

# Estado poblacional de la alondra cornuda (*Eremophila alpestris peregrina*) en el Lago de Tota, Boyacá, Colombia

Population status of the Horned Lark (*Eremophila alpestris peregrina*) at Tota Lake, Boyacá, Colombia

Luis Alejandro Arias-Sosa<sup>1</sup>, Pablo Rodríguez-A<sup>1†</sup> & Ariel S Espinosa-Blanco<sup>1,2</sup>

1 Grupo Ecología de Organismos (GEO-UPTC). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja 150003, Colombia

2 Laboratorio de Ecología y Genética de Poblaciones. Centro de Ecología. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. IVIC. Caracas 1020 A. Venezuela

✉ luisalejandrososa@uptc.edu.co, arielbiologo@gmail.com

## Resumen

La alondra cornuda (*Eremophila alpestris peregrina*) es una subespecie endémica al Altiplano Cundiboyacense en peligro de extinción debido a la degradación y fragmentación de su hábitat. El Lago de Tota es una localidad con registros previos; sin embargo, aún no hay un estimado fiable del tamaño de su población en esta localidad. Desde febrero a octubre de 2018 estudiamos la ecología poblacional de la alondra con el fin de determinar prioridades de conservación. Hicimos búsquedas libres para determinar las áreas con su presencia y transectos de observación de ancho fijo para evaluar su densidad poblacional. La alondra utilizó exclusivamente cultivos de cebolla junca (*Allium fistulosum*). La densidad poblacional promedio de la especie fue de 1,04 ind/ha (0,8-1,28; IC: 95%), un valor notable, pero inferior al reportado para zonas con hábitats óptimos. Al relacionar esto con el área de distribución estimada (129 ha) se calcula que el Lago de Tota alberga entre 103 a 165 alondras (IC:95 %, promedio de 134), lo cual permite considerarlo entre las poblaciones más grandes del país. Debido a esto, el Lago de Tota es un área de alta prioridad para la conservación de este taxón y deberían implementarse estrategias para reducir las presiones que afronta, particularmente el uso excesivo de pesticidas en estos cultivos.

**Palabras clave:** ave endémica, conservación, ecología, densidades poblacionales

## Abstract

The Colombian subspecies of the Horned Lark (*Eremophila alpestris peregrina*) is endemic to the highland plateau of Cundinamarca and Boyacá, and is threatened with extinction because of the degradation and fragmentation of its habitat. It has been recorded from Tota Lake, but its status is uncertain and no reliable estimate of its population exists. From February to October of 2018, we studied this population to determine its size and conservation status. We searched extensively in the area surrounding the lake and in sites where we located the species, we made counts along transects of fixed width to evaluate its population density. We found Horned Larks used only areas of Welsh onion crops (*Allium fistulosum*), with a mean population density of 1.04 ind / ha (0.8-1.28, CI: 95%), a notable value, although lower than that reported for areas with optimal habitats. When relating this to the estimated area of onion crops, (129 ha) we calculate that Tota Lake supports a population of *E. a.peregrina* between 103 and 165 individuals (CI: 95%, mean of 134), which could be one of the largest populations in the country. Because of this, Tota Lake is a high priority area for the conservation of this taxon and strategies to reduce the pressures it faces, particularly the excessive use of pesticides, should be implemented.

**Key words:** conservation, crops, ecology, endemic species, population densities

## Introducción

Es innegable la gran diversidad biológica con que cuenta Colombia, tanto a nivel de ecosistemas

como de especies, la cual se ve reflejada en la exuberante avifauna nacional, sobre la cual el país goza del título del más diverso a nivel mundial (Renjifo *et al.* 2016). Sin embargo, este grupo

enfrenta fuertes presiones que han llevado a que cerca de 159 especies se vean en algún estado de amenaza, las cuales requieren mayores esfuerzos investigativos y de conservación (Renjifo *et al.* 2014, 2016).

Entre las aves más amenazadas de Colombia se encuentra la subespecie endémica de alondra cornuda (*Eremophila alpestris peregrina*), el único miembro de la familia Alaudidae en Sudamérica, en donde solo se encuentra en el altiplano de Boyacá y Cundinamarca (Hilty & Brown 1986, Cadena 2002). Habita en terrenos abiertos con vegetación herbácea baja y dispersa entre elevaciones de 2500 a 3100 m, especialmente a las orillas de humedales, sabanas y terrenos agrícolas (Cadena 2002, Valencia & Armenteras 2004), en donde puede forrajear en el suelo desnudo en busca de artrópodos que constituyen su dieta principal, así como varias semillas (Botía-Becerra & Echeverry-Galvis 2010a). El desplazamiento de los sistemas de pastizales nativos por la introducción del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y la urbanización acelerada (Cadena 2002) han llevado a esta alondra al peligro de extinción (EN); ya que hay pocas localidades que aún albergan poblaciones en buen estado (Valencia & Armenteras 2004). Además pese a algunos estudios, la información ecológica de la alondra en Colombia es escasa y se ha indicado la necesidad de realizar investigaciones sobre su estado poblacional y uso de hábitat actual, a fin de definir estrategias de conservación adecuadas para la especie (Zuluaga-Bonilla & Macana-García 2016a).

