

Biología reproductiva de *Porphyriops melanops bogotensis* (Gruiformes, Rallidae) subespecie endémica y amenazada del norte de los Andes

Breeding biology of *Porphyriops melanops bogotensis* (Gruiformes, Rallidae) an endemic and endangered subspecies from the northern Andes

Fernando Castro-Vargas¹ | Loreta Rosselli^{2*}

- Recibido: 8/jul/2019
- Aceptado: 12/dic/2019
- Publicado en línea: 16/dic/2019

Citación: Castro-Vargas F, Rosselli L. 2020. Biología reproductiva de *Porphyriops melanops bogotensis* (Gruiformes, Rallidae) subespecie endémica y amenazada del norte de los Andes. *Caldasia* 42(1):50-62. doi: <https://dx.doi.org/10.15446/caldasia.v42n1.80853>

ABSTRACT

The Rallidae is a widely distributed family in the planet, with a high proportion of endangered species and limited information on reproductive biology. *Porphyriops melanops bogotensis* is an endangered and isolated endemic Colombian subspecies and no detailed information about its breeding biology and nestling development. We describe the breeding biology of *P. m. bogotensis* and the development of the nestlings, thus providing novel information that may help its conservation. The study was done in the Bogotá area highland plateau between 2016 and 2019. We surveyed the area weekly in search of nests for description and monitoring. We artificially incubated fourteen eggs; these chicks were raised in captivity until completely developed while measuring growth and taking notes on color changes. The birds nested all year long; clutch size varied between three and six eggs, with an incubation period of 18-20 days. The rails reached their definite size by day 55, with significant differences between sexes. The beak acquired the final color by day 75, while adult eye and plumage color were reached between 150 and 165 days after hatching. In general terms reproductive behavior and development of *P. m. bogotensis* are like what is known for other members of the Rallidae. The detailed description of coloration change of the subspecies during its development allows precise age determination of individuals in the wild.

Keywords. Chick development, Colombia, conservation, nesting, Wetlands

¹ Parque Jaime Duque, Kilómetro 34 Autopista Norte, Tocancipá, Colombia. fcastro@parquejaimeduque.com.co

^{2*} Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Calle 222 # 55-37, Bogotá, Colombia. lrosselli@udca.edu.co

* Autor para correspondencia



RESUMEN

La familia Rallidae, ampliamente distribuida, tiene una alta proporción de especies amenazadas e información limitada sobre su biología reproductiva. La subespecie endémica y amenazada de la tingua moteada, *Porphyriops melanops bogotensis*, constituye un grupo aislado de Colombia con poca información sobre su reproducción y desarrollo. Describimos la biología reproductiva y el desarrollo de los pollos de *P. m. bogotensis*, aportando información novedosa y útil para su conservación. El estudio se hizo en la sabana de Bogotá, Colombia entre 2016 y 2019. Semanalmente hicimos recorridos en busca de nidos para su descripción y seguimiento. Se incubaron artificialmente catorce huevos; los polluelos fueron criados en cautiverio, haciendo seguimiento de su crecimiento y cambio de plumaje hasta terminar su desarrollo. Las aves anidaron durante todo el año; el número de huevos varió entre tres y seis, con un período de incubación de 18-20 días. Se alcanzó el tamaño definitivo alrededor de los 55 días, con diferencias significativas entre sexos. El color definitivo del pico se adquiere a los 75 días mientras que el color del iris y plumaje adulto se alcanza entre los días 150 y 165. En términos generales la reproducción y desarrollo de *P. m. bogotensis* concuerda con lo descrito para otros miembros de la familia Rallidae. Los detalles del cambio en coloración de la subespecie durante su desarrollo permiten determinar la edad de individuos silvestres.

Palabras clave. Anidación, Colombia, conservación, desarrollo de polluelos, humedales

INTRODUCCIÓN

La familia Rallidae está entre las más cosmopolitas de las aves; sus 147 especies están dispersas por todos los continentes además de muchas islas oceánicas. Son aves acuáticas que forrajea caminando o nadando en espejos de agua y zonas de vegetación densa. En general los miembros de este grupo vuelan poco dentro de sus hábitats, aunque varias especies hacen migraciones largas y parecen tener una tendencia de desviarse a lugares lejos de sus rutas normales (Taylor 1996). La limitación en las capacidades de movimiento de algunos Rallidae no se limita a los varios taxones endémicos de islas dentro de la familia como la *Gallinula chloropus sandvicensis* Mathews, 1927, endémica de Hawaii (DesRochers *et al.* 2010), *Gallirallus australis* Sparrmn, 1786, endémica de Nueva Zelanda (Beauchamp 1998), algunas descritas recientemente como *Rallus roviae* Diamond, 1991 y *Gallirallus calayanensis* Allen, Oliveros, Española, Broad & Gonzalez, 2004; varias especies continentales tienen distribuciones muy limitadas, representando taxones diferenciados en subespecies o hasta especies distintas. Por sus poblaciones de distribuciones muy limitadas y a menudo pequeñas, estas

especies son potencialmente vulnerables a la extinción, especialmente como resultado de la intervención humana, alteraciones de sus hábitats, introducción de especies exóticas, o cacería (Renjifo *et al.* 2016).

Un 25 % de las especies de la familia está en riesgo de extinción (Taylor 1996). Esta situación de amenaza ha despertado el interés de conservación de estas especies a nivel mundial, generando estudios de diversos aspectos, pues es a partir de conocimientos detallados de los requisitos de hábitat y los ciclos de vida de tales especies que se pueden aplicar medidas de conservación efectivas. Algunos ejemplos de estos trabajos intensivos sobre algunas pocas especies de preocupación para la conservación, especialmente de islas, incluyen a *Gallinula chloropus sandvicensis* Streets, 1877 de Hawaii (DesRochers *et al.* 2010), *Gallirallus owstoni* Rothschild, 1895, de la isla de Guam (Jenkins 1979) y *Gallirallus okinawae* Yamashina y Mano, 1981 de la isla de Okinawa (Ozaki 2009).

Por otro lado, los conocimientos sobre ecología y reproducción de la familia se basan históricamente en estudios intensivos de las especies que anidan en latitudes templadas de Eurasia y Norteamérica (Meanley 1969,

Garnett 1980, Kaufmann 1987, Eddleman *et al.* 1988, McRae 1996, Jenkins 1999, Post y Seals 2000). En Suramérica, la información disponible para la mayoría de las especies es insuficiente para medidas efectivas de conservación (Taylor 1996). Un ejemplo de este problema es la subespecie endémica y aislada *Porphyriops melanops bogotensis* Chapman, 1914 en Colombia, con una distribución limitada al altiplano de la cordillera Oriental en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá. Los hábitats de esta subespecie se han reducido drásticamente, especialmente en las últimas décadas (Rosselli *et al.* 2016), llevándola a tener serios problemas de conservación, con el descenso pronunciado de sus números en las últimas décadas (Stiles *et al.* 2017). Medidas para su conservación son urgentes para prevenir su extinción, pero hace falta un conocimiento más detallado de su biología para poder elaborar un plan de manejo efectivo. La poca información sobre la especie se limita a algunos registros geográficos (Lopes *et al.* 2012, Salvador 2014) y detalles de la alimentación (Olguín *et al.* 2013) para las subespecies presentes en el sur del continente. Para *P. m. bogotensis*, se conoce que se encuentra en espejos de agua y zonas con vegetación flotante pequeña; hay descripciones de eventos reproductivos y nidos (Becerra Galindo *et al.* 2005, Rosselli *et al.* 2016) pero no hay seguimiento de nidadas ni información sobre el desarrollo de los pollos, tanto en plumaje como sobre sus medidas. El objetivo de este estudio es obtener información sobre la biología reproductiva especialmente anidación y desarrollo de los pollos, de *P. m. bogotensis*, para contribuir a la implementación de medidas de conservación que eviten la extinción de esta subespecie.

