
Condición corporal de passeriformes transaharianos en un palmeral del sureste de Marruecos durante el periodo de paso migratorio prenupcial

Body condition of trans-Saharan passerines in a palm tree grove from south-eastern Morocco during the spring migration period

JUAN ARIZAGA^{1*}, ARIÑE CRESPO-DIAZ¹, JUAN F. CUADRADO¹, DAVID MAZUELAS¹,
OSCAR GUTIERREZ¹



RESUMEN

Determinar hasta qué punto el norte de África es empleado como zona de ganancia de reservas por las aves transaharianas es importante no sólo ecológicamente, sino también desde el punto de vista de la conservación. En este trabajo se estudia la relación de capturas, cantidad de reservas y tasa de ganancia de peso de varias especies de passeriformes transaharianos capturadas durante el periodo de paso prenupcial en Zouala, un palmeral en el sureste de Marruecos, localizado a unos 100 km al norte del borde del Sáhara. El objetivo es contribuir al conocimiento del uso que los passeriformes hacen de los oasis del norte de África durante el periodo migratorio primaveral. En conjunto se capturaron 46 especies de aves, siendo 38 passeriformes. De ellas, 23 fueron especies europeas transaharianas, presentes en el área sólo en paso migratorio. Se obtuvieron un total de 820 capturas, de las que un 96% fueron passeriformes y un 62% especies transaharianas. En consecuencia, la comunidad de aves passeriformes en la zona durante el periodo de estudio está notablemente influenciada por las especies europeas en paso migratorio. El 30% de las capturas del conjunto de especies transaharianas estuvo monopolizado por una sola especie el zarcero pálido occidental *Iduna opaca* (Cabanis, 1850). La cantidad de reservas es globalmente baja, inferior a lo registrado tanto en el norte de Marruecos como, incluso, en las islas del Mediterráneo occidental. Las especies con menos grasa fueron las que se reproducen más al sur, en la Europa mediterránea y el norte de África. El peso de las aves que se capturaron tras el amanecer fue más bajo que el de las aves capturadas

¹ Sociedad de Ciencias Aranzadi / Aranzadi Zientzia Elkarte
Departamento de Ornitología
Zorroagaina 11 • 20014 Donostia / San Sebastián

* Correspondencia: jarizaga@aranzadi-zientziak.org

hacia el ocaso, lo cual apoyaría la idea de que las aves acumularon peso durante este periodo, probablemente como reservas. Este supuesto incremento diario de peso no se constató al analizar la tasa de ganancia diaria de peso en aves recapturadas dentro del mismo día, probablemente debido al reducido tamaño muestral. Igualmente, tampoco se observó (excepto en el caso del colirrojo real *Phoenicurus phoenicurus* (Linnaeus, 1758)) un incremento de peso durante el periodo de estancia en aquellos individuos para los que se obtuvieron recapturas durante el periodo de estudio. Nuevamente, el tamaño muestral en este caso fue muy bajo, lo cual impide conclusiones firmes al respecto para la mayor parte de las especies.

• **PALABRAS CLAVE:** África septentrional, ecología en áreas de descanso, estación de anillamiento, migración, nivel de grasa, peso, Zouala.

ABSTRACT

Understanding to what extent northern Africa is used as a fuelling region by Afro-tropical European birds is of great importance from both an ecological and conservation standpoint. In this work we analysed number of captures, fuel load and fuel deposition rate of several species of Afro-tropical European passerines captured during the spring migration period at Zouala, an oasis from south-east Morocco situated ca. 100 km north of the northern Sahara border. The aim was to contribute to understanding how passerines use oases from north Africa during the spring migration period. We captured 46 species overall. From them, 38 were passerines, 23 of which were trans-Saharan. We obtained 820 captures. A 96% of them were passerines, and a 62% were Afro-tropical European migrant. Thus, bird assemblage was remarkably influenced by migrant passerine species. A 30% of the captures was monopolized by a single species (*Iduna opaca*). Overall, fuel loads were lower than registered both in northern Morocco and the western Mediterranean islands. Species with less fat were those that breed in southern Europe or northern Africa. Body mass of birds captured after dawn was lower than those captured before dusk, supporting some degree of mass accumulation, probably as fuel. This increase of body mass gain, however, was not detected when we analysed mass accumulation in individual birds, likely due to the small sample sizes. Similarly, we observed that, except in *Phoenicurus phoenicurus*, body mass did not increase during the stay in the area. Again, sample sizes here were small, so this result must be interpreted very cautiously.

• **KEY WORDS:** Northern Africa, stop over ecology, ringing station, migration, fuel load, body mass, Zouala.

LABURPENA

Hegazti transaharientzat Afrika iparraldeak erreserba irabazien ikuspuntutik zenbaterainoko erabilgarritasuna duen ezagutzeak garrantzi handia du bai ekologikoki eta baita kontserbazioaren ikuspegitik ere. Ikerketa lan honetan espezie paseriforme transaharier ezberdinen harrapaketen bidez, erreserba kantitatea eta pisu- izan duten irabazia neurtu dira. Harrapaketak, ugalketa aurreko migrazio garaian egin ziren Zoualan, Marokoko hego-ekialdean kokatua dagoen palmondo batean, Saharako mugatik 100 km iparraldera. Lan honen helburua, paseriformeek udaberriko migrazio garaian Afrikako iparral-