El Lago de Tota se ha catalogado como un área de importancia para la conservación de las aves (AICA), dado que se han registrado cerca de 176 especies incluyendo varios ejemplares endémicos y amenazados (Arias-Sosa *et al.* 2020). Entre éstas se encuentra la alondra cornuda, la cual se ha reportado dentro de cultivos de cebolla,

altamente expandidos en esta región (Macana & Zuluaga 2006). Aunque un conteo inicial sugería densidades posiblemente sustanciales de 10 ejemplares en un recorrido de 500 m (Macana & Zuluaga 2006), los avistamientos de años posteriores (como los conteos navideños) han sido esporádicos y en algunos muestreos nulos (Zuluaga-Bonilla & Macana-García 2016b). Con la continua pérdida de hábitats naturales de la especie y la extensión de cultivo de cebolla como hábitat potencial, es urgente realizar un censo más detallado de la alondra para evaluar el estado de su población en estos sistemas antrópicos, lo cual podría permitir caracterizar las posibles amenazas que afronta y recomendar medidas para su conservación.

## Materiales y métodos

**Área de estudio.-** El Lago de Tota es un cuerpo de agua natural ubicado a los 3015 m en la Cordillera Oriental de los Andes colombianos en los municipios de Aquitania, Cúitiva y Tota del departamento de Boyacá (Fig. 1). Es considerado como el humedal de alta montaña más grande del país, con un área aproximada de entre 55 a 60 km<sup>2</sup> y un volumen de 1,900 millones de metros cúbicos (Cordero & Vargas 2005, González-Angarita *et al.* 2008, Mojica & Guerrero 2013, Tinjacá López 2013). Así mismo es un sistema de alto valor biológico y socio-económico, ya que soporta a una gran variedad de fauna silvestre, incluyendo varias especies endémicas y en riesgo de extinción (Moncaleano & Calvachi 2009, Zuluaga-Bonilla & Macana-García 2016b, Arias-Sosa *et al.* 2020). Al mismo tiempo abastece de agua a entre 250.000 a 350.000 habitantes en el departamento de Boyacá (Tinjacá López 2013, Consejo Nacional de Política Económica y Social 2014).

El área cuenta con una temperatura media de 11°C y dos regímenes pluviales, uno interandino

