

## PARÁMETROS REPRODUCTIVOS Y ANIDACIÓN DE LA COTORRA ALIAZUL (*HAPALOPSITTACA FUERTESI*) EN CAVIDADES ARTIFICIALES

Adriana Elizabeth Tovar Martínez<sup>1</sup>

Universidad Distrital F. J. C., Carrera 3 no. 26–40, Bogotá, Colombia. *E-mail:* adrianatovarmartinez@yahoo.com.ar

<sup>1</sup>Current address: Diagonal 7a bis c no. 73b–42, Bogotá, Colombia.

**Abstract.** – **Reproductive parameters and nesting of Indigo-winged Parrot (*Hapalopsittaca fuertesi*) in artificial cavities.** – I monitored the breeding season of Indigo-winged Parrots in 2005, assessed reproductive parameters, and compared these with the preceding year. The average duration of the nesting cycle was 86.6 days from January to May. Indigo-winged Parrots in my study area used 11 artificial nests and a single natural nest. During, 2005 42 eggs were laid, of which 32 hatched and 25 nestlings eventually fledged; egg infertility was the main cause of loss. The eggs laid on the nest were significant different between years, and the evaluated average of hatching success (74%) was lower in comparison with other species of Neotropical psittacines. However, fledging success (91%), the number of juveniles fledged per breeding pair (2.1) and percentage of successful attempts (86%) was high, due mainly to a low incidence of predation. The successful occupation of artificial cavities by the Indigo-winged Parrot has increased its reproductive opportunities. This tool should be improved based on research on this species of high conservation concern. The conservation of the species is urgent and only a few first steps have been taken, so support from the ornithological community and government entities is required.

**Resumen.** – Di seguimiento a la anidación de la Cotorra Aliazul en el 2005, determiné algunos parámetros reproductivos, y los comparé con los del año precedente. La duración del ciclo de anidación fue de 86,6 días y ocurrió de Enero a Mayo. En mi área de estudio la Cotorra Aliazul utilizó 11 nidos artificiales y un solo nido natural. Durante el 2005 fueron puestos 42 huevos, de los que eclosionaron 32 y 25 de las crías volaron; la infertilidad de los huevos fue la principal causa de pérdida. El número de huevos puestos en los nidos fue significativamente diferente entre años, y el promedio evaluado del éxito de eclosión (74%) fue comparativamente más bajo que el de otras especies de psitácidos neotropicales. Sin embargo el éxito de vuelo (91%), los juveniles aportados por cada pareja reproductiva (2,1) y el éxito en el intento de anidación (86%) fue alto, debido principalmente a la baja incidencia de la depredación. La ocupación exitosa de cavidades artificiales por la Cotorra Aliazul ha incrementado sus oportunidades reproductivas. Ésta herramienta debe mejorarse a partir de las investigaciones hechas a ésta especie de alto interés de conservación. La conservación de esta especie es urgente y hasta ahora se están dando los primeros pasos, por lo que se necesita el apoyo de la comunidad ornitológica y de entidades gubernamentales. *Aceptado el 12 de Junio de 2009.*

**Key words:** *Hapalopsittaca fuertesi*, artificial nests, reproductive parameters.

### INTRODUCCIÓN

La Cotorra Aliazul (*Hapalopsittaca fuertesi*) es una de dos especies de loros críticamente amenazados en Colombia (IUCN 2001). Su

distribución esta restringida a una pequeña región de bosque altoandino de la Cordillera Central de Colombia, al sur del Parque Nacional de los Nevados, y su limitado rango altitudinal (desde 2600 hasta 3500 m s.n.m.) la

hacen una especie susceptible a cualquier alteración en su hábitat (Rengifo *et al.* 2002). Sin duda la pérdida del hábitat es la principal amenaza para la Cotorra Aliazul, pues en los Andes de Colombia la deforestación del bosque nativo para fines agrícolas ha sido casi total (Collar & Juniper 1991). La Cotorra Aliazul fue colectada por primera vez en 1911 (Chapman 1912). A partir de esa fecha, la especie no volvió a ser reportada sino hasta 1989 cuando se encontraron 25 individuos en el Alto Cañón del Quindío (Stattersfield & Capper 2000). A partir de 1989 se realizaron algunos registros de la especie, pero solo desde el año 2003 la Fundación ProAves inició un seguimiento constante e implementó acciones de conservación en una población residente en la Reserva Municipal El Mirador y en dos fincas aledañas (en Génova, departamento del Quindío).

En Diciembre de 2003 (Díaz com. pers.) fueron instalados 120 nidos artificiales en el hábitat de la Cotorra Aliazul, las cavidades artificiales tienen una estructura de poliedro con cuatro caras rectangulares y dos caras cuadradas (la base y la tapa) (Fig. 1). En la parte superior derecha de una de las caras rectangulares se encuentra una entrada (10 x 10 cm de diámetro) para los loros. En la parte inferior derecha está la puerta de inspección del nido de (10 cm de ancho por 10 cm de largo) que cuenta con una bisagra y un cerrojo artesanal que mantiene cerrada la puerta. Los nidos fueron construidos con madera de Encenillo (*Weinmannia* spp.) e instalados en bosques secundarios de mediana intervención en donde era común la presencia de la Cotorra Aliazul (Osorno 2006, Fundación ProAves 2009). Hasta el momento solo se conocen dos nidos naturales que hayan sido ocupados por la Cotorra Aliazul, pues aunque existen otras áreas en la reserva El Mirador con algunas cavidades naturales, éstas son ocupadas anualmente por *Leptosittaca branickii* y no son visitadas por la Cotorra Aliazul

(observ. pers.). Es posible que existan más nidos naturales, para lo cual habría que evaluar la disponibilidad de cavidades en el área.

