

## ECOLOGÍA DE LA SEDIMENTACIÓN Y UTILIZACIÓN DE DIVERSAS ESTRATEGIAS MIGRATORIAS EN EL ANDARRÍOS CHICO (*ACTITIS HYPOLEUCOS*)

Alfonso BALMORI\*

**SUMMARY.**—*Stopover ecology and divers migratory strategies use in the Common Sandpiper (Actitis hypoleucos)*

**Aims:** Obtain information about the stopover ecology of the Common Sandpiper, to identify the divers strategies used by juvenile and adults and its contribution to the differential migration as well as try to explain the differences in the results of studies realized in the coast and interior.

**Location:** The study was carried out in the Duero Valley, confluence of Cega and Duero rivers (Valladolid, Spain).

**Methods:** captures with mist nest, ringing and taking of data in hand.

**Results:** high variations of body mass were observed in recoveries, with increments of 6.87 grams during the day and losses of 4.94 g. during the night. Body mass of birds captured in the dusk was larger than in the dawn both in adults (average = 9.85) and juvenile (6.65). The index means of fat found for each age and hour was 1.2 at the dawn and 2.2 at dusk for the juvenile, and 1.5 and 2.5 respectively for the adults. It was a high correlation between the body mass and the fat index on the captured birds. The Common sandpiper fattens a daily average of 1.93 grams, increasing their body mass in 5.04 grams among the first and last capture. Some individuals increase until 60% of body mass during their stay. The stragglers birds remain more time at the study area. It seems to exist a higher nutritious efficiency of adults regarding the younger that could explain the progressive delay in the migration of the younger birds.

**Conclusions:** The species has a very active metabolism, with high variations of body mass along the day and high night losses. The results support the hypothesis that the adults travel quicker than the juvenile in autumn. This can be originated by a higher nutritious efficiency, a smaller energy expense or for the competitive domain of the adults. It is possible that the migration is slower in the coast, where the young birds prevail in the realized studies, than in the interior. Probably in the coast the adults use a similar strategy to the juvenile ones.

**Key words:** *Actitis hypoleucos*, autumn passage, body mass, Duero valley, fat, differential migration, gain of body mass, migratory strategies.

**RESUMEN.**—*Ecología de la sedimentación y utilización de diversas estrategias migratorias en el Andarríos Chico (Actitis hypoleucos).*

**Objetivos:** El objetivo de este trabajo fue obtener información sobre la ecología de la sedimentación del Andarríos Chico, identificar las diferentes estrategias utilizadas por juveniles y adultos y su contribución a la migración diferencial así como intentar explicar las diferencias en los resultados de estudios realizados en la costa y en el interior.

**Localidad:** El trabajo de campo se realizó en la Cuenca del Duero. En la confluencia de los Ríos Cega y Duero (Valladolid).

**Métodos:** Captura con red, anillamiento y toma de datos en mano.

**Resultados:** Se observaron grandes variaciones de la masa corporal en ejemplares recapturados con incrementos de 6,87 gramos durante el día y pérdidas de 4,94 g. durante la noche. La diferencia de la masa

\* C/ Navarra, 1 - 5ºB, E-47007 Valladolid, España. E-mail: abalmori@ono.com

corporal media de todos los adultos capturados por la mañana respecto a los capturados por la tarde fue de 9,85 g., mientras la de los juveniles fue de 6,65 g. favorable en ambos casos al periodo vespertino. Los índices medios de grasa encontrados para cada edad y hora fueron 1,2 al amanecer y 2,2 por la tarde para los juveniles, y 1,5 y 2,5 respectivamente en los adultos. Se encontró una alta correlación entre la masa corporal y el índice de grasa de los ejemplares capturados. Los Andarríos engordan un promedio diario de 1,93 g. aumentando su masa en 5,04 g. entre la primera y última captura. Algunos ejemplares aumentan hasta el 60% de masa corporal durante su estancia. Los ejemplares rezagados permanecen más tiempo en el área de estudio. Parece existir una mayor eficiencia alimenticia o de otro tipo de los adultos respecto a los jóvenes, que podría explicar el retraso progresivo en la migración de los juveniles.

**Conclusiones:** La especie tiene un metabolismo muy activo, con grandes variaciones de masa a lo largo de la jornada y elevadas pérdidas nocturnas. Los resultados encontrados soportan la hipótesis de que los adultos viajan más rápido que los juveniles en otoño, lo que parece estar originado por una mayor eficiencia alimenticia, un menor gasto energético o a la dominancia competitiva de los ejemplares adultos. Es posible que la migración sea más lenta en la costa que en el interior, donde predominan las aves jóvenes en los estudios realizados. En la costa posiblemente los adultos utilizan una estrategia migratoria más parecida a la de los juveniles.

*Palabras clave:* *Actitis hypoleucos*, Cuenca del Duero, estrategias migratorias, grasa, migración diferencial, migración postnupcial, tasa de engorde.

## INTRODUCCIÓN

A pesar del gran avance del conocimiento que se ha producido en los últimos años, el estudio del fenómeno migratorio en las aves mantiene todavía numerosas incógnitas sin resolver (Pérez-Tris & Santos, 2004). Los estudios sobre ecología de la sedimentación han contribuido a comprender los procesos implicados en el establecimiento de los programas migratorios de las diferentes especies o poblaciones, la organización espacio-temporal, las paradas durante el viaje y los tiempos de estancia en cada una de ellas (Pérez-Tris, 2002). Las aves difieren en la velocidad y las estrategias de migración (Berthold, 2001). La eficacia con que migra cada especie, cada población o individuo viene condicionada por un gran número de factores y por sus múltiples interacciones (Pérez-Tris, 2002). Las estrategias migratorias de las especies parten de diferencias en la ecología alimentaria (dieta, comportamiento alimenticio y selección del hábitat) (Bibby & Green, 1981). Los estudios comparativos de la sedimentación entre ejemplares de diferente sexo y edad son escasos, por lo que es necesario investigar la relación entre

la acumulación grasa y la velocidad migratoria a nivel intraespecífico (Ellegren, 1991). Existen muchas evidencias que muestran que, en paseriformes migradores, la primera migración está principalmente controlada endógenamente, mientras que, en la segunda migración, pueden desarrollar un comportamiento migratorio más facultativo y de que todos los mecanismos conocidos, usados por los migrantes, están sujetos a modificaciones y mejora de la eficiencia, como resultado de la experiencia obtenida durante el desarrollo juvenil (Berthold, 2001).

