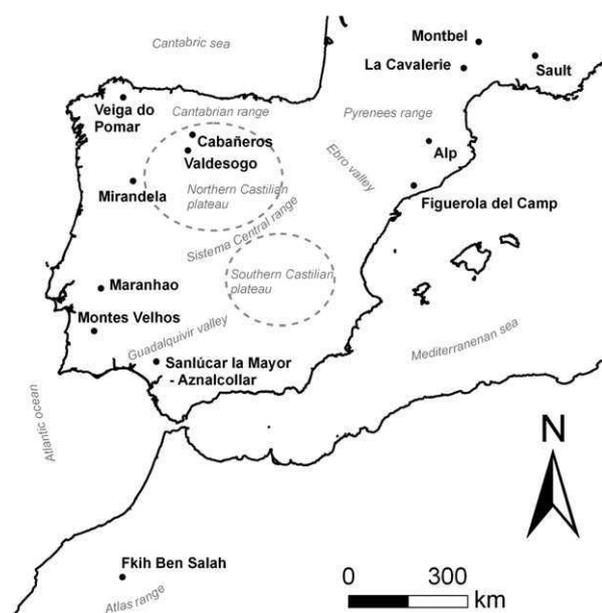
We also predicted that the Quail, which is generally limited by the presence of suitable habitat (Sardà-Palomera & Vieites 2011), would track recorded changes in vegetation cover as the major determinant of the species' seasonal distribution changes. We also predicted that seasonal changes in vegetation cover would interact with abiotic factors (e.g. climate) to determine the species' distribution. Thus, using continuous occurrence data through the course of the seasons should make it possible to relate occurrence to a broad range of environmental data within and between seasons to develop an SDM that predicts distribution changes.

To test this prediction, we built a generalized linear mixed model (GLMM) for this nomadic species of dynamic and ephemeral habitats to estimate environment–species relationships across space and time. The data were collected over 3 years in 13 sampling locations in four countries on two continents (Morocco, Portugal, Spain and France).

## METHODS

### Study area

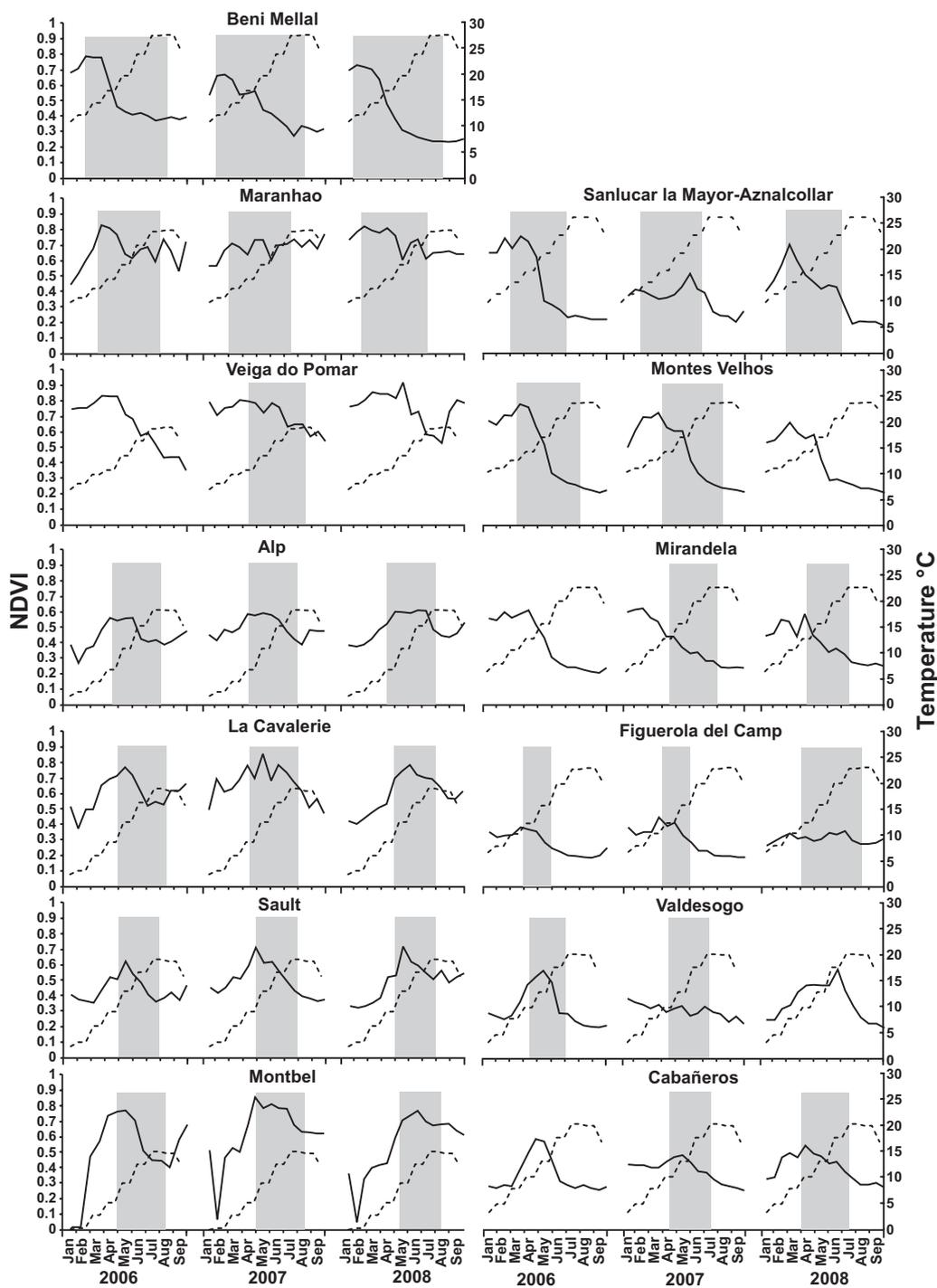
The study area covered Morocco, Portugal, Spain and southern France (Fig. 1). These countries



**Figure 1.** Map of the study area showing the sampling locations (black) and the main geographical features (grey).

comprise the most important areas in terms of the density of the western population of the Common Quail (Guyomarc'h *et al.* 1998, Guyomarc'h 2003). Morocco, most of the Iberian Peninsula (Spain and southern Portugal) and the Mediterranean coast of France have a Mediterranean climate characterized by dry winters and summers, and intermediate annual precipitation (400–800 mm), which falls mainly in spring and autumn. The north and northwestern part of the Iberian Peninsula and the rest of France have a temperate climate with higher precipitation (500–1000 mm). Relief in the study area varies from sea level to 4165 m above sea level (a.s.l.) in the Atlas range in Morocco. The Iberian Peninsula contains a large area (the Castilian plateau), which has a mean altitude of 700 m a.s.l. and is divided into two parts (northern and southern) by the Sistema Central range. The Peninsula is delimited to the north by the Pyrenees (3300 m) and the Cantabrian Range (2600 m). The dominant agricultural systems in the area are cereal crops, especially in the Mediterranean area and the northern Castilian plateau. However, in the temperate area the dominance of cereal crops decreases and cereals are grown alongside other field types such as grassland, meadows and pastures.

Fieldwork was carried out during the 2006–08 breeding seasons (which encompasses the months February to August, depending on location) in 13 different sampling locations in these four countries (Fig. 1). The sampling locations were chosen because they were known to be breeding areas from sampling carried out in previous years. These areas show different levels of habitat suitability for the species, ranging from areas with low Quail densities that vary greatly between years (e.g. Figuerola del Camp) to areas with high and constant densities between years (e.g. Fkih Ben Salah). Eight locations were sampled for all three study years; four locations were sampled for 2 years and one location for 1 year only (Fig. 2). The locations can be classified into two groups according to water supply (Table 1): dry areas (< 700 mm), in which only wheat and barley crops can be grown (Montes Velhos, Sanlúcar la Mayor – Aznalcollar, Valdesogo, Cabañeros and Figuerola del Camp), and areas in which cereal crops can be mixed with other herbaceous crops (alfalfa, vetch, meadow, etc.), due to a higher mean precipitation (> 700 mm; Veiga do Pumar, Mirandela, Alp, La Cavalerie, Montbel and Sault) or irrigation (Fkih Ben Salah and Maranhao).



**Figure 2.** Common Quail presence (grey shaded area), NDVI pattern (solid line) and the monthly mean temperature (1950–2000) from WORLDCLIM (dotted line) for each sampling location. Periods with no data are non-sampled periods.

**Field methods**

Ten point counts (Bibby *et al.* 2000) were established at each sampling location, and were visited

every sampling day. Within the sampling location, point counts were located in places surrounded by crop fields potentially suitable for Common Quail breeding. At each point count, a digital female

**Table 1.** Mean annual accumulated precipitation (Accumulated prec.), mean temperatures (Mean temp.) obtained from WORLDCLIM Version 1.4 (1950–2000) and habitat description of the sampled breeding sites in Morocco (Mo), Portugal (Po), Spain (Sp) and southern France (Fr). Crop species mentioned are wheat (*Triticum* spp.), barley (*Hordeum* spp.), rye (*Secale cereale*), triticale (hybrid *Triticum* spp. × *Secale* spp.), millet (*Panicum* spp.), alfalfa (*Medicago sativa*), vetch (*Vicia* spp.) and lavender (*Lavandula* spp.).

Location	Accumulated prec. (mm)	Mean temp. (°C)	Habitat description
Cabañeros (Sp)	474	11	Wheat and barley crops and set-aside
Fkih Ben Salah (Mo)	478	19	Irrigated wheat and alfalfa crops
Valdesogo (Sp)	545	11	Wheat and barley crops and set-aside
Montes Velhos (Po)	548	17	Wheat and barley crops
Sanlúcar la Mayor – Aznalcóllar (Sp)	558	18	Wheat and barley crops
Figuerola del Camp (Sp)	596	14	Barley crops
Maranhao (Po)	645	17	Irrigated wheat, alfalfa, millet and vetch crops
La Cavalerie (Fr)	784	10	Triticale, barley crops and alfalfa
Sault (Fr)	831	10	Lavender crops, wheat crops and meadow
Montbel (Fr)	858	7	Wheat and barley crops, alfalfa and meadow
Mirandela (Po)	868	14	Wheat, rye and barley crops
Alp (Sp)	916	9	Wheat, rye, barley, maize crops and meadow
Veiga do Pumar (Sp)	1022	12	Meadow and forage crops

decoy (PQ-10 with E-36X chip, Mundi Sound Ca. Pa.Di., S.L. Spain) was played to elicit song from any males that did not call spontaneously. These digital decoys have an approximate range of 350 m radius, and point counts were separated from each other to avoid overlap problems ( $\geq 700$  m). The presence or absence of calling male Quails was recorded. Quails are only detectable by male calls and they only call during the breeding season. Sampling locations were visited

once every 10 days (except Fkih Ben Salah, which was visited once a month), from before the arrival of Quails from their winter quarters until the end of the breeding season, when harvesting occurred or Quails left the area to return to winter quarters (except Fkih Ben Salah, where the species could also winter, see Guyomarc'h 1992). When no advertising call was heard and thus no male Quails were detected in any of the point counts in a certain sampling location, we considered that they were absent from this location and their breeding attempts were over. When a minimum of one male Quail was detected in a count point, this was considered evidence of the presence of the species in the sampling location. We included all absences (zero values) detected in the field prior to arrivals of Quails and after they left, with the aim to encompass the maximum range of environmental variables across the study area to estimate environment–species relationships. Thus, we obtained a temporal series of Quail presence and absence data for each sampling location and sampling day throughout the entire season for each study year. These presence/absence data were used as the dependent variable.

### Predictor variables

NDVI was used to quantify vegetation cover suitability. NDVI data were obtained from the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS, <http://modis.gsfc.nasa.gov/>). We used Version-5 MODIS/Terra Vegetation Indices at 1-km spatial resolution for the study area for 2006, 2007 and 2008. These data are provided in a grid format for each 16-day period. This grid is created from a maximum value accumulation process so that each pixel has the highest NDVI value recorded over the 16-day accumulation period. This helps to reduce error from clouds, mist and other atmospheric effects, as well as view angle differences. Therefore, we could relate each sampling day at the different sampling locations to its respective NDVI value, with a maximum difference of 8 days. NDVI values range from zero to one, where zero indicates the absence of photosynthetic activity, and therefore the absence of living vegetation, and high values equate to high photosynthetic activity.

Monthly mean temperature and monthly mean accumulated precipitation for each location were taken as climatic variables. These values, with a

spatial resolution of 1 km<sup>2</sup>, were obtained from WORLDCLIM Version 1.4 (<http://www.worldclim.org/>) (Hijmans *et al.* 2005). This is an interpolated climate dataset with high spatial resolution, which is widely used in species distribution modelling, especially from a climatic perspective (Daly 2006, Elith *et al.* 2006, Broennimann *et al.* 2007, Pearson *et al.* 2007). Altitude, at a resolution of 1 km<sup>2</sup> (also provided by WORLDCLIM), was included in the dataset as a geographical variable, and latitude was also included in the model to control for possible spatial effects related to migration timing.

As sampling locations were homogeneous farmland areas ranging from approximately 15 to 50 km<sup>2</sup>, we selected the central point of each sampling location to relate species presence/absence data with the predictor variables. The mean value of the centre cell and all the adjacent cells was used to obtain a mean value for a 9-km<sup>2</sup> area for each variable. This mean value provided average information of the environmental conditions in the sampling locations that was suited to the ecology of this mobile species.

## Data analysis

Correlates of distribution presence/absence were modelled using GLMMs with the GLIMMIX (SAS Institute, Cary, NC, USA) macro. A model with a binomial error distribution and a logit link function was specified with presence–absence at each location for each sampling day as the dependent variable. Sampling locations were included as a random effect to control for variation between locations and to account for non-independence in the data collected at given locations. Year (2006, 2007 and 2008) and season (winter, spring and summer) were included as categorical fixed effects to control for possible interactions. Because breeding individuals were detected in winter in the sampled locations at lower latitudes (Fkih Ben Salah and Sanlúcar la Mayor – Aznalcóllar), and in spring and summer in locations at higher latitudes, seasons were considered to be winter (from January to March), spring (from April to June) and summer (from July to September). Autumn was excluded because the species was not detected in any locations in the study area. The remaining variables (NDVI, mean temperature, precipitation and altitude) were included as covariates. To control for possible curvilinear relationships we also calculated the quadratic and cubic terms for

the NDVI variable and ran the model again for each case. We finally selected the model that better explained the deviance.

Full models that included all the variables and possible interactions were reduced by sequentially removing non-significant terms ( $P$ -values < 0.01) (Sol *et al.* 2005, Pons *et al.* 2008). Although model selection approaches have been widely discussed (see Whittingham *et al.* 2006, Murtaugh 2009 among others), we considered that a backward stepwise procedure would be appropriate in our case.

We additionally performed a temporal cross-validation to test how well occupancy in each year was estimated from the other 2 years in turn. The dataset was divided into 3 years, one of which we used as independent data to test the model run using training data from the remaining 2 years, and repeating the process for all three combinations. This made it possible to assess how well the model predictions used to generate maps fit the observed data. Using the predictions and test data obtained, we performed the area under the receiver operating characteristic curve (AUC) test using the R package ‘presence–absence’ version 1.1.3 in R version 2.14.0 (R Development Core Team 2011).

Occurrence probability maps were created by projecting the minimum adequate model over the corresponding raster variables using ESRI ARCGIS 9.2. (ESRI, Redlands, CA, USA). These probabilities of occurrence were interpreted as a habitat suitability index. The model was only projected onto areas that contained potential habitats for the species (Guyomarc’h *et al.* 1998), which were selected from CORINE Land Cover 2000 (from the European Environment Agency, <http://www.eea.europa.eu/>) for Europe, and from the US Geological Survey (<http://www.usgs.gov/>) for Africa.

## RESULTS

### Relationships between land use and NDVI

Drier areas (mean annual accumulated precipitation below 700 mm and without supplementary water support), where only cereal crops were cultivated, showed lower NDVI values than areas with more water availability, where cereal crops were mixed with other herbaceous crops (Mann–Whitney  $U$ -test:  $z = 3.0$ ,  $P < 0.01$ ,  $n_1 = 6$ ,

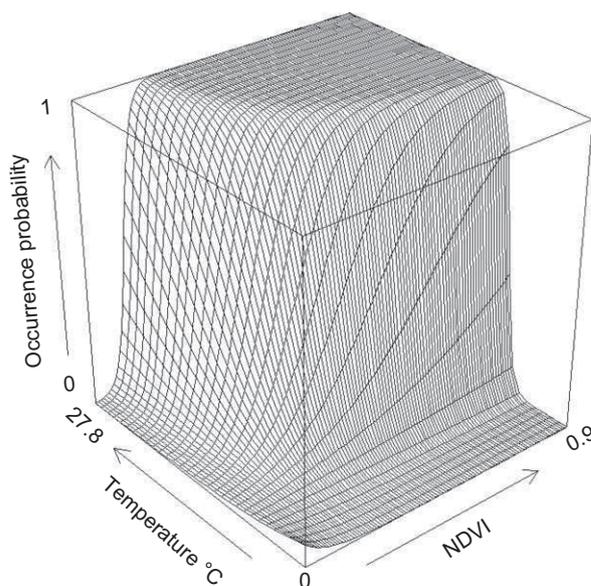
$n_2 = 7$ ). In drier areas, the median NDVI was 0.41 and ranged from 0.18 to 0.77. However, in wetter areas (with accumulated precipitation over 700 mm or with supplementary water support) the median NDVI value was 0.59 and ranged from 0 to 0.90. Quails were recorded at locations with NDVI values between 0.24 (minimum in Mirandela in July 2007) and 0.83 (maximum in La Cavalerie in May 2007).

The ratio of presence/absence data was 1.81 : 1, with 245 presences and 135 absences. The minimum adequate model for the presence-absence response variable (Table 2) explained 73.5% of the deviance, and the AUC values obtained from the temporal cross-validation analyses were 0.89, 0.83 and 0.91. This model indicates that the interaction between NDVI and temperature is strongly related to Common Quail occurrence, having accounted for seasonal variation (Fig. 3), with the highest occurrence probability when NDVI is high and conditions are warm (Figs 2 and 3). These results also suggest that there are some thresholds in both NDVI and temperature below which Quail will not occur. Quails seem not to be present when NDVI falls below 0.24 and/or mean temperature falls below 7 °C. In the case of NDVI, the lowest value during spring and summer coincides with harvesting.

The variable 'season' also entered into the model, with occurrence higher in spring (in fact the species was present in all the sampling

**Table 2.** Results for the minimum adequate model for the Common Quail obtained from a GLMM with a binomial (presence or absence) error distribution and a logit link function, and applying a backward stepwise procedure.

Effect	Estimate	se	Type III, F	P
<b>Fixed</b>				
Intercept	-6.704	2.693		0.0824
NDVI	-12.667	4.385	8.34	0.0041
Temperature	-0.013	0.013	0.92	0.3375
NDVI × Temperature	0.198	0.037	28.53	<0.0001
Season			20.23	<0.0001
Winter	2.988	1.395		0.0329
Spring	6.092	1.082		<0.0001
Summer	0			
<b>Random</b>				
Location	2.721	1.883		



**Figure 3.** Response of Common Quail occurrence probability to the predictor variables (NDVI and temperature), taking into account the interaction between both variables.