dean aurkitzen diren oasietaz egiten duten erabilpenaz ezagutza zabaltzea da. Guztira 46 hegazti espezie harrapatu ziren, 38 paseriformeak izan zirelarik. Hautetatik 23 espezie europear transahariarrak izan ziren eta bertan migrazio garaian bakarrik aurkitu daitezke. Harrapaketak guztira 820 izan ziren, %96a paseriformeak eta hauetariko %62a espezie transahariarrak. Beraz, europatik datozen hegazti migratzaileek ikerketa garaian bertako paseriforme komunitatean eragin nabarmena dute. Espezie transahariarren artean, espezie bakarrak harrapaketen %30a osatzen zuen, sasi txori zuriskak *Iduna opaca* (Cabanis, 1850) hain zuten. Ikuskatu diren erreserba kantitateen balioak, mundu mailan ikuskatutakoen azpitik daude, bai Maroko iparraldean eta baita Mediterraneo mendebaldeko ugarteetako balioen azpitik hain zuten ere. Gantza gutxien zuten espezieak hegoalderago (Europa mediterraneanarrean eta Afrika iparraldean) ugaltzen direnak izan ziren. Egunsenti ostean harrapatutako hegaztiak gutxiago pisatu zuten, aldiz eguzkia sartzen ari zen garaian harrapatutakoak pisutxuagoak ziren. Honek zera adierazten digu, epe horretan hegaztiak pisua erreserba gisa metatu zutela. Baina ustezko pisu irabazi hau ordea, ez zen egunean bertan behin baino gehiagotan harrapatutako hegaztien eguneko pisu tasan isladatu, seguru asko lagindutako hegazti kopurua txikia izan zelako. Era berean, harrapatu ziren beste espezieen eguneko pisu tasa balioetan ez zen inolako gehikuntzarik ikusi ikerketak irau zuen denboran [espezi batek izan ezik, buztangorri argia *Phoenicurus phoenicurus* (Linnaeus, 1758)]. Lagindutako hegazti kopurua kasu honetan ere txikiegia izan zen eta beraz ezin dugu ondorio zehatzik atera.

• **GAKO HITZAK:** Afrika iparraldea, atsedeen guneetako ekologia, eraztuntze estazioa, migrazioa, gantza kopurua, pisua, Zouala.



INTRODUCCIÓN

La travesía de barreras geográficas como el Sáhara constituye un gran reto para las aves migratorias (MOREAU, 1972; BIEBACH, 1990). En este contexto, no sólo es importante determinar la relevancia de las zonas desde donde las aves ganan peso y parten para cruzar este tipo de barreras (FRY *et al.*, 1970; HJORT *et al.*, 1996; DIERSCHKE & DELINGAT, 2001; OTTOSSON *et al.*, 2007), sino igualmente las zonas que acogen las aves que acaban de concluir tal travesía (MOORE & KERLINGER, 1987; YONG & MOORE, 1997). La importancia de África septentrional como área de descanso y ganancia de reservas para las aves migratorias es poco conocida y, en cierto modo, existe controversia a la hora de determinar su papel como área clave para la ganancia de reservas entre el desierto y el Mediterráneo (PILASTRO & SPINA, 1997; MAGGINI & BAIRLEIN, 2011).

En primavera, el Sahel se presenta como un área seca con poco alimento tras el periodo de sequía que coincide con el invierno boreal (ZWARTS *et al.*, 2009). Contrariamente, el norte de África (y particularmente el Magreb) ofrece en esta época gran cantidad de recursos tras las lluvias del invierno. En este

contexto, es lógico pensar que las aves en paso a través de esta región la utilicen como área de descanso y ganancia de reservas (MAGGINI & BAIRLEIN, 2011). No obstante, parece que varias especies (o individuos particulares de determinadas especies) pueden acumular al sur del Sáhara suficiente cantidad de reservas como para alcanzar el Mediterráneo y Europa meridional (PILASTRO & SPINA, 1997), sin necesidad de repostar en África septentrional.

Determinar hasta qué punto el norte de África es empleado como zona de ganancia de reservas por las aves transaharianas (esto es, especies nidificantes en Europa e invernantes en África subsahariana) en paso migratorio es importante no sólo ecológicamente (RGUIBI *et al.*, 2003; RGUIBI *et al.*, 2007), sino también desde el punto de vista de la conservación. De este modo se podrá evaluar mejor el efecto de la hipotética desaparición del hábitat por el desarrollo socioeconómico de la región o el cambio climático global en la dinámica y conservación de las especies que usan esta región sólo durante el periodo migratorio.

En el presente trabajo se estudia la relación de capturas, cantidad de reservas y tasa de ganancia de peso de especies passeriformes transaharianas capturadas durante el periodo de paso prenupcial en Zouala, un palmeral en Marruecos, localizado a unos 100 km al norte del borde del Sáhara. El objetivo es contribuir al conocimiento del uso que los passeriformes hacen de los oasis del norte de África durante el periodo migratorio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en un palmeral en la localidad de Zouala (31°47'N 04°14'O, 938 m s.n.m.), en el SE de Marruecos. El palmeral se extiende a lo largo de unos 100 km ocupando la vega (cuando existe) del Río Ziz. El Ziz (de 282 km de longitud) nace en la cara sur del Atlas Medio y desaparece unos 150 km al sur de Zouala, en un sumidero en el propio Sáhara, ya en Argelia. Zouala, asimismo, se localiza al sur de la ciudad de Errachidia y unos 40 km al norte de Erfoud.

La vegetación en el palmeral la constituye un mosaico de huertas y pequeños cultivos de cereal, frutales y olivares, palmeras *Phoenix dactylifera* L. y tamarindos *Tamarix* spp. generalmente restringidos a las orillas del Ziz. La densidad de núcleos humanos es alta, especialmente donde el valle se abre y facilita la existencia de palmerales.

Se capturaron passeriformes europeos transaharianos mediante el empleo de redes de niebla (de 16 mm de malla y 2,5 m de altura). El esfuerzo de mues-

treo varió entre 108 y 204 m de redes. El muestreo se desarrolló en abril de 2011, durante un periodo de 16 días (09.04.2011-24.04.2011), a partir de la salida del sol y hasta el ocaso. El muestreo se detuvo diariamente a las 13:00 con el objetivo de evitar bajas por calor, reanudándose a partir de las 17:00.

Una vez capturadas las aves se anillaron y determinó su edad y sexo (SVENSSON, 1996). Además, se midieron: el nivel de grasa subcutánea (escala de 0 a 8; KAISER, 1993), desarrollo muscular (escala de 0 a 3; PINILLA, 2000) y peso ($\pm 0,1$ g).

Análisis de datos

Para aumentar el tamaño muestral por categoría y minimizar el efecto del observador en la estimación de la variable, el nivel de grasa se recodificó en tres categorías: baja (nivel de grasa en la escala original de 0 a 2), intermedia (3-5) y alta (6-8). Para analizar si esta variable varió entre especies se empleó un Modelo Lineal Generalizado (MLG), considerando esta variable como categórica (ordinal). El MLG también se utilizó para analizar si el desarrollo muscular varió entre especies. Como en el nivel de grasa, el músculo también se consideró como categórica (ordinal).

