

Abundancia y reproducción de *Porphyriops melanops* en un humedal artificial suburbano en Bogotá, Colombia

Abundance and reproduction of *Porphyriops melanops* in a suburban artificial wetland in Bogotá, Colombia

Francisco Sánchez^{1,2}, Maribel Casallas¹ & Geraldine Bobadilla¹

¹ Grupo Ecología y Conservación Ambiental, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá, Colombia

² Dirección actual: Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad de Los Llanos, sede Barcelona vía Puerto López, Villavicencio, Colombia

✉ fasbos@gmail.com

Resumen

La Gallareta Moteada *Porphyriops melanops bogotensis* es una subespecie endémica del altiplano cundiboyacense que se considera críticamente amenazada debido al deterioro de los humedales y se ha sugerido que humedales artificiales podrían ayudar a su conservación. Examinamos la abundancia y reproducción de esta gallareta en un humedal artificial pequeño en el norte de Bogotá. Hicimos conteos mensuales de polluelos, subadultos y adultos (mayo 2008 - mayo 2010) y registramos cuanto tiempo duraban en cada estadio de desarrollo. Con base en la observación de polluelos se determinó que *P. melanops* se reprodujo múltiples veces en 2008 y 2009, pero no en 2010. Encontramos una correlación negativa entre el número de adultos vs. el de polluelos y subadultos, lo que sugiere un efecto denso-dependiente. No encontramos correlación entre la abundancia de *P. melanops* y la precipitación. La abundancia mensual de *P. melanops* en el humedal natural de Guaymaral (ubicado a ~1 km del área de estudio) durante el período de estudio se correlacionó negativamente con la abundancia en el humedal artificial. Aproximadamente 46% de los polluelos alcanzaron la adultez. La probabilidad de desaparecer de la población en el humedal fue de ~0,3 para polluelos y subadultos. Nuestros resultados indican que los humedales artificiales pueden ser hábitats fuente de individuos de *P. melanops* y sugerimos tener en cuenta las condiciones de nuestro sitio de estudio para su uso futuro. Aspectos clave para este propósito son: proveer sitios de anidación, obtener protección de animales domésticos y mantener conectividad con humedales naturales vecinos.

Palabras clave: Andes, Colombia, ecología urbana, reconciliación ecológica, Rallidae

Abstract

The Spot-flanked Gallinule *Porphyriops melanops bogotensis* is a subspecies endemic to the Cundinamarca-Boyacá highland plateau. It is critically endangered due to wetlands deterioration and it has been suggested that artificial wetlands may help in its conservation. Therefore, we examined the abundance and reproduction of this gallinule in an artificial wetland in the north of Bogotá, Colombia. We did monthly counts of chicks, sub adults and adults from May 2008 to May 2010 and recorded the duration of each developmental stage. Based on the observation of chicks we determined that gallinules reproduced multiple times in 2008 and 2009, but not in 2010. We found a negative correlation between the numbers of adults and the numbers of chicks and sub adults, suggesting a density-dependent effect. We found no correlation between abundance and rainfall. Monthly abundance of the gallinule during the study period in the natural wetland of Guaymaral, ~1 km from the study site, was negatively correlated with the abundance of gallinules in our artificial wetland. Approximately 46% of chicks became adults. The probability of chicks and sub adults of disappearing from the population was similar: ~0,3. Our results suggest that artificial wetlands can be source habitats for gallinules, and key aspects for the future use of artificial wetlands are: providing nesting sites, protecting them from domestic animals and humans, and maintaining connectivity with neighboring natural wetlands.