Describimos detalladamente el comportamiento reproductivo de *P. m. bogotensis* y las tasas de crecimiento de los polluelos, haciendo observaciones de nidos durante tres años y siguiendo su desarrollo desde el momento del nacimiento con doce individuos de origen silvestre y criados en cautiverio. Esta última información permitirá calcular apropiadamente la edad en estudios posteriores, así como la distinción entre machos y hembras. Entregamos así una de las descripciones más completas del crecimiento y secuencia de plumaje hasta la fecha de una especie de Rallidae para Colombia y la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se hizo en el parque Jaime Duque (4°56' Norte, 73°57' Oeste) ubicado en un altiplano conocido como

Sabana de Bogotá, a 2585 m en los Andes orientales de Colombia. La precipitación promedio anual está entre 600 y 700 mm y la temperatura promedio es de 13,5 °C (Guhl 1981, CAR 2006). Las lluvias tienen un régimen bimodal con dos picos en abril-mayo y octubre-noviembre y la mayor temporada seca en enero-marzo. El parque tiene una extensión total de 200 ha que incluyen 40 ha de uso recreativo destinado al turismo con un área de 6,4 ha de cuerpos de agua donde habitan tanto aves silvestres, incluyendo a *P. m. bogotensis*, como domésticas, entre ellos cisnes, gansos y patos. En esta zona, los lagos están desprovistos de vegetación acuática a excepción de pequeñas porciones con papiro (*Cyperus papyrus* L.), y pequeñas áreas con vegetación flotante, especialmente *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, y vegetación emergente dominada por *Bidens laevis* (L.) Britton, Sterns & Poggenb. Además de la zona recreativa, el estudio se hizo en otra sección de restauración ecológica sin acceso al público de 70 ha conocida como Ecoparque Sabana, siete de las cuales son humedales y canales. El parque está rodeado principalmente por industria, y en menor proporción áreas verdes, además de carreteras y autopistas; 2 km al norte se encuentra el río Bogotá y sus humedales asociados. El área de uso turístico cuenta con un aviario de 2600 m² provisto con vegetación arbórea y de porte bajo, además de cuerpos de agua en donde se albergan aves nativas para ser exhibidas a los visitantes.

Porphyriops melanops

Porphyriops melanops es una gallineta suramericana, con un peso adulto aproximado entre 154 y 225 g. La coloración de los adultos es gris en la parte inferior, cuello y cabeza; la cara y frente son negruzcas y los flancos marrones con manchas blancas, las alas y la espalda castaño, abdomen y coberteras infracaudales blancas. Las patas son verdosas, el pico es verde claro llamativo, los ojos rojos. Se distribuye desde los Andes orientales colombianos hasta el sur de Suramérica (Taylor 1996). Se encuentran en humedales naturales y artificiales en donde se alimentan de vegetación y pequeños invertebrados. Las poblaciones colombianas constituyen una subespecie endémica (*P. m. bogotensis*), aislada cerca de 3000 km de las más cercanas que se encuentran en Bolivia y Brasil (Taylor 1996). En Colombia, en donde se reproduce a lo largo de todo el año (Rosselli *et al.* 2016), *P. m. bogotensis* se restringe a los humedales del altiplano Cundiboyacense entre los 2500 y 3100 m; estos ecosistemas han disminuido en más del 97 % y están altamente transformados, lo que ha llevado a que

la subespecie colombiana se encuentre amenazada y categorizada En Peligro (Renjifo *et al.* 2016).

Anidación

Con el fin de encontrar nidos de *P. m. bogotensis* se realizaron entre marzo de 2016 y mayo de 2019 caminatas semanales en el área de estudio y consultas a los trabajadores quienes permanecen en campo. Se consideró que un nido era activo si se encontraba en etapa de incubación o postura y se tomó como mes de anidación aquel en que se hizo la postura. Esta fecha de postura se calculó o porque efectivamente estaban poniendo, o de acuerdo con la etapa de incubación de los huevos determinada mediante ovoscopia. Mediante el uso de Google Earth Pro (version 7.3.2) se midió el área de cada uno de los cuerpos de agua en que se encontraron nidos. Dado el constante seguimiento de las aves acuáticas y del área de estudio por parte de FCV y del personal del Parque Jaime Duque, consideramos que la mayor parte de los nidos de *P. m. bogotensis* fueron encontrados. Adicionalmente los autores estaban haciendo simultáneamente una investigación asociada en la que se contaba con 18 individuos anillados individualmente y equipados con equipos de telemetría (transmisores VHF - ATM A2480 y receptores ATM R410) lo cual permitió el reconocimiento de sexos e individuos. La notoria diferencia entre el tamaño de machos y hembras encontrada en este trabajo también permite distinguir los sexos en campo. En cada nido redondo se tomaron medidas de diámetro y profundidad (desde la base hasta la parte más alta) con una regla de 1 mm de precisión y notas sobre los materiales de construcción, número de huevos y largo y ancho de estos con un calibrador con una décima de milímetro de precisión. Los promedios de estas y las otras medidas en este trabajo se dan \pm la desviación estándar. Se obtuvieron 832 minutos de grabación 626 diurnos (6:00 a 17:59) y 206 nocturnos (18:00 a 5:59), con una cámara trampa Bushnell - 119876 puesta entre el 22 y el 28 de septiembre de 2018 para observar el comportamiento de incubación en uno de los nidos de dos individuos anillados y equipados con transmisores. Se pudo hacer el seguimiento de dos nidos silvestres desde el momento de su construcción hasta la eclosión de todos los huevos con lo que se obtuvo el tiempo de incubación natural. Uno de los individuos nacidos en el medio natural fue anillado y seguido con telemetría lo cual permitió registrar la edad de la primera reproducción. Una pareja criada y mantenida en cautiverio anidó exitosamente lo cual permitió tener otro dato de la primera edad de reproducción.

Incubación y cría artificial

Entre el primero de marzo de 2016 y el 28 de julio de 2018 se recolectaron doce huevos de ocho nidos. Para aquellos nidos con cuatro huevos o menos se recolectó uno, mientras que nidos con cinco huevos o más se recolectaron dos. Todos los huevos recolectados se encontraban en el primer tercio de incubación determinado en campo por medio de ovoscopia, posteriormente se llevaron a incubación artificial (Incubadora Grumbach Modelo 8414) a 37,4 °C y 60 % de humedad relativa (HR), de acuerdo con los protocolos de cría del Avian Rearing Resource para Rallidae, especialmente *Crex crex* Linneo, 1758 (Graham 2007) y el zoológico de San Diego (Kuehler y Good 1990). La remoción de huevos de los nidos no tuvo ningún efecto perceptible en la viabilidad de los nidos. Posterior a la ruptura de la cámara de aire en el huevo, estos se trasladaron a una nacedora (RcomMax 20) a 37,0 °C y 80 % HR. Pasadas 24 horas de la eclosión los polluelos fueron alimentados con concentrado para aves de corral en crecimiento Solla Master Pollito 24 % proteína, verduras, suplemento vitamínico, insectos, y agua a voluntad. Los primeros diez días de vida se mantuvieron en una criadora a 30 °C, y la temperatura se redujo paulatinamente hasta llegar a los 25 °C en el día 20 de vida. Alrededor del día 30 se mantuvieron a temperatura ambiente (18 °C). En el día 60 se trasladaron al aviario donde finalizó su desarrollo. Dos polluelos silvestres de diez días que quedaron huérfanos fueron trasladados a cuidado en cautiverio, y sus mediciones de desarrollo fueron sumadas a las doce iniciales.