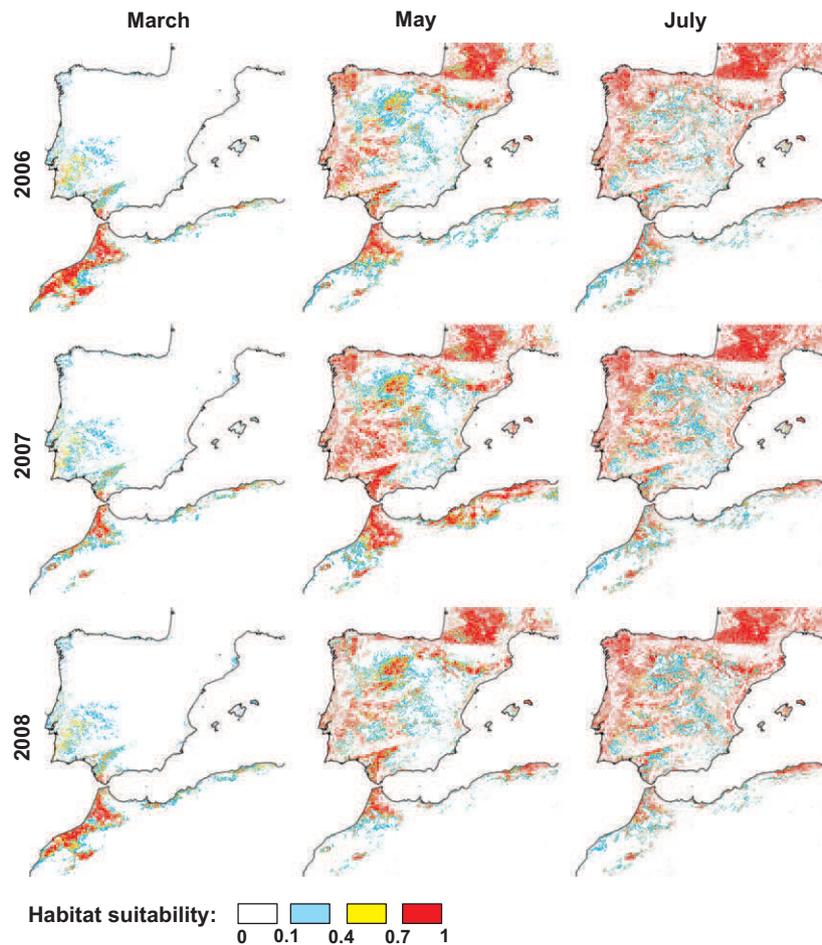
locations throughout this season) than at other seasons.

We obtained habitat suitability maps for every 16-day period during the length of the species' stay in the study area. The resultant habitat suitability maps showed spatial and temporal variations in Quail population distribution during the breeding season in farmland areas (Fig. 4).

## DISCUSSION

### Responses to seasonal habitat changes

The results show that NDVI is the main factor of those considered in the model that determines the occurrence of male Common Quails during the breeding season, the onset of which is determined by temperature. Thus, Quails prefer agricultural areas with high NDVI values but within a range of high temperatures, which determine the beginning of the breeding season but not the end. In this context, NDVI reflects the life cycle of the cereal crops, decreasing when crops begin to ripen and dry. Crop maturation reduces habitat suitability for Quails and their ability to reproduce (Puigcerver *et al.* 1989). NDVI reaches its lowest values at the time of harvesting, the ultimate event that causes breeding attempts to end due to habitat



**Figure 4.** Habitat suitability maps for the Common Quail obtained from the GLMM and projected onto different months (March, May and July) and years (2006, 2007 and 2008) during the study period for herbaceous farmland areas. Habitat suitability ranges from 0 (no suitability) to 1 (maximum suitability).

destruction, and compels remaining individuals to move (Rodríguez-Teijeiro *et al.* 2009), other than females with dependent chicks.

Our results strongly suggest that, in the study area, each agricultural system is associated with a particular temporal NDVI pattern. Temperature also varies throughout the year and at different locations, depending on altitude and latitude, which may explain why the arrival of Quails is delayed in some areas where they would be under climatic stress, even though vegetation cover might be suitable for the species. Like many other migrating species, Quails begin to breed earlier in southern latitudes due to climatic conditions. Habitat changes and cereal drying also begin earlier in southern breeding areas, and from lower to higher altitudes (Rodríguez-Teijeiro *et al.* 2009).

Thus, optimal breeding conditions change in a wave-like manner throughout the species' range during a single breeding season. However, wide variations can appear between years, depending on rainfall. Quails rapidly adapt to this regime through their continuous nomadic movements, which allow them to exploit emerging habitats (Puigcerver *et al.* 1989, Rodríguez-Teijeiro *et al.* 2009). The case of Figuerola del Camp is a clear example of this. In this sampling location, Quails tripled the length of the stay due to an abnormal weather that affected vegetation. They took advantage and their breeding success also showed an enormous increase as compared with other years (Rodríguez-Teijeiro *et al.* 2010).

Some sampling locations have a higher water supply, and cereals are mixed with other crops

with different cultivation patterns (lucerne, vetch, meadow, etc.). This is the case in some areas that are influenced by the Atlantic climate and in higher altitude areas, which show higher precipitation rates. It also occurs close to rivers or in artificially irrigated areas. In general, these areas show higher and more constant NDVI values throughout the seasons and thus a higher probability of the species' presence during the breeding season. Moreover, when cereal harvesting occurs in these areas, other suitable crops remain for the species.

Although we could not validate map projection beyond the sampling locations, the projection of the model across the whole study area allows us to understand how variation in vegetation cover (NDVI) can affect habitat suitability and the distribution of Quails. Apart from identifying temporal and spatial variation in the species' distribution during the breeding season, the projection of the model in sequential maps showed that some areas that were not suitable or had lost habitat suitability during the spring became more suitable in the summer. This may be due to increasing temperatures and weeds growing after harvesting in the open cereal fields, or the fact that other crops, such as maize, are frequently sown in some areas after cereal harvesting. The model identified areas within the species' range that presented suitable conditions for the species after harvesting and that could contain high numbers of Quail before post-breeding migration occurred (Rodríguez-Teijeiro *et al.* 2009).

### Contribution to species distribution models

As previous studies have demonstrated, NDVI is a very useful index for modelling habitat suitability for farmland and pseudo-steppe land-birds (Osborne *et al.* 2001, Suárez-Seoane *et al.* 2002, Osborne & Suárez-Seoane 2007). In Mediterranean agricultural landscapes it is also an indicator of water input (Smith *et al.* 1995, Palumbo *et al.* 2008), often representing a more effective measure than precipitation, as it enables areas under irrigation to be identified. However, in this study we incorporate gradual NDVI changes into the model and relate these changes to a temporal series of presence-absence data.

Recently, concerted efforts have been made to test and develop the best models for predicting species distributions, especially under climate

change scenarios and from a conservation perspective (Fielding & Bell 1997, Pearson & Dawson 2003, Araújo *et al.* 2005). However, these models have been based on presence-absence occurrence in a single time period, which, to obtain a broad range of environmental information, has to be related to interpolated climate data taken from the means of long series (New *et al.* 1999, Hijmans *et al.* 2005). Interpolated global data can be very useful, and in fact were used in this study to obtain the climate data. However, they can also give too general a view of the species' requirements, and when such data are used indiscriminately, the models may give uncertain results (Daly 2006).

Although the model used in this study is not strictly dynamic, incorporating temporal replicates in SDM and relating them to seasonal environmental changes allows us to include a larger range of conditions to estimate environment-species relationships, and in consequence to reproduce species distribution dynamics. Using a single time period in the middle of the breeding season would restrict environmental data variability. Using data from throughout several breeding seasons makes it possible to relate a broad range of environmental data to presences and absences. If the whole potential range of conditions in the model is not included, we would lose most of the absence cases, which could lead to misleading conclusions (Barbet-Massin *et al.* 2010).

Our results show that it is possible to build a species distribution model of the reproductive presence of a species with a high movement capacity that depends on a dynamic ecological niche. In this case, a predictive model based on specific data over time and static variables would miss important information. The model that we have developed provides valuable information about the ecological requirements of Common Quail and its temporal habitat dynamics. Moreover, it is a useful tool for optimal conservation management of the species (e.g. in relation to the timing of the hunting season and of agricultural operations such as mowing) because it allows us to detect important breeding and pre-migration concentration areas.

This study was funded by the Spanish Hunting Federation (2006), the Euskadi Hunting Federation (2007 and 2008), the Dirección General de Investigación Científica y Técnica (projects CGL2004-05308/BOS, CGL2007-

63199 and CGL 2008-05506-02), the EU FP7 project SCALES, the FGCSIC, Banco Santander and CSIC (Steppe-ahead project), the Direcció General de Recerca (2005-SGR-00090) and the Àrea d'Activitats Cinegètiques of the Generalitat de Catalunya. We thank two anonymous reviewers who read the first draft and provided useful comments and suggestions. We also thank Mohammed Maghnouj (Centre National de la Recherche Forestière, Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre le Désertification, Morocco), Inácio Alves and Agostinho Beça (Federação de Caçadores da Primeira Região Cinegética, Portugal), Pedro Colaço and Antonio Guerreiro (Confederação Nacional dos Caçadores Portugueses, Portugal), Yannick Bay, Bernard Borgogne, Jacky Gleize and Christophe Rieutort (Fédération Départementale des Chasseurs de La Lozère, France), Bernard Blanchy and Bernard Bourgeon (Fédération Départementale des Chasseurs de L'Aveyron, France) and Denis Roux (Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, France) who carried out the fieldwork in each respective sampling location. We are also grateful to Victor Sazatornil, Emilio Garcia and Oscar Rivas who selflessly carried out the fieldwork in Veiga do Pumar, Spain, in 2007. The English version of this manuscript has been revised by the University of Barcelona Language Service.

## REFERENCES

- Araújo, M.B. & New, M. 2007. Ensemble forecasting of species distributions. *Trends Ecol. Evol.* **22**: 42–47.
- Araújo, M.B., Pearson, R.G., Thuiller, W. & Erhard, M. 2005. Validation of species-climate impact models under climate change. *Glob. Change Biol.* **11**: 1504–1513.
- Barbet-Massin, M., Thuiller, W. & Jiguet, F. 2010. How much do we overestimate future local extinction rates when restricting the range of occurrence data in climate suitability models? *Ecography* **33**: 878–886.
- Benton, T.G., Vickery, J.A. & Wilson, J.D. 2003. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends Ecol. Evol.* **18**: 182–188.
- Bibby, C.J., Burgess, N.D., Hill, D.A. & Mustoe, S.H. 2000. *Bird Census Techniques*, 2nd edn. London: Academic Press.
- Bota, G., Mañosa, S., Morales, M.B. & Camprodon, J. 2005. *Ecology and Conservation of Steppe-Land Birds*. Barcelona: Lynx Edicions.
- Broennimann, O., Treier, U.A., Müller-Schärer, H., Thuiller, W., Peterson, A.T. & Guisan, A. 2007. Evidence of climatic niche shift during biological invasion. *Ecol. Lett.* **10**: 701–709.
- Brotens, L., Mañosa, S. & Estrada, J. 2004. Modelling the effects of irrigation schemes on the distribution of steppe birds in Mediterranean farmland. *Biodivers. Conserv.* **13**: 1039–1058.
- Chamberlain, D.E., Fuller, R.J., Bunce, R.G.H., Duckworth, J.C. & Shrubbs, M. 2000. Changes in the abundance of farmland birds in relation to the timing of agricultural intensification in England and Wales. *J. Appl. Ecol.* **37**: 771–788.
- Daly, C. 2006. Guidelines for assessing the suitability of spatial climate data sets. *Int. J. Climatol.* **26**: 707–721.
- De Juana, E. & García, A.M. 2005. Fluctuations related to rainfall in richness and abundance of birds of steppic Mediterranean habitats. *Ardeola* **52**: 53–66.
- Dean, W.R.J. 2004. *Nomadic Desert Birds*. Berlin: Springer-Verlag.
- Elith, J., Graham, C.H., Anderson, R.P., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, R.J., Huettmann, F., Leathwick, J.R., Lehmann, A., Li, J., Lohmann, G., Loiselle, B.A., Manion, G., Moritz, G., Nakamura, M., Nakazawa, Y., Overton, J.M., Peterson, A.T., Phillips, S.J., Richardson, K., Scachetti-Pereira, R., Schapire, R.E., Soberón, J., Williams, S., Wisz, M.S. & Zimmermann, N.E. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography* **29**: 129–151.
- Fielding, A.H. & Bell, J.F. 1997. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environ. Conserv.* **24**: 38–49.
- Flade, M., Plachter, H., Schmidt, R. & Werner, A. 2006. *Nature Conservation in Agricultural Ecosystems*. Wiebelsheim: Quelle and Meller Verlag.
- Green, R.E., Cornell, S.J., Scharlemann, J.P.W. & Balmford, A. 2005. Farming and the fate of wild nature. *Science* **307**: 550–555.
- Guisan, A. & Zimmermann, N.E. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecol. Model.* **135**: 147–186.
- Guyomarc'h, J.C. 1992. Structure, fonctionnement et microévolution des populations de caille des blés (*Coturnix c. coturnix*) dans le paléarctique occidental. *Gibier Faune Sauvage* **9**: 387–401.
- Guyomarc'h, J.C. 2003. Elements for a Common Quail (*Coturnix c. coturnix*) management plan. *Game Wildl. Sci.* **20**: 1–92.
- Guyomarc'h, J.C. & Saint-Jalme, M. 1990. Le cycle des migrations chez la caille des blés: dynamique spatio-temporelle annuelle des populations sur la façade atlantique de l'aire de reproduction de l'espèce. *Bull. Mens. Off. Natl. Chasse* **147**: 9–15.
- Guyomarc'h, J.C., Combreau, O., Puigcerver, M., Fontoura, P.A. & Aebischer, N.J. 1998. Quail. BWP Update *J. Birds Western Palaearct.* **2**: 27–46.
- Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G. & Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *Int. J. Climatol.* **25**: 1965–1978.
- Murtaugh, P.A. 2009. Performance of several variable-selection methods applied to real ecological data. *Ecol. Lett.* **12**: 1061–1068.
- New, M., Hulme, M. & Jones, P. 1999. Representing twentieth-century space-time climate variability. Part I: development of a 1961–90 mean monthly terrestrial climatology. *J. Clim.* **12**: 829–856.
- Osborne, P.E. & Suárez-Seoane, S. 2007. Identifying core areas in a species' range using temporal suitability analysis: an example using Little Bustards *Tetrax tetrax* L. in Spain. *Biodivers. Conserv.* **16**: 3505–3518.
- Osborne, P.E., Alonso, J.C. & Bryant, R.G. 2001. Modelling landscape-scale habitat use using GIS and remote sensing: a case study with great bustards. *J. Appl. Ecol.* **38**: 458–471.

- Palumbo, A.D., Campi, P., Modugno, F. & Mastrorilli, M. 2008. Crop water status estimated by remote sensing information. *Options Méditerranéennes* (Séries A: Mediterranean seminars 2008 N 84): 71–78.
- Pearce, J. & Ferrier, S. 2000. Evaluating the predictive performance of habitat models developed using logistic regression. *Ecol. Model.* **133**: 225–245.
- Pearson, R.G. & Dawson, T.P. 2003. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? *Glob. Ecol. Biogeogr.* **12**: 361–371.
- Pearson, R.G., Raxworthy, C.J., Nakamura, M. & Peterson, A.T. 2007. Predicting species' distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *J. Biogeogr.* **34**: 102–117.
- Pettorelli, N., Vik, J.O., Mysterud, A., Gaillard, J.M., Tucker, C.J. & Stenseth, N.C. 2005. Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Trends Ecol. Evol.* **20**: 503–510.
- Pons, P., Bas, J.M., Prodon, R., Roura-Pascual, N. & Clavero, M. 2008. Territory characteristics and coexistence with heterospecifics in the Dartford Warbler *Sylvia undata* across a habitat gradient. *Behav. Ecol. Sociobiol.* **62**: 1217–1228.
- Puigcerver, M., Rodríguez-Teijeiro, J.D. & Gallego, S. 1989. Migración y/o nomadismo en la codorniz (*Coturnix c. coturnix*)? *Etología* **1**: 39–45.
- R Development Core Team. 2011. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. ISBN 3-900051-07-0. Available at: <http://www.R-project.org> (accessed 10 July 2012).
- 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**: 377–386.
- Rodríguez-Teijeiro, J.D., Sardà-Palomera, F., Nadal, J., Ferrer, X., Ponz, C. & Puigcerver, M. 2009. The effects of mowing and agricultural landscape management on population movements of the Common Quail. *J. Biogeogr.* **36**: 1891–1898.
- Rodríguez-Teijeiro, J.D., Sardà-Palomera, F., Alves, I., Bay, Y., Beça, A., Blanchy, B., Borgogne, B., Bourgeon, B., Colaço, P., Gleize, J., Guerreiro, A., Maghnoij, M., Rieutort, C., Roux, D. & Puigcerver, M. 2010. Monitoring and management of Common Quail *Coturnix coturnix* populations in their Atlantic distribution area. *Ardeola* **57** (Spec.): 135–144.
- Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A., Deering, D.W. & Harlan, J.C. 1974. *Monitoring the Vernal Advancement of Natural Vegetation, NASA GSFC Final Report*. Greenbelt, MD.
- Sardà-Palomera, F. & Vieites, D. 2011. Modelling species' climatic distributions under habitat constraints: a case study with *Coturnix coturnix*. *Ann. Zool. Fenn.* **48**: 147–160.
- Segurado, P. & Araújo, M.B. 2004. An evaluation of methods for modelling species distributions. *J. Biogeogr.* **13**: 1555–1568.
- Smith, R.C.G., Adams, J., Stephen, D.J. & Hick, P.T. 1995. Forecasting wheat yield in a Mediterranean-type environment from the NOAA satellite. *Aust. J. Agric. Res.* **46**: 113–125.
- Sol, D., Duncan, R.P., Blackburn, T.M., Cassey, P. & Lefebvre, L. 2005. Big brains, enhanced cognition, and response of birds to novel environments. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **102**: 5460–5465.
- Suárez-Seoane, S., Osborne, P.E. & Alonso, J.C. 2002. Large-scale habitat selection by agricultural steppe birds in Spain: identifying species-habitat responses using generalized additive models. *J. Appl. Ecol.* **39**: 755–771.
- Tella, J.L. & Forero, M.G. 2000. Farmland habitat selection of wintering lesser kestrels in a Spanish pseudosteppe: implications for conservation strategies. *Biodivers. Conserv.* **9**: 433–441.
- Whittingham, M.J., Stephens, P.A., Bradbury, R.B. & Freckleton, R.P. 2006. Why do we still use stepwise modelling in ecology and behaviour? *J. Anim. Ecol.* **75**: 1182–1189.
- Wilson, J.D., Taylor, R. & Muirhead, L.B. 1996. Field use by farmland birds in winter: an analysis of field type preferences using resampling methods. *Bird Study* **43**: 320–332.
- Wilson, J.D., Boyle, J., Jackson, D.D., Lowe, B. & Wilkinson, N.I. 2007. Effect of cereal harvesting method on a recent population decline of corn buntings *Emberiza calandra* on the western isles of Scotland. *Bird Study* **54**: 362–370.
- Zurell, D., Jeltsch, F., Dormann, C.F. & Schröder, B. 2009. Static species distribution models in dynamically changing systems: how good can predictions really be? *Ecography* **32**: 1–12.

Received 21 September 2010;  
 revision accepted 12 June 2012.  
 Associate Editor: Simon Butler.

# Determining population trends and conservation status of the common quail (*Coturnix coturnix*) in Western Europe

M. Puigcerver, F. Sardà–Palomera & J. D. Rodríguez–Teijeiro

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: 343–352.

## Abstract

*Determining population trends and conservation status of the common quail (Coturnix coturnix) in Western Europe.*— In this paper we review the conservation status and population trends of the common quail (*Coturnix coturnix*) from 1900 to the present. Data are sometimes contradictory with regard to the status of this species as it has some features that make it difficult to produce reliable population estimates. Recent data clearly suggest, either at a local scale or at a trans–national scale, that the Atlantic common quail populations have remained stable in the last two decades, and that restocking practices with farm–reared quails (hybrids with the Japanese quail, *Coturnix japonica*) do not affect our estimates. The complex movement patterns showed by this species require special attention. Analysis of ring recoveries can give important information, especially about the nomadic movement of quails in search of suitable habitats after the destruction of winter cereal crops due to harvesting. Thus, when developing a breeding distribution model for this species, continuously updated information on seasonal habitat and weather must be included for optimal prediction. Including fortnightly data of vegetation indices in distribution models, for example, has shown good results. Obtaining reliable predictions about changes in species distribution and movements during the breeding period could provide useful knowledge about the conservation status and population trends and would help in the design of future management measures.

