

**Artículos****CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL PLUMAJE EN PICHONES DE LA COTORRA ALIAZUL (*HAPALOPSITTACA FUERTESI*) EN LA CORDILLERA CENTRAL COLOMBIANA****Growth and plumage development of Azure-winged Parrot (*Hapalopsittaca fuertesi*) nestlings in the Central Andes of Colombia****Adriana Elizabeth Tovar-Martínez**

Fundación ProAves-Colombia, Bogotá, Colombia.

adrianatovarmartinez@yahoo.com

**RESUMEN**

La Cotorra Aliazul (*Hapalopsittaca fuertesi*) es una especie endémica de Colombia que se encuentra en peligro crítico de extinción y existe poca información sobre su biología que permita contribuir a su conservación. En este trabajo presento datos sobre el crecimiento de 25 pichones de *H. fuertesi* obtenidos entre enero y julio de 2005 en un área de bosque altoandino del departamento del Quindío. Describí los patrones de crecimiento en la masa, la longitud de las plumas primarias, la longitud del pico y la longitud de la cola utilizando una ecuación logística, y comparé mis datos con los obtenidos para otras especies de psitácidos. Además, describí la secuencia en que aparecen las plumas verdaderas en la cabeza, el cuerpo, las alas y la cola, a lo largo de la permanencia de los pichones en el nido (58.8 días en promedio). La masa alcanzó un valor asintótico durante una fase temprana del período de cría de los pichones, al igual que algunos psitácidos neotropicales de talla similar. Sin embargo, la tasa de crecimiento observada en *H. fuertesi* fue más similar a la de especies de psitácidos de tierras bajas de mayor talla, lo que podría deberse a una disponibilidad de alimento reducida en zonas altoandinas. Las curvas de crecimiento obtenidas para las medidas corporales, junto con los patrones de aparición del plumaje descritos en este trabajo, son herramientas útiles para estimar la edad de pichones de edad desconocida y podrían ser de utilidad para programas de cría en cautiverio.

**Palabras clave:** Colombia, desarrollo del plumaje, *Hapalopsittaca fuertesi*, pichones, tasas de crecimiento.

**ABSTRACT**

The Azure-winged Parrot (*Hapalopsittaca fuertesi*) is an endemic and critically endangered species from Colombia for which biological information that might aid conservation efforts is largely lacking. In this study, I present data on growth of 25 nestlings of *H. fuertesi* obtained in January-July 2005 in a high Andean forest area in depto. Quindío. I described growth in body mass, primary feather length, bill length and tail length using a logistic equation, and compared my data with those available for other species of psittacids. In addition, I described the sequence in which true feathers appear on the head, body, wings, and tail during the permanence of chicks in the nest (average 58.8 days). Body mass reached an asymptotic value during an early phase of the nestling period, as in other psittacids of similar size. However, the growth rate observed in *H. fuertesi* was more similar to that of lowland species of psittacids of larger size, which might be due to reduced food availability in high Andean areas. The growth curves

obtained for body measurements, together with patterns of plumage development described in this study, are useful tools to estimate the age of nestlings of unknown age and can be useful for captive breeding programs.

**Key words:** chicks, Colombia, growth rate, *Hapalopsittaca fuertesi*, plumage development.

## INTRODUCCIÓN

El riesgo de extinción al que se enfrentan actualmente los psitácidos es alarmante: el 24% de las 356 especies de loros del mundo se encuentran en riesgo y el 10% (36 especies) están cercanas a la extinción (Collar 1996, Snyder *et al.* 1992). La situación es especialmente grave en el Neotrópico, una región que alberga el 40% (140) de las especies de loros del mundo, de las cuales el 31% (44) se encuentran en riesgo de extinción (Collar 1996). Dentro del Neotrópico, la región andina sobresale como prioritaria para la conservación pues alberga a un grupo heterogéneo de loros amenazados que incluye especies de siete géneros (Collar 1996). Específicamente, en los Andes de Colombia se encuentran ocho especies amenazadas de loros andinos, de las cuales cuatro son endémicas del país.

Entre las principales amenazas que pesan sobre los loros andinos están la pérdida de su hábitat y el tráfico ilegal debido a su alta demanda como mascotas (Collar & Juniper 1992). Además, su naturaleza monógama y su fidelidad a los sitios de anidación los hace un grupo particularmente frágil ante perturbaciones de sus actividades reproductivas (Masello & Quillfeldt 2002). Aunque existe un creciente interés por la conservación de los psitácidos, aún existen grandes vacíos en cuanto a información básica sobre la biología de muchas de las especies más amenazadas (Snyder *et al.* 1992, Collar 1996, Renjifo *et al.* 2000). Estos vacíos impiden la planeación de estrategias de conservación efectivas (Collar 1996).

La Cotorra Aliazul (*Hapalopsittaca fuertesi*) es una especie endémica de Colombia que se encuentra en peligro crítico de extinción (CR) debido al deterioro de su hábitat natural y a la consecuente reducción de su área de distribución (Renjifo 2002). Actualmente, se cree que la especie se encuentra limitada a los bosques altoandinos de la Cordillera Central ubicados en algunos municipios

del sur de Caldas, el oriente de Risaralda, el nororiente del Quindío y el occidente del Tolima (Renjifo 2002). Esta distribución pequeña hace que la especie sea particularmente vulnerable, especialmente si se tiene en cuenta su distribución altitudinal estrecha (2600–3500 m; Renjifo 2002).

Tras ser descrita por Chapman (1912), la Cotorra Aliazul se creyó extinta hasta finales de la década de 1980, cuando se empezaron a registrar algunas observaciones (Stattersfield & Capper 2000, Renjifo 2002). Sin embargo, el seguimiento constante a poblaciones de esta especie se inició sólo en 2003 con el establecimiento de la Reserva Municipal Natural “El Mirador” por parte de la Fundación ProAves-Colombia en el municipio de Génova, Quindío. Allí se han realizado esfuerzos por acrecentar el conocimiento acerca de la especie y por contribuir con su conservación. Por ejemplo, en 2003, ProAves instaló 120 nidos artificiales en esta reserva y en dos fincas aledañas con el fin de disminuir la competencia por las escasas cavidades naturales existentes entre las especies de psitácidos del área (Quevedo *et al.* 2006). Los nidos artificiales fueron ocupados exitosamente de forma inmediata por parte de la Cotorra Aliazul y del Perico Paramuno (*Leptopsittaca branickii*), lo que permitió iniciar estudios como el de Quevedo *et al.* (2006) sobre algunos aspectos ecológicos y reproductivos y el de Tovar-Martínez (2006) sobre la biología reproductiva de *H. fuertesi*. Estos estudios indicaron que la Cotorra Aliazul habita en bosques altoandinos amplios, maduros y con niveles medios de intervención por ganadería (Quevedo *et al.* 2006). La especie es difícil de detectar debido a que vuela a ras de dosel y emite vocalizaciones poco ruidosas, y a la permanente presencia de niebla en su hábitat (Tovar-Martínez, datos no publicados). Además, la especie parece no realizar movimientos amplios en busca de sitios de alimentación y se desplaza generalmente en grupos de 7-15 individuos, frecuentemente en busca de frutos de la hemiparásita *Antidaphne viscoidea* (Eremolepidaceae; Quevedo *et al.* 2006). La

