

## DOCUMENTANDO ESTRATEGIAS DE MUDA EN AVES NEOTROPICALES: EJEMPLOS DE LA SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA, COLOMBIA

Camila Gómez, Esteban Botero-Delgadillo, Nicholas J. Bayly, María I. Moreno, & Carlos Andrés Páez

SELVA: Investigación para la Conservación en el Neotrópico  
Cll 43 No 27A – 55, of. 102 Bogotá – Colombia  
E-mail: camila.gomez@selva.org.co

**Resumen.**— El resultado de la muda se ve reflejado en el estado y características del plumaje, las cuales a su vez son útiles para la datación y el sexado de aves capturadas. A pesar de la indiscutible utilidad de esta herramienta para la investigación, en el Neotrópico aún carecemos de información detallada sobre la muda de muchas especies. Entre el 2007 y el 2011, colectamos de forma sistemática información sobre las estrategias de muda y las características útiles para datar y sexar 80 especies de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. Este trabajo muestra un cuadro general de los patrones y estrategias de muda que encontramos y una comparación con aquellos conocidos previamente. También ilustramos casos de estrategias atípicas y casos en los que aún existen interrogantes. Este esfuerzo no solo confirma algunos patrones de muda sugeridos para familias presentes en el Neotrópico, sino que describe las estrategias empleadas por géneros y especies que carecían de información hasta la fecha, incluyendo tres especies endémicas de la Sierra Nevada de Santa Marta.

**Abstract.**— **Documenting molt strategies in Neotropical birds: examples from the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia.** The result of molt is reflected in the characteristics of a bird's plumage and these characteristics are in turn useful to age and sex birds in the hand. Despite the unquestionable utility of being able to age and sex birds, in the Neotropics we still lack detailed information on the molt strategies of many species. Between 2007 and 2011, we systematically collected information on the molt strategies and other useful characteristics to age and sex 80 bird species that occur in the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. This study presents a general outline of the molt strategies and patterns that we found and a comparison with those that were previously known. We also illustrate cases of atypical strategies and those in which there is still uncertainty. This effort not only confirms some molt strategies that have been suggested for Neotropical species, but also describes strategies of species that lacked information until now, including three endemic species from the Sierra Nevada de Santa Marta.

**Key words:** Ageing, Colombia, Molt strategies, Neotropical birds, Sexing, Sierra Nevada de Santa Marta.

### INTRODUCCIÓN

Si bien las estrategias de muda son la herramienta más utilizada para datar y sexar aves en la mano, el conocimiento de este aspecto en las aves del Neotrópico es incipiente (Ryder & Wolfe 2009, Bridge 2011). Las razones de este desconocimiento se deben, entre otras, al es-

caso entrenamiento entre los ornitólogos de la región en las técnicas para la determinación de la edad y el sexo de aves (Bennun 2002); a la ausencia, hasta hace muy poco, de un sistema unificado para el datado y nomenclatura de las aves Neotropicales residentes (Wolfe *et al.* 2010); y al gran volumen de información que aún no se ha publicado en el Neotrópico (Moller & Jen-

nions 2001). Sin embargo, todos los estudios donde se capturan aves tienen el potencial de contribuir a documentar las estrategias de muda de las especies, sin añadir costos y con modificaciones potencialmente mínimas de toma de datos y sistematización. Por esto, a medida que más ornitólogos estén en la capacidad de documentar las estrategias de muda de las especies, mejorará considerablemente nuestra habilidad para determinar la edad y el sexo de las aves Neotropicales, y por ende, se contará con herramientas más efectivas para contestar preguntas de investigación encaminadas a guiar su conservación. Igualmente, si se llevaran a cabo múltiples estudios puntuales con el objetivo de documentar las estrategias de muda, este proceso sería muchísimo más ágil.