Por otro lado, se analizó si el peso en cada una de las especies varió entre las capturas que se obtuvieron tras el amanecer (hasta las 13:00) y antes del ocaso (desde las 17:00). Para ello se empleó un test de *t*. Este test también se utilizó para comparar el peso en Zoula con otras zonas del Mediterráneo Occidental, desde Marruecos hasta el noreste de España. La tasa de ganancia de reservas se estimó a través de dos aproximaciones: tasa de ganancia de peso global y diaria. La primera se calculó como la diferencia entre los pesos de la última y primera captura de cada ejemplar, dividido por los días transcurridos entre ambas capturas. La segunda se calculó como la diferencia entre los pesos de la última y primera captura del día, dividido por las horas transcurridas entre ambas capturas.

Se empleó el programa SPSS 18.0 para los análisis. Junto con las medias se indica el error estándar (SE).

RESULTADOS

En conjunto se capturaron 46 especies de aves, siendo 38 paseriformes (Tabla 1). De ellos, 23 fueron especies europeas transaharianas, presentes en el área sólo en paso migratorio. Se capturaron un total de 820 individuos, de los que un 96% fueron paseriformes y un 62%, especies transaharianas. En consecuencia, la comunidad de aves paseriformes en la zona durante el periodo de estudio está notablemente influenciada por las especies europeas en paso

Especie	Status	Capturas	Recapturas ¹	Recapturas ²
No paseriformes				
<i>A. atthis</i>	I+S	3	0	0
<i>A. barbara</i>	S	1	0	0
<i>C. ruficollis</i>	MT+E	1	0	0
<i>M. apiaster</i>	MT+E	17	0	0
<i>S. senegalensis</i>	S	1	0	0
<i>S. turtur</i>	MT+E	4	0	0
<i>T. ochropus</i>	MT	1	0	0
<i>U. epops</i>	MT+E	9	3	0
Paseriformes				
<i>A. arundinaceus</i>	MT	4	1	0
<i>A. schoenobaenus</i>	MT	2	0	0
<i>A. scirpaceus</i>	MT	69	5	1
<i>A. trivialis</i>	MT	1	0	0
<i>C. brachydactyla</i>	S	1	0	0
<i>C. carduelis</i>	I+S	21	1	0
<i>C. cettia</i>	S	9	2	0
<i>E. sabari</i>	S	1	0	0
<i>E. galactotes</i>	MT+E	24	6	1
<i>F. albicolis</i>	MT	1	0	0
<i>F. hypoleuca</i>	MT	20	1	0
<i>H. polyglotta</i>	MT	16	0	0
<i>H. rustica</i>	MT	30	0	0
<i>I. opaca</i>	MT	156	36	10
<i>I. pallida</i>	E	139	27	7
<i>L. senator</i>	MT	6	1	1
<i>L. naevia</i>	MT	2	0	0
<i>L. megarhynchos</i>	MT+E	45	7	4
<i>M. alba</i>	I+S	2	0	0
<i>M. cinerea</i>	I+S	1	0	0
<i>M. striata</i>	MT	3	1	0
<i>O. hispanica</i>	MT	1	0	0
<i>P. major</i>	S	4	0	0
<i>P. domesticus</i>	S	1	0	0
<i>P. phoenicurus</i>	MT	24	4	2
<i>P. bonelli</i>	MT	22	0	1
<i>P. collybita</i>	I+MT	5	0	0
<i>P. trochilus</i>	MT	19	0	0

Especie	Status	Capturas	Recapturas ¹	Recapturas ²
Paseriformes				
<i>P. sibilatrix</i>	MT	5	0	0
<i>P. barbatus</i>	S	4	0	0
<i>S. serinus</i>	I+S	8	0	0
<i>S. melanocephala</i>	I+S	6	2	1
<i>S. borin</i>	MT	5	0	0
<i>S. cantillans</i>	MT	43	1	0
<i>S. communis</i>	MT	6	1	0
<i>S. hortensis</i>	MT	4	0	0
<i>T. fulvus</i>	S	2	0	0
<i>T. merula</i>	S	71	15	0

Recapturas¹: individuos recapturados en días siguientes al día de anillamiento; se considera sólo una recaptura/individuo.

Recapturas²: individuos recapturados el mismo día de anillamiento; se considera sólo una recaptura/individuo.

Tabla 1.- Número de capturas y recapturas (auto-recapturas) de aves anilladas en Zouala durante un periodo de 16 días en abril de 2011. Se consideran todas las horas de muestreo. Para la nomenclatura se ha seguido SVENSSON *et al.* (2009). Status: S, sedentario; E, presente en la región como reproductor sólo en periodo estival; MT, migrante en paso, invernante en África tropical; I, invernante de Europa, abandona la región en periodo estival.

Table 1.- Number of captures and within-season recaptures of passerines caught at Zouala during a period of 16 days in April 2011. Data obtained for all sampling hours are shown here. Species have been named as shown in SVENSSON *et al.* (2009). Status: S, resident; E, summer visitors, occurring only as breeders; MT, trans-Saharan birds, occurring only as stopping over migrants; I, wintering.

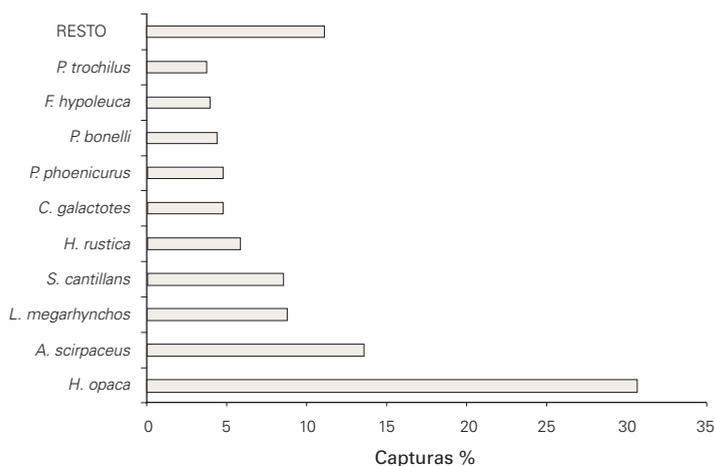


Fig. 1.- Abundancia relativa de las diez especies más abundantes de passeriformes europeos transaharianos. RESTO: resto de passeriformes capturados durante el periodo de muestreo.