Quevedo *et al.* (2006) reporta que durante el 2004 la Cotorra Aliazul ocupó ocho nidos artificiales y dos naturales, en los que pusieron 29 huevos, 21 crías nacieron y todas ellas lograron salir volando del nido. Los resultados del presente estudio constituyen el seguimiento a la segunda temporada reproductiva correspondiente al año 2005. La Cotorra Aliazul mide entre 23 a 24 cm (Restall *et al.* 2006), pesa alrededor de 124 g (Tovar-Martínez 2006) y se alimenta principalmente de la semilla del fruto de la planta parásita *Antidaphne viscoidea* (Quevedo *et al.* 2006). Anida en cavidades naturales producto de la descomposición de troncos, cavidades construidas por *Piculus rivolii* y *Campephilus pollens*, y en nidos artificiales. El huevo de la Cotorra Aliazul mide 35,6 x 28,5 mm y al nacer una cría pesa aproximadamente 16,5 g, alcanzando un peso máximo de 135 g durante su permanencia en el nido.

Para garantizar la subsistencia a largo plazo de la Cotorra Aliazul es urgente conocer qué recursos selecciona de su entorno y qué uso le da a su hábitat, con el fin de ejecutar acciones apropiadas de manejo. Entender las características reproductivas y los factores que afectan éste proceso, ayudará a mejorar las estrategias de conservación que actualmente lleva a cabo la Fundación ProAves y proponer nuevas medidas para mejorar y restaurar el hábitat de anidación de la Cotorra Aliazul. El presente trabajo constituye una ampliación de los estudios exploratorios realizados por Quevedo *et al.* (2006), compara la productividad de la Cotorra Aliazul frente a otros psitácidos y establece algunas prioridades para tener en cuenta en el planteamiento de estrategias de conservación en la Reserva Municipal El Mirador y en sus zonas aledañas.

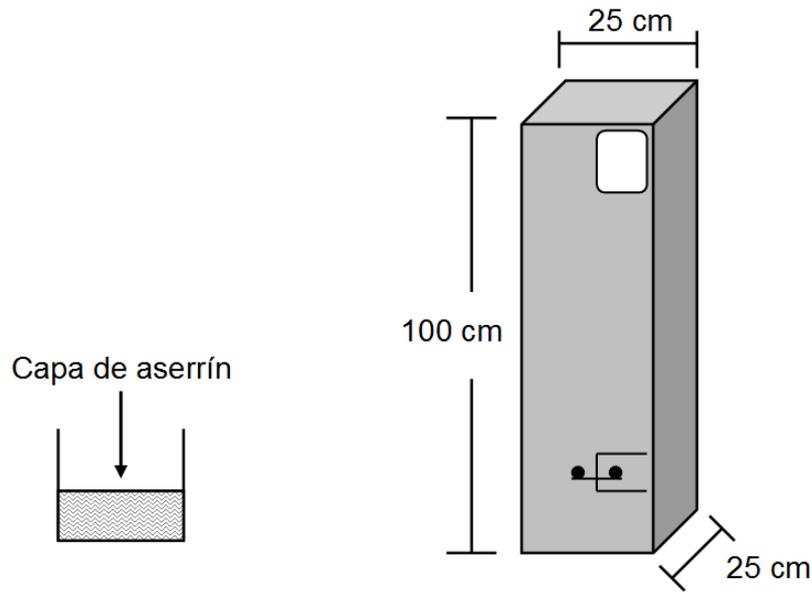


FIG. 1. Diseño de los nidos artificiales en el Quindío, Colombia. El material es de madera, el broche de la puerta inferior es metálico. El interior del nido se llenó con una capa de aserrín de aproximadamente 5 cm de grosor.

## METODOS

El área de estudio estuvo comprendida por la Reserva Municipal “El Mirador” (04°08’24,0”N, 075°44’17,8”W), la finca “Guayabal” y la finca “Brillante”, ubicadas en la vereda Río Gris y Pedregales del Municipio de Génova, departamento del Quindío. La franja altitudinal es de 2900 a 3900 m s.n.m. y el terreno es típicamente cordillerano compuesto por bosques altoandinos, subparamos y páramos. La temperatura oscila entre 6 y 12°C y el promedio anual de lluvias es superior a los 1800 mm (Rangel 2000), las bajas temperaturas y constantes lloviznas generan altos niveles de humedad en el suelo y el bosque. En la zona han sido identificadas 296 especies de plantas vasculares, siendo las familias más representativas: Asteraceae (38 spp.), Orchidaceae (15 spp.) y Melastomataceae (15 spp.). Los árboles y arbustos son de

troncos retorcidos y cubiertos casi en su totalidad por musgos, líquenes y plantas epífitas; algunos de los árboles más comunes son: *Weinmannia* spp., *Miconia* spp., *Myrcianthes rhopaloides* y *Viburnum pichinchense* (Carantón 2005, Tovar-Martínez 2006).

De Enero a Julio de 2005 di seguimiento a la ocupación de nidos artificiales y naturales por parte de la Cotorra Aliazul. Con el fin de detectar la ocupación, empleé la metodología de conteo por puntos para rapaces de Ralph *et al.* (1996), diseñada para identificar aves que son más fácilmente observables desde puntos con un amplio margen de visión. Establecí los puntos de observación cada 150 m a lo largo de tres senderos ya existentes (Mirador, Guayabal y Brillante) desde donde se lograban ver todos los nidos artificiales y naturales ya identificados, y algunas zonas potenciales de nidos naturales. Instalé entre siete a nueve puntos por sendero y esperé durante tres horas en

cada punto, desde las 6:00 h hasta las 18:00 h. En cada sendero fueron necesarios aproximadamente dos días para completar el número total de puntos establecidos. Adicionalmente realicé una caminata quincenal en cada sendero durante dos meses, con el fin de inspeccionar el interior de los nidos (en cuanto fuera posible) y confirmar su ocupación. El ascenso lo hice trepando a los árboles ó ascendiendo con ayuda de una escalera.