Desarrollo

Antes de alimentarlas las catorce aves criadas artificialmente (ocho hembras y seis machos incluyendo los polluelos silvestres rescatados) se pesaron diariamente en una báscula digital de precisión 0,1 g serie BBG 5050921; el pesaje se realizó, cuando fue posible, desde el primer día hasta el día 59, cuando alcanzaron el peso definitivo. Solo se lograron datos completos de peso de siete individuos (cinco hembras y dos machos) dadas las dificultades para capturarlos en el aviario en donde se mantuvieron cuando se iban haciendo mayores. Se calculó la tasa porcentual de aumento de peso diaria dividiendo el peso ganado en un día por el peso del día anterior. Para las otras medidas (culmen, tarso, ala y cola) el número de individuos incluidos en las mediciones de seguimiento de desarrollo tuvo variaciones por dificultades que se presentaron a lo largo del trabajo incluyendo dificultad en la captura y manejo de las aves. Las medidas de culmen, tarso y ala se tomaron

semanalmente con un calibrador digital Discover de 0,1 mm de precisión, desde el primer día hasta que las curvas se estabilizaron (día 53 para culmen y tarso, día 60 para ala). Adicionalmente se capturaron once individuos silvestres que ya habían alcanzado el tamaño y plumaje de adulto (cinco hembras, seis machos) cuyas medidas de peso y dimensiones se incluyeron en las comparaciones de los individuos de tamaño definitivo. No todos estos once individuos adicionales se incluyeron en todas las mediciones por factores varios tales como estar en muda o porque se fugaron durante la manipulación.

Para hacer el seguimiento del cambio de coloración de los polluelos desde su nacimiento hasta adquirir el plumaje de adulto, semanalmente se tomaron fotografías y anotaciones. Los colores se describen usando la guía de color para naturalistas de Smithe (1975).

Las diferentes medidas entre machos y hembras de *P. m. bogotensis* se compararon usando análisis de t de student con el programa PAST (Hammer *et al.* 2001).

RESULTADOS

Anidación

A lo largo de los tres años de observaciones se encontraron 19 nidos activos durante todos los meses del año

exceptuando junio, octubre y diciembre (Fig. 1). Los meses de abril (época de lluvias) y agosto (época de lluvias bajas) presentaron la mayor cantidad de nidos (cinco en abril (1,25 nidos/meses de observación) y cuatro en agosto (1,33 nidos/meses de observación); Fig. 1).

Los nidos fueron construidos por macho y hembra quienes también intervinieron en la incubación y cría de los polluelos. Los nidos se construyeron ocultos entre vegetación, principalmente acuática con plantas como *Cyperus papyrus*, *Schoenoplectus californicus* (C.A. Mey.) Soják, *Polygonum hydropiperoides* Michx. y *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov. Tres de los nidos se construyeron sobre el agua, y los otros 16 a una distancia máxima de 50 cm del cuerpo de agua (Fig. 2). Solo se encontró un nido a la vez por cada cuerpo de agua, aunque la misma pareja con frecuencia ubicó nidos sucesivos en la misma área separados alrededor de 50 m. Los cuerpos de agua en los cuales encontramos nidos fluctuaron entre 0,1 y 3,4 ha (Promedio $0,91 \pm 1,17$). La distancia entre los nidos encontrados de diferentes parejas fue de 200 - 400 m. Los nidos son redondeados (Diámetro medio = $16 \pm 2,5$ cm, n = 19 nidos) con una profundidad de $5,3 \pm 2,3$ cm (n = 19 nidos), construidos con material vegetal diverso del área, incluidas hojas frescas y secas de plantas terrestres y acuáticas, pequeñas ramas y, ocasionalmente, plumas de *P. m bogotensis* y *Ardea alba* Linneo, 1758 (Fig. 2).

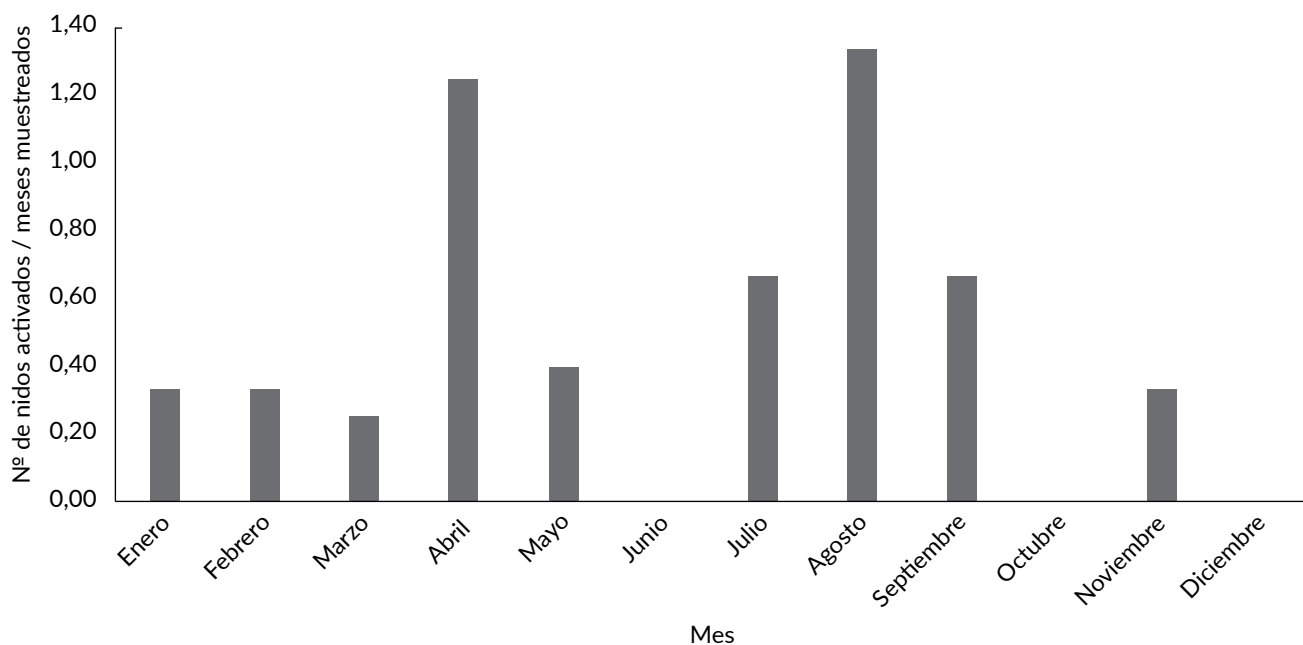


Figura 1. Número de nidos activos de *P. melanops bogotensis* registrados en el momento de la postura entre marzo del 2016 y mayo del 2019 en el Parque Jaime Duque, Sabana de Bogotá, Cordillera Oriental Colombiana. El número de nidos está corregido por el número de veces que el mes correspondiente fue muestreado.



Figura 2. Nidos y huevos de *P. melanops bogotensis* hallados en el área de estudio. Se muestran diferentes tipos de materiales: **a.** nido construido con *Pennisetum clandestinum* entre *Polygonum hydropperoides*, **b.** nido construido con diversos tipos de material vegetal entre *Cyperus papyrus*, **c** nido sobre el agua construido con hojas de *Syzygium paniculatum* entre *Schoenoplectus californicus*.

El número de huevos por nido varió entre tres y seis (Media = 4,4 huevos \pm 0,9, $n = 19$). Los huevos tienen forma ovalada (Largo: $40,7 \pm 1,5$ mm; $n = 62$, ancho: $28,7 \pm 1,5$ mm $n = 62$). La coloración fue variable, entre crema y marrón claro, con manchas marrón oscuro más densas hacia el polo más ancho del huevo (Fig. 2).

Según las grabaciones hechas con la cámara trampa durante el día, el macho pasó una mayor cantidad de tiempo incubando que la hembra (57,8 % vs 42,2 %). Además, solo se registró incubación nocturna por parte del macho, quien permaneció toda la noche en el nido. Durante el día, los turnos del padre y madre variaron entre 8 y 335 minutos (Promedio = $100,5$ min \pm 67,0), sin encontrarse diferencia significativa entre la duración de los turnos de incubación entre los dos sexos ($t = 0,26$ $P = 0,79$). Previo a los relevos ambos sexos emiten vocalizaciones como cacareo “kakakaka”, y después del intercambio, ocasionalmente emiten vocalizaciones adicionales de contacto. La incubación tanto en laboratorio (10 huevos) como en ambiente natural (2 Nidos/8 huevos) duró de 18 a 20 días y la tasa de eclosión en laboratorio fue del 85 %.