Key words: Andes, Colombia, Rallidae, reconciliation ecology, urban ecology

Introducción

La avifauna de los humedales de la Cordillera Oriental de Colombia, y en particular de la Sabana de Bogotá, se destaca por su composición y ha sido reconocida como un núcleo para taxones endémicos. Cuenta con al menos tres especies y cinco subespecies únicas de esta región (Fjeldsa 1985), incluyendo a *Porhyrops melanops bogotensis*, que se distribuye entre 2500 y 3100 m de elevación (Anónimo 2000a, Hilty & Brown 2001). Las poblaciones de Cundinamarca y Boyacá de *P. m. bogotensis* están separadas geográficamente de las de *P. m. melanops* de Perú, Chile, Argentina, Brasil y Uruguay (Ripley 1977, Hilty & Brown 2001). De acuerdo con los criterios de la IUCN, a nivel global la especie se ubica en la categoría de "preocupación menor" (BirdLife International 2014). Sin embargo, en Colombia su situación es distinta. En el pasado *P. m. bogotensis* era abundante en el altiplano cundiboyacense con registros en más de 30 humedales, pero su población ha disminuido drásticamente en los últimos 30 años y actualmente se clasifica en peligro crítico de extinción (Cadena 2002). Esta disminución se debe principalmente a la reducción en el área de los humedales y a su mal manejo. Antes de la llegada de los españoles en el siglo XVI, en la Sabana de Bogotá los humedales cubrían ~50 000 ha, pero hoy se preservan menos de 1 000 ha (Anónimo 2000b, van der Hammen *et al.* 2008) debido al crecimiento urbano en y alrededor de la ciudad de Bogotá, D.C., a la expansión de la frontera agrícola y los altos niveles de contaminación (Andrade 1998, Sandoval 2006, Camargo Ponce de León 2007). Los humedales en esta región se encuentran entre los ecosistemas naturales más amenazados del país y varias especies de aves de los humedales de Bogotá han desaparecido (Calvachi 2003, van der Hammen *et al.* 2008).

En Bogotá, Cundinamarca y Boyacá habita el ~25% de la población humana del país y ésta si-

gue aumentando, lo cual implica que hay y persistirá una alta demanda por espacio y recursos naturales por parte de los humanos y en consecuencia, la presión negativa sobre los humedales y las especies que dependen de ellos. Se han elaborado planes de manejo para los humedales de la Sabana de Bogotá (Herrera Martínez *et al.* 2004, Anónimo 2011) y hay disponibles documentos de diagnóstico y para mejorar la condición ecológica de éstos (*e.g.*, Naranjo *et al.* 1999, Anónimo 2003, van der Hammen *et al.* 2008), pero la restauración, rehabilitación o recuperación de los mismos requiere de una muy considerable inversión de tiempo y dinero. Además, aun si se recupera la calidad ecológica de todos los humedales de la Sabana, no es seguro que sean suficientes para mantener poblaciones saludables de aves como *P. melanops* (Rosselli & Stiles 2012b). Una opción para la conservación biológica en paisajes altamente fragmentados y alterados es establecer corredores entre parches de hábitats nativos o establecer hábitats-parche artificiales con características similares a las de los naturales (Soulé 1991, Shafer 1997). Tales parches podrían facilitar a las especies de alta movilidad, como las gallaretas moteadas (Rosselli & Stiles 2012b), desplazarse entre parches discontinuos de hábitats naturales remanentes. En particular, se ha sugerido la creación de humedales artificiales en la Sabana de Bogotá para este fin (Andrade 2003, Rosselli & Stiles 2012b), pero todavía no se ha examinado la factibilidad de esta opción y las observaciones disponibles sugieren que humedales artificiales también podrían ayudar al establecimiento y reproducción de aves como la gallareta moteada (Andrade 2003, Rodríguez-Grisales 2007). En este trabajo examinamos la abundancia y reproducción de *P. melanops* en un humedal artificial pequeño ubicado en el área de expansión urbana del borde norte de Bogotá y que ha sido ocupado por la gallareta moteada desde el año 2001 (Monroy-Deantonio & Casallas-Perilla 2013).

Materiales y métodos

ÁREA DE ESTUDIO.- El humedal artificial (Fig. 1) se ubica en la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales en el borde norte de Bogotá, en el límite entre las áreas designadas para expansión urbana y actividades rurales (4° 48' N, 74° 03' W), a 2554 m de elevación. La Universidad es parte de un mosaico de ambientes urbanizados, agrícolas y remanentes de hábitats naturales. Entre los ecosistemas naturales cercanos se cuentan los cerros de Torca y el humedal de Torca, ~1 km hacia el oriente, y el humedal de Guaymaral, ~1,5 km hacia el nor-oriente; Torca y Guaymaral eran parte del mismo humedal, pero la construcción de una autopista lo fragmentó a mediados del siglo XX. El humedal artificial fue establecido en la Universidad en 1990 con fines estéticos y para reducir la probabilidad de inundación cuando llueve copiosamente. Tiene una forma casi circular con un diámetro de aproximadamente 22 m (área: ~380 m²); en su parte más honda no tiene más de 2 m de profundidad; mantiene un espejo de agua durante todo el año y su nivel es regulado por motobomba cuando aumenta demasiado. El humedal recibe sólo lluvias para el mantenimiento del espejo de agua y tiene a su alrededor una malla metálica de ~1,2 m de alto que previene el acceso libre de personas y animales domésticos. Allí hay una pareja de patos domésticos (*Anas domesticus*), una pareja de gansos (*Anser anser*) que reciben concentrado para gallina día de por medio. Este alimento también está a disposición de las gallaretas. En sus orillas hay plantado papiro (*Cyperus papyrus*), que cubre aproximadamente una cuarta parte del perímetro, mientras que el resto de la orilla está cubierta de una mezcla de hidrófitas enraizadas nativas como *Juncus effusus*, *Cyperus rufus* y *Schoenoplectus californicus*. El parche con papiro tiene una altura de ~2,5 m, mientras que las hidrófitas nativas en general no superan los 1,5 m. Después de los papiros hay algunos cartuchos (*Zantedeschia aethiopica*), de origen africano,



