

Razón de sexos y morfometría de *Calidris minutilla* (Aves, Scolopacidae) en Cuba: un análisis a partir de especímenes en colecciones científicas

I. García–Lau, A. González, A. Jiménez, M. Acosta & L. Mugica

García–Lau, I., González, A., Jiménez, A., Acosta, M. & Mugica, L., 2012. Razón de sexos y morfometría de *Calidris minutilla* (Aves, Scolopacidae) en Cuba: un análisis a partir de especímenes en colecciones científicas. *Animal Biodiversity and Conservation*, 35.1: 51–58.

Abstract

Sex ratio and morphometrics of Calidris minutilla (Aves, Scolopacidae) in Cuba: an analysis of specimens in scientific collections.— *Calidris minutilla* (Least Sandpiper) populations exhibit morphometric variation across breeding and wintering sites. We documented sex ratio (N = 99) and morphological measurements (N = 49) of Least Sandpiper inhabiting Cuba using specimens in museum collections. We also assessed bill length variation in relation to the longitude (degrees) and type of coastal zone where sampling was conducted. Proportion of female was 0.47 and morphometric measurements were within the range described for the species. Differences in bill length were explained by sex but not by sampling site characteristics.

Key words: *Calidris minutilla*, Sex ratio, Morphometry, Cuba, Collections.

Resumen

Razón de sexos y morfometría de Calidris minutilla (Aves, Scolopacidae) en Cuba: un análisis a partir de especímenes de colecciones científicas.— Las poblaciones de *Calidris minutilla* (zarapiquito) presentan variaciones morfológicas tanto en los lugares de cría como en los de invernada. Se documentan la razón de sexos (N = 99) y medidas morfológicas (N = 49) del zarapiquito en Cuba a partir de especímenes conservados en colecciones científicas. Además, se evalúan posibles variaciones en la longitud del pico teniendo en cuenta la ubicación longitudinal (grados) y el tipo de zona costera donde fue realizado el muestreo. La proporción de hembras fue del 0,47 y las medidas morfológicas estaban dentro del rango descrito para esta especie. Las variaciones en la longitud del pico fueron atribuibles únicamente al sexo y no a las características del lugar de captura.

Palabras claves: *Calidris minutilla*, Razón de sexos, Morfometría, Cuba, Colecciones.

(Received: 13 XI 11; Conditional acceptance: 9 II 12; Final acceptance: 10 IV 12)

Ianela García–Lau, Museo de Historia Natural 'Felipe Poey', Fac. de Biología, Univ. de La Habana.– Alieny González, Ariam Jiménez, Martín Acosta & Lourdes Mugica, Depto. de Biología Animal y Humana, Fac. de Biología, Univ. de La Habana–Calle 25, No. 455, entre J e I, Vedado, La Habana (Cuba).

Corresponding autor: I. García–Lau. E–mail: ianela@fbio.uh.cu

Introducción

Algunas especies migratorias de la familia Scolopacidae presentan patrones de variaciones morfológicas a nivel geográfico (Myers, 1981; Cooper, 1994; Nebel et al., 2002; Dierschke, 2004; Nebel, 2006). Particularmente, en *Calidris minutilla* (zarapiquito), la variación morfométrica más notable ocurre en la longitud del pico y puede expresarse tanto entre lugares de cría como entre localidades de invernada (Cooper, 1994; Nebel, 2006). El área de cría de *C. minutilla* abarca Alaska y el Ártico canadiense y dentro de este rango, las poblaciones presentes en la costa del Pacífico muestran picos más cortos que las poblaciones reproductivas de la costa atlántica (Cooper, 1994). A su vez, se han documentado diferencias morfométricas y en la razón de sexos a lo largo del área de invernada (Nebel, 2006), la cual se extiende desde el sur de los Estados Unidos hasta el norte de Chile y el este de Brasil (Cooper, 1994). En esta ave de dimorfismo sexual inverso, la longitud del pico tiende a aumentar en ambos sexos hacia las localidades más al sur de la distribución invernal (Nebel, 2006). Para varias especies del género *Calidris* se ha sugerido que las diferencias latitudinales en la longitud del pico responden al aumento en la proporción de invertebrados bentónicos en la columna de sedimento en dichas latitudes (Mathot et al., 2007). Al igual que sus congéneres, *C. minutilla* se alimenta mediante el picoteo y/o el rastreo dependiendo de las características del sustrato y la disponibilidad de presas (Colwell & Landrum, 1993).