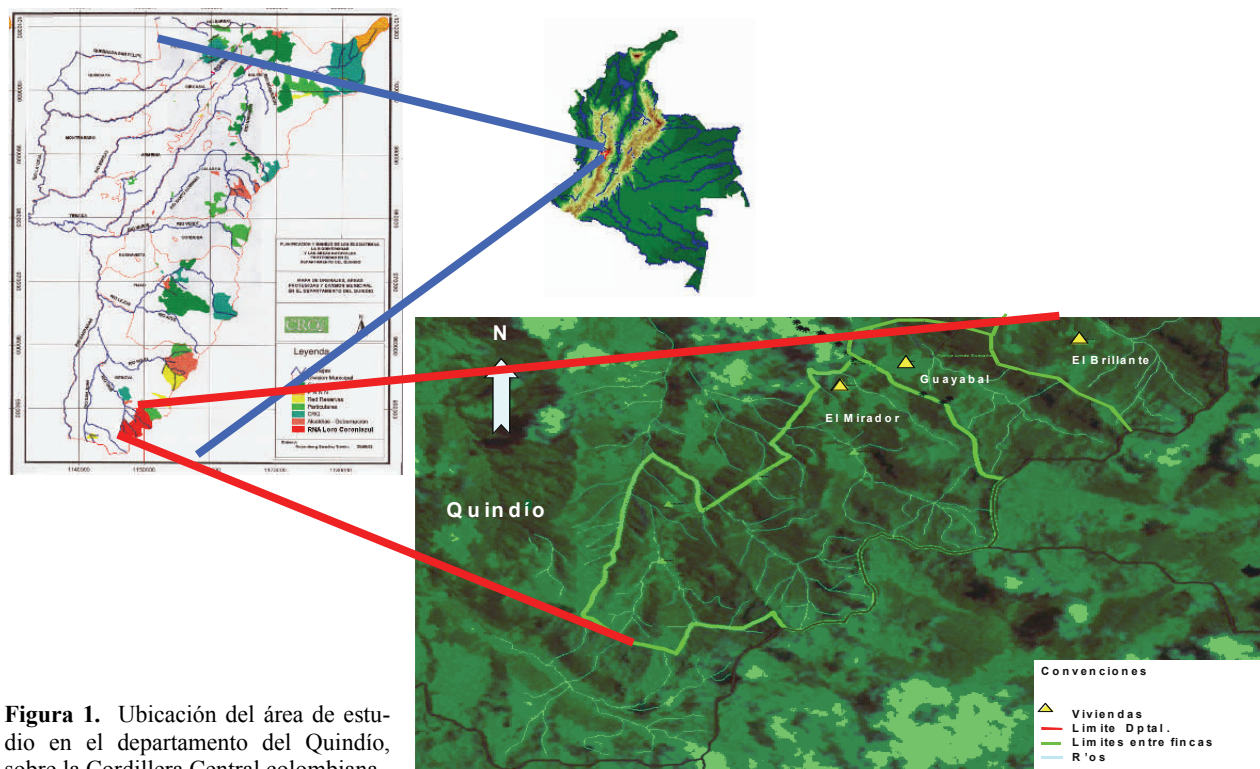
reproducción de la Cotorra Aliazul tiene lugar durante el primer semestre del año, lo que coincide con la reproducción de la Cotorra Montañera (*H. amazonina vezei*) en la región (Quevedo *et al.* 2006, Tovar-Martínez 2006), pero contrasta con un informe acerca de la reproducción de la Cotorra Carirroja (*H. pyrrhops*) durante el segundo semestre del año en Ecuador (Toyne & Flanagan 1996).

Aunque Quevedo *et al.* (2006) tomaron medidas morfométricas de pichones de la Cotorra Aliazul, de la Cotorra Montañera, del Perico Paramuno y del Loro Orejiamarillo (*Ognorhynchus icterotis*), el desarrollo de éstos no ha sido evaluado en detalle en ninguno de los loros andinos amenazados, a pesar de la importancia que este tipo de información puede tener para el estudio y la conservación de las especies amenazadas (Saunders 1986). Por ejemplo, conocer los patrones naturales de crecimiento de los pichones tendría aplicaciones como la de poder determinar la edad de aves jóvenes encontradas en el campo, y desde una perspectiva más aplicada, este tipo de información sería de utilidad para el manejo de aves en cautiverio (Navarro & Bucher 1990). Además, los

vacíos de información impiden hacer comparaciones entre estas especies de loros y otras mejor estudiadas en términos de parámetros relacionados con sus historias de vida. Específicamente, hasta el momento no existen estimaciones de la tasa de crecimiento de los pichones de especies de loros andinos, lo que impide realizar análisis comparativos con respecto a especies neotropicales de tierras bajas (Navarro & Bucher 1990, Aramburú 1997, Masello & Quillfeldt 2002, Renton 2002) o de otras regiones (ej. Australia, ver Saunders 1982, Krebs 1999). Enfocándome en datos obtenidos para la Cotorra Aliazul en 2005, en este trabajo presento los primeros análisis del crecimiento y desarrollo del plumaje en una especie andina de loro, y establezco comparaciones con datos similares obtenidos para especies de loros neotropicales de tierras cálidas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Realicé este trabajo en tres localidades ubicadas entre los 3000 y 3500 m de elevación en las veredas Pedregales y Río Gris, municipio de Génova, Quindío, en el flanco occidental de la Cordillera Central colombiana (Fig. 1). Las tres



**Figura 1.** Ubicación del área de estudio en el departamento del Quindío, sobre la Cordillera Central colombiana.

localidades son la Reserva Municipal Natural El Mirador (4°08' N, 75°44' W), la Finca Guayabal (4°09' N, 75°44' W) y la Finca Brillante (4°09' N, 75°43' W), que forman un corredor en donde es frecuente observar la Cotorra Aliazul. Los bosques altoandinos del área poseen troncos retorcidos, con hojas pequeñas y coriáceas, y están densamente poblados de plantas epífitas que tapizan los árboles y les dan una alta variedad de tonos y formas (Cuatrecasas 1958, Brown & Kappelle 2001, Gentry 2001). Algunos de los géneros de árboles y arbustos más representativos son *Weinmannia*, *Ilex*, *Escallonia*, *Miconia* y *Hesperomeles* (Rodríguez *et al.* 2004, Carantón 2005). Rangel (2000) señala que en la Cordillera Central existe un régimen de distribución de lluvias de tipo bimodal-tetraestacional, con una precipitación total anual aproximada de 1850 mm y una temperatura de 6 a 12°C para la elevación a la que realicé este estudio.

De enero a julio de 2005 monitoreé los nidos artificiales y naturales de la Cotorra Aliazul que se encontraban activos en el área de estudio. Para la detección de actividad en los nidos realicé una caminata quincenal durante los dos primeros meses a lo largo de tres senderos, alrededor de los cuales se habían instalado nidos artificiales o existían potenciales nidos naturales previamente identificados. Durante estas caminatas, inspeccioné el interior de las cavidades subiendo a los árboles o con ayuda de una escalera. También busqué nidos activos observando aves que volaban por encima del dosel desde puntos de observación con un margen de visión de aproximadamente 120° (Ralph *et al.* 1996), los cuales estuvieron ubicados aproximadamente cada 150m a lo largo de los tres senderos. Realicé observaciones durante dos días por cada sendero, completando entre siete y nueve puntos de observación diariamente entre las 6:00 y las 18:00h. En cada punto esperé por un espacio de tres horas, y estuve alerta a observar comportamientos de individuos adultos y jóvenes que pudieran indicar la ocupación de un nido (Ralph *et al.* 1996).