Key words: Conservation status, Population trends, Hybrids, Nomadic movements, Management.

## Resumen

*Determinación de las tendencias poblacionales y el estado de conservación de la codorniz común (Coturnix coturnix) en Europa Occidental.*— En el presente estudio hacemos una revisión del estado de conservación y las tendencias poblacionales de la codorniz común (*Coturnix coturnix*) desde 1900 hasta nuestros días. Algunos de los datos de los que disponemos son contradictorios con respecto al estado de la especie, que presenta ciertas características que dificultan el poder proporcionar estimas poblacionales fiables. Datos recientes sugieren claramente, tanto a escala local como a escala transnacional, que las poblaciones atlánticas de codorniz común han permanecido estables en las dos últimas décadas y que la práctica de liberar codornices criadas en granjas (híbridas con la codorniz japonesa, *Coturnix japonica*) con finalidades cinegéticas, no afectan significativamente a nuestras estimas. Por otra parte, los complejos patrones de desplazamiento de esta especie requieren especial atención. En este sentido, el análisis de recuperaciones de anillas puede aportar información relevante, especialmente de los movimientos nomádicos de codornices a la búsqueda de hábitats adecuados, tras la destrucción de los cultivos invernales de cereales debido a la siega. Así, al desarrollar un modelo de distribución de cría para esta especie, se debe incorporar continuamente información actualizada de los cambios estacionales de hábitat y clima, con el fin de obtener unas predicciones óptimas. En este sentido, por ejemplo, la inclusión de datos quincenales de índices de vegetación en los modelos de distribución ha dado muy buenos resultados. La obtención de predicciones fiables de los cambios de la distribución de la especie y de sus desplazamientos durante la estación de cría puede ser muy útil para un mejor conocimiento del estado de conservación y las tendencias poblacionales de la especie, así como para el diseño de futuras medidas de gestión.

Palabras clave: Estado de conservación, Tendencias poblacionales, Híbridos, Desplazamientos nomádicos, Gestión.

*(Received: 8 II 12; Conditional acceptance: 23 IV 12; Final acceptance: 16 V 12)*

*Puigcerver, Dep. de Didàctica de les Ciències Experimentals i la Matemàtica, Fac. de Formació del Professorat, Univ. de Barcelona, Psg. Vall d'Hebron 171, 08035 Barcelona, Espanya (Spain).– F. Sardà–Palomera, Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Àrea de Biodiversitat, carretera Sant Llorenç de Morunys, km 2 (ctra vella), 25280 Solsona, Espanya (Spain).– J. D. Rodríguez–Teijeiro, Dep. de Biologia Animal, Fac. de Biologia, Univ. de Barcelona, Avda. Diagonal 645, 08028 Barcelona, Espanya (Spain).*

### Historical review of the conservation status of the common quail

It is generally accepted by the scientific community that to develop suitable management and conservation policies it is necessary to have an exhaustive knowledge of the life history of the species we seek to preserve and to provide reliable population estimates (IUCN, 2001; Perennou, 2009). However, such estimates are not yet clear for the common quail, a relatively protected (Bern Convention of 1979) huntable species (Birds Directive 2009/147/EC) with an unfavourable conservation state (Bonn Convention of 1983).

If we analyse the changes in conservation status over time, we can define three different stages:

(1) The period from 1900 to the 1970s. Not surprisingly, during this period the status of the species remains unclear, mainly because of a lack of reliable data. However, it is accepted that a marked decrease occurred in the first half of the century in the Atlantic populations (Moreau, 1951). This is supported by a long series of data (1900–1959) in Luxembourg which suggests a dramatic decrease in quail abundance, starting at the beginning of the 20<sup>th</sup> century and finishing in the 1930s; however, a partial recovery was observed from 1947 to 1950. Later, another decreasing trend was observed (Davies et al., 1966). Moreover, in France, data collected by one hunter from 1965 to 1988 in the Lauragais region showed a decrease, especially from 1970 to 1977 (Combreau, 1992). Saint-Jalme & Guyomarc'h (1989) suggested there was a progressive reduction of wintering individuals in the Sahel after 1950, coinciding with the development of irrigated perimeters in the Maghreb, thus entailing a reduction of long-migrant phenotypes which would arrive in Europe. However, there is some evidence indicating that perhaps this decreasing trend was not so clear; in the 1940s, an increase in the number of quails was observed in some European countries, such as Germany, United Kingdom and the Scandinavian countries. Moreover, the spring passage of quails at Cape Bon (Tunisia) from 1953 to 1966 did not show a decrease (Derégnaucourt, 2000).

(2) The period from 1970 to 1990. According to Birdlife International (see Burfield, 2004), in this period quail populations declined in many countries of central and northern Europe, leading to an unfavourable conservation status; populations were thus vulnerable and in large decline (Tucker & Heath, 1994). This decrease is statistically significant (Sanderson et al., 2006), but as suggested by Perennou (2009), the quantitative amplitude of the decline is unknown due to the lack of reliable pan-European estimates or indices.

(3) The period from 1990 to 2000. Birdlife International (see Burfield, 2004) suggests that common quail populations were depleted due to a large historical decrease, leading to an unfavourable population status in Europe. When compared to the previous period (1970–1990), some increases were observed in northern and central Europe, whereas some declines were observed in south-eastern Europe. However, a global significant decrease was not observed (Sanderson et al., 2006). Indeed, when we restrict the distribution area to the European Union of the 25 state members,

population trends remain stable, the threat status of the species is secure, and its conservation status is favourable (Birdlife International, 2004). These data are surprising bearing in mind that most long-distance migrants are currently declining alarmingly (Birdlife International, 2004) and farmland birds are in steep decline (Gregory et al., 2005). The common quail has the double category of being both a migratory species and a farmland bird, so it constitutes an exception to these general trends.

Over the last decades, other data fail to clarify the situation because of further contradictory results (Puigcerver et al., 2004). For example, the French 'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage' carried out national hunting surveys in 1983 (Ferrand, 1986) and in 1988. According to the data obtained, a decrease of 50% was observed when comparing these two sampling years. In Spain, a monitoring programme of the most common bird species ('SACRE' Programme) showed a decrease in the 1998–2006 period, with an annual evolution of –6.8% (Carrascal & Palomino, 2008); from 1998 to 2010, the percentage of change reached –38% (Escandell et al., 2011). In agreement with this information, when comparing the data of the first Catalan breeding birds atlas, encompassing the period 1975–1983 (Muntaner et al., 1983) with data from the second atlas covering the period 1999–2002 (Estrada et al., 2004), a decrease of 27% in species distribution is found. On the other hand, no significant trend was observed for quails hunted in Spain during the period 1976–2008 (Rodríguez-Teijeiro et al., 2009; *Yearbook of Agro-alimentary Statistics* of the Spanish Ministry of Agriculture, Fishing and Food). Furthermore, at a local scale, a long unpublished data series of common quails hunted under a constant effort in Torres de Alcanadre (Huesca Province, Spain) during 1992–2010 showed a significant increasing trend. It is also of note that no significant trends were observed in a study carried out in two Catalan breeding sites throughout the breeding seasons from 1988 to 2011 (see 'Advances towards more reliable estimates. Common quail monitoring' section).

### The reliability of common quail population estimates

These contradictory data show that it is not easy to provide reliable estimates of common quail populations. Gregory et al. (2005) do not provide population indexes of the common quail in their study concerning the trends of farmland birds in Europe, stating that it is 'highly volatile in numbers and has an erratic migrant breeding population'. In spite of the effort carried out by Guyomarc'h (1992) to describe and to understand the structure, working and micro-evolution of the common quail populations of the Western Palearctic, it is not easy to provide reliable estimates of this species for several reasons:

(1) It is (or it was) usual practice in European countries where the common quail is a popular game species to restock with farm-reared quails, which were often hybrids of common quail (*Coturnix coturnix*) and Japanese

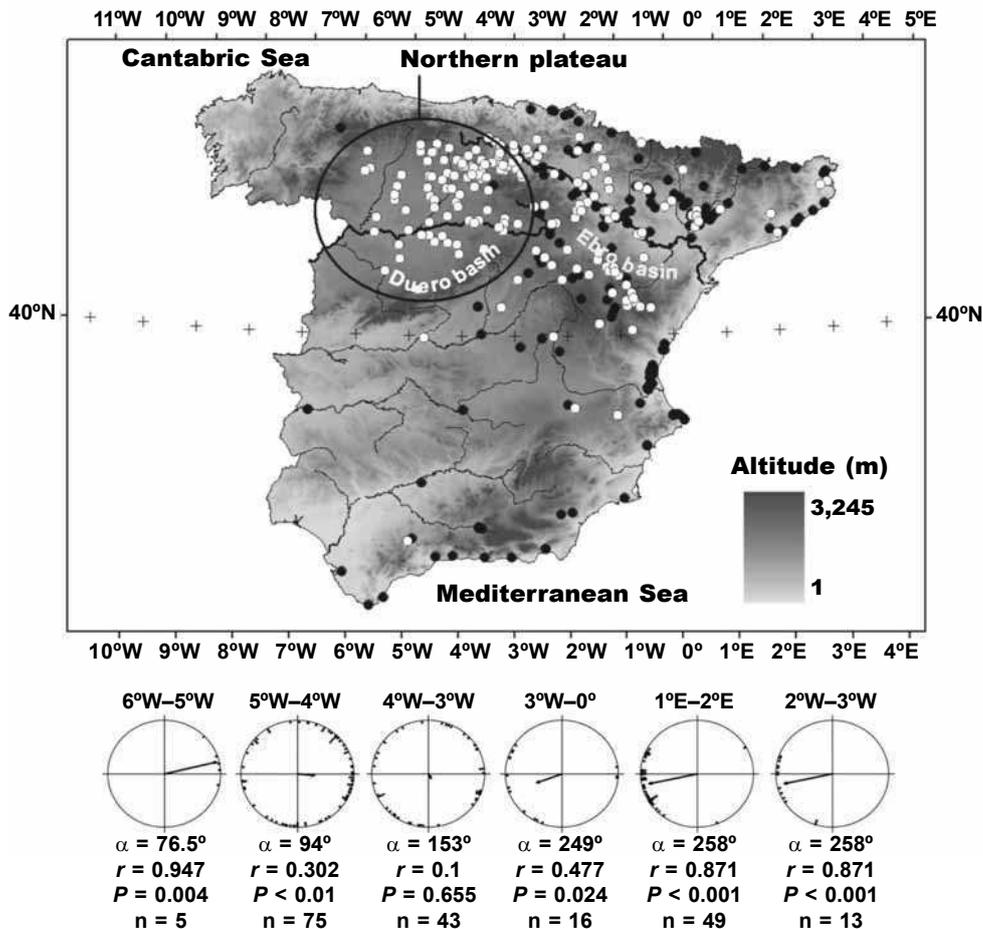


Fig. 1. Recoveries of Spanish ringed individuals (white dots in the map and triangles in the circular diagrams) and preferred directions, grouped in sectors of geographical longitudes within an axis east ( $3^\circ$ )–west ( $-9^\circ$ ). Rayleigh test statistics are shown:  $n$ . Sample size;  $\alpha$ . Mean angle of the distribution;  $r$ . Rayleigh test statistic; and  $p$ . Significant value of the test. (Black dots are ring recoveries of quails ringed in other European countries from Rodríguez-Teijeiro et al., 2009.)

*Fig. 1. Recuperación de individuos hispánicos anillados (con puntos en el mapa y triángulos en los diagramas circulares) y direcciones preferidas, agrupadas en sectores de longitudes geográficas dentro de un eje este ( $3^\circ$ )–oeste ( $-9^\circ$ ). Se presentan los parámetros del test de Rayleigh:  $n$ . Tamaño de la muestra;  $\alpha$ . Ángulo medio de distribución;  $r$ . Estadístico del test de Rayleigh;  $p$ . Valor significativo del test. (Los puntos negros representan las recuperaciones de codornices anilladas en otros países europeos de Rodríguez-Teijeiro et al., 2009.)*

quail (*Coturnix japonica*) (Amaral et al., 2007; Barilani et al., 2005; Chazara et al., 2006; Sanchez-Donoso et al., 2012). These practices are currently forbidden in most European countries (2002 in France and Portugal, 2007 in Spain, for example) but they might constitute a distortion factor when trying to census native common quail populations due to the large number of restocked individuals and to the difficulties of distinguishing common quails and farm-reared hybrids from their phenotypes; thus, in Catalonia (NE Spain), male common quail populations have been estimated between 5,374 and 20,847 individuals (Estrada et al., 2004), and during the period 1990–2006, a total of 1,161,113 farm-reared

quails were restocked (65,295 individuals restocked per year, see Puigcerver et al., 2007).

(2) The common quail is extremely mobile. It is not only a partial migrant species, with long-migrant and short-migrant phenotypes, together with sedentary ones (Belhamra, 1997; Guyomarc'h & Belhamra, 1998; Saint-Jalme 1990; Saint-Jalme et al., 1988), but also a nomadic species, in search of suitable but ephemeral habitats which mainly comprise cereal crops, such as wheat and barley. The ripening of these cereal crops varies in latitude and in altitude, so habitats placed at lower latitudes and altitudes are destroyed (due to harvesting) earlier than those located in higher latitudes and

altitudes. The result is that quails match their biological cycle to those of cereal crops, and their movements fit the temporal and spatial variations which constantly and predictably affect the cereal crops (Puigcerver et al., 1989; Rodríguez-Teijeiro et al., 2009). Thus, the analyse of recoveries of common quail individuals ringed in Spain showed that the timing of harvesting, combined with geographical relief, can act as a funnel forcing quail populations to concentrate with pre-migratory dispersive movements in certain areas (Rodríguez-Teijeiro et al., 2009; fig. 1; see 'ringing recoveries section'). There is another type of movement, carried out by unpaired males in search of females, which has been described as the 'Don Juan movement' (Rodríguez-Teijeiro et al., 2006); generally, these are movements of 50 km or more (own unpublished data). These three movements cause a constant inflow and outflow of males in the breeding areas throughout the breeding season, resulting in a turnover ratio of almost 95% in less than 15 days (Rodríguez-Teijeiro et al., 1992). As a consequence, it is usual to capture four times more individuals than those daily censused during the breeding season (Rodríguez-Teijeiro et al., 1992) despite using a capture method which has an effectiveness of 50% (Gallego et al., 1993).

(3) Last but not least, we should not forget that the breeding cycle of the common quail occurs inside dense cereal crops and goes unnoticed; unpaired males can be acoustically detected, but females and breeding pairs remain visually and acoustically invisible to the observer (Guyomarc'h, 2003).

#### Advances towards more reliable estimates. Common quail monitoring

To address this complicated situation, a specific census methodology has recently been proposed for the common quail (Rodríguez-Teijeiro et al., 2010). This method entails continuous monitoring from year to year based on the census and capture of calling males throughout the breeding season (once a week in ten count points, following Bibby et al., 2000), which provides reliable information on density and phenology. This method is more efficient (more individuals are detected) than that provided by Guyomarc'h et al. (1998), which does not involve capture. As the harvesting period occurs when broods remain with the female in most breeding areas, monitoring carried out during harvest is also a useful methodology. It allows the number of females that have bred in the sampled areas to be censused, and the size and approximate age of broods to be known. Monitoring hunting bags may also provide useful and complementary information on the sex and age proportions of common quail populations during hunting periods.

This methodology was applied at a local scale in two breeding sites in Catalonia, Northeast Spain (Figuerola del Camp and Alp), from 1988 to 2011, and at a trans-national scale in 10 different breeding sites in four countries (Morocco, Portugal, Spain and France) considered central to the Atlantic population (Gallego et al., 1997), from 2005 to 2009 (fig. 2).



Fig. 2. Breeding sites in Morocco, Portugal, France and Spain where the common quail was monitored using the method of Rodríguez-Teijeiro et al. (2010).

*Fig. 2. Lugares de cría en Marruecos, Portugal, Francia y España, en los que la codorniz común se monitorizó mediante el método de Rodríguez-Teijeiro et al. (2010).*

With regard to the census in Catalonia, the abundance index (annual average number of quails censused per day sampled at weekly intervals throughout the breeding season) clearly shows that common quail populations have marked interannual fluctuations, but there was no significant trend in either of the two populations sampled over the last 24 years (fig. 3).

At a trans-national scale, when globally analysing the 10 breeding sites of the four countries of the Atlantic population from 2005 to 2009, no significant trends were observed in the average modal number of male quails detected during the breeding seasons (as a surrogate of an abundance index), either in the breeding sites or in the countries analysed (Rodríguez-Teijeiro et al., 2010; fig. 4). This modal value ranged from two individuals in 2005 in Figuerola del Camp (Spain) to 130 in 2006 in Fki-Ben-Sallah (Morocco).

Thus, the results from local data, supported by the results from the trans-national study, suggest that the

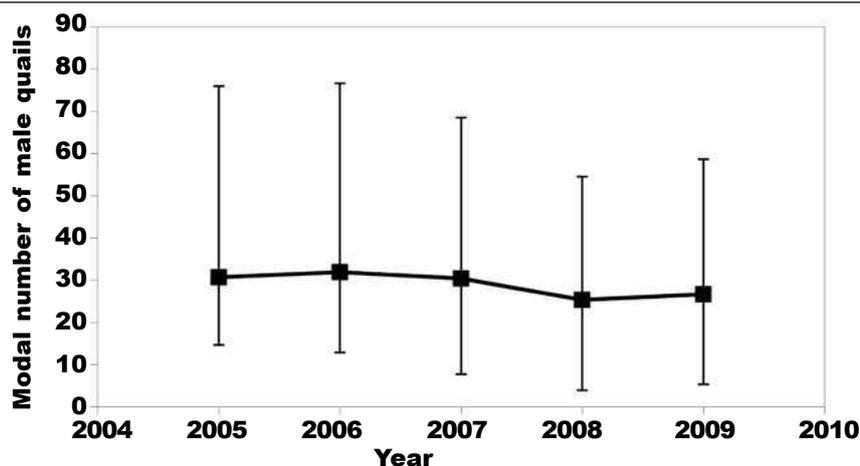


Fig. 3. Annual average of the modal number of male quails ( $\pm$  SE) censused in the breeding seasons of 2005–2009 at the breeding sites reported in fig. 2.

*Fig. 3. Promedio anual del número modal de codornices macho ( $\pm$  EE) censadas en las estaciones de cría de 2005–2009 en los lugares de cría incluidos en la fig. 2.*

Atlantic common quail populations remain stable, as suggested by Fontoura & Gonçalves (1998) and Burfield (2004). This is contrary to the data presented by Ferrand (1986) in conjunction with the data of the French national hunting survey of 1998, and to findings by Muntaner et al. (1983), Estrada et al. (2004), Carrascal & Palomino (2008) and Escandell et al. (2011).

### Detection of hybrids

As the turnover ratio of males is around 95% in less than 15 days (Rodríguez-Teijeiro et al., 1992) in northeast Spain, it is necessary not only to census individuals, but also to capture and ring them. A common method to capture quails during the breeding season consists in attracting males towards a net horizontally extended over a cereal crop, with the aid of an electronic female decoy, forcing individuals approaching it to fly and thus trapping them in the net.

This capture method ensures an effectiveness of 50% (Gallego et al., 1993); its application allows us to detect hybrid males by the differences in their call structure (Collins & Goldsmith, 1998), as learning has no influence on the development of vocalisations (Kornishni & Nottebom, 1969; Baptista, 1996), which are very stereotyped in the male common quail (Schleidt & Shalter, 1973). However, this method underestimates the proportion of hybrids by 50% on the basis of nuclear DNA analyses (Puigcerver et al., 2007).