Figura 1. Humedal artificial en el campus sur de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales durante el período de altas precipitaciones en noviembre de 2011. El perímetro del humedal está cubierto por especies nativas y exóticas que son usadas por la gallareta moteada *Porphyriops melanops*

mientras que después de las hidrófitas nativas hay pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus*), también de origen africano. Alrededor de la malla metálica hay áreas verdes con algunos árboles nativos y exóticos, separados 2-4 m entre sí (Fig. 1). Más allá del área verde hay edificios, salones, parqueaderos y campos deportivos.

ABUNDANCIA Y REPRODUCCIÓN DE *P. melanops*.- Desde febrero de 2008 hasta mayo de 2010 al menos una vez al mes, generalmente dos o tres veces, realizamos conteos del número de individuos, y cada mes se consideró únicamente aquel con el mayor número de gallaretas (Sánchez-Lafuente *et al.* 2001). Usamos los meses de febrero a abril de 2008 para estandarizar las técnicas de observación y registro de datos, por lo que aquí presentamos los resultados del seguimiento entre mayo de 2008 y mayo de 2010. Reconocimos tres clases de edad: adultos, subadultos y polluelos. Los adultos se reconocieron por su pico verde limón, cuello y vientre gris plomo, flancos con manchas blancas y alas de color café castaño. Los polluelos se distinguieron por sus plumones negros. Los

subadultos tenían pico amarillo a verde y plumaje dorsal principalmente café claro a café; algunos individuos se observaron con manchas claras en los flancos. La presencia de polluelos en cada mes se usó como indicativo de eventos reproductivos y no se inspeccionaron nidos para no perturbar a las gallaretas, *i.e.*, no se determinó el tamaño de las nidadas o la cantidad de huevos que eclosionaron.

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.- Para examinar las relaciones entre la abundancia mensual de las gallaretas de las diferentes edades y entre dichas abundancias y la precipitación del mes correspondiente y del mes anterior al conteo, usamos correlaciones no paramétricas de Spearman porque los datos no se distribuyeron normalmente (Zar 1999). También examinamos la correlación entre la abundancia de adultos en el humedal artificial y en el humedal de Guaymaral para los mismos meses en que se realizó nuestro trabajo entre 2008 y 2010, según lo reportado por Osbahr & Gómez (2011). Usamos $\alpha = 0,05$ como nivel de significancia.

Resultados

Las gallaretas se reprodujeron en múltiples oportunidades durante 2008 y 2009 (Fig. 2A). En 2010 no registramos eventos reproductivos indicados por la presencia de polluelos. Correlaciones negativas entre el número de individuos de cada clase de edad por mes sugieren que hay un efecto denso-dependiente sobre la abundancia de polluelos y subadultos: entre mayor era el número de adultos, era menor el número de polluelos y subadultos (Fig. 2A). Registramos la presencia de polluelos con mayor frecuencia cuando la abundancia de adultos estaba entre cuatro y ocho individuos. El máximo número de individuos adultos que puede soportar el humedal parece estar alrededor de 11 individuos. Hacen falta más observaciones para estimar la capacidad de carga del humedal y su posible relación con la adición de con-