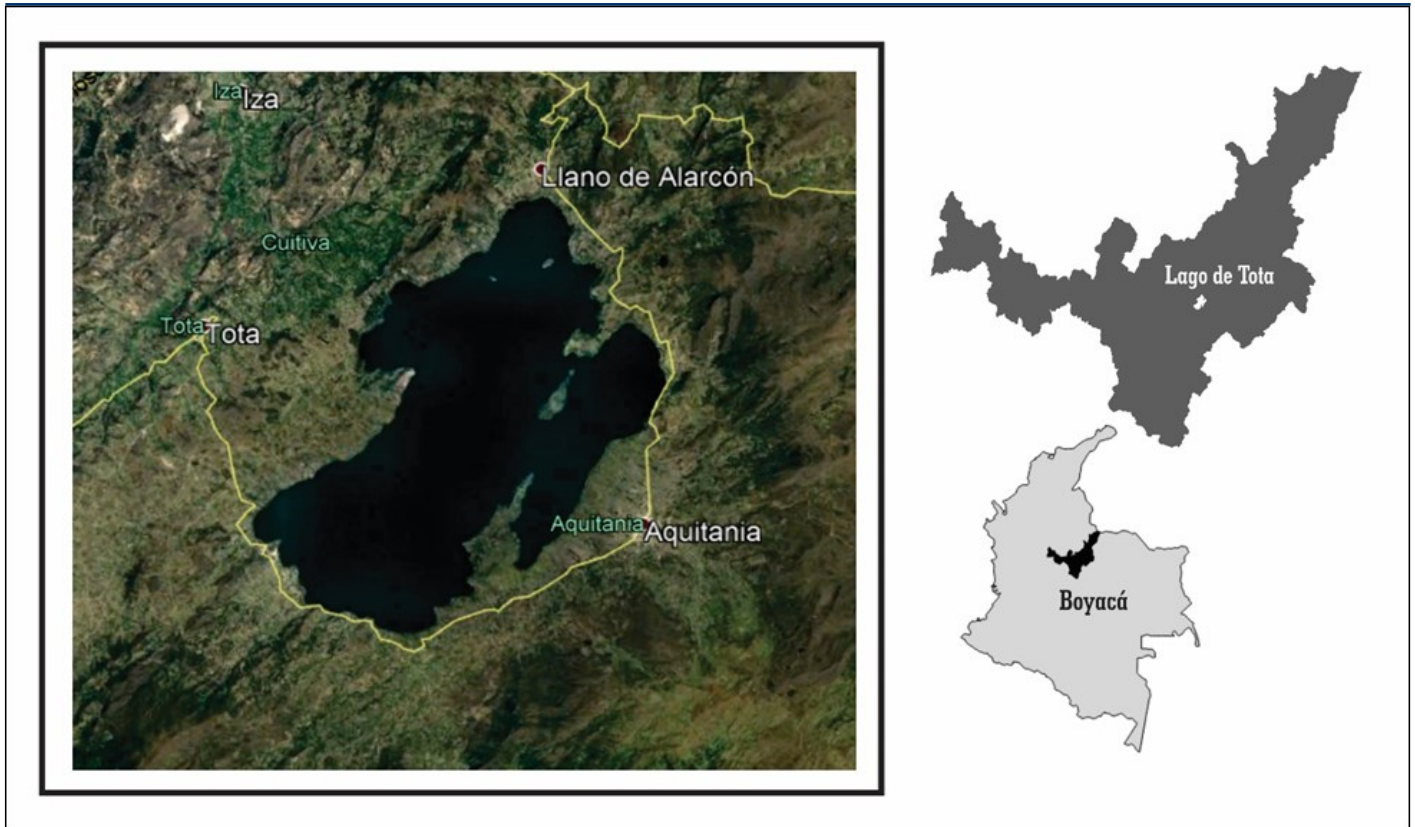


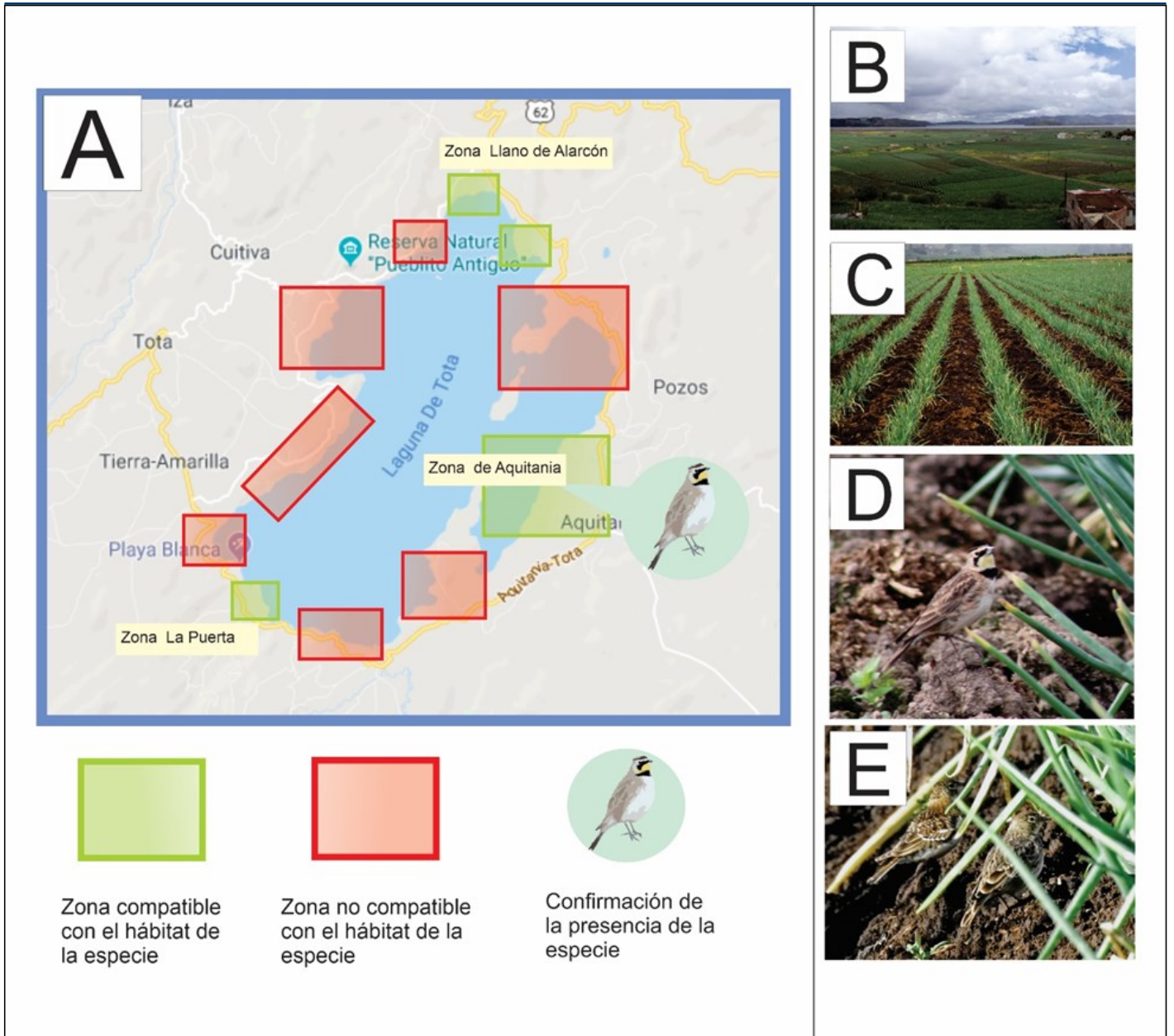
Figura 1. Ubicación geográfica del Lago de Tota. Imagen satelital del Lago de Tota tomada de Google Earth.

bimodal en la cuenca occidental (730 mm/año) y otro monomodal en la región noreste (945 mm/año), los cuales generan un periodo de lluvias entre abril a noviembre y una temporada de sequía de diciembre a marzo (González-Angarita *et al.* 2008, Mojica & Guerrero 2013).

Este trabajo se realizó entre los meses de febrero a octubre de 2018 (abarcando tanto los periodos de sequía y lluvias). En los primeros 2 meses realizamos recorridos libres (entre las 6:00 hasta las 16:00 horas) alrededor del Lago a fin de determinar las zonas que presentaban un hábitat adecuado para la especie, para lo cual tuvimos en cuenta planicies abiertas, con poca vegetación arbórea y una matriz de suelo de mosaico con buena proporción de suelo desnudo como hábitat potencial (Valencia & Armenteras 2004).