The first hybrid detected in Catalonia (Northeast Spain) was in 1990 (Rodríguez-Teijeiro et al., 1993), coinciding with the beginning of restocking practices involving farm-reared hybrids. Over the next 21 years, the number of censused hybrids (on the basis of call structure) was, on average, 2.2% of the total num-

ber of captured individuals, yielding a more reliable percentage estimate of  $4.4 \pm 0.66\%$  hybrids, bearing in mind the underestimation inherent in the call method. During this period (1990–2011), there was no significant increasing trend in % hybrids (regression coefficient =  $0.18 \pm 0.17$ ;  $R^2 = 0.001$ ;  $F_{1,20} = 0.028$ ;  $p > 0.05$ ; fig. 4), suggesting that hybrids are not a relevant distortion factor in the number of censused individuals (Puigcerver et al., 2007).

This result could 'a priori' be unexpected, because thousands of hybrid quails were sold each year until the late 1990s by professional game breeders in Spain, France and Italy for restocking prior to the opening of the hunting season (Guyomarc'h, 2003; Puigcerver et al., 2004). Under these conditions, a rapid increase in the proportion of hybrids in common quail populations would be expected, because once hybridization has begun (as Derégnaucourt et al., 2002 suggest), it is difficult to stop, especially if hybrids are fertile and mate both with other hybrids and with parental individuals (Allendorf et al., 2001). After a few generations, this process would result in a hybrid swarm in which essentially all individuals are of hybrid origin (Huxel, 1999; Allendorf et al., 2001), leading to a collapse of the pure migratory common quail population.

The low proportion of Japanese quails or hybrids captured (less than 5%) found in the last 21 years in Catalonia clearly suggests an extremely high mortality rate of released. It has been suggested that these birds are badly adapted to the wild, lacking the ability to defend themselves against cold, to forage for and select food, and to display anti-predator behaviour. (Guyomarc'h, 2003). This hypothesis is supported by data found in farm-reared red-legged partridges, where the global survival rate of 20 radio-tagged individuals was 15% three months after the release (Duarte &

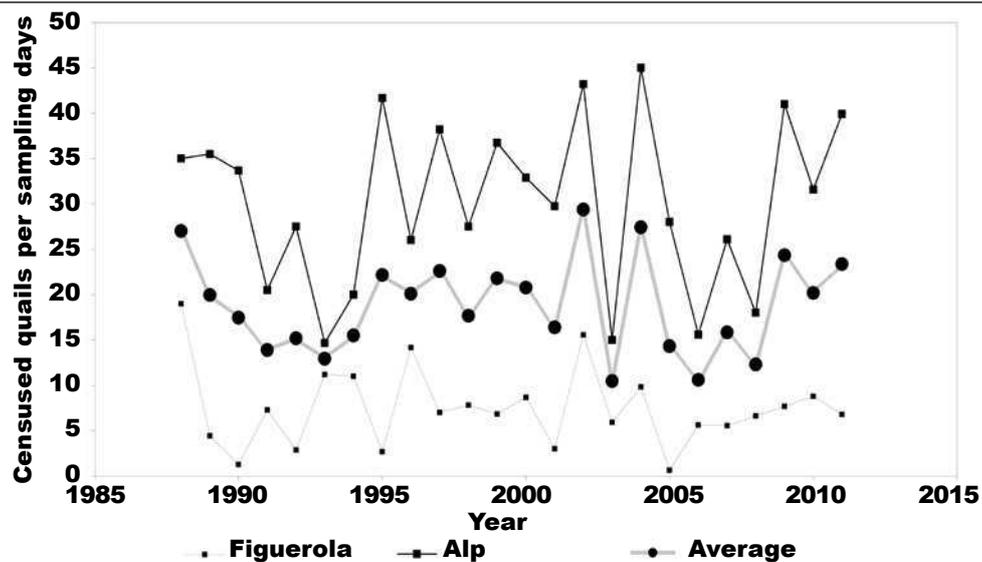


Fig. 4. Male quails in two breeding sites of Catalonia: Figuerola del Camp (41.23 N, 1.17 E) and Alp (42.23 N, 1.53 E) during the period 1998–2011, censused in Catalonia using the method of Rodríguez–Teijeiro et al. (2010). Grey line: average of censused males across sites.

Fig. 4. Codornices macho en dos lugares de cría de Cataluña: Figuerola del Camp (41,23 N, 1,17 E) y Alp (42,23 N; 1,53 E) durante el periodo 1998–2011 censadas en Cataluña utilizando el método de Rodríguez–Teijeiro et al. (2010). Línea gris: promedio de los machos censados en los emplazamientos.

Vargas, 2004). Furthermore, hunting practices may be a significant mortality factor for these restocked individuals; Guyomarc'h (2003) reports that, in a 64,000 ha sampling area of Haute-Garonne, 4,950 quails were hunted and 75% of them were restocked individuals. In spite of these past extensive restocking practices, our results show that they do not constitute a relevant distortion factor when censusing native breeding populations of common quail.

### Ringling recoveries

To understand the maintenance of large-scale movement patterns, it can be helpful to explore the spatio-temporal dynamics of the resources making up the niche of a species. In particular, it is important to understand how predictability, variability and other statistical properties vary across space and time (Jonzén et al., 2011). In the case of the common quail, two of the described movements (altitudinal and aestival movements) are associated with habitat seasonality. Thus, cereal crops are, in general, ephemeral but predictable habitats; only meteorological variables provide a certain degree of unpredictability with regard to their capacity for holding common quail populations. This capacity is extended in time proportionally to the altitude of the site, so associations between the movements of the species throughout the breeding season and specific patterns of altitudinal landscapes can be predicted.

With regard to recoveries of individuals ringed in Spain (EURING database), results have clearly shown that in the northern half Spain, individuals ringed in the west have a preferred direction towards east, whereas individuals ringed in the east show a preferred direction towards the west. However, those individuals ringed between longitudes 5° W to 3° W do not show any preferred direction (fig. 1).

As the harvesting date for barley in Spain is positively correlated with elevation and latitude, harvesting in combination with some geographical relief acts as a funnel, forcing quail populations to concentrate with pre-migratory dispersive movements on the Castilian Plateau, particularly in the province of Burgos (Rodríguez–Teijeiro et al., 2009).

Thus, the analysis of ring recoveries is a useful method to understand movement patterns of common quails during the breeding and pre-migratory season.

### Conclusions and management recommendations

It is clear that it is very difficult to determine population status in the case of the common quail. Generation of reliable population estimates for bird species is an important step towards determining their conservation status so as to develop appropriate conservation policies (IUCN, 2001), and as population monitoring is a top priority action recommended by the European Union

Management Plan for the species (Guyomarc'h, 2003; Perennou, 2009), it would be desirable to generalise the census methodology proposed in Rodríguez–Teijeiro et al. (2010) to the countries of the quail's distribution area. This would strengthen our findings with respect to the stability of the Atlantic population, which is not the result of restocking practices.

The use of ring recovery data can reveal valuable information about common quail population movements. In the case of Spain, these data showed the existence of pre-migratory movements orientated towards the Castilian Plateau, where Spanish common quail populations concentrate before the opening of the hunting period. This information can be used to identify priority areas that deserve special attention in terms of conservation.

Finally, the development of a species distribution model is a promising tool for the management of the common quail. This model should be based on specific monitoring, reproducing the species dynamics, and taking into account temporal replicates per site. This would allow the inclusion of a larger number of conditions to estimate environment—species relationships, as suggested in Sardà–Palomera et al. (2012). Data from meteorological stations close to monitoring locations on temperature and precipitation during the breeding season would be desirable to relate male occurrence and densities with variations of climate and weather conditions. As the life cycle of this species is closely linked to the herbaceous farmland habitat, information on changes in the temporal development of vegetation should be included in the model to reflect variations in habitat suitability. One means of capturing an element of the phenology of these dynamic landscapes is through the use of vegetation indices (Pettorelli et al., 2005). These indices provide information about photosynthetic activity, vegetation cover and structure, and they are continuously collected via satellite via remote sensors. Such a model may indicate the suitability of habitats for quails in space and time, and may also help to predict possible conflicts arising from agricultural practices and from the start date of the hunting season.

Taken together, the data presented here may be useful for designing management and conservation measures for this species in order to improve its current and future conservation status.

### Acknowledgements

The authors are most grateful to the Catalan 'Direcció General de la Recerca' (2009–SGR–481), the Spanish Science Ministry (CGL2004–05308/BOS and CGL2007–63199 projects), the 'Real Federación Española de Caza' (2005, 2006), the 'Fundación Biodiversidad' (Environmental Spanish Ministry, 2005 and 2006), the Federación de Caza de Euskadi (2007 to 2009) and to the Catalan Department of Environment, which provided financial support. EURING provided data of common quail recoveries. The family Ferreres kindly gave us a long data series of hunted quails in Torres de Alcanadre (1992–2010) under a constant hunting effort. Inés Sánchez–Donoso, Ana

Domínguez, Cristina Extremera, Irene Jiménez, Nerea Sánchez, Dolors Vinyoles, Marisa García and Marta Rodríguez helped us in field work. Finally, we acknowledge EURING databank (EDB) which supplied the ring data.

### References

- Allendorf, F. W., Leary, R. F., Spruell, P. & Wengburg, J. K., 2001. The problems with hybrids: setting conservation guidelines. *Trends in Ecology and Evolution*, 16: 613–622.
- Amaral, A. J., Silva, A. B., Grosso, A. R., Chikhi, L., Bastos–Silveira, C. & Dias, D., 2007. Detection of hybridization and species identification in domesticated and wild quails using genetic markers. *Folia Zoologica*, 56(3): 285–300.
- Baptista, L. F., 1996. Nature and its nurturing in avian vocal development. In: *Ecology and Evolution of Acoustic Communication in Birds*: 39–60 (D. E. Kroodsma & E. H. Miller, Eds.). Cornell Univ. Press, Ithaca.
- Barilani, M., Deregnacourt, S., Gallego, S., Galli, L., Mucci, N., Piombo, R., Puigcerver, M., Rimondi, S., Rodríguez–Teijeiro, J. D., Spanò, S. & Randi, E., 2005. Detecting hybridization in wild (*Coturnix c. coturnix*) and domesticated (*Coturnix c. japonica*) quail populations. *Biological Conservation*, 126: 445–455.
- Belhamra, M., 1997. Les effets de la sélection sur la variabilité des tendances sexuelles et migratoires dans une population captive de Caille des blés (*Coturnix coturnix*). Contribution à la connaissance des processus micro–évolutifs dans les populations naturelles. Ph. D. Thesis, Univ. of Rennes.
- 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*). *Cahiers Ethol.*, 18: 1–16.
- Bibby, C. J., Burgess, N. D., Hill, D. A. & Mustoe, S. H., 2000. *Bird census techniques*. Academic Press, London.
- BirdLife International, 2004. *Birds in the European Union: a status assessment*. BirdLife International, Wageningen.
- Burfield, I., 2004. *Birds in Europe. Population estimates, trends and conservation status*. *BirdLife Conservation Series*, 12. BirdLife International, Cambridge.
- Carrascal, L. M. & Palomino, D., 2008. *Las aves comunes reproductoras en España. Población en 2004–2006*. SEO/BirdLife, Madrid.
- Chazara, O., Lumineau, S., Minvielle, F., Roux, D., Feve, K., Kayang, B., Boutin, J. M., Vignal, A., Coville, J. L. & Rognon, X., 2006. Étude des risques d'introgresion génétique de la caille des blés (*Coturnix coturnix coturnix*) par la caille japonaise (*Coturnix coturnix japonica*): comparaison et intégration des données comportementales et moléculaires obtenues dans le sud–est de la France. *Les actes du BRG*, 6: 317–334.
- Collins, S. A. & Goldsmith, A. R., 1998. Individual and species differences in quail calls (*Coturnix c. japonica*, *Coturnix c. coturnix* and a hybrid). *Ethology*, 104: 977–990.
- Combreau, O., 1992. Etudes des variations saison-

- nières du régime, des exigences alimentaires chez la caille des blés (*Coturnix coturnix coturnix*). Approche causale et fonctionnelle. Ph. D. Thesis, Univ. de Rennes I, Rennes.
- Davis, P., Erard, C., Preuss, N. O., Tekke, M. & Tricot, J., 1966. Invasion de cailles (*Coturnix coturnix*) en Europe durant l'année 1964. *Aves*, 4–5(3): 65–97.
- Derégnaucourt, S., 2000. Hybridization entre la caille des blés (*Coturnix c. coturnix*) et la caille japonaise (*Coturnix c. japonica*): Mise en évidence des risques de pollution génétique des populations naturelles par les cailles domestiques. Ph. D. Thesis n° 2381, Univ. Rennes I, Rennes.
- Derégnaucourt, S., Guyomarc'h, J. C. & Aebischer, N. J., 2002. Hybridization between European Quail *Coturnix coturnix* and Japanese Quail *Coturnix japonica*. *Ardea*, 90: 15–21.
- Duarte, J. & Vargas, J. M., 2004. Field interbreeding of released farm-reared red-legged partridges (*Alectoris rufa*) with wild ones. *Game and Wildlife Science*, 21: 55–61.
- Escandell, V., Palomino, D., Molina, B., Leal, A., Remacha, C., Bermejo, A., De la Puente, J. & Del Moral, J. C. (Eds.), 2011. *Programas de seguimiento de SEO/BirdLife en 2009–2010*. SEO/BirdLife, Madrid.
- Estrada, J., Pedrocchi, V., Brotons, L. & Herrando, S. (Eds.), 2004. *L'Atlas dels ocells nidificants de Catalunya 1999–2002*. Institut Català d'Ornitologia and Lynx Edicions, Barcelona.
- Ferrand, Y., 1986. Le prélèvement cynégétique de cailles des blés en France, saison 1983–1984. *Bulletin Mensuel Office National de la Chasse*, 108: 43–45.
- Fontoura, A. P. & Gonçalves, D., 1998. Contribuição para o conhecimento do estaturo da codorniz *Coturnix coturnix* L. 1758 em Portugal. *Ciência e Natureza*, 2: 79–87.
- Gallego, S., Rodríguez-Teijeiro, J. D. & Puigcerver, M., 1993. Descripción de la eficacia del método de captura de codorniz (*Coturnix c. coturnix*) con reclamo. *Alytes*, 6: 429–436.
- Gallego, S., Puigcerver, M. & Rodríguez-Teijeiro, J. D., 1997. Quail *Coturnix coturnix*. In: *The EBCC atlas of European breeding birds: their distribution and abundance*: 214–215 (W. J. M. Hagemeijer & M. J. Blair, Eds.). T. & A. D. Poyser, London.
- Gregory, R. D., Van Strien, A., Vorisek, P., Meyling, A. W. G., Noble, D. G., Foppen, R. P. B. & Gibbons, D. W., 2005. Developing indicators for European birds. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, 360: 269–288.
- Guyomarc'h, J. C., 1992. Structure, fonctionnement et microévolution des populations de cailles des blés (*Coturnix c. coturnix*) dans le Pálearctique Occidental. *Gibier Faune Sauvage*, 8: 387–401.
- 2003. Elements for a Common Quail (*Coturnix c. coturnix*) management plan. *Game and Wildlife Science*, 20: 1–92.
- Guyomarc'h, J. C., Mur, P. & Boutin, J. M., 1998. Méthode de recensement des cailles des blés au chant. *Bull. Mens. Off. Nat. Chasse*, 231: 38–45.
- Huxel, G. R., 1999. Rapid displacement of native species by invasive species: effects of hybridization. *Biological Conservation*, 89: 143–152.
- IUCN, 2001. *Red list categories and criteria*. Version 3.1. IUCN Species Survival Commission, Gland.
- Jonzén, N., Knudsen, E., Holt, R. D. & Saether, B. E., 2011. Uncertainty and predictability: the niches of migrants and nomads. In: *Animal Migration*: 91–109 (E. J. Milner-Ulland, J. M. Fryxell & A. R. E. Sinclair, Eds.). Oxford Univ. Press, Oxford.
- Konishi, M. & Nottebohm, F., 1969. Experimental studies in the ontogeny of avian vocalizations. In: *Bird Vocalizations*: 29–48 (R. A. Hinde, Ed.). Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Moreau, R. E., 1951. The British status of the quail and some problems of its biology. *British Birds*, 44: 259–276.
- Muntaner, J., Ferrer, X. & Martínez-Vilalta, A., 1983. *Atlas dels ocells nidificants de Catalunya i Andorra*. Ketres Ed., Barcelona.
- Perennou, C., 2009. *European Union Management Plan 2009–2011. Common quail, Coturnix coturnix*. Technical Report, 2009–032. European Commission, Brussels.
- Pettorelli, N., Vik, J. O., Mysterud, A., Gaillard, J. M., Tucker, C. J. & Stenseth, N. C., 2005. Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Trends in Ecology and Evolution*, 20: 503–510.
- Puigcerver, M., Rodríguez-Teijeiro, J. D. & Gallego, S., 1989. ¿Migración y/o nomadismo en la codorniz (*Coturnix c. coturnix*)? *Etología*, 1: 39–45.
- 2004. Codorniz común. In: *Libro rojo de las aves de España*: 189–193 (A. Madroño, C. González & J. C. Atienza, Eds.). Dirección General para la Biodiversidad and SEO/BirdLife, Madrid.
- Puigcerver, M., Vinyoles, D. & Rodríguez-Teijeiro, J. D., 2007. Does restocking with Japanese quail or hybrids affect native populations of common quail *Coturnix coturnix*? *Biological Conservation*, 136(4): 628–635.
- 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: 377–386.
- Rodríguez-Teijeiro, J. D., Rodrigo-Rueda, F. J., Puigcerver, M., Gallego, S. & Nadal, J., 1993. Codornices japonesas en nuestros campos. *Trofeo*, 277: 48–52.
- Rodríguez-Teijeiro, J. D., Barroso, A., Gallego, S., Puigcerver, M. & Vinyoles, D., 2006. Orientation-cage experiments with the European Quail during the breeding season and autumn migration. *Canadian Journal of Zoology*, 84: 887–894.
- Rodríguez-Teijeiro, J. D., Sardà-Palomera, F., Nadal, J., Ferrer, X., Ponz, C. & Puigcerver, M., 2009. The effects of mowing and agricultural landscape management on population movements of the common quail. *Journal of Biogeography*, 36: 1891–1898.
- Rodríguez-Teijeiro, J. D., Sardà-Palomera, F., Alves, I., Bay, Y., Beça, A., Blanchy, B., Borgogne, B., Bourgeon, B., Colaço, P., Gleize, J., Guerreiro, A., Maghnouj, M., Rieutort, C., Roux, D. & Puigcerver, M., 2010. Monitoring and management of common quail *Coturnix coturnix* populations in their Atlantic distribution area. *Ardeola*, 57(Special): 135–144.
- Saint-Jalme, M., 1990. La reproduction chez la caille

- des blés (*Coturnix c. coturnix*); études expérimentales des cycles saisonniers et de la variabilité interindividuelle. Ph. D. Thesis, Univ. de Rennes I, Rennes.
- Saint-Jalme, M., Guyomarc'h, J. C. & Hémon, Y. A., 1988. Acquisitions récentes sur les stratégies reproductrices de la caille des blés. *Bull. Mens. Off. Nat. Chasse.*, 127: 33–36.
- Saint-Jalme, M. & Guyomarc'h, J. C., 1989. Recent changes in population dynamics of European Quail in the western part of its breeding range. *Proc. of the International Union of Game Biologists Congress*: 130–135.
- Sanchez-Donoso, I., Vilà, C., Puigcerver, M., Butkauskas, D., Caballero de la Calle, J. R., Morales-Rodríguez, P. A. & Rodríguez-Teijeiro, J. D., 2012. Are farm-reared quails for game restocking really common quails (*Coturnix coturnix*)?: A genetic approach. *PLoS ONE*, 7(6): 1–8.
- Sanderson, F., Donald, P. F., Pain, D. J., Burfield, I. J. & Van Bommel, F. P. J., 2006. Long-term population declines in Afro-Palearctic migrant birds. *Biological Conservation*, 131(1): 93–105.
- Sardà-Palomera, F., Puigcerver, M., Brotons, L. & Rodríguez-Teijeiro, J. D., 2012. Modelling seasonal changes in the distribution of Common Quail *Coturnix coturnix* in farmland landscapes using remote sensing. *Ibis*, 154: 703–713.
- Schleidt, W. M. & Shalter, M. D., 1973. Stereotypy of a fixed action pattern during ontogeny in *Coturnix coturnix coturnix*. *Z. Tierpsychology*, 33: 35–37.
- Tucker, G. M. & Heath, M., 1994. *Birds in Europe: their conservation status. BirdLife Conservation Series*, 3. BirdLife International, Cambridge.
-

# Post-breeding movements and migration patterns of western populations of common quail (*Coturnix coturnix*): from knowledge to hunting management

J. D. Rodríguez–Teijeiro, F. Sardà–Palomera & M. Puigcerver

Rodríguez–Teijeiro, J. D., Sardà–Palomera, F. & Puigcerver, M., 2012. Post-breeding movements and migration patterns of western populations of common quail (*Coturnix coturnix*): from knowledge to hunting management. *Animal Biodiversity and Conservation*, 35.2: 333–342.