Debido a que las hembras permanecían en los nidos la mayor parte del tiempo durante las primeras semanas de la anidación, no fue posible inspeccionar con detalle los nidos con huevos y con crías de menos de dos semanas de edad. Por lo

tanto, durante estas etapas sólo evalué la fecha de eclosión, el desarrollo de las crías a nivel general y algunos caracteres físicos como su coloración, la presencia de plumón y la aparición de plumas verdaderas. A partir de la tercera semana después de la eclosión, cuando las hembras comenzaron a dejar sus nidos temporalmente para unirse a los machos en la búsqueda de alimento, inicié monitoreos detallados en los que examiné cada nido semanalmente hasta que las crías lo abandonaron. Los monitoreos incluyeron la realización de observaciones sobre la aparición y el desarrollo del plumaje, y el registro de medidas morfométricas para establecer patrones de crecimiento. Para diferenciar a cada uno de los pichones, los marqué con anillos de aluminio numerados que fueron ubicados en el tarso derecho durante la tercera o cuarta semana de desarrollo.

Durante las observaciones semanales sobre el desarrollo del plumaje, registré información acerca de la aparición de plumas verdaderas separadamente para la cabeza, el cuerpo, la cola y las alas de los pichones. Para esto, realicé anotaciones generales acerca de las zonas en donde aparecieron los primeros cañones y describí su desarrollo a través del tiempo en términos del tamaño y coloración de las plumas. Además, registré caracteres adicionales como el color del pico y de los ojos.

Para cada uno de los pichones, tomé cuatro medidas corporales semanalmente, siguiendo las recomendaciones de Baldwin *et al.* (1931), Ralph *et al.* (1996) y Enkerlin-Hoeflich *et al.* (1998): la longitud del culmen expuesto sin cera (medida en línea recta desde el extremo de la maxila hasta el borde anterior de la cera), la longitud de las primarias (desde el extremo hasta el lugar de inserción), la longitud de la cola (desde el extremo hasta el lugar de inserción de las retrices centrales) y el peso. Las medidas de longitud fueron tomadas con un calibrador "SPI 2000" con una precisión de 0.1 mm y la masa con balanzas de 60 y 600 g. Examiné en total 25 pichones (ver Resultados), pero debido a imprevistos (e.g. abandono del nido, dificultades climáticas), en algunas ocasiones tuve muestras menores.

Para describir el desarrollo de los pichones por

medio de curvas de crecimiento, calculé el promedio diario de cada medida corporal usando los datos de todos los individuos, sin hacer distinciones entre los nidos y sin considerar el orden de nacimiento. La asincronía en el nacimiento generó que la muestra variara diariamente: en algunos días no pude obtener mediciones para ningún polluelo y en otros obtuve datos hasta para cuatro individuos. Las curvas de crecimiento fueron construidas usando el programa CurveExpert versión 1.3 para Windows (Hyams 1993), especificando la ecuación logística de Riklfe (1967) como modelo de regresión no lineal. Seleccioné esta ecuación (ver también Salinas-Melgoza 1999, Renton 2002) porque presentó un mejor ajuste a mis datos de acuerdo al coeficiente de determinación ( $R^2$ ) que las ecuaciones de Gompertz y von Bertalanffy (ver detalles en Riklfe 1967).

## RESULTADOS

El huevo de *H. fuertesi* es de coloración blanca, con forma esférico-elíptica y unas dimensiones de 35.6 x 28.5 mm (n=1). Fue posible obtener información detallada sobre el desarrollo y crecimiento para los 25 pichones que salieron de los nidos exitosamente durante la temporada; éstos procedían de 10 de los 12 nidos activos que monitoreé, en donde se criaron entre uno y tres individuos por nido (Tovar-Martínez 2006). En promedio ( $\pm$  desviación estándar), los pichones pasaron  $58.81 \pm 2.45$  días en el nido desde el momento de la eclosión hasta que lo abandonaron (ámbito 55-64.5 días; n=22; para tres pichones no obtuve datos suficientes para determinar su fecha exacta de eclosión o salida del nido).

**DESARROLLO DEL PLUMAJE.-** Al momento del nacimiento, las crías tenían los párpados fusionados, cubriendo el globo ocular de color negro. La piel tenía una coloración rosada a roja y estaba cubierta por un plumón blanco, liso y esponjado (Fig. 2). A partir de la segunda semana, los polluelos empezaron a abrir los ojos y progresivamente fue apareciendo un nuevo plumón tupido y grisáceo con igual tonalidad en todo el cuerpo que reemplazó el primero. En este período los polluelos se hicieron más fuertes, siendo capaces de levantar la cabeza por sí mismos. Al

finalizar la segunda semana, empezaron a aparecer los primeros cañones de la cabeza y el ala en algunos de los individuos (Fig. 2).

En la tercera semana, los ojos de los pichones estaban completamente abiertos y los cañones de las plumas de la cabeza emergieron en la frente. Además, salieron las primeras plumas en el área de la mejilla, el área auricular y la parte superciliar de cada ojo (Fig. 2). En la mayor parte de los individuos (83.3%), aparecieron también los cañones de las plumas primarias y de las coberteras de las primarias, y uno o dos cañones de las plumas secundarias y las coberteras menores. Todas las plumas emergentes fueron de color amarillo verdoso. Al comenzar la cuarta semana, las plumas del álula y algunas coberteras menores mostraron su característico color rojizo; las plumas primarias, secundarias y coberteras de las primarias mostraron un color negro con algunos visos azules. En todos los individuos, los cañones faltantes de las plumas de las alas, de las caudales, de las infra-caudales y de las supra-caudales aparecieron a lo largo de esta semana. Los primeros cañones del cuerpo aparecieron en las tibias y el pecho de los individuos. Un pichón de aproximadamente cuatro semanas de crecimiento fue disectado, y se determinó que poseía un patrón de osificación de línea media (Pyle 1997), describiendo dos amplias ventanas de borde rojo; el porcentaje de osificación era aproximadamente de un 20%.

Para la quinta semana, los cañones que emergieron inicialmente en las tibias y el pecho fueron extendiéndose gradualmente hasta el vientre, y las plumas del resto del cuerpo continuaron su desarrollo, empezando a evidenciar los colores característicos de la especie (Fig. 2). La muda del plumón de la cabeza fue rápida y desde la sexta semana, algunos individuos (11.1%) lo habían reemplazado completamente por plumas verdaderas. También en la sexta semana, aparecieron plumas en el dorso que se extendieron lentamente hasta el límite con la rabadilla. Para la séptima semana, el plumón de la cabeza, las alas y la cola de los individuos había desaparecido casi por completo. El dorso se mostró progresivamente más cubierto por plumaje.