Durante los recorridos observamos que la mayoría de las zonas aledañas son áreas escarpadas con parches de vegetación arbórea o

pastizales altos y densos de manera que no representan hábitats apropiados para la alondra. Por esto se establecieron solo tres puntos en el Lago que presentan ambientes adecuados a las preferencias de la especie: los de Aquitania, La Puerta y Llanos de Alarcón. Sin embargo, solo se corroboró la presencia de esta especie en Aquitania, lo cual asociamos principalmente a que esta zona es de gran extensión, mientras que las otras dos son áreas reducidas y fragmentadas (Fig. 2). En este sector se establecieron cinco transectos, dos en la parte suroccidental, dos en el centro y uno al norte. En estos se realizaron 8 conteos mensuales consecutivos, empleando transectos lineales terrestres de franja fija y siguiendo las indicaciones para el conteo de aves terrestres de González-García (2011). Los transectos tuvieron un largo de 700 a 1000 m (varió de acuerdo a la longitud de los cultivos entre sectores), un ancho de 30 metros a cada lado y estaban separados por mínimo 300 metros el uno del otro. El ancho se determinó basado en



**Figura 2.** (A) Resultados de la búsqueda de la especie en torno al lago de Tota. En los recuadros se observa los puntos que fueron explorados (B) fotografía panorámica del sector de Aquitania donde se evidencia la gran extensión de los cultivos de cebolla (C) ejemplo de una parcela de cultivo de cebolla donde habita la Alondra (D) ejemplar adulto de la especie (E) ejemplares juveniles de la especie.

la capacidad visual en la zona y dado que las parcelas de cebolla tenían un ancho aproximado de 30 metros. Los transectos solo cubrían la cobertura de cultivos, dado que, aunque se censaron varios pastizales en la zona no se observó presencia de la alondra. El mismo ornitólogo realizó todas las observaciones entre las 6:00-11:30 y 14:00-16, realizando 2 conteos por cada transecto establecido (cada uno en sentidos opuestos del recorrido) y registrando el más alto

por transecto. Procuramos realizar los censos bajo condiciones climáticas similares de cielo despejado y sin lluvias.

Evaluamos la densidad poblacional de la alondra en individuos por hectárea mediante la relación entre el número de individuos observados y el área según la ecuación  $D=n/2WL$ , en donde  $n$  es el número de individuos identificados,  $W$  es el largo del transecto y  $L$  es el ancho a cada lado

**Tabla 1.** Número total de ejemplares registrados durante los meses de muestreos en el lago de Tota,

Mes de muestreo	Número Total de individuos registrados en los 5 transectos (Área total de 24,24 ha)	Cobertura vegetal donde se observaron
Febrero	20	Cultivos de cebolla y una pareja un potrero contigua los cultivos
Marzo	20	Cultivos de cebolla
Abril	20	Cultivos de cebolla
Mayo	34	Cultivos de cebolla
Junio	19	Cultivos de cebolla
Julio	22	Cultivos de cebolla
Agosto	29	Cultivos de cebolla
Septiembre	32	Cultivos de cebolla

del mismo (el cual se tomó en 30 metros) (Azhar *et al.* 2008, Buckland *et al.* 2008, González–García 2011).

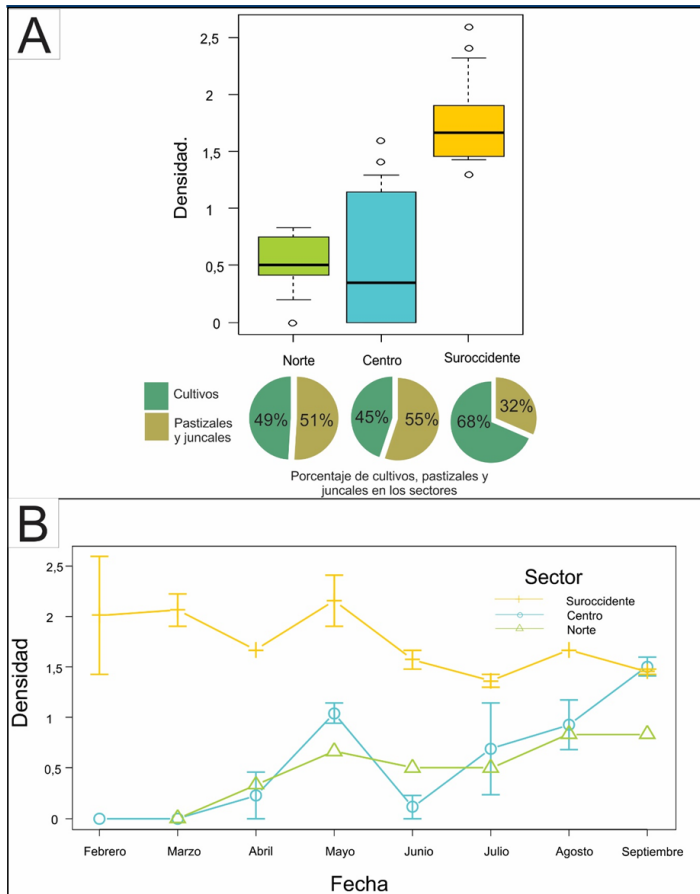
Las dimensiones del área de ocupación de la alondra se estimaron de acuerdo a la georreferenciación de los avistamientos de la especie colectados en campo y el área de los cultivos. Igualmente realizamos un modelo de distribución y densidad, usando el software libre Q-GIS 2.18 y Google Earth, mediante la metodología de Kernel, que representa mediante gráficas de calor la densidad de individuos en el área.