Una vez nacidos, los polluelos pueden nadar y bucear a las pocas horas según vimos en ocho ocasiones tanto en individuos silvestres (tres) como en cautiverio (cinco). Los polluelos son alimentados y protegidos por los dos padres

hasta por lo menos los 50 días de edad según observaciones en dos nidos silvestres.

Desarrollo

No hubo diferencias significativas entre el peso de los machos y hembras al nacer (machos $11,76 \pm 1,23$ g, $n = 5$ vs hembras $12,44 \pm 0,58$ g, $n = 7$; $t = 1,30$ $P = 0,22$). Los individuos criados artificialmente alcanzaron su peso definitivo alrededor del día 55 (Fig. 3). El peso final de los machos criados en cautiverio a los 55 días fue mayor que el de las hembras criadas en cautiverio ($189,0 \pm 1,4$ g, $n = 2$, vs $136,9 \pm 12,6$ g, $n = 5$) aunque los datos no fueron suficientes para aplicar una prueba estadística (Fig. 3). La longitud del tarso y culmen se estabilizaron cerca del día 45 de vida, mientras que la del ala cerca del día 60 (Fig. 4). El aumento de peso porcentual diario máximo se dio en el día siete para machos (19 %) y diez para hembras (21 %).

La diferencia de peso entre machos y hembras de tamaño definitivo incluyendo silvestres y criados en cautiverio, lo mismo que la longitud del culmen, tarso y ala fue significativa. No hubo diferencia significativa en la longitud de la cola (Tabla 1). El peso de las hembras criadas en cautiverio fue menor que el de las silvestres (Promedio $136,9 \pm 12,6$ g, $n = 5$ vs. $185,0 \pm 21,5$ g, $n = 5$, $t = 4,3$, $P = 0,003$) y los machos tienen la misma tendencia, aunque no hubo datos suficientes para hacer una prueba

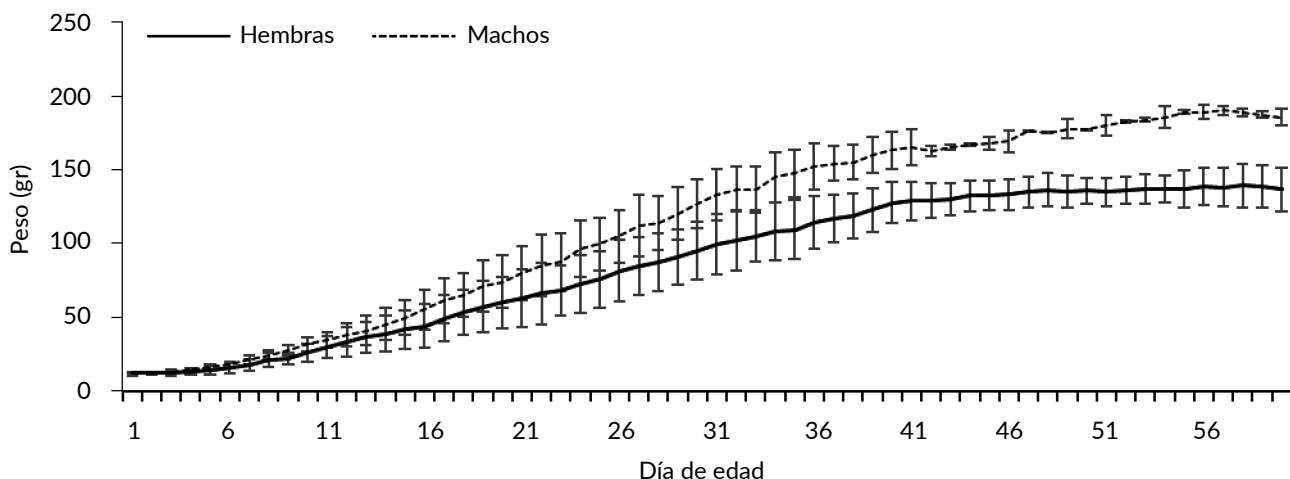


Figura 3. Peso (gr ± DE) de machos y hembras de *P. melanops bogotensis* criados artificialmente hasta el día 59 de vida.

(Promedio ind. cautiverio $189,0 \pm 1,4$ g, $n = 2$, vs Ind. silvestres $217,5 \pm 30,8$, $n = 6$).

Coloración del pico

El pico de *P. m. bogotensis* sufre un cambio de coloración desde ser rosado (7 Pink) al nacimiento hasta llegar al verde (158 Chartreuse) definitivo a los 75 días de edad. En el primer día de vida, la sección proximal del pico es roja - rosada con algunas partes negras y la punta blanca, la cual corresponde al diente de huevo que permanece hasta el día 20 (Figs. 5a, b). Hacia el día 28 la coloración rosada ha desaparecido casi en su totalidad y el negro se expande a casi

todo el pico (Fig. 5c). A partir del día 41 empieza a aparecer el color verdoso, mientras que el negro comienza a desaparecer; hacia el día 75 se torna completamente verde (Figs. 5d-f). A partir del día 54 empieza a aparecer la coloración negra en las plumas que rodean el pico (Figs. 5e, f).

Coloración del iris

El iris también presentó una transformación notable desde un marrón oscuro (119B Dark Drab) al nacer (Fig. 6a) hasta el rojo encendido (210 Pratt's Ruby) de los adultos (Fig. 6f). Alrededor del día 30, el marrón se aclara (223C Sayal Brown) y se va tornando rojizo (40 Cinnamon-

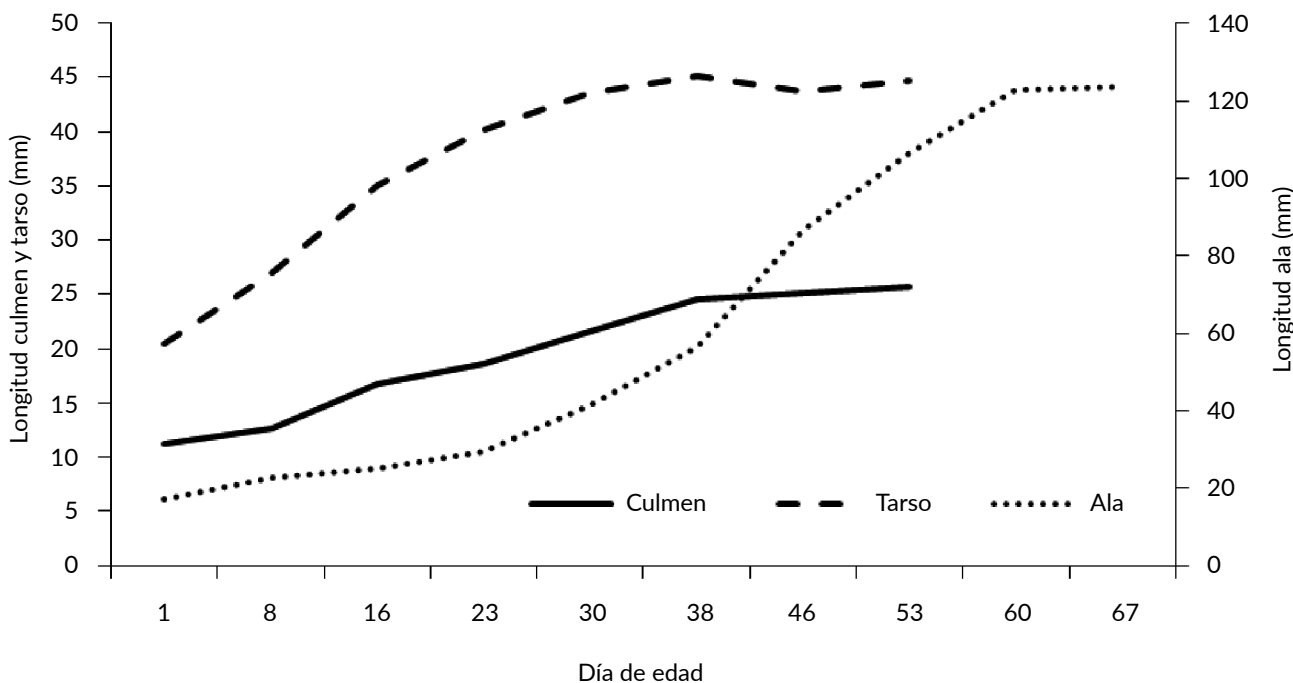


Figura 4. Longitud media (mm) de culmen y tarso del día 1 al 53 y de ala del día 1 al 67 de *P. melanops bogotensis*

Tabla 1. Comparación de medidas de *P. melanops bogotensis* machos y hembras silvestres y criados en cautiverio. Solo se incluyen individuos de más de 60 días de nacidos cuando ya han adquirido el tamaño y peso definitivos.