Cuba es un sitio de paso y de invernada importante para *C. minutilla* (Garrido & Kirkconnell, 2000). Además, dentro de su género, es la especie más común en los humedales cubanos (Blanco, 2006). A pesar de ello, son escasos los estudios básicos de sus poblaciones en el territorio nacional (Acosta et al., 2003; Blanco, 2006). Las características geográficas del archipiélago cubano (posición geográfica y extensión), así como la diversidad de hábitats costeros brindan un escenario propicio para investigar posibles variaciones en la morfometría de esta especie. Sobre Cuba inciden dos rutas migratorias, la ruta del Mississippi y la ruta de la Costa Atlántica (Brown et al., 2001; González, 2002). Datos empíricos basados en la recuperación de anillas en aves del orden Charadriiformes demuestran que las rutas que influyen sobre Cuba difieren en cuanto a la magnitud del área del país sobre la que inciden (Blanco, 2006). Los individuos anillados en el interior de Norteamérica y que presumiblemente migran a través de la ruta del Mississippi, han sido recobrados fundamentalmente en las provincias más occidentales del país (desde Pinar del Río hasta Matanzas), mientras que los anillados en la costa este de Norteamérica se han recobrado a todo lo largo de Cuba (Blanco, 2006). Estas dos rutas migratorias son también las más importantes para *C. minutilla* durante la migración otoñal (Cramp & Simmons, 1983), pues solo una parte de la población del oeste migra hacia al sur por la costa del Pacífico (Del Hoyo et al., 1996). De este modo,

la Ruta del Mississippi pudiera incluir individuos de *C. minutilla* con menor longitud del pico (parte de la población de la costa oeste y centro del área de distribución reproductiva), mientras que la ruta de la Costa Atlántica pudiera incorporar individuos con mayor longitud de pico (poblaciones reproductivas de la costa este de Norteamérica).

Por otra parte, las características del sustrato del hábitat de forrajeo inciden sobre el uso del hábitat (Kelsey & Hassal, 1989; Mouristen & Jensen, 1992), las estrategias de forrajeo (Grant, 1984; Granadeiro et al., 2006) y la eficiencia de forrajeo (Myers et al., 1980; Gerritsen & Van Heezik, 1985) de varias especies de aves limícolas. Por tanto, es válido esperar que determinadas características morfológicas de los individuos, como la longitud del pico, puedan mostrar variaciones en función del tipo de sustrato. Por ejemplo, se han documentado variaciones en la longitud del pico de *Calidris pusilla* relacionadas con las características granulométricas del sustrato en sitios de paso migratorio (Harrington, 1982). En esta especie, los individuos con mayor longitud de pico estuvieron presentes en hábitat de forrajeo con un alto contenido de lodo, mientras que individuos con picos significativamente menores fueron detectados en sitios donde predominó el sustrato de arena (Harrington, 1982). En Cuba se reconocen dos tipos de zonas costeras (mar oceánico y plataforma continental) que presentan características diferentes en cuanto al sustrato predominante en el complejo litoral-estuarino (Fernández & Pérez, 2009). En la zona costera de mar oceánico predominan las costas abrasivas de sustrato rocoso o arenoso, o la combinación de ambos (Fernández & Pérez, 2009). En cambio, la zona de mar de plataforma está mayormente formada por costas biogénicas, acumulativas, donde predomina el sustrato lodoso (Fernández & Pérez, 2009).

El presente trabajo ofrece información sobre la razón de sexos y la morfometría de *C. minutilla* en Cuba a partir de especímenes depositados en colecciones científicas. Los objetivos fueron 1) describir la razón de sexos y las medidas morfométricas por sexo de *C. minutilla* en el archipiélago cubano, y 2) evaluar posibles diferencias en la longitud del pico de esta ave en Cuba teniendo en cuenta la ubicación longitudinal y el tipo de zona costera del lugar de captura.

En relación con el segundo objetivo, si se asume que las dos rutas migratorias contienen individuos con diferencias en la longitud del pico en función de su lugar de cría, podría esperarse que los individuos colectados en la región occidental del país presenten picos más cortos que los de la región oriental. Por otra parte, se espera que las aves recolectadas en la zona costera de mar oceánico presenten la longitud del pico comparativamente menor que los encontrados en la zona de mar de plataforma. Esta predicción se basa en las diferencias granulométricas en el sustrato predominante en cada tipo de zona costera (Fernández & Pérez, 2009).

