



FEDERACIÓN DE CAZA DE EUSKADI
EUSKADIKO EHIZA FEDERAKUNTZA

**CAZA SOSTENIBLE EN ESPECIES MIGRADORAS,
2005-2010**

CODORNIZ COMÚN (*Coturnix coturnix*)

INFORME FINAL DE SÍNTESIS

DICIEMBRE 2009



UNIVERSITAT DE BARCELONA





UNIVERSITAT DE BARCELONA



CAZA SOSTENIBLE EN ESPECIES MIGRADORAS, 2005-2010: CODORNIZ COMÚN (*Coturnix coturnix*)

Informe final de síntesis

AUTORES:

Dr. José Domingo Rodríguez-Teijeiro
Dr. Manel Puigcerver Oliván
Sr. Francesc Sardà Palomera

CONFIDENCIALIDAD DE LA INFORMACIÓN

La información contenida en este informe es confidencial. La propiedad de cierta información no pertenece al promotor. En consecuencia, el promotor no autoriza su publicación o difusión. Al objeto de paliar esta limitación, el promotor entregará a quien lo solicite una versión "publicable" en medios como internet.



Ehiza Iraunkorra - Caza Sostenible

Promotor del estudio y Director del Proyecto Caza Sostenible

José María Usarraga Unsain
Federación de Caza de Euskadi

Coordinación internacional del Proyecto

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

Responsables científicos del Proyecto

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

Responsable del Proyecto Codorniz en Marruecos

Mohammed Maghnouj y Saâd Hanane
Centre de Recherche Forestière (CRF). Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification (HCEFLCD)

Representante del Comité de Seguimiento del Proyecto en Portugal

Armenio Lança
Confederação Nacional Dos Caçadores Portugueses (CNCP)

Representante del Comité de Seguimiento del Proyecto en Francia

Jean-Marie Boutin (ONCFS) y Jean-Claude Ricci (IMPCF)

Representante del Comité de Seguimiento del Proyecto en España

José Domingo Rodríguez Teijeiro y Manel Puigcerver Oliván (UB)

Responsable del trabajo de campo en Portugal

P. Colaço (CNCP), I. Alves (FACIRC), R. Rodrigues (CFN)

Responsable del trabajo de campo en Francia

D. Roux y V. Memim (ONCFS); C. Rieutort, Y. Bay y B. Bergogne (FDC La Lozère); B. Blanchy, B. Bourgeon (FDC L'Aveyron)

Responsable del trabajo de campo en España

J.D. Rodríguez Teijeiro, M. Puigcerver y F. Sardà (UB);
A. Plata, F. de la Calzada, I. Roa y N. Rodríguez (GIA)



ÍNDICE

1. Introducción.	3
2. Tendencias poblacionales de la metapoblación atlántica de codorniz común (<i>Coturnix coturnix</i>). Resultados definitivos (2005-2010).	6
3. Modelización de la distribución de la metapoblación occidental de codorniz.	22
4. Morfometría y estructura de poblaciones.	34



1. INTRODUCCIÓN

En el presente informe se presenta una información transversal de síntesis sobre los datos recolectados en los cinco años de estudio (2005 a 2009) y que quedan recogidos en las correspondientes memorias anuales de seguimiento libradas en su momento a la Federación de Caza de Euskadi (años 2007, 2008 y 2009).

Esta visión de síntesis permite dar respuesta a preguntas acerca del estado de la metapoblación atlántica de la codorniz común (*Coturnix coturnix*), de sus tendencias poblacionales en estos últimos años, así como proponer medidas de gestión de la especie que, por una parte, se ajusten a las peculiares características de cada país o zona geográfica, y que, por otra parte, permitan fomentar una gestión global (supranacional) de una especie tremendamente móvil. Finalmente, y dada la importancia que tiene un hábitat favorable para el mantenimiento y la reproducción de las especies, se han propuesto medidas agroambientales con la finalidad de intentar reconciliar al máximo los intereses agrícolas y otras prácticas antrópicas de explotación del medio con el interés de mantener las poblaciones de la codorniz y favorecer su expansión. Este análisis trabaja también con datos recogidos durante los dos años previos.

El presente informe incluye tres apartados de contenidos y análisis transversales (apartados 2, 3 y 4) y de síntesis que, convenientemente interrelacionados, permiten la formulación de propuestas de medidas de gestión de la especie (apartado 5).

En el apartado 2, se aborda el análisis de las tendencias poblacionales de la Codorniz común en los últimos cinco años, desde una perspectiva global a partir del seguimiento de los efectivos de la metapoblación atlántica en 10 localidades de los cuatro países (Marruecos, Portugal, 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.



Ehiza Iraunkorra - Caza Sostenible

Por otra parte, en este apartado se analizan las diferentes tipologías de zonas incluidas en el área de distribución de la especie (zonas de paso, de cría y de cría y acogida de jóvenes nacidos en el año calendario). A partir del análisis de la presencia de individuos jóvenes, nacidos en el año calendario, en zonas donde no es posible que hayan nacido (jóvenes precoces), se pone de manifiesto la importancia que juega el mayor o menor éxito reproductor en las zonas del Magreb y sur de la Península Ibérica sobre las zonas más norteñas de la Europa occidental. Finalmente, se incide en la importancia que medidas de tipo agronómico pueden tener en la transformación de una zona inicialmente de paso en una zona de cría, con el consiguiente incremento de la productividad de la especie.

En el apartado 3 abordamos el efecto que tienen sobre la distribución de la especie los cambios en el hábitat debidos a la maduración y la siega del cereal. La dependencia que tienen los cultivos herbáceos del régimen hídrico provoca que éstos puedan sufrir fuertes variaciones de densidad, sobretodo en el área Mediterránea. Por otro lado, estos cultivos desaparecen cuando se produce la siega. Por lo tanto la distribución de las codornices en el área de estudio se ve fuertemente afectada por las variaciones que sufran los cultivos, intra e interanualmente.

Para lograr este objetivo se ha creado un modelo de distribución espacial utilizando como variable dependiente los datos de presencia y ausencia de la especie a lo largo de cada temporada en las diferentes áreas de estudio. Estos datos se han relacionado con el índice de vegetación NDVI (Normalizad Difference Vegetation Index) cada 16 días tomados desde 2006 hasta 2008 y con datos de medias de temperaturas mensuales de los últimos cuarenta años.

El modelo resultante explica gran parte de la variabilidad asociada a la presencia de la especie en un lugar determinado, y como responde ésta frente a la dinámica del paisaje agrícola y a la temperatura. Esta información es clave para predecir como



Ehiza Iraunkorra - Caza Sostenible

pueden afectar los cambios agrícolas a pequeña y gran escala, y por lo tanto, para la gestión de la especie.

En el apartado 4 se aborda la caracterización morfométrica de las poblaciones muestreadas, teniendo en cuenta variables geográficas (latitud y longitud). Se estudia, asimismo, la composición de edades de las diferentes poblaciones, así como la dinámica temporal 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 y más oscuros 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.



2. TENDENCIAS POBLACIONALES DE LA METAPOBLACIÓN ATLÁNTICA DE CODORNIZ COMÚN (*Coturnix coturnix*).

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).

Actualmente, se considera que la especie presenta 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), se indica que las poblaciones del norte y centro de Europa han 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.

Centrándonos en la metapoblación atlántica, 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, 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 (± 2.6 %)



Ehiza Iraunkorra - Caza Sostenible

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. En España, el programa SACRE (Seguimiento de Aves Comunes Reproductoras en España), llevado a cabo por la Sociedad Española de Ornitología, muestra que, en el período 1998-2006, se ha producido una disminución de la población, con una evolución anual del -6.44 % (SEO 2006). Además, 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.

Probablemente, estas contradicciones en los datos de los que se dispone, se deben al hecho de que la Codorniz común es una especie extremadamente móvil, con movimientos no únicamente migratorios, sino también nomádicos a la búsqueda de hábitats adecuados aunque efímeros, 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. 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. 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 la población sufra expansiones o contracciones según el incremento o decremento de sus efectivos; es decir, una caída de la población global podría provocar una reducción del área de distribución, pero los efectivos en el lugar donde está la población se podrían mantener constantes.



Ehiza Iraunkorra - Caza Sostenible

En consecuencia, es muy difícil determinar el status poblacional en estas condiciones. 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 “Monitorización de la metapoblación occidental de Codorniz común (*Coturnix coturnix*)” en Francia, España, Portugal y Marruecos” durante 2005 y 2006 (subvencionado por la RFEC) y su continuación: “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 en Francia, España, Portugal y Marruecos, considerados clave de la metapoblación atlántica (Guyomarc’h 2003), durante el período 2005-2009 mediante una nueva metodología de censo, así como verificar el estado de conservación de la especie.

MÉTODOS

El programa de seguimiento se ha llevado a cabo durante el año 2005 a 2008 en los perímetros irrigados de Fki-Ben-Salah (Marruecos), así como en Figuerola del Camp y Alp (nordeste de España) durante el período 2005-2009; del 2006 al 2009, estas tres áreas de cría se completaron con Maranhao (sur de Portugal), Sanlúcar la Mayor-Aznalcóllar (Sur de España), Montbel (La Lozère, Francia), La Cavalerie (L’Aveyron, Francia) y Sault (La Vaucluse, Francia). Asimismo, tenemos datos de dos años (2006 y 2007) en Valdesogo (León, noroeste de España), y de tres años (2007 a 2009) en Cabañeros, León, noroeste de España) y Mirandela (norte de Portugal). Se ha hecho el seguimiento en un total de 12 áreas de cría de los cuatro países anteriormente citados.

En este proyecto se ha aplicado y desarrollado, por primera vez, una metodología de censo inédita, desarrollada pocos años antes por el equipo que dirige este estudio y construida teniendo en cuenta el comportamiento espacial de los machos y el sistema



Ehiza Iraunkorra - Caza Sostenible

de apareamiento de la especie. Este programa de seguimiento se ha basado en la recolección de tres fuentes de datos diferentes:

- a) El 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.
- b) Captura y anillamiento del máximo número posible de machos censados, previamente detectados mediante la metodología expuesta anteriormente. El sistema de captura consiste en extender una red de 10x12 m horizontalmente sobre la parcela de cereales donde previamente se han detectado auditivamente machos de codorniz; acto seguido, se les llama con el canto de hembra mediante un reproductor digital. Este sonido atrae a los machos de tal manera que, cuando llegan a estar debajo de la red, al forzarlos a volar quedan atrapados en la misma. Una vez que los individuos fueron



Ehiza Iraunkorra - Caza Sostenible

capturados, se anillaron y se tomaron medidas morfométricas (peso, longitud de tarso y de ala, diámetro de la cloaca y anchura de la banda lipídica en la parte lateral y anterior de la musculatura pectoral), el patrón de muda (que permite determinar la edad del individuo, siguiendo la codificación EURING) y otras variables cualitativas, como el patrón de coloración de la garganta. Este método de captura tiene una eficiencia de casi el 50 % del total de individuos censados una vez que el investigador ha adquirido una cierta experiencia (Gallego et al. 1993).

c) Seguimiento de adultos y nidadas durante la siega de los cereales. Dado que el ciclo biológico de la especie se da mayoritariamente en el interior de densos cultivos de cereales, la única forma de tener una estima precisa del número de nidadas que alberga una parcela es efectuar un seguimiento durante la completa destrucción del hábitat que provocan las máquinas segadoras. Un observador toma nota de los individuos levantados por la cosechadora (fundamentalmente polladas), y dos observadores permanecen en la parcela con la finalidad de tomar nota de los individuos forzados a volar por la cosechadora pero que vuelven a entrar en la parte no segada de la parcela, para evitar una sobrerrepresentación de dichos individuos.

Las dos primeras fuentes de datos fueron adoptadas por todos los equipos de las diferentes áreas de estudio, mientras que el seguimiento de adultos y pollos durante la siega solamente se ha llevado a cabo en las áreas de cría españolas y francesas.

Estos datos han permitido calcular un promedio anual del índice semanal de abundancia de los machos durante la época de cría en cada área de estudio; además, las captura de individuos han permitido verificar que el constante flujo de entrada y salida de machos en cada área durante la época reproductora, previamente conocido para las localidades catalanas de muestreo, es un patrón general de comportamiento que se produce en todas las áreas de estudio del presente programa. Finalmente, el



seguimiento de nidadas durante la siega de los cereales ha permitido verificar el éxito de cría de las diferentes áreas de estudio.

Teniendo en cuenta los períodos de tiempo necesarios para completar la puesta (10 días a razón de un huevo diario, a partir de un tamaño medio de la puesta de 10.6 huevos, ver Gallego et al. 1993), la incubación (18 días, ver Cramp & Simmons 1980) y el crecimiento de los pollos (45-50 días, ver Puigcerver 1990), los individuos nacidos en el año calendario alcanzan el tamaño adulto alrededor de los 75 días. Según este criterio, los jóvenes nacidos en el año calendario (Euring 3) que aparecen en las zonas de estudio antes de los 75 días contados a partir del momento en el que se detectan las primeras llegadas de individuos en la zona (jóvenes precoces), no pueden haber nacido en la misma. La estima de estos jóvenes precoces está infravalorada, ya que se parte del supuesto de que la aparición de los machos en la zona es sincrónica con la de las hembras y que éstas tienen que poner el primer huevo en el momento en el que aparece la especie en la zona. Pasado este período de 75 días, los jóvenes que se capturan en la zona pueden tener dos orígenes: o bien son el resultado de la cría en la zona, o bien son foráneos a la misma.

Localidad	2005	2006	2007	2008	2009	TOTAL
Fki-Ben-Salah (Marruecos)	36.8	29.2	33.8	39.5		34.8
Figuerola del Camp (España)	0.45	4.45	4.4	6.6	7.7	4.7
Alp (España)	2.8	13.4	26.5	18.0	37.9	19.7
Sanlúcar la Mayor-Aznalcóllar (España)		21.3	10.6	15.2	8.5	13.9
Valdesogo (España)		2.06	12.8			7.4
Cabañeros (España)			17.6	23.8	7.4	16.3
Maranhao (Portugal)		14.4	11.5	14.9	10.6	12.9
Mirandela (Portugal)			7.8	10.6	7.0	8.5
Sault (Francia)		5.6	9.8	4.27	6.2	6.5
La Cavalerie (Francia)		4.2	5.2	10	11.1	7.6
Montbel (Francia)		15.4	12.9	10.7	14.5	13.4
TOTAL MARRUECOS Y EUROPA OCCIDENTAL						13.1
TOTAL EUROPA OCCIDENTAL						11.0

Tabla I: Promedio del número semanal de machos detectados/días de muestreo durante la época reproductora de las localidades muestreadas durante el período 2005-2009. Se incluye un promedio de este período, junto con un promedio general para Europa Occidental y para el conjunto Europa-Marruecos.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se recoge en la Tabla I y en la Figura 1, los resultados obtenidos muestran claramente que el índice de abundancia de machos cantores permanece bastante constante durante el período 2005-2009. Se ha observado que únicamente en dos de las 10 localidades muestreadas (Figuerola del Camp y Alp) existe una tendencia estadísticamente significativa que, paradójicamente, es al alza (índice de abundancia de Figuerola = $1.665 \times \text{año} - 3336.94$; $R^2 = 0.8987$; $F(1,3) = 26.82$, $p = 0.014$; índice de abundancia de Alp = $7.52 \times \text{año} - 15073.1$; $R^2 = 0.8028$; $F(1,3) = 12.23$, $p = 0.04$). En las 8 localidades restantes se pueden observar algunas marcadas fluctuaciones interanuales, pero no se han encontrado tendencias significativas ni al alza ni a la disminución.

Calculando una media general con los datos de las localidades muestreadas durante tres o más años (y que representaría la metapoblación atlántica en su conjunto), de nuevo no se observa ninguna tendencia significativa, ni al alza ni a la baja; por tanto, los resultados obtenidos sugieren que, en los últimos 5 años, la metapoblación atlántica permanece constante, como se sugiere en Burfield (2004) y en contraste con los resultados presentados por Ferrand (1986), SEO (2006), Muntaner et al. (1983), Estrada & Pedrocchi (2005) y Carrascal & Palomino (2008).

El rango del índice de abundancia de las distintas localidades de estudio fluctúa entre 4.72 individuos censados anualmente/día de muestreo (Figuerola del Camp, Spain) y 34.8 individuos censados anualmente/día de muestreo (Fki-Ben-Salah, Marruecos). Esta última localidad muestra un índice de abundancia extremadamente alto, más de tres veces superior al de las localidades de estudio europeas en su conjunto (media = 10.6, desviación típica = 3.78), indicando así que los perímetros irrigados de Marruecos constituyen un hábitat excelente para la especie.