Fig. 1. Relative abundance for the ten most abundant trans-Saharan birds. RESTO: rest of passerines captured during the sampling period.

migratorio. El 30% de las capturas del conjunto de especies transaharianas estuvo monopolizado por una sola especie el zarcero pálido occidental *Iduna opaca* (Cabanis, 1850). Para los análisis que se ejecutan a continuación se considerarán las diez más abundantes (Fig. 1).

Con la excepción del alzacola *Erythropropygia galactotes* (Temminck, 1820) y del papamoscas cerrojillo *Ficedula hypoleuca* (Pallas, 1764), las capturas que se obtuvieron a última hora del día tuvieron un peso mayor que las de la mañana (significativamente en cinco de las diez especies analizadas; Tabla 2). Esta diferencia de peso fue mínima en el carricero común *Acrocephalus scirpaceus* (Hermann, 1804) (+3,9%) y máxima en la golondrina común *Hirundo rustica* Linnaeus, 1758 (+32,4%). No obstante, el 66% de las capturas fue obtenido durante un periodo de sólo 5 h a partir de las 07:00 (Fig. 2), por lo que el tamaño muestral a última hora del día fue generalmente bajo (Tabla 2). Esto

Especie	07:00-11:00	17:00-21:00	Diferencia	t-Student	p
<i>A. scirpaceus</i>	10,3 ± 0,2	10,7 ± 0,4 (41)	+0,4 (+3,9%) (8)	0,788	0,435
<i>E. galactotes</i>	23,2 ± 0,5	22,6 ± 0,5 (12)	0,6 (-2,6%) (7)	0,671	0,511
<i>F. hypoleuca</i>	11,6 ± 0,5	11,2 ± 0,3 (14)	-0,4 (-3,5%) (4)	0,365	0,720
<i>H. rustica</i>	14,5 ± 1,1	19,2 ± 0,4 (2)	+4,7 (+32,4%) (26)	3,013	0,006
<i>I. opaca</i>	10,7 ± 0,1	11,3 ± 0,2 (100)	+0,6 (+5,6%) (11)	2,327	0,022
<i>L. megarhynchos</i>	18,5 ± 0,3	21,3 ± 0,9 (34)	+2,8 (+15,1%) (7)	3,359	0,002
<i>P. phoenicurus</i>	12,5 ± 0,3	14,8 ± 1,1 (19)	+2,3 (+18,4%) (4)	2,630	0,016
<i>P. bonelli</i>	6,7 ± 0,1	8,0 ± 0,4 (15)	+1,3 (+19,4%) (3)	4,298	0,001
<i>P. trochilus</i>	7,4 ± 0,3	8,6 ± 0,4 (14)	+1,2 (+16,2%) (2)	1,909	0,077
<i>S. cantillans</i>	8,6 ± 0,2	9,1 ± 0,4 (28)	+0,5 (+5,8%) (7)	1,174	0,249

Tabla 2.- Valores (media ± SE, tamaño muestral en paréntesis) de peso (g) en especies transaharianas capturadas durante el periodo de 4 h tras el amanecer (07:00-11:00) y 4 h antes del ocaso (17:00-21:00).

Table 2.- Body mass (mean ± SE, sample size in brackets) of trans-Saharan birds caught during a period of 4 h starting at dawn (from 07:00 to 11:00) and 4 h before dusk (17:00 to 21:00).

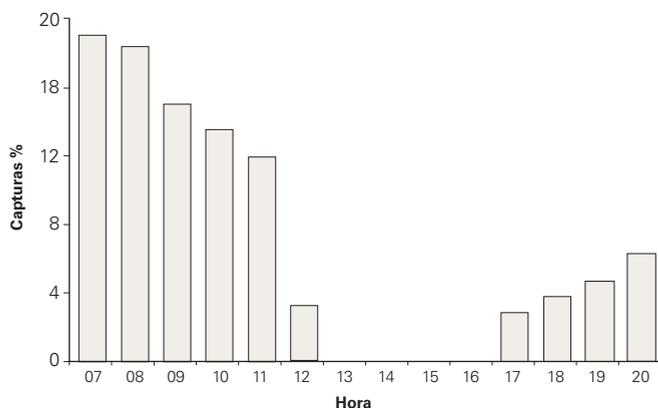


Fig. 2.- Distribución diaria de capturas durante el periodo de estudio. Para evitar bajas por calor, el muestreo se interrumpió de 13:00 a 17:00.

Fig. 2.- Daily number of captures along the study period. Sampling was interrupted from 13:00 to 17:00 to avoid mortality owing to very high temperatures.

obliga a considerar las medias del atardecer con precaución, si bien el incremento respecto de la mañana parece en todo caso bastante generalizado (Tabla 2).

Al comparar el peso de los passeriformes en Zouala con otras zonas del área mediterránea occidental (Tabla 3), observamos un incremento de peso hacia el norte, principalmente en lo relativo al norte de Marruecos (en seis de ocho especies) y el área peninsular (Cataluña, en siete de ocho especies). En las islas del Mediterráneo Occidental, la diferencia de peso en relación a Zouala es nula o se incrementa, con la excepción de las Columbretes, donde es menor o nula (Tabla 3).

La tasa de ganancia de peso global sólo se pudo estimar para un total de siete especies (Tabla 4), de las cuales una (*I. opaca*) proporcionó un tamaño muestral alto ($n > 10$), mientras que en dos [*F. hypoleuca*, y la curruca carrasqueña *Sylvia cantillans* (Pallas, 1764)] sólo hubo una recuperación. En consecuencia, los resultados que aquí se muestran son muy preliminares. La tasa de ganancia de peso varió significativamente entre las cinco especies con dos o más recapturas (ANOVA: $F_{4,53} = 4,589$, $p = 0,003$; pruebas *a posteriori* en Tabla 4). El valor de dicha tasa estuvo por encima de cero sólo en el caso del colirrojo real *Phoenicurus phoenicurus* (Linnaeus, 1758) (Tabla 4), mientras que en las demás no varió significativamente de cero.