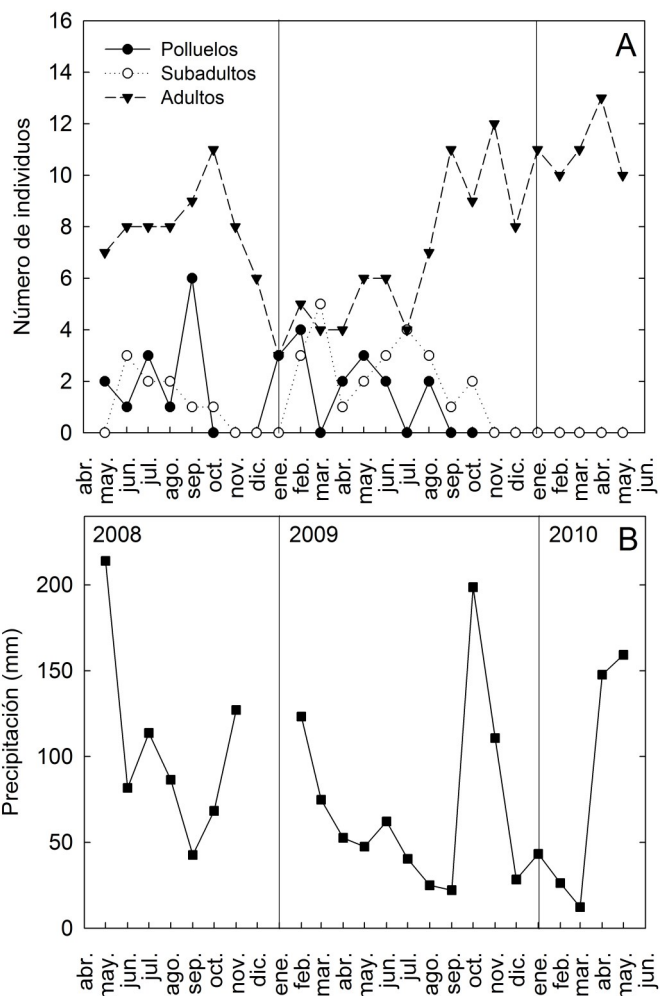


Figura 2. Variación de la abundancia de gallareta moteada *Porphyriops melanops* por edad (A) y respecto a la precipitación (B) entre mayo de 2008 y mayo de 2010. A mayor abundancia de adultos, menor abundancia de polluelos y subadultos (Polluelos-adultos: $Rho = -0,501$, $p=0,011$; subadultos-adultos: $Rho = -0,482$, $p=0,015$), y no parece haber relación entre la precipitación y la abundancia de tinguas (Rho varió entre $-0,178$ y $0,248$, todos los $p > 0,05$).

centrado para aves domésticas. Ninguna de las correlaciones entre el número de individuos por clase de edad por mes y la precipitación del mes correspondiente o el mes inmediatamente anterior resultaron significativas (Fig. 2B). Por otra parte, encontramos una correlación significativa y negativa entre la cantidad de adultos en cada mes en el humedal artificial y la abundancia relativa en el humedal de Guaymaral entre 2008 y 2010, *i.e.*, entre menos individuos había en un mes particular

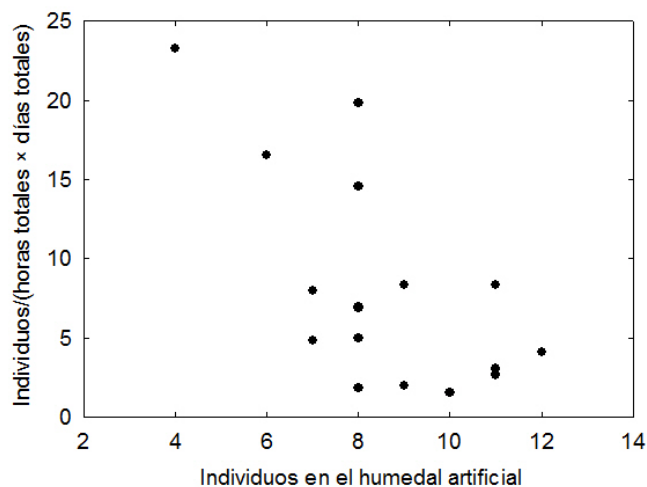


Figura 3. Relación entre la abundancia de la gallareta moteada *Porphyriops melanops* en el humedal de Guaymaral (eje de las ordenadas [Osbaahr & Gómez 2011]) y en el humedal artificial en la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (eje de las abscisas) entre 2008 y 2010. Hubo una correlación negativa entre la abundancia de los dos sitios ($Rho = -0,535$, $p=0,027$).

en Guaymaral, más había en el humedal artificial (Fig. 3).