## Abstract

*Post-breeding movements and migration patterns of western populations of common quail (Coturnix coturnix): from knowledge to hunting management.*— We investigated the patterns of post-breeding movements of the common quail (*Coturnix coturnix*) in the Iberian peninsula with the aim of describing its migratory phenology and some physiological features of individuals. This information is needed to adjust hunting seasons in an optimal way. We worked with two data-sets: a) captures made in a non-breeding site (Garraf) from August to October in 2009 and 2010; b) post-breeding recoveries of individuals ringed in Europe and recaptured in Spain between 1933 and 2005. The results showed that post-breeding movements in Garraf occur in two waves: a first wave that occurs around 10 VIII and is mainly composed of non-sexually active yearlings that do not correspond physiologically to migrants, and a second much more intense wave, which occurs around 17 IX and is mainly composed of non-sexually active migrant yearlings. The hunting season in Spain takes place mainly during the first wave, preserving the passage of migrant individuals from Spain and other European countries. Information on the post-breeding movements in other Spanish regions and other European countries where the common quail is a popular game species would improve timing between the hunting season and migration by providing more precise recommendations for hunting management.

Key words: Hunting season, Game management, Ring recovery, Migration phenology, Iberian peninsula.

## Resumen

*Patrones de movimientos y de migración postcría en la población occidental de codorniz común (Coturnix coturnix): algunas recomendaciones de gestión cinegética.*— Hemos investigado los patrones de los movimientos postcría de la codorniz común (*Coturnix coturnix*) en la península ibérica con el fin de describir su fenología de paso migratorio y algunas características fisiológicas de los individuos. Esta información es necesaria para un ajuste óptimo de los períodos de caza. Hemos trabajado a partir de dos conjuntos de datos: a) capturas efectuadas en una zona que no es de cría (Garraf) de agosto a octubre en 2009 y 2010; b) recuperaciones, posteriores a la presunta época de cría, de individuos anillados en Europa y recapturados en España durante el período 1933–2005. Los resultados obtenidos muestran que los movimientos postcría en Garraf están formados por dos oleadas: una primera, que se produce sobre el 10 VIII, formada principalmente por jóvenes del año inactivos sexualmente que no son fisiológicamente migrantes; y una segunda, mucho más intensa, que se produce sobre el 17 IX, formada principalmente por migrantes jóvenes del año inactivos sexualmente. La época de caza en España tiene lugar principalmente durante la primera oleada, preservando el paso de los migrantes provenientes de España y de otros países europeos. La información de los movimientos postcría en otras regiones españolas y en otros países europeos en los que la codorniz común es una especie cinegética popular, permitiría mejorar el ajuste entre el período de caza y la migración, proporcionando recomendaciones de gestión cinegética más precisas para esta especie.

Palabras clave: Media veda, Gestión cinegética, Recuperaciones de anillas, Fenología de la migración, Península ibérica.

*Received: 30 I 12; Conditional acceptance: 27 II 12; Final acceptance: 10 IV 12*

*J. D. Rodríguez-Teijeiro, Dept. de Biologia Animal, Fac. de Biologia, Univ. de Barcelona. Avda. Diagonal 645, 08028 Barcelona, Espanya (Spain).– F. Sardà-Palomera, Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Àrea de Biodiversitat. Carretera Sant Llorenç de Morunys, km 2 (ctra. vella), 25280 Solsona, Espanya (Spain).– M. Puigcerver, Dept. de Didàctica de les Ciències Experimentals i la Matemàtica, Fac. de Formació del Professorat, Univ. de Barcelona, Psg. Vall d'Hebron 171, 08035 Barcelona, Espanya (Spain).*

## Introduction

The common quail (*Coturnix coturnix*) is a very abundant and widespread migratory galliform species whose distribution area encompasses the Western Palaearctic, and Western and Central Asia (Gallego et al., 1997). Its estimated population ranges from 35,000,000 to 300,000,000 individuals, with an extent of occurrence of 21,300,000 km<sup>2</sup> (Birdlife International, 2004). In Europe, a range of 2,800,000–4,700,000 breeding pairs has been estimated and, according to Gallego et al. (1997), 33–57% of the European Union pairs breed in Spain.

Currently, the species is considered to have an unfavourable conservation status in Europe (SPEC 3), with depleted populations and a large historical decline (Burfield, 2004). In spite of this, the species is also considered a game bird in many countries within its distribution range (Guyomarc'h, 2003). In Spain, in particular, it is a very popular game species, with a mean annual hunting bag of 1,381,503 individuals (standard deviation: 268,812; data calculated from the hunting bags of 1973–2008, collected from the *Yearbook of Agro-alimentary Statistics* of the Spanish Ministry of Agriculture, Fishing and Food). Moreover, 33–57% of the quails of the European Union breed in Spain (Perennou, 2009), a figure that is not surprising as Spain is a major pass way for individuals that are migrating to Africa from several Western European countries (unpub. data).

Therefore, data on both breeding pairs and hunting bags strongly suggest that management of the species and conservation measures that are adopted in Spain are extremely important for the entire quail population in Europe.

According to the European Union Management Plan for common quail for the period 2009–2011 (Perennou, 2009) and the European Birds Directive 2009/147/EC, hunting periods in EU member states should concord with information on the breeding period, and hunting activity should not affect late breeding birds or birds during spring migration. However, it is also necessary to know the post-breeding movements and the post-breeding migratory patterns to correctly adjust the hunting period. These movements and patterns are generally very poorly understood and more specifically, information concerning the Iberian Peninsula is extremely scarce (see however Guyomarc'h et al., 1989; Rodríguez-Teijeiro et al., 1996). The common quail shows not only migratory movements, but also nomadic movements (Sinclair, 1984) during the breeding season in search of suitable but ephemeral habitats, mainly winter cereal crops (Rodríguez-Teijeiro et al., 2009). These movements can be divided into latitudinal (or aestival) movements from northern Africa to Europe (Munteanu & Maties, 1974) and elevation (or transhumant) movements within Europe (Davis et al., 1966; Heim de Balsac & Mayaud, 1962; Puigcerver et al., 1989). Movements of males in search of females throughout the breeding season have also been described (Rodríguez-Teijeiro et al., 2006). These movements are not sporadic, but are part of the annual cycle of the species and, as Wernham et al. (2002) suggest, they seem to be

firmly set to maximize the production of yearlings, in a remarkable sequential breeding strategy similar to that of some butterflies and moths.

This extremely high mobility of the species makes it more complicated to determine the current suitability of hunting periods and, not surprisingly, there are no data available concerning how the post-breeding movements and migration might be affected by the traditional hunting calendar.

This study aimed to provide new data concerning patterns of post-breeding movements in the Iberian peninsula and also to determine how the hunting season is related to these movements. The evaluation of how this could affect European quail populations would hopefully lead to the development of new management recommendations.

## Material and methods

### Data collection

The data presented here were collected from two sources, allowing two different approaches: (1) The capture and ringing of post-breeding moving individuals using mist-nets and electronic decoys in a non-breeding area in Garraf Natural Park, north-eastern Spain; this source of data provided information on the temporal migration patterns of the common quail at a local scale. (2) Quail ringing recovery data in Spain; analysis of the post-breeding recoveries of individuals ringed in Europe and recaptured in Spain during the period 1933–2005 provided information on the temporal migration patterns of the species at a large scale.

### Captures of post-breeding moving individuals

The method used for collecting data on post-breeding individuals involved the use of mist nets and call playback in a non-breeding area. Fieldwork was carried out in Garraf Natural Park in the north-eastern coast of Spain. This area is characterised by rough landscape with typical Mediterranean sclerophyllous vegetation consisting mainly of shrubs and pine trees. The Garraf Natural Park is not a suitable place for breeding for the common quail (Rodríguez-Teijeiro et al., 2004). We selected a clear flat area at about 350 m from the edge of a 190 m cliff that drops to the sea (41° 15' N, 1° 52.7' E).

During 2009 and 2010, captures were carried out approximately once a week from 15 VII to the end of October, when quail migration finished in this area. A total of six mist nets, each one with 6 bags of 25 mm mesh, 12 m long and 3 m height, were set up in the study area in 2009, and 18 mist-nets with the same features were set up in 2010. The nets were placed around a digital, quail call playback device which could be heard within approximately a 2 km radius in optimal conditions. The call was played after sunset from 22:00 h at night to 8:00 h in the morning to attract post-breeding moving quails towards the nets.

The use of electronic decoys may result in some bias (see for example Weatherhead & Greenwood,

1981). For this reason, we checked that the sample of individuals captured in Garraf (presumably migrant individuals coming from northern areas) does not show bias in sex and age composition when compared to a sample of 302 individuals of known sex hunted during the same period in northern Spain (Llivia) and in France (Ariège and Cavalerie) and with a sample of 288 individuals of known age hunted in the same places. No statistical differences were found either in sex composition ( $\chi_1^2 = 0.871$ ;  $p = 0.35$ ) or in age composition ( $\chi_1^2 = 1.80$ ;  $p = 0.18$ ), thus indicating that no significant bias of sex and age composition was linked to the use of electronic decoys in the studied sample.

Quails captured in the nets were immediately collected, ringed, measured and released. Information about sex and age (following Saint-Jalme & Guyomarc'h, 1995) was recorded; individuals classified as EURING 3 age code are named hereafter yearlings, whereas individuals classified as EURING 5 and EURING 6 are named hereafter adults, due to the extreme sexual precocity of the common quail (Guyomarc'h, 2003). Measurements of the width of the pectoral lipid band, a good indicator of the migratory impulse according to Guyomarc'h & Belhamra (1998), were taken for all captured quails. Finally, the sexual development of the captured quails was assessed by the detection of presence or absence of the proctodeal foam (Seiwert & Adkins-Regan, 1998) and by measuring the length of the cloacal vent in a sample of 319 individuals; less than 4.5 mm would indicate that individuals are not sexually active (Fontoura et al., 2000; Guyomarc'h & Belhamra, 1998).

#### Quail ring recoveries in Spain

Data from ring recoveries in the Iberian peninsula of quails ringed in Europe (from 1933 until 2005) were provided by EURING Data Bank.

Most quail ring recoveries come from hunted birds. Quail hunting is a widespread tradition in the Iberian peninsula; the Spanish hunting law ('Ley de caza') regulating the hunting of migrating birds was enacted in 1902 and it stated that migrating birds could be hunted during any season of the year. This law was modified in 1970 to establish a hunting period for migrating birds (*Streptopelia turtur*, *Columba palumbus* and *Coturnix coturnix*) from 15 VIII to 15 IX; there may be small variations between years and regions. The general hunting season for all game species (including the common quail) opens again from 12 X until mid-February.

Every ring recovery has associated information about the ringing date in the usual format, which we transformed into days of the year (days elapsed since 1 I), the ringing location, and the recovery date and location. Unfortunately, information about the sex and age of the individuals is mostly incomplete. For the analysis, we only selected rings recovered in the Iberian peninsula within the same year of ringing. To ensure that wintering individuals were not included, all the recoveries subsequent to 30 X were excluded from the analysis.

These data were also divided in three groups: Spanish recoveries (quails ringed in Spain), inter-

national (quails ringed elsewhere in Europe) coastal recoveries (recoveries located in the Mediterranean slope, which is an area at less than 50 km from the shoreline and limited by Mediterranean coastal mountain chains), and international inland recoveries (the remaining recoveries). This division was made to explore the possible differences in quail migration patterns suggested in other studies (Rodríguez-Teijeiro et al., 2009; Zduniak & Yosef, 2008; Zuckerbrot et al., 1980).

#### Statistical analysis

We applied parametric tests (multi-way ANOVA, Student *t*-test, Chi-square test) and when conditions of application were not fulfilled, non-parametric tests were applied (Mann-Whitney *U*-test, median test and Fisher exact test). In this case, descriptive statistics of central trend and dispersion used were the median and quartiles, respectively. PASSW and Statistica software were used for calculations.

## Results

#### Quail captures in Garraf

A total of 530 quails (85.10% were yearlings) were trapped in Garraf during the study periods in 2009 and 2010. Surprisingly, the number of quails trapped was higher in 2009 ( $N = 275$ ) than in 2010 ( $N = 255$ ), when the number of mist-nets was tripled.

Captured birds showed that there are two different movement waves in the post-breeding passage (figs. 1, 2). In both years, the first wave occurred in August (median: 13 VIII 2009, quartiles 25–75: 219–224 days, and 7 VIII 2010, quartiles 25–75: 217.25–219 days), whereas the second, more intense wave occurred in September and October (median: 13 IX 2009, quartiles 25–75: 254–263 days, and 22 IX 2010, quartiles 25–75: 255–276 days), this latter difference being statistically significant (Mann-Whitney *U*-test  $Z = 7.26$ ;  $N_1 = 280$ ;  $N_2 = 269$ ;  $p < 0.01$ ). No significant differences were found in sex composition of the first and second wave when analyzing them by age classes in the two years (Yearlings:  $\chi_1^2 < 1.84$ ;  $p > 0.33$ ; Adults: Fisher exact test;  $p > 0.39$ ), or in the proportion of ages between waves in the two years ( $\chi_1^2 < 0.43$ ;  $p > 0.51$ ).

No differences were found in the cloacal vent between yearling and adult males in the two years of study (two-way ANOVA, year factor:  $F_{(1,315)} = 0.036$ ;  $p = 0.88$ ; age factor:  $F_{(1,315)} = 4.14$ ;  $p = 0.29$ ); interaction year x age:  $F_{(1,315)} = 0.339$ ;  $p = 0.56$ ). However, individuals belonging to the first wave had a higher cloacal vent (mean  $\pm$  SE =  $5.23 \pm 0.17$ ,  $n = 54$ ) than those belonging to the second wave (mean  $\pm$  SE =  $4.39 \pm 0.05$ ,  $n = 262$ ). None of the individuals in either wave showed proctodeal foam, indicating they were not sexually active (Guyomarc'h et al., 2001; Seiwert & Adkins-Regan, 1998).

In 2010, yearling females showed a delay in migration (fig. 2) when compared to yearling males (median day of yearling males: 266; quartiles 25–75%: 258–272; median day of yearling females: 272; quartiles 25–75:

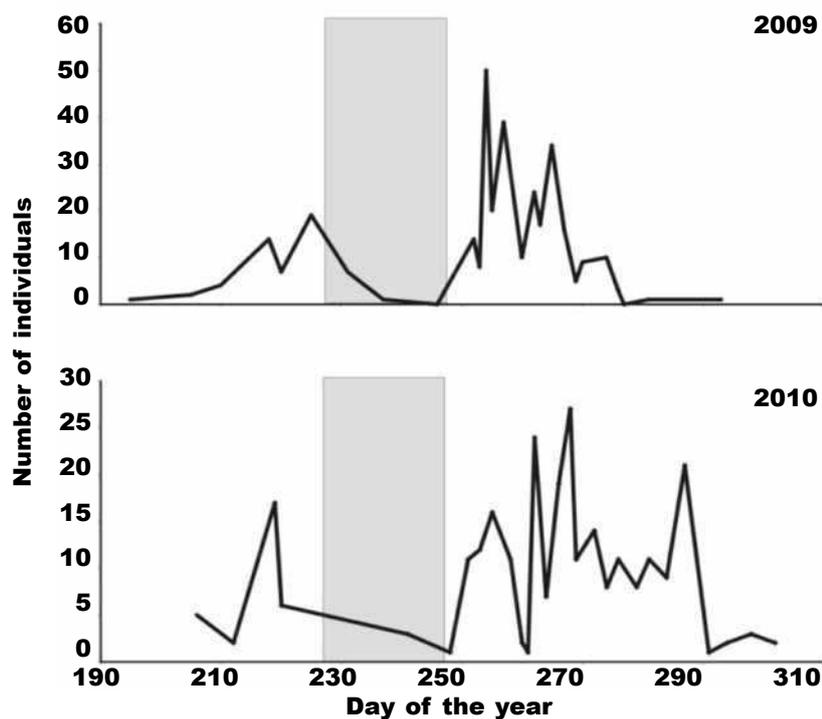


Fig. 1. Number of individuals captured from August to October in 2009 and 2010 in Garraf. The grey band shows the hunting season for migrant species in Barcelona province (15 VIII to 4 IX).

Fig. 1. Número de individuos capturados de agosto a octubre en 2009 y 2010 en Garraf. Las bandas grises corresponden a la época de caza de las especies migratorias en la provincia de Barcelona (15 VIII a 4 IX).

258–284;  $U$ -test Mann–Whitney  $Z = 2.49$ ;  $N_1 = 135$ ;  $N_2 = 68$ ;  $p = 0.01$ ). This phenological difference was, however, less clear in 2009 (median day of yearling males: 257; quartiles 25–75: 254–265; median day of yearling females: 255; quartiles 25–75: 253–262; Mann–Whitney  $U$ -test,  $Z = 1.78$ ;  $N_1 = 154$ ;  $N_2 = 97$ ;  $p = 0.08$ ). No differences were observed in the phenology of migration in adult individuals either in 2009 or in 2010 (Mann–Whitney  $U$ -test,  $U < 189$ ;  $p > 0.40$ ).

From a physiological point of view, the width of the lipid band in yearlings showed differences between 2009 and 2010, being wider in 2009 (three-way ANOVA, year factor:  $F_{(1,436)} = 18.66$ ;  $p < 0.01$ ). Differences were also found between waves, as individuals captured in the first wave showed a smaller lipid band than those captured in the second wave (wave factor:  $F_{(1,436)} = 75.65$ ;  $p < 0.001$ ; fig. 3). However, no differences were found between sexes (factor sex:  $F_{(1,436)} = 3.27$ ;  $p = 0.07$ ). Only the interaction between year and sex was significant; while males did not differ between years, females were less fat loaded in 2010 (interaction season  $\times$  sex:  $F_{(1,436)} = 6.59$ ;  $p = 0.01$ ; fig. 3).

The width of the lipid band in adults showed non-significant differences between years (three-way ANOVA, year factor:  $F_{(1,67)} = 30.67$ ;  $p = 0.08$ ). However, significant differences appeared between waves (wave factor:

$F_{(1,67)} = 33.49$ ;  $p < 0.001$ ). As in yearlings, there were non-significant differences between sex (sex factor:  $F_{(1,67)} = 0.46$ ;  $p = 0.50$ ), and there was no interaction between factors ( $p > 0.05$ ; fig. 3).