*Ciclo de anidación.* Una vez detecté un nido activo, empecé a realizar revisiones fotográficas de su contenido cada dos a cuatro días hasta que hubieran salido los juveniles del nido o hubiera fallado parcial o totalmente la nidada, estableciendo en éste último caso las posibles causas. Para hacer el registro sin afectar el desarrollo del nido, esperé la salida del padre ocupante durante la sesión de alimentación. Documenté datos cronológicos (mes y día) y del estado de desarrollo de los individuos que habitaban el nido (huevo, cría o juvenil), el número de individuos y su posible mortalidad. Para poder diferenciar las crías de un nido le instalé a cada uno un anillo cerrado hecho de una aleación. Ésto ocurrió ente la tercera y cuarta semana de desarrollo cuando sus dedos oponibles se doblan fácilmente hacia atrás para poder introducir el anillo en el tarso. Se siguieron los procedimientos y precauciones establecidos en los manuales de anillamiento de aves de la Fundación ProAves (Fundación ProAves 2007) y del Consulado de Anillamiento de aves de Norte America (North American Banding Council 2003).

Para la determinar las fases del ciclo de anidación y su duración promedio en días, utilicé los datos disponibles de cada nido activo de la temporada, siempre y cuando éste hubiera sido monitoreado desde el inicio hasta el fin de determinada fase de anidación. De ésta forma, aquellos nidos que por ejem-

plo hubieran sido hallados durante la incubación, no serían tomados en cuenta para cuantificar dicha fase.

*Valoración de las pérdidas y sus causas.* Cuantifiqué la pérdida de huevos y crías a lo largo del ciclo de anidación, tomando como base la metodología de Sanz & Rodríguez-Ferraro (2006). Cuándo un juvenil desapareció del nido alrededor de cuatro días antes de su fecha de vuelo estimada, lo consideré como exitoso (siempre y cuando no hubieran señales de saqueo o depredación). Si un huevo no eclosionaba después de diez días de la fecha esperada de eclosión, lo conté como probablemente infértil y cuando las crías del nido tenían mas de dos semanas, extraje los huevos del nido para verificar si había un embrión que no completó su formación o si el huevo había sido infértil. Cuando un nido fue abandonado ó hubo una pérdida parcial o total en cualquier momento de la anidación, identifiqué su causa: daños en la estructura del nido, huevo probablemente infértil, depredación de huevos o crías (rastros de cáscaras, rastros de sangre y plumas en el interior o exterior del nido), saqueo por parte de campesinos locales (daños en el árbol, rastros de machete y elementos humanos), falta de alimentación de las crías por parte de los padres, abandono del nido por parte de los padres y causas desconocidas. Cuando se observaba alguna alteración en el comportamiento de los adultos (ausencia de uno de los padres o de sus visitas al nido) revisé externamente el buche de las crías del nido para verificar si habían sido alimentados y si alguno aun seguía llamando activamente a los padres por alimento.

Los datos fueron analizados a través del establecimiento del porcentaje de individuos que fueron afectados por alguna de las causas anteriormente establecidas durante la incubación y separadamente durante la crianza. Adicionalmente evalué el porcentaje de huevos

puestos que no eclosionaron y de crías nacidas que no lograron salir del nido volando. Finalmente hallé el porcentaje de huevos y de crías que murieron producto de la pérdida parcial de la nidada ó total (ningún huevo eclosionado ó ningún juvenil que saliera del nido).

*Parámetros reproductivos.* Apliqué cuatro parámetros dados por Masello & Quillfeldt (2002) para estimar la productividad y pérdida en diferentes fases del ciclo de anidación: tamaño promedio de la postura entre los nidos, éxito de eclosión (porcentaje de huevos puestos que eclosionaron), éxito de vuelo (porcentaje de las crías nacidas que volaron del nido), éxito en el intento de anidación (porcentaje de nidos en donde haya salido al menos un juvenil) y el promedio de juveniles exitosos por pareja reproductiva. La obtención de los anteriores parámetros reproductivos permitió identificar en qué fase ocurren mayores pérdidas.

Para evaluar diferencias significativas entre la producción de la temporada del presente estudio (2005) y la del 2004, reportada por Quevedo *et al.* (2006), realicé una prueba no paramétrica utilizando el programa estadístico Statgraphics (versión Plus 4.0). Apliqué el test de *U* de Mann-Whitney con un  $P < 0,05$  para evidenciar diferencias significativas en la producción de huevos entre temporadas, ésta misma prueba la repetí para el número de crías, y de juveniles que salieron volando del nido.

*Características de los nidos.* Al finalizarse la temporada reproductiva caractericé los nidos artificiales y naturales que fueron activos, catalogándolos como aquellos que hubiesen presentado postura de huevos. Para ascender a los árboles utilicé una escalera o trepé manualmente, las medidas de longitud las tomé con un decámetro y para medir la altura de los árboles mas altos utilicé adicionalmente una

vara de madera recta y liviana de cinco metros de largo, marcada con una cinta de color cada 100 cm.