La tasa de ganancia de peso diaria se pudo calcular para seis especies (Tabla 4), de las que sólo una (*I. opaca*) proporcionó un tamaño muestral aceptablemente alto ($n = 10$). Así, de nuevo es obligado prevenir del carácter preliminar

Especie	ZOUA	NMAR	BALH	BALS	COLU	CATA
<i>A. scirpaceus</i>	10,4 ± 1,7 (69)	10,8 ± 1,3 (1139)	11,5 ± 1,3 (39)	11,1 ± 1,5 (664)	10,3 ± 1,2 (228)	11,5 ± 1,1 (9396)
<i>F. hypoleuca</i>	11,6 ± 0,4 (20)	12,2 ± 0,1 (90)	12,2 ± 0,2 (100)	11,5 ± 0,0 (4356)	10,6 ± 1,1 (468)	11,9 ± 1,1 (1729)
<i>H. rustica</i>	18,9 ± 2,2 (30)	20,2 ± 1,3 (108)	18,5 ± 1,5 (312)	17,1 ± 1,2 (1557)	15,6 ± 0,1 (333)	18,5 ± 0,0 (5563)
<i>L. megarhynchos</i>	19,1 ± 2,0 (45) (244)	20,3 ± 2,7 (84)	21,1 ± 1,8 (1915)	19,5 ± 2,3 (1174)	18,6 ± 2,2 (1615)	20,0 ± 1,7
<i>P. pboenicurus</i>	13,0 ± 2,0 (24)	14,8 ± 1,9 (33)	15,2 ± 1,5 (16)	14,1 ± 1,5 (5789)	13,6 ± 1,6 (1412)	14,2 ± 1,3 (1159)
<i>P. bonelli</i>	7,0 ± 0,9 (22)	7,3 ± 0,6 (11)		7,1 ± 0,8 (705)	6,6 ± 0,8 (220)	7,3 ± 0,8 (139)
<i>P. trochilus</i>	7,6 ± 0,9 (19)	8,8 ± 1,2 (526)	9,0 ± 1,0 (363)	8,6 ± 1,1 (26564)	8,2 ± 1,1 (6728)	8,7 ± 0,9 (8666)
<i>S. cantillans</i>	8,8 ± 1,3 (43)	10,0 ± 0,3 (58)	9,1 ± 1,0 (10)	8,9 ± 0,0 (2036)	8,7 ± 0,9 (566)	9,3 ± 0,8 (662)

Tabla 2.- Valores (media ± SE, tamaño muestral en paréntesis) de peso (g) en especies transaharianas capturadas durante el periodo de 4 h tras el amanecer (07:00-11:00) y 4 h antes del ocaso (17:00-21:00).

Table 2.- Body mass (mean ± SE, sample size in brackets) of trans-Saharan birds caught during a period of 4 h starting at dawn (from 07:00 to 11:00) and 4 h before dusk (17:00 to 21:00).

de estos datos. En las especies con dos o más recapturas, la tasa diaria de ganancia de peso no varió entre especies (ANOVA: $F_{2,15} = 0,254$, $p = 0,779$). En el caso del ruiseñor común *Luscinia megarhynchos* (Brehm, 1831) la tasa estuvo por debajo de cero (Tabla 4), mientras que en el resto no varió significativamente de cero.

El nivel de grasa (recodificado en tres categorías), en conjunto bajo, varió significativamente entre especies (χ^2 de Wald = 61,858, $p < 0,001$) (Fig. 3). Este patrón también se observó al repetir el análisis para el periodo de 4 h de muestreo a partir de la salida del sol (χ^2 de Wald = 59,471, $p < 0,001$). Similarmente, el desarrollo muscular (en conjunto, intermedio) varió entre especies (χ^2 de

Especie	Tasa global [g/d]		Tasa diaria [g/d]	
	Media±SE	n	Media±SE	n
<i>A. scirpaceus</i>	-0,1 ± 0,1 ^{aa}	4	-0,15	1
<i>E. galactotes</i>	0,2 ± 0,1 ^{ab}	6	-0,01	1
<i>F. hypoleuca</i>	0,3	1	-	-
<i>I. opaca</i>	-0,0 ± 0,1 ^{aa}	33	-0,03 ± 0,05	10
<i>L. megarhynchos</i>	0,5 ± 0,3 ^{ab}	7	-0,08 ± 0,02	4
<i>P. phoenicurus</i>	0,6 ± 0,1^{bb}	4	-0,02 ± 0,08	2
<i>S. cantillans</i>	-0,4	1	0,05	1

Tabla 4.- Tasa de ganancia de peso registrada en las especies más abundantes (n > 10 en el número de capturas) de paseriformes transaharianos capturados en Zouala. La tasa global se ha estimado como la diferencia de pesos entre la primera captura (anillamiento) y la última recuperación (recapturas del mismo día omitidas). La tasa diaria se ha estimado como la diferencia de pesos entre la primera captura y la última recuperación obtenida dentro del mismo día. En negrita se indican las medias que difirieron significativamente de cero (prueba de t para una sola muestra). Los superíndices (tasa global) agrupan los valores para los que no hubo diferencias significativas.

Table 4.- Mass deposition rate observed for the most abundant (number of captures, n > 10) trans-Saharan birds in Zouala. Global rate has been calculated as the difference of body mass between the first and last captures of each bird. Daily rate has been calculated as the difference in body mass between the first and last captures obtained in a same day. We show in bold the mean values statistically differing from zero (according to a t test).

Wald = 50,015, $p < 0,001$) (Fig. 4). Esta patrón también se observó al repetir el análisis para el periodo de 4 h de muestreo a partir de la salida del sol (χ^2 de Wald = 64,081, $p < 0,001$).

DISCUSIÓN

En cuanto a la abundancia de cada una de las especies capturadas, cabe destacar la dominancia de *I. opaca* (si consideramos sólo especies de paseriformes europeos transaharianos) sobre el resto de especies. Esto contrasta con los resultados hallados en otros oasis al sureste de Marruecos, donde dominan otras especies (MAGGINI & BAIRLEIN, 2011; ARIZAGA *et al.*, en prep). El motivo de esta diferencia pudo explicarse, probablemente, porque el muestreo en Zouala se desarrolló en un hábitat ribereño formado casi exclusivamente por tamarindos, esto es, preferente para *I. opaca* (CRAMP, 1992). En la medida en que el muestreo en los otros oasis fue desarrollado en las mismas fechas hay que descartar la hipótesis de que la diferencia sea atribuible a la coincidencia con el periodo de paso de la especie en la zona en la caso de Zouala.