Todos los análisis estadísticos se realizaron empleando el software libre R 3.3.1, paquete R commander. Como primera medida calculamos los promedios e intervalos del 95% de confianza de las densidades poblacionales y tamaño poblacional. Posteriormente evaluamos si existían diferencias en las densidades poblacionales entre los subsectores para identificar los puntos de mayor interés para la conservación de la especie mediante un ANOVA de medidas repetidas, con una comparación por pares (Bonferroni). Utilizamos un test paramétrico dado que los datos tenían una distribución normal, evaluada mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

## Resultados

Se corroboró la presencia de la alondra únicamente en el sector de Aquitania, la cual es la zona más urbanizada e intervenida por actividades agrícolas en el Lago de Tota, con conteos mensuales en los 5 transectos que oscilaban entre los 19 a 34 ejemplares (Tabla 1), mayormente concentrados en el suroccidente y correspondientes en su gran mayoría (más del 90%) a ejemplares adultos. Al promediar la densidad obtenida por transecto-mes se determinó un promedio de 1,04 ind/ha (0,8-1,28; IC: 95%). Esta especie aprovechaba exclusivamente los terrenos de cultivos de cebolla (Figura 2-B a E), aun cuando existían algunos terrenos de potreros y pastizales bajos y dispersos en el área. Esto atribuimos principalmente la alta oferta alimenticia de estas zonas agrícolas por los procesos de abono y arado, que favorecen la presencia de anélidos y artrópodos, los cuales observamos frecuentemente como recurso trófico utilizado por la especie.

Al comparar las densidades poblacionales de la alondra entre los tres subsectores en Aquitania (suroccidente, centro y norte) se encontraron diferencias altamente significativas (ANOVA,



**Figura 3.** (A) diferencias en las densidades poblacionales entre los puntos de muestreo en Aquitania (B) dinámica de las densidades entre los puntos de muestreo durante el periodo de estudio.

$p < 0,001$ ), siendo estas mayores en el subsector occidente, con valores que llegan hasta 2,5 ind/ha (Figura 3-A), mientras que los subsectores centro y norte no se diferenciaron significativamente entre sí ( $F=3,9$ ;  $P > 0,05$ ). Esta tendencia puede deberse a que en el suroccidente presenta áreas extensas de cultivos y menor cobertura de pastizales y juncales. Sin embargo, al evaluar la dinámica durante los meses de muestreo se observa que las densidades poblacionales variaron temporalmente entre los subsectores, llegando a ser prácticamente iguales entre el sector suroccidental y central hacia el mes de septiembre (Figura 3-B). Esto podría indicar que el uso de los terrenos de Aquitania puede variar y que las zonas centro y norte pueden llegar a ser altamente utilizadas. Modificaciones en el grado

de aprovechamiento pueden deberse a cambios en las condiciones de los cultivos que modifiquen la oferta alimenticia. Esto se debe a que los cultivos de cebolla no son sincrónicos, por lo que la densidad de parcelas sembradas y su etapa de crecimiento varía entre los subsectores a lo largo del año.

La distribución y densidad de la especie en el Lago de Tota se muestra en la Figura 4. La alondra ocupa gran parte del sector de Aquitania a excepción de la zona urbana al este y las zonas de juncales y pastizales en la parte más contigua al lago. Teniendo en cuenta la ubicación de las observaciones de la especie y los datos recolectados durante los censos se estimó que el área de ocupación (hábitat aprovechable) es de aproximadamente 129 ha. Al relacionar esta área con las densidades de cada muestreo se estima que en el Lago habitan entre 103 a 165 alondras (IC:95%), con un promedio de 134 ejemplares.

Durante los diferentes censos, observamos varias especies de aves en el área de Aquitania en simpatria con la alondra. Entre estas se resalta la presencia de copetones (*Zonotrichia capensis*), golondrinas (*Orochelidon murina*), chirlobirlos (*Sturnella magna*), palomas (*Zenaida auriculata*), jilgueros (*Spinus spinescens*) y canarios sabaneros (*Sicalis luteola*), los cuales se observaron constantemente aprovechando las áreas de cultivo junto a *E.a. peregrina*. Por otra parte, en las coberturas de juncales contiguas a los cultivos en Aquitania se observaron constantemente al rascón andino (*Rallus semiplumbeus*), el cucarachero de pantano (*Cistothorus apolinari apolinari*) la gallineta pintada (*Porphyriops melanops bogotensis*) y el avetorillo bicolor (*Ixobrychus exilis bogotensis*), las cuales son aves endémicas y en peligro de extinción para Colombia (Renjifo et al. 2016). Estas especies a diferencia de la alondra no pueden aprovechar los cultivos de la zona y su hábitat se ha visto