	Machos \pm DE	Hembras \pm DE	n machos	n hembras	t de student	P
Peso (gr)	210,4 \pm 29,2	161,0 \pm 30,3	8	10	3,49	0,003
Culmen (mm)	33,8 \pm 1,7	31,1 \pm 0,9	8	8	3,96	0,001
Tarso (mm)	49,4 \pm 3,0	45,5 \pm 3,4	8	8	2,40	0,03
Ala (mm)	134,0 \pm 5,0	123,7 \pm 4,6	7	7	4,0	0,002
Cola (mm)	64,5 \pm 6,9	58,6 \pm 9,2	8	7	1,43	0,18

Rufous) (Figs. 6b-e) hasta llegar al rojo definitivo alrededor de los 150 días de edad (Fig. 6f).

Plumaje

El plumaje hace una transición desde el plumón negro al nacer hasta alcanzar el patrón típico del adulto (Figs. 7, 8). Los polluelos nacen cubiertos de plumón negro con una zona desnuda rosácea en la coronilla (Fig. 7a), y permanecen sin mayores cambios hasta el día 20, cuando empiezan a aparecer plumas castaño (32 Chestnut) en varias zonas del cuerpo, incluyendo la zona auricular (Fig. 7b); en este momento todavía no han crecido las plumas de vuelo (Fig. 8a). De ahí en adelante, aparece coloración

blanca en los muslos y el color castaño se vuelve generalizado, incluyendo la parte inferior del cuerpo; las manchas blancas en los flancos son evidentes en el día 42 (Figs. 7c-e, Figs. 8d-f). A partir del día 28 empiezan a crecer las plumas de vuelo, que alcanzan su desarrollo casi completo en el día 55 (Figs. 8b, c). A partir de esta edad se empieza a notar un color gris (88 Pratt's Payne's Gray) en el cuello, para llegar al patrón adulto cerca del día 165 (Figs. 7e, f); a esta misma edad (aproximadamente cinco meses) observamos el primer evento reproductivo con anidación tanto en individuos en cautiverio (dos) como silvestres (uno).

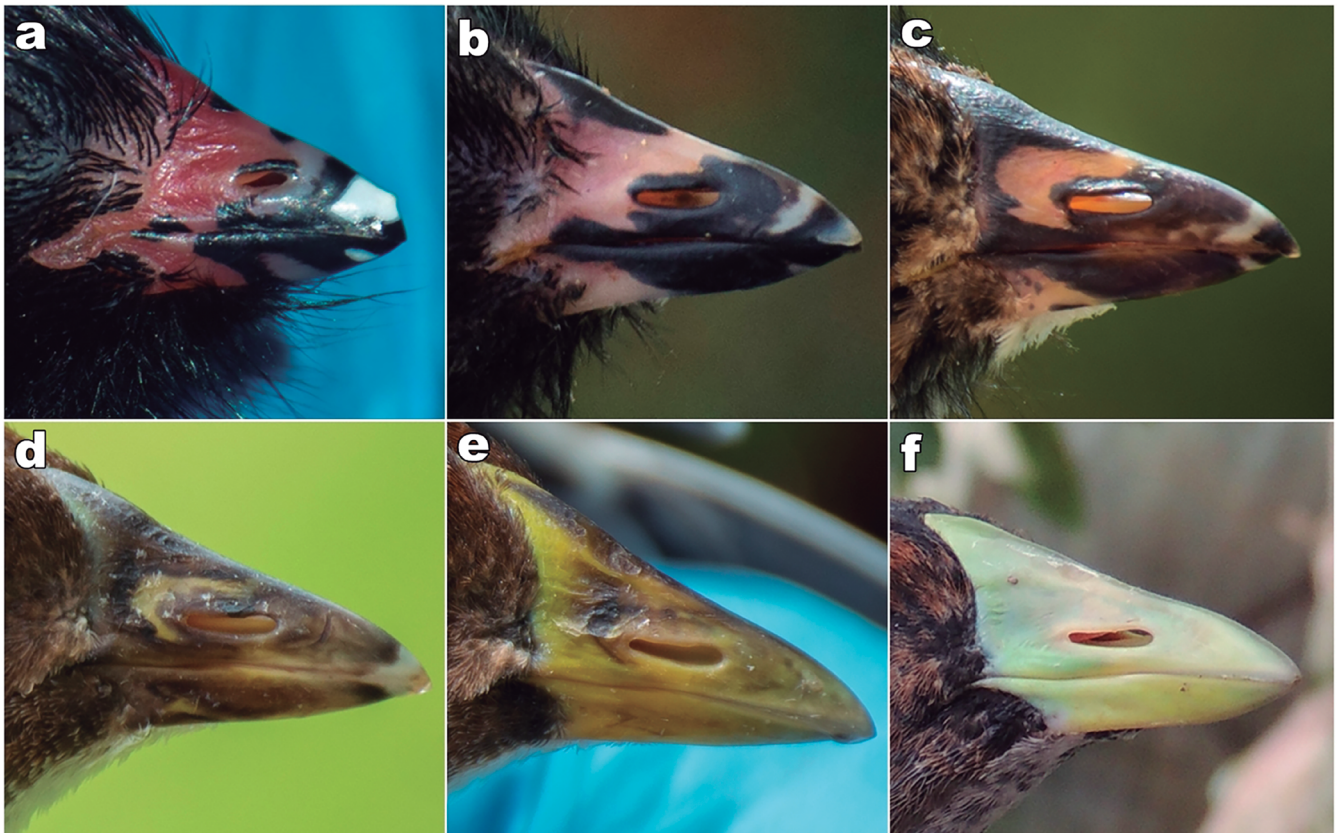


Figura 5. Cambios en la coloración del pico de *P. melanops bogotensis* desde su nacimiento hasta el día 75 de edad. **a.** primer día de vida; **b.** día 20; **c.** día 28; **d.** día 41; **e.** día 54; **f.** día 75.



Figura 6. Cambios en la coloración del iris de *P. melanops bogotensis* desde el nacimiento hasta el día 150 de edad. **a.** desde el nacimiento hasta el día 25; **b.** cerca del día 30; **c.** día 42; **d.** día 54; **e.** día 75; **f.** coloración de adulto, día 150 en adelante.

DISCUSIÓN

La descripción detallada que proveemos sobre la reproducción y desarrollo de *P. m. bogotensis* coincide con lo descrito en términos generales para la familia Rallidae, con algunas variaciones atribuibles a su tamaño y distribución tropical, y concuerda con los pocos datos anteriores para la subespecie *P. m. bogotensis* (Taylor 1996, Rosselli et al. 2016).

El tamaño de la nidada registrado fue menor que lo reportado para la especie, ya que en el sur del continente hay casos de hasta ocho huevos (Johnson 1965), y también inferior a especies cercanas como *Porzana carolina* (Linneo, 1758) que tiene una nidada de 11,5 huevos en promedio (Lor y Malecki 2006), y *Gallinula galeata* (Lichtenstein, 1818) en Norteamérica, con promedios de nidadas entre 7,1 y 12,5 (Fredrickson 1971). Esta tendencia a aumentar el número de huevos con la latitud es bien conocida en aves, y se ha atribuido una mayor competencia inter e intraespecífica en climas tropicales, más estables, que consume tiempo y energía de la especie (Cody 1966).