La octava semana fue típicamente la última de

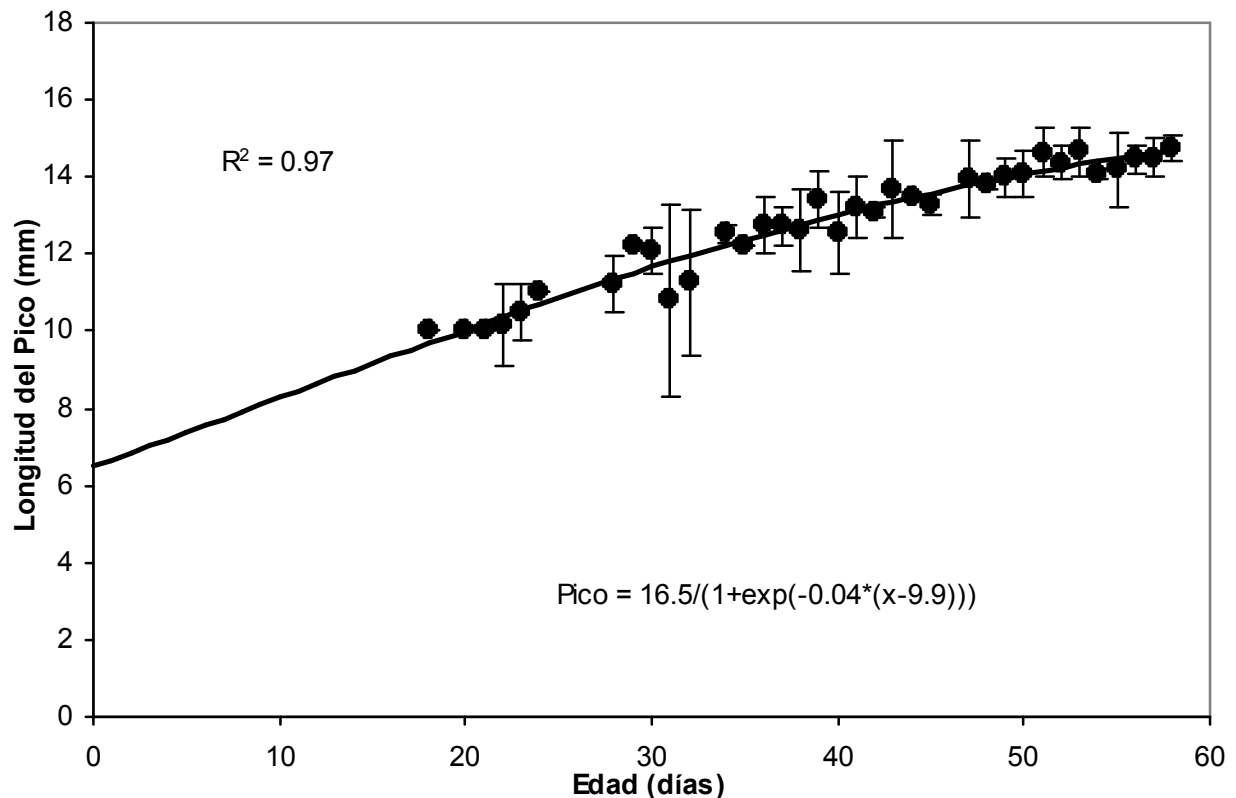


**Figura 2.** Desarrollo de pichones de la Cotorra Aliazul y contraste con un adulto capturado: **a.** primera semana, **b.** segunda semana, **c.** tercera semana, **d.** quinta semana, **e.** y **f.** juvenil previo al primer vuelo (octava semana), **g.** y **h.** hembra adulta.

permanencia de los pichones en el nido. Para este momento, las plumas primarias y las coberteras de las primarias eran dorsalmente negras, con visos de color azul rey. Las plumas secundarias también eran negras, pero presentaban visos verdes. En la cara ventral de todas las plumas del ala se evidenció un color azul aguamarina similar al de las plumas caudales. Las primarias conservaron aproximadamente 1cm de cañamo en su base, días antes del vuelo. La corona azul típica de la especie fue levemente visible. Las plumas caudales presentaron un color vinotinto en la base y azul rey desde la mitad de la pluma hasta el extremo en la parte dorsal; en la parte ventral, se hizo completamente distinguible el color azul aguamarina que es típico de la especie. Las plumas caudales conservaron parte del cañón durante la última semana de desarrollo. El color del cuerpo de los pichones en esta semana era en general verde claro, aunque un poco más opaco en la parte dorsal. Algunas plumas del centro del abdomen presentaban manchas anaranjadas aisladas, como

en los adultos. Ningún individuo había mudado completamente el plumón del cuerpo hasta esa etapa, pues la rabadilla, los flancos y el pecho conservaron algo de plumón hasta la salida del nido. El pico de los polluelos presentó una coloración oscura durante su estadía en el nido: la maxila era negra desde la base hasta dos tercios de su extensión, y sólo el tercio restante era claro como en los adultos. La mandíbula tenía las mismas tonalidades pero sólo el tercio más proximal era de color negro. Otra diferencia notoria con los adultos fue la presencia de un anillo periocular blanquecino en los juveniles, mientras que los adultos muestran un anillo oscuro (Fig. 2).

CRECIMIENTO.- De acuerdo con la curva de crecimiento logística construida con datos tomados a partir de la tercera semana de vida, la longitud del pico de una cría de *H. fuertesii* recién nacida sería de 6.5 mm (Fig. 3). A partir de ese tamaño, el pico crece hasta alcanzar los 8.2 mm en el día 10, cuando la tasa de crecimiento es máxima (Tabla 1)



**Figura 3.** Crecimiento del pico de 25 pichones de Cotorra Aliazul en la Cordillera Central colombiana. La línea representa los valores esperados según la ecuación logística de Ricklefs (1967) y los puntos son los valores promedio observados. Las barras de error representan la desviación estándar.

**Tabla 1.** Parámetros de crecimiento en cinco medidas estimados para pichones de la Cotorra Aliazul a partir de la ecuación logística de Riklfefs (1967).