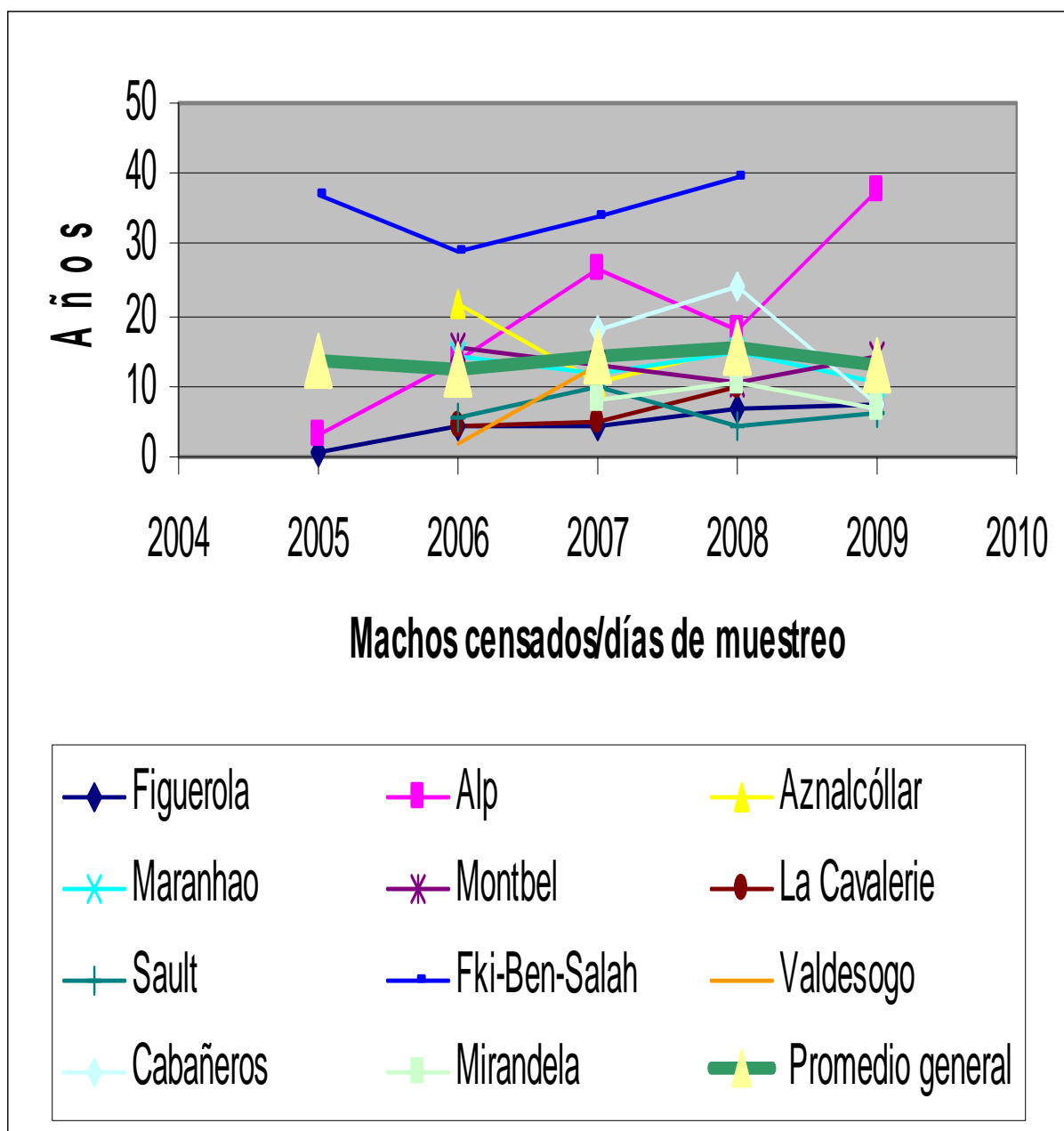


Figura 1. Evolución del índice de abundancia de individuos durante el período 2005 - 2009 en las localidades estudiadas. Se incluye un promedio general de todas las localidades estudiadas (línea verde).

La captura y anillamiento de los individuos permitió observar que algunos ejemplares jóvenes, nacidos en el año calendario (código EURING de edad 3) fueron capturados en algunas localidades de Europa muy tempranamente en la época reproductora (menos de 75 días desde las fechas en las que se producen las primeras llegadas),



Ehiza Iraunkorra - Caza Sostenible

siendo por tanto imposible que pudieran haber nacido en la localidad donde fueron capturados. Estos jóvenes, de ahora en adelante serán denominados “jóvenes precoces”, y su detección, juntamente con la de nidadas durante el seguimiento de la siega (Tabla II), permite clasificar las localidades muestreadas en tres categorías:

- a) Localidades de paso. En estas áreas se detectan machos, algunos de los cuales son jóvenes precoces; sin embargo, la reproducción habitualmente no se produce en estas localidades. Este es el caso de Figuerola del Camp (Tarragona).
- b) Localidades de cría: en estas áreas se detectan machos de codorniz, se produce la reproducción pero la detección de jóvenes precoces es muy escasa o nula. Este es el caso de Fki-Ben-Salah (Marruecos), Sanlúcar la Mayor-Aznalcóllar (Sevilla), Cabañeros (León), Mirandela (norte de Portugal) y Maranhao (sur de Portugal).
- c) Localidades de cría y de acogida: en estas áreas, se detectan machos de codorniz, se produce la reproducción y se detectan también jóvenes precoces, nacidos en latitudes más septentrionales. Este es el caso de Alp (Gerona), La Cavalerie (L'Aveyron, Francia), Sault (La Vaucluse, Francia) y Montbel (La Lozère, Francia).

La única zona clasificada como localidad de paso (Figuerola del Camp) presenta unas características geográficas y de hábitat muy particulares y que no se dan en el resto de las poblaciones estudiadas. Se trata de una zona de baja altitud (384 m sobre el nivel del mar) sumamente seca, en la que se cultiva exclusivamente cebada. La producción es muy baja, no alcanzando los 2000 Kg por Ha. Esta zona sería similar a toda la zona de secano de Marruecos, que ocupa gran parte del país.

Las zonas clasificadas como de cría corresponden a una gran variedad de lugares ya que, dentro de los representados, hay zonas de regadío (Maranhao) y zonas de secano (resto de localidades); predominan los lugares en el que el cultivo es fundamentalmente



Ehiza Iraunkorra - Caza Sostenible

de dos tipos de cereal, aunque también hay zonas forrajeras de poca extensión. La producción sería intermedia entre las primeras y las terceras.

Las zonas de cría y acogida representan a las zonas de elevada altitud, con cultivos de diversos tipos de cereales (centeno, cebada, trigo, avena, triticale) y forrajeros (alfalfa, bezas,...), con una pluviosidad elevada y una producción también elevada (por encima de los 5000 Kg de grano por Ha.).

Consideramos que el diagnóstico de a qué categorías pertenece un área determinada tiene importantes consecuencias en términos de manejo y conservación; así, las localidades de cría y acogida deberían merecer una especial atención desde el punto de vista de conservación, ya que pueden acumular no solamente el resultado de la reproducción en dicha área, sino también los jóvenes precoces nacidos en latitudes más sureñas.

Localidad	Nidadas					Jóvenes precoces					Categoría
	2005	2006	2007	2008	2009	2005	2006	2007	2008	2009	
Figuerola Camp	0	2	0	11	8	0	0	1 (100)	2 (13.3)	2 (66.7)	P
Alp	26	19	9	13	38	8 (80)	6 (85.7)	5 (100)	3 (17.6)	57 (64)	C+A
Fki-Ben-Salah	*	*	*	*	-----	0	0	2 (7.1)	0	-----	C
Sanlúcar la Mayor-Azncóllar	----	1	15	6	3	----	0	0	2 (33.3)	3 (42.9)	C
Cabañeros	----	----	13	13	1	----	----	1 (12.5)	0	4 (80)	C
Maranhao	----	*	*	*	*	----	0	0	0	5 (100)	C
Mirandela	----	----	*	*	*	----	----	3 (100)	1 (100)	1 (100)	C+A
La Cavalerie	----	*	*	*	2	----	0	3 (75)	11 (91.7)	22 (84.6)	C+A?
Sault	----	21	7	*	16	----	2 (100)	2 (100)	1 (100)	2 (100)	C+A
Montbel	----	3	4	3	5	----	7 (100)	3 (100)	3 (60)	38 (100)	C+A

Tabla II: Nidadas y jóvenes precoces detectados en las diferentes localidades muestreadas. Entre paréntesis: porcentaje de jóvenes precoces respecto al total de jóvenes capturados. ----: no hay datos; *: evidencia de reproducción sin conocer el número de nidadas pero detectando jóvenes del año que podrían haber nacido en la



Ehiza Iraunkorra - Caza Sostenible

localidad de estudio; P: localidad de paso; C+A: localidad de cría y de acogida; C: localidad de cría. C+A?: localidad probablemente de cría y recepción.

Por otra parte, las localidades de paso en las que la reproducción no ocurre habitualmente, podrían ser fácilmente transformadas en localidades de cría, incrementando la productividad de la especie, simplemente mediante la aplicación de algunas medidas agronómicas y ambientales tendentes a extender en el tiempo el ciclo biológico de los cereales (utilización de semillas de ciclo lo más largo posible, retrasar al máximo el momento en el que se realiza la siega de los cereales, la recogida de paja y evitar la roturación del terreno hasta pasada la época de migración otoñal). En el mismo sentido cabría interpretar otras medidas agronómicas como el respetar los márgenes de las parcelas, dejar bandas de cereal sin segar y sin utilizar herbicidas, o cortar los cereales a una altura mínima que no sea inferior a 30 cm.

Un ejemplo claro, si bien no buscado (serendipia), lo constituyó Figuerola del Camp (Tarragona) en el año 2008; en dicho año, la lluvia se produjo demasiado tarde para el cultivo de los cereales de invierno con lo que su crecimiento fue mínimo. Sin embargo, las condiciones fueron ideales para que las plantas ruderales del interior de los campos se desarrollaran proveyendo de una cobertura vegetal alternativa e idónea para la reproducción de las codornices. A su vez la presencia de esta cobertura vegetal verde retrasó la siega alrededor de 80 días con respecto a un año normal. Total, se consiguió que el hábitat se expandiera en el tiempo alrededor de tres veces su extensión normal. Los resultados para la codorniz fueron espectaculares: se detectaron 11 nidadas, cuando habitualmente en esta localidad éstas pueden considerarse excepcionales (una en 2006 y cero en 2007). Además, el período de estancia de las codornices en la zona (habitualmente de 50 días) se alargó a más de 132 en ese año, sugiriendo fuertemente que el manejo del hábitat puede ser una excelente herramienta para incrementar las poblaciones de codornices.

Observando los datos recogidos en la Tabla III puede apreciarse que, especialmente en el año 2009, la contribución del total de individuos jóvenes precoces al total de individuos capturados es más elevado que en los años precedentes. Si bien ello es



cierto en términos generales, se da con especial intensidad en las áreas clasificadas como de cría y acogida, donde los jóvenes precoces representan del 31.15 al 71.7 % del total de individuos capturados. Por otra parte, estos individuos jóvenes solo pueden provenir de una reproducción temprana en las localidades más sureñas del área de distribución de la especie. Sin embargo, La zona estudiada mas al sur en este año (Aznalcóllar) no apoya esta sugerencia aunque tampoco la descarta ya que debido a la fuerte movilidad de esta especie podría ser que zonas relativamente cercanas tuvieran una mejor meteorología y fueran elegidas por la especie para la reproducción.

Localidad	Jóvenes precoces/nº total de capturas				
	2005	2006	2007	2008	2009
Figuerola Camp	0	0	5.26	4.16	7.41
Alp	11.76	15	6.32	4.48	31.15
Fki-Ben-Salah	0	0	1.20	0	-----
Sanlúcar la Mayor-Aznalcóllar	----	0	0	2.99	10
Cabañeros	----	----	2	0	28.58
Maranhao	----	0	0	0	23.81
Mirandela	----	----	25	4	5.88
La Cavalerie	----	*	8.57	7.14	36.07
Sault	----	14.28	15.38	33.33	40
Montbel	----	33.33	7.32	10.34	71.70

Tabla III: Proporción de jóvenes precoces con respecto al número total de individuos capturados (en %) en las distintas localidades de estudio.

Teniendo en consideración que la mayor parte del territorio marroquí comparte las características propias de las zonas de paso (baja altitud sobre el nivel del mar, baja pluviometría, monocultivos cerealistas y baja productividad de los mismos), y teniendo en cuenta, asimismo, que en el año 2009 hubo en dicho país un régimen de precipitaciones anormalmente elevado y que pudo favorecer el cambio de zona de acogida en zona de reproducción en buena parte de su superficie, se podría explicar de esta forma el generalizado alto porcentaje de jóvenes precoces encontrados en Europa. Una reproducción excepcional en las extensas áreas de paso marroquíes daría pues, como resultado, la anormalmente elevada proporción de jóvenes precoces encontrada en las localidades europeas de estudio.



Ehiza Iraunkorra - Caza Sostenible

Otro aspecto a destacar es que la presencia de jóvenes precoces se produce en casi todas las poblaciones estudiadas y apoya una visión global de la dinámica de la población, es decir, lo que ha podido suceder en su área de distribución mas sureña tiene repercusiones en el otro extremo latitudinal de su área de distribución en la misma temporada de reproducción. Esto solo es posible si tenemos en cuenta la elevada movilidad de sus efectivos, la destrucción del hábitat a la mitad de su periodo de reproducción por la siega y a la elevada precocidad sexual que muestra la especie. Por consiguiente, las políticas de conservación además de ser nacionales deben extenderse mas allá de las naciones si que quiere tener éxito en su aplicabilidad.



CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que la metapoblación atlántica de Codorniz común permanece constante en los últimos 5 años, a pesar de la existencia de marcadas fluctuaciones interanuales y muestran que solo series continuas de datos de varias zonas diferentes dan posiblemente una visión más verídica de las tendencias poblacionales en esta especie con fuertes fluctuaciones anuales. Por lo tanto, con los datos analizados y el conocimiento actual que tenemos sobre la especie, la presión de caza a la que se halla sometida no compromete la sostenibilidad de la metapoblación.

El hábitat parece constituirse como un factor clave para la especie, como sugiere la extremadamente elevada abundancia (comparada con las abundancias de las localidades europeas) hallada en los perímetros irrigados de Marruecos. Asimismo, el extraordinario cambio de productividad de la especie observado en Figuerola del Camp en 2008 como consecuencia de la suma de dos factores (la cobertura vegetal se alargó a lo largo de la temporada de reproducción por la existencia de abundantes lluvias durante la misma y el retraso en la destrucción de hábitat causado por una siega tardía de los cereales), apunta en el mismo sentido.

Los hábitats parecen acogerse a tres categorías diferentes (localidad de paso, de cría o de cría y acogida), teniendo en cuenta la reproducción que se produce en ellos y la presencia de jóvenes nacidos en otras latitudes. El diagnóstico de la categoría a que pertenece una localidad en la que se detectan codornices, puede permitir el diseño de medidas de manejo y conservación más adecuadas a una escala local, debido a las diferentes condiciones meteorológicas y agronómicas que exhibe cada zona.

Finalmente, el cambio de las zonas de paso en Marruecos a zonas de cría podrían haber provocado la presencia de un elevado contingente de individuos jóvenes precoces en Europa, lo que se hace más visible en las zonas de cría y acogida. Este funcionamiento conjunto aboga a políticas de conservación supranacionales.



REFERENCIAS

- 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'Atles 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: Contribuição 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.



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.

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.

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.

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



MODELIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA METAPOBLACIÓN OCCIDENTAL DE CODORNIZ

INTRODUCCIÓN

Los cultivos de cereales de invierno en zonas de secano constituyen, por su extensión, una parte fundamental del hábitat que ocupa la codorniz. La calidad de este hábitat depende enormemente de las condiciones meteorológicas imperantes a finales del invierno y durante la primavera, de forma que la falta de precipitaciones o incluso un exceso de las mismas tendrán como consecuencia un mal crecimiento de los cereales, tanto en longitud como en espesor. Esta falta de hábitat adecuado repercutirá en el periodo de estancia de las poblaciones nidificantes (ver para la época de paso, Puigcerver et al. 1999) y en su densidad.

Otros factores que influyen sobre este hábitat son las actividades agrícolas, especialmente la siega. Ésta tiene un efecto catastrófico ya que altera completamente el paisaje, transformándolo en un lugar totalmente inhóspito para la continuidad del ciclo biológico de las codornices (Rodríguez-Teijeiro et al. 2009). El conocimiento popular atribuye a estos cambios de hábitat las grandes oscilaciones que muestran las poblaciones de codorniz tanto en su distribución espacial como en su densidad.