En los rálidos, al igual que en la mayoría de aves (Ehrlich et al. 1988), la incubación generalmente la hacen ambos sexos (Gullion 1954, Meanley 1969, Jenkins 1979, Legare y Eddleman 2001), y en muchas especies el macho incuba de día y la hembra de noche (Taylor 1996). En nuestro caso, encontramos que macho y hembra incuban durante el día, sin embargo, durante la noche solo se registró al macho en esta actividad, lo cual, por lo menos para la pareja observada, representa una diferencia. Este tipo de incubación fue llamado patrón de carpintero por Skutch (1976) dado que ocurre en esas aves; en rálidos se registra a veces en *Fulica americana* (Skutch 1976). Aún se sabe poco sobre los factores que explican la distribución de la tarea de la incubación, aunque seguramente influyen el clima, la oferta de alimento y la presión de depredación (Ehrlich et al. 1988).

La anidación de *P. m. bogotensis* ocurre durante todo el año, como se había registrado en estudios anteriores (Rosselli et al. 2016) y no parece haber relación con los periodos de lluvia, como también encontraron Sánchez et al. (2016), aunque para otros rálidos tropicales se sugiere anidación durante la época lluviosa o al final de esta (Taylor 1996).

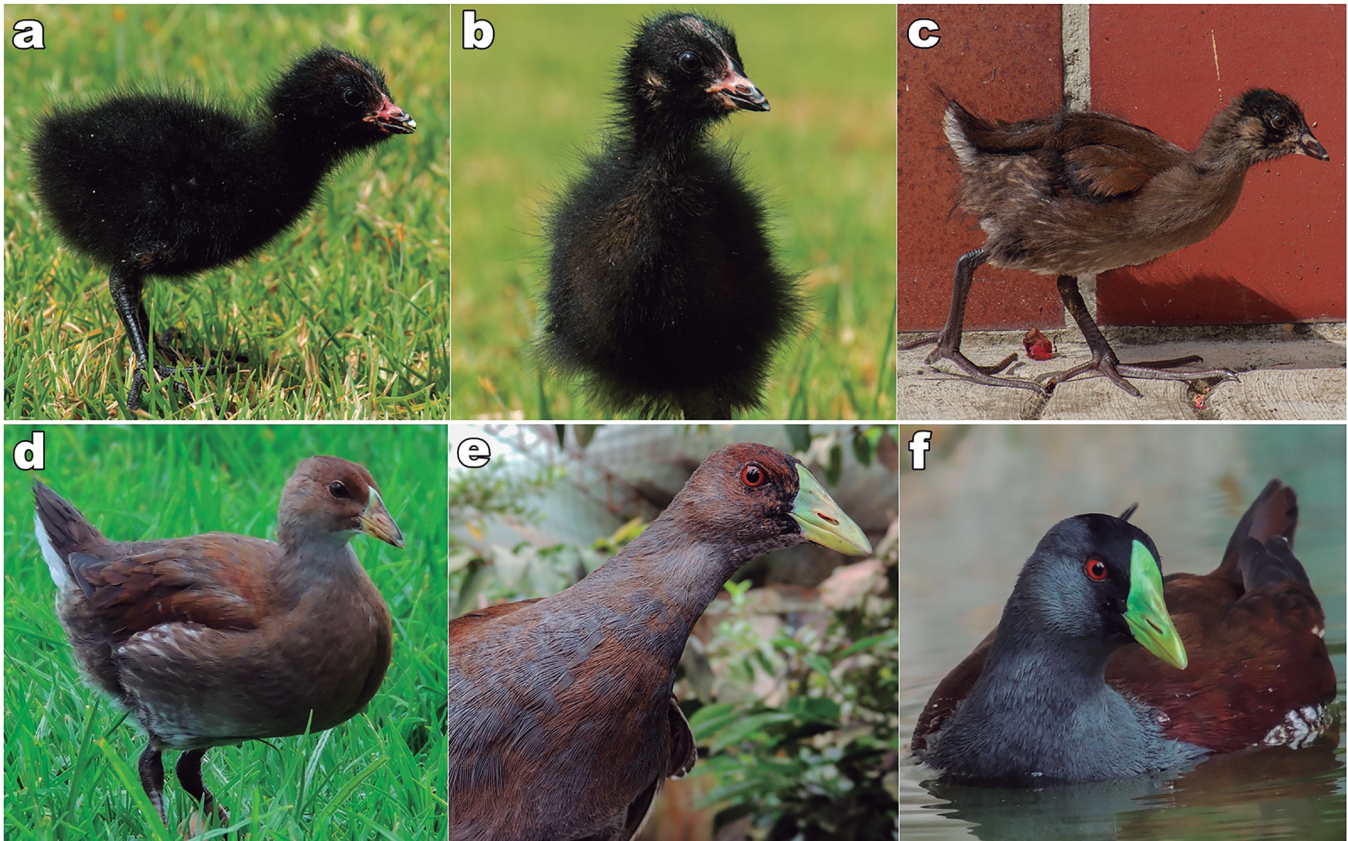


Figura 7. Cambios en el plumaje de *P. melanops bogotensis* desde el nacimiento hasta el patrón adulto. **a.** día 15; **b.** día 20; **c.** día 28; **d.** día 54; **e.** día 75; **f.** día 165.

Los patrones de crecimiento observados en *P. m. bogotensis* se asemejan a los de *Gallinula galeata* (Fredrickson, 1971) en donde el tamaño del culmen y del tarso se estabilizan después de la sexta semana. En *Gallirallus owstoni*, de mayor tamaño que *P. melanops*, estas estructuras alcanzan el tamaño adulto a las siete semanas (Jenkins 1979); el crecimiento es más rápido en *Porzana carolina*, especie relacionada con *P. melanops*, pero de menor tamaño, que alcanza el tamaño adulto de tarso cerca de las tres semanas (Kaufmann 1987). La diferencia en el tamaño entre sexos que encontramos en *P. m. bogotensis* es una novedad pues además de que no se da en la mayoría de Rallidae (Taylor y van Perlo 1998), el único otro estudio que incluye el peso de esta especie (Salvador 2014) no contó con suficientes datos para sacar una conclusión en este aspecto.

La edad de la primera reproducción que encontramos en *P. m. bogotensis* está dentro de lo hallado en otros rálidos que abarca un intervalo que va desde las 16 semanas hasta el año (Taylor 1996, Taylor y van Perlo 1998).

La coloración del pico, con patrones llamativos en los polluelos como la encontrada en *P. m. bogotensis*, es

común en especies que anidan ocultas entre la vegetación, y posiblemente tiene la función de ayudar a los padres a dirigir la comida hacia el pico de los polluelos (Taylor 1996). Por otro lado, la coloración rosada oscura de la cabeza de los polluelos recién nacidos como la encontrada en *P. m. bogotensis* ha sido interpretada en *Fulica atra* (Linneo, 1758) como una señal de apaciguamiento, dado el comportamiento agresivo de esta especie, u otra señal asociada a la alimentación o competencia con los hermanos durante las primeras semanas, cuando son completamente dependientes de los padres (Fjeldså 1973, Krebs y Putland 2004). Según nuestras observaciones, aunque *P. m. bogotensis* es una subespecie territorial que agrede a otros individuos invasores, no vimos agresiones contra sus propios juveniles, los cuales son dependientes de los padres hasta las tres semanas de vida aproximadamente, después de lo cual se alejan de ellos según nuestras limitadas observaciones.