#### Ring recoveries

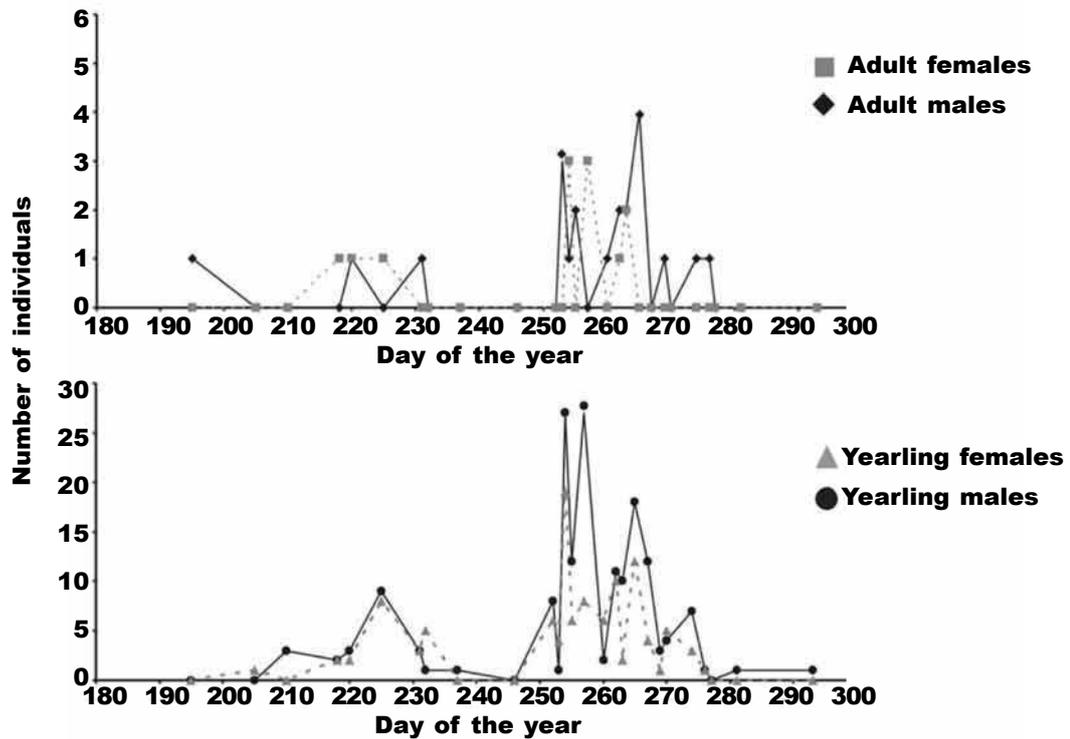
The distribution of ring recoveries in Spain showed that Spanish recoveries were captured very early (median: 20 VIII quartiles 25–75: 227–240, fig. 4).

Of a total of 189 international recoveries, 55 (29.1%) were coastal recoveries, whereas 134 (70.9%) were inland recoveries. In the former, 52 (94.5%) were obtained before 1970, before the law was amended to establish a hunting season for migrating bird species; in the second case, 102 birds (76.1%) were recovered before this date.

International recoveries show a first passage which mainly occurs inland, and a second passage which occurs along the Mediterranean coast (fig. 4).

There were significant differences (fig. 4) in the median day of capture in the three groups of recoveries analysed (Spanish recoveries, international coastal recoveries and international inland recoveries), together with the median day on which individuals of the second wave were captured in Garraf (Median test:

2009



2010

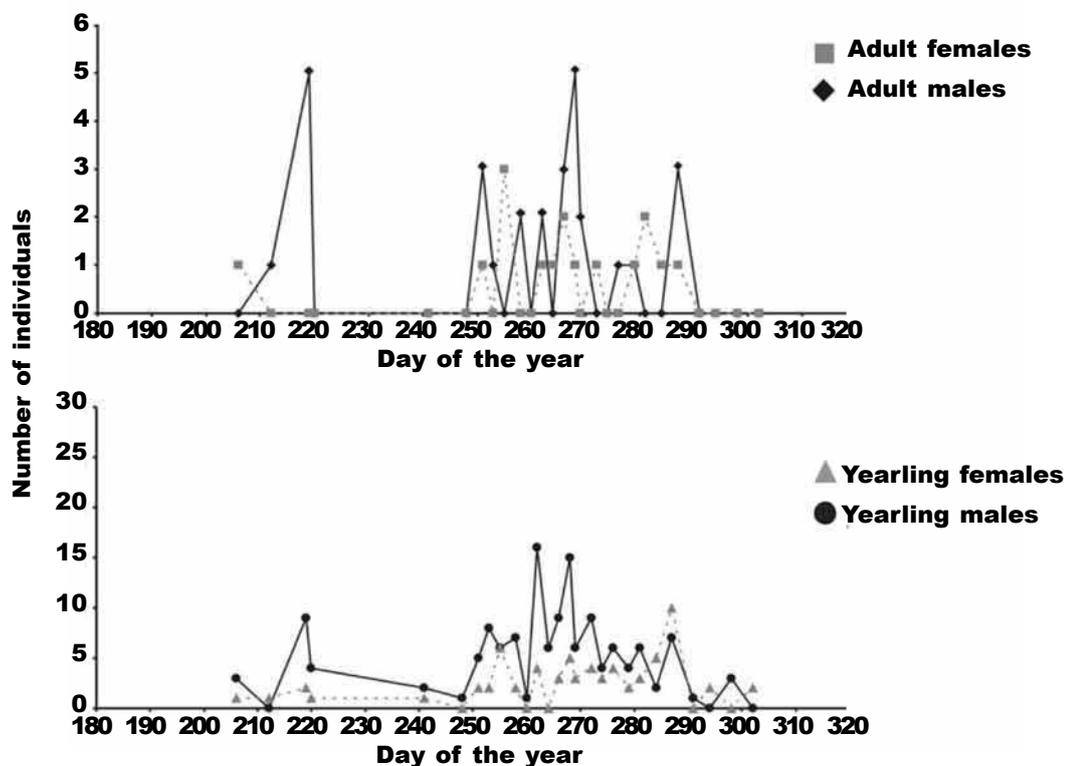


Fig. 2. Temporal migration patterns by sexes and ages in 2009 and 2010 in Garraf.

Fig. 2. Patrones de migración temporal por sexos y edades en 2009 y 2010 en Garraf.

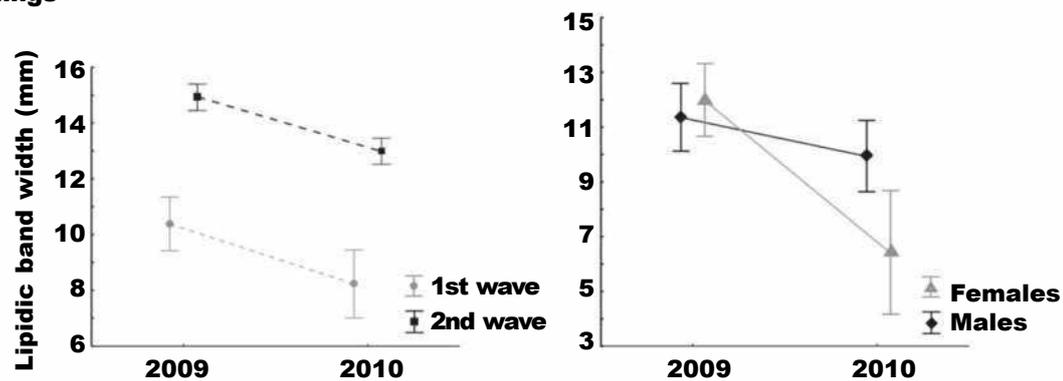
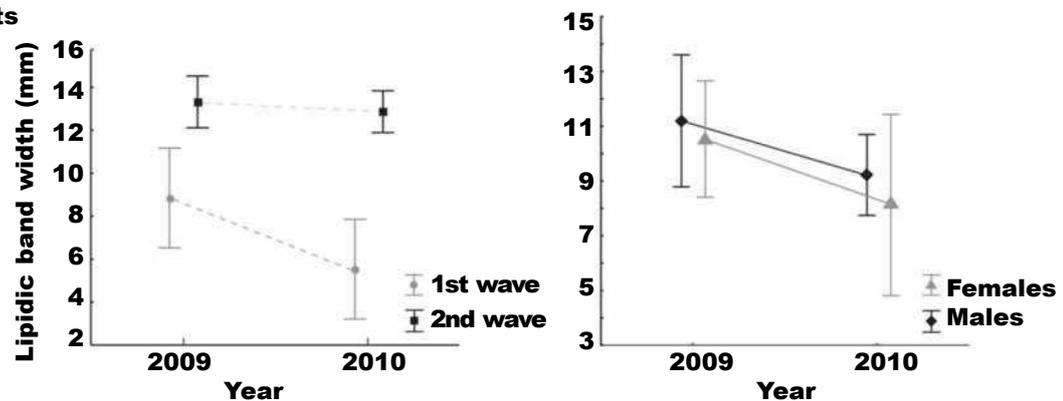
**Yearlings****Adults**

Fig. 3. Lipid bands of migrant quails in 2009 and 2010 in Garraf. Results on the left show whether the individuals belong to the first or second movement wave. Results on the right show interactions between year and sex factors. Mean and 95% confidence intervals are shown for yearling and adult males and females.

Fig. 3. Bandas lipídicas de codornices migrantes en 2009 y 2010 en Garraf. Los resultados de la izquierda muestran según si los individuos pertenecen a la primera o a la segunda ola migratoria. Los resultados de la derecha muestran las interacciones entre los factores año y sexo. Se muestran la media y los intervalos del 95% de confianza para jóvenes del año y machos y hembras adultos.

$\chi^2_{685} = 596.75$ ;  $p < 0.01$ ). Moreover, a multiple post hoc comparison test showed differences ( $p < 0.01$ ) in all the two-to-two comparisons with the exception of the comparison between the median day of capture of international coastal recoveries with regard to the median day on which individuals of the second wave were captured in Garraf ( $p > 0.01$ ).

**Discussion**

The common quail post-breeding movement patterns through the Iberian peninsula were completely unknown to date. Our results in Garraf Natural Park, in the northeast of Iberian Peninsula, clearly suggest that an important movement flow occurs along the Mediterranean coast at latitude of 41°N. Furthermore, they show that these movements are formed by two marked movement waves.

The first wave, which lasts from July to August (with a modal value of 13 VIII), is mainly composed of yearlings at the end of their sexually-active period (on the basis of their cloacal vent over 4.5 mm but, on the other hand, without proctodeal foam. According to their fat deposits, they cannot be considered physiologically as migrant individuals and should be considered more nomadic than migratory. This movement would belong, thus, to the movement patterns of the species during the breeding season (Munteanu & Maties, 1974; Puigcerver et al., 1989; Rodríguez-Teijeiro et al., 2006). The common quail is a farmland bird whose life cycle is mainly linked to winter cereal crops (wheat and barley mainly) and dense grassland (Guyomarc'h, 2003). However, during the breeding season, the species suffers massive habitat loss due to cereal harvesting. Thus, there is a radical landscape change in spring to the post-breeding migration passage, which induces common quail birds to move during the breeding season (Rodríguez-Tei-

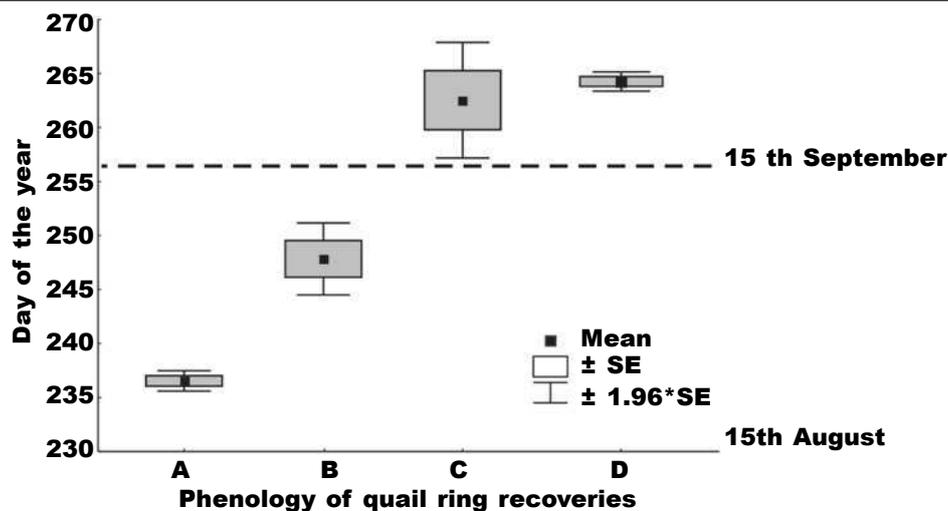


Fig. 4. Phenology of quail ring recoveries in Spain according to the ringing origin and recovery location. The hunting season for migrant species in Spain (15 VIII to 15 IX) after 1970 is shown: A. Spanish recoveries; B. International recoveries inland; C. International recoveries on the coast; D. Garraf second wave.

*Fig. 4. Fenología de la recuperación de anillas en España, según el lugar de origen del anillamiento y la localidad de recuperación. Se muestra la época de caza de las especies migratorias en España (15 VIII a 15 IX) después de 1970: A. Recuperaciones españolas; B. Recuperaciones internacionales en el interior; C. Recuperaciones internacionales en la costa; D. Segunda oleada en Garraf.*

jeiro et al., 2009) from south to north and from lower areas (harvested in June) to higher areas (harvested in August). Thus, at the end of the breeding season, quail population movements in the Iberian Peninsula present a complex scenario, and quails that breed in the Peninsula show nomadic movements in search of remaining suitable habitats to match habitat loss caused by cereal harvesting (Gallego et al., 1993; Puigcerver et al., 1989; Rodríguez-Teijeiro et al., 2009), rather than a true migratory movement (Rodríguez-Teijeiro et al., 2006).

The second wave is formed mainly of non-sexually active yearlings and occurs on average five weeks later. These birds have a cloacal vent under 4.5 mm, do not present proctodeal foam, and could be physiologically considered as migrants because of their lipid band. The passage of these common quails captured in Garraf during the second wave has a very similar phenology to that of international quails that were ringed and recovered on the Mediterranean coast (fig. 4) in a totally independent way. As the breeding cycle of the species in the Spanish strip between the Pyrenees and the Garraf Natural Park has finished by the time harvesting is over, and as the maximum passage is recorded one month later in Northeast Spain, the individuals belonging to this migratory wave must come mainly from the North of Europe.

This post-breeding migration passage has also been reported in Egypt (Zuckerbrot et al., 1980), whereas in Italy and Israel an important spring passage has been described, with the post-breeding flow being much less intense (Macchio et al., 1999; Zduniak & Yosef, 2008).

In the two years of the study, age and sex composition of the first and second wave remained fairly constant. However, the phenology of yearling females suffered a delay in the second year. Furthermore, yearling females in 2010 also showed less developed fat deposits, suggesting that they were physiologically less prepared for the migratory passage. As females invest alone in brood care, any delay in the breeding attempt would be reflected in the migratory condition of the female fraction of the population. On the other hand, the proportion of adults showed constancy in their migratory condition over the years of study.

Our results on the basis of the two years of study (which were very similar in terms of meteorological conditions) indicate that there is a set of nomadic movements at the end of the breeding season that coincides with the hunting season for migrant species in Spain. Moreover, it almost entirely respects the main migratory passage constituted by the coastal passage, probably affecting only individuals that breed in Spain and the international inland recoveries (fig. 1). This information should help to adjust timing between the hunting period and migration in coming years. However, as meteorological variability from year to year could affect the movements of individuals, data need to be collected over more years to clarify how the different meteorological conditions affect quail movements. This would provide more precise information and would permit reliable recommendations for adjusting hunting seasons to quail population movements. However, no efforts have been carried out to date in other Spanish regions, or in other European countries

where the common quail is a popular game species, to study and describe its post-breeding migration patterns, which could vary from one country to another. Besides, the variability between years that could appear as a consequence of changes in meteorological conditions could have some influence on the movements of the individuals. Monitoring of post-breeding movements and post-breeding migration should thus be extended to all the regions and countries where the common quail is a game species. Furthermore, it should be carried out over years with varying meteorological conditions in order to improve adjustment between the hunting period and migration, thus complementing other measures described in Perennou (2009). Based on these findings we strongly suggest studies of this type should be conducted in other countries in coming years in order to gain further knowledge of the species and improve its management.

### Acknowledgements

The authors are most grateful to the Catalan 'Direcció General de la Recerca', which provided financial support (Project nº 2009SGR481). The study is part of a Sustainable Hunting Programme promoted by José Mari Usarraga from the Hunting Federation of the Basque Country, which also provided financial support. We would like to thank the owner of the study area, Fidel Granada, for allowing us to install the capture station, the 'Diputació de Barcelona', and the secretary of the hunting estate, Josep Feliu (Tudò, APC B10310), for permission to carry out the study. Thanks too to Xavier Larruy, Albert Burgas, Josep Anton Ferreres Oncins, Ana Domínguez, Cristina Extremera, Irene Jiménez, Nerea Sánchez, Berta Rodríguez, Dolors Vinyoles and Marta Rodríguez for assistance in field work. We are also most grateful to Jean Marie Boutin and Denis Roux (Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage), together with Pascal Fosty (Fédération Départementale de Chasseurs de l'Ariège), Maxime Gaubert and Marc Druilhe (Fédération Départementale de Chasseurs de l'Aveyron) and Pep Planes (Federació Catalana de Caça) for providing hunting data. Finally, we wish to acknowledge EURING databank (EDB) for supplying the ring data.

### References

- BirdLife International, 2004. *Birds in the European Union: a status assessment*. BirdLife International, Wageningen.
- Burfield, I., 2004. *Birds in Europe. Population estimates, trends and conservation status*. BirdLife Conservation Series No. 12, BirdLife International, Cambridge.
- Davis, P., Erard, C., Preuss, M., Tekke, N. & Tricot, J., 1966. Invasion des cailles en Europe durant l'année 1964. *Aves*, 3: 65–97.
- Fontoura, A. P., Gonçalves, D., Guyomarc'h, J. C. & Saint-Jalme, M., 2000. La sexualité précoce des populations hivernantes de cailles des blés (*Coturnix c. coturnix*) au Portugal. *Cahiers d'Ethologie*, 20: 21–34.
- Gallego, S., Puigcerver, M., Rodríguez-Teijeiro, J. D., Rodrigo-Rueda, F. J. & Roldán G., 1993. Algunos aspectos fenológicos y de la biología de la reproducción de la codorniz (*Coturnix c. coturnix*) en Cataluña (España). *Historia Animalium*, 2: 125–136.
- Gallego, S., Puigcerver, M. & Rodríguez-Teijeiro, J. D., 1997. Quail *Coturnix coturnix*. In: *The EBCC atlas of European breeding birds: their distribution and abundance*: 214–215 (W. J. M. Hagemeijer & M. J. Blair, Eds.). T. & A. D. Poyser, London.
- 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*). *Cahiers d'Ethologie*, 18: 1–16.
- Guyomarc'h, J. C., Guyomarc'h, C. & Saint-Jalme, M., 1989. Analyse démographique des populations de cailles des blés en Castille. *Bull. Mens. Off. Natl. Chasse*, 138: 34–36.
- Guyomarc'h, C., Lumineau, S., Vivien-Roels, B., Richard, J. & Deregnaucourt, S., 2001. Effect of melatonin supplementation on the sexual development in European quail (*Coturnix coturnix*). *Behavioural Processes*, 53(1–2): 121–130.
- Guyomarc'h, J. C., 2003. Elements for a Common Quail (*Coturnix c. coturnix*) management plan. *Game and Wildlife Science*, 20: 1–92.
- Heim de Balsac, H. & Mayaud, N., 1962. *Les oiseaux du Nord-Ouest de l'Afrique*. P. Chevalier Ed., Paris.
- Macchio, S., Messineo, A., Licheni, D. & Spina, F., 1999. *Atlante della distribuzione geografica e stagionale degli uccelli inanellati in Italia negli anni 1980–1994*. Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica, Bologna.
- Munteanu, D. & Maties, M., 1974. The seasonal movements of the quail in Romania. *Travaux du Museum d'Histoire Naturelle 'Grigore Antipa'*, 15: 365–380.
- Perennou, C., 2009. *European Union Management Plan 2009–2011. Common quail, Coturnix coturnix*. Technical Report, 2009–032. European Commission, Brussels.
- Puigcerver, M., Rodríguez-Teijeiro, J. D. & Gallego, S., 1989. ¿Migración y/o nomadismo en la codorniz (*Coturnix c. coturnix*)? *Etología*, 1: 39–45.
- Rodríguez-Teijeiro, J. D., Puigcerver, M., Rodrigo-Rueda, F. J. & Gallego, S., 1996. La codorniz (*Coturnix coturnix*) y la media veda en España. *Revista Forestal*, 9(1): 137–148.
- Rodríguez-Teijeiro, J. D., Puigcerver, M. & Gallego, S., 2004. Guatlla *Coturnix coturnix*. In: *Atles dels ocells nidificants de Catalunya 1999–2002*: 112–113 (J. Estrada, V. Pedrocchi, L. Brotons, & S. Herrando, Eds.). Institut Català d'Ornitologia (ICO)/Lynx Edicions, Barcelona.
- Rodríguez-Teijeiro, J. D., Barroso, A., Gallego, S., Puigcerver, M. & Vinyoles, D., 2006. Orientation-cage experiments with the European Quail during the breeding season and autumn migration. *Canadian Journal of Zoology*, 84: 887–894.
- Rodríguez-Teijeiro, J. D., Sardà-Palomera, F., Nadal, J., Ferrer, X., Ponz, C. & Puigcerver, M., 2009. The effects of mowing and agricultural landscape management on population movements of the common quail. *Journal of Biogeography*, 36: 1891–1898.
- Saint Jalme, M. & Guyomarc'h, J. C., 1995. Plum-