Durante las observaciones registramos subadultos y adultos alimentándose del concentrado, y también se observó adultos dando concentrado a sus polluelos. No observamos más de una pareja con polluelos en ningún momento durante el estudio y esto permitió estimar el tiempo que los individuos estuvieron en un estadio de desarrollo. A los polluelos les tomó al menos cuatro semanas el convertirse en subadultos, y los subadultos tardaron alrededor de cinco semanas para alcanzar el plumaje de los adultos. Adicionalmente, estimamos que de los 35 polluelos registrados en los dos años de observaciones, aproximadamente el 66% se convirtieron en subadultos y el 46% alcanzaron el plumaje adulto. También calculamos que la probabilidad de desaparecer de la población para un polluelo y un subadulto en el humedal fue similar, alrededor de 0,3. La pérdida de subadultos puede deberse a procesos de emigración (¿a los humedales vecinos?) y no necesariamente a muertes. Durante el trabajo nunca observamos gallare-

tas adultas o subadultas muertas en el humedal artificial, pero si encontramos gallaretas con plumaje adulto muertas a menos de 70 m del humedal, pero fue imposible determinar si procedían del área de estudio.

Discusión

En humedales de la Sabana de Bogotá la actividad reproductiva de *P. melanops* puede ocurrir entre 2 y 4 meses al año (Becerra Galindo *et al.* 2004, Osbaahr & Gómez 2011). En nuestro humedal artificial la gallareta moteada tuvo varios eventos reproductivos exitosos en un mismo año y encontramos polluelos por hasta cinco meses consecutivos. No se hizo seguimiento a los nidos y es posible que los eventos reproductivos hayan sido más y nuestra evaluación subestime el tiempo en que estuvieron reproductivamente activas las gallaretas. En el humedal artificial *P. melanops* tiene acceso a alimento para los patos y gansos, y además están protegidas de otros animales domésticos, lo que posiblemente reduce la probabilidad de eventos reproductivos no exitosos. Hacia el final del estudio la tasa reproductiva se redujo considerablemente y no registramos polluelos después de agosto 2009. En este período de tiempo se mantuvo un alto número de adultos, lo que parece tener un efecto negativo sobre la reproducción en las gallaretas. Esto sugiere un efecto densodependiente, que puede ser explicado por la territorialidad de esta especie (Anónimo 2000a, Becerra Galindo *et al.* 2005). Durante el estudio observamos con frecuencia despliegues de territorialidad en los que uno o dos individuos perseguían a un tercero, y en algunas ocasiones los perseguidos eran subadultos. Estudios adicionales deben examinar si estos comportamientos agresivos incrementan las tasas de dispersión en ambientes artificiales. Por otra parte, el efecto densodependiente encontrado sugiere que el tamaño de los humedales artificiales y la disponibilidad de áreas para hacer nidos, son características a tener

en cuenta en caso que se busque utilizarlos como estrategia para la conservación de las gallaretas. También, la adición de concentrado debe incrementar la capacidad de carga del humedal artificial, ya que en varios estanques artificiales de 5000 m² observados por Rodríguez-Grisales (2007) nunca hubo más de dos parejas de gallaretas, y probablemente la cantidad máxima de individuos en nuestro humedal sea superior a la de un humedal natural del mismo tamaño.

La abundancia de las gallaretas no se relacionó con la precipitación, y esto contrasta con lo reportado para otras especies neotropicales en ambientes terrestres (Faaborg *et al.* 1984, Karr *et al.* 1990) y algunos grupos funcionales en lagos ecuatorianos andinos (Guevara *et al.* 2012). Hay al menos dos explicaciones para esto. Primero, el nivel del agua en el humedal artificial es controlado, y esto probablemente evita que los huevos de *P. melanops* sean arrastrados por la lluvia, como parece ocurrió en un canal artificial en Bogotá (Becerra Galindo *et al.* 2005). Segundo, la adición de concentrado puede contrarrestar variaciones en la disponibilidad de alimento natural relacionadas con la precipitación. Nuestros resultados también indican que el humedal artificial no obtiene adultos únicamente vía nacimientos, sino que también puede recibir individuos procedentes de otros humedales. Por ejemplo, en 2010 el número de adultos aumentó aun cuando no se registraron polluelos desde agosto 2009. La correlación negativa entre la abundancia de adultos en el humedal artificial y en la reportada por Osbahr & Gómez (2011) para Guaymaral en el mismo período de tiempo sugiere que este aumento se relacionó con el intercambio de individuos entre los humedales. La llegada de individuos al humedal artificial se pudo deber al deterioro de los espejos de agua de los humedales cercanos, que es una característica clave para *P. melanops* (Anónimo 2000a, Montenegro-Paredes 2004, Rosselli & Stiles 2012a). Desde finales de 2009 y hasta marzo de

2010 hubo bajos niveles de lluvias en la zona y según Osbahr & Gómez (2011), los espejos de agua de Guaymaral se redujeron por rellenos con escombros y otros materiales. Así, el humedal artificial parece que sirvió como refugio para algunas gallaretas desplazadas de los humedales cercanos, y agregar humedales artificiales adecuados cerca de los humedales naturales podría mejorar la probabilidad de persistencia de las gallaretas en una zona.