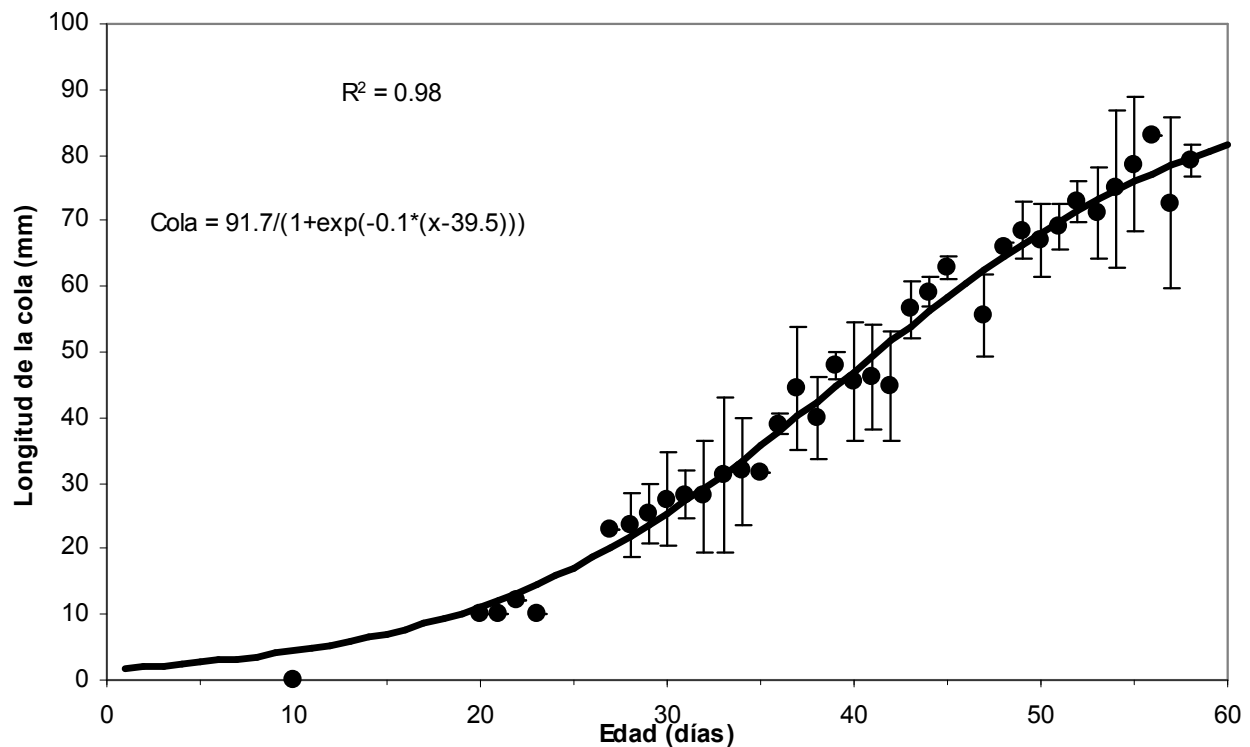
Variable	Numero de mediciones	Asíntota (A)	Tasa de crecimiento (K)	Punto de inflexión (t <sub>i</sub> )	Ajuste de la curva (r <sup>2</sup> )
Longitud del Pico (mm)	123	16.505	0.0437	9.904	0.974
Longitud de la Cola (mm)	121	91.722	0.101	39.490	0.989
Longitud de las Primarias (mm)	110	125.375	0.108	36.912	0.992
Masa (g)	120	129.352	0.132	15.535	0.962

y llega a una longitud promedio de  $14.50 \pm 0.56$  mm (ámbito 13.1-15.7 mm, n=21) en la semana previa al primer vuelo. Esta longitud corresponde al 86% de la medida en dos individuos adultos capturados ( $16.85 \pm 1.1$  mm).

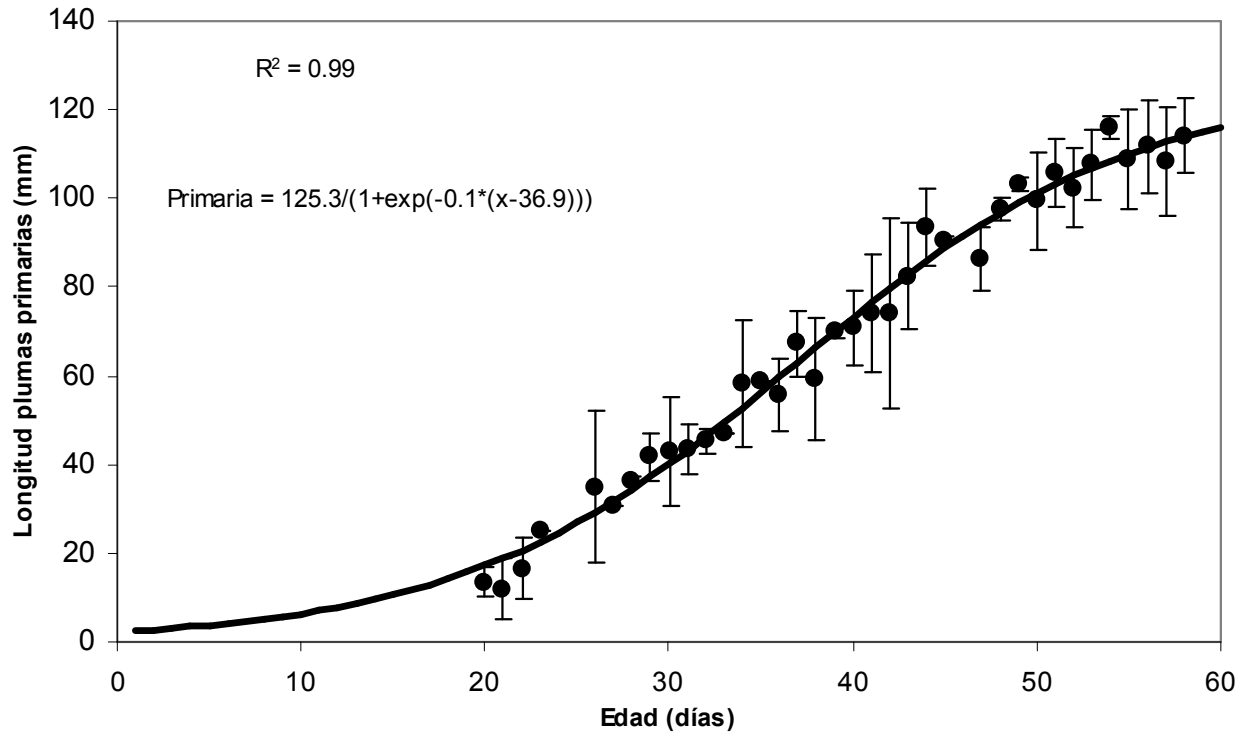
El crecimiento del plumaje se inició en una etapa tardía del desarrollo de las crías, pero la curva logística asigna valores para ambas variables desde el nacimiento, cuando aún no han aparecido los primeros cañones (Fig. 4 y 5). Durante la semana previa al primer vuelo, la cola de los juveniles

alcanzó una longitud promedio de  $76.04 \pm 7.43$  mm (ámbito 60.4-89.0 mm, n=19) y las plumas primarias una longitud promedio de  $110.2 \pm 7.7$  mm (ámbito 96.4-120.8 mm, n=20). Estos datos equivalen al 76.6% de la longitud de la cola ( $99.2 \pm 5.4$  mm) y al 88.1% de la longitud de las primarias ( $125.5 \pm 18.2$  mm) de los dos adultos medidos.