El grupo de las aves limícolas ha acaparado bastante atención en este aspecto. Se han descrito diversas estrategias migratorias entre especies muy próximas (Butler & Kaiser, 1995), que pueden existir también entre los grupos de edad, los sexos o las subpoblaciones y deben ser consideradas en los modelos de migración (Lyons & Haig, 1995). La competencia por el alimento puede desembocar en variadas ratios de engorde entre individuos (Skagen & Knopf, 1994). En varias especies se ha estudiado la ecología de la sedimentación, los rangos de vuelo y las estrategias migratorias diferenciales entre sexos, grupos

de edad o subespecies, fundamentales para desentrañar algunas lagunas del conocimiento (por ej., Zwarts *et al.*, 1990; Goede *et al.*, 1990; Skauner & Knopf, 1994).

Los limícolas más estudiados pertenecen al género *Calidris*: El Correlimos Común (*Calidris alpina*; Mascher & Marcström, 1976; Rösner, 1990), el Correlimos Zarapitín (*Calidris ferruginea*; Figuerola & Bertolero, 1996, 1998), el Correlimos de Maur (*Calidris mauri*; Butler *et al.*, 1987; Iverson *et al.*, 1996), el Correlimos Semipalmado (*Calidris pusilla*; Dunn *et al.*, 1988; Lyon & Haig, 1995) y el Correlimos Menudillo (*Calidris minutilla*; Butler & Kaiser, 1995). Para el Correlimos Común (*Calidris alpina*) existen claras diferencias en la estrategia migratoria y en la fenología entre dos subpoblaciones con diferente origen geográfico (Goede *et al.*, 1990). Diferentes estrategias migratorias para la misma especie se han observado también en *C. pusilla* (Page & Middleton, 1972; Skagen & Knopf, 1994) y en *Calidris fuscicollis* (Harrington *et al.*, 1991). En general las estrategias de Piersma (1987) pueden aplicarse a diferentes individuos de la misma especie, de la misma forma que a distintas especies. Además se ha observado que la diferencia en las ratios de ganancia de masa corporal entre distintas poblaciones persiste aunque las aves tengan comida suficiente (Zwarts *et al.*, 1990).

La información sobre la migración de las limícolas no costeras en zonas de interior es escasa. El Andarríos Chico (*Actitis hypoleucos*) es una especie de costumbres solitarias, que utiliza un amplia variedad de hábitats durante la migración. Las investigaciones realizadas sobre esta especie han descrito su fenología migratoria (Galarza, 1984; Balmori, 2003), las diferencias migratorias entre jóvenes y adultos (Meissner, 1997; Balmori, 2003), las variaciones de masa corporal y grasa durante la migración (Arcas, 2001) y la migración primaveral en islas (Bacetti, 1992).

El objetivo de este trabajo fue obtener información sobre la ecología de la sedimenta-

ción del Andarríos Chico, identificar las diferentes estrategias utilizadas por los juveniles y los adultos y su contribución a la migración diferencial, así como intentar explicar las diferencias encontradas entre los estudios realizados en la costa y en el interior.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se ha realizado en la confluencia de los ríos Cega y Duero en la provincia de Valladolid que es un área de sedimentación del Andarríos Chico en paso postnupcial. Para la captura se utilizó una red de 12 metros, dispuesta transversalmente en el río Cega, a unos 200 metros de su desembocadura (Para la descripción del área de estudio y el método de captura ver Balmori, 2003). Las aves capturadas se encontraban en paso, ya que el Andarríos Chico no cría ni inverna en el área de estudio, al menos de manera regular.

Se anotó la fecha y la hora, la categoría de edad (código EURING), la longitud del ala aplastada (Svensson, 1984), la masa corporal y la categoría de grasa de cada ejemplar capturado. Para la toma de datos se utilizó regla de tope, dinamómetro (precisión de 1 g.) y calibre (precisión de 0,1 mm). Puesto que la mayoría de las capturas fueron pequeñas ( $n < 5$  ejemplares), las mediciones y toma de datos se realizaron inmediatamente tras su captura, por lo que no fue necesario compensar las pérdidas de masa corporal durante el manejo. Para la determinación de las clases de edad se siguió a Prater *et al.* (1987) y a Colston & Burton (1988). En la asignación de categorías de grasa se utilizaron los Índices de 0 a 5 siguiendo a ICONA (1984), aunque para una catalogación más fina se utilizaron también categorías intermedias.

Para analizar las diferencias de la masa corporal según la edad (juvenil o adulto) o la sesión de captura (mañana o tarde) se utilizó un análisis de la varianza (ANOVA) de clasificación simple. Mediante un ANOVA de

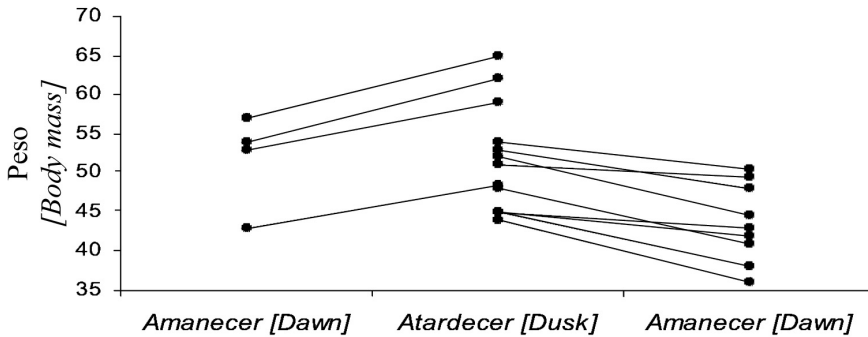


FIG. 1.—Ganancias de masa corporal durante el día y pérdidas durante la noche de los ejemplares recapturados en sesiones consecutivas.

[*Body mass increase at day and decrease at night of Common sandpipers recovered in consecutive working period.*]

clasificación doble se analizó la influencia en la masa corporal de los factores edad y sesión de captura y la interacción entre ambos. Para la comparación de los ritmos de ganancia de masa corporal entre jóvenes y adultos se utilizaron análisis de regresión. En los análisis comparativos de la grasa se utilizó una prueba no paramétrica (Test *U* de Mann-Whitney). Para estudiar la relación entre la masa corporal y la grasa se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman. Para la comparación de los promedios de masa corporal de los grupos de ejemplares capturados y recapturados durante su estancia se utilizó la prueba “*z*” para muestras grandes. En los análisis estadísticos se utilizó el programa Statistica versión 4.5.