Las medidas tomadas tanto a los nidos artificiales como a los naturales de la temporada, fueron establecidas por Saunders *et al.* (1982) y Renton & Salinas-Melgoza (1999). Debido a que las cavidades artificiales poseen dimensiones estándar, identifique el diámetro vertical de la entrada y la profundidad de la cavidad únicamente en los nidos naturales (en cuanto fuera posible). Para ambos tipos de nidos identifique: la altura de la entrada desde el suelo, la especie del árbol, el Diámetro del árbol a la Altura del Pecho (DAP) y la altura del árbol. Para cada variable numérica hallé el promedio, desviación estándar, rango de variación y coeficiente de variación.

En este estudio, la caracterización de los nidos se limitó únicamente a describir las medidas de las cavidades tanto naturales como artificiales, y los árboles que las contenían, mas no se establecen comparaciones con nidos que no hayan sido utilizados, ni se realizan inferencias acerca de las preferencias de la Cotorra Aliazul a la hora de escoger una cavidad. La baja muestra de nidos naturales hallados impidió la realización de comparaciones entre los nidos naturales y artificiales utilizados.

## RESULTADOS

*Características de los nidos.* Durante la temporada reproductiva doce nidos de la Cotorra Aliazul fueron identificados, de los cuales uno fue una cavidad natural y los demás fueron en cavidades artificiales. En las tres fincas del área de estudio hallé nidos activos (cinco en El Brillante, cuatro en Guayabal y tres en El Mirador), ubicados en cinco especies de árboles: 33,3% en Encenillo (*Weinmannia pinnata*,  $n = 4$ ), 25% en Cedrillo (*Ruagea hirsuta*,  $n = 3$ ), 16,7% en Jigua (*Ocotea heterocroma*,  $n = 2$ ), 16,7% en Arrayán (*Myrciantes rophaloides*,  $n =$

2) y 8,3% en Piño (*Podocarpus oleifolius*,  $n = 1$ ). El 33% de los nidos fueron reutilizados de la temporada del 2004 (datos obtenidos a partir de los resultados de Quevedo *et al.* 2006), en los que se incluye el único nido natural. Todos los nidos estuvieron ubicados en árboles vivos.

El nido natural estaba ubicado en un árbol de Encenillo de 11,5 m de alto, tiene un DAP de 45,3 m, y la entrada a la cavidad está a 5,2 m de altura, por la parte superior del árbol aparentemente producto de una rama rota. No fue posible tomarle medidas a la entrada del nido ni al interior de la cavidad pues era inaccesible. Las características de los nidos artificiales (Tabla 1) tuvieron en su mayoría bajos coeficientes de variación, sin embargo el DAP y la altura de la entrada fueron variables como consecuencia de la instalación de nidos artificiales en árboles de diferente porte.

*Ciclo de anidación.* La temporada reproductiva duró cuatro meses y medio, iniciándose en Enero (postura de los primeros huevos) y finalizando a mediados de Mayo (salida del último juvenil), con una diferencia de seis semanas entre la postura de los huevos del primer y último nido registrado. El 83% de los nidos fueron hallados cuando ya se había completado la postura y uno cuando aún estaba en proceso.

Un total de 42 huevos se pusieron en los doce nidos, a partir de los cuales nacieron 32 crías y 25 de ellas lograron salir volando del nido. La duración promedio del ciclo de anidación de la Cotorra Aliazul fue de 86,8 días y se dividió en tres fases fundamentales: incubación (29,2%), eclosión (5,1%) y cría (65,7%).

La incubación comprendió el tiempo desde la postura del primer huevo hasta la eclosión del primer huevo en cada nido. La duración se estableció a partir de una muestra de tres nidos, uno de los cuales fue ubicado cuando aun no había postura y los dos res-

tantes cuando solo había un huevo, y tuvo una duración de  $25,3 \pm 1,0$  días (rango: 24,5–26,5,  $n = 3$ ). En todos los nidos ( $n = 12$ ) hubo una postura de tres ó cuatro huevos.

La eclosión estuvo comprendida desde la eclosión del primer al último huevo de cada nido, y hubo nidos con una ( $n = 1$ ), tres ( $n = 9$ ) y cuatro ( $n = 1$ ) crías. La duración de ésta fase fue de  $4,3 \pm 0,8$  días (rango: 3,5–5,  $n = 7$ ). Una vez eclosionaron todas las crías del nido, se dio inicio a la fase de cría y finalizó con la salida del último juvenil de cada nido; su duración fue de  $57,3 \pm 2,8$  días (rango: 55–61,5,  $n = 9$ ). De acuerdo con el comportamiento de los adultos, es posible subdividir la fase de cría en: la cría temprana, correspondiente al tiempo en que el adulto está constantemente en el nido brindando calor y protección a su dependiente descendencia, con una duración de  $17,4 \pm 1,9$  días (rango: 15–21,5,  $n = 9$ ); y la cría tardía que inicia en el momento en que el adulto deja de acompañar constantemente las crías, para volver solamente a alimentarlos periódicamente y tuvo una duración de  $39,7 \pm 3$  días (rango: 36,5–44,  $n = 9$ ). Como caso especial cabe nombrar que sólo en un nido nació una cría que llegó a salir del nido, éste individuo presentó valores muy dispares en su fase de cría temprana (45 días) y tardía (10 días) por lo que no fue tenido en cuenta en este último cálculo.

De manera individual, cada cría necesitó  $58,8 \pm 2,4$  días (rango: 55–64,5,  $n = 22$ ) desde que salió del cascarón hasta salir del nido volando. En éste calculo el rango estuvo dado por dos nidos con condiciones especiales: el rango menor (55 días) pertenece a un nido en el que solo se desarrollo un juvenil, y el rango mayor (61,5 días) tuvo dos juveniles exitosos que fueron alimentados por un solo padre.