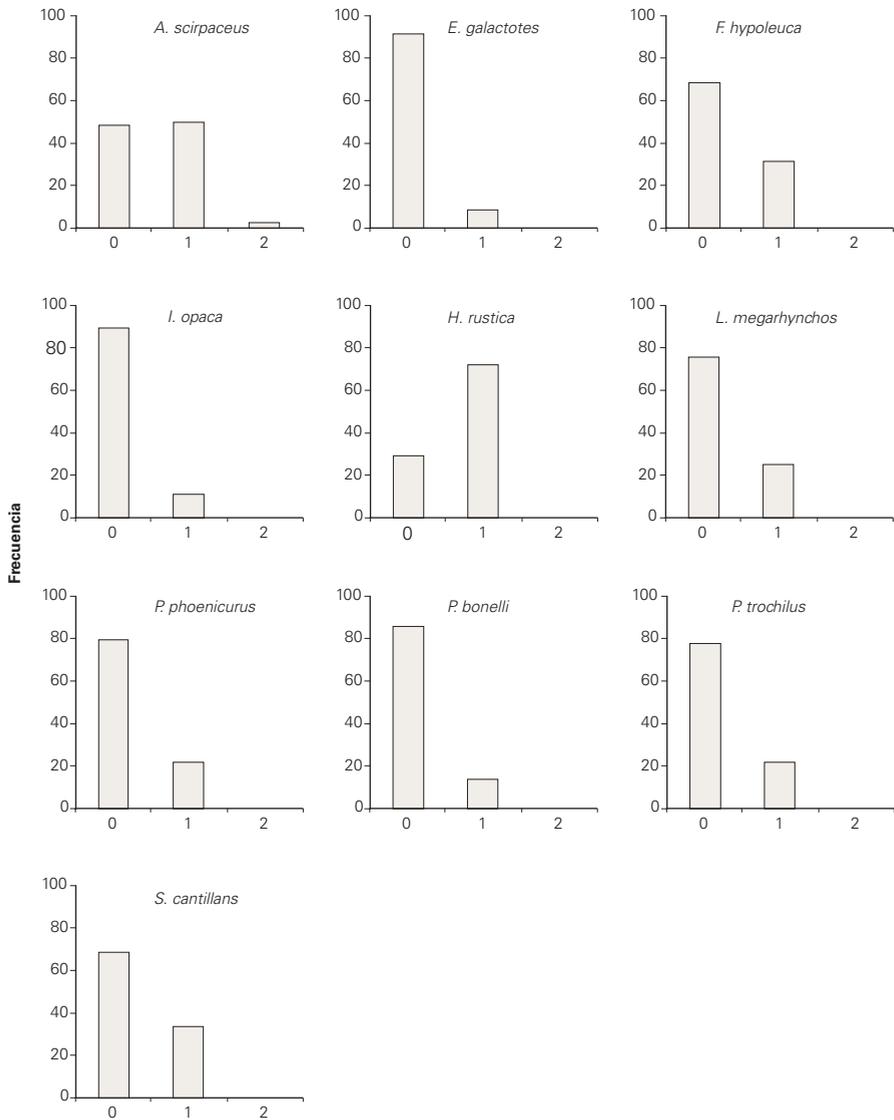


Fig. 3.- Distribución (en porcentaje) de la variable "nivel de grasa" (recodificada en tres categorías) en las especies más abundantes de paseriformes transaharianos.

Fig. 3.- Distribution (percentage) of fat scores (in three categories) for the most abundant trans-Saharan birds.

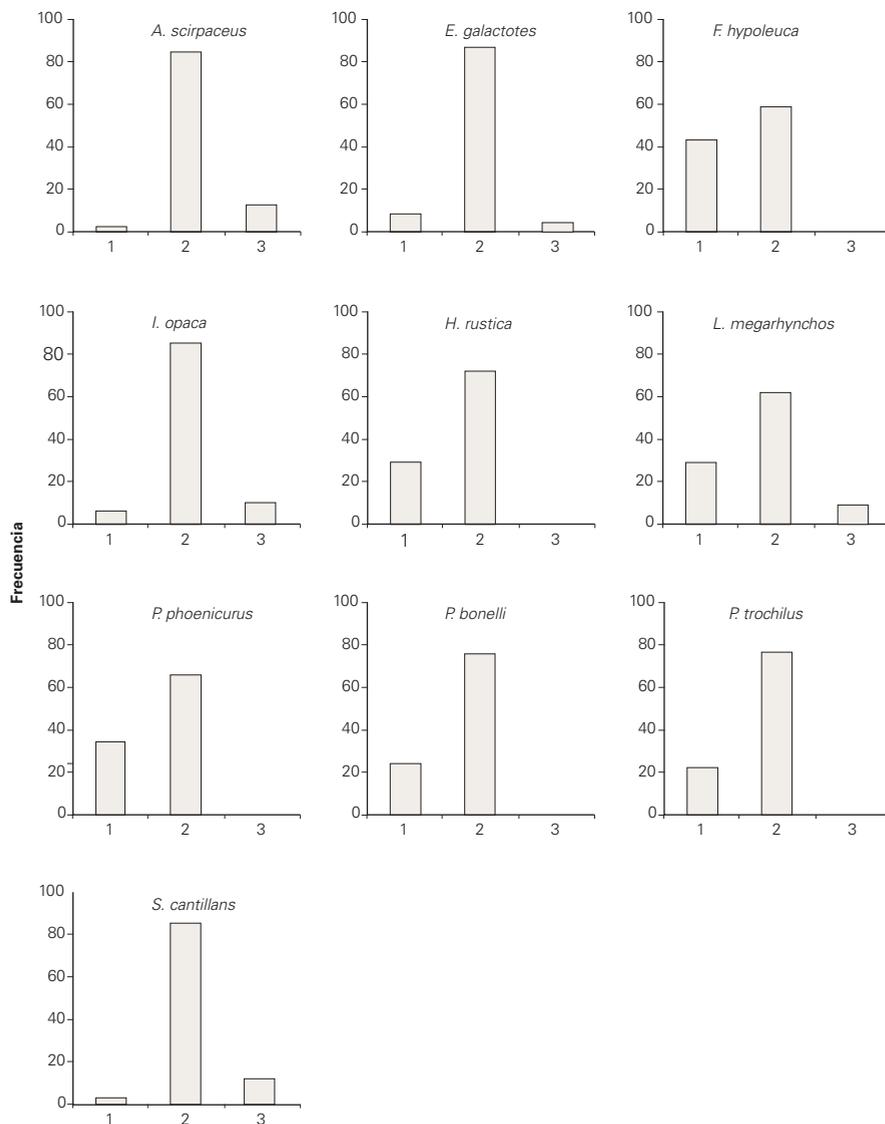


Fig. 4.- Distribución (en porcentaje) de la variable “desarrollo muscular” en las especies más abundantes de paseriformes transaharianos.