## RESULTADOS

Durante nueve años se emplearon un total de 160 sesiones con un esfuerzo de captura superior a las 500 horas. 48 (30%) de las sesiones fueron al amanecer y 112 (70%) al anochecer. En total se obtuvieron 491 capturas de 341 (69,5%) ejemplares diferentes y 150 (30,5%) controles. En 26 (16,2%) de las sesiones no se capturó ningún ejemplar (Balmori, 2003).

### *Variación de la masa corporal y la grasa en cada jornada*

Trece ejemplares (11 jóvenes y 2 adultos) se recapturaron en dos sesiones consecutivas (con un lapso temporal menor de doce horas). Cuatro de ellos, que se capturaron por la mañana (5.00-8.00 h) y se recapturaron por la tarde (17.00-20.00 h), tuvieron un incremento medio de masa de 6,87 g. (rango: 5,5 - 8 g). Nueve ejemplares que se capturaron por la tarde (17.00-20.00 h) y se recapturaron a la mañana siguiente (5.00-8.00 h) perdieron durante la noche una media de 4,94 g. (rango: 1,5 - 8 g) (Fig. 1). Con estos datos se calculó una ganancia neta teórica de 1,93 g/día.

La masa corporal (media  $\pm$  DT.) del conjunto de los Andarríos fue  $49,88 \pm 8,65$  g ( $n = 226$ ). Los andarríos de cualquier edad capturados al amanecer (5:00-8:00 h,  $n = 102$ ) pesaron  $46,07 \pm 7,089$  g mientras los capturados por la tarde (17:00-20:00 h,  $n = 124$ ) pesaron  $53,008 \pm 8,60$  g (ANOVA,  $F_{1,222} = 41,95$ ,  $P < 0,001$ ). La masa corporal promedio de los jóvenes capturados a cualquier hora ( $n = 96$ ) fue de  $48,57 \pm 7,77$  g mientras la de los adultos ( $n = 130$ ) fue de  $50,84 \pm 9,17$  g, siendo significativa la diferencia entre ambos promedios (ANOVA,  $F_{1,222} = 6,53$ ,  $P = 0,011$ ).

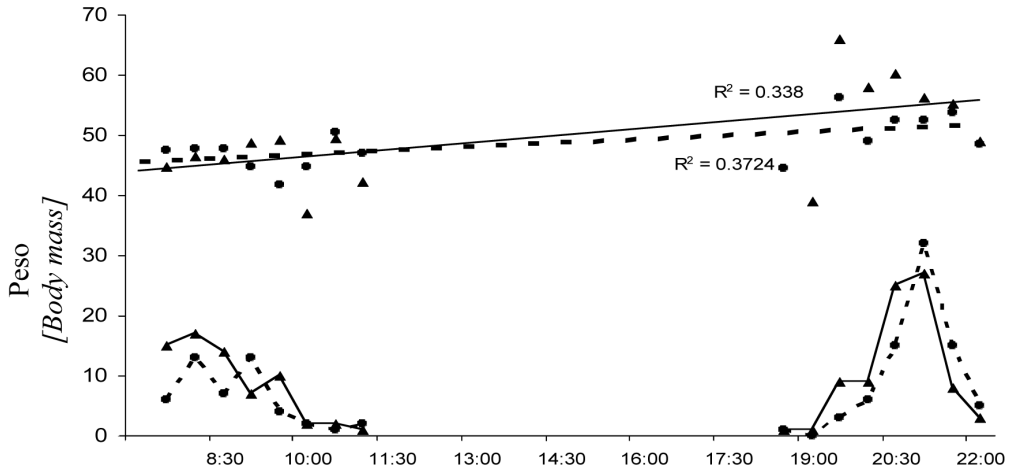


FIG. 2.—Promedio de la masa corporal de los jóvenes (círculos) y los adultos (triángulos) a lo largo de la jornada en periodos de media hora, con su línea de tendencia (jóvenes: línea de trazos; adultos: línea continua). En la parte inferior se representa el número de jóvenes (línea de trazos) y adultos (línea continua) considerado para cada rango horario.

[Average young (circles) and adult (triangles) body masses during the day in periods of half hour, with their trend line (young: broken line; adults: continuous line). In the inferior part is represented the number of young (broken line) and adults (continuous line) considered for each range of half hour.]

La masa corporal (media  $\pm$  DT) de los jóvenes por la mañana ( $n = 38$ ) fue de  $45,55 \pm 6,61$  g y de  $50,56 \pm 7,88$  g por la tarde ( $n = 58$ ). La masa corporal media de los adultos ( $n = 64$ ) fue de  $46,39 \pm 7,38$  g durante el periodo matutino y de  $55,15 \pm 8,69$  g en el vespertino ( $n = 66$ ). La diferencia del incremento medio de la masa corporal entre mañana y tarde de los adultos respecto a los jóvenes fue de 3,75 g favorable a los adultos.

Con el fin de investigar la relación de la masa corporal con la edad y la sesión de captura se realizó un ANOVA de clasificación doble, con la edad (joven o adulto) y la sesión de captura (mañana o tarde) como variables independientes y la masa corporal como variable dependiente. Los resultados del Test de Tukey para muestras de desigual tamaño, realizado con el peso de los cuatro grupos conjuntamente, resultaron altamente significativas para las parejas: jóvenes mañana-jóvenes tarde ( $P = 0,0264$ ); adultos mañana-adultos tarde ( $P <$

$0,001$ ); jóvenes mañana-adultos tarde ( $P < 0,001$ ); y jóvenes tarde-adultos mañana ( $P = 0,021$ ), pero no fueron significativamente diferentes para jóvenes mañana-adultos mañana ( $P = 0,97$ ). La interacción entre los factores edad y momento de captura proporcionó un resultado cercano a la significación (ANOVA,  $F_{1,222} = 3,13$ ,  $P = 0,078$ ). En un segundo análisis, se incluyó la longitud del ala como covariable para estudiar también el efecto del tamaño de los ejemplares (ANOVA,  $F_{1,221} = 2,64$ ,  $P = 0,10$ ).