*Valoración de las pérdidas y sus causas.* Durante la incubación el 23% de los huevos no eclosionaron (10 de 42 huevos puestos), de éstos el 30% ( $n = 3$ ) fueron producto de la pérdida

TABLA 1. Características de los 11 nidos artificiales ocupados por la Cotorra Aliazul durante en el 2005, en la Cordillera Central de Colombia.

Característica	Promedio	Desv. Est.	Rango	Coefficiente de variación (DE/m)*100
<i>Arboles de los nidos</i>				
DAP (cm)	49,9	24,1	21,3–110,4	48,3%
Altura del árbol (m)	10,5	2,6	6,8–13,5	24,8%
<i>Cavidades</i>				
Alto (cm)	72,1	5,8	62–84	8,0%
Ancho (cm)	23,6	3,3	20–30	14,0%
Largo (cm)	24,2	2,9	19–28	12,0%
Profundidad de la cavidad (cm)	45,0	5,8	36–54	12,9%
Diámetro vertical de la entrada (cm)	11,7	1,7	10–14	14,5%
Altura de la entrada (m)	6,3	2,2	2,9–10,8	34,5%

total de la nidada (pertenecientes a un solo nido) y el restante 70% procedieron de cinco nidos en donde al menos una cría nació. De los huevos puestos la principal causa de pérdida fue la infertilidad (16%,  $n = 7$ ); cuando los polluelos tenían alrededor de dos semanas los huevos fueron extraídos de los nidos y en ningún caso había un embrión formado en su interior. La segunda causa de pérdida fue el abandono del nido por parte de los padres (7%,  $n = 3$ ), esto ocurrió en el único nido natural que tenía tres huevos y su causa de abandono es desconocida.

En la crianza murió el 22% de los individuos (7 de 32 crías eclosionadas), de los cuales el 43% ( $n = 3$ ) pertenecían a un mismo nido en el que se perdió toda la nidada, y el restante 57% ( $n = 4$ ) pertenecían a tres nidos en donde al menos una cría voló. De las crías nacidas la principal causa de muerte fue la depredación (9%,  $n = 3$ ), por causa de un mamífero pequeño que se llevó del nido a las tres crías; seguida por la falta de alimento (6%,  $n = 2$ ) debido a que uno de los dos padres de un nido fue depredado o abandonó el nido, como consecuencia el segundo padre continuó con la alimentación de las dos crías mayores y las dos crías menores murieron. Finalmente una cría murió por causas desconoci-

das (3%) y otro más se fugó del nido durante una sesión de monitoreo (3%).

*Parámetros reproductivos.* La producción de huevos, crías y juveniles en el 2005 fue superior a la reportada en el 2004 por Quevedo *et al.* (2006) (29 huevos y 21 crías eclosionadas), sin embargo el éxito de vuelo en el 2004 fue total (Tabla 2) lo cual generó valores iguales en el número de juveniles aportados por pareja reproductiva en ambas temporadas. La evaluación de diferencias entre la producción de huevos entre temporadas a través del test de  $U$  de Mann-Whitney detectó valores significativos ( $W = 90$ ,  $U = 0,026$ ). Contrariamente los valores obtenidos para el número de crías ( $W = 80,5$ ,  $U = 0,125$ ) y los de juveniles que salieron del nido ( $W = 59,5$ ,  $U = 1,00$ ) no fueron significativos.

## DISCUSIÓN

Durante la incubación, la infertilidad fue la causa principal de fracaso (17% de los huevos puestos), éste valor fue superior al porcentaje de huevos que no eclosionan por causas intrínsecas (6%) sugerido por Skutch (1985) para aves neotropicales. Valores similares se observan para *Rynchopsitta pachyrhyncha*, habi-

TABLA 2. Evaluación de los parámetros reproductivos de la Cotorra Aliazul de dos temporadas reproductivas, en la Cordillera Central de Colombia. \*Datos obtenidos a partir de los resultados de Quevedo *et al.* (2006).

		2004*	2005	Promedio 2004/05
Tamaño de la postura	Promedio	2,9	3,5	3,2
	DS	0,6	0,5	-
	Moda	3	3	-
	n	10	12	-
Éxito de eclosión (%)	-	72	76	74
Éxito de vuelo (%)	-	100	81	90,5
Éxito del intento de anidación (%)	-	90	83	86,5
Juveniles por pareja	Promedio	2,1	2,1	2,1
	DS	1,2	1,2	-
	Moda	3	3	-
	n	10	12	-

tante de las regiones montañosas de México (14% fracasaron en su eclosión por causas intrínsecas) (Monterrubio *et al.* 2002) y al de *Amazona barbadensis* habitante de tierras a baja altitud en Venezuela (20% de los huevos puestos fallaron y el 8% fracasaron en su eclosión por causas intrínsecas) (Sanz & Rodríguez-Ferraro 2006); en ambas especies el fracaso en la eclosión también constituyó la principal razón de falla durante la incubación. El porcentaje de huevos que no eclosionaron tuvo valores intermedios para *Amazona vittata* (16%) (Snyder *et al.* 1987) y *A. leucocephala babamensis* (44%) (Gnam & Rockwell 1991).