Los tiempos de crecimiento de polluelos y subadultos probablemente subestiman los tiempos requeridos por individuos en humedales naturales, dado que en el humedal artificial las gallaretas tienen acceso a concentrado para aves domésticas. La disponibilidad de concentrado probablemente ayuda a suplir los requerimientos nutricionales de las hembras durante el período reproductivo y facilita el crecimiento de polluelos y subadultos. Además, los valores que encontramos de supervivencia en el humedal artificial posiblemente sobrestiman los que se encontrarían en humedales naturales, no sólo por la disponibilidad de concentrado, sino por la protección que presenta el humedal artificial ante algunos depredadores naturales. En el humedal artificial hemos observado ratas (*Rattus norvegicus*) y faras (*Didelphis pernigra*), y probablemente esos depredadores se concentran en los huevos y polluelos. Se ha reportado que las gallaretas moteadas tienen nidadas de entre cuatro a ocho huevos (Anónimo 2000a, Becerra Galindo *et al.* 2005), y en el humedal artificial el número máximo de polluelos de una nidada que se observó fue de cuatro, lo que sugiere que algunos huevos no eclosionaron o fueron atacados por depredadores.

Alrededor del mundo se han reconocido los humedales artificiales como herramientas para la conservación de la avifauna en áreas urbanas (Anónimo 1993, Ehrenfeld 2004, Ma *et al.* 2010). Esta alternativa ha sido poco explorada en Colom-

bia, aunque ha sido sugerida por varios autores (Andrade 2003, Rosselli & Stiles 2012b). La gallareta moteada se ha registrado en humedales pequeños con espejo de agua, vegetación flotante y vegetación enraizada emergente (Montenegro-Paredes 2004, Rodríguez-Grisales 2007, Rosselli & Stiles 2012a). Nuestros resultados sugieren que los humedales artificiales pueden ser hábitats fuente de individuos (Pulliam 1988) y adicionalmente pueden recibir individuos de *P. melanops* cuando decrece la calidad de humedales vecinos. Así, nuestro humedal artificial es un ejemplo de ecología de la reconciliación (Rosenzweig 2003), pues este espacio altamente manejado por los humanos para el control de lluvias y embellecer el campus, también beneficia a *P. melanops*. En este sentido, el manejo de la vegetación de los humedales artificiales parece ser importante, ya que observamos nidos de *P. melanops* en mezclas de juncos (*Juncus effusus*) y pasto kikuyo, y también entre los papiros (Monroy-Deantonio & Casallas-Perilla 2013). Entonces, plantas exóticas en humedales artificiales pueden aprovecharse para mejorar la calidad del hábitat de *P. melanops* y tienen la ventaja de servir para adornar los humedales, lo que es valioso para los humanos. Dado el estado crítico de *P. melanops bogotensis* y sus hábitats naturales, debería evaluarse la adición de alimento para acelerar el crecimiento de polluelos y subadultos, y así mejorar la calidad de los humedales artificiales (Jones & Reynolds 2008). Los resultados de este trabajo son alentadores, pero en el mediano y largo plazo el éxito del uso de humedales artificiales dependería también del manejo general del paisaje, evitando el incremento de áreas urbanizadas por encima de los límites de tolerancia de *P. melanops* (Rosselli & Stiles 2012a).

Agradecimientos

Gracias a las integrantes del semillero de investigación "Ecología y conservación ambiental" Juanita Niño y Lina Suárez por su colaboración en las

sesiones de observación. A Loreta Rosselli, Gary Stiles y un evaluador anónimo por comentarios y correcciones para mejorar el manuscrito. A Karin Osbahr y Norma Gómez por aclarar dudas sobre su trabajo de Guaymaral. Dinesh Rao ayudó a mejorar el Abstract. Alfonso Romero facilitó información sobre la ubicación exacta del humedal artificial. Este estudio fue desarrollado en el marco del proyecto "Ecología de la tingua de pico verde en un humedal artificial", financiado por la UDCA.