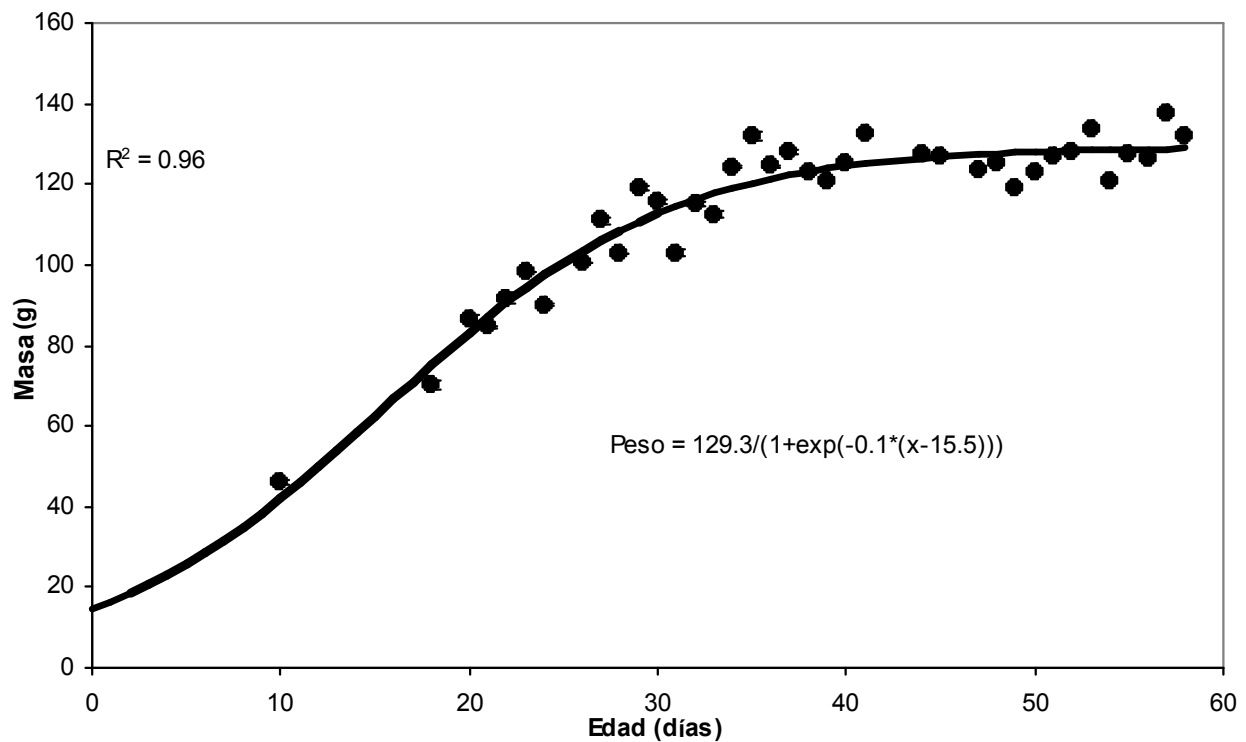
Al nacer, los polluelos pesarían aproximadamente 16.5g de acuerdo a la extrapolación basada en la curva de crecimiento (Fig. 6). Esta masa inicial se

**Figura 4.** Crecimiento de la cola de 25 pichones de Cotorra Aliazul en la Cordillera Central colombiana. La línea representa los valores esperados según la ecuación logística de Riklfefs (1967) y los puntos son los valores promedio observados. Las barras de error representan la desviación estándar.





**Figura 5.** Crecimiento de las plumas primarias de 25 pichones de Cotorra Aliazul en la Cordillera Central colombiana. La línea representa los valores esperados según la ecuación logística de Ricklefs (1967) y los puntos son los valores promedio observados. Las barras de error representan la desviación estándar.



**Figura 6.** Desarrollo de la masa de 25 pichones de Cotorra Aliazul en la Cordillera Central colombiana. La línea representa los valores esperados según la ecuación logística de Ricklefs (1967) y los puntos son los valores promedio observados. Las barras de error representan la desviación estándar. La primera medición corresponde a la reportada por Quevedo *et al.* (2006).

incrementó progresivamente hasta alcanzar un peso máximo de  $135.3 \text{ g} \pm 7.2$  (ámbito: 125-148 g, n=24) a los  $44.5 \pm 7.6$  días (ámbito 32-57 días, n=25). La masa máxima promedio es 11.3g superior a la masa de los adultos ( $124 \pm 12.7 \text{ g}$ , n=2). Sin embargo, el 70.9% de los individuos mostraron una pérdida de masa en los 5 a 15 días anteriores a su salida del nido correspondiente a cerca del 9% con respecto a la masa promedio máxima obtenida (Fig. 6). Debido a esto, en la etapa inicial del desarrollo la tasa de crecimiento en masa fue mayor que la estimada para otras variables, lo que permitió que la masa alcanzara su valor máximo en una etapa comparativamente temprana del desarrollo.

## DISCUSIÓN

Este estudio describe por primera vez el desarrollo del plumaje y el crecimiento de los pichones de la Cotorra Aliazul, una especie de psitácido de la cordillera de los Andes. En comparación con la información existente sobre el desarrollo de los pichones de otras especies de loros, dos patrones son especialmente notables. Primero, los pichones de la Cotorra Aliazul presentan una tasa de crecimiento más baja que la esperada para una especie de su tamaño (Tabla 2). Por ejemplo, con una masa asintótica de 129 g, la Cotorra Aliazul es sólo ligeramente más grande que *Myiopsitta monachus monachus*, una especie en la que la tasa de crecimiento de los pichones es de 0.248 (Aramburú 1997). En contraste, la Cotorra Aliazul presenta una tasa de crecimiento de 0.132, que es más similar a la especie de tamaño corporal mucho mayor, como *Amazona finschi* (325.7 g,

Salinas-Melgoza 1999) e incluso *Ara macao* (1135g, datos no publicados mencionados por Renton (2002)). Segundo, los polluelos de la Cotorra Aliazul pasan un período de tiempo en el nido (58.8 días) bastante más largo que los polluelos de otras especies de loros de talla similar (e.g. 40 días en *Myiopsitta monachus*, Aramburú 1997; Tabla 2). Nuevamente, mis observaciones sobre la Cotorra Aliazul son más similares a las hechas en loros de mayor tamaño: los pichones de *Prosopeia tabuensis* (277g) abandonan el nido a las siete semanas (Rinke 1989) y los de algunas especies de *Amazona* (e.g. *A. finschi*, 325.7 g) lo hacen a las ocho o nueve semanas (Salinas-Melgoza 1999).

Ricklefs (1968b) señaló que la tasa de crecimiento y el tiempo que pasan los polluelos en el nido están fuertemente relacionados ya que las especies en las que los pichones pasan más tiempo en el nido pueden tener tasas de crecimiento más lentas y la carga alimenticia que los padres entregan a sus polluelos es relativamente baja. En cambio, los polluelos de especies con tasas de crecimiento mayores y un menor tiempo de permanencia en el nido requerirían de un mayor aprovisionamiento de alimento por parte de los padres. Por lo tanto, se esperaría que las tasas de crecimiento fueran mayores y los tiempos de permanencia en el nido menores en especies para las que la disponibilidad de alimento no es limitante. De hecho, Navarro & Bucher (1990) sugirieron que las tasas de crecimiento de los pichones de psitácidos se ven afectadas por factores ambientales, y Renton (2002) demostró que las variaciones en la disponibilidad