Teniendo en cuenta que la evolución de la masa corporal de los ejemplares capturados en periodos de media hora sugiere una tendencia de mayor ritmo de ganancia en los adultos que en los jóvenes (Fig. 2), se realizó un análisis de regresión con la masa corporal como variable dependiente y la hora exacta de captura y la edad como variables independientes. Dicho análisis resultó significativo para la variable edad ( $t = 2,47$ ,  $P = 0.014$ ), lo que indi-

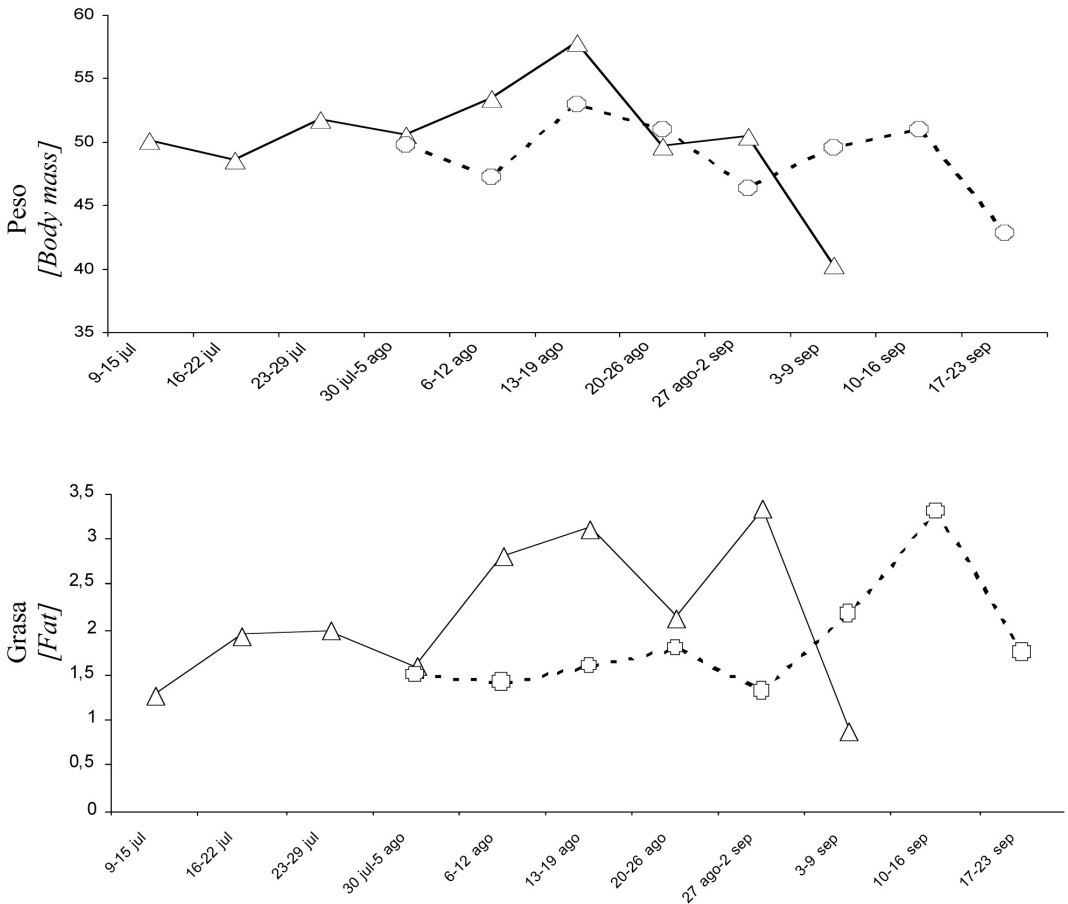


FIG. 3.—Variación semanal de la masa corporal y la grasa de jóvenes (línea discontinua) y adultos (línea continúa) a lo largo de la migración  
*[Weekly body mass and fat variation of young (broken line) and adult (continuous line) birds.]*

ca que las líneas de regresión de jóvenes y adultos son significativamente diferentes.

El índice medio de grasa fue de 1,2 al amanecer y 2,2 por la tarde para los jóvenes, y de 1,5 y 2,5 respectivamente para los adultos. Cuando se compararon las reservas grasas de los ejemplares capturados por la mañana con los capturados por la tarde, las diferencias fueron muy significativas tanto para los jóvenes como para los adultos (Prueba de Mann-Whitney: Jóvenes:  $U = 767$ ,  $n_{\text{mañana}} = 36$ ,  $n_{\text{tarde}} = 66$ ,  $P = 0,003$ . Adultos:  $U = 1020$ ,  $n_{\text{mañana}} = 55$ ,

$n_{\text{tarde}} = 61$ ,  $P < 0,001$ ). Por el contrario no se encontraron diferencias significativas para los jóvenes frente a los adultos en ninguno de los dos periodos (Prueba de de Mann-Whitney: Mañana:  $U = 896$ ,  $n_{\text{jóvenes}} = 37$ ,  $n_{\text{adultos}} = 55$ ,  $P = 0,33$ . Tarde:  $U = 1748$ ,  $n_{\text{jóvenes}} = 66$ ,  $n_{\text{adultos}} = 61$ ,  $P = 0,19$ ).

Con el fin de indagar en la relación existente entre la masa corporal y la grasa se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman ( $r = 0,74$ ,  $n = 214$ ,  $t = 15,89$ ,  $P < 0,01$ ). Este resultado indica una fuerte correlación

entre ambos parámetros y sugiere que la grasa, a pesar de ser una variable sujeta a cierta subjetividad del observador, puede ser utilizada cuantitativamente (Mascher & Marcström, 1976).

### *Variaciones de la masa corporal y la grasa durante la estancia*

La evolución semanal de los promedios de masa corporal y grasa para jóvenes y adultos indica que, generalmente, los adultos tienen mayor masa y grasa que los jóvenes y que existe un incremento progresivo al avanzar las fechas de paso (Fig. 3). El descenso tanto de la masa corporal como de la grasa durante las últimas semanas podría corresponder a la afluencia más numerosa de ejemplares exhaustos.