Literatura citada

- ANDRADE, G. I. 1998. Los humedales del altiplano de Cundinamarca y Boyacá: ecosistemas en peligro de desaparecer. Págs. 59-72 en: E. Guerrero, H. Sánchez, R. Álvarez & E.M. Escobar (eds.). Una aproximación a los humedales en Colombia. Fondo FEN Colombia - Comité Colombiano de la UICN - UICN Oficina Regional para América del Sur, Bogotá.
- ANDRADE, G. I. 2003. Lagos y humedales del altiplano de Cundinamarca y Boyacá: de la biología a la cultura de la conservación. Págs. 29-55 en: Acueducto de Bogotá & Conservación Internacional Colombia (eds.). Los humedales de Bogotá y la Sabana. Acueducto de Bogotá y Conservación Internacional, Bogotá.
- ANÓNIMO. 1993. Constructed wetlands for wastewater treatment and wildlife habitat: 17 case studies. Environmental Protection Agency (EPA). United States.
- ANÓNIMO. 2000a. Aves de la Sabana de Bogotá: guía de campo. Asociación Bogotana de Ornitología (ABO), CAR, Bogotá.
- ANÓNIMO. 2000b. Historia de los humedales de Bogotá con énfasis en cinco de ellos. Departamento Administrativo del Medio Ambiente (DAMA) - Alcaldía Mayor de Bogotá, Bogotá.
- ANÓNIMO. 2003. Los humedales de Bogotá y la sabana. I y II. Acueducto de Bogotá y Conservación Internacional - Colombia, Bogotá.
- ANÓNIMO. 2011. Humedales del territorio CAR. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), Bogotá.
- BECERRA GALINDO, L. F., H. D. BENÍTEZ-CASTAÑEDA, J. E. CELY FAJARDO & M. PATIÑO HERNÁNDEZ. 2004. Reproducción, alimentación y comportamiento de la polla sabanera *Gallinula melanops bogotensis* en tres humedales de la sabana de Bogotá. Memorias del Primer Congreso de Ornitología Colombiana.
- BECERRA GALINDO, L. F., H. D. BENÍTEZ-CASTAÑEDA, J. E. CELY FAJARDO, & M. PATIÑO HERNÁNDEZ. 2005. Notas sobre la anidación no exitosa de la tingua moteada (*Gallinula me-*