- age development and moult in the European Quail *Coturnix c. coturnix*: criteria for age determination. *Ibis*, 137: 570–581.
- Seiwert, C. M. & Adkins-Regan, E., 1998. The foam production system of the male Japanese quail: characterization of structure and function. *Brain, Behaviour and Evolution*, 52(2): 61–80.
- Sinclair, A. R. E., 1984. *The function of distance movements in vertebrates. The ecology of animal movement*. Clarendon Press, Oxford.
- Weatherhead, P. J. & Greenwood, H., 1981. Age and condition bias of decoy-trapped birds. *Journal of Field Ornithology*, 52: 10–15.
- Wernham, C. V., Toms, M. P., Marchant, J. H., Clark, J. A. Siriwardena, G. M. & Baillie, S. R., (Eds.) 2002. *The Migration Atlas: movements of the birds of Britain and Ireland*. T. & A. D. Poyser, London.
- Zduniak, P. & Yosef, R., 2008. Age and sex determine the phenology and biometrics of migratory Common Quail (*Coturnix coturnix*) at Eilat, Israel. *Ornis Fennica*, 85: 37–45.
- 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: 1–14.
-

# MONITORING AND MANAGEMENT OF COMMON QUAIL *COTURNIX COTURNIX* POPULATIONS IN THEIR ATLANTIC DISTRIBUTION AREA

## SEGUIMIENTO Y GESTIÓN DE LAS POBLACIONES DE CODORNIZ COMÚN *COTURNIX COTURNIX* EN SU ÁREA DE DISTRIBUCIÓN ATLÁNTICA

José Domingo RODRÍGUEZ-TEJEIRO<sup>1</sup>, Francesc SARDÀ-PALOMERA<sup>1</sup>,  
Inácio ALVES<sup>2</sup>, Yannick BAY<sup>3</sup>, Agostinho BEÇA<sup>2</sup>, Bernard BLANCHY<sup>4</sup>,  
Bernard BORGOGNE<sup>4</sup>, Bernard BOURGEON<sup>4</sup>, Pedro COLAÇO<sup>5</sup>, Jacques GLEIZE<sup>3</sup>,  
Antonio GUERREIRO<sup>5</sup>, Mohammed MAGHNOU<sup>6</sup>, Christophe RIEUTORT<sup>3</sup>,  
Denis ROUX<sup>7</sup> and Manel PUIGSERVER<sup>8</sup> \*

SUMMARY.—The common quail *Coturnix coturnix* has suffered a large historical decline. Portuguese, Spanish and French populations remain stable, but some evidence suggests declines in Spain and France. During 2005-2009, we carried out a monitoring programme in Morocco, Portugal, Spain and France to determine the status of common quail populations using a census methodology based on: a) a census of calling males; b) capture and ringing; and c) monitoring during harvesting. Results suggest that during

---

<sup>1</sup> Departament de Biologia Animal, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona.  
Avinguda Diagonal 645, E-08028 Barcelona, Spain.

<sup>2</sup> Federação de Caçadores da Primeira Região Cinegética, Apartado 144.  
R. Dr. António Oliveira Cruz, Edifício MADRP Casa 4, P-5340 Macedo de Cavaleiros, Portugal.

<sup>3</sup> Fédération Départementale des Chasseurs de Lozère. 56, route du Chapitre,  
B.P 86, F-48003 Mende Cedex, France.

<sup>4</sup> Fédération Départementale des Chasseurs de l'Aveyron. 9, rue de Rome, Bourran,  
BP 711, F-12007 Rodez Cedex, France.

<sup>5</sup> Confederação Nacional dos Caçadores Portugueses. Praça Diogo Fernandes 23, 1º D,  
P-7800-428 Beja, Portugal.

<sup>6</sup> Centre National de la Recherche Forestière, Haut Commissariat aux Eaux et Forêts  
et à la Lutte Contre le Désertification. Quartier Administratif, Chellah, Rabat, Morocco.

<sup>7</sup> Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage. Maison Guende, Rue du Musée,  
BP20, F-84390 Sault, France.

<sup>8</sup> Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i la Matemàtica,  
Facultat de Formació del Professorat, Universitat de Barcelona. Passeig Vall d'Hebron 171,  
E-08035 Barcelona, Spain.

\* Corresponding author: mpuigserver@ub.edu

the study period populations remained fairly constant. This monitoring allowed us to categorise the sampled areas in three types, with different management and conservation implications.

RESUMEN.—La codorniz común *Coturnix coturnix* ha sufrido un declive histórico. Aunque las poblaciones portuguesas, españolas y francesas permanecen estables, algunas evidencias sugieren una disminución en España y Francia. Se ha efectuado un seguimiento durante 2005-2009 en Marruecos, Portugal, Francia y España para determinar el estatus de la codorniz común con una metodología de censo basada en: a) censo de machos cantores; b) captura y anillamiento; c) seguimiento durante la siega. Los resultados sugieren que, durante el período de estudio, la población permanece estable. El seguimiento ha permitido definir las áreas muestreadas en tres categorías con diferentes implicaciones en materia de manejo y conservación.

The common quail *Coturnix coturnix* is a migratory Galliform species that belongs to the Phasianidae family, with a distribution area encompassing the Western Palearctic, and Western and Central Asia (Gallego *et al.*, 1997). Four populations differing in migratory routes have been described (Guyomarc'h, 2003):

- a) The flow through the high valley of the Indus.
- b) The Arabian flow.
- c) The Apeninian flow.
- d) The flow through the Atlantic coast (Morocco-Iberian Peninsula-France).

Currently, the species is considered to have an unfavourable conservation status in Europe (SPEC 3), with depleted populations and a large historical decline (Burfield, 2004). In comparison to the 1990s (Tucker and Heath, 1994; Heath *et al.*, 2000), populations in Northern and Central Europe have increased, whereas a decline in Southeast Europe has continued. The current total population estimate is probably lower than before the decreases that occurred during 1970-1990.

In terms of the Atlantic population, Burfield (2004) suggested that Portuguese, Spanish and French populations were stable. In agreement with this suggestion, a long Spanish data series of hunted individuals or males censused during the breeding season

revealed no significant trends (Puigcerver *et al.*, 2004). In addition, no significant trends were found in Portugal during 1993-1997 (Fontoura and Gonçalves, 1998). However, some data from France and Spain are in conflict with these results. The French Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage carried out two national hunting surveys, one in 1983 (Ferrand, 1986) and another in 1998. In the first survey, 640,000 ( $\pm 2.6\%$ ) individuals were shot, whilst in the second only 341,130 ( $\pm 5.2\%$ ) were shot, representing a decrease of almost 50% in 15 years. In Spain, the SACRE programme (carried out by SEO/BirdLife to monitor the most common breeding bird species in Spain) shows a population decline in the 1998-2006 period, with an annual decline of -6.8% (Del Moral *et al.*, 2008). Moreover, distribution data from two Catalan Ornithological Atlas (Northeast Spain) data series covering the 1975-1983 (Muntaner *et al.*, 1983) and 1999-2002 periods (Estrada and Pedrocchi, 2005) suggests that the species suffered a significant reduction in its distribution, of 26.5% of the total UTM 10 x 10 km<sup>2</sup> sampled.

Such contradictory data are probably due to the fact that the common quail is an extremely mobile species that shows migratory movements, nomadic movements in search of suitable but ephemeral habitats, and male movements in search of available females

(Rodríguez-Teijeiro *et al.*, 2006). It is very difficult to obtain reliable quail population estimates due to this high mobility, which results in a male turnover ratio of almost 95% in less than 15 days in the breeding areas (Rodríguez-Teijeiro *et al.*, 1992). Moreover, the breeding cycle activities of the common quail occur in dense winter cereal crops, such as wheat and barley, and are almost invisible to the eyes of the observer.

It is very difficult to determine population status in these conditions. However, the generation of reliable population estimates for bird species is an important step towards determining their conservation status and developing appropriate conservation policies (IUCN, 2001). Moreover, population monitoring is a top priority action recommended by the European Union Management Plan for the common quail (Guyomarc'h, 2003).

The aim of this study was to monitor common quail populations during 2005-2009 in four countries (Morocco, Portugal, Spain and France) considered key to the Atlantic population (Guyomarc'h, 2003). The results were used to determine the current status of common quail populations by providing a new census methodology.

The monitoring programme was carried out in 11 breeding sites (figure 1), located in France (3 sites), Spain (5 sites), Portugal (2 sites) and Morocco (1 site) during the period 2005-2009.

This monitoring programme was based on the collection of three different types of data:

1. Censuses of calling males throughout the breeding season, which was slightly different in each study area. They were carried out once a week at 10 listening points. The aim was to determine the phenology of the species and to estimate the density of individuals, which was expressed as the number of individuals that were censused/sampled days at these ten listening points, to-

gether with the maximum number of censused males in one sampling day for every site. At every listening point, the observer waited for two minutes to count the number of males that spontaneously called the tri-syllabic advertising song. After this procedure, the observer used a digital tape decoy to emit a female call for 20-30 seconds, to stimulate any silent males present at the listening point. The advertising call of males can be heard at a distance of 1 km in favourable conditions. Therefore, only the males within the radius that the digital tape decoy could be heard, i.e. the males that could interact with the decoy, are included. Listening points were far enough from each other (500 to 800 m) to prevent overlap in the areas over which the decoys could act and to minimise the number of individuals counted twice.

2. Capture and ringing of some of the censused males that had been detected by the method above. Quails were captured by spreading a 10 x 12 m net horizontally over the cereal plots in which they had been detected acoustically from the margin. Males were called with a tape playing the female call that attracts them. When they were under the net, we forced them to fly so that they were trapped in the net. This method can be used to capture almost 50% of the individuals previously censused, once the researcher has acquired a certain degree of experience (Gallego *et al.*, 1993). Individuals were ringed as soon as they had been captured, and the age (following the Euring codes) of the individuals was determined by their moult and throat colour pattern.
3. Monitoring adults and broods during harvesting. As the breeding cycle activities occur inside dense cereal

crops, the only way to find out more precisely how many adults and broods remain inside a plot is to make careful observations during complete habitat destruction by machines during harvesting. One observer is stationed inside the machine and notes how many individuals are lifted by it. Two other

observers remain in the plot and note the number of quails that the machine forces to fly that land in the non-harvested part of the plot, as well as those that land on the edge of the plot and enter the non-harvested part again. The aim of these procedures is to avoid double-counting individuals.



FIG. 1.—Geographical location of the 11 sampled breeding sites.  
[Localización geográfica de los 11 lugares de reproducción muestreados.]

The first two data collection methods were employed by all teams in the different study areas, whereas the monitoring of broods and adults during mowing was carried out only in Spanish and French breeding sites.

From these data, we calculated an annual average of the weekly abundance index of male quails throughout the breeding season as well as the maximum number of censused males in one sampling day for every site. Moreover, captures allowed us to verify that constant arrivals and departures of males throughout the breeding season is a general

pattern in all the studied areas, and harvesting monitoring allowed us to determine breeding success in different study areas. Linear regression analyses (SPSS v.16) were used in the analyses (dependent variables: abundance index and maximum number of censused males; independent variable: year) to check whether the slope was significantly different from zero.

Table 1 shows the abundance index of calling males and the maximum number of censused males in one sampling day for each site; both variables gave similar results for all

TABLE 1

Average of the weekly number of males detected (first rows), its standard deviation (second rows), maximum number of censused males in one sampling day throughout the breeding season (third rows) and sampled days throughout the breeding season (fourth rows) at each site sampled during the 2005-2009 period. We include an average of this period for each study area, together with a European, and a Moroccan plus European average.

*[Media aritmética del número semanal de machos detectados (primer valor de las celdas), su desviación típica (segundo valor de las celdas), número máximo de machos censados en un día de muestreo durante el período reproductor (tercer valor de las celdas) y número de días de muestreo durante la época reproductora (cuarto valor de las celdas) de los lugares muestreados durante el período 2005-2009. Se incluye un valor promedio de este período para cada área de estudio, junto con un promedio general para Europa y para el conjunto de Europa y Marruecos.]*

Site	2005	2006	2007	2008	2009	Total
Fki-Ben-Salah (Morocco)	36.8	29.2	33.8	39.5		<b>34.8</b>
	5.7	17.6	3.9	15.5		<b>10.7</b>
	50	130	93	52		
	6	12	15	13		
Figuerola del Camp (Spain)	0.5	4.5	4.4	8.5	7.7	<b>5.1</b>
	0.7	2.8	4.2	6.1	8.8	<b>4.5</b>
	2	9	11	17	24	
	11	11	14	19	13	
Alp (Spain)	28	13.4	26.5	18.0	37.9	<b>24.8</b>
	5.1	9.6	14.8	10.8	9.1	<b>9.9</b>
	40	32	48	31	61	
	10	13	11	13	13	

TABLE 1 (cont.)

Site	2005	2006	2007	2008	2009	Total
Sanlúcar la Mayor-Aznalcóllar (Spain)		21.3	20.9	15.2	8.5	<b>16.5</b>
		13.5	7.1	9.6	5.0	<b>8.8</b>
		41	35	35	19	
		18	23	11	14	
Valdesogo (Spain)		2.1	12.8			<b>7.4</b>
		2.0	11.5			<b>6.8</b>
		10	11			
		14	10			
Cabañeros (Spain)			27.4	23.8	7.4	<b>19.5</b>
			14.6	8.3	3.5	<b>8.8</b>
			53	31	15	
			7	10	8	
Maranhao (Portugal)		14.4	11.5	14.9	10.6	<b>12.9</b>
		5.6	5.8	5.8	10.4	<b>6.9</b>
		20	19	22	28	
		5	9	9	5	
Mirandela (Portugal)			7.8	10.6	7.0	<b>8.5</b>
			3.3	6.2	4.1	<b>4.5</b>
			15	19	14	
			8	10	10	
Sault (France)		5.6	9.8	4.27	6.2	<b>6.5</b>
		4.9	5.9	2.1	4.0	<b>4.2</b>
		15	17	8	14	
		14	9	11	10	
La Cavalerie (France)		4.2	5.2	10	11.1	<b>7.6</b>
		1.4	2.6	3.9	6.3	<b>3.6</b>
		6	9	18	21	
		9	12	10	11	
Montbel (France)		15.4	12.9	10.7	14.5	<b>13.4</b>
		7.6	8.4	5.9	12.8	<b>8.7</b>
		24	23	20	44	
		9	9	13	13	
<b>Total: Morocco and Europe</b>						<b>14.3</b>
						<b>9.2</b>
<b>Total: Europe</b>						<b>12.2</b>
						<b>3.3</b>

the sampled sites; for this reason, only results using the abundance index of calling males are presented. This index was constant throughout the 2005-2009 period, except at Figuerola del Camp (regression coefficient = 1.86, standard error = 0.46,  $R^2 = 0.84$ ,  $F_{1,3} = 16.02$ ,  $P < 0.05$ ) and La Cavalerie (regression coefficient = 2.55, standard error = 0.53,  $R^2 = 0.92$ ,  $F_{1,2} = 23.10$ ,  $P < 0.05$ ). The same stability was found when we calculated an average for each sampled country and an overall average using data from sites sampled for more than two years (representing the Atlantic population as a whole). These data strongly suggest that the Atlantic population has remained fairly constant in recent years, as suggested in Burfield (2004) and in contrast to the findings of Ferrand (1986), Del Moral *et al.* (2008), Muntaner *et al.* (1983) and Estrada and Pedrocci (2005).

The abundance index, which was calculated from the general average for each sampled site, ranged from 5.1 (Figuerola del Camp, Spain) to 34.8 (Fki-Ben-Salah, Morocco). This latter breeding site had an extremely high abundance index, over three times higher than that of the European sampled sites overall (mean  $\pm$  SE:  $12.20 \pm 3.20$ ). This may indicate that the irrigated perimeters of Morocco constitute an excellent habitat for the species, although other variables such as hunting pressure, the low level of mechanisation of agricultural practices, geographic location or climate could also have an influence on abundance.

Capture and ringing allowed us to observe that some fully-grown Euring code 3 yearlings were captured in some European breeding sites too early in the breeding season to be born in the site in which they were captured (hereafter precocial yearlings). As the laying period averages 10-11 days, incubation lasts 18 days and the period of chick growth to nearly adult size lasts a minimum of 47 days (see Puigcerver, 1990), yearlings captured in less than 75 days from the date of first arrivals were considered precocial. These data (see

table 2), together with the detection of broods during harvesting monitoring, allowed us to define the sampled sites into three categories:

- Passage sites: male quail, including some precocial yearlings, are detected in these areas. However, as in the case of Figuerola del Camp (Spain), reproduction usually does not occur or it is very rare (pers. obs. over the last 28 years). This probably occur because individuals do not have enough time for breeding, as harvesting destroys the ephemeral and suitable habitat needed for reproduction too early in the season.
- Breeding sites: male quails are detected in these areas, reproduction occurs but almost no precocial yearlings are detected. When they are detected, they do not exceed 45% of the total number of captured yearlings. This is the case in Fki-Ben-Salah (Morocco), Sanlúcar la Mayor-Aznalcóllar (Spain), Cabañeros (Spain) and Maranhao (Portugal).
- Breeding and reception sites: male quails are detected in these areas, reproduction occurs and a high percentage of precocial yearlings that have been born in southern latitudes are detected as well. This is the case in Alp (Spain), Mirandela (Portugal), La Cavalerie (France), Sault (France) and Montbel (France).

We consider that categorising specific quail areas has major consequences in terms of management and conservation. Breeding and reception sites deserve special attention, as they hold not only the results of reproduction in the area, but also yearlings born in more southern latitudes. Passage sites in which reproduction does not occur might be easily transformed into breeding sites, which would increase the productivity of the species. This could be achieved by implementing agricultural and environmental policies that delay mowing and lengthen the biological cycle of

TABLE 2

Broods and precocial yearlings detected in the sampled sites. –: no data collected; \*: evidence of reproduction with no knowledge of the number of broods, detected by the presence of yearlings born in the study area; P: passage site; B+R: breeding and reception site; B: breeding site. B+R?: likely breeding and reception site in which no precocial yearlings have been captured. In bold type: percentage of precocial yearlings of all yearlings captured.