El promedio del aumento de masa corporal desde la primera a la última captura fue de 5,04 gramos. Algunos ejemplares aumentaron durante la estancia más del 60% respecto a la masa corporal de la primera captura. No se encontraron diferencias entre la masa corporal de la primera captura de los ejemplares recapturados ( $n_1$ ) frente a los que solamente se capturaron una vez ( $n_2$ ) ( $z = 1,77$ ,  $n_1 = 157$ ,  $n_2 = 72$ ,  $P = 0,07$ ). No se encontraron diferencias significativas de la masa corporal entre los jóvenes y los adultos de los ejemplares recapturados en su primera captura ( $z = 1,58$ ,  $n_{jóvenes} = 48$ ,  $n_{adultos} = 24$ ,  $P = 0,11$ ), ni en su última recaptura ( $z = 1,04$ ,  $n_{jóvenes} = 48$ ,  $n_{adultos} = 24$ ,  $P = 0,29$ ). Tampoco hubo diferencias en la masa corporal de cada grupo de edad entre los ejemplares capturados una sola vez ( $z = 0,46$ ,  $n_{jóvenes} = 68$ ,  $n_{adultos} = 49$ ,  $P = 0,64$ ).

Con la información de los ejemplares recapturados una o varias veces se preparó un diagrama de dispersión, enfrentando el número de días transcurridos entre cada captura y recaptura frente a la masa corporal en el momento de cada recaptura (Fig. 4). A pesar de la gran dispersión de los datos, la línea de regresión de los jóvenes indica una ganancia

lenta de masa corporal ( $F_{1,49} = 3,25$ ,  $P = 0,077$ ), mientras que los adultos parece que engordan más rápidamente, pero comienzan a perder masa corporal tras permanecer aproximadamente 5 días en la zona ( $F_{1,14} = 6,39$ ,  $P = 0,011$ ).

## DISCUSIÓN

### *Influencia de los ritmos alimenticios y de descanso en la estrategia migratoria*

Las aves, en condiciones favorables, experimentan fluctuaciones de su masa corporal que consisten generalmente en un incremento durante el día, cuando ingieren los nutrientes, y un descenso durante la noche, provocado por el metabolismo nocturno (Rappole & Warner, 1976; Ellegren, 1991; Winker *et al.*, 1992). Existe poca información sobre las ganancias diurnas y las pérdidas nocturnas, tanto en paseriformes (Rappole & Warner, 1976; Ellegren, 1991; Winker *et al.*, 1992), como en limícolas silvestres (Mascher, 1966; Page & Middleton, 1972; Zwarts *et al.*, 1990), por la dificultad de recapturar los mismos ejemplares con unas pocas horas de intervalo. Los resultados de este trabajo indican que los Andarríos experimentan amplias variaciones diarias de su masa corporal (Fig. 1). Por el contrario, en un estudio realizado con *Calidris a. alpina* en la bahía de Lövsta (Uppland, Suecia) durante dos estaciones, no se encontraron variaciones significativas de este parámetro (Mascher, 1966). Mientras que los correlimos alternan los periodos de alimentación y de descanso a cualquier hora del día o de la noche, el Andarríos Chico utiliza la vista para detectar el alimento y lo hace preferentemente de día. Este hecho influye en los patrones de acumulación de masa corporal y grasa y afecta a su estrategia migratoria, ya que las aves que descansan durante la noche pierden masa corporal hasta que empiezan a

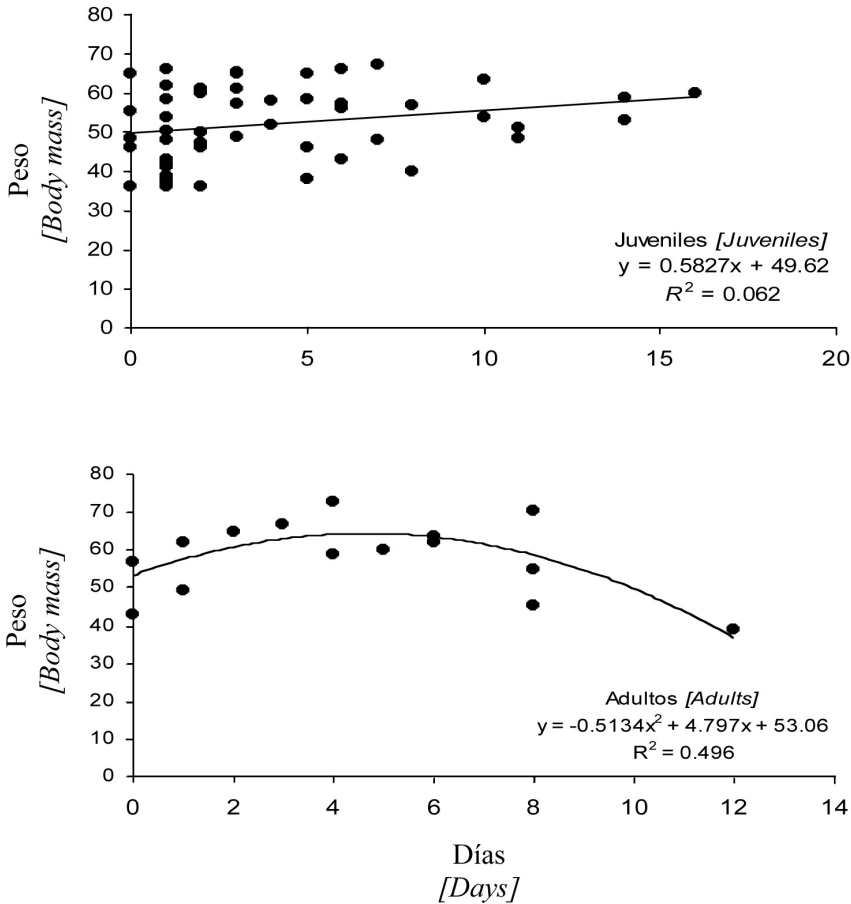


FIG. 4.—Diagrama de dispersión que muestra el número de días transcurrido entre anillamiento y recuperación frente a la masa corporal en la recuperación de cada ejemplar para juveniles y adultos.