La infertilidad de los huevos puede estar relacionada con la existencia de parejas de aves muy jóvenes ó muy viejas, en algunas especies las parejas jóvenes e inexpertas suelen tener menor éxito de eclosión en comparación con aquellas más experimentadas (Koenig 1982). Por el contrario, la existencia de parejas más maduras también puede afectar negativamente la viabilidad de los huevos, Potti & Merino (1996) señalan que en *Ficedula hypoleuca* las parejas mas viejas tienen un éxito de eclosión significativamente menor al de las parejas mas jóvenes. Adicionalmente, las bajas temperaturas del área de estudio pudieron

afectar negativamente huevos fértiles que no fueran bien incubados por las hembras inexpertas ó también que, en el caso de algunas parejas añejas de *F. hypoleuca*, las hembras que no fueran bien atendidas por los machos, se vieran forzadas a dejar de incubar temporalmente para salir a forrajear (Potti & Merino 1996).

La depredación fue la principal causa de pérdida de crías (9%), sin embargo éste valor fue comparativamente menor al de *R. pachyrhyncha* (11%) y al de algunas especies neotropicales de *Amazonas* que viven en tierras a baja altitud cuya productividad se ve fuertemente afectada por la incidencia de los depredadores (Snyder *et al.* 1987, Koenig 2001, Renton & Salinas-Melgoza 2004). La baja incidencia de la depredación en la producción de la Cotorra Aliazul se puede deber a que en el neotrópico, a mayores altitudes el número de serpientes y mamíferos depredadores de las crías y huevos va disminuyendo (Skutch 1985). En el área de estudio la Taira (*Eira barbara*) y la Comadreja (*Mustela frenata*) son los depredadores potenciales que pudieron causar la pérdida de las crías, y el Gavilán Variable (*Buteo polyosoma*), el Azor Cordillerano (*Accipiter striatus*) y el Caracara Moñudo

(*Caracara cheriway*), las rapaces que pudieron haber depredado uno de los padres de un nido.

**Parámetros reproductivos.** No hallé diferencias significativas interanuales en el número de crías nacidas y crías que salieron del nido, pero sí las hubo en el número de huevos puestos por nido. La variación en el tamaño de la postura entre temporadas ha sido observada en algunas especies de psitácidos de zonas templadas (Smith 1991, Navarro et al. 1995) y en menor grado en psitácidos neotropicales (Snyder et al. 1987, Beissinger & Waltman 1991). Se ha sugerido que los adultos controlan el tamaño de la postura en relación al número de jóvenes que puedan alimentar, el tamaño de la cavidad de anidación, vacíos en las reservas nutritivas de la hembra durante la incubación, las tasas de supervivencia de los juveniles antes de salir del nido, y la supervivencia de los adultos (Snyder et al. 1987). Es prematuro dar un diagnóstico de los posibles factores que inciden en la variación del tamaño de la postura y en los demás parámetros reproductivos, debido a que los nidos habían sido instalados a finales del 2003, y en el 2004 y 2005 la mayoría de nidos ocupados fueron artificiales (80% en el 2004 y 83% en el 2005). Es necesario acumular más datos procedentes de otras temporadas reproductivas y compararlos con algunas condiciones ambientales.

Los valores promedio de éxito de eclosión (74%) fueron menores al de algunas especies neotropicales del género *Amazona* (80 y 93%) (Snyder et al. 1987, Renton & Salinas-Melgoza 2004, Sanz & Rodríguez-Ferraro 2006), *Forpus passerinus* (81%) (Beissinger & Waltman 1991) y *R. pachyrhyncha* (79%) (Monterrubio et al. 2002). Los bajos valores en el éxito de eclosión se debieron principalmente a una alta infertilidad de los huevos puestos (ver arriba). Sin embargo el éxito de vuelo (90,5%), los juveniles aportados por cada pareja reproduc-

tiva (2,1) y el éxito en el intento de anidación (85,5%) de la Cotorra Aliazul fue alto en comparación con otras 30 especies de psitácidos del mundo compilados por Masello & Quillfeldt (2002). El bajo impacto de la depredación y de campesinos que saqueen los nidos en el área de estudio, influyó en la obtención de altos valores en los parámetros reproductivos.

El diseño y aplicación de ecuaciones de regresión que determinen el valor de algunos parámetros reproductivos de las aves (ej., tiempo de incubación, tiempo de crianza y peso del huevo) en función del peso de un adulto, ha sido implementado por algunos autores (Rahn et al. 1975, Saunders et al. 1984, Masello & Quillfeldt 2002) y en varios órdenes de aves. Ésto ha facilitado entender algunos aspectos reproductivos de las aves y ha permitido establecer comparaciones interespecíficas. Masello & Quillfeldt (2002) diseñaron tres ecuaciones para psitácidos que predicen correspondientemente el peso del huevo ( $y = 5,4 + 0,03x$ ,  $r = 0,92$ ,  $P < 0,05$ ), la duración del periodo de crianza ( $y = 38,0 + 0,05x$ ,  $r = 0,86$ ,  $P < 0,05$ ) y el tamaño de la postura ( $y = 2,2 + 5,5e^{-0,006x}$ ,  $r = 0,86$ ,  $F_{2,28} = 40,4$ ,  $P < 0,001$ ) en función del peso del adulto.

Durante la temporada reproductiva estudiada solo fue posible capturar dos hembras adultas (con un peso promedio de 124 g), y si se aplican las ecuaciones de Masello & Quillfeldt (2002) el peso del huevo esperado para un psitácido del peso de la Cotorra Aliazul es de 9 g, la duración de la fase de crianza esperada sería de 44,2 días (14,6 días más corta que el promedio observado en el área de estudio) y el tamaño de la postura sería de 4,8 huevos (valor superior al observado, ver Tabla 2). Aunque en principio éstos resultados plantean cuestionamientos interesantes, es necesario realizar un número mayor de capturas de hembras adultas con el fin de obtener datos con una mayor significancia biológica.