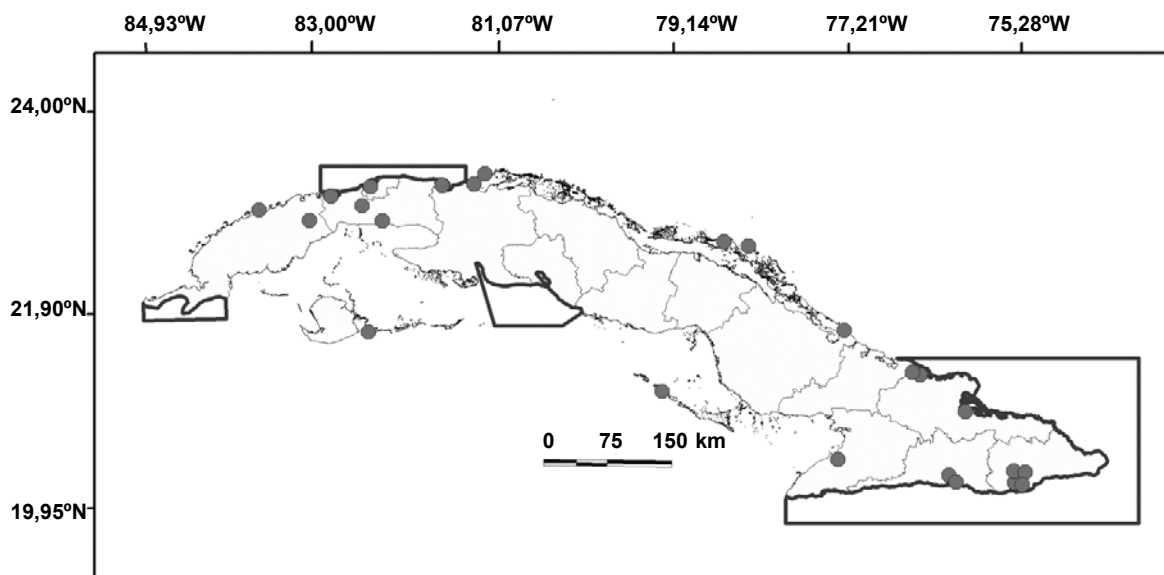


Fig. 1. Distribución de los lugares de captura de *Calidris minutilla* en Cuba a partir de la información disponible en diez colecciones científicas. El mapa muestra la distribución longitudinal de los puntos de muestreo y el tipo de zona costera (los polígonos destacan la zona costera de mar oceánico, el resto de la costa cubana es de plataforma continental).

Fig. 1. Sampling sites for Calidris minutilla deposited in ten scientific collections. The map shows the longitudinal distribution of sampling sites and type of coastal zone (polygons highlight oceanic coastal zones, the remaining coast is continental shelf).

Material y métodos

Tamaño de muestra y toma de datos

Para el análisis de la razón de sexos se recopiló información de 99 especímenes de *C. minutilla* capturados en el archipiélago cubano entre 1900–1993 (fig. 1). Estos se encuentran depositados en diez colecciones pertenecientes a instituciones científicas y/o educativas de Cuba (Museo de Historia Natural “Felipe Poey”, Instituto de Ecología y Sistemática, Museo Nacional de Historia Natural de Cuba, Museo de Historia Natural “Charles T. Ramsden”, Museo de Historia Natural “Tomás Romay”, N = 49) y de Estados Unidos (United States National Museum of Natural History, Smithsonian Institution; Museum of Comparative Zoology; University of Michigan Museum of Zoology; Yale Peabody Museum; Louisiana State University Museum of Zoology, N = 50). Se tomaron como datos fundamentales el sexo y el lugar de captura señalado en cada una de las etiquetas.

El análisis morfométrico se realizó solamente con los especímenes depositados en las instituciones cubanas (N = 49) debido a la imposibilidad de trabajar directamente con las pieles de estudio de Estados Unidos y controlar con ello el error de medición. Se midió la longitud, altura y anchura del pico, así como

la longitud del ala aplanada a cada uno de los especímenes, siempre que su estado de conservación lo permitiera. Las medidas fueron tomadas de acuerdo con Gratto-Trevor (2004) y siempre por la misma persona (IGL). La longitud del pico se midió desde su extremo más distal hasta donde comienza la línea de plumas en su base (culmen expuesto). La altura y anchura del pico se midieron en la base de dicha estructura tomando como referencia la misma línea de plumas. El ala se midió plegada y aplanada, desde la articulación del carpo hasta la punta externa de la décima primaria. Las medidas relacionadas con el pico fueron obtenidas con un pie de rey ($\pm 0,01$ mm) y para el ala aplanada se utilizó una regla (± 1 mm). A cada individuo medido le fue asignada la ubicación longitudinal (grados) y el tipo de zona costera (mar oceánico o plataforma; Fernández & Pérez, 2009) en función de la información del lugar de captura documentada en la etiqueta (fig. 1). A los individuos colectados en lagunas interiores (N = 3) se les asignó la categoría de zona costera de mar de plataforma, pues esta guarda relación con las orillas de lodo.

Análisis de datos

Se utilizó una prueba de bondad de ajuste (χ^2) para comparar la frecuencia de sexos en Cuba. Para la

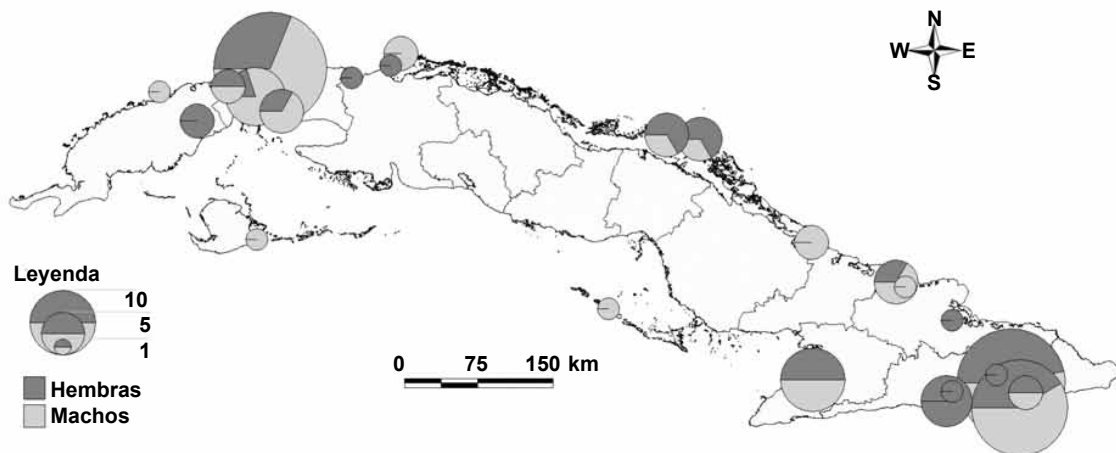


Fig. 2. Número de hembras y machos de *Calidris minutilla* capturados en localidades cubanas según información disponible en diez colecciones científicas.

Fig. 2. Number of *Calidris minutilla* females and males collected in Cuban localities as indicated from information available in ten scientific collections.

caracterización morfométrica de los sexos de *C. minutilla* en el territorio, se calcularon los parámetros estadísticos de tendencia central (media) y variabilidad (desviación estándar, rango y coeficiente de variación) a cada una de las variables analizadas. Las variables morfométricas fueron transformadas logarítmicamente [$\log_{10}(x)$]. Todas cumplieron con los criterios de normalidad (Shapiro–Wilk’s) y homogeneidad de varianza (Prueba de Bartlett). Se utilizó una prueba *t* de Student para determinar posibles diferencias entre sexos en estas estructuras.

El efecto de las características del lugar de captura (ubicación longitudinal y tipo de zona costera) y el sexo de los individuos (variables predictoras) sobre la longitud del pico (variable respuesta) fue evaluado mediante el uso de modelos de regresión lineal. Se generaron *a priori* cinco modelos candidatos: (1) sexo; (2) sexo + longitud; (3) sexo + zona costera; (4) sexo + longitud + zona costera; y (5) modelo nulo. El sexo de los individuos capturados se incluyó como variable predictora en todos los modelos debido a la presencia de dimorfismo sexual en *C. minutilla* (Page, 1974). El proceso de selección de modelos se realizó atendiendo al criterio de información de Akaike ajustado para tamaños de muestra pequeños (AIC_c), su diferencia entre modelos (ΔAIC_c) y la verosimilitud relativa de Akaike (ω_i) (Burnham & Anderson, 2002). Los mejores modelos fueron aquellos con $\Delta AIC_c < 2$. Se consideró que los modelos con ΔAIC_c entre 2–4, 4–7 y > 7 , tuvieron alguna, poca o ninguna evidencia, respectivamente. La importancia relativa de cada una de las variables predictoras (R_i), dentro de los modelos candidatos, fue determinada por el sumatorio de la verosimilitud relativa de Akaike de todos los modelos que contenían la variable en consideración.

El valor obtenido fue una medida de la fortaleza de la variable para explicar la variación de la longitud del pico dentro de Cuba. Para evaluar la confiabilidad y precisión de cada una de las variables predictoras, se calculó el intervalo de confianza (IC) del 95%. Cuando este último incluyó el valor cero, se asumió un valor explicativo de la variable pobre. Se utilizó el programa R 2.10.0 (R Development Core Team, 2009) para el análisis de los datos.

Resultados

Razón de sexos y morfometría

La proporción de hembras y machos fue similar (0,47 y 0,53, respectivamente; $\chi^2 = 0,161$; $p = 0,688$; $gl = 1$). No obstante, al analizar la razón de sexos por lugar de captura no siempre se encontró esta generalidad (fig. 2).

En la tabla 1 se muestran los estadísticos de tendencia central y variabilidad para las medidas morfométricas. Las hembras tendieron a ser mayores que los machos en todas las variables analizadas, aunque solo se encontraron diferencias significativas entre sexos en la longitud del pico y el ala aplanada. Estas variables a su vez, fueron las que mostraron un coeficiente de variación menor, seguidas por la altura y por la anchura del pico en este orden.

Variaciones de la longitud del pico

Dentro del grupo de modelos candidatos, aquel que solo incluyó el sexo (modelo 1) fue el que mejor explicó la variación de la longitud del pico dentro de Cuba

Tabla 1. Medidas morfométricas de hembras y machos de *Calidris minutilla* a partir de especímenes depositados en cinco colecciones científicas cubanas.

Table 1. Morphometric measurements of *Calidris minutilla* females and males obtained from specimens available in five scientific collections in Cuba.

VARIABLES (mm)	Sexo	N	media ± DE	Rango	CV	t	P
Longitud del pico	Hembras	23	18,53 ± 0,91	16,56–20,22	4,91	2,61	0,01
	Machos	25	17,85 ± 0,89	16,04–19,79	4,98		
Altura del pico	Hembras	19	4,35 ± 0,34	3,74–4,95	7,82	1,42	0,16
	Machos	24	4,18 ± 0,45	3,23–5,00	10,76		
Anchura del pico	Hembras	22	3,23 ± 0,39	2,40–4,12	12,07	1,50	0,14
	Machos	24	3,05 ± 0,42	2,21–3,86	13,77		
Ala aplanada	Hembras	11	86,27 ± 0,65	85,00–87,00	0,75	3,56	< 0,01
	Machos	19	83,74 ± 2,28	79,00–88,00	2,72		

(tabla 2). El efecto de esta variable fue positivo y el límite de confianza no se superpuso al valor cero, lo que evidenció su importancia. Aunque los modelos que consideraron el efecto aditivo del sexo y la longitud (modelo 2) o la zona costera (modelo 3) presentaron algún grado de evidencia y un mencionable apoyo de los datos ($\Delta AIC_c = 2-4$; $\omega_i = 0,17$), la importancia relativa de estas variables adicionales, así como el tamaño de su efecto y la presencia del valor cero dentro del límite de confianza evidenciaron un valor explicativo pobre sobre la variación de la longitud del pico de *C. minutilla* (tabla 2).

Discusión

Son escasos los trabajos que brindan información sobre la composición sexual y la morfometría de las poblaciones de *C. minutilla* en los lugares de paso migratorio o de invernada (Butler & Kaiser, 1995; Nebel, 2006; Lehnen & Krementz, 2007), sobre todo en el Caribe donde esta especie es muy numerosa (Morrison et al., 2001).

Los datos de las colecciones sugieren una razón de sexos en el archipiélago cubano muy cercana a 1:1 (53% de hembras). La única referencia disponible para Cuba, con la cual podrían compararse estos resultados, proviene de una extrapolación a partir de los datos ofrecidos por Nebel (2006). En este sentido, si se tiene en cuenta una relación positiva y lineal entre la proporción de hembras de *C. minutilla* y la latitud del lugar de invernada, podría esperarse 63% de hembras en Cuba (22°N). Sin embargo, la proporción de hembras según las capturas realizadas en localidades cubanas fue un 16% menor a lo esperado. Es probable que esta incongruencia se deba al uso de diferentes criterios de clasificación de sexos. Para los especímenes en colecciones la clasificación de sexos

proviene de la inspección gonadal que se realiza durante el proceso de disecado. En cambio, Nebel (2006) utilizó un método menos preciso, propuesto por Page (1974), para estimar el sexo de esta especie a partir del largo del pico. Algunos autores han advertido sobre la poca confiabilidad de los resultados al utilizar este criterio en aves en vida libre (Pyle, 2008), mientras que otros han alertado sobre la necesidad de reexaminar el método pues sus resultados sugieren un posible sesgo hacia las hembras en los lugares de paso (Butler & Kaiser, 1995; Lehnen & Krementz, 2007). Al reasignar el sexo a los especímenes en colecciones a través del criterio de Page (1974), la razón de sexo para Cuba fue 1:1 (50% de hembras). Sin embargo, la eficacia de este método fue baja (41% de clasificaciones correctas) pues un 20% de la muestra estaba mal clasificada (4 de 23 hembras y 6 de 26 machos) y un 39% de los individuos quedaron sin clasificar (19 de 49 individuos). Otra explicación para la incongruencia encontrada, podría proceder de sesgos durante la captura o la taxidermia de los ejemplares. No obstante, el presente trabajo combina una serie de aspectos que pudieran favorecer la aleatoriedad de los datos analizados. Por ejemplo, la información provino de diez instituciones cubanas y extranjeras con objetivos de captura diferentes. Además, más del 50% de los ejemplares se recolectaron durante la primera mitad del siglo XX, cuando la mayoría de las expediciones se organizaban con el fin de enriquecer las colecciones. Por otra parte, es poco probable que durante la captura de los individuos ocurriera un sesgo hacia uno de los sexos ya que el plumaje de esta especie es monomórfico (Del Hoyo et al., 1996). La baja frecuencia de capturas equitativas por sexo en las localidades analizadas sugiere que estas fueron hechas al azar y que la atención no estuvo dirigida hacia un sexo en particular en el momento de la captura y/o taxidermia.

Tabla 2. Resultados de la selección de modelos para evaluar la variación de la longitud del pico de *Calidris minutilla* en Cuba en relación con el sexo de los individuos y características del lugar de captura (ubicación longitudinal y el tipo de zona costera). Los modelos fueron ordenados de acuerdo con el criterio de información de Akaike ajustado para muestras pequeñas (AICc mejor modelo = 130,91). Para todos los modelos se dan el número de parámetros (K), la diferencia en AICc entre el modelo con mayor rango y el modelo en cuestión (Δ AICc) y la verosimilitud relativa del modelo (ω_i). Además, se ofrece la importancia relativa de las variables (Ri), así como el valor promedio estimado de los parámetros (β) y el intervalo de confianza del 95% (IC 95%).

Table 2. Model selection results to assess bill length variation of *Calidris minutilla* in Cuba in relation to sex and sampling site characteristics (site longitude and type of coast). Models were ranked according to Akaike's information criterion adjusted for small sample size (top model AICc = 130.91). The number of parameters in the model (K), the difference in AICc between the top ranked model and the model in question (Δ AICc) and the weight indicating the relative likelihood of the model (ω_i) are given for all models. The variable relative importance (Ri), the model averaged parameter estimates (β) and its 95% confidence interval are also given.

No. modelo	Intercepto	Sexo	Longitud	Zona costera	K	Δ AICc	ω_i
1	x	x			3	0,00	0,55
3	x	x		x	4	2,32	0,17
2	x	x	x		4	2,33	0,17
5	x				2	4,33	0,06
4	x	x	x	x	5	4,73	0,05
Ri	1,00	0,94	0,22	0,22			
β	18,066	0,634	0,002	-0,013			
IC 95%	15,94 a 20,20	0,07 a 1,20	-0,02 a 0,03	-0,16 a 0,13			

Los resultados morfométricos obtenidos en este trabajo no son estrictamente comparables a los de estudios realizados con individuos en vida libre debido a la posible reducción que pueden sufrir algunas variables morfométricas durante el proceso de conservación (Summers, 1976). En este sentido, el hecho de que la longitud del pico fuera menos dimórfica que el ala aplanada pudiera ser un artificio del trabajo con pieles de estudio. De igual forma, es probable que el ancho y el alto del pico presentaran los mayores coeficientes de variación debido a que la ranfoteca y las comisuras bucales en esta especie son muy membranosas (Del Hoyo et al., 1996). Ambos resultados parecen indicar que las dimensiones relacionadas con el pico podrían sufrir notables cambios a consecuencia de la desecación. No obstante, la longitud del pico promedio observado en Cuba se correspondió con el rango descrito para la especie y presentó una mayor similitud con aquellos de los que se informó en localidades ubicadas al centro y este de Norteamérica (Jehl, 1970; Miller, 1979; Gratto et al., 1984). Lo anterior fue más evidente entre los machos capturados en Cuba y aquellos capturados en la Isla de Sable, Nueva Escocia (Miller, 1979) y la Bahía de Fundy (Gratto et al., 1984).

Las variaciones existentes en la longitud del pico de *C. minutilla* en Cuba solo fueron atribuibles al sexo

de los individuos. Esta fue la variable predictora más importante, lo que se asocia con el grado de dimorfismo sexual descrito para la especie (Jehl, 1970; Page, 1974; Miller, 1979; Gratto et al., 1984). Al parecer, no existen variaciones notables en la longitud del pico de *C. minutilla* asociados al lugar donde fue realizada la colecta. Este resultado parece indicar que la posible incidencia sobre Cuba occidental de individuos que migran por la ruta del Mississippi no tiene un efecto detectable en la morfometría de la población de aves que utiliza este país. Igualmente, al menos con los datos disponibles para este trabajo, el tipo de zona costera y el sustrato predominante en ellas tampoco explicó las variaciones detectadas en la longitud del pico. Debe considerarse que los resultados obtenidos podrían estar influenciados por los cambios que sufren las estructuras corporales durante y después de la preparación de las pieles. Así mismo, ha de considerarse el posible sesgo resultante de la información limitada que ofrecen las colecciones sobre las características del lugar de captura. Futuros estudios con aves en vida libre, que cuenten con un tamaño de muestra mayor y una caracterización detallada del hábitat y de recolección (ej.: análisis granulométricos y/o disponibilidad de presas en la columna del sedimento), podrán esclarecer mejor los aspectos morfométricos explorados en este estudio.

Agradecimientos

Agradecemos a todos los que de una manera u otra contribuyeron en la recopilación de los datos y facilitaron el trabajo con las pieles de estudio, especialmente a David Winkler (Cornell Laboratory of Ornithology), Benjamin Winger y James Dean (United States National Museum of Natural History, Smithsonian Institution), Rafaela Aguilera (Instituto de Ecología y Sistemática), Arturo Kirkconnell (Museo Nacional de Historia Natural de Cuba) y Misleydis Almeida (Universidad de Oriente). También queremos expresar nuestro agradecimiento a dos revisores anónimos por las sugerencias realizadas.

Referencias

- Acosta, M., López, A. C. & Mugica, L., 2003. Relación entre la morfología del pico y la segregación trófica de las especies en la comunidad de aves acuáticas del agroecosistema arrocero. *Revista Biología*, 17: 31–41.
- Blanco, P., 2006. Distribución y áreas de importancia para las aves del orden Charadriiformes en Cuba. Tesis doctoral, Universidad de La Habana.
- Brown, S., Hickey, C., Harrington, B. & Gill, R., 2001. *United States Shorebird Conservation Plan*. 2nd ed. Manomet, MA: Manomet Center for Conservation Sciences, Massachusetts.
- Burnham, K. P. & Anderson, D. R., 2002. *Model selection and multimodel inference. A practical information-theoretical approach*. Springer, New York.
- Butler, R. W. & Kaiser, G. W., 1995. Migration chronology, sex ratio, and body mass of Least Sandpipers in British Columbia. *Wilson Bulletin*, 107: 413–422.
- Colwell, M. A. & Landrum, S. L., 1993. Nonrandom shorebird distribution and fine-scale variation in prey abundance. *Condor*, 95: 94–103.
- Cooper, J. M., 1994. Least Sandpiper (*Calidris minutilla*). In: *The Birds of North America*: 115 (A. Poole & F. Gill, Eds.). The Academy of Natural Sciences, Philadelphia; The American Ornithologists' Union, Washington D. C.
- Cramp, S. & Simmons, K. E. L., 1983. *The birds of the western palearctic. Handbook of the birds of Middle Europe, the Middle East, and North Africa, waders to gulls*. Oxford Univ. Press, Oxford.
- Del Hoyo, J., Elliott, A. & Sargatal, J., 1996. *Handbook of the birds of the world*. Vol. 3. Hoatzin to Auks. Ediciones Lynx, Barcelona.
- Dierschke, V., 2004. Differential departure of wintering adult and first-year Purple Sandpipers *Calidris maritima* from Helgoland (south-east North Sea). *Wader Study Group Bulletin*, 105: 84–86.
- Fernández, G. & Pérez, R. (Eds.), 2009. *Evaluación del medio ambiente cubano GEO Cuba 2007*. Ediciones Centenario, Santo Domingo.
- Garrido, O. H. & Kirkconnell, A., 2000. *Field guide to the birds of Cuba*. Comstock Publishing Associates, Cornell Univ. Press, Ithaca, New York.
- Gerritsen, A. F. C. & van Heezik, Y. M., 1985. Substrate preference and substrate related foraging behaviour in three *Calidris* species. *Netherlands Journal of Zoology*, 35: 671–692.
- González, H. J., 2002. *Las migraciones de las aves*. In: *Aves de Cuba*: 16–19 (H. J. González, Ed.). Vassa, UPC Print, Finland.
- Granadeiro, J. P., Dias, M. P., Martins, R. C. & Palmeirim, J. M., 2006. Variation in numbers and behaviour of waders during the tidal cycle: implications for the use of estuarine sediment flats. *Acta Oecologica*, 29: 293–300.
- Grant, J., 1984. Sediment microtopography and shorebird foraging. *Marine Ecology Progress Series*, 19: 293–296.
- Gratto, G. W., Thomas, M. L. H. & Gratto, C. L., 1984. Some aspects of the foraging ecology of migrant juvenile sandpipers in the outer Bay of Fundy. *Canadian Journal Zoology*, 62: 1889–1892.
- Gratto-Trevor, C. L., 2004. *Manual del anillador de Norteamérica para aves playeras (Charadriiformes, suborden Charadrii)*. North American Banding Council, California.
- Harrington, B. A., 1982. Morphometric variation and habitat use of Semipalmated Sandpipers during a migratory stopover. *Journal of Field Ornithology*, 53: 258–262.
- Jehl, Jr. J. R., 1970. Sexual selection for size differences in two species of sandpipers. *Evolution*, 24: 311–319.
- Kelsey, M. G. & Hassal, M., 1989. Patch selection by Dunlin on a heterogeneous mudflat. *Ornis Scandinavica*, 20: 250–254.
- Lehnen, S. E. & Kremetz, D. G., 2007. The influence of body condition on the stopover ecology of Least Sandpipers in the Lower Mississippi Alluvial Valley during fall migration. *Avian Conservation and Ecology—Ecologie et conservation des oiseaux*, 2: 9.
- Mathot, K. J., Smith, B. D. & Elner, R. W., 2007. Latitudinal clines in food distribution correlate with differential migration in the Western Sandpiper. *Ecology*, 88: 781–791.
- Miller, E. H., 1979. Egg size in the Least Sandpiper (*Calidris minutilla*) on Sable I., Nueva Scotia, Canada. *Ornis Scandinavica*, 10: 10–16.
- Morrison, R. I. G., Gill, R. E., Harrington, B. A., Skagen, S., Page, G. W., Gratto-Trevor, C. L. & Haig, S. M., 2001. *Estimates of shorebirds populations in North America*. Occasional Paper No. 104, Canadian Wildlife Service, Ottawa.
- Mouritsen, K. N. & Jensen, K. T., 1992. Choice of microhabitat in tactile foraging Dunlin *Calidris alpina*: the importance of sediment penetrability. *Marine Ecology Progress Series* 85: 1–8.
- Myers, J. P., 1981. A test of three hypotheses for latitudinal segregation of the sexes in wintering birds. *Canadian Journal Zoology*, 59: 1527–1534.
- Myers, J. P., Williams, S. L. & Pitelka, F. A., 1980. An experimental analysis of prey availability for sanderlings (Aves: Scolopacidae) feeding on sandy beach crustaceans. *Canadian Journal of Zoology*, 58: 1564–1574.
- Nebel, S., 2006. Latitudinal clines in the sex ratio, bill, and wing length in Least Sandpipers. *Journal Field Ornithology*, 77: 39–45.

- Nebel, S., Lank, D., O'Hara, P., Fernández, G., Haase, B., Delgado, F., Estela, F., Evans, L., Harrington, B., Kus, B., Lyons, J., Mercier, F., Ortego, B., Takekawa, J., Warnock, N. & Warnock, S., 2002. Western Sandpipers (*Calidris mauri*) during the nonbreeding season: spatial segregation on a hemispheric scale. *Auk*, 119: 922–928.
- Page, G., 1974. Molt of wintering Least Sandpipers. *Bird Banding*, 45: 93–105.
- Pyle, P., 2008. *Identification Guide to North American Birds*. Vol. II. Anatidae to Alcidae. Point Reyes Station, California.
- R Development Core Team., 2009. *R: a language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, version 2.10.0. ISBN 3–900051–07–0, URL, <http://www.r-project.org>.
- Summers, R. W., 1976. The value of bill lengths of museum specimens in biometric studies. *Wader Study Group Bulletin*, 17: 10–11.
-