**Tabla 2.** Comparación de la asíntota y constante de crecimiento (k) de la masa entre varias especies de psitácidos.

Especie	Asíntota de Masa (g)	Constante (k)	Fuente
<i>Anodorhynchus hyacinthinus</i>	1500	0.11	Abramson (1991)
<i>Ara macao</i>	1135	0.139	Renton (2002)
<i>Prosopeia tabuensis</i>	277	0.162	Rinke (1989)
<i>Cacatua pastinator pastinator</i>	275	0.23	Smith (1991)
<i>Forpus passerinus</i>	23.7	0.23	Waltman & Beissinger (1992)
<i>Amazona finschi</i>	325.7	0.148	Salinas-Melgoza (1999)
<i>Myiopsitta monachus catita</i>	103.9	0.24	Navarro & Bucher (1992)
<i>Myiopsitta m. monachus</i>	106	0.248	Aramburú (1997)
<i>Hapalopsittaca fuertesi</i>	129.35	0.132	Este estudio

de alimento afectan la tasa de crecimiento de los pichones de *Amazona finschi*, los cuales crecen más rápidamente en años en los que la disponibilidad de alimento es mayor como consecuencia de aumentos en las lluvias. En conjunto, estas ideas sugieren que la tasa lenta de crecimiento y el tiempo comparativamente largo que pasan los pichones de la Cotorra Aliazul en los nidos podrían estar relacionados con una disponibilidad de alimento relativamente baja para esta especie, lo que es probable considerando que ésta habita ambientes fríos por encima de los 3000 m, en los que las fuentes de alimento podrían ser limitadas o inestables (ver Fjeldså 2001). Para probar esta hipótesis, sería necesario realizar un seguimiento fenológico anual a las especies de plantas de las que se alimenta la Cotorra Aliazul y evaluar si en años con condiciones más favorables se presenta un crecimiento más rápido de los pichones. De modo más general, mis resultados sugieren que podrían existir diferencias en el crecimiento de los pichones entre especies de loros de tierras altas y de tierras bajas, posiblemente como resultado de diferencias en la disponibilidad de alimento. Sin embargo, realizar más estudios sobre la reproducción de especies de loros de tierras altas es de vital importancia para evaluar la generalidad del patrón sugerido por este estudio. Además, para poner a prueba esta hipótesis, es necesario realizar estudios que cuantifiquen las diferencias en la disponibilidad de alimento para loros entre tierras bajas y tierras altas.

Mis observaciones indican que los pichones de la Cotorra Aliazul presentan dos plumones previos a las plumas verdaderas (blanco y gris), al igual que los pichones de *Myiopsitta m. monachus* (Aramburú 1997). Sin embargo, en la Cotorra Aliazul el plumón gris es bastante esponjado y cubre completamente la piel de los polluelos, a diferencia de lo observado en polluelos de especies de psitácidos de tierras bajas, cuyos plumones son ligeros y cuya piel es parcialmente visible hasta que empiezan a aparecer las plumas verdaderas (Lanning & Shiflett 1983, Renton 2002). Esto quizás esté relacionado con la necesidad de más aislamiento térmico en ambientes más fríos, por lo que sería de interés estudiar el plumón en otras especies de loros de tierras altas y ver si éstas presentan características similares a las observadas

en *H. fuertesi*.

El aumento en la masa de los polluelos de la Cotorra Aliazul alcanzó sus valores máximos durante la primera mitad de su fase de cría (Tabla 1), lo que concuerda con lo observado en otros psitácidos neotropicales como *Myiopsitta monachus catiia* (Navarro & Bucher 1990) y *Amazona finschi* (Salinas-Melgoza 1999), que al igual que *H. fuertesi*, también presentan un descenso en el peso durante la segunda mitad de la fase de cría. De hecho, la disminución en el peso de los polluelos días antes de salir del nido ha sido observada no sólo en varias especies de psitácidos (Navarro & Bucher 1990, Aramburú 1997, Salinas-Melgoza 1999, Masello & Quillfeldt 2002), sino también en diversos órdenes de aves (Ricklefs 1968a). Esto puede atribuirse a periodos de inanición, a una disminución en el tamaño de los órganos digestivos o a la alta energía que requiere el crecimiento de las plumas (Ricklefs 1968a).

Una posible aplicación de los valores calculados de parámetros y curvas de crecimiento es estimar la edad de pichones de edad desconocida con base en su tamaño. Estudios en algunos psitácidos indicaron que las medidas del ala y del pico son más apropiadas para este propósito porque éstas no presentan un decrecimiento hacia el final del período de permanencia en el nido como lo hace la masa (Saunders 1986, Salinas-Melgoza 1999). En el caso de la Cotorra Aliazul, el valor de usar datos de masa para estimar la edad es también limitado debido a la disminución de la masa en días previos a la salida del nido. Además, como los pichones mantienen su masa asintótica por cerca de un mes (Fig. 6), el peso sólo permitiría una estimación muy aproximada de la edad. Por este motivo, el uso de otras variables sería más recomendable, aunque es importante notar que las curvas de crecimiento del plumaje (Fig. 4 y 5) no permitirían estimar confiablemente la edad durante la primera semana de vida pues, aunque estas curvas asignan valores para este período, en ese momento las plumas aún no han aparecido: mis datos y los de Quevedo *et al.* (2006) indican que el crecimiento de las primarias se dispara en la segunda semana. Por lo tanto, recomiendo que para estimar la edad de pichones de edad desconocida se utilicen los parámetros de crecimiento del pico o del peso (Fig. 3) durante la

primera semana de crecimiento, y de las plumas primarias una vez éstas hayan aparecido, debido a que esta curva tuvo el mejor ajuste a los datos y a que su asíntota se alcanza sólo durante el segundo mes de crecimiento. De modo más general, mis observaciones (ver también Quevedo *et al.* 2006) indican que es posible distinguir a las aves que recientemente han abandonado el nido de las aves adultas por la coloración del pico.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible gracias al apoyo logístico y financiero de la Fundación ProAves de Colombia y su proyecto de Loros Amenazados de la Cordillera Central, financiado por la Fundación Loro Parque. Los pobladores de las fincas Guayabal y El Brillante me permitieron el ingreso y el estudio de la especie en sus predios, y el equipo de trabajo de la Reserva El Mirador fue un apoyo constante durante mi trabajo de campo. Enrique Zerda y Juan Carlos Verhelst me asesoraron convenientemente y María Isabel Moreno realizó valiosos comentarios al manuscrito. Agradezco especialmente a Adriana Rodríguez-Ferraro y a un revisor anónimo, quienes evaluaron este manuscrito y contribuyeron a un mejor aprovechamiento y presentación de la información.