El plumaje natal negro observado en *P. m. bogotensis* es típico de la familia Rallidae en general (Taylor 1996, Livezey 1998, Krebs y Putland 2004). Tal como describe Kaufmann (1987) para *Porzana carolina*, *P. m. bogotensis*

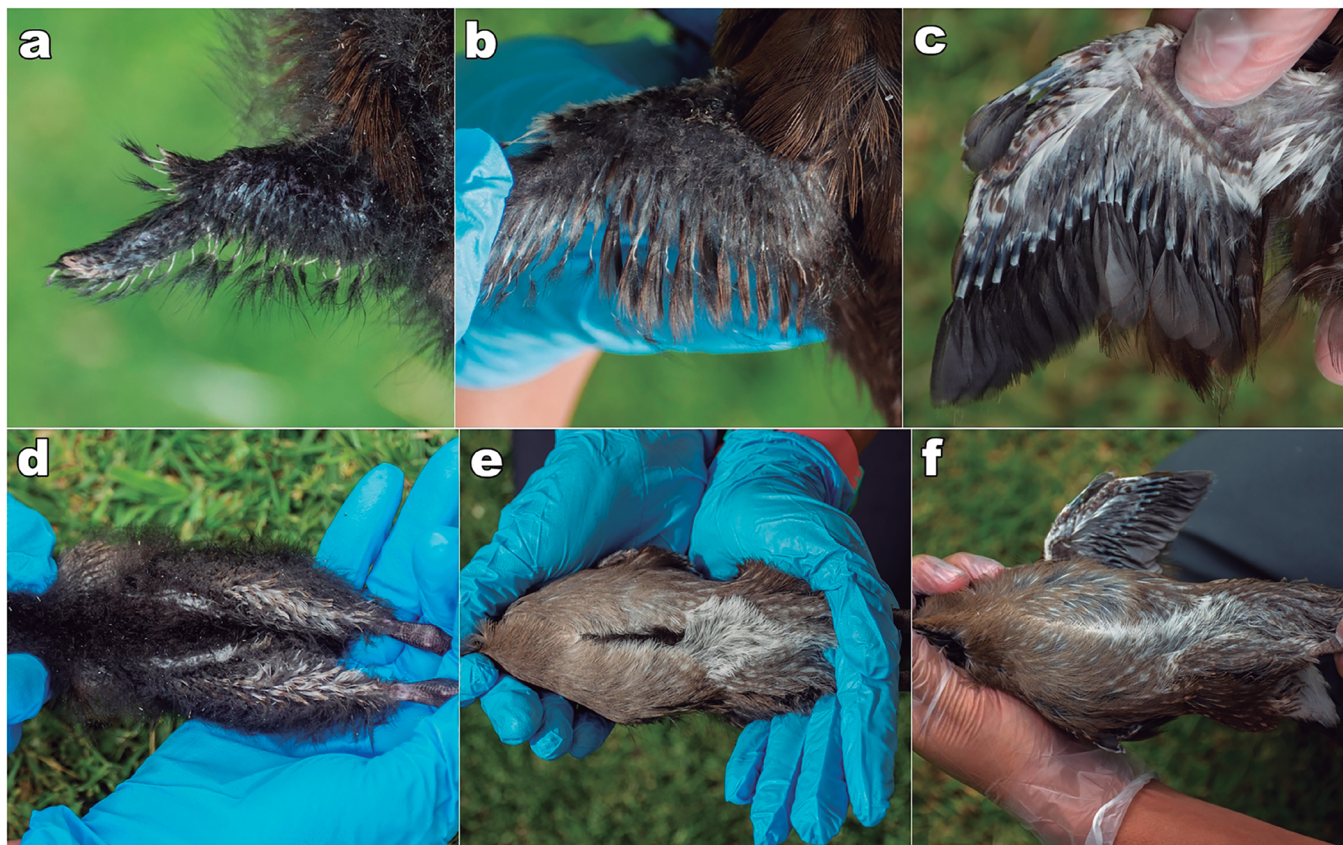


Figura 8. Desarrollo del plumaje de *P. melanops bogotensis* desde el día 20 de edad hasta el 42. **a.** ala sin plumas de vuelo (20 días); **b.** primeras plumas de vuelo emergiendo en ala (28d); **c.** plumas del vuelo en crecimiento (42 d); **d.** presencia de plumas blancas en muslos (20 d); **e.** abundante plumaje en pecho y muslos exceptuando zona de la quilla (28 d); **f.** presencia de manchas blancas en flancos y abundante plumaje en la región inferior incluyendo la quilla (42 d).

empezó a desarrollar su plumaje juvenil alrededor del día 20, para adquirir el plumaje castaño el día 28, tal como encontraron Sánchez *et al.* (2016), quienes lo llaman plumaje subadulto. Sánchez *et al.* (2016) narran que a *P. m. bogotensis* le tomó 63 días adquirir el plumaje de adulto, mientras que en nuestro caso el plumaje de adulto se alcanzó después de 160 días, más cercano a lo descrito para *P. carolina* (Kaufmann 1987) aunque un poco más tarde (4 vs 5,5 meses). Estas diferencias se pueden deber a que Sánchez *et al.* (2016) no hicieron seguimiento individual a animales marcados.

Con los datos que aportamos se puede calcular la edad de individuos silvestres. Esto serviría para evaluar en detalle la estructura poblacional en diferentes humedales determinando la importancia de los mismos, así como para confirmar eventos reproductivos en cuerpos de agua de diferentes tipos y tamaños en donde se puedan encontrar. Esta subespecie se ha registrado en estanques artificiales desde pocos cientos de metros cuadrados de área en cultivos de

flores (ABO c2010), campus universitarios (Sánchez *et al.* 2016), y áreas rurales en general (Rodríguez-Grisales 2007) pero no están confirmados eventos reproductivos ni presencia de individuos de diferentes edades en la mayoría de casos. El poder determinar la edad de individuos en actividades de monitoreo permite hacer seguimiento a la efectividad de medidas de conservación para la especie como la restauración y creación de humedales artificiales; adicionalmente conociendo la edad de los individuos presentes en un cuerpo de agua se pueden hacer estudios sobre etapas de mortalidad y vulnerabilidad que permitan mejorar la supervivencia. El no poder determinar una edad precisa mediante el aspecto del plumaje también limita el seguimiento de las tasas de crecimiento (DesRochers *et al.* 2010). Adicionalmente, el conocimiento de la crianza de esta especie en cautiverio es de gran valor como una eventual medida de conservación con la suplementación de poblaciones naturales o la reintroducción de la subespecie en localidades con hábitat disponible de donde haya desaparecido.

Con este trabajo se aumenta el conocimiento sobre la biología reproductiva de *P. m. bogotensis* en cautiverio y vida silvestre. Esta información es importante para el manejo de sus poblaciones y posteriores estudios en pro de su conservación (Elphick *et al.* 2007). Esperamos que estos aportes contribuyan a la preservación de esta subespecie para la cual todavía no hay acciones específicas y efectivas para su conservación.