Estas oscilaciones se producen tanto intranualmente (dentro de una misma época de reproducción) como interanualmente, y quedan reflejadas tanto en áreas relativamente pequeñas (por ejemplo el área que ocupa un coto de caza) como en grandes extensiones (Puigcerver et al. 2004)). Algunos resultados previos apuntan a que la alta capacidad de movimiento, sea nómada o migrador, es la característica que le permite a la especie ajustarse a la disponibilidad de hábitat adecuado y a los cambios que éste sufre debido al tempero y a las actividades agrícolas (Rodríguez-Teijeiro et al. 2009). Por lo tanto, es importante en primer lugar encontrar evidencias empíricas sobre la posible asociación entre la presencia de la especie y su densidad con las variables del hábitat y en segundo lugar, construir un modelo que permita predecir la distribución de



la especie en función de la dinámica temporal del hábitat donde habita. Este conocimiento es clave para la gestión de la especie y a su vez todo un reto desde el punto de vista científico.

MÉTODOS

Para poder crear un modelo óptimo de distribución de la codorniz, es imprescindible relacionar la presencia/ausencia de la especie con los cambios temporales que sufre el hábitat. La presencia/ausencia de la especie se consiguió a partir de los datos de censo obtenidos en cada localidad de muestreo así como del momento en que la especie aparece y desaparece de la zona. En cuanto a las variables que reflejan los cambios ambientales o influyen en ellos, se han utilizado el Índice de la Diferencia Normalizada de la Vegetación o NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), la altitud, la pluviosidad y la temperatura media mensual de cada una de las localidades prospectadas.

El NDVI es un índice que cuantifica la densidad y el grado de clorofila que hay en la vegetación. La clorofila que hay en las hojas de las plantas absorbe la luz visible, mientras que la estructura celular de las hojas refleja la luz infrarroja. El NDVI es calculado a partir de sensores colocados en satélites que son sensibles a estas longitudes de onda y que detectan la proporción de luz visible e infrarrojo reflejada por la superficie de la tierra. Por lo tanto, cambios en la estructura o la densidad de vegetación, o en la cantidad de clorofila, se traducen en cambios en el NDVI.

Los datos de NDVI fueron obtenidos a partir del Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS). MODIS es un instrumento a bordo del satélite Terra (EOS AM), que pertenece a la National Aeronautics and Space Administration (NASA). Utilizamos la Version-5 MODIS/Terra Vegetation Indices con una resolución espacial de 1 kilómetro para los años 2006, 2007 y 2008 en los cuatro países de estudio. Estos datos son proporcionados en formato de retícula cada 16 días; por lo tanto pudimos



Ehiza Iraunkorra - Caza Sostenible

relacionar cada día de muestreo en las diferentes localidades con su respectivo valor NDVI con una diferencia máxima de 8 días.

Aparte de utilizar el NDVI como variable para cuantificar los cambios del hábitat, en el modelo también se introdujeron otras variables ambientales que podrían influir en la distribución de la especie. Estas variables fueron las precipitaciones y temperaturas medias mensuales, así como la altitud de la localidad; todos estos datos se obtuvieron de la base de datos WorldClim version 1.4 (ver Hijmans et al. 2005 para mas detalles), con una resolución espacial de 1 km.

Previamente a la creación del modelo, se llevaron a cabo análisis de correlación entre las variables incluidas, para evitar incluir en el modelo final variables correlacionadas entre ellas.

Para modelizar los factores que afectan la presencia/ausencia de la especie se utilizaron Modelos Lineales Generalizados Mixtos o GLMM (Generalized Linear Mixed Models), implementados en el paquete estadístico GLIMMIX (SAS Institute, Cary, NC). Se especificó un modelo con distribución de error binomial y función logit en el que la variable respuesta era la presencia-ausencia de codorniz. Cada localidad de muestreo fue incluida como factor aleatorio para controlar la variación entre localidades. Los años (2006, 2007, y 2008) y la estación (invierno, ya que alcanza los lugares de reproducción mas sureños en esta estación, primavera y verano) fueron incluidos como factores categóricos para poder controlar las posibles interacciones. El resto de variables (NDVI, temperatura, precipitación y altitud) fueron incluidas como factores de efectos fijos.

El modelo completo con todas las variables y posibles interacciones fue reducido de forma secuencial eliminando las variables no significativas ($p < 0.01$), por lo tanto, finalmente se consiguió un modelo mínimo adecuado (Sol et al. 2005).



RESULTADOS

Se obtuvieron datos de presencia/ausencia y densidad de la especie en la mayoría de las zonas de muestreo para la mayoría de años. En las localidades muestreadas también se obtuvo el patrón de NDVI de los cultivos (Figura 1). Las zonas de muestreo de secano que solo presentaban monocultivos de cereal presentaron unos valores NDVI más bajos que las zonas con más aporte de agua, las cuales suelen presentar los cultivos de cereal mezclados con otros tipos de cultivos herbáceos (prueba de la U de Mann-Whitney: $z = 14.47$, $p < 0.01$). Por otra parte, no se encontraron diferencias de NDVI entre los tres años de estudio (prueba de Kruskal-Wallis: $H(2, 664) = 1.17$, $p = 0.56$).

En las zonas de muestreo, la presencia de codornices varió desde valores de NDVI de 0,24 (mínimo en Mirandela en julio de 2007) hasta 0,83 (máximo en La Cavalerie en mayo de 2007). Cuando los valores de NDVI caen por debajo de 0.2, debido a la siega o porque la vegetación es muy escasa, el hábitat no es adecuado para la presencia de la especie, que reacciona abandonando la zona.



Ehiza Iraunkorra - Caza Sostenible

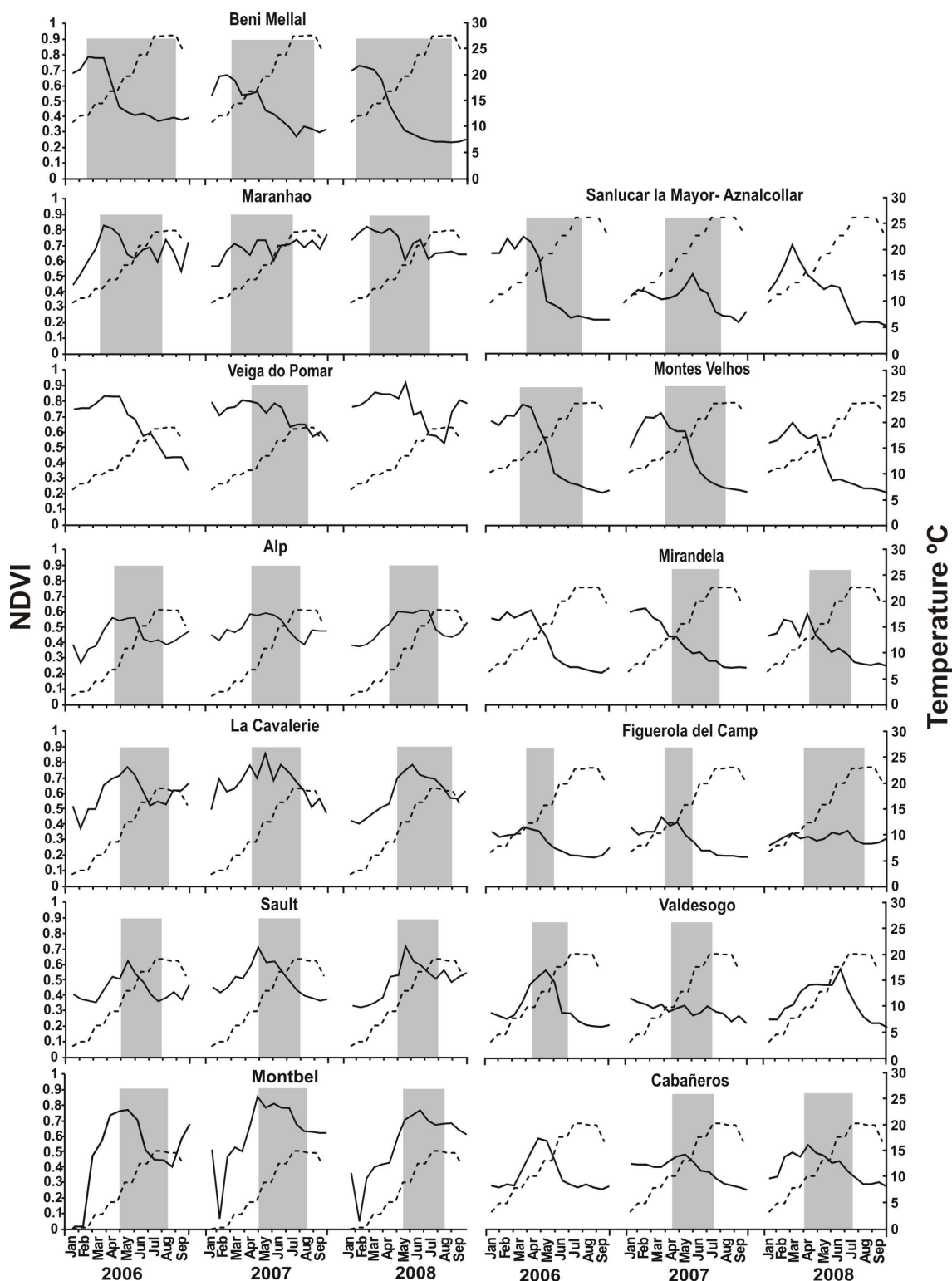


Figura 1. Período de presencia de las codornices (sombreado en gris), patrón de NDVI (línea continua) y patrón de temperatura (línea discontinua) en cada una de las áreas de muestreo. Los años que no presentan presencia de la especie no fueron muestreados.



Ehiza Iraunkorra - Caza Sostenible

Un ejemplo muy claro es lo que ocurrió en Figuerola del Camp (Tarragona) durante los años de estudio (Figura 1). Como se ha podido demostrar en el presente proyecto, Figuerola del Camp es una localidad con unas condiciones climáticas extremas (zona muy ventosa y seca), donde normalmente los cultivos de cebada muestran un aspecto muy pobre, como posteriormente confirman los rendimientos de cereal obtenidos durante la siega (menos de 2000 Kg de grano por Ha. Por esta razón, habitualmente la duración del periodo de estancia de la especie en la zona es muy corta y la mayoría de años la reproducción de la codorniz fracasa, como ocurrió en los años 2006 y 2007 (una y cero pollada detectadas, respectivamente). Sin embargo, las lluvias caídas en mayo de 2008 y que afectaron al ciclo normal de los cultivos (ver resultados anuales de Figuerola del Camp en 2008) prolongaron el hábitat adecuado para la especie alrededor de 70 días más, por lo que ésta se mantuvo en la zona durante todo este tiempo, reproduciéndose con éxito. Es decir, el periodo de estancia (132 días) se duplicó, como mínimo, con respecto a un año normal (50 días) y se obtuvo un éxito reproductor elevado (11 polladas), mientras que en un año normal es prácticamente nulo. El índice NDVI refleja esta situación, al mantener los valores en el año 2008 por encima de 0.2 (Figura 1). La temperatura parece ser la responsable de la presencia de la especie al inicio de la temporadas de reproducción en las zonas donde el índice NDVI ya es adecuado para acoger a los efectivos migradores (veáse por ejemplo Veiga do Pomar en la fig 1). Valores inferiores a 10° se asocian a ausencia de la especie aunque el índice NDVI presente valores por encima del 0.2 (ver figura 2).

El modelo lineal generalizado mixto obtenido explicó el 66.7% de la variabilidad de la variable dependiente presencia-ausencia, mostrando que el índice NDVI y la temperatura media son las dos variables que mejor explican el patrón de distribución de la especie (Tabla I a), siendo el NDVI la variable con mayor poder de explicación. Estas variables están positivamente correlacionadas con la presencia de la especie (Figura 2). El factor 'primavera' también fue seleccionado por el modelo, ya que es el período en que la especie está presente en todas las localidades de muestreo, mientras en varias zonas no lo está en invierno y verano.



a)

Efecto	Estima	Error típico	F (Tipo III)	Z	P
Fijo					
NDVI	15.1017	2.6661	32.08		<0.0001
Temperatura	0.04752	0.01030	21.30		<0.0001
Primavera	4.9450	0.8506	25.01		<0.0001
Aleatorio					
Localidad	2.2280	1.2304		1.81	0.0351

b)

Efecto	Estima	Error típico	F (Tipo III)	Z	P
Fijo					
NDVI	17.9735	2.2786	62.22		<0.0001
Temperatura	0.03323	0.00457	53.91		<0.0001
Aleatorio					
Localidad	4.5161	2.3961		13.45	0.0297

Tabla I: Resultados del modelo lineal generalizado mixto obtenido. a) Modelo completo incluyendo todas las variables b) Modelo que incluye solo las variables ambientales y que fue utilizado para crear los mapas de idoneidad de hábitat.

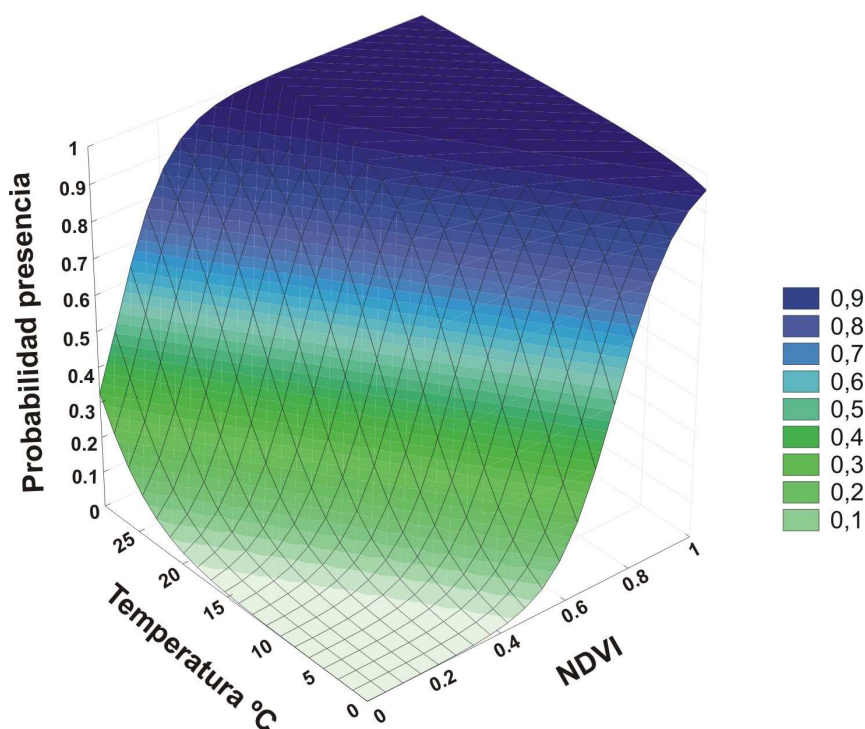


Figura 2: Relación de las variables NDVI y temperatura media mensual con la probabilidad de aparición de la especie.



Ehiza Iraunkorra - Caza Sostenible

Este modelo nos indica cual es la probabilidad de encontrar la especie en un momento dado y en una localidad en concreto. A partir de la proyección de la ecuación de un modelo reducido que excluía el factor trimestre (Tabla I b), se obtuvieron mapas predictivos de idoneidad del hábitat sobre las variables en toda el área de estudio; este modelo explicaba el 43% de la variabilidad de la variable dependiente presencia-ausencia. Los mapas muestran las variaciones espaciales y temporales de las metapoblación occidental de codorniz durante la época reproductora. (Figura 3).

Se puede apreciar que las condiciones ambientales adecuadas para que se dé la presencia de la especie se producen antes en la franja peninsular atlántica que en el resto de la península, lo que hasta este momento era totalmente desconocido. Posteriormente, la codorniz se establece en toda la península y sur de Francia. Muestra también como hecho destacable, la pérdida de hábitat adecuado y en consecuencia la desaparición de la especie en mayo de casi todo Marruecos, coincidiendo con la llegada de efectivos a Europa. La presencia que prevé el modelo en julio y que se mantiene en agosto, posiblemente se deba a los cambios de cultivo mas tardíos, como son el maíz o girasoles, aparición de plantas adventicias en campos segados, o zonas de regadío que mantienen cultivos tipo alfalfa, etc. que permiten un hábitat adecuado para acoger a la especie cuando se mueve hacia sus cuarteles de invierno en agosto. Tanto la depresión del Guadalquivir como la del Ebro se muestran como lugares de acogida constantes en el tiempo desde marzo el primero y desde mayo el segundo hasta el final de la estancia de la codorniz.