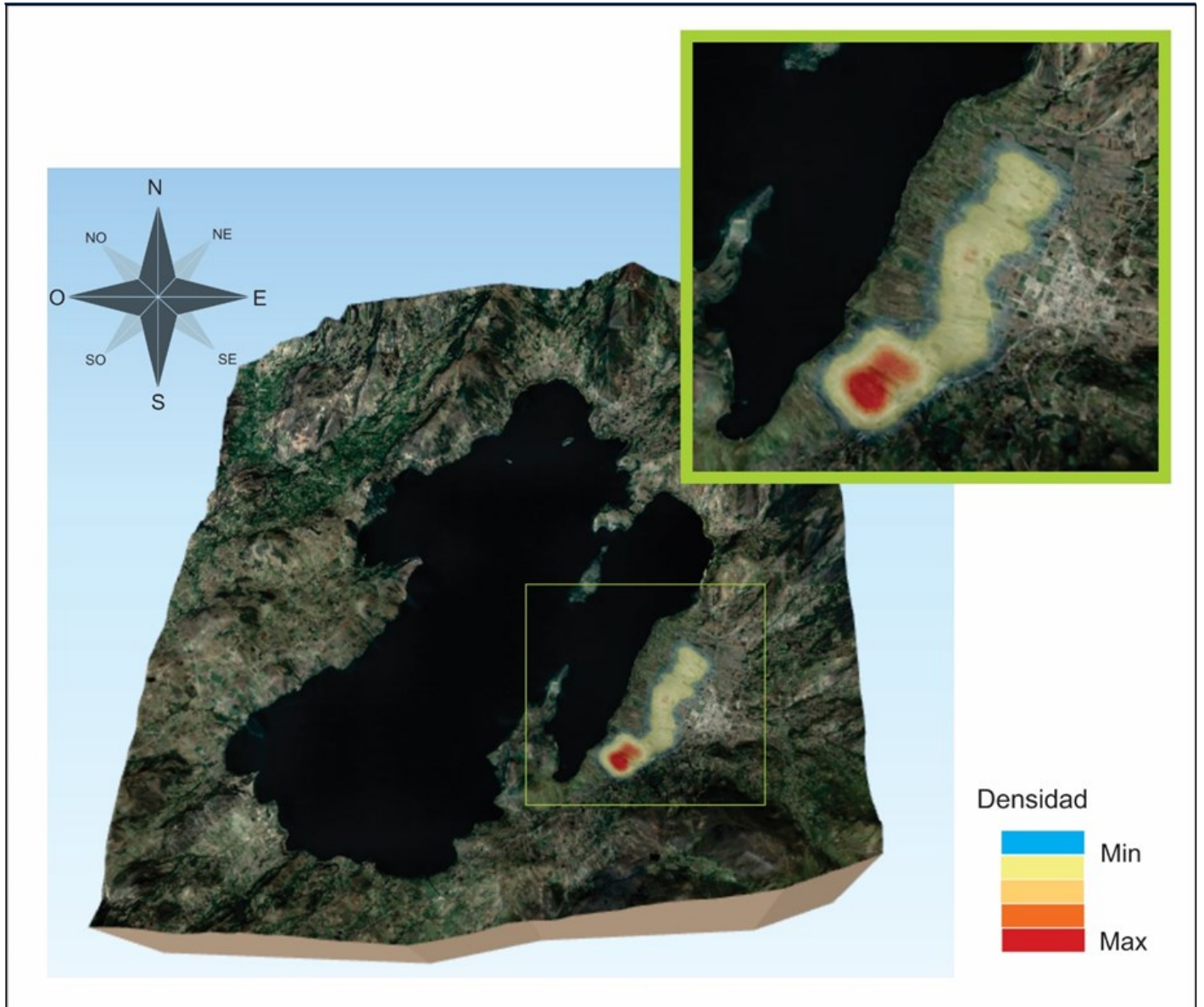


Figura 3. Mapa de la distribución y densidades poblacionales de la Alondra en el Lago de Tota.

reducido por la expansión de los mismos. Por lo que, aunque las plantaciones de cebolla puedan considerarse como de valor para *E. a. peregrina* se debe tener en cuenta que su mal manejo representa un peligro para otras aves de interés para la conservación. Por lo que los planes de manejo ambiental en la zona no solo deben considerar a la alondra sino el efecto global sobre la diversidad de aves del lago.

Aunque no logramos encontrar nidos, en el mes de febrero observamos juveniles con muda

reciente de plumaje. Los cuales presentaban un plumaje marrón más oscuro que los adultos, coronilla café oscura, dorso, nuca y coronilla con patrón punteado blanco, un anillo ocular amarillo claro marcado y carecían de las manchas faciales negras características de los adultos (Figura 2). Entre abril a mayo observamos eventos de cortejo en el suelo y en vuelo, así como comportamientos territoriales, consistentes en luchas aéreas entre machos adultos. Igualmente, en estos meses la actividad sonora de la especie fue alta, con cantos fuertes y continuos, mientras

que en los meses de agosto y septiembre los cantos eran más escasos y tenues.