[Scatterplot with the lapse between capture and recovery in relation to the body mass at recovery of juvenile and adult birds.]

alimentarse al amanecer. Probablemente por esta razón la migración de los correlimos puede ser más independiente del horario, mientras que los Andarríos aprovecharían preferiblemente las horas de luz para alimentarse y las nocturnas para viajar. Numerosas observaciones de grupos de Andarríos muy agitados, elevándose al anochecer, y de ejemplares en vuelo nocturno apoyan esta afirmación (Baula & Sermet, 1975; Cramp & Simmons, 1983; *obs. pers.*).

#### *Tasa diaria de engorde en función de la edad*

Los resultados obtenidos en la variación de la masa corporal diaria parecen apoyar la hipótesis de que los adultos tienen ventaja sobre los jóvenes en este aspecto. Se ha encontrado una diferencia significativa en la masa corporal de los jóvenes y los adultos por la tarde, con los adultos claramente más pesados que los jóvenes, mientras que no se registran estas diferencias en las capturas realizadas por



la mañana. Además las tasas diarias de engorde en jóvenes y adultos son significativamente diferentes. La razón de que la interacción edad-hora no haya resultado significativa, posiblemente radica en la gran dispersión de los datos (varianza muy alta). El ANOVA que incluye la longitud del ala como covariable no ayuda a aclarar las cosas, porque probablemente se produce una interferencia del tamaño (y sexo) de los ejemplares que aumenta la confusión de los datos.

#### *Tasa de engorde durante la estancia*

En el Reino Unido, la mayoría de los Andarríos parten después de haber incrementado el 50% en masa corporal, pero algunos (adultos la mayoría), doblan su masa corporal y son capaces de realizar viajes largos (Cramp & Simmons, 1983). En este trabajo se ha obtenido un incremento medio de 5,04 g entre la primera y la última captura, con aumentos del 60% en algunos individuos durante su estancia. Durante la migración primaveral en islas del Mediterráneo los Andarríos ganaron 1,25 g/día, tasa similar a la obtenida en migración otoñal en Etiopía (1,35 g/día) (Baccetti *et al.*, 1992). En el golfo de Gdansk (Polonia), Meissner (1996) obtiene una ganancia de 1,5 g/día. La tasa diaria de engorde de este estudio (1,93 g/día) le sitúa dentro del rango obtenido en otras especies de limícolas (Zwarts *et al.*, 1990; Gudmundsson *et al.*, 1991), pero es algo superior a la obtenida en los trabajos anteriores.

En varios limícolas la masa corporal se incrementa a lo largo de la migración tanto en adultos como en juveniles (Butler & Kaiser, 1995). Los migrantes tardíos permanecen más tiempo que los tempranos y exhiben un rango más amplio de niveles de grasa (Page & Middleton, 1972; Lyons & Haig, 1995). Se ha comprobado que la velocidad de la migración puede variar en el transcurso del viaje, que con frecuencia se incrementa durante sus últimos estadios y al cruzar barreras geográficas (Ber-

thold, 2001). Meissner (1997) notifica que los Andarríos que pasan más tarde transportan más grasa y sugiere para este grupo desplazamientos más largos. Arcas (2002) menciona también que los Andarríos adultos más tardíos tienen mayores reservas de grasa. En este estudio se ha observado también un aumento de la masa corporal y la grasa al avanzar la temporada (Fig. 3), que se corresponde con un mayor tiempo de permanencia (Balmori, 2003). Es posible que estos migradores que llegan con retraso procedan de poblaciones más norteñas que necesitan minimizar el tiempo invertido en el viaje, realizando menos paradas de mayor duración para almacenar más grasa.

#### *Diferencias migratorias entre la costa y el interior relacionadas con la edad*

En las islas del Mediterráneo la permanencia en primavera es menor de 24 horas por lo que se ha propuesto una estrategia migratoria a pequeños saltos ("hopping"), aunque al parecer algunas aves en migración otoñal en Venecia son capaces de realizar largos vuelos utilizando una estrategia diferente ("Jumping") (Baccetti *et al.*, 1992). Meissner (1996) obtiene resultados similares en el golfo de Gdansk (Polonia), donde los Andarríos permanecen poco tiempo, generalmente no más de 1 o 2 días. Para los ejemplares capturados en la costa gallega en otoño, Arcas (2001, 2002) notifica bajos niveles de grasa y propone también una estrategia de vuelos cortos. En la costa cantábrica los Andarríos en migración permanecen poco tiempo (Galarza, 1984). Los resultados de este estudio y de trabajos previos (Balmori, 2003) indican que en la Cuenca del Duero los Andarríos sedimentados tienen mayor masa corporal e índices de grasa y permanecen sedimentados más tiempo. En la costa, los Andarríos disponen de lugares para repostar de forma continua, razón por la que posiblemente no necesitan almacenar grasa, que puede suponerles un es-

fuerzo de transporte extra. Por el contrario, en el interior, las áreas de sedimentación útiles suelen estar alejadas. El análisis de los estudios realizados hasta ahora sugiere que, en la costa, el Andarríos Chico migra más lentamente, con más paradas cortas que en el interior ("Hopping"). Por el contrario los ejemplares que migran por el interior permanecen más tiempo en cada punto de sedimentación y almacenan más grasa ("Jumping"), probablemente obligados por razones de fuerza mayor, como la escasez y distanciamiento de las áreas apropiadas para repostar. Meissner (1996) capturó 242 adultos frente a 714 juveniles y concluyó que la proporción de Andarríos juveniles es mayor en la costa que en el interior, mientras Balmori (2003) capturó 206 adultos frente a 162 juveniles en la Cuenca del Duero. Por el contrario Arcas (1999) propone la utilización preferente de la costa por los adultos y el predominio de los juveniles en el interior. Estos resultados plantean la posibilidad de rutas algo diferentes para juveniles y adultos. Es posible que los jóvenes prefieran desplazarse por la costa por que la existencia de lugares para repostar continuamente se ajusta mejor a su estrategia, ya que cuando viajan por el interior se retrasan frente a los adultos, como se ha visto en este trabajo. La estrategia de los adultos cuando viajan por la costa sería más parecida a la de los juveniles, lo que explicaría los resultados de Arcas (2002) en la ría de Vigo, que encuentra la misma estrategia migratoria para las dos clases de edad. Precisamente Meissner (1996) afirma que esta especie dispone de una gran plasticidad en el tipo de estrategia migratoria, dependiendo fundamentalmente de los recursos alimenticios. Ésta puede ser también la razón de la mayor tasa diaria de engorde obtenida en este trabajo comparado con los estudios realizados en la costa. De forma similar, los Correlimos Comunes (*Calidris a. alpina*) jóvenes recorren rutas características en la costa noruega (Gode et al., 1990), utilizando diferentes áreas

de descanso en su primer y segundo otoño (Rösner, 1990; Meissner, 1997) y los adultos pasan antes que los jóvenes, siendo el paso más rápido al principio de la estación que después. Al parecer los juveniles utilizan áreas de menor calidad, mientras que los adultos monopolizan las zonas con mejores condiciones (Rösner, 1990).