[*Polladas y jóvenes del año precoces detectados en las áreas de muestreo. –: no se colectaron datos; \*: evidencia de reproducción sin conocer el número de polladas, detectado por la presencia de jóvenes del año nacidos en el área de estudio; P: lugar de paso; B+R: lugar de reproducción y recepción; B: lugar de reproducción. B+R?: probable lugar de reproducción y recepción en el cual no se han capturado jóvenes del año precoces. En negrita: porcentaje de jóvenes del año precoces con respecto al total de jóvenes del año capturados.*]

Site	Broods					Precocial yearlings					Category
	2005	2006	2007	2008	2009	2005	2006	2007	2008	2009	
Figuerola Camp	0	2	0	11	8	0	0	1 <b>100</b>	2 <b>13.3</b>	2 <b>66.7</b>	P
Alp	26	19	9	13	38	8 <b>80</b>	6 <b>85.7</b>	5 <b>100</b>	3 <b>17.6</b>	57 <b>64</b>	B+R
Fki-Ben-Salah	*	*	*	*	–	0	0	2 <b>7.1</b>	0	–	B
Sanlúcar la Mayor-Aznalcóllar	–	1	15	6	3	–	0	0	2 <b>33.3</b>	3 <b>42.9</b>	B
Cabañeros	–	–	13	13	1	–	–	1 <b>12.5</b>	0	4 <b>80</b>	B
Maranhao	–	*	*	*	*	–	0	0	0	5 <b>100</b>	B
Mirandela	–	–	*	*	*	–	–	3 <b>100</b>	1 <b>100</b>	1 <b>100</b>	B+R
La Cavalerie	–	*	*	*	2	–	0	3 <b>75</b>	11 <b>91.7</b>	22 <b>84.6</b>	B+R?
Sault	–	21	7	*	16	–	2 <b>100</b>	2 <b>100</b>	1 <b>100</b>	2 <b>100</b>	B+R
Montbel	–	3	4	3	5	–	7 <b>100</b>	3 <b>100</b>	3 <b>60</b>	38 <b>100</b>	B+R

cereals. In 2008, meteorological conditions in Figuerola del Camp caused a delay in harvesting and 11 broods were detected, whereas only two broods were found in the previous three years. In addition, the length of stays (usually 50-70 days) exceeded 132 days in 2008, the habitat was much improved in 2009 (with higher and more dense winter cereal crops than usual) and 8 broods were detected, suggesting that habitat management may be an excellent tool for increasing common quail populations.

In conclusion, the results clearly show that the Atlantic population of common quail has remained stable over the past five years, in spite of marked interannual fluctuations. This result, which should be interpreted with caution due to the low sample size, agrees with the lack of trends found in much longer data series (see Puigcerver *et al.* 2004), thus suggesting that the Atlantic common quail population remains stable. Habitat seems to be a key factor for the species, as strongly suggested by the extremely high abundance index for the Moroccan irrigated perimeter, compared to European populations, and the extraordinary change in productivity observed in Figuerola del Camp in 2008 as a consequence of the delay in habitat destruction caused by harvesting. Finally, it is important to categorise common quail areas (as passage sites, breeding sites or breeding and reception sites) in order to design the most suitable management and conservation measures at local scales, based on the agricultural and meteorological conditions found at each site.

ACKNOWLEDGEMENTS.—The following institutions provided financial support: the Real Federación Española de Caza (2005 and 2006), the Fundación Biodiversidad (Environmental Spanish Ministry, 2005 and 2006), the Federación de Caza de Euskadi (2007 to 2009) and the Servei de Gestió i Protecció de la Fauna (Government of Catalonia, 2005 to 2007). Dr. Daniel Oro and an anonymous

referee, together with the associated editor of *Ardeola*, Dr. David Serrano, provided useful comments and suggestions which greatly improved the original manuscript.

#### BIBLIOGRAPHY

- BURFIELD, I. 2004. *Birds in Europe. Population estimates, trends and conservation status*. BirdLife Conservation Series No. 12. BirdLife International. Cambridge.
- DEL MORAL, J. C., ESCANDELL, V., MOLINA, B., BERMEJO, A. and PALOMINO, D. (Eds.) 2008. *Programas de seguimiento de SEO/BirdLife en 2006*. SEO/BirdLife. Madrid.
- ESTRADA, J. and PEDROCCHI, V. (Eds.) 2005. *L'Atlas dels ocells nidificants de Catalunya 1999-2002*. Institut Català d'Ornitologia and Lynx Edicions. Barcelona.
- FERRAND, Y. 1986. Le prélèvement cynégétique de cailles des blés en France, saison 1983-1984. *Bulletin Mensuel Office National de la Chasse*, 108: 43-45.
- FONTOURA, A. P. and GONÇALVES, D. 1998. Contribuição para o conhecimento do estatuto da codorniz *Coturnix coturnix* L. 1758 em Portugal. *Ciência e Natureza*, 2: 79-87.
- GALLEGO, S., PUIGSERVER, M. and RODRÍGUEZ-TEIJEIRO, J. D. 1997. Quail *Coturnix coturnix*. In, W. J. M. Hagemeyer and M. J. Blair (Eds.): *The EBCC atlas of European breeding birds: their distribution and abundance*, pp. 214-215. T & A D Poyser. London.
- GALLEGO, S., RODRÍGUEZ-TEIJEIRO, J. D. and PUIGSERVER, M. 1993. Descripción de la eficacia del método de captura de codorniz (*Coturnix c. coturnix*) con reclamo. *Alytes*, 6: 429-436.
- GUYOMARC'H, J. C. 2003. Elements for a common quail (*Coturnix c. coturnix*) management plan. *Game & Wildlife Science*, 20: 1-93.
- HEATH, M., BORGREVE, C., PEET, N. and HAGEMEIJER, W. J. M. 2000. *European birds populations, estimates and trends*. BirdLife Conservation Series No. 10. BirdLife International. Cambridge.
- IUCN 2001. *Red list categories and criteria. Version 3.1*. IUCN Species Survival Commission. IUCN. Gland.

- MUNTANER, J., FERRER, X. and MARTÍNEZ-VILALTA, A. 1983. *Atlas dels ocells nidificants de Catalunya i Andorra*. Ketres Ed. Barcelona.
- PUIGSERVER, M. 1990. Contribución al conocimiento de la biología y ecoetología de la codorniz (*Coturnix coturnix*). Tesis doctoral. Universidad de Barcelona. Barcelona.
- PUIGSERVER, M., RODRÍGUEZ-TEJJEIRO, J. D., and GALLEGO, S. 2004. Codorniz común. In, A. Madroño, C. González and J. C. Atienza (Eds.): *Libro rojo de las aves de España*, pp. 189-193. Dirección General para la Biodiversidad and SEO/BirdLife. Madrid.
- RODRÍGUEZ-TEJJEIRO, J. D., BARROSO, A., GALLEGO, S., PUIGSERVER, M. and VINYOLES, D. 2006. Orientation cage experiments with the European quail during the breeding season and autumn migration. *Canadian Journal of Zoology*, 84: 887-894.
- RODRÍGUEZ-TEJJEIRO, J. D., PUIGSERVER, M. and 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: 377-386.
- TUCKER, G. M. and HEATH, M. 1994. *Birds in Europe: their conservation status*. BirdLife Conservation Series No. 3. BirdLife International. Cambridge.

[Recibido: 12-05-2010]

[Aceptado: 09-09-2010]

# Guatlla

## *Coturnix coturnix*



### Distribució i procedència

La guatlla és una espècie que acostuma a habitar dins de vegetació herbàcia i és bastant reticent a aixecar el vol excepte per a efectuar desplaçaments relativament llargs (migració, nomadisme), els quals realitza durant la nit. Aquest comportament críptic provoca que només sigui possible detectar-la a través del reclam dels mascles durant la temporada de reproducció, o topant amb ella casualment en el marge d'algun camp de cultiu. Per aquesta raó, a l'hivern les guatlles són especialment difícils de detectar i això provoca que en general no hi hagi un coneixement gaire precís de la seva distribució durant aquest període.

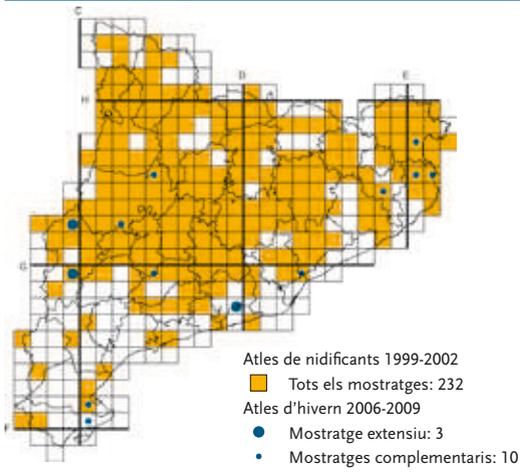
La major part de les guatlles que visiten Europa en l'època reproductora hivernalen a regions semiàrides del Sahel, associades a vegetació herbàcia pe-

renne (Morel & Roux 1966, Urban *et al.* 1986, Guyomarc'h 1992). Pel que fa al nord d'Àfrica i sud d'Europa, dades obtingudes en l'últim segle semblen indicar que les guatlles apareixen a l'hivern de forma esporàdica i dispersa, sense seguir un patró de distribució concret, principalment associades a perímetres agrícoles irrigats o a zones humides (Moreau 1951, Munteanu & Maties 1974, Lack 1986, Yeatman-Berthelot 1991, Guyomarc'h 1992, Thévenot *et al.* 2003, Mur 2009), els quals solen presentar una cobertura vegetal adient. En concret, a la península Ibèrica s'havia citat prèviament la guatlla durant l'hivern a Galícia (Caballero-Pacho 1957), a Extremadura, relacionant-la amb la presència de camps de cotó (Delibes 1972), i, més recentment, a les planes al·luvials de Portugal, lligades a l'aparició de l'agricultura intensiva (Fontoura & Gonçalves 1995).

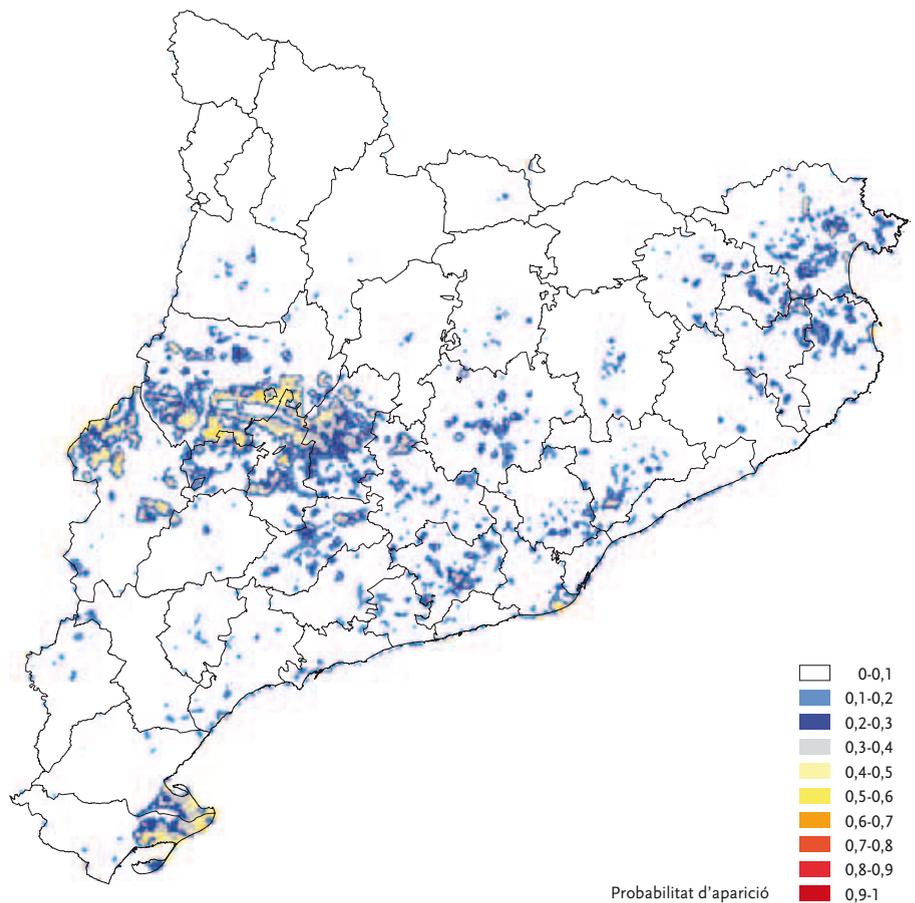
A Catalunya, durant el mostreig de l'Atles la guatlla s'ha detectat en un nombre de quadrats UTM 10x10 molt inferior respecte a l'Atles de nidificants. La diferència entre ambdós Atles és del 93%. El nombre de guatlles detectat durant l'hivern, tot i ser petit, és constant durant els tres anys. Aquestes observacions hivernals, 16 en total, són disperses i no semblen mostrar un patró de distribució concret. Tot i així, la majoria dels 13 quadrats on s'ha detectat l'espècie coincideixen amb quadrats on també hi és present durant la temporada de nidificació.

Cal destacar que l'alliberament amb finalitats cinegètiques de guatlles criades en captivitat és una pràctica freqüent a Catalunya durant tot l'any, especialment a les àrees de caça amb regulació especial. Les anàlisis genètiques d'una mostra d'aquestes guatlles provinents de diferents granges de Catalunya han confirmat que el 100% d'aquestes són híbrids entre guatlla i guatlla japonesa *Coturnix japonica* (Barilani *et al.* 2005, Huisman *et al.* 2008). Aquests híbrids, malgrat ser morfològicament molt semblants, presenten un comportament més sedentari respecte a la guatlla (Derégnaucourt *et al.* 2005), fet que permet contemplar la possibilitat que almenys una part de les cites hivernals de guatlla corresponguin en realitat a híbrids. Anàlisis

Mapa de distribució UTM 10x10 km

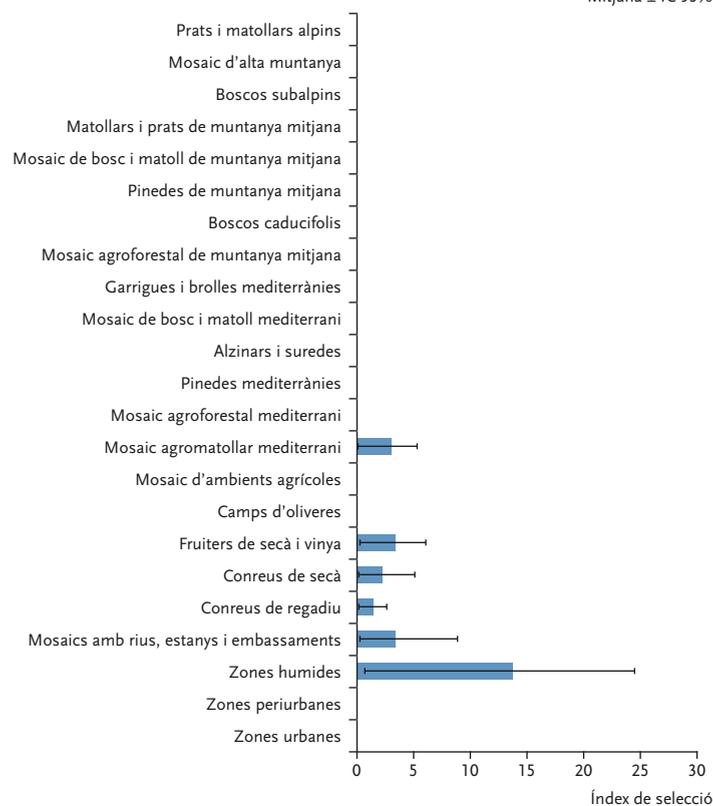


Mapa d'abundància



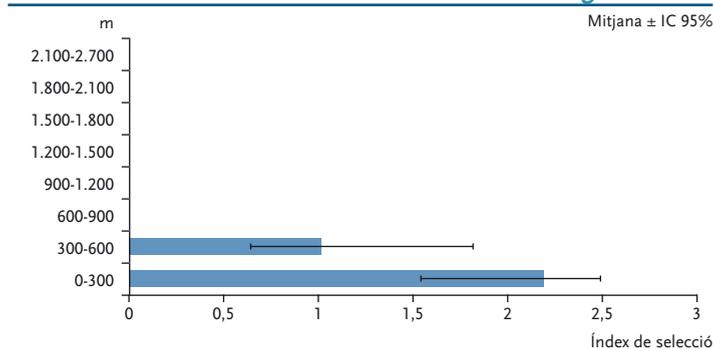
## Selecció hàbitat

Mitjana  $\pm$  IC 95%



## Rang altitudinal

Mitjana  $\pm$  IC 95%



genètiques recents fetes amb 7 guatlls caçades a l'hivern a Lleida fora d'àrees de caça amb regulació especial mostren que 2 (29%) són híbrids i 5 (71%) pertanyen a l'espècie autòctona, suggerint que gran part de les guatlls observades a l'hivern podrien ser comunes. Tenint en compte la petita mida de mostra, aquestes dades no reflecteixen diferències significatives entre la proporció de guatlla japonesa o híbrids que es troba a l'hivern i la que es troba a l'època reproductora a Catalunya (5% anual els darrers 20 anys, Puigcerver *et al.* 2007) ni tampoc amb la que es troba a l'hivern en el conjunt de l'estat Espanyol (Huisman *et al.* 2008). Cal afegir que la majoria de les observacions de guatlla durant el mostreig de l'Atles no coincideix amb quadrats que inclouen àrees cinegètiques amb reglamentació especial.

Comparant els resultats presentats en aquest Atles amb la informació que es té de la distribució de l'espècie al nord d'Àfrica i Europa a l'hivern, és molt probable que almenys una fracció molt significativa de les guatlls detectades siguin autòctones. Per tant, aquesta seria la primera vegada que es descriu la presència i distribució de guatlls hivernants a Catalunya.

### Requeriments ecològics

A diferència del que succeeix durant l'època reproductora, a l'hivern l'espècie sembla mostrar preferència per les zones humides, com s'ha detectat també al Marroc (Thévenot *et al.* 2003). Tot i així, també apareix en d'altres hàbitats oberts i agrícoles. Molt probablement, però, a diferència de la temporada de nidificació, quan l'espècie es troba majoritàriament en camps de cereal (la sega es produeix a l'estiu), durant l'hivern deu habitar principalment en els marges dels camps, guarets o zones irrigades que presentin una mínima cobertura vegetal adequada.

També cal destacar un canvi en la distribució altitudinal. Totes les observacions s'han fet per sota dels 600 m d'altitud, mentre que durant la temporada de nidificació l'espècie sembla preferir altituds entre els 600 i 800 m i pot arribar a trobar-se per sobre els 2.000 m. L'absència d'observacions a zones elevades probablement és a causa de les condicions meteorològiques adverses que aquestes zones presenten durant l'hivern i a la conseqüent escassetat d'aliment per a la guatlla.

### Estimació poblacional

La baixa detectabilitat, lligada a la falta de coneixements sobre el comportament de l'espècie durant l'hivern, fa molt difícil poder fer una estimació poblacional acurada. A més, la descompensació que hi ha en la detectabilitat de l'espècie entre l'hivern i la temporada de nidificació dificulta també la comparació de densitats i de la distribució entre els dos períodes. A tot això cal afegir la incògnita de la identitat genètica específica dels individus detectats, fent que sigui molt arriscat fer una estima mínimament fiable de la seva població hivernal.

### Tendència, problemàtica i amenaces

El fet que s'hagin observat guatlls els tres anys que ha durat el mostreig d'aquest Atles, lligat a la baixa detectabilitat de l'espècie durant l'hivern, està indicant la presència regular d'un cert nombre, probablement reduït, de guatlls durant aquesta estació a Catalunya. Aquests resultats concordarien amb els obtinguts en una àrea privada de caça de 400 hectàrees a Torres de Alcanadre (Osca), a 50 km del límit amb Catalunya, on des de 1992 fins 2009 s'han detectat un nombre baix però constant de guatlls durant l'hivern.

### English summary

The Quail is a cryptic species that is very hard to detect during winter, when its presence in North Africa and Europe seems to be sporadic in both time and space. In Catalonia, 16 observations of Quails were made during the fieldwork for this atlas in a total of 13 scattered 10x10 km UTM squares below an altitude of 600 m, above all in wetlands and agricultural areas. Unfortunately, restocking with *Coturnix coturnix* x *Coturnix japonica* hybrids for hunting purposes is a common practice in Catalonia and complicates the interpretation of these

results. However, preliminary data and literature suggests that only a small portion of Quails detected during winter are farm-reared, which would indicate for the first time that wild Quails winter in Catalonia.

Francesc SARDÀ-PALOMERA, Manel PUIGCERVER,  
Inés SÁNCHEZ-DONOSO, Josep Anton FERRERES  
i José Domingo RODRÍGUEZ-TEIJEIRO