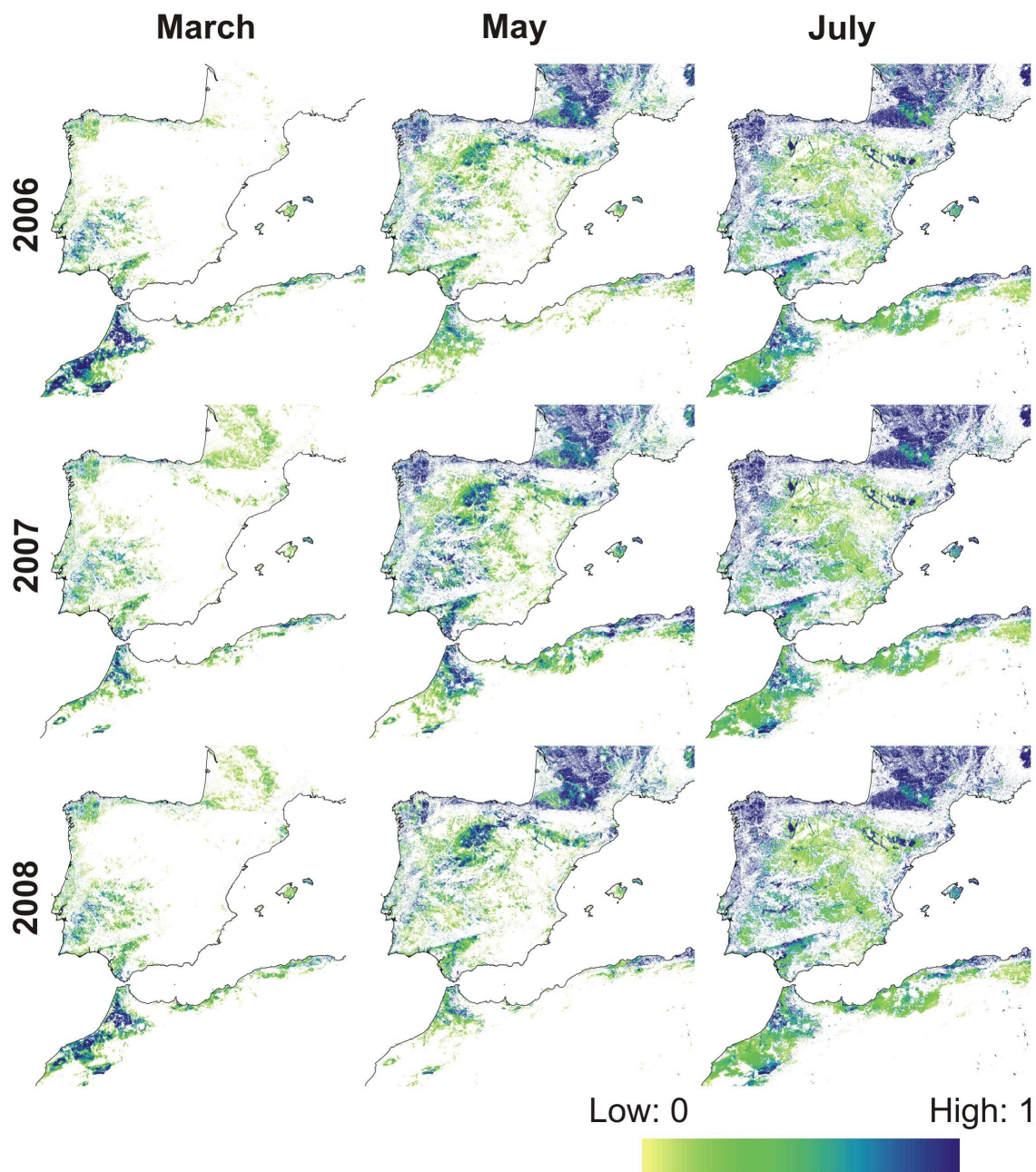


Figura 3: Algunos de los mapas predictivos de la presencia de la codorniz en el suroeste de su área de distribución generados a partir del modelo obtenido.

Aunque el modelo se obtuvo a partir de datos de presencia y ausencia, las probabilidades obtenidas se pueden también relacionar con el número de codornices obtenido a partir del censo (Figura 4). El resultado muestra que las zonas que muestran alta densidad de codornices son las que tienen una alta probabilidad de aparición de la especie, si bien existen zonas con alta probabilidad de aparición de la especie en las



que el número de individuos es muy bajo o nulo; ello indica claramente que el hábitat potencialmente muy favorable para la presencia de la especie no se satura; a ello pueden contribuir factores biológicos extrínsecos al ambiente, como por ejemplo la fenología de la migración.

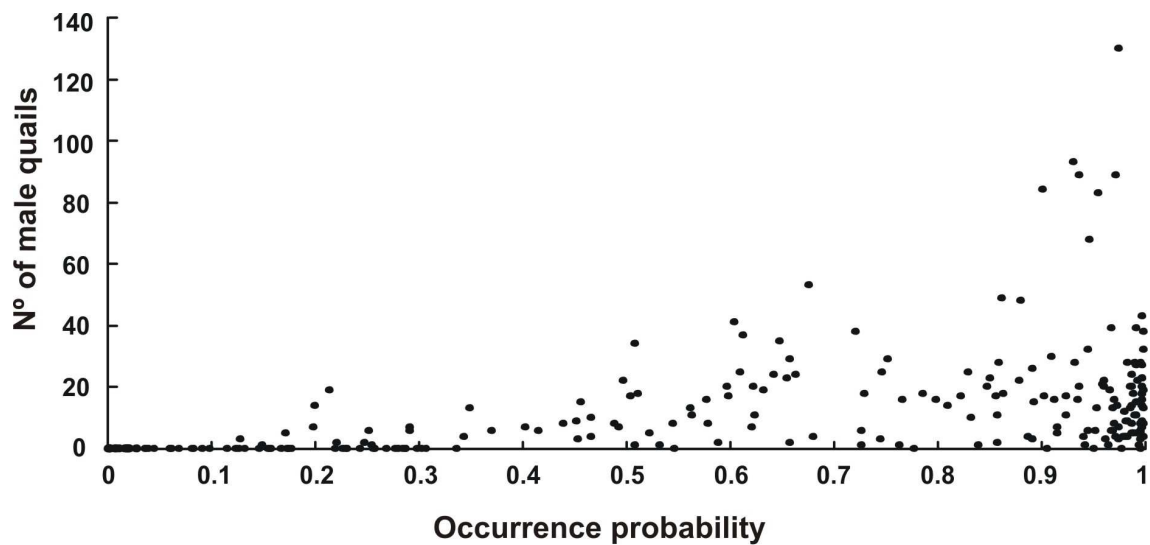


Figura 4. Relación entre las probabilidades de aparición predichas por el modelo (Eje X) y el número de machos detectados (Eje Y).



CONCLUSIONES

La presencia-ausencia de la codorniz se explica bien por las oscilaciones encontradas en el índice NDVI y la temperatura media de la zona. Las fluctuaciones que sufren las poblaciones dentro del año y entre años están asociadas a estos cambios del hábitat, reflejados en el índice NDVI (índice de variación en la densidad de la vegetación y de la clorofila). Por tanto, el uso del NDVI ha resultado ser una pieza clave para comprender la respuesta de la especie a los cambios que sufren los cultivos herbáceos, el principal hábitat de la codorniz, permitiendo predecir además qué zonas son más apropiadas para la reproducción de la codorniz a nivel de toda su área de distribución.

El NDVI también ha permitido demostrar que las zonas que presentan vegetación adecuada para la especie, y que tienen mayor aporte hídrico y por lo tanto mayor densidad vegetal, son susceptibles de poder albergar mayor densidad de codornices.

La evolución del NDVI a lo largo de la temporada de cría puede constituirse como un indicador de la duración de la reproducción. Como criterio general, en aquellas zonas (sean de cría o de cría y acogida) en las que el NDVI sea superior a 0.3 (y que los vegetales responsables de este índice constituyan un buen hábitat para la especie), la reproducción no habrá finalizado, lo que entraría en conflicto con la Directiva Aves; sin embargo, con los datos de los que se dispone actualmente, no podemos precisar el porcentaje de reproducción que se verá afectada por la caza, ni consecuentemente si se trata de un hecho anecdótico de escasa o nula importancia o de un hecho de mayor envergadura.

Finalmente, los resultados muestran que mantener un hábitat adecuado el mayor tiempo posible es clave para que la especie pueda completar el ciclo reproductor y por lo tanto para la viabilidad de las poblaciones de codorniz. En este sentido, todas las medidas agronómicas que puedan tomarse tendentes a conseguir este objetivo (utilización de semillas de ciclo largo, dilación máxima de las tareas de siega y de recogida de la paja, así como de la roturación de las parcelas, etc.) tendrán, a buen seguro, unos efectos positivos sobre las poblaciones de codorniz común, especialmente en las zonas de secano.



BIBLIOGRAFÍA

- Gordo, O. & Sanz, J.J.** 2004. Climate change and bird phenology: A long-term study in the Iberian peninsula. *Global Change Biology*, **12**, 1993-2004.
- 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. *International Journal of Climatology*, **25**, 1965-1978.
- Puigcerver, M., Rodríguez-Teijeiro, J.D. & Gallego, S.** 1999. The effects of rainfall on wild populations of Common Quail (*Coturnix coturnix*). *J. Ornithol.* **140**: 335-340.
- Puigcerver, M., Rodríguez-Teijeiro, J.D. & Gallego, S.** 2004. Codorniz Común (*Coturnix coturnix*). En: Madroño, A., González, C. y Atienza, J.C. (Eds.). *Libro rojo de las aves de España*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- 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.
- Saino, N., Rubolini, D., Jonzén, N., Ergon, T., Montemaggiore, A., Stenseth, N.C. & Spina, F.** 2007. Temperature and rainfall anomalies in africa predict timing of spring migration in trans-saharan migratory birds. *Climate Research*, **35**, 123-134.
- Sol, D., Duncan, R.P., Blackburn, T.M., Cassey, P. & Lefebvre, L.** 2005. Big brains, enhanced cognition, and response of birds to novel environments. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, **102**, 5460-5465.



4. MORFOMETRÍA Y ESTRUCTURA DE POBLACIONES

4.1. Peso

Desde una perspectiva global, y a través de los años, el peso de los machos adultos en 2005 es el menor de los cinco años de estudio (ANOVA, $F(4,1241) = 6.2$, $p < 0.01$). El resto de los años no presentan diferencias entre ellos (fig. 1A).

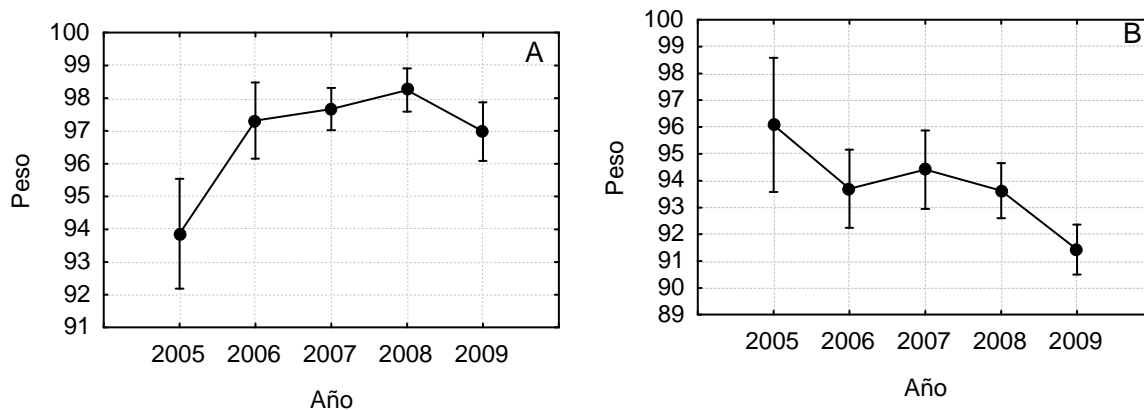


Figura 1.- Media de los pesos por años de machos adultos (A) y machos jóvenes (B). Las líneas verticales indican intervalos de confianza al 95%.

Existen variaciones interanuales en el peso de los machos de las poblaciones de Aznalcollar y de Alp (fig 2). El hecho de producirse en dos localidades solamente y algún año (2009 en Aznalcollar y 2005 en Alp), que además no coinciden, permite interpretarlas como variaciones puntuales que no deben ser consecuencia de un fenómeno más amplio que afecte a la población en su conjunto.

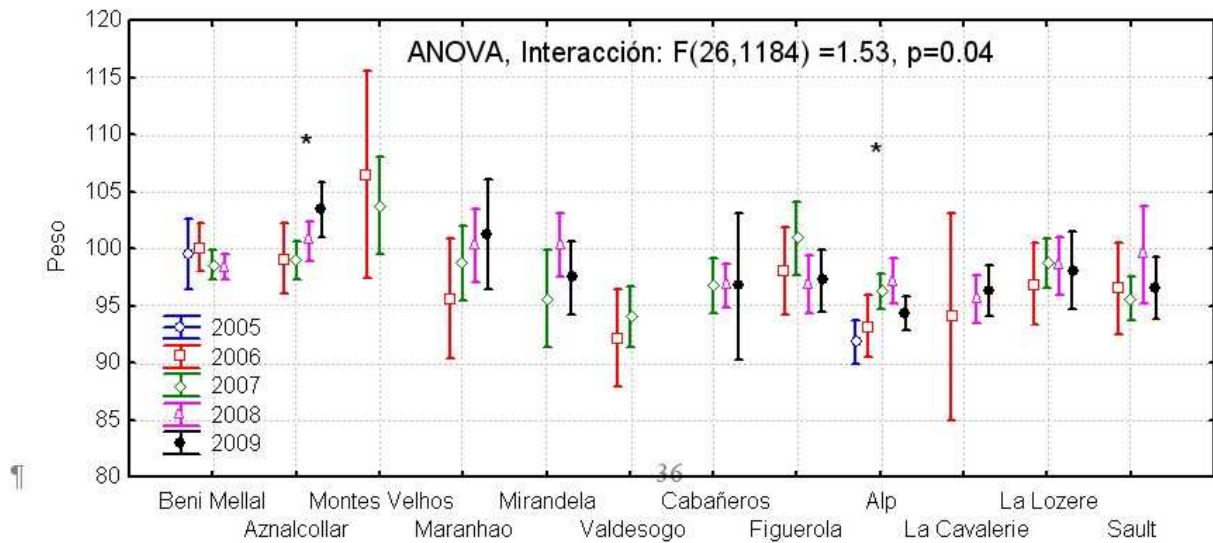


Figura 1. Medias (\pm intervalo de confianza al 95%) del peso de machos adultos (Euring 5) para todas las localidades y años prospectados. Los asteriscos indican las poblaciones donde se han encontrado diferencias significativas interanuales.

Dada la situación geográfica de las localidades y dada la ecología que se conoce hasta el momento de la codorniz, es factible lanzar dos hipótesis de comparación de poblaciones: una haría referencia a la latitud (hipótesis latitudinal) y estaría en relación con la presencia de migrantes de corto y largo recorrido; la otra haría referencia a la longitud geográfica (hipótesis longitudinal) y haría referencia a la ausencia de recuperaciones de anillas que indiquen flujo de movimientos entre las poblaciones del oeste peninsular y el este y que posiblemente tengan un origen en los flujos migratorios a través de Marruecos. Según la hipótesis longitudinal, se observa que las poblaciones situadas al este del meridiano 6° oeste tienen pesos inferiores a las poblaciones que se encuentran al oeste (ANOVA, $F(4,1187)=20.6, p << 0.01$; las medias se indican en la figura 3 y en la tabla 1).