#### *Estrategia migratoria diferencial entre juveniles y adultos*

Los resultados de este trabajo parecen indicar una mayor ganancia de masa corporal de los adultos sobre los jóvenes durante los primeros días de estancia sedimentados (Fig. 4). El retraso migratorio de los Andarríos jóvenes respecto a los adultos, que parece acentuarse a medida que nos desplazamos hacia el sur (Balmori, 2003), puede ser el resultado de la mayor tasa de engorde de los adultos respecto a los jóvenes observada en este trabajo (Fig. 2 y 4). El retraso se ampliaría además por una realimentación positiva provocada por la existencia de una menor disposición de presas en cada lugar de sedimentación en fechas más tardías y por la reducción del periodo diurno de alimentación con el avance de la estación. Además los menores depósitos de grasa de los jóvenes permitirán mayores pérdidas energéticas durante la noche, cuya duración se incrementa también en el paso tardío. Según estos resultados los Andarríos adultos realizan menos paradas para llegar antes a las áreas de invernada, mientras los jóvenes (menos eficaces) minimizan el gasto energético realizando más paradas, lo que se traduce en una menor velocidad migratoria. La estrategia utilizada por los juveniles ("hopping") sería un constreñimiento forzado por su baja eficiencia o por su inferior situación en la competencia alimenticia frente a los adultos. Sin embargo esta estrategia les favorecerá frente a los depredadores por disponer de mayor maniobrabilidad que los adultos.

*Incógnitas sin resolver*

Parece complicado interpretar cómo es posible que siendo similares los periodos de permanencia estimados entre juveniles (3,44 días) y adultos (3,91 días) (Balmori, 2003), y ganando diariamente más masa corporal los adultos que los jóvenes (este estudio), no se aprecien diferencias significativas entre ambas clases de edad en la última recaptura. Es posible que la mezcla de sexos y de subpoblaciones de distinta procedencia y la presencia de ejemplares exhaustos, cada uno con sus estrategias y constricciones, creen un "pool" que está eclipsando las diferencias existentes entre jóvenes y adultos en cuanto a la carga grasa en el momento de partir. Los adultos del Correlimos Semipalmado transportan más grasa que los jóvenes y sin embargo no se encontraron diferencias en las estimas del tiempo mínimo de permanencia entre ambos grupos de edad (Dunn *et al.*, 1988; Lyons & Haig, 1995). La masa corporal y la grasa suelen ser pobres predictores de la duración de la estancia (Rappole & Warner, 1976; Dunn *et al.*, 1988; Skagen & Knopf, 1994; Lyons & Haig, 1995).

El hecho de que los jóvenes se recapturen más veces (Meissner, 1996; Balmori, 2003) parece indicar que un porcentaje significativo de ellos permanece más tiempo sedimentado (Fig. 4), lo que a primera vista no encaja con la estrategia migratoria postulada para los jóvenes en este trabajo. Es posible que lo que suceda es que los jóvenes se capturan más fácilmente que los adultos. Otras explicaciones alternativas serían la presencia de ejemplares con bajas condiciones físicas o la utilización de estrategias diferentes en la costa y en el interior por parte de los jóvenes.

A la vista de los resultados de este estudio una política conservacionista, que promueva la existencia de "corredores de humedales" en el interior, podría favorecer estrategias migratorias más lentas, con más paradas y mayor afluencia de Andarríos jóvenes por el interior. De la misma forma, si las conclusiones de

este trabajo son correctas, en áreas geográficas donde los ríos discurren en dirección Norte-Sur, las estancias serán más cortas, con menor almacenamiento de grasa que en ríos cuyo trazado discurre perpendicularmente a los flujos de migrantes.

AGRADECIMIENTOS.- Andrés Barbosa y Miguel A. Cuesta revisaron un borrador preliminar. José M. Caballero colaboró en los análisis estadísticos. Un revisor anónimo mejoró el manuscrito original. El Centro de Información y Documentación Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente de Castilla y León me facilitó algunos artículos.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARCAS, J. 1999. Origin of Common Sandpipers, *Actitis hypoleucos* L. captured in the Iberian peninsula during their autumn migration. *Wader Study Group Bulletin*, 89: 56-59.
- ARCAS, J. 2001. Body weight variation and fat deposition in Common Sandpipers *Actitis hypoleucos* L. During their autumn migration in the Ría de Vigo, Galicia, north-west Spain. *Ringling & Migration*, 20: 216-220.
- ARCAS, J. 2002. Age-related differences in body mass and fat deposition of Common Sandpipers, *Actitis hypoleucos* L., during their autumn migration in northwest Spain. *Alauda*, 70: 323-326.
- BALMORI, A. 2003. Migración otoñal diferencial del Andarríos Chico (*Actitis hypoleucos*) en la cuenca del Duero. *Ardeola*, 50: 59-66.
- BACCETI, N., DE FAVERI, A. & SERRA, L. 1992. Spring migration and body condition of Common Sandpipers (*Actitis hypoleucos*) on a small mediterranean island. *Ringling & Migration*, 13, 90-94.
- BAULA, R. & SERMET, E. 1975. Le passage des limicoles à Yverdon. *Nos Oiseaux*, 33: 1-45.
- BERTHOLD, P. 2001. *Bird Migration a General Survey*. Oxford University Press.