*Características de los nidos.* La utilización de cavidades artificiales también se ha implementado en otros psitácidos como estrategia para incrementar las oportunidades reproductivas de psitácidos neotropicales en condiciones silvestres (Stoleson & Beissinger 1994, Guedes & Carvalho 1998, Sanz *et al.* 2003, Vaughan *et al.* 2003, White *et al.* 2006). Su ocupación ha ofrecido oportunidades adicionales de reproducción a la población local de Cotorra Aliazul en el área de estudio y puede convertirse en una herramienta valiosa si se mantiene un monitoreo constante y a largo plazo, reevaluando el diseño de los nidos y su reubicación, en caso de ser necesario.

Sin embargo, la interpretación de datos reproductivos procedentes de la utilización de nidos artificiales por parte de las aves debe ser realizada cuidadosamente, en especial en la toma de decisiones con respecto al manejo de la especie (Yahner & Mahan 1999). Debido a la subjetividad que involucró la construcción e instalación de los nidos artificiales en el área de estudio y la baja muestra de nidos naturales hallados, no es posible definir las preferencias de la Cotorra Aliazul al elegir un sitio para anidar.

Para poder establecer una población reproductiva sostenible a largo plazo hay que estudiar inicialmente la disponibilidad de cavidades naturales y el proceso decisional de la Cotorra Aliazul al seleccionar cavidades. Particularmente porque como muchos otros psitácidos, una vez seleccionada una cavidad, la fidelidad de una pareja reproductiva a esa cavidad es muy alta. Evaluar las diferencias entre nidos artificiales y naturales ocupados, y el tipo de vegetación que los rodea, puede dar las bases para dilucidar las características que prefieren los loros a la hora de ocupar un nido. En ésta medida se podrán instalar en lugares más apropiados que incrementen la posibilidad de una reproducción exitosa y por tanto el crecimiento de la población (Vaughan

*et al.* 2003, White *et al.* 2006). La meta a largo plazo es mantener una población reproductiva que requiera el menor grado de intervención en términos de proveer lugares para anidar, aunque se necesite participación de personal técnico para monitoreo.

La Fundación ProAves ha realizado esfuerzos invaluable en la protección del hábitat de la Cotorra Aliazul a través de la protección de su hábitat (Reserva Municipal El Mirador y Reserva Loro Coroniazul), diseñando y ejecutando el plan de manejo de la especie (Fundación ProAves 2009) y estableciendo el programa de nidos artificiales en el área de estudio (Quevedo *et al.* 2006). Sin embargo los problemas de orden público que hacen inseguro e impredecible el trabajo de los investigadores de campo y la dificultad en la consecución de recursos económicos para proyectos investigativos, han generado un seguimiento de la especie a media marcha. La protección de la Cotorra Aliazul necesita del apoyo de otras entidades ornitológicas colombianas, autoridades públicas y organizaciones gubernamentales que de la mano de la Fundación ProAves hagan un seguimiento biológico constante e integral a través de la vinculación de grupos investigativos reconocidos ante Colciencias, dinamizando el programa de nidos artificiales y ejecutando estrategias sustentables de producción para los campesinos de las fincas alrededor de la reserva Municipal El Mirador.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarcó dentro del programa de Loros Amenazados de la Fundación ProAves de Colombia y fue financiado por la Fundación Loro Parque de Tenerife-España, por lo que les agradezco muy especialmente por el apoyo logístico y económico durante la investigación. Juan Carlos Verhelst realizó algunas revisiones al documento. Adriana Mayorquín, Diego Carantón, Nicolai Osorno

y Alonso Quevedo me apoyaron en el trabajo de campo. Y Verónica Díaz aportó algunos resultados puntuales de la temporada reproductiva del 2004 para la realización de comparaciones intraespecíficas.