Fig. 4.- Distribution of muscle scores (percentage) for the most abundant trans-Saharan birds.

En conjunto, las aves que se capturaron en Zouala tuvieron un nivel de grasa bajo y desarrollo muscular intermedio, lo cual apunta a que una fracción de los migrantes que pasan por Zouala debe repostar en África septentrional para alcanzar Europa. En este contexto, dos alternativas son posibles: acumular en Marruecos una cantidad de reservas tan alta como para migrar hasta las áreas de cría en Europa directamente, o desarrollar una estrategia migratoria a saltos (e.g., ARIZAGA *et al.*, 2010; ARIZAGA *et al.*, 2011), por la que no se da una gran ganancia de reservas en ningún área de descanso, sino un ligero o nulo incremento, suficiente para cubrir distancias cortas hasta llegar a otra área de descanso. Esta última estrategia, no obstante, forzaría a evitar cruzar el Mediterráneo y migrar, en consecuencia, a través de la España peninsular. El incremento de peso generalizado hacia el norte de Marruecos en relación a Zouala indica que tiene lugar una cierta ganancia de peso en la región, lo cual apoyaría lo ya apuntado en un análisis a gran escala para el Mediterráneo occidental (GARGALLO *et al.*, 2011). Esto apoyaría la idea de que el norte de África podría constituirse como un área importante para la ganancia de reservas de paseriformes europeos durante el periodo migratorio prenupcial. No obstante, desconocemos cuál es la fracción de aves de cada una de las especies que para en el Magreb con el fin de acumular reservas y la que no lo hace. Asimismo, desconocemos igualmente cuál es la fracción de individuos que, aún sedimentándose, fueron capturados. Es sabido que cuando la cantidad de reservas es alta o simplemente no existe deposición de reservas, la estrategia de un migrante en un área de descanso se reduce a quedarse en la sombra para seguir la migración al caer el sol, o al menos su actividad desciende de tal modo que la probabilidad de recaptura también disminuye (JENNI-EIERMANN *et al.*, 2011). Este tipo de individuos no serían capturados, por lo que los resultados aquí discutidos se circunscribirían a la fracción de aves que usan la zona para acumular reservas.

En promedio, los valores más altos de grasa se observaron en *H. rustica*. Esto coincide con los resultados observados en otros oasis de la región (MAGGINI & BAIRLEIN, 2011) y, en consecuencia, cabe concluir que especies como *H. rustica* quizás llegan al Magreb con una cantidad de reservas suficiente como para alcanzar Europa directamente (PILASTRO & SPINA, 1997), sin tener que acumular grandes reservas en África septentrional. No obstante, el peso en *H. rustica* suele ser mayor en oasis de gran tamaño, como es el caso de Zouala, respecto a oasis de menor tamaño (GARGALLO, com. Per.), por lo que los datos que se obtuvieron en Zouala estarían sesgados. Asimismo, el Sahel ha de jugar un papel fundamental para *H. rustica* en lo relativo al almacenamiento de gran cantidad de grasa antes de cruzar el Sáhara. Así, es sabido que en los años de sequía en esta región la supervivencia se reduce significativamente (ZWARTS *et al.*, 2009). En el lado opuesto está el caso de especies como *E. galactotes*, *I. opaca* y el mos-

quitero papialbo *Phylloscopus bonelli* (Vieillot, 1819), en las que el nivel de grasa fue muy bajo (>80% de las capturas con un nivel de grasa ≤ 2 , en una escala del 0 al 8). Curiosamente, las tres son especies que se reproducen en Europa meridional y Marruecos y que, por consiguiente, probablemente y debido a la proximidad a su área de cría realizan una estrategia migratoria a saltos. En todo caso, este tipo de especies podría depender del Magreb más que las especies que se reproducen, principalmente, en Europa septentrional, las cuales llegan a la zona con más reservas.

El peso de las aves que se capturaron tras el amanecer fue más bajo que el de las aves capturadas hacia el ocaso, lo cual apoyaría la idea de que las aves acumularon peso durante este periodo, probablemente como reservas (NEWTON, 2008; SALEWSKI *et al.*, 2009). Este supuesto incremento diario de peso no se constató al analizar la tasa de ganancia diaria de peso en aquellas aves para las que se obtuvieron recapturas dentro del mismo día. No obstante, el tamaño muestral en este caso fue muy bajo, lo cual impide conclusiones firmes al respecto. Además, desconocemos hasta qué punto la manipulación afecta a la estimación de la tasa de ganancia de peso diaria (SCHWILCH & JENNI, 2001). La aplicación de técnicas más precisas como la estimación de la tasa de ganancia de reservas a través de metabolitos (CERASALE & GUGLIELMO, 2010) podría ayudar de manera decisiva a resolver esta cuestión en el futuro.

Igualmente, tampoco se observó (excepto en *P. phoenicurus*) un incremento de peso durante el periodo de estancia en aquellos individuos para los que se obtuvieron recapturas durante el periodo de estudio. Nuevamente, el tamaño muestral en este caso fue muy bajo, lo cual impide llegar a conclusiones firmes al respecto para la mayor parte de las especies. En *I. opaca*, no obstante, se obtuvo un tamaño muestral alto y, aún así, la tasa de ganancia de peso global observada no difirió significativamente de cero. Así, se apoyaría la idea de que, efectivamente, los oasis del Magreb en general no son utilizados por cierto número de especies transaharianas en paso prenupcial, particularmente *I. opaca*, para acumular gran cantidad de reservas. No obstante, otras especies, como es el caso de *S. cantillans*, sí parecen capaces de acumular peso, (GARGALLO *et al.*, 2011).

En conclusión, el ensamblado de aves passeriformes transaharianas en Zoula (un palmeral situado al sureste de Marruecos) está dominado por especies de carácter mediterráneo, principalmente *I. opaca*, siendo más escasas las que crían en el norte de Europa. En conjunto, la cantidad de reservas es baja y el peso es inferior al registrado tanto en el norte de Marruecos como, incluso, en las islas del Mediterráneo occidental. Las especies con menos grasa fueron las que se reproducen más al sur, en hábitats de carácter xerófilo, en la Europa mediterránea y el norte de África.