## Discusión

El número de individuos registrados en los conteos (hasta 34) fue mayor que el registro de 10 ejemplares de la alondra por Macana & Zuluaga (2006). Igualmente, a nivel nacional son notables ya que, en la mitad de las localidades evaluadas, los números de alondras no superaban los 4 individuos y solo 6 de las 40 localidades originalmente censadas (parque El Tunal, Bojacá, Tunja-Soracá, Firavitoba, Embalses de La Copa y Tominé) presentaban conteos superiores a los 20 ejemplares (Valencia & Armenteras 2004). Además, en años recientes la alondra se ha visto desplazada en varias localidades de Cundinamarca por cambios en el uso del suelo, como procesos de inundación en el embalse de Tominé que cubren gran parte del hábitat de la especie (Zuluaga-Bonilla & Macana-García 2016a), y la continua urbanización y procesos de arborización (ABO, comunicación personal). Por lo tanto, el Lago de Tota debe ser considerado como una de las áreas de mayor interés para la conservación la alondra en toda su área de distribución.

En la mayoría de las localidades con presencia de la especie, las densidades han sido bajas y solo en unos pocos puntos se registran números considerables; siendo las de mayor importancia el embalse de Tominé (Cundinamarca) y el embalse La Copa (Boyacá) (Valencia & Armenteras 2004, Zuluaga-Bonilla & Macana-García 2016a). En las planicies sur del embalse de Tominé, se estimaron densidades de 3,58 ind/ha (0,28 ha por cada individuo) (De las Casas *et al.* 2006, Zuluaga-Bonilla & Macana-García 2016a). Mientras que el embalse de La Copa, se registraron densidades aún mayores, de aproximadamente 5 ind/ha (obs, personal). Así mismo, en poblaciones de alondra

Cornuda de Norte América (estado de Colorado) se han reportado densidades que oscilan entre 1,9 a 2,3 ind/ha (Youngberg *et al.* 2010). Esto indica que las densidades registradas para el Lago de Tota (1,04 ind/ha) son bajas en comparación con hábitats considerados como óptimos para la especie.

Igualmente, el tamaño poblacional estimado en el presente estudio es notable, ya que Valencia y Armenteras (2004) estimaron solo 1002 individuos en todo el Altiplano Cundiboyacense, por lo que la población en el Lago de Tota representaría entre el 10 al 16% de las alondras de todo el país. Por lo tanto, pese a que esta localidad representa un hábitat ampliamente intervenido, alberga una de las poblaciones más grandes del país y puede ser de gran valor para preservar a futuro esta especie en peligro de extinción.

En el lago solo se observó a la alondra en hábitats antrópicos de cultivos de cebolla, donde forrajeó y realizó actividades de cortejo, dejando ver la alta tolerancia y resiliencia que puede tener la especie a determinados sistemas agrícolas. Esto es consistente con reportes previos en el país que muestran que la alondra puede aprovechar diferentes tipos de hábitat como áreas de cultivo (Cadena 2002, Valencia & Armenteras 2004). Valencia y Almenteras (2004) indicaron que los ecosistemas de cultivos son poco favorables para la alondra y de menor importancia para su conservación. Aun así, este trabajo evidencia una población importante en un área de manejo agrícola, mostrando que no se debe subestimar la importancia del manejo de estos sistemas para conservación de la especie. Los cultivos de cebolla en Aquitania son propicios para la alondra dado que son extensos, continuos (sin fragmentación), presentan un alto porcentaje de tierra descubierta entre sus surcos, es un cultivo de crecimiento asincrónico (el estadio de crecimiento entre parcelas es diferente) y la



cosecha se realiza de forma manual. Esto permite que la alondra puede buscar alimento con facilidad, sin verse fuertemente afectada por el crecimiento de los cultivos y el uso de maquinarias. El uso de la alondra de estos agroecosistemas coincide con lo reportado por Martínez-Sánchez y colaboradores (2018) quienes indicaron que algunos agroecosistemas no son ambientes del todo negativos para la avifauna, manteniendo importantes valores de diversidad y pudiendo albergar especies de interés para la conservación. Igualmente concuerda con lo establecido por Muñoz-Sáez *et al.* (2017), quienes demostraron que aves insectívoras y granívoras (gremios tróficos de la alondra) aprovecharon favorablemente los sistemas de cultivos e incluso prestaron servicios ecosistémicos en control de plagas.

Otros autores reportaron que la alondra solo se observaba en cultivos de cebolla en etapa temprana de crecimiento, evitando áreas recién adicionadas con gallinaza o fumigadas (Macana & Zuluaga 2006, Zuluaga-Bonilla & Macana-García 2016b). Sin embargo, en este trabajo observamos ejemplares en parcelas de cultivo en estadios avanzados de crecimiento y con reciente adición de gallinaza; incluso observamos ejemplares de la alondra que permanecían en parcelas que acababan de ser fumigadas.

El comportamiento reproductivo observado es consistente con la descripción original del proceso de anidación de la subespecie, que indica un periodo de reproducción entre los meses de abril a julio, durante el cual se puede observar eventos de cortejo, anidación y crianza de polluelos (Botía-Becerra & Echeverry-Galvis 2010b). Sin embargo, dado que también se observaron juveniles hacia el mes de febrero es posible que la alondra también pueda reproducirse hacia el final del año (diciembre-enero), lo cual coincide con un reporte en el

aeropuerto El Dorado de un nido activo en el mes de diciembre (Zuluaga-Bonilla & Macana-García 2016a).