Desde el 2004, se han publicado estudios clave sobre las estrategias de muda que han aumentado considerablemente nuestro conocimiento sobre el tema (Pyle *et al.* 2004, Ryder & Durães 2005, Ryder & Wolfe 2009, Wolfe *et al.* 2009a, 2009b, 2010, Botero-Delgadillo 2010). Sin embargo, aún se carece de información para conocer a fondo las estrategias de muda de todas las aves residentes Neotropicales, la variación geográfica de dichas estrategias y la relación de estas con la historia evolutiva de las especies, entre otros (Svensson & Hedenström 1999, Elrod *et al.* 2011). En este estudio presentamos datos de estrategias de muda para 80 especies de la Sierra Nevada de Santa Marta en Colombia, colectados a lo largo de cuatro años de estudios. Nuestros resultados destacan la utilidad de interpretar el estado del plumaje para determinar la edad de las especies con base en límites de muda y el gran potencial de su aplicación generalizada en todos los estudios que implican la captura y manipulación de aves en el Neotrópico.

## MÉTODOS

Entre el 2008 y el 2011 se capturaron aves en cuatro localidades de la Sierra Nevada de Santa

Marta (SNSM). Se cubrió un gradiente altitudinal desde los 175 m hasta 2600 m en hábitats de bosque húmedo tropical, bosque premontano, bosque montano y sistemas agroforestales como cafetales con sombrío. La mayoría de aves fueron capturadas entre Marzo y Mayo, y entre Septiembre y Noviembre.

Durante sesiones de captura con redes de niebla, se examinaron las alas de todos los individuos capturados para determinar la presencia de muda activa o de límites de muda (Pyle *et al.* 2004, Wolfe *et al.* 2010). Se anotó el estado de cada grupo de plumas del ala con códigos para plumas retenidas, reemplazadas, con límite de muda, en muda activa y en estado desconocido. Adicionalmente, se examinaron otros caracteres como el color del iris y las patas, la forma y textura de las plumas, las variaciones de color y desgaste del plumaje, la osificación del cráneo y la presencia de modificaciones en la forma de las plumas relacionadas con la edad o el sexo (Pyle 1997). Se tomó la cuerda alar, utilizando una regla con tope especial para alas (Porzana Ltda.) y precisión de 1 mm y el peso, utilizando una balanza electrónica con 0.1 g de precisión, como indicadores del tamaño corporal. Todas las aves fueron asignadas a una de cinco categorías de edad con base en el estado de su plumaje (juvenil, inmaduro, sub adulto, adulto y desconocido). La equivalencia de nuestras categorías de edad con las propuestas por Wolfe *et al.* (2010) son las siguientes: Desconocido equivale a los ciclos UCU, UCB, UCA y UCS; Juvenil equivale al ciclo FCJ; Inmaduro equivale a los ciclos FCF, FCA y FCS; Sub adulto es equivalente a SCB, SCA y SCS; y Adulto equivale a los ciclos DCB, DCA y DCS.

Para corroborar las observaciones de campo, se realizó una revisión de especímenes de museo en la colección de ornitología del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad de Colombia, a los cuales se les tomó, dentro de lo posible, la misma información que a las aves vivas manipuladas en campo. También se tuvo en cuenta la información adicional en las

etiquetas sobre sexo, osificación del cráneo y muda; para algunas especies en particular se tomaron medidas morfológicas adicionales como la fórmula alar y medidas biométricas (e.j. *Mionectes olivaceus*) como la profundidad del pico, entre otras.

Las estrategias de muda se definieron para cada especie luego de examinar mínimo 20 individuos de cada una y hasta que la evidencia del plumaje o los caracteres alternos examinados fuera consistente entre todos los individuos capturados. Las especies cuya estrategia de muda fue posible determinar fueron asignadas a una de cuatro categorías definidas: 1) Muda preformativa parcial - muda prebásica completa; 2) Muda preformativa incompleta - prebásica completa; 3) Muda preformativa parcial a incompleta - prebásica completa; 4) Muda preformativa completa - muda prebásica completa. Las especies cuyas estrategias no fueron determinadas fueron asignadas a la categoría 'desconocido'. La terminología utilizada aquí para las estrategias de muda fue la sugerida por Wolfe *et al.* (2010) que se basa en ciclos de muda con base en la terminología de Howell *et al.* (2003).

## RESULTADOS

80 especies representantes de 17 familias fueron asignadas a una de las cuatro estrategias de muda definidas (ver Tabla 1), para las cuales fue posible definir las características del plumaje que pueden ser utilizadas para un dataje preciso en la SNSM. No detectamos ninguna división taxonómica entre estrategias sino que estas aparecieron indiferentemente entre especies de la misma familia o incluso del mismo género.

El 67,5% (54/80) de las especies mostraron un ciclo formativo de muda parcial, seguido por un ciclo definitivo de muda completa (Tabla 1). En este grupo, los individuos en plumaje formativo (o inmaduros) muestran dos generaciones de plumas en el ala, por lo

general presentando límites de muda entre las coberteras mayores o entre coberteras mayores y coberteras de las primarias. Los adultos, en plumaje definitivo, presentan una sola generación de plumas. Dentro de este grupo hubo tres especies de la familia Pipridae –Saltarines– (*Pipra erythrocephala*, *Manacus manacus* y *Chiroxiphia lanceolata*) que mostraron 'maduración retrasada del plumaje' con varios ciclos básicos de muda antes de obtener la coloración de su plumaje definitivo, tal y como ha sido documentado para otras especies de esta familia (Ryder & Duraes 2005).

El 21,3% (17/80) de las especies mostraron un ciclo formativo de muda incompleta seguido por un ciclo definitivo de muda completa (Tabla 1). En estas especies, los inmaduros exhiben contrastes entre las coberteras mayores y las coberteras de las primarias, y adicionalmente, contrastes entre las primarias externas reemplazadas y las internas retenidas. La extensión de la muda incompleta en el ciclo formativo de estas especies puede variar en cuanto al número de primarias o secundarias que reemplazan (de una a seis aproximadamente), pero por lo general retienen las coberteras de las primarias. Los adultos en plumaje definitivo presentan una sola generación de plumas en el ala.

La tercera estrategia fue compartida por el 7,5% (6/80) de las especies y correspondió a un ciclo formativo de muda parcial a incompleta seguido por un ciclo definitivo de muda completa (Tabla 1). Debido a la variación en extensión de la muda en el ciclo formativo en estas aves, los inmaduros pueden presentar límites de muda y contrastes característicos de la muda parcial (como la estrategia 1) o como los de la muda incompleta (como la estrategia 2). Los adultos nuevamente muestran un plumaje definitivo uniforme con una sola generación de plumas.

La última estrategia solo fue detectada en tres especies, representando tan solo el 3,75% del total, y correspondió a un ciclo formativo

TABLA 1. Estrategias de muda en 80 especies de aves Neotropicales residentes de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) en Colombia. Las especies marcadas \* son endémicas de Colombia. Las especies de la familia Pipridae, presentan ‘maduración retrasada del plumaje’ con varios ciclos básicos de muda antes de llegar a su plumaje definitivo como ha sido sugerido por Ryder & Durães (2005) y confirmado por Ryder & Wolfe (2009).

<b>Estrategia 1: Muda preformativa parcial, muda prebásica completa</b>		
<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus atrinucha</i>	
Pipridae	<i>Pipra erythrocephala</i>	Manacus manacus
	<i>Chiroxiphia lanceolata</i>	
Tityridae	<i>Pachyrhamphus cinnamomeus</i>	
Tyrannidae	<i>Zimmerius improbus</i>	Hemitriccus granadensis
	<i>Zimmerius chrysops</i>	Tolmomyias sulphureus
	<i>Myiopagis gaimardii</i>	Myiophobus fasciatus
	<i>Myiopagis viridicata</i>	Attila spadiceus
	<i>Oncostoma olivaceum</i>	Megarhynchus pitangua
Troglodytidae	<i>Thryothorus rutilus</i>	Troglodytes aedon
	<i>Thryothorus rufalbus</i>	Henicorhina leucophrys
	<i>Thryothorus leucotis</i>	Microcerculus marginatus
Turdidae	<i>Catharus aurantiirostris</i>	Turdus leucomelas
	<i>Turdus flavipes</i>	Turdus grayi
	<i>Turdus leucops</i>	Turdus albicollis
	<i>Turdus olivater</i>	
Poliopitilidae	<i>Ramphocaenus melanurus</i>	
Vireonidae	<i>Vireo leucophrys</i>	
Icteridae	<i>Icterus chrysater</i>	
Parulidae	<i>Parula pitiayumi</i>	Basileuterus culicivorus
	<i>Myioborus miniatus</i>	*Basileuterus conspicillatus
	* <i>Myioborus flavivertex</i>	Basileuterus rufifrons
Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>	Thraupis palmarum
	<i>Diglossa albilatera</i>	Tachyphonus rufus
	<i>Tersina viridis</i>	Tachyphonus luctuosus
	<i>Tangara cyanoptera</i>	Rhodinocichla rosea
	<i>Thraupis episcopus</i>	Thlypopsis fulviceps
Cardinalidae	<i>Piranga flava</i>	Pheucticus chrysogaster

Emberizidae	<i>*Atlapetes melanocephalus</i> <i>Arremon schlegeli</i>	Zonotrichia capensis
Fringillidae	<i>Carduelis psaltria</i>	Euphonia laniirostris

**Estrategia 2: Muda preformativa incompleta, prebásica completa.**

Familia	Nombre científico	
Picidae	<i>Melanerpes rubricapillus</i>	
Cotingidae	<i>Pipreola aureopectus</i>	
Tyrannidae	<i>Elaenia flavogaster</i>	Myiodynastes luteiventris
	<i>Elaenia chiriquensis</i>	Myiodynastes maculatus
	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Myiodynastes chrysocephalus
	<i>Myiozetetes similis</i>	Tyrannus melancholicus
Thraupidae	<i>Diglossa sittoides</i>	Saltator maximus
	<i>Cyanerpes caeruleus</i>	Saltator striatipectus
Emberizidae	<i>Oryzoborus angolensis</i> <i>Sporophila nigricollis</i>	Volatinia jacarina

**Estrategia 3: Muda preformativa parcial a incompleta, prebásica completa**

Familia	Nombre científico	
Furnariidae	<i>Synallaxis albescens</i>	
Tyrannidae	<i>Elaenia frantzii</i>	
Thraupidae	<i>Tangara heinei</i> <i>Ramphocelus dimidiatus</i>	Tiaris obscurus
Cardinalidae	<i>Cyanocopsa cyanooides</i>	

**Estrategia 4: Muda preformativa completa, prebásica completa**

Familia	Nombre científico	
Tyrannidae	<i>Mionectes olivaceus</i>	
Thraupidae	<i>Tangara gyrola</i>	Eucometis penicillata

de muda completa, seguido por un ciclo definitivo también de muda completa. En este caso, tanto inmaduros como adultos muestran un ala con una sola generación de plumas al terminar sus ciclos de muda. Por lo tanto, una vez terminada la muda no es posible determinar la diferencia entre un inmaduro y un adulto y, si no hay características alternas al plumaje que ayuden a la determinación, la categoría de edad permanece como desconocido.

No detectamos la presencia de ciclos de muda alterna en ninguna de las especies para las cuales confirmamos una estrategia de muda en este trabajo. No obstante, algunas capturas de adultos ( $n = 10$ ) de *Pitangus sulphuratus* sugieren que las poblaciones de la SNSM, esta especie pueden presentar una muda pre-reproductiva.

Además de las 80 especies para las cuales se pudo determinar su estrategia de muda, hubo

un grupo de 16 especies de cinco familias que no pudieron ser asignadas a una de las cuatro categorías definidas, debido a que ninguno de los individuos examinados presentó límites de muda ni una muda completa activa, o porque no se pudo definir un patrón claro y consistente entre los individuos examinados (Tabla 2). Para estas especies, la edad por ahora solo puede ser determinada cuando se encuentran en plumaje juvenil, ya que después de su primer ciclo de muda no se detectaron características del plumaje que sean útiles para su diferenciación.

Además de las características del plumaje, hay criterios alternos que deben ser utilizados en conjunto para la determinación de la edad y el sexo en las aves Neotropicales. Un claro ejemplo de esto es *Mionectes oleagineus*, donde la forma de las primarias externas fue útil para diferenciar entre inmaduros y adultos. Entre los individuos capturados ( $n = 238$ ) y los especímenes examinados ( $n = 89$ ), nunca detectamos límites de muda confiables a pesar de que se ha sugerido que esta especie tiene un ciclo formativo de muda parcial en Costa Rica (ver Wolfe *et al.* 2009a). No obstante, encon-

tramos que la forma de las primarias cambia consistentemente entre grupos de edades, con los juveniles e inmaduros mostrando primarias externas redondeadas y los adultos primarias externas punteadas (Fig. 1). La revisión de especímenes de museo sexados ( $n = 20$ ) confirmó que esta modificación de las primarias no corresponde a una diferencia entre sexos.

## DISCUSIÓN

Las estrategias de muda que encontramos para 80 especies de aves residentes de la Sierra Nevada de Santa Marta fueron similares a las que se conocen para especies de zonas templadas (Svensson 1984, Jenni & Winkler 1994, Pyle 1997) y por lo tanto, para estas especies, pueden ser utilizados los mismos criterios de determinación de la edad basados en la muda (Pyle *et al.* 2004, Ryder & Wolfe 2009, Wolfe *et al.* 2010). Las proporciones de especies con diferentes estrategias de muda fueron similares a las encontradas por Wolfe *et al.* (2009b) en zonas altas de Costa Rica, donde la gran mayoría de especies presentaron un ciclo de muda preformativa parcial. Sin embargo, al comparar

TABLA 2. Especies de las cuales aún no conocemos su estrategia de muda en la SNSM. El asterisco (\*) indica que es una especie endémica de Colombia.

Familia	Nombre científico	
Furnariidae	<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	<i>Lepidocolaptes lacrymiger</i>
	<i>Dendrocincla homochroa</i>	* <i>Automolus rufipectus</i>
	<i>Dendrocolaptes picumnus</i>	<i>Xenops rutilans</i>
	<i>Xiphorhynchus susurrans</i>	<i>Xenops minutus</i>
	<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	
Thamnophilidae	<i>Drymophila caudata</i>	
Tityridae	<i>Schiffornis turdina</i>	
Tyrannidae	<i>Mionectes oleagineus</i>	<i>Terentotriccus erythrorus</i>
	<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	<i>Contopus cinereus</i>
Fringillidae	<i>Chlorophonia cyanea</i>	

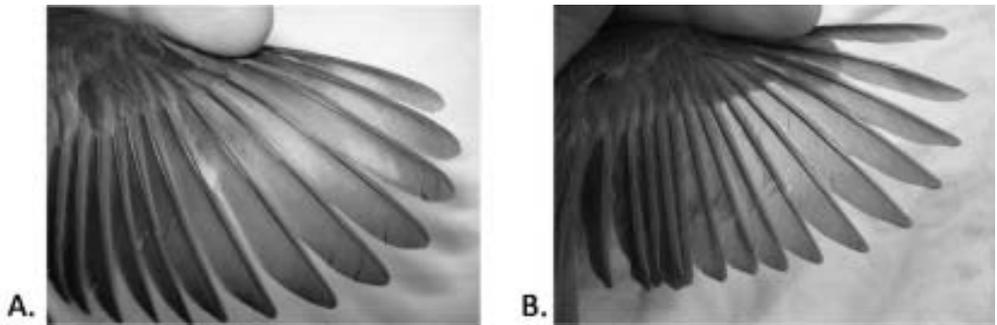


FIG 1. Diferencia en la forma de las primarias externas entre A. juveniles/inmaduros y B. adultos de *Mionectes oleagineus* en la SNSM.

la información disponible para las aves de Costa Rica y nuestros datos para SNSM, encontramos que en ambos casos la proporción de especies con muda preformativa incompleta y completa parece ser más alta en especies de tierras bajas (Ryder & Wolfe 2009, Wolfe *et al.* 2010). Generalmente se cree que la extensión de la muda está afectada por factores genéticos, climáticos y biológicos como la temporalidad de la época reproductiva (e.g. Kendeigh 1969, Mewaldt & King 1978, Helm *et al.* 2009, Rohwer *et al.* 2009, Elrod *et al.* 2011). También se ha demostrado que aves que habitan en hábitats más extremos por lo general hacen mudas más extensas porque las plumas sufren más daño en ellos (Pyle & Kayhart 2010, Wolfe & Frey 2011, Wolfe & Pyle en prensa). Por lo tanto, sería necesario estudiar el efecto que pueden tener la estacionalidad de lluvias, longitud de periodos reproductivos y las características de los hábitats en la Sierra Nevada de Santa Marta en tierras altas y bajas, para determinar el efecto que tienen en la extensión de la muda de las aves residentes.

Al detallar las estrategias de muda que encontramos desde un punto de vista filogenético, es evidente la ausencia de un patrón claro que determine la presencia o ausencia de una u otra estrategia de muda. Este es el caso, de las diferentes estrategias observadas en especies del género *Diglossa*. Encontramos que *Diglossa*

*albilatera* presenta un ciclo preformativo de muda parcial (este trabajo, Botero-Delgadillo *et al.* en prep), mientras *Diglossa sittoides* pasa por una muda incompleta. De hecho, Terril (2011) en un estudio preliminar, encontró que la estrategia de muda que parece basal a todas las aves, es la muda preformativa, la cual se pierde o modifica a lo largo de diferentes clados. Las mudas alternas han aparecido y desaparecido en múltiples ocasiones en la escala evolutiva de las aves e incluso en un mismo género hay variaciones en las estrategias (Svensson & Hedenström 1999, Terril 2011). De todas formas, hace falta más estudio para determinar cuáles son las presiones ecológicas y los factores evolutivos que determinan las estrategias de muda en las aves Neotropicales.

Entre las especies que aún tienen interrogantes en cuanto a su estrategia de muda, se ha sugerido que los miembros de la familia Furnariidae –Horneros, Cola espinas, Trepatroncos y afines– se caracterizan por tener estrategias de muda altamente variables (Ryder & Wolfe *et al.* 2009). No obstante y a juzgar por las especies que han podido ser estudiadas con algún nivel de detalle, se ha sugerido que la estrategia más frecuente en esta familia parece involucrar mudas preformativas completas, por lo que la determinación de la edad puede ser complicada (ver Guallar *et al.* 2009, Ryder & Wolfe 2009). Este patrón ayudaría a explicar

la ausencia de límites de muda en los furnáridos que capturamos. Por lo tanto, es de esperar que esta sea la estrategia empleada por la mayoría de especies para las cuales todavía existen interrogantes (debido a las dificultades en su detección). Si este es el caso, sería posible concluir que esta estrategia sea más común en aves Neotropicales que en aquellas de zonas templadas (Svensson 1984, Pyle 1997).

Además de la ausencia de patrón alguno en ciertas especies, también resultó interesante el hecho de haber encontrado diferencias en estrategias de muda en una misma especie al comparar nuestros datos con información de otros países. Por ejemplo, Wolfe *et al.* (2009a) señalan que *Mionectes oleagineus* presenta una muda preformativa parcial en Costa Rica; sin embargo, nosotros no registramos límites de muda confiables en esta especie en la SNSM, ni en individuos capturados ni en especímenes de museo. Si bien esto puede deberse a que los contrastes son casi invisibles o a que la muda preformativa es completa, el dataje de aves de esta especie puede ser determinado confiablemente a partir de la forma de las plumas. Este parece ser un criterio útil en otras especies del género *Mionectes*, las cuales exhiben modificaciones en la forma de las plumas que son útiles para la determinación de la edad y el sexo a falta de límites de muda (Botero-Delgadillo 2010).

Un resultado curioso fue la aparente ausencia de mudas prealternas entre las especies que estudiamos. Juzgando por lo que se conoce de Norte América y México (Pyle 1997, Guallar *et al.* 2009), la muda prealterna parece ser mucho más común allí que en Centro y Sur América (Wolfe *et al.* 2010, este estudio). La presencia de mudas prealternas es común en familias como Tyrannidae en el norte de México, (*Pitangus sulphuratus*, *Myiarchus* spp., entre otras) (Guallar *et al.* 2009), al igual que en Parulidae de Norte América (Pyle 1997). Si es que existe una razón evolutiva “latitudinal” que beneficie la presencia de mudas prealternas, es necesario estudiar porqué sucede. Sin embargo, parale-

lamente es necesario estudiar mucho más a fondo los procesos de muda a lo largo de las Américas para verificar si este es el caso o no.

Aún falta mucha información para comprender la utilidad de caracteres alternos al estado del plumaje para la determinación de la edad en aves Neotropicales. Por ejemplo, un carácter muy utilizado en Norte América es la osificación del cráneo (Pyle 1997). Esta característica es útil cuando se conoce la velocidad y extensión a la que el cráneo osifica en cada especie, y de esta forma se relaciona con el tiempo y el estado del plumaje (Pyle 1997). Desafortunadamente, para muchas aves Neotropicales no existe información sobre la velocidad de osificación del cráneo y por lo tanto, este criterio no es útil para la determinación de la edad por sí solo. De hecho, hay varias especies (*e.g.* *Mionectes oleagineus*) que no terminan de osificar, incluso cuando obtienen su plumaje definitivo (Gómez pers.obs.), y otras como individuos de *Ramphocelus dimidiatus*, cuyo color oscuro de la piel del cráneo dificulta observar el estado de osificación en individuos vivos (Gómez pers. obs.). Sin embargo, no ponemos en duda que esta característica será de gran valor al momento de datar especies Neotropicales cuyo plumaje no exhiba contrastes claros, pero solo será posible al incrementar la información actual. De igual forma otros caracteres alternos como la fórmula alar, el color de las partes blandas, la morfometría entre otros (ver Botero-Delgadillo 2010), deben ser más estudiados para determinar su utilidad en la determinación de la edad y el sexo de las aves Neotropicales.

Este es un llamado a que más ornitólogos, especialmente los involucrados en la captura y anillamiento de aves, documenten las estrategias de muda y las características útiles para determinar la edad y el sexo de las aves que capturan. La toma de datos de muda no requiere mucho tiempo y por el contrario, proporciona información invaluable para el estudio demográfico de las aves si es tomada con la rigurosidad y cuidado que se necesita.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todos los investigadores de campo que han trabajado con SELVA y contribuido con la recolección de información sobre muda, y a las personas e instituciones que nos han permitido el acceso a los sitios de estudio en la Sierra Nevada de Santa Marta. La autoridad ambiental local, Corpamag, emitió los permisos de investigación bajo los cuales se colectó la información de campo. Agradecemos a la colección de ornitología del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia y a su curador, Gary Stiles, por permitirnos hacer la revisión de especímenes. Finalmente, agradecemos a los organizadores del Simposio de muda del IX Congreso de Ornitología Neotropical por permitirnos participar con esta ponencia y a los revisores que ayudaron a mejorar este manuscrito con sus sugerencias.