## REFERENCIAS

- Beissinger, S. R., & J. R. Waltman. 1991. Extraordinary clutch size and hatching asynchrony of a Neotropical parrot. *Auk* 108: 863–871.
- Carantón, D. A. 2005. Plan De Manejo Reserva El Mirador Génova-Quindío. Fundación ProAves de Colombia y Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia.
- Chapman, F. M. 1912. Diagnosis of apparently new Colombian birds. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 31: 139–167.
- Collar, N. J., & A. T. Juniper. 1991. Dimensions and causes of the parrot conservation crisis. Pp. 1–24 *en* Beissinger, S. R., & N. F. R. Snyder (eds.). *New World parrots in crisis: solutions from conservation biology*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Fundación ProAves. 2007. Manual básico para el monitoreo de aves terrestres. Programa de monitoreo y conservación de Aves Migratorias. Fundación ProAves, Bogotá, Colombia.
- Fundación ProAves. 2009. Plan de manejo y conservación del Loro Coroniazul (*Hapalopsittaca fuertesi*). *Conserv. Colombiana* 7: 1–53.
- Gnam, R. S., & R. F. Rockwell. 1991. Reproductive potential and output of the Bahama Parrot *Amazona leucocephala bahamensis*. *Ibis* 133: 400–405.
- Guedes, N. M. R., & C. A. S. Carvalho 1998. Monitoramento de ninhos artificiais instalados no Pantanal de MS. P. 77 *en* Encontro de Biólogos do CRB-1 (SP, MT, MS), 9, Resumos. Instituto Arara Azul, Campo Grande, Brasil.
- IUCN. 2001. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Koenig, W. D. 1982. Ecological and social factors affecting hatchability of eggs. *Auk* 99: 526–536.
- Koenig, S. E. 2001. The breeding biology of Black-billed Parrot *Amazona agilis* and Yellow-billed Parrot *Amazona collaria* in Cockpit Country, Jamaica. *Bird Conserv. Int.* 11: 205–225.
- Masello, J. F., & P. Quillfeldt. 2002. Chick growth and breeding success of the Burrowing Parrot. *Condor* 104: 574–586.
- Monterrubio, T., E. Enkerlin-Hoeflich, & R. B. Hamilton. 2002. Productivity and nesting success of Thick-billed Parrots. *Condor* 104: 788–794.
- Navarro, J. L., M. B. Martella, & E. H. Bucher. 1995. Effects of laying date, clutch size, and communal nest size on the reproductive success of Monk Parakeets. *Wilson Bull.* 107: 742–746.
- North American Banding Council. 2003. Manual para anillar Paseriformes y cuasi-Paseriformes del anillador de Norteamérica (excluyendo colibríes y búhos). The North American Banding Council, Point Reyes Station, California.
- Osorno D., N. 2006. Protocolo de nidos artificiales de la Fundación ProAves. *Conserv. Colombiana* 2: 98–110.
- Potti, J., & S. Merino. 1996. Causes of hatching failure in the Pied Flycatcher. *Condor* 98: 328–336.
- 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. *Conserv. Colombiana* 1: 21–57.
- Ralph, C. J., G. R. Geupel, P. Pyle, T. E. Martin, D. F. DeSante, & B. Milá. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Department of Agriculture, Pacific Southwest Research Station, Forest Service, Albany, California.
- Rahn, H., C. V. Paganelli, & A. Ar. 1975. Relation of avian egg weight to body weight. *Auk* 92: 750–765.
- Rangel, J. C. 2000. Colombia Diversidad Biótica III. La región Paramuna. Instituto de Ciencias Naturales, Univ. Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Renjifo, L. M., A. M. Franco-Maya, J. D. Amaya-Espinel, G. H. Kattan, & B. López-Lanús (eds.). 2002. Libro rojo de aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recur-

- Los Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, Colombia.
- Renton, K., & A. Salinas-Melgoza. 1999. Nesting behavior of the Lilac-crowned Parrot. *Wilson Bull.* 111: 488–493.
- Renton, K., & A. Salinas-Melgoza. 2004. Climatic variability, nest predation, and reproductive output of Lilac-crowned Parrots (*Amazona finschi*) in tropical dry forest of western Mexico. *Auk* 121: 1214–1225.
- Restall, R., C. Rodner, & M. Lentino. 2006. Bird of northern South America. An identification guide. Volume 1: Species accounts. Christopher Helm, London, UK.
- Sanz, V., A. Rodríguez-Ferraro, M. Albornoz, & C. Bertsch. 2003. Use of artificial nests by the Yellow-shouldered Parrot (*Amazona barbadensis*). *Ornitol. Neotrop.* 14: 345–352.
- Sanz, V., & A. Rodríguez-Ferraro. 2006. Reproductive parameters and productivity of the Yellow-shouldered Parrot on Margarita Island, Venezuela: a long-term study. *Condor* 108: 178–192.
- Saunders, D. A., T. G. Smith, & I. Rowley. 1982. The availability and dimensions of tree hollows that provide nest sites for Cockatoos (Psittaciformes) in western Australia. *Aust. Wildl. Res.* 9: 541–556.
- Saunders D. A., G. T. Smith, & N. A. Campbell. 1984. The relationship between body weight, egg weight, incubation period, nestling period and nest site in the Psittaciformes, Falconiformes, Strigiformes and Columbiformes. *Aust. J. Zool.* 32: 57–65.
- Skutch, A. F. 1985. Clutch size, nesting success, and predation on nests of Neotropical birds, reviewed. *Ornithol. Monogr.* 36: 575–593.
- Smith, G. T. 1991. Breeding ecology of the western Long-billed Corella, *Cacatua pastinator pastinator*. *Aust. Wildl. Res.* 18: 91–110.
- Snyder, N. F. R., J. W. Wiley, & C. B. Kepler. 1987. The parrots of Luquillo: natural history and conservation of the Puerto Rican Parrot. Western Foundation of Vertebrate Zoology, Camarillo, California.
- Stattersfield, A. J., & D. C. Capper (eds.). 2000. Threatened birds of the world. Birdlife International, Cambridge, UK.
- Stoleson, S. H., & S. R. Beissinger. 1994. Reproducción y demografía de los periquitos (*Forpus passerinus*) en los Llanos de Venezuela. Pp. 65–72 *en* Biología y conservación de los psitácidos de Venezuela. Primer simposio sobre biología y conservación de psitácidos en Venezuela. Morales, G., D. Novo, D. Bigio, A. Luy, & F. R. Suárez-Suárez (eds.). Gráficas Giovimar, Caracas, Venezuela.
- Tovar-Martínez, A. E. 2006. Biología reproductiva del Loro Coroniazul *Hapalopsittaca fuertesi*, en los bosques altoandinos del municipio de Génova, Quindío-Colombia. Trabajo de licenciatura. Univ. Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.
- Vaughan, C., N. Nemeth, & L. Marineros. 2003. Ecology and management of natural and artificial Scarlet Macaw (*Ara macao*) nest cavities in Costa Rica. *Ornitol. Neotrop.* 14: 381–396.
- White, T. H. Jr., G. G. Brown, & J. A. Collazo. 2006. Artificial cavities and nest site selection by Puerto Rican parrots: a multiscale assessment. *Avian Conserv. Ecol.* 1: 5.
- Yahner, R. H., & C. G. Mahan. 1999. Potential for predator learning of artificial arboreal nest locations. *Wilson Bull.* 111: 536–540.