El uso de plaguicidas tiene un efecto negativo sobre aves que habitan en áreas de cultivo, especialmente aquellos considerados de alta toxicidad como el Malatión, que tiene un gran efecto sobre la alondra cornuda, incrementando notablemente los índices de mortalidad de sus poblaciones y reduciendo hasta en un 50% su fecundidad (Etterson *et al.* 2017). Esto representa un escenario preocupante dado que el Malatión es un insecticida aplicado comúnmente y en altas dosis en los cultivos del Lago de Tota (Mojica & Guerrero 2013), que podría explicar en parte las bajas densidades poblacionales registradas. Además, dado que los cultivos están contiguos a los sistemas de juncuales donde habitan varias aves endémicas y amenazadas es muy probable que los agrotóxicos usados también las estén afectando.

Además de la perturbación ecológica, los plaguicidas pueden afectar el sistema neurológico de los pobladores de la región, produciendo síntomas como picazón en la piel, congestión nasal, malestar en los ojos y dolor de cabeza (Ngowi *et al.* 2007, Okonya & Kroschel 2015). En varias ocasiones se pudo observar que los agricultores del lago manipulaban estos productos sin los implementos de seguridad básicos (como guantes y tapabocas), lo cual es preocupante, dado que la mayor exposición a estos agentes tóxicos se da durante la preparación, aspersión o realización de labores de recolección manual (Damalas & Koutroubas 2016).

A fin de afrontar esta problemática, algunos autores han propuesto que los cultivos deben hacerse de manera intercala dejando un paisaje de mosaico con pastizales para la alondra,

reduciendo o eliminando el uso de pesticidas (Zuluaga-Bonilla & Macana-García 2016a). Aun así, esta propuesta aunque pueda ser benéfica para la alondra, fácilmente generaría conflictos con la comunidad y sería de difícil ejecución. Por lo tanto proponemos que se exploren estrategias basadas en prácticas de manejo integral de plagas (IPM), los cuales han mostrado que permiten mantener o incluso incrementar el rendimiento de cultivos, mientras se reduce en gran medida el uso de pesticidas (Macfadyen et al. 2014, Settle et al. 2014, Pretty & Bharucha 2015).

Igualmente, se debe implementar un control de animales domésticos, ya que la alta actividad humana en el lago conlleva una gran abundancia de perros y gatos. En muchas ocasiones, estos animales transitan libremente entre los cultivos donde habita la alondra por su cercanía a las casas, y así podrían afectarlas al depredarlas, ahuyentarlas y/o interferir con sus procesos reproductivos (Lord et al. 2001, Woods et al. 2003, Azhar et al. 2013).

## Agradecimientos

A la Dirección de Investigaciones de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y la Corporación Autónoma Regional de Boyacá CORPOBOYACA, por el financiamiento y apoyo en la ejecución del proyecto. El presente manuscrito es un homenaje a la labor de investigación y docencia que realizó el Prof. Pablo Rodríguez Africano para incrementar el conocimiento y la conservación de las aves en el Departamento de Boyacá.

## Literatura Citada

- ARIAS-SOSA, L.A., J.R. SALAMANCA-REYES, P.E. RODRÍGUEZ-AFRICANO, C. RAMOS-MONTAÑO, J.R. LÓPEZ-DULCEY & O.A. CELY-REYES. 2020. Guía de Aves del Lago de Tota. Editorial UPTC, Tunja (Boyacá).
- AZHAR, B., D. LINDENMAYER, J. WOOD, J. FISCHER, A. MANNING, C. McELHINNY & M. ZAKARIA. 2013. Contribution of illegal hunting, culling of pest species, road accidents and feral dogs to biodiversity loss in established oil-palm landscapes. *Wildlife Research* 40:1–9.
- AZHAR, B., M. ZAKARIA, E. YUSOF & L.C. PUAN. 2008. Efficiency of Fixed-Width Transect and Line-Transect-based Distance Sampling to Survey Red Junglefowl (*Gallus gallus spadiceus*) in Peninsular Malaysia. *Journal of Sustainable Development* 1:63–73.
- BOTÍA-BECERRA, J. & M.Á. ECHEVERRY-GALVIS. 2010a. Dieta de la alondra Cornuda (*Eremophila alpestris peregrina*) en la reserva de la Copa, Boyacá. *ORNITOLOGÍA NEOTROPICAL* 21:497–506.
- BOTÍA-BECERRA, J. & M.Á. ECHEVERRY-GALVIS. 2010b. Primeros registros de anidación de la alondra cornuda (*Eremophila alpestris peregrina*) en Colombia. *Ornitología Colombiana* 10:55–60.
- BUCKLAND, S.T., S.J. MARSDEN & R.E. GREEN. 2008. Estimating bird abundance: Making methods work. *Bird Conservation International* 18:S91–S108. Cambridge University Press.
- CADENA, C. 2002. *Eremophila alpestris*. Pp. 371–374. In: L. Renjifo, A. Franco, J. Amaya-Espinel, G. Kattan & López-Lanus (eds.). Libro Rojo de Aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá-Colombia.
- CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL. 2014. Manejo ambiental integral de la cuenca hidrográfica del Lago de Tota. Bogotá-Colombia.
- CORDERO, R. & E. VARGAS. 2005. Determinación espacio-temporal de la concentración de fósforo en el lago de tota. *Rev. colomb. quim. (Bogotá)* 34:211–218.
- DAMALAS, C.A. & S.D