- BIBBY, C. & GREEN, R. E. 1981. Autumn migration strategies of Reed and Sedge warblers. *Ornis Scandinavica*, 12: 1-12.
- BUTLER, R. W. & KAISER, G. W. & SMITH, G. E. J. 1987. Migration chronology, length of stay, sex ratio and weight of western sandpipers (*Calidris mauri*), on the south coast of British Columbia. *Journal of Field Ornithology*, 58: 103-111.
- BUTLER, R. W. & KAISER, G. W. 1995. Migration chronology, sex ratio, and body mass of Least Sandpipers in British Columbia. *Willson Bull*, 107: 413-422.
- COLSTON, P. & BURTON, P. 1988. *A field guide to the waders of Britain and Europe with north Africa and the Middle East*. Hodder & Stoughton. London.
- CRAMP, S. & SIMMONS, K. E. L. (Ed.). 1983. *The birds of the western Palearctic. Vol III*. Oxford University Press. Oxford.
- DUNN, P. O. MAY, T. A. & MCCOLLOUGH, M. A. 1988. Length of stay and fat content of migrant semipalmated Sandpipers in Eastern Main. *The Condor*, 90: 824-835.
- ELLEGREN, H. 1991. Stopover ecology of autumn migrating bluethroats *Luscinia s. svecica* in relation to age and sex. *Ornis Scandinavica*, 22: 340-348.
- FIGUEROLA, J. & BERTOLERO, A. 1996. Differential autumn migration of Curlew Sandpiper (*Calidris ferruginea*) through the Ebro Delta, Northeast Spain. *Ardeola*, 43: 169-175.
- FIGUEROLA, J. & BERTOLERO, A. 1998. Sex differences in the stopover ecology of Curlew Sandpipers *Calidris ferruginea* at a refueling area during autumn migration. *Bird Study*, 45: 313-319.
- GALARZA, A. 1984. Nota sobre la migración posnupcial del Andarríos Chico, *Actitis hypoleucos*, en la Costa Cantábrica. *Munibe*, 36: 143-144.
- GOEDE, A. A., NIEBOER, E. & ZEGERS, P. M. 1990. Body mass increase, migration pattern and breeding grounds of Dunlins, *Calidris alpina*, staging in the Dutch Wadden sea in spring. *Ardea*, 78: 135-144.
- GUDMUNDSSON, G. A., LINDSTROM, A. & ALERSTAM, T. 1991. Optimal fat loads and long-distance flights by migrating Knots *Calidris canutus*, Sanderlings *C. alba* and turnstones *Arenaria interpres*. *Ibis*, 133: 140-152.
- HARRINGTON, B. A., LEWUWENBERG, F. J. RESENDE, S. L. MCNEIL, R. THOMAS, B. T., GREARS, J. S. & MARTÍNEZ, E. F. 1991. Migration and mass change of white-rumped sandpipers in North and South America. *Willson Bull*, 103: 621-636.
- ICONA (Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza). 1984. *Manual del anillador*. Madrid.
- IVERSON, G. C., WARNOCK, S. E., BUTLER, R. W., BISHOP, M. A. & WARNOCK, N. 1996. Spring migration of Western Sandpipers along the Pacific coast of North America: a telemetry study. *The Condor*, 98: 10-21.
- LYONS, J. E. & HAIG, S. M. 1995. Fat content and stopover ecology of spring migrant Semipalmated Sandpipers in South Carolina. *The Condor*, 97: 427-437.
- MASCHER, J. W. 1966. Weight variations in resting Dunlins *Calidris a. alpina* on autumn migration in Sweden. *Bird-Banding*, 37: 1-34.
- MASCHER, J. W. & MARCSTRÖM, V. 1976. Measures, weights and lipid levels in migrating Dunlins *Calidris a. alpina* L. at the Ottenby Bird Observatory, South Sweden. *Ornis Scandinavica*, 7: 49-59.
- MEISSNER, W. 1996. Timing and phenology of autumn migration of Common sandpiper (*Actitis hypoleucos*) at the Gulf of Gdansk. *The Ring*, 18: 59-72.
- MEISSNER, W. 1997. Autumn migration and biometrics of Common Sandpiper *Actitis hypoleucos* caught in the Gulf of Gdansk. *Ornis Fennica*, 74: 131-139.
- PAGE, G. & MIDDLETON, A. L. A. 1972. Fat deposition in autumn migration in the semipalmated sandpiper. *Bird-banding*, 43: 85-96.
- PÉREZ-TRIS, J. 2002. Teoría de optimización de la migración de las aves. *Revista de anillamiento*, 9-10: 11-14.

- PÉREZ-TRIS, J. & SANTOS, T. 2004. El estudio de la migración de aves en España: trayectoria histórica y perspectivas de futuro. *Ardeola*, 51: 71-89.
- PIERSMA, T. 1987. Hop, skip or jump? Constraints on migration of arctic waders by feeding, fattening and flight speed. *Limosa*, 60: 185-194.
- PRATER, A. J., MARCHANT, J. H. & VUORINEN, J. 1987. *Guide to the Identification & ageing of Holarctic waders*. Maund & Irvine Ltd, Tring, Herts.
- RAPPOLE, J. H. & D. W. WARNER. 1976. Relationships between behaviour, physiology and weather in avian transients at a migration stopover site. *Oecologia*, 26: 193-212.
- RÖSNER, H. U. 1990. Sind Zugmuster und Rastplatzansiedlung des Alpenstrandläufers (*Calidris alpina alpina*) abhängig vom Alter?. *Journal für Ornithologie*, 131: 121-139.
- SKAGEN, S. K. & KNOPE, F. L. 1994. Residency patterns of migrating sandpipers at a mid-continent stopover. *The Condor*, 96: 949-958.
- SVENSSON, L. 1984. *Identification guide to European Passerines*. Naturist. Rijsm. Stockholm.
- WINKER, K. WARNER, D. W. & WEISBROD, A. R. 1992. Daily mass gains among woodland migrants at an inland stopover site. *The Auk*, 109: 853-862
- ZWARTS, L., ENS, B. J., KERSTEN, M. & PIERSMA, T. 1990. Moulting, mass and flight range of waders ready to take off for long-distance migrations. *Ardea*, 78: 339-364.
- Alfonso Balmori** es Biólogo por la Universidad de Salamanca (1984). Sus principales áreas de interés son la ecología, distribución, comportamiento y conservación de aves y mamíferos (con especial dedicación a los murciélagos), y en particular las incógnitas sin resolver del proceso migratorio. Actualmente trabaja en la gestión de especies cinegéticas y en el estudio de la avifauna de los bosques de ribera, e investiga los efectos de las radiaciones electromagnéticas de telefonía móvil sobre la fauna silvestre.

[Recibido: 14-09-04]

[Aceptado: 25-08-05]