LITERATURA CITADA

- [ABO] Asociación Bogotana de Ornitología. 2010. Caracterización de aves asociadas a los cultivos de flores de la Sabana de Bogotá y el Oriente Antioqueño. 6677 registros, aportados por: Amaya-Espinel JD, Morales-Rozo A, Moreno-Salazar N, Camargo P, Ocampo D, David S. (Proveedores de contenido), Camargo P. (Contacto del recurso, Creador del recurso, Proveedor de metadatos). En línea [Revisada en: 08 Dic 2019]. <http://doi.org/10.15472/seqoeq>
- Beauchamp AJ. 1998. The ageing of Weka (*Gallirallus australis*) using measurements, soft parts, plumage and wing spurs. *Northern* 45(3):167–176.
- Becerra Galindo LF, Benítez-Castañeda HD, Cely Fajardo JE, Patiño Hernández M. 2005. Notas sobre la anidación no exitosa de la Tingua Moteada (*Gallinula melanops*) en un canal artificial del humedal Jaboque, Bogotá. *Boletín SAO* 151:29–38.
- Cody ML 1966. A general theory of clutch size. *Evolution* 20(2):174–184. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1966.tb03353.x>.
- [CAR] Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. 2006. Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Bogotá. Bogotá, Colombia: CAR.
- DesRochers DW, Silbernagle MD, Nadig A, Reed JM. 2010. Body Size, Growth, and Feather Mass of the Endangered Hawaiian Moorhen (*Gallinula chloropus sandvicensis*). *Pac. Sci.* 64(2):327–333. doi: <https://doi.org/10.2984/64.2.327>.
- Eddleman WR, Knopf FL, Meanly B, Reid FA, Zembal R. 1988. Conservation of North American rallids. *Wilson Bull.* 100(3):458–475.
- Ehrlich PR, Dobkin DS, Wheye D. 1988. *The birder's handbook*. Simon and Schuster Inc. New York.
- Elphick CS, Reed JM, Delehanty DJ. 2007. Applications of Reproductive Biology to Bird Conservation and Population Management En: Jamieson BGM, editor. *Reproductive Biology and Phylogeny of Aves Birds*. Enfield, New Hampshire: Science Publishers. p. 367–399.
- Fjeldså J. 1973. Territorial regulation of the progress of breeding in a population of Coots *Fulica atra*. *Dan. Ornitol. Foren. Tidsskr.* 67:115–127.
- Fredrickson LH. 1971. Common Gallinule breeding biology and development. *Auk* 88(4):914–919. doi: <https://doi.org/10.2307/4083849>.
- Garnett ST. 1980. The Social Organisation of the Dusky Moorhen, *Gallinula tenebrosa* Gould Aves: Rallidae). *Aust. Wildl. Res.* 7(1):103–112. doi: <https://doi.org/10.1071/WR9800103>.
- Graham J. 2007. The Cornerake species recovery programme. *Avicultural Mag.* 113(1):13–21.
- Guhl E. 1981. La Sabana de Bogotá, sus alrededores y su vegetación. Bogotá: Jardín Botánico José Celestino Mutis – Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Gullion GW. 1954. The reproductive cycle of American Coots in California. *Auk* 71:366–412. doi: <https://doi.org/10.2307/4081536>.
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontol. Electron.* 4(1):1–9.
- Jenkins JM. 1979. Natural history of the Guam Rail. *Condor* 81:404–408. doi: <https://doi.org/10.2307/1366967>.

PARTICIPACIÓN DE AUTORES

FCV toma de datos; FCV y LR concepción, diseño, análisis de datos y escritura del documento.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los estudiantes del semillero de investigación Biodiversidad y Conservación de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, en especial a Nathalia Sánchez, Andrés Socha, Jonathan Buitrago, Fabián M. Cárdenas y Andrea Parra, por su ayuda en la recolección de

datos y la compañía en campo. F.G. Stiles hizo sugerencias importantes al manuscrito. El personal del Parque Jaime Duque amablemente contribuyó con apoyo en campo e información relevante. Este proyecto fue financiado por la Dirección de Investigaciones de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales y el Parque Jaime Duque. Los comentarios de dos revisores anónimos contribuyeron a la mejora del manuscrito. Este trabajo contó con el “Permiso marco de recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de investigación científica no comercial” (Resolución 1138 de 2013) otorgado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales a la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales.

- Jenkins RKB. 1999. The breeding biology of the Water Rail *Rallus aquaticus* in Britain and Ireland. *Bird Study*. 46(3):305–308. doi: <https://doi.org/10.1080/00063659909461143>.
- Johnson AW. 1965. The birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia and Peru. Vol. I. Buenos Aires: Platt Establecimientos Gráficos.
- Kaufmann GW. 1987. Growth and development of Sora and Virginia Rail chicks. *Wilson Bull*. 99(3):432–440.
- Krebs EA, Putland DA. 2004. Chic chicks: the evolution of chick ornamentation in rails. *Behav. Ecol*. 15(6):946–951. doi: <https://doi.org/10.1093/beheco/arh078>.
- Kuehler C, Good J. 1990. Artificial incubation of bird eggs at the Zoological Society of San Diego. *Int. Zoo Yearb*. 29(1):118–136. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1748-1090.1990.tb03340.x>.
- Legare LM, Eddleman WR. 2001. Home range size, nest-site selection and nesting success of Black Rails in Florida. *J. Field Ornithol*. 72(1):170–177. doi: <https://doi.org/10.1648/0273-8570-72.1.170>.
- Livezey BC. 1998. A phylogenetic analysis of the Gruiformes (Aves) based on morphological characters, with an emphasis on the rails (Rallidae). *Philos. T. Roy. Soc. B*. 353(1378):2077–2151. doi: <https://doi.org/10.1098/rstb.1998.0353>.
- Lopes LE, Batista de Pinho J, Gaiotti MG, Evangelista MM, de Vasconcelos MF. 2012. Range and Natural History of Seven Poorly-Known Neotropical Rails. *Waterbirds* 35(3):470–478. doi: <https://doi.org/10.1675/063.035.0311>.
- Lor S, Malecki RA. 2006. Breeding Ecology and Nesting Habitat Associations of Five Marsh Bird Species in Western New York. *Waterbirds* 29(4):427–436. doi: [https://doi.org/10.1675/1524-4695\(2006\)29\[427:BEANHA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1675/1524-4695(2006)29[427:BEANHA]2.0.CO;2).
- Meanley B. 1969. Natural history of the King Rail. North American Fauna, Number 67 Bureau of sport fisheries and wildlife, Washington D.C.: United States Department of the Interior.
- McRae SB. 1996. Family values: costs and benefits of communal nesting in the moorhen. *Anim. Behav*. 52(2):225–245. doi: <https://doi.org/10.1006/anbe.1996.0169>.
- Post W, Seals CA. 2000. Breeding biology of the Common Moorhen in an impounded cattail marsh. *J. Field Ornithol*. 71(3):437–442. doi: <https://doi.org/10.1648/0273-8570-71.3.437>.
- Olgún P, Beltzer A, Attademo A. 2013. Biología alimentaria de algunas especies de ráldos Rallidae) del valle de inundación del río Paraná medio. *Ornitol. Neotrop*. 24(1):15–26.
- Ozaki K. 2009. Morphological differences of sex and age in the Okinawa Rail *Gallirallus okinawae*. *Ornithol. Sci*. 8(2):117–124. doi: <https://doi.org/10.2326/osj.8.117>.
- Renjifo LM, Amaya-Villarreal AM, Burbano-Girón J, Velásquez-Tibatá J. 2016. Libro rojo de aves de Colombia, Vol. II: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país. Bogotá, D.C.: Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt.
- Rodríguez-Grisales AF. 2007. Estudio de las poblaciones de la Tingua Moteada (*Gallinula melanops bogotensis*) en algunas lagunas y cuerpos de agua de fincas privadas en los municipios de Guasca y La Calera, Cundinamarca, Colombia. [Tesis]. [Bogotá]: Universidad Nacional de Colombia.
- Rosselli L, Zuluaga-Bonilla JE, Benítez-Castañeda HD. 2016. *Porphyriops melanops*. En: Renjifo LM, Amaya-Villarreal AM, Burbano-Girón J, Velásquez-Tibatá J, editores. Libro rojo de aves de Colombia, Vol. II: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país. Bogotá, D.C.: Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt. p. 170–174.
- Salvador SA. 2014. Peso de las aves del departamento General San Martín, provincia de Córdoba, Argentina. *Biológica. Rev. Nat. Cons. Soc*. 17:48–57.
- Sánchez F, Casallas M, Bobadilla G. 2016. Abundancia y reproducción de *Porphyriops melanops* en un humedal artificial suburbano en Bogotá, Colombia. *Ornitol. Colomb*. 15:12–20.
- Skutch AF. 1976. Parent birds and their young. Austin, TX: Univ. of Texas Press.
- Smithe FB. 1975. Naturalist's color guide. New York: The American Museum of Natural History.
- Stiles FG, Rosselli L, De La Zerda S. 2017. Changes over 26 Years in the Avifauna of the Bogotá Region, Colombia: Has Climate Change Become Important? *Front. Ecol. Evol*. 5:58. doi: <https://doi.org/10.3389/fevo.2017.00058>.
- Taylor PB. 1996. Family Rallidae Rails, gallinules and coots. En del Hoyo J, Elliot A, Sargatal J, editores. Handbook of the birds of the world. Vol 3. Hoazin to Auks. Barcelona: Lynx Edicions. p. 110–209.
- Taylor PB, Van Perlo B. 1998. Rails: A Guide to the Rails, Crakes, Gallinules and Coots of the World. New Haven, Connecticut: Yale University Press.