- lanops*) en un canal artificial del humedal Jaboque, Bogotá. Boletín SAO 15:29-38.
- BIDLIFE INTERNATIONAL. 2014. Species factsheet: *Gallinula melanops*. Downloaded from <http://www.birdlife.org>.
- CADENA, C. D. 2002. *Gallinula melanops*. Págs. 173-177 en: L. M. RENJIFO, A. M. FRANCO-MAYA, J. D. AMAYA-ESPINEL, G. H. KATTAN & B. LÓPEZ-LANÚS (eds.). Libro rojo de aves de Colombia. Libros Rojos de especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá.
- CALVACHI, B. 2003. La fauna de los humedales. Págs. 109-138 en: Acueducto de BOGOTÁ & Conservación Internacional Colombia (eds.). Los humedales de Bogotá y la sabana. Acueducto de Bogotá y Conservación Internacional Colombia, Bogotá.
- CAMARGO PONCE DE LEÓN, G. 2007. Estado y perspectivas de los ecosistemas urbanos de Bogotá. Prioridades 2008-2011. Foro Nacional Ambiental 16:1-8.
- EHRENFELD, J. G. 2004. The expression of multiple functions in urban forested wetlands. *Wetlands* 24:719-733.
- FAABORG, J., W. J. ARENDT & M. S. KAISER. 1984. Rainfall correlates of bird population fluctuations in a Puerto Rican dry forest: a nine year study. *Wilson Bulletin* 96:575-593.
- FJELDSA, J. 1985. Origin, evolution, and status of the avifauna of Andean wetlands. *Ornithological Monographs* 35:85-112.
- GUEVARA, E. A., T. SANTANDER, & J. F. DUIVENVOORDEN. 2012. Seasonal patterns in aquatic bird counts at five Andean lakes of Ecuador. *Waterbirds* 35:636-641.
- HERRERA MARTÍNEZ, Y., M. C. DÍAZ LEGUIZAMÓN, P. L. VARGAS BARREIRO, J. C. RODAS MONSALVE, & C. A. DÍAZ LEGUIZAMÓN. 2004. Política de humedales del Distrito Capital de Bogotá: plan estratégico para su restauración, conservación y manejo. Alcaldía Mayor de Bogotá, Bogotá.
- HILTY, S. L. & W. L. BROWN. 2001. Guía de las aves de Colombia. American Bird Conservancy - Universidad del Valle - Sociedad Antioqueña de Ornitología, Bogotá.
- JONES, D. N. & J. REYNOLDS. 2008. Feeding birds in our towns and cities: a global research opportunity. *Journal of Avian Biology* 39:265-271.
- KARR, J. R., D. W. SCHEMSKE, & N. V. L. BROKAW. 1990. Variaciones temporales de la comunidad de aves del sotobosque de un bosque tropical. Págs. 509-521 en: E. G. Leigh, Jr., A. S. Rand & D. M. Windsor (eds.). *Ecología de un bosque tropical: ciclos estacionales y cambios a largo plazo*. Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panamá.
- MA, Z., Y. CAI, B. LI & J. CHEN. 2010. Managing wetland habitats for waterbirds: an international perspective. *Wetlands* 30:15-27.
- MONROY-DEANTONIO, V. & M. CASALLAS-PERILLA. 2013. Avifauna del Refugio de la Tingua de Pico Verde. Págs. 81-95 en: L. Téllez-Farfán, F. Posada-Flórez, & F. Sánchez (eds.). *Biodiversidad en un rincón del borde norte de Bogotá*. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá.
- MONTENEGRO-PAREDES, M. I. 2004. Modelling of wetland habitat availability and distribution under management alternatives: a case study of the Fúquene Lake, Colombia. M. Sc. thesis, International Institute for Geoinformation Science and Earth Observation, Enschede, The Netherlands.
- NARANJO, L. G., G. I. ANDRADE & E. PONCE DE LEÓN. 1999. Humedales interiores de Colombia: bases técnicas para su conservación y uso sostenible. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá.
- OSBAHR, K., & N. C. GÓMEZ. 2011. Abundancia, uso de hábitat y comportamiento de la tingua moteada (*Gallinula melanops bogotensis* Chapman 1914) en el humedal Guaymaral, Bogotá - Colombia. *Revista U.D.C.A.: Actualidad & Divulgación Científica* 14:81-91.
- PULLIAM, H. R. 1988. Sources, sinks, and population regulation. *American Naturalist* 132:652-661.
- RIPLEY, S. D. 1977. *Rails of the world*. David R. Godine Publications, Boston, USA.
- RODRÍGUEZ-GRISALES, A. F. 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 de pregrado, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- ROSSELLI, L. & F. G. STILES. 2012a. Local and landscape environmental factors are important for the conservation of endangered wetland birds in a high Andean plateau. *Waterbirds* 35:453-469.
- ROSSELLI, L. & F. G. STILES. 2012b. Wetlands habitats of the Sabana de Bogotá Andean highland plateau and their birds. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 22:303-317.
- ROSENZWEIG, M. L. 2003. Win-win ecology: how Earth's species can survive in the midst of human enterprise. Oxford University Press, Oxford, UK.
- SÁNCHEZ-LAFUENTE, A. M., F. VALERA, A. GODIN & F. MUELA. 2001. Natural and human-mediated factors in the recovery and subsequent expansion of the purple swamphen *Porphyrio porphyrio* L. (Rallidae) in the Iberian Peninsula. *Biodiversity and Conservation* 10:851-867.
- SANDOVAL, D. 2006. Protected areas in the city: the case of urban wetlands in Bogotá. M.Sc. thesis. Development and Planning: environment and sustainable development, University College London, London.
- SHAFER, C. L. 1997. Terrestrial nature reserve design at the urban/rural interface. Págs. 345-378 en: M. W. Schwartz (ed.). *Conservation in highly fragmented landscapes*.

- Chapman and Hall, New York.
- SOULÉ, M. E. 1991. Land use planning and wildlife maintenance. *Journal of the American Planning Association* 57: 313-323.
- VAN DER HAMMEN, T., F. G. STILES, L. ROSSELLI, M. L. CHISACÁ-HURTADO, G. C. PONCE DE LEÓN, G. GUILLOT-MONROY, Y. USECHE-SALVADOR & D. RIVERA-OSPINA. 2008. Protocolo de recuperación y rehabilitación ecológica de humedales en centros urbanos. Secretaría Distrital de Ambiente, Alcaldía Mayor de Bogotá, Bogotá.
- ZAR, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA.

Recibido: 31 de mayo de 2014 *Aceptado:* 01 de septiembre de 2015