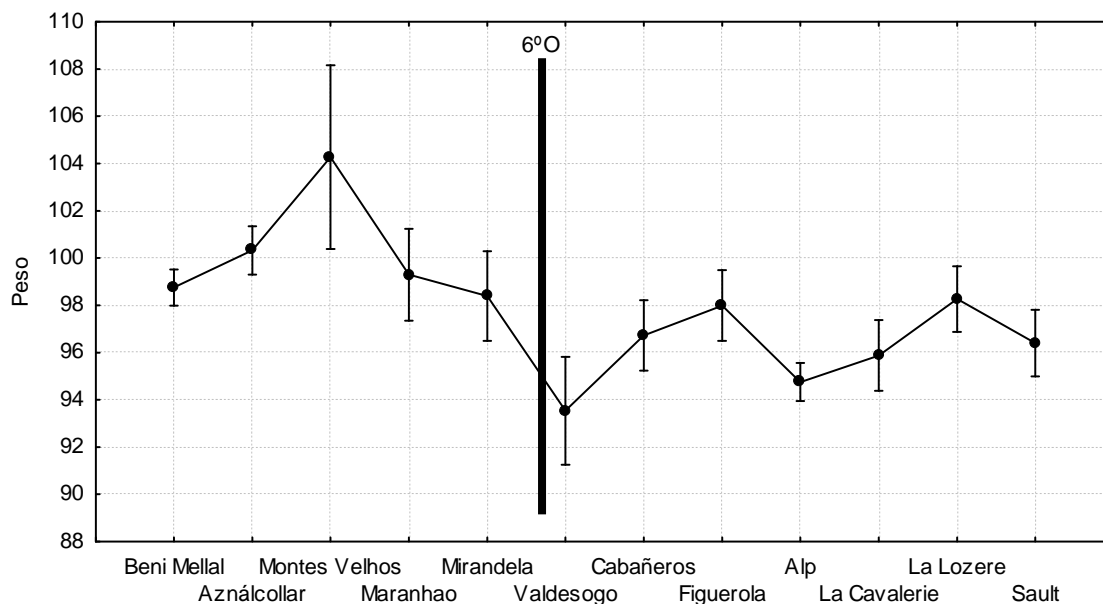


Figura 3.- Variación del peso de los individuos adultos (euring 5) e intervalos de confianza al 95% en función de las localidades. Línea vertical indica la separación de las localidades según el meridiano 6° Oeste.

Según la hipótesis latitudinal, se observa que las poblaciones situadas al norte de la latitud 40°N, muestran pesos inferiores a las poblaciones que se encuentran al sur (ANOVA, $F(4,1221)=20.3$, $p < 0.01$; las medias se indican en la tabla 1).

El ANOVA de dos factores muestra una interacción significativa (fig.2), lo que indica que la variación de los niveles del factor año no es similar en todos los niveles del factor localidad. Es decir, que mientras en las localidades de Aznalcollar y Maranhao el peso se incrementa a lo largo de los años, en Beni Mellal tiene la tendencia contraria.



Ehiza Iraunkorra - Caza Sostenible

Hipótesis latitudinal			Localidad	Hipótesis longitudinal		
Media	Error estándar	N		Media	Error estándar	N
98.75	0.40	284	Beni Mellal	99.32	0.32	445
100.32	0.52	161	Aznácollar			
100.29	0.90	55	Montes Velhos	99.43	0.67	101
			Maranhao			
95.82	0.30	482	Mirandela			
			Valdesogo	95.77	0.65	107
			Cabañeros			
			Figuerola	95.48	0.37	329
			Alp			
96.90	0.43	244	La Cavalerie	96.90	0.43	244
			La Lozère			
			Sault			

Tabla 1.- Medias, error estándar del peso y número de individuos (N) según las dos hipótesis (latitudinal y longitudinal) comentadas en el texto para los machos adultos (euring 5).

Los machos jóvenes capturados en 2009 presentan un peso menor al de resto de años (ANOVA, $F(4, 494) = 5.65$, $p < 0.01$, fig.1B) y, aunque 2005 es el año en el que presentan mayor peso, también hay una mayor variabilidad, haciendo que este resultado no se diferencie significativamente del resto de los tres años siguientes. En este sentido, la tendencia entre años en cuanto a pesos de los jóvenes se diferencia de la de los machos adultos (fig.1).

En lo que se refiere a las localidades, al igual que se observaba en los machos adultos, las poblaciones situadas al este del meridiano 6° oeste tienen pesos inferiores a las poblaciones que se encuentran al oeste (ANOVA, $F(1,484) = 13.53$, $p < 0.01$, fig. 4 y tabla 2). Mientras que con respecto a la latitud, las localidades al norte de los 40° N presentan pesos superiores a las más meridionales (ANOVA, $F(4,489) = 12.78$, $p < 0.01$, fig.4 y tabla 2).

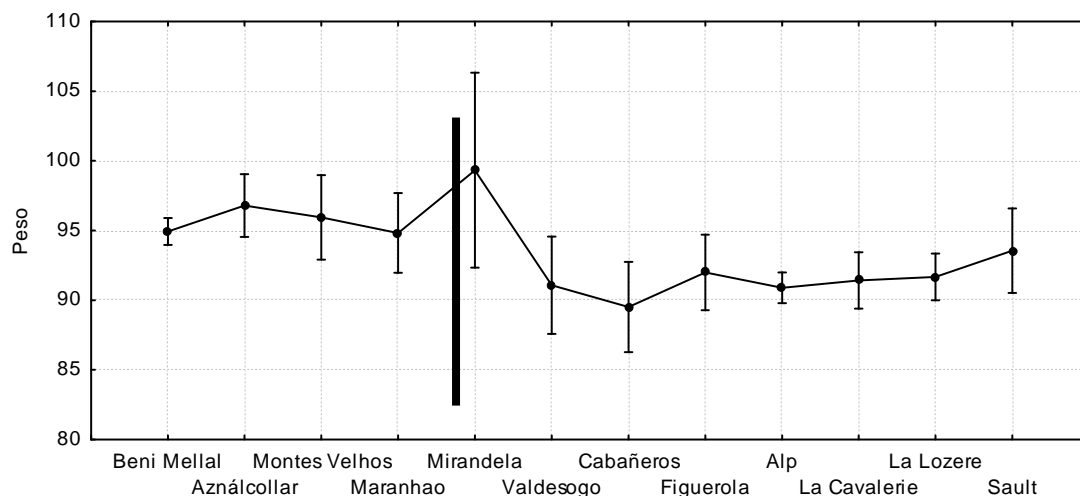


Figura 4.- Variación del peso de machos jóvenes (euring 3) en función de las localidades. Línea vertical indica la separación de las localidades según el meridiano 6° Oeste.

El peso de los machos jóvenes muestra unas variaciones similares a la de los adultos. Existen variaciones interanuales en cuatro poblaciones (Beni Mellal, Maranhao y La Cavalerie y SaultLozère). Estas variaciones no son conservativas entre las localidades en el sentido de que las diferencias se conservan entre años y también existe interacción entre los factores localidad y año (fig. 5).

Hipótesis latitudinal			Localidad	Hipótesis longitudinal		
Media	Error estándar	N		Media	Error estándar	N
94.94	0.49	156	Beni Mellal	95.23	0.45	185
96.80	1.15	29	Aználcollar			
95.35	1.06	34	Montes Velhos	95.67	1.02	37
			Maranhao			
91.07	0.47	171	Mirandela	90.23	1.21	26
			Valdesogo			
			Cabañeros			
			Figuerola			
91.88	0.61	104	Alp	91.05	0.52	142
			La Cavalerie			
			La Lozère			
			Sault			

Tabla 2.- Medias, error estándar del peso y número de individuos (N) según las dos hipótesis (latitudinal y longitudinal) comentadas en el texto para los individuos jóvenes (euring 3).

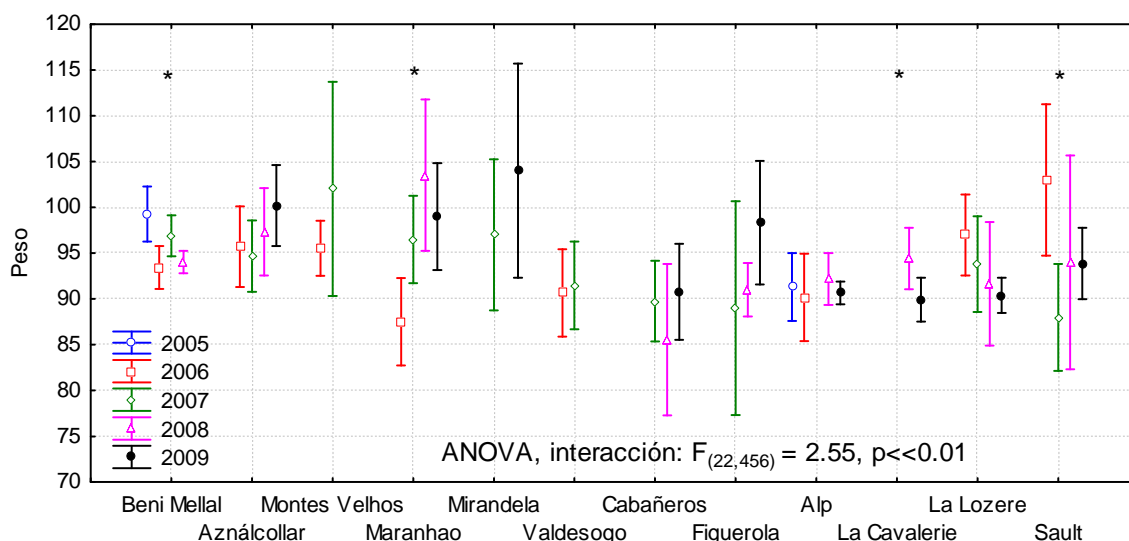


Figura 5. Medias (\pm intervalo de confianza al 95%) del peso de machos jóvenes (Euring 3) para todas las localidades y años prospectados. Los asteriscos indican las poblaciones donde se han encontrado diferencias significativas interanuales.

4.2. Longitud del ala

La longitud del ala muestra una tendencia interanual al aumento, que aunque en su conjunto es significativa (ANOVA, $F(4, 1153) = 2.00, p=0.05$), los test post-hoc no muestran ninguna diferencia entre años (fig. 6A).

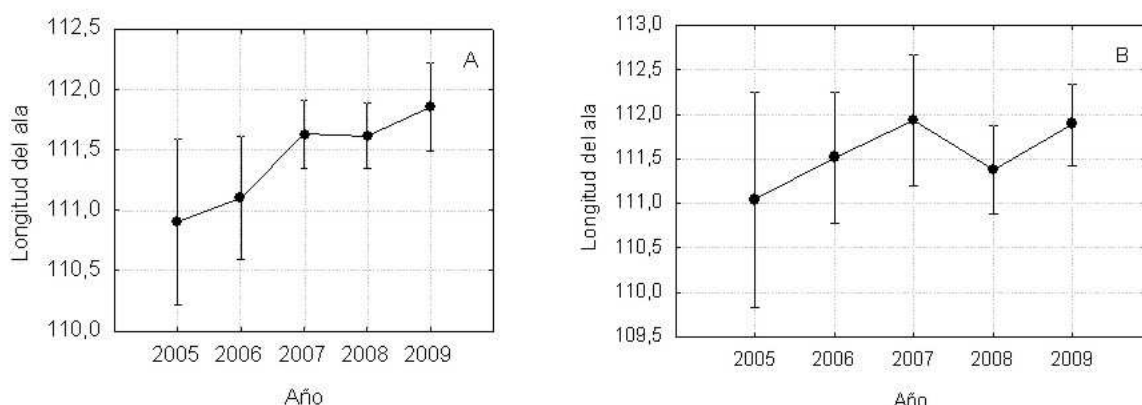


Figura 6.- Media de la longitud del ala por años de machos adultos (A) y machos jóvenes (B). Las líneas verticales indican intervalos de confianza al 95%.

Según la hipótesis longitudinal, no se observa un patrón claro, presentando las alas mas largas la población catalana y la mas sureña (Beni Mellal y Aznalcollar), mientras



que las alas mas cortas y sin diferencias entre localidades se encuentran en los ejemplares medidos en Portugal, León y Francia (ANOVA, $F(4, 1099) = 12.0, p << 0.01$, ver fig. 7 y tabla 3). Según la hipótesis latitudinal, solo la población francesa presenta valores bajos en la longitud del ala y significativamente diferentes de las poblaciones mas sureñas y de Cataluña (ANOVA, $F(4, 1133) = 6.0, p << 0.01$, fig. 7 y tabla 3).

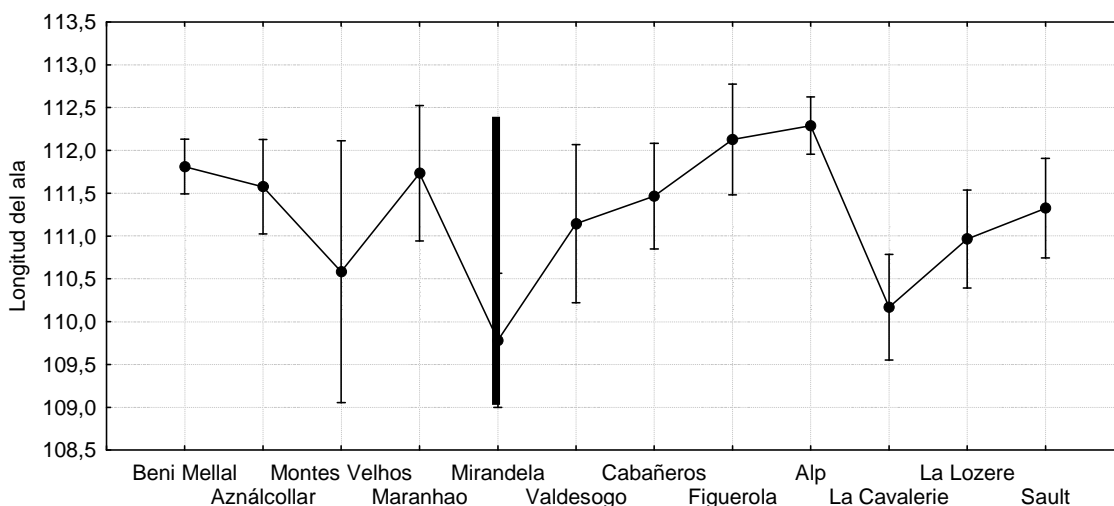


Figura 7.- Variación de la longitud del ala de los individuos adultos (euring 5) en función de las localidades. Línea vertical indica la separación de las localidades según el meridiano 6° Oeste.

Hipótesis latitudinal			Localidad	Hipótesis longitudinal		
Media	Error estándar	N		Media	Error estándar	N
111.81	0.17	275	Beni Mellal	111.75	0.14	367
111.58	0.27	92	Aznalcollar			
111.49	0.36	57	Montes Velhos	110.73	0.27	103
			Maranhao			
111.81	0.13	471	Mirandela			
			Valdesogo	111.37	0.26	107
			Cabañeros			
			Figuerola			
110.85	0.17	243	Alp	112.25	0.15	318
			La Cavalerie			
			La Lozère	110.85	0.17	243
Sault						

Tabla 3.- Medias, error estándar de la longitud del ala y número de individuos (N) según las dos hipótesis (latitudinal y longitudinal) comentadas en el texto para los machos adultos (euring 5).



Las localidades que presentan variabilidad significativa entre años son Beni Mellal, Cabañeros y La Lozère (fig.8). La población que muestra una menor longitud como media de todos los años de estudio es Mirandela (media±error estándar, 109.78±0.40) y la que lo presenta mas elevado es Alp (112.29±0.17), mostrando en conjunto una diferencia de 2.5 mm. Dado que las alas sufren un desgaste importante durante la migración y los movimientos nomádicos de que hace gala la especie, estas diferencias podrían estar asociadas al desgaste antes aludido y ser poco importantes de cara a diferenciar subpoblaciones. No existe interacción entre los dos factores estudiados (año y latitud), lo que es una consecuencia de la falta de significación encontrada en la longitud del ala entre años.

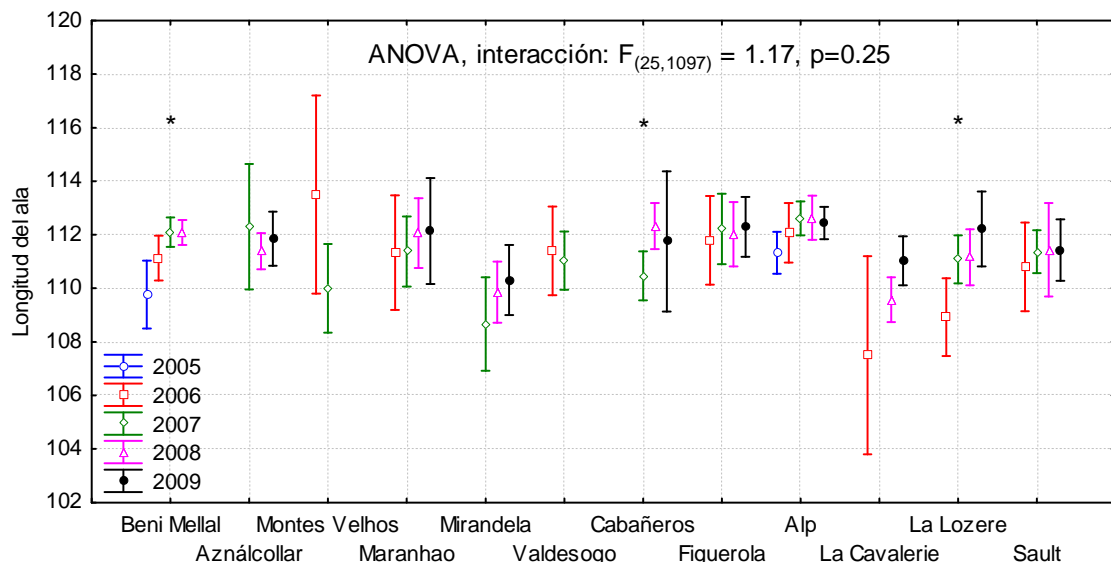


Figura 8. Medias (± intervalo de confianza al 95%) de la longitud del ala de machos adultos (Euring 5) para todas las localidades y años prospectados. Los asteriscos indican las poblaciones donde se han encontrado diferencias significativas interanuales.

La longitud del ala en los jóvenes no muestra diferencias significativas entre años (ANOVA, $F(4, 482) = 1.00, p=0.43$, fig. 6B).

Según la hipótesis longitudinal, al igual que ocurría con los adultos, no se observa un patrón claro y en el caso de los jóvenes esta falta de patrón esta potenciado por el menor número de ejemplares y una mayor variabilidad entre ellos. Las alas mas largas se observan en la población española y las mas cortas se midieron en Marruecos y



Francia (ANOVA, $F(4, 477) = 15.2, p << 0.01$, ver fig. 9 y tabla 4). Bajo la hipótesis latitudinal, las diferencias no cambian demasiado de lo visto para la longitud geográfica y sigue destacando el valor menor que se encuentra en las poblaciones francesas (ANOVA, $F(4, 477) = 14.8, p << 0.01$, fig. 9 y tabla 4). En general y comparándolo con lo encontrado con los adultos podría existir un sesgo en la medición de la longitud del ala de los individuos de La Cavalerie.

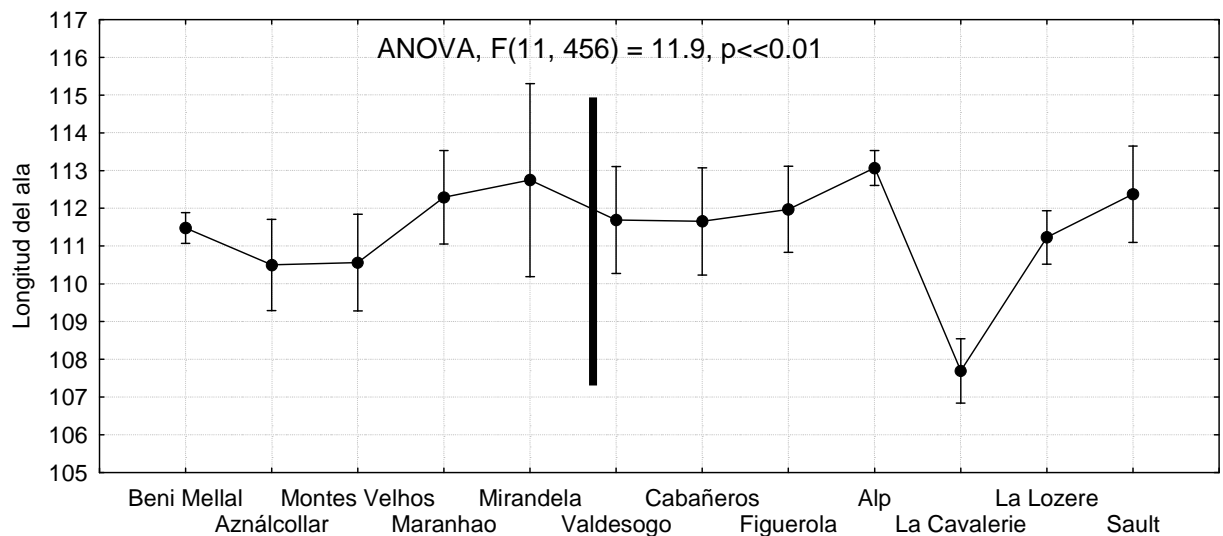


Figura 7.- Variación de la longitud del ala de los individuos jóvenes (euring 3) en función de las localidades. Línea vertical indica la separación de las localidades según el meridiano 6° Oeste.

Hipótesis latitudinal			Localidad	Hipótesis longitudinal		
Media	Error estándar	N		Media	Error estándar	N
111.48	0.22	156	Beni Mellal	111.38	0.21	174
110.50	0.65	18	Aznalcollar			
111.45	0.48	33	Montes Velhos	111.59	0.45	37
			Maranhao			
112.72	0.21	171	Mirandela	111.67	0.54	26
			Valdesogo			
			Cabañeros			
			Figuerola			
110.18	0.27	104	Alp	112.91	0.23	141
			La Cavalerie			
			La Lozère			
			Sault			104

Tabla 4.- Medias, error estándar de la longitud del ala y número de individuos (N) según las dos hipótesis (latitudinal y longitudinal) comentadas en el texto para los machos jóvenes (euring 3).



Se han encontrado diferencias entre años dentro de una localidad en la población de Maranhao y en la de La Cavalerie (fig. 8); como en los casos anteriores, no se observa ninguna constancia en estas diferencias interanuales que muestren tendencias en la metapoblación atlántica (mientras que en Maranhao, hay un aumento de longitud con el paso del tiempo, en La Cavalerie el año 2009 muestra un valor notablemente inferior al del año anterior). Cuando se contemplan los dos factores a la vez (año y localidad), la interacción es significativa (fig. 8) indicando que la variabilidad anual no sigue el mismo esquema en todas las localidades.

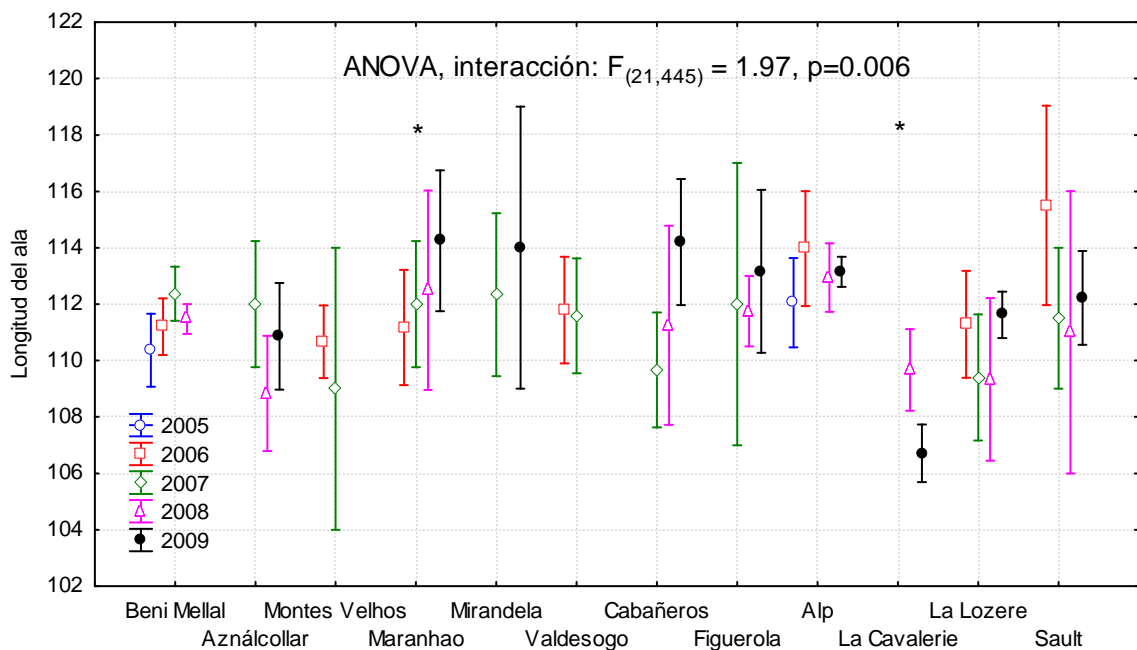


Figura 8. Medias (\pm intervalo de confianza al 95%) de la longitud del ala de machos jóvenes (Euring 3) para todas las localidades y años prospectados. Los asteriscos indican las poblaciones donde se han encontrado diferencias significativas interanuales.



4.3. Longitud del tarso

La longitud del tarso muestra en los adultos una tendencia interanual al aumento, (ANOVA, $F(4, 1219) = 2.90, p=0.02$) en el que solo el año 2008 es diferente del 2005 (fig.9 A).

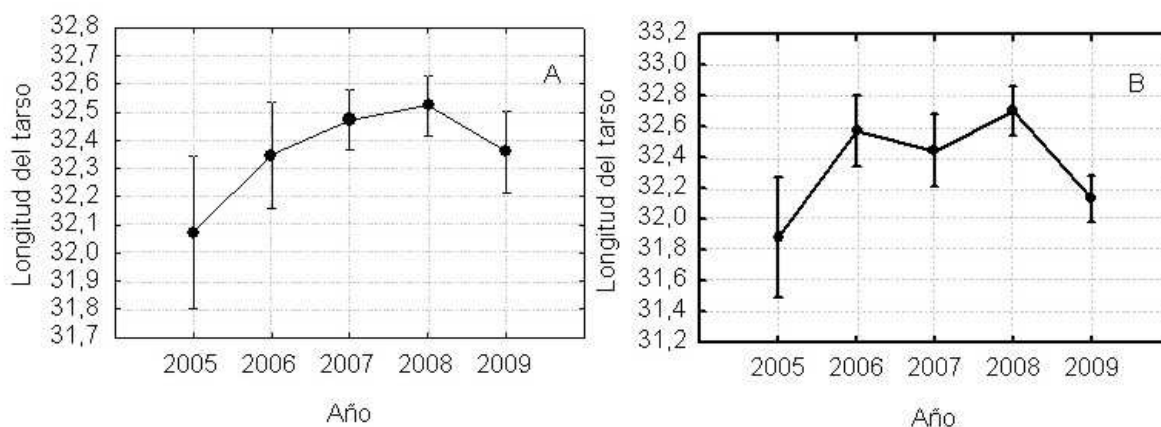


Figura 9.- Media de la longitud del tarso por años de machos adultos (A) y machos jóvenes (B). Las líneas verticales indican intervalos de confianza al 95%.

Según la hipótesis longitudinal, se observa un patrón similar al observado para el peso: las poblaciones situadas al oeste tienen un tarso mayor que las situadas al este del meridiano 6°O, y dentro de las poblaciones situadas al este, la población catalana muestra un tarso mayor que las otras dos poblaciones (León y Francia) (ANOVA, $F(4, 1185) = 43.6, p<<0.01$, ver fig. 10 y tabla 4). Según la hipótesis latitudinal, las poblaciones situadas por debajo de los 39°N presentan tarsos mas grandes que las situadas por encima de ellos (ANOVA, $F(4,1219) = 46.1, p<<0.01$, fig. 7 y tabla 3). Es decir, claramente los individuos medidos en Marruecos, sur de España y Portugal, presentan tarsos mas largos que los medidos en el resto de España (León y Cataluña) y Francia.

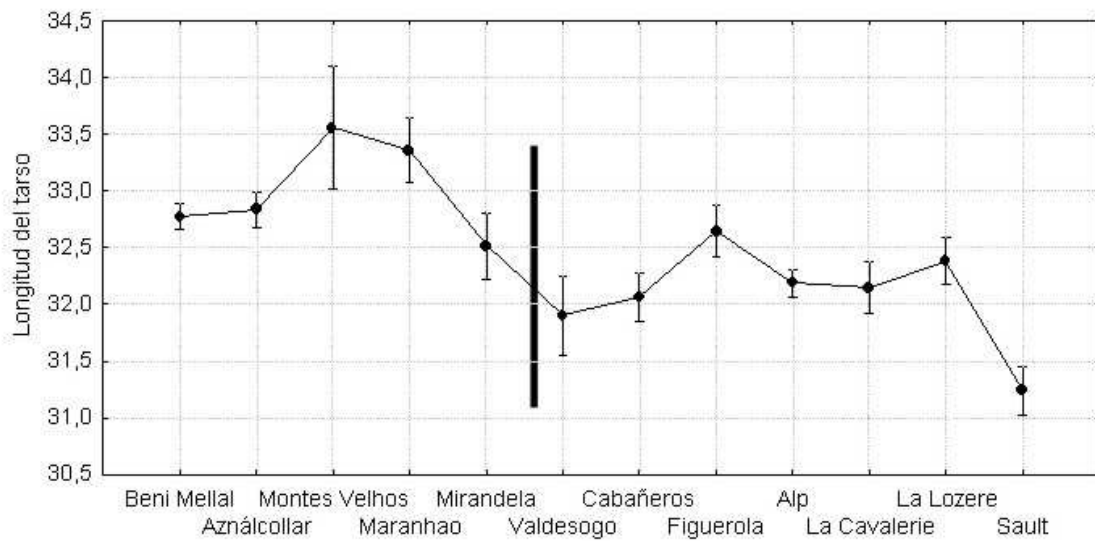


Figura 10.- Variación de la longitud del tarso de los individuos adultos (euring 5) en función de las localidades. Línea vertical indica la separación de las localidades según el meridiano 6° Oeste.

Hipótesis latitudinal			Localidad	Hipótesis longitudinal		
Media	Error estándar	N		Media	Error estándar	N
32.77	0.06	278	Beni Mellal	32.80	0.05	440
32.83	0.08	162	Aználcollar			
33.40	0.13	58	Montes Velhos	33.01	0.11	104
			Maranhao			
32.25	0.05	483	Mirandela	32.02	0.10	112
			Valdesogo			
			Cabañeros			
			Figuerola			
31.92	0.07	243	Alp	32.29	0.06	325
			La Cavalerie			
			La Lozère			
			Sault			243

Tabla 3.- Medias, error estándar de la longitud del tarso y número de individuos (N) según las dos hipótesis (latitudinal y longitudinal) comentadas en el texto para los machos adultos (euring 5).



No hay interacción entre los dos factores analizados (fig. 11) por lo que las variaciones entre años sigue un patrón similar entre localidades.

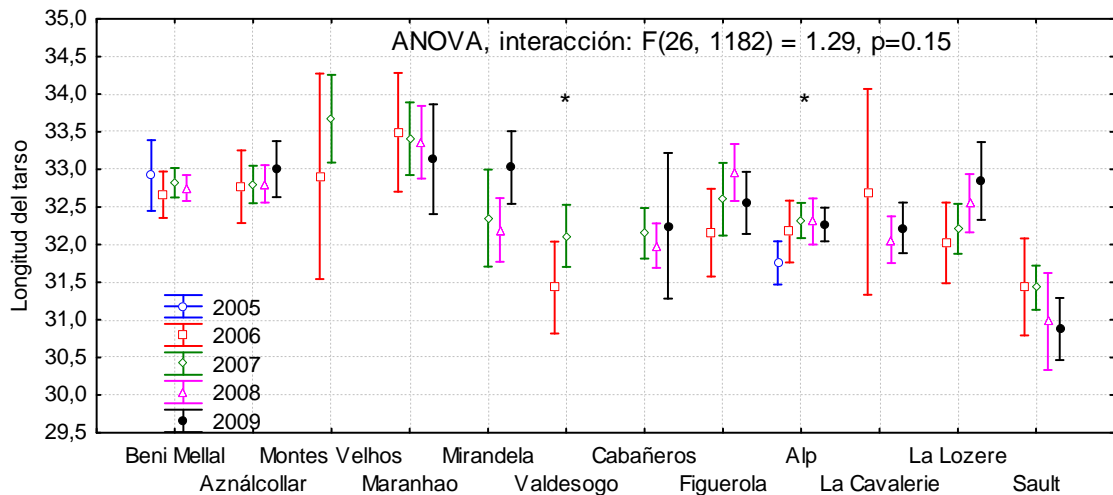


Figura 11. Medias (\pm intervalo de confianza al 95%) de la longitud del tarso de machos adultos (Euring 5) para todas las localidades y años prospectados. Los asteriscos indican las poblaciones donde se han encontrado diferencias significativas interanuales.

La longitud del tarso en las muestras de jóvenes de los años 2006 y 2008 son mas largas que en los años mas extremos (2005 y 2009) (ANOVA, $F(4, 488) = 8.90, p < 0.01$, fig.9 B).

Según la hipótesis longitudinal, se observa un patrón similar al observado para el peso: las poblaciones situadas al oeste tienen un tarso mayor que las situadas al este del meridiano 6°O, y dentro de las poblaciones situadas al oeste, la población portuguesa muestra un tarso mayor que la marroquí y sevillana (ANOVA, $F(4, 488) = 27.7, p < 0.01$, ver fig. 12 y tabla 4). Según la hipótesis latitudinal, las poblaciones situadas por debajo de los 39°N presentan tarsos mas grandes que las situadas por encima de ellos (ANOVA, $F(4,488) = 26.6, p < 0.01$, fig. 7 y tabla 3). Es decir, claramente los individuos medidos en Marruecos, sur de España y Portugal, presentan tarsos mas largos que los medidos en el resto de España (León y Cataluña) y Francia.

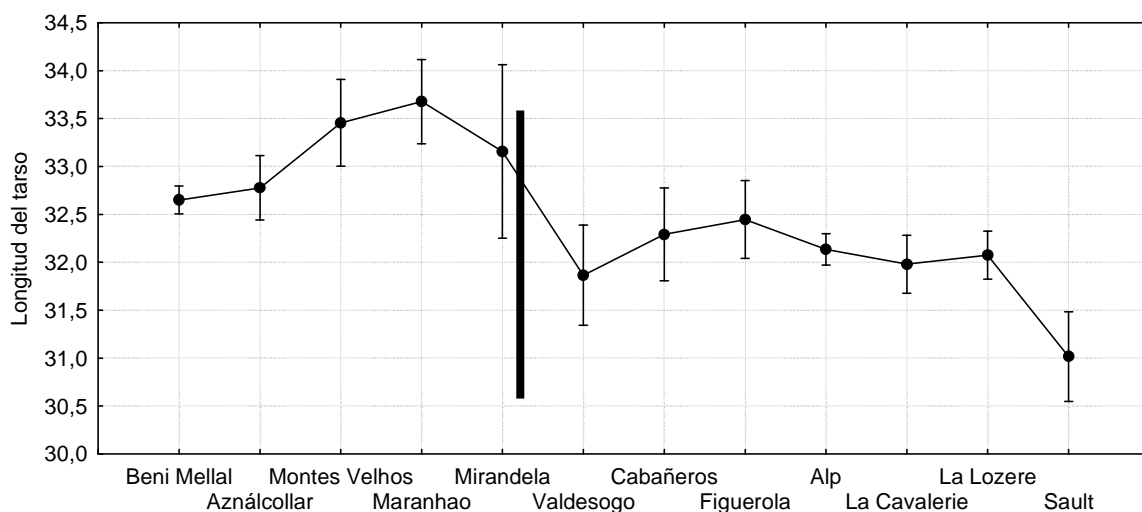


Figura 12.- Variación de la longitud del tarso de los individuos jóvenes (euring 3) en función de las localidades. Línea vertical indica la separación de las localidades según el meridiano 6° Oeste.

Hipótesis latitudinal			Localidad	Hipótesis longitudinal		
Media	Error estándar	N		Media	Error estándar	N
32.65	0.08	156	Beni Mellal	32.67	0.07	185
32.78	0.17	29	Aznàcollar			
33.57	0.16	33	Montes Velhos	33.52	0.15	37
			Maranhao			
32.19	0.07	172	Mirandela	32.09	0.18	26
			Valdesogo			
			Cabañeros			
			Figuerola			
31.89	0.09	103	Alp	32.18	0.08	142
			La Cavalerie			
			La Lozère			
31.89	0.09	103	Sault	31.89	0.09	103
			La Lozère			

Tabla 3.- Medias, error estándar de la longitud del tarso y número de individuos (N) según las dos hipótesis (latitudinal y longitudinal) comentadas en el texto para los machos jóvenes (euring 3).

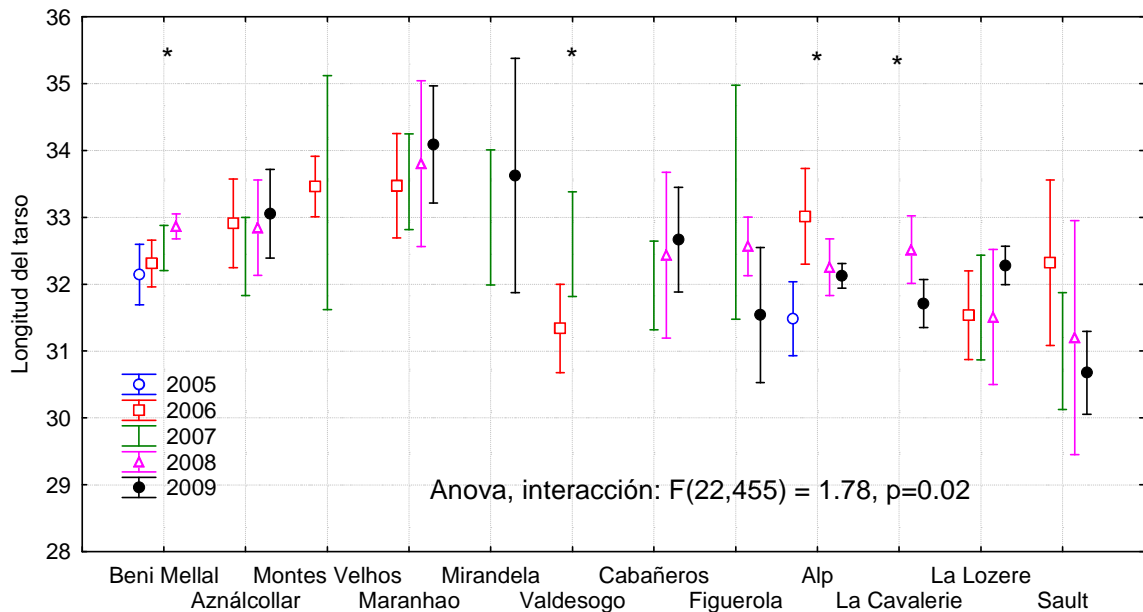


Figura 11. Medias (\pm intervalo de confianza al 95%) de la longitud del tarso de machos jóvenes (Euring 3) para todas las localidades y años prospectados. Los asteriscos indican las poblaciones donde se han encontrado diferencias significativas interanuales.

Como conclusión de este apartado, podemos indicar que las variaciones entre años para una misma localidad que se observan en las diferentes medidas morfométricas no presentan una sistematización; por tanto, no se pueden considerar a nivel de la metapoblación. Podría ser la causa inmediata de las mismas alteraciones locales e incluso diferencias en la forma de tomar las medidas. Las dos hipótesis que hemos lanzado relativas a la situación geográfica de las diferentes localidades estudiadas (hipótesis latitudinal y longitudinal) se muestran coherentes con las diferencias halladas en la morfometría de las poblaciones. Así, el tamaño de los machos de codorniz (tanto jóvenes como adultos) en función del peso y del tarso disminuye a medida que ganamos latitud y nos movemos de oeste a este. Las poblaciones más occidentales (al oeste del meridiano de 6° oeste) tienen un tamaño mayor que las que se encuentran al este de dicho meridiano. Y lo mismo ocurre con la latitud: las poblaciones que se encuentran al sur de 40°N tienen un tamaño mayor que las que se encuentran al norte.



4.4. Machos Jóvenes

La coloración y diseño de la región malar de los machos de la codorniz es muy difícil de cuantificar y está sometida a sesgos de interpretación por parte de los investigadores. Para evitar dichos sesgos se ha categorizado la coloración del diseño malar a través de fotografías por un único investigador y se han utilizado dos localidades: Beni Mellal (Marruecos) y Alp (España) y para dos años diferentes: 2008 para la primera y 2009 para la segunda (se ha elegido este año por ser extraordinariamente rico en presencia de jóvenes). La distribución de las categorías de mejillas es diferente en las dos localidades (test de Mann-Whitney, $z=7.18$, $n_1=86$, $n_2=89$, $p<<0.01$): mientras que en Beni Mellal no hay jóvenes en la categoría 1, en Alp, el 50% de los jóvenes capturados está dentro de esta categoría (fig. 12A). El resto de los jóvenes de Alp, cae mayoritariamente en la categoría 2, mientras que en Beni Mellal se sitúan en la categoría 3.

La coloración de la “corbata” también presenta una distribución de frecuencias diferente según las dos localidades estudiadas (test de Mann-Whitney, $z=2.54$, $n_1=86$, $n_2=88$, $p<<0.01$). Resalta el reducido número de individuos en la categoría 1 (5%), normalmente jóvenes, en Beni Mellal y el incremento de éstos en Alp (34%, fig. 12B).

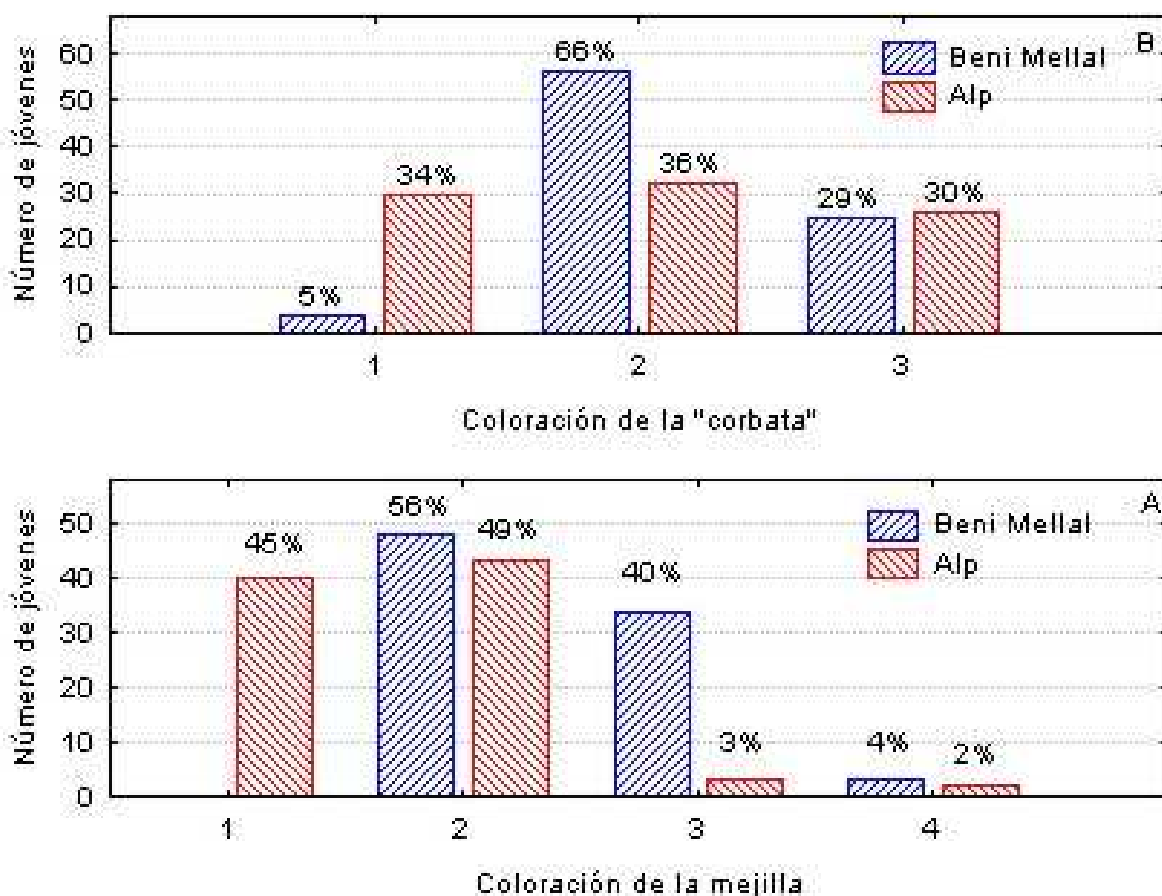


Figura 12.- Frecuencia de individuos en función de las categorías de coloración de las mejillas (A) 1: blancas (<10% de plumas coloreadas), 2: entre el 10 y el 50% de las plumas coloreadas, 3: entre el 51 y el 90% de plumas coloreadas y 4: >90% de plumas coloreadas y en función de la "corbata" (B) (1: ausencia, 2: incompleta, 3: completa). Se muestra el porcentaje para cada localidad por separado.

Los jóvenes aparecen en las capturas de Marruecos a partir del censo de Mayo (días 10, 11 y 12) y su presencia se mantiene hasta el mes de agosto (fig. 13). La presencia de estos jóvenes indica que la reproducción se inició al menos dos meses antes, es decir a principios de marzo, lo que coincide con la presencia de adultos en la campaña de principios de febrero para esta localidad. La ausencia de jóvenes en Abril, apoya la idea de que la reproducción no se debió iniciar hasta un mes mas tarde de la llegada de los primeros individuos a la zona. Sin embargo, la ausencia de capturas de jóvenes con categoría 1 no nos permite concluir este desfase de un mes desde la llegada de los efectivos a las zonas de reproducción hasta el inicio de la actividad sexual. En Alp, las



Ehiza Iraunkorra - Caza Sostenible

categorías dominantes, en relación con las mejillas, son la 1 y la 2 y su presencia se mantiene a lo largo de los tres meses. En este año, la llegada de los machos a la zona se produjo entre el 17 y el 30 de abril. Si tomamos la fecha más prematura, los jóvenes nacidos en la zona, adquieren el tamaño de adulto dos meses después, es decir, en la segunda quincena de junio. Por lo tanto, los jóvenes que aparecen en mayo no pueden haber nacido en la zona y tienen que provenir de zonas en las que la reproducción se inicia antes y que deben estar situadas más al sur. De hecho, su aparición coincide con la aparición de los mismos en Beni Mellal. Sin embargo, la distribución de jóvenes según la coloración de las mejillas y la extensión de la “corbata”, se muestra muy dispar en las dos localidades, indicando que algún fenómeno más es necesario tener en cuenta para poder explicar esta disparidad. Gighi et al. (1934) asocian, tanto la coloración de las mejillas (de claras a oscuras) como la extensión de la corbata (ausencia—extensión completa) al crecimiento de los jóvenes; de acuerdo con esta premisa, en Beni Mellal no se capturan individuos muy jóvenes (categoría 1 en mejillas), mientras que en Alp sí se capturan y por el contrario, en Alp no se capturan jóvenes de categoría 3 en la proporción que se capturan en Beni Mellal. Hay dos hipótesis que se pueden ajustar a los datos:

1.- las dos poblaciones son diferentes, presentando dinámicas de crecimiento distintas. Si esto es así, los jóvenes que aparecen en Alp y que no son nacidos en el lugar no pueden provenir de los nacimientos tempranos en el interior de Marruecos.

2.- los jóvenes reflejan las dos poblaciones de corto y largo migrantes. Los cortos migrantes mudan prematuramente, ya que no requieren energía para migrar, y alcanzan antes la facies adulta, mientras que los largo migrantes, dedican la energía al movimiento, retrasando el inicio de la muda post-juvenil general del cuerpo.

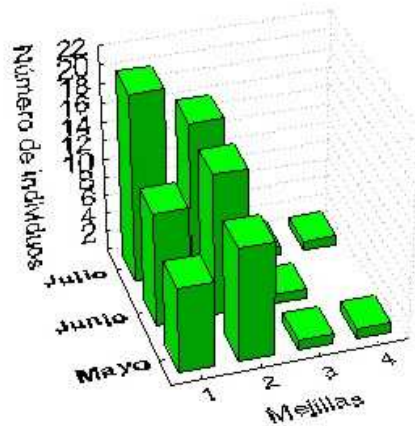
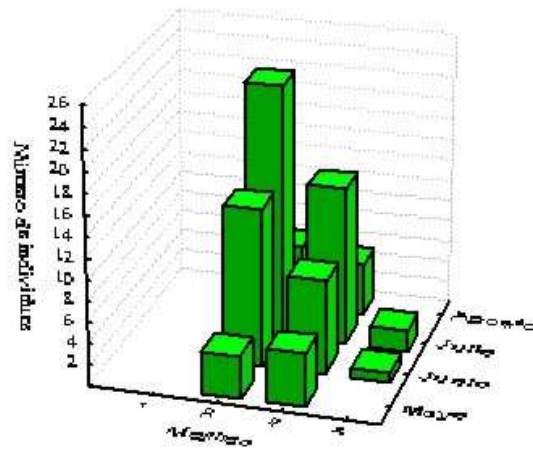


Figura 13.- Frecuencia de coloración de mejillas en jóvenes en función del mes y del color de las mejillas, en Beni Mellal (A) y Alp (B). La distribución de coloraciones es independiente del mes en las dos localidades (test Chi- cuadrado $p > 0.05$).

El estudio de la coloración de la región malar en los individuos jóvenes vuelve a poner en evidencia las diferencias observadas en el apartado anterior de morfometría: existe una dinámica diferente entre poblaciones situadas a distintas latitudes. Si queremos compaginar los conocimientos que se tienen hasta ahora con estos nuevos resultados, la hipótesis más plausible es que, si los individuos jóvenes que aparecen en las poblaciones más norteñas (y que no son el resultado de la reproducción en ellas) pertenecen a las poblaciones reproductoras marroquíes, deben pertenecer a la estirpe de largos migradores. Esta estirpe dedicaría la energía al desplazamiento en lugar de la muda.



4.5. Dinámica temporal de las edades

Teniendo en cuenta todas las poblaciones y todos los años (tabla 4), el 25.6% de los individuos capturados fueron jóvenes del año (euring 3), el 65.4% adultos de un año (euring 5) y el 9% adultos de más de un año (euring 6). Por lo tanto, y desde un punto de vista global, la razón de edades se corresponde con la encontrada para la población mediterránea (flujo tunecino-italiano) y está constituida fundamentalmente por individuos de 1 año de edad.

Años	Código Euring			total
	3	5	6	
2005	25	63	15	103
2006	59	129	27	215
2007	67	394	31	492
2008	148	409	64	621
2009	179	220	30	429
total	478	1215	167	1860

Tabla 4.- Edades (según el código euring) distribuidas por años.

Hay una fuerte dependencia entre años y categorías euring (test de Chi-cuadrado, $\chi^2_{28} = 116.0$, $p \lll 0.01$). En el año 2007 se capturaron menos jóvenes (euring 3) y más adultos euring 5 de lo que se esperaría bajo la hipótesis de la independencia, mientras que 2009 fue al contrario, capturándose más jóvenes y menos adultos de lo que esperaríamos bajo la misma hipótesis. El año 2007 fue un mal año en cuanto a reproducción, mientras que 2009 fue muy buen año en relación a la reproducción.

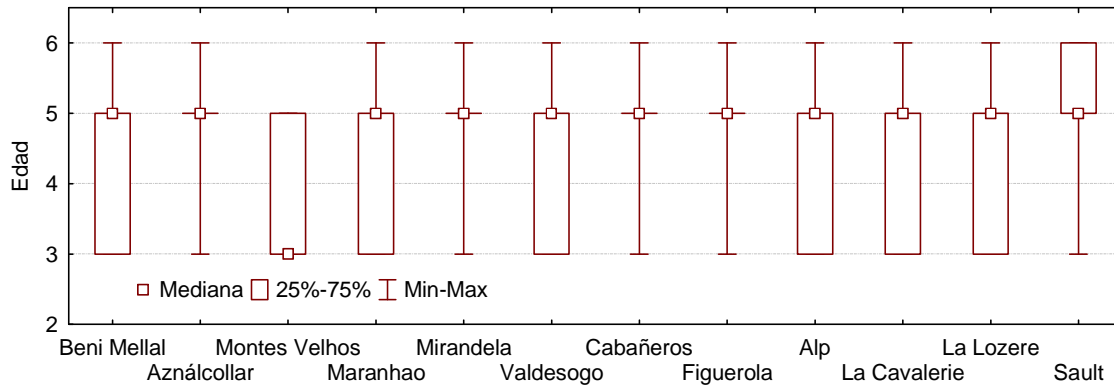


Figura 14.- Distribución de las edades por localidades.

En referencia a las localidades, se observan diferencias significativas entre ellas (Test de Kruskal-Wallis, $H(11,1911) = 108.9$, $p < 0.01$, fig. 14). Fundamentalmente, las diferencias provienen de las poblaciones de Aznalcollar, Mirandela, Cabañeros y Figuerola con un defecto de individuos de euring 3 y 6, mientras que en Montes Velhos no se ha capturado ningún euring 6 y en Sault existe un exceso de esta edad. Posiblemente variaciones locales e incluso disparidad en la asignación de las edades, son las razones que pueden estar detrás de estas diferencias. Bajo la hipótesis de longitud geográfica estas diferencias desaparecen (test Kruskal-Wallis, $H(4,1911) = 8.6$, $p = 0.07$). Es decir, la zonación que resulta de este a oeste presenta la misma distribución de edades (fig. 15). Sin embargo, las zonas que aparecen con la división geográfica latitudinal muestran diferencias (test Kruskal-Wallis, $H(4,1911) = 24,08$, $p < 0.01$, fig 15), aunque no se observa ninguna tendencia general.

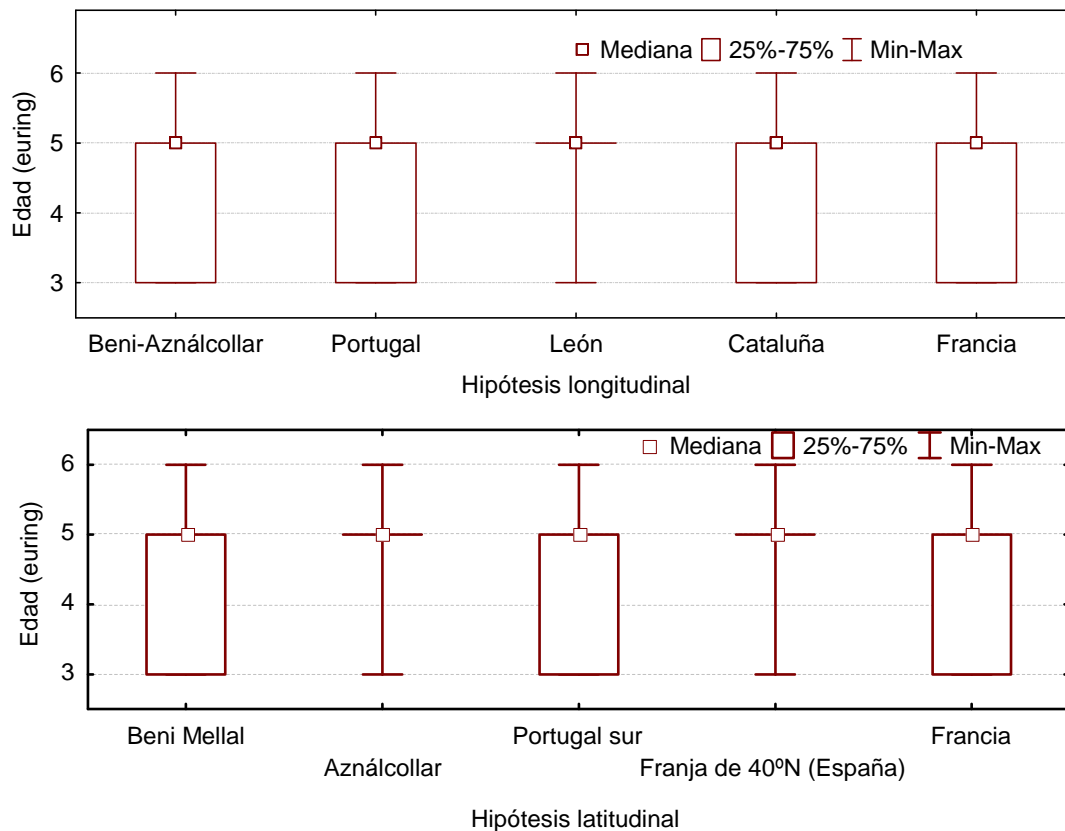


Figura 15.- Distribución de las edades según las zonas elegidas bajo las hipótesis de latitud y longitud geográfica.

De manera general, las capturas de machos con código euring 5 siguen una curva creciente desde el mes de febrero hasta el mes de mayo, a partir del cual su número va decreciendo hasta ser mínimo en julio y agosto (fig. 16). La dinámica para las capturas de los individuos datados como euring 6 sigue la misma relación aunque con efectivos menores. Sin embargo, la captura de individuos jóvenes (euring 3) no decae significativamente durante el mes de julio. La evolución temporal de los individuos euring 5 se mantiene en todas las localidades estudiadas (fig. 17).

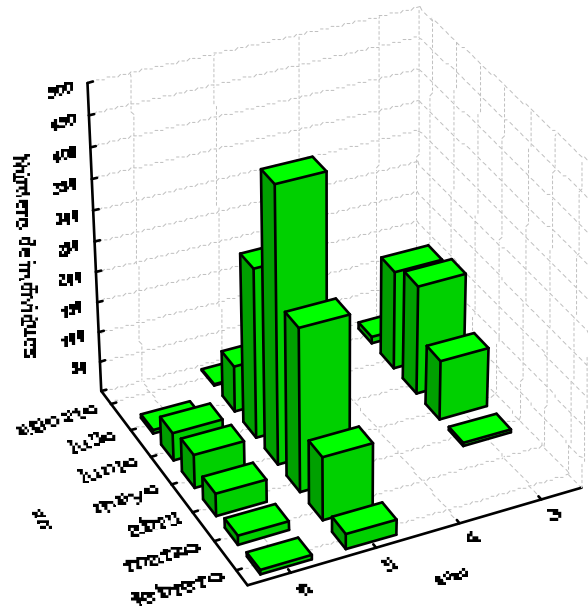


Figura 16.- Evolución de los efectivos de la metapoblación a lo largo de los meses en función de la edad (código euring).

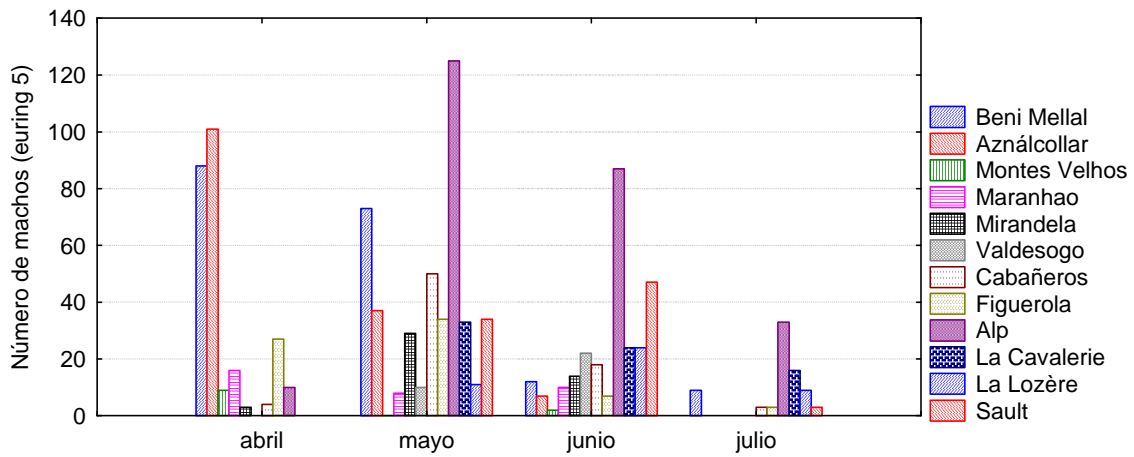


Figura 17.- Evolución del número de machos euring 5 a lo largo de los meses para cada una de las localidades estudiadas

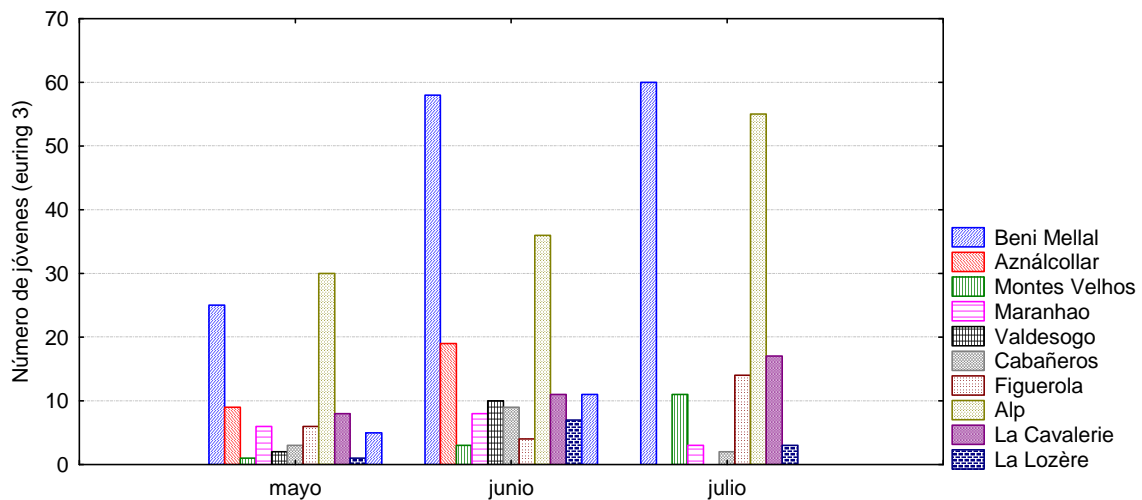


Figura 18.- Evolución del número de machos euring 3 a lo largo de los meses para cada una de las localidades estudiadas

La desaparición de los machos euring 5 en las capturas a partir de junio, combinado con la presencia sostenida de individuos jóvenes en las capturas en esos meses de desaparición (fig. 18) no es un fenómeno trivial y permite formular algunas hipótesis para ser estudiadas posteriormente.

- 1.- Pérdida de actividad sexual en los machos adultos pero no en los jóvenes. Esta pérdida podría ser provocada por el inicio de la muda, que se da en los adultos, pero no en los jóvenes que ya la han realizado previamente (muda post-juvenil).
- 2.- La pérdida de actividad sexual podría darse en todos los efectivos de la población (euring 3, 5, y 6) y la atracción de los jóvenes al reclamo podría tener connotaciones sociales en lugar de sexuales.
- 3.- Los adultos (euring 5 y 6) se han desplazado a otros lugares (quizás movimientos previos a la migración desapareciendo de las zonas de reproducción).

Un estudio realizado en la metapoblación mediterránea (Puigcerver et al. 1992) puso de manifiesto que la esperanza de vida de los machos de esa metapoblación era de un año. Esta afirmación puede ampliarse a la metapoblación atlántica, ya que en prácticamente todas las poblaciones la edad que predomina es la de individuos de un año de edad (euring 5). Durante los años que ha durado este estudio, han habido dos fenómenos en la dinámica de los efectivos de la población que han sido acusados por



Ehiza Iraunkorra - Caza Sostenible

igual en todas las poblaciones: una disminución de jóvenes en 2007 y un incremento de los mismos en el 2009, lo que muestra una cierta dinámica poblacional común a toda la metapoblación atlántica. Si se comparan las poblaciones agrupándolas por su longitud geográfica, se observa que la distribución de edades es casi independiente de las zonas, mientras que si se analiza por la latitud hay una dependencia (la distribución de edades se asocia a la localidad de muestreo), pero que no siguen una clina clara. Así, Sevilla y la franja de poblaciones alrededor de los 40°N presentan una población mayoritariamente formada por adultos euring 5, mientras que las poblaciones de Marruecos, sur de Portugal y las de Francia están formadas mayoritariamente por individuos euring 3 y euring 5. Posiblemente alguna otra variable aparte de la latitud (p.e. la altitud) está detrás de esta asociación. Finalmente, la desaparición de los individuos euring 5 y 6 en las capturas mucho antes de que termine el periodo reproductor, vuelve a ser un fenómeno general en todas las localidades estudiadas y su existencia se plantea bien como una respuesta a la pérdida de actividad sexual en esta porción de la población, o bien como síntoma de una desaparición prematura debido a movimientos previos a los migratorios que tendrán lugar un mes y medio mas tarde.



CONCLUSIONES

Como conclusión del apartado de morfometría, podemos indicar que las variaciones entre años para una misma localidad que se observan en las diferentes medidas morfométricas no presentan una sistematización; por tanto, no se pueden considerar a nivel de la metapoblación. Podría ser la causa inmediata de las mismas alteraciones locales e incluso diferencias en la forma de tomar las medidas. Las dos hipótesis que hemos lanzado relativas a la situación geográfica de las diferentes localidades estudiadas (hipótesis latitudinal y longitudinal) se muestran coherentes con las diferencias halladas en la morfometría de las poblaciones. Así, el tamaño de los machos de codorniz (tanto jóvenes como adultos) en función del peso y del tarso disminuye a medida que ganamos latitud y nos movemos de oeste a este. Las poblaciones más occidentales (al oeste del meridiano de 6º oeste) tienen un tamaño mayor que las que se encuentran al este de dicho meridiano. Y lo mismo ocurre con la latitud: las poblaciones que se encuentran al sur de 40ºN tienen un tamaño mayor que las que se encuentran al norte.

El estudio de la coloración de la región malar en los individuos jóvenes vuelve a poner en evidencia las diferencias observadas en el apartado anterior de morfometría: existe una dinámica diferente entre poblaciones situadas a distintas latitudes. Si queremos compaginar los conocimientos que se tienen hasta ahora con estos nuevos resultados, la hipótesis más plausible es que, si los individuos jóvenes que aparecen en las poblaciones más norteñas (y que no son el resultado de la reproducción en ellas) pertenecen a las poblaciones reproductoras marroquíes, deben pertenecer a la estirpe de largos migradores. Esta estirpe dedicaría la energía al desplazamiento en lugar de la muda.