AGRADECIMIENTOS

A H. Rguibi, por su ayuda en los permisos de anillamiento. Al personal de Maison d'Hôte Zouala y a nuestros seguidores y compañeros, los niños del palmeral de Zouala. G. Gargallo, I. García-Peiró y E. Barba aportaron interesantes comentarios que contribuyeron a mejorar una primera versión del trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- ARIZAGA, J., BARBA, E., ALONSO, D., VILCHES, A. 2010. Stopover of bluethroats (*Luscinia svecica cyaneacula*) in northern Iberia during the autumn migration period. *Ardeola* 57: 69-85.
- ARIZAGA, J., SÁNCHEZ, J.M., DÍEZ, E., CUADRADO, J.E., ASENJO, I., MENDIBURU, A., JAUREGI, J.I., HERRERO, A., ELOSEGI, Z., ARANGUREN, I., ANDUEZA, M., ALONSO, D. 2011. Fuel load and potential flight ranges of passerine birds migrating through the western edge of the Pyrenees. *Acta Ornithologica* 46: 19-28.
- BIEBACH, H. 1990. Strategies of trans-Saharan migrants. In: *Bird migration*. E. Gwinner (Ed.): 352-367. Springer. Berlin.
- CERASALE, D.J., GUGLIELMO, C.G. 2010. An integrative assessment of the effects of tamarisk on stopover ecology of a long-distance migrant along the San Pedro river, Arizona. *Auk* 127: 636-646.
- CRAMP, S. 1992. *Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa*. Vol. 6. Oxford University Press. Oxford.
- DIERSCHKE, V., DELINGAT, J. 2001. Stopover behaviour and departure decision of northern wheatears, *Oenanthe oenanthe*, facing different onward non-stop flight distances. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 50: 535-545.
- FRY, C.H., ASH, J.S., FERGUSON-LEES, J. 1970. Spring weights of some Palaeartic migrants at Lake Chad. *Ibis* 112: 58-82.
- GARGALLO, G., BARRIOCANAL, C., CASTANY, J., CLARABUCH, O., ESCANDELL, R., LÓPEZ, G., RGUIBI, H., ROBSON, D., SUAREZ, M. 2011. *Spring bird migration in the Western Mediterranean: results from the Piccole Isole Project*. Museu de Ciències Naturals. Barcelona. Monografies del Museu de Ciències Naturals 6.
- HJORT, C., PETTERSSON, J., LINDSTRÖM, Å., KING, M.B. 1996. Fuel deposition and potential flight ranges of Blackcas *Sylvia atricapilla* and Whitethroats *Sylvia communis* on spring migration in The Gambia. *Ornis Svecica* 6: 137-144.
- JENNI-EIERMANN, S., ALMASI, B., MAGGINI, I., SALEWSKI, V., BRUDERER, B., LIECHTI, F., JENNI, L. 2011. Numbers, foraging and refuelling of passerine migrants at a stopover site in the western Sahara: diverse strategies to cross a desert. *J. Ornithol.* 152 (Suppl. 1): 113-128.

- KAISER, A. 1993. A new multicategory classification of subcutaneous fat deposits of songbirds. *J. Field Ornithol.* 64: 246-255.
- MAGGINI, I., BAIRLEIN, F. 2011. Body condition and stopover of trans-Saharan spring migrant passerines caught at a site in southern Morocco. *Ringing Migr.* 25: 31-37.
- MOORE, F., KERLINGER, P. 1987. Stopover and Fat Deposition by North American Wood-Warblers (Parulinae) following Spring Migration over the Gulf of Mexico. *Oecologia* 74: 47-54.
- MOREAU, R.E. 1972. *The Palaearctic-African bird migration systems*. Academic Press. London.
- NEWTON, I. 2008. *The migration ecology of birds*. Academic Press. London.
- OTTOSSON, U., WALDENSTROM, J., HJORT, C., MCGREGOR, R. 2007. Timing of migration and body mass changes in the Garden Warbler (*Sylvia borin*) at three sites in sub-Saharan West Africa. *Ostrich* 78: 371-371.
- PILASTRO, A., SPINA, F. 1997. Ecological and morphological correlates of residual fat reserves in passerine migrants at their spring arrival in Southern Europe. *J. Avian Biol.* 28: 309-318.
- PINILLA, J. 2000. *Manual para el anillamiento científico de aves*. SEO/BirdLife y DGCN-MIMAM. Madrid.
- RGUIBI, H., JULLIARD, R., BAIRLEIN, F. 2003. Variation in the stopover duration of Reed Warblers *Acrocephalus scirpaceus* in Morocco: effects of season, age and site. *Ibis* 145: 650-656.
- RGUIBI, H., JULLIARD, R., BAIRLEIN, F., DAKKI, M. 2007. Should I stay or should I go? Stopover variations of the reed warbler (*Acrocephalus scirpaceus*) in Morocco: effects of age, season and site. *Ostrich* 78: 372-372.
- SALEWSKI, V., KÉRY, M., HERREMANS, M., LIECHTI, F., JENNI, L. 2009. Estimating fat and protein fuel from fat and muscle scores in passerines. *Ibis* 151: 640-653.
- SCHWILCH, R., JENNI, L. 2001. Low initial refuelling rate at stopover sites: a methodological approach? *Auk* 118: 698-708.
- SVENSSON, L. 1996. *Guía para la identificación de los passeriformes europeos*. Sociedad Española de Ornitología. Madrid.
- SVENSSON, L., MULLARNEY, K., ZETTERSTRÖM, D. 2009. *Guía de aves. España, Europa y región mediterránea*. Ediciones Omega. Barcelona.
- YONG, W., MOORE, F.R. 1997. Spring stopover of intercontinental migratory thrushes along the northern coast of the Gulf of Mexico. *Auk* 114: 263-278.
- ZWARTS, L., BIJLSMA, R.G., VAN DER KAMP, J., WYMENGA, E. 2009. *Living on the edge: Wetlands and birds in a changing Sahel*. KNNV Publishing. Zeist.



- Fecha de recepción/Date of reception: 17.01.2012
- Fecha de aceptación/ Date of acceptance: 27.06.2012