## REFERENCIAS

- Bennun, L. 2002. The interface between research, education and training. Pp. 224–245 in Norris, K. & D. J. Pain (eds). *Conserving bird biodiversity. General principles and their application.* Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK.
- Botero-Delgado, E. 2010. Criterios morfológicos y cualitativos para la determinación de edad y sexo en *Mionectes olivaceus* (Tyrannidae). *Hornero* 25: 00–00.
- Elrod, M. L., N. E. Seavy, R. L. Cormier & T. Gardali. 2011. Incidence of eccentric molt in first-year Wrentits increases with fledge date. *J. Field Ornithol.* 82: 325–332.
- Guallar, S., E. Santana, S. Contreras, H. Verdugo & A. Gallés. 2009. *Passeriformes del occidente de México: morfometría, datación y sexado.* Instituto de Cultura de Barcelona, Barcelona, España.
- Helm, B., I. Schwabl & E. Gwinner. 2009. Circannual basis of geographically distinct bird schedules. *J. Exp. Biol.* 212: 1259–1269.
- Howell, S. N. G., C. Corben, P. Pyle & D. I. Rogers. 2003. The first basic problem: a review of molt and plumage homologies. *Condor* 105: 635–653.
- Jenni, L. & R. Winkler. 1994. *Moult and ageing of European passerines.* Academic Press, New York, USA.
- Kendeigh, S. C. 1969. Energy responses of birds to their thermal environments. *Wilson Bull.* 81: 441–449.
- Mewaldt, L. R. & J. R. King. 1978. Latitudinal variation in post-nuptial molt in Pacific Coast White-crowned Sparrows. *Auk* 95: 168–174.
- Moller, A. P. & M. D. Jennions. 2001. Testing and adjusting for publication bias. *Trends Ecol. Evol.* 16: 580–586.
- Pyle, P. 1997. *Identification guide to North American birds, Part I.* Slate Creek Press, Bolinas California, USA.
- Pyle, P., A. McAndrews, P. Velez, R. L. Wilkerson, R. B. Siegel & D. F. DeSante. 2004. Molt patterns and age and sex determination of selected southeastern Cuban landbirds. *J. Field Ornithol.* 75: 136–145.
- Pyle, P. & R. Kayhart. 2010. Replacement of primaries during the prealternate molt of a Yellow Warbler. *North American Bird Bander* 35: 178–181.
- Rohwer, S., R. E. Ricklefs, V. G. Rohwer & M. M. Cople. 2009. Allometry of the duration of flight feather molt in birds. *PLoS Biol.* 7: e1000132.
- Ryder, T. B. & R. Durães. 2005. It's not easy being green: using molt limits to age and sex green plumage manakins (Aves: Pipridae). *Ornitol. Neotrop.* 16: 481–491.
- Ryder, T. B. & J. D. Wolfe. 2009. The current state of knowledge on molt and plumage sequences in selected Neotropical bird families: A review. *Ornitol. Neotrop.* 20: 1–18.
- Svensson, L. 1984. *Identification guide to European Passerines.* L. Svensson, Stockholm, Sweden.
- Svensson, E. & A. Hedenström. 1999. A phylogenetic analysis of the evolution of moult strategies in Western Palearctic warblers (Aves:

- Sylviidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 67: 263–276.
- Terril, R. S. 2011. Evolutionary patterns of molt strategies in birds. Pp. 154. *in* More, A., D. García-O & A. García-O (Eds.). *Libro de resúmenes del IX Congreso de Ornitología Neotropical*, Cuzco, Perú.
- Wolfe, J. D., P. Pyle & C. J. Ralph. 2009a. Breeding seasons, molt patterns, and gender and age criteria for selected northeastern Costa Rican resident landbirds. *Wilson J. Ornithol.* 121: 556–567.
- Wolfe, J. D., R. B. Chandler & D. I. King. 2009b. Molt patterns, age and sex criteria for selected highland Costa Rican resident landbirds. *Ornitol. Neotrop.* 20: 451–459.
- Wolfe, J. D., T. B. Ryder & P. Pyle. 2010. Using molt cycles to categorize the age of tropical birds: an integrative new system. *J. Field Ornithol.* 81: 186–194.
- Wolfe, J. D. & Frey. 2011. Primary-Covert Replacement Patterns in the Western Wood-Pewee (*Contopus sordidulus*). *N. Am. Bird Bander*: 00–00.
- Wolfe, J. D. & P. Pyle. In press. First Evidence for Eccentric Prealternate Molt in the Indigo Bunting (*Passerina cyanea*): Possible Implications for Adaptive Molt Strategies. *Western Birds*.