## LITERATURA CITADA

- ARAMBURÚ, R. M. 1997. Descripción y desarrollo del pichón de la cotorra *Myiopsitta monachus monachus* (Aves: Psittacidae) en una población silvestre de Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural* 70: 53-58.
- BALDWIN, S.P., H. C. OBERHOLSER, & L. G. WORLEY. 1931. Measurements of birds. *Scientific Publications of the Cleveland Museum of Natural History* 2: 1-165.
- BROWN, A.D. & KAPPELLE M. 2001. Introducción a los bosques nublados del neotrópico: una síntesis regional. Págs. 25-40 en: Kappelle, M. & A.D. Brown (eds). *Bosques nublados del neotrópico*. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Costa Rica.
- CARANTON, D. A. 2005. Plan de manejo reserva El Mirador, Génova-Quindío. Trabajo de Pasantía. Fundación ProAves de Colombia y Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia.
- CHAPMAN, F. M. 1912. Diagnosis of apparently new Colombian birds. *Bulletin American Museum of Natural History* 31:139-166.
- COLLAR, N.J. 1996. Priorities for parrot conservation in the New World. *Cotinga* 5: 26-31.
- COLLAR, N. J. & A. T. JUNIPER. 1992. Dimensions and causes of the parrot conservation crisis. Págs. 1-24 en: Beissinger, S. R. & N.F.R. Snyder (eds.). *New World Parrots in Crisis: Solutions from Conservation Biology*. Smithsonian Institution Press, Washington.
- CUATRECASAS, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Revista académica colombiana de ciencias exactas* 10(40): 221-263.
- ENKERLIN-HOEFELICH, E.C., J.M. PACKARD & J.J. GONZÁLES-ELIZONDO. 1998. Safe field techniques for nest inspections and nestling crop sampling of parrots. *Journal of Field Ornithology* 70: 8-17.
- ESPINAL T., S. 1977. Zonas de vida o formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. IGAC, Bogotá, Colombia.
- FJELDSÅ, J. 2001. Cartografiar la avifauna Andina: una base científica para establecer prioridades de conservación. Págs. 125-152 en: Kapelle, M. & A. D. Brown (eds.). *Bosques Nublados del Neotrópico*. INBio, Costa Rica.
- GEBHARDT-HENRICH, S. & H. RICHNER. 1998. Causes of growth variation and its consequences for fitness. Págs. 324-339 en: Starck, J. M. & R. E. Ricklefs (eds.). *Avian growth and development*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- GENTRY, A.H., 2001. Patrones de diversidad y composición florística en los bosques de las montañas neotropicales. Págs. 85-123 en: Kapelle, M & A. Brown (eds.). *Bosques nublados del neotrópico*. Instituto Nacional de Biodiversidad, Costa Rica.
- HYAMS, D. 1993. CurveExpert Version 1.37. A curve fitting system for Windows. Microsoft Corporation.
- KREBS, E.A. 1999. Last but not least: nestling growth and survival in asynchronously hatching Crimson Rosellas. *Ecology* 68: 266-281.

- LANNING, D.V. & SHIFLETT, J.T. 1983. Nesting ecology of Thick-Billed Parrots. *The Condor* 85:66-73.
- MASELLO, J. F. & P. QUILLFELDT. 2002. Chick growth and breeding success of the Burrowing Parrot. *The Condor* 104: 574-586.
- NAVARRO, J. L. & E. H. BUCHER. 1990. Growth of Monk Parakeets. *Wilson Bulletin* 102: 520-525.
- NAVARRO, J. L. & E. H. BUCHER. 1992. Annual variation in the timing of breeding of the Monk Parakeet in relation to climatic factors. *Wilson Bulletin* 104: 545-549.
- PYLE, P. 1997. Identification Guide to North American Birds, Part 1. Slate Creek Press, Bolinas, California.
- QUEVEDO, A., P. SALAMAN, A. MAYORQUÍN, H. VALLE, N. OSORNO, C. SOLARTE, R. REINOSO, J. SANABRIA, D. CARANTÓN, V. DÍAZ, G. OSORNO & J. VERHELST. 2006. Loros amenazados de la cordillera central de Colombia: una iniciativa de conservación basada en la investigación y en la educación ambiental. *Conservación Colombiana* 1: 21-57.
- RALPH, C., J. GEUPEL, R. GEOFFREY, P. PYLE, T. MARTIN, D. DESANTE & M. BORJA. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Department of Agriculture, Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S.
- RANGEL CH., J.O. 2000. Colombia. Diversidad Biótica III, La Región Paramuna. Universidad Nacional de Colombia. Unibiblos, Bogota, Colombia.
- RENJIFO, L. M., A. M. FRANCO, H. ÁLVAREZ-LOPEZ, M. ÁLVAREZ, R. BORJA, J. E. BOTERO, S. CÓRDOBA, S. DE LA ZERDA, G. DIDIER, F. ESTELA, G. KATTAN, E. LONDOÑO, C. MÁRQUEZ, M. I. MONTENEGRO, C. MURCIA, J. V. RODRIGUEZ, C. SAMPER & W.H. WEBER. 2000. Estrategia nacional para la conservación de las aves de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- RENJIFO, L. M. 2002. *Hapalopsittaca fuertesi*. en: RENJIFO, L. M., A. M. FRANCO-AMAYA, J. D. AMAYA-ESPINEL, G. H. KATTAN, & B. LOPEZ-LANUS (eds). 2002. Libro Rojos de Aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, Colombia.
- RENTON, K. 2002. Influence of environmental variability on the growth of Lilac-crowned Parrot nestlings. *Ibis* 177: 331-339.
- RICKLEFS, R. E. 1967. A graphical method of fitting equations to growth curves. *Ecology* 48: 978-983.
- RICKLEFS, R. E. 1968a. Weight recession in nestling birds. *The Auk* 85: 30-35.
- RICKLEFS, R.E. 1968b. Patterns of growth in birds. *Ibis* 110: 419-451
- RINKE, D. 1989. The reproductive biology of the Red Shining Parrot *Prosopeia tabuensis* on the island of 'Eua, Kingdom of Tonga. *Ibis* 131: 238-249.
- RODRÍGUEZ, N., D. ARMENTERAS, M. MORALES & M. ROMERO. 2004. Ecosistemas de los Andes Colombianos. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- SALINAS-MELGOZA, A. 1999. Elementos biológicos de la reproducción del Loro Corona Lila (*Amazona finschi*, Sclater 1984) en la costa de Jalisco, México. Trabajo de grado. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México.
- SAUNDERS, D. A. 1982. The breeding behaviour and biology of the short-billed form of the White-tailed Black Cockatoo, *Calyptorhynchus funereus*. *Ibis* 124: 422-455.
- SAUNDERS, D.A. 1986. Breeding season, nesting success and nestling growth in Carnaby's Cockatoo, *Calyptorhynchus funereus latirostris*, over 16 years at Coomallo Creek, and a method for assessing the viability of populations in other areas. *Australian Wildlife Research* 13: 261-273.
- SNYDER, N. F. R, F. C. JAMES & S. R. BEISSINGER. 1992. Toward a Conservation Strategy for Neotropical Psittacines. Págs. 257-276 en: Beissinger, S.R. & N. F R. Snyder (eds.). *New World Parrots in Crisis: Solutions From Conservation Biology*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- STATTERSFIELD, A.J. & D.C. CAPPER (eds.). 2000. Threatened birds of the world: the official source for birds on the IUCN red list. Birdlife International, Cambridge, UK.
- TOVAR-MARTÍNEZ, A. E. 2006. Biología reproductiva del Loro Coroniazul *Hapalopsittaca fuertesi*, en los bosques

altoandinos del municipio de Génova, Quindío-Colombia. Trabajo de grado. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.

TOYNE, E.P & FLANAGAN, J.N.M. 1996. First nest record of Red-faced Parrot *Hapalopsittaca*

*pyrrhops* in Ecuador. Cotinga 5: 43-45.

WALTMAN, R. J. & S. R. BEISSINGER. 1992. Breeding behavior of the Green-rumped Parrotlet. Wilson Bulletin 104: 65-84.

*Recibido: 25 febrero 2007*

*Aceptado: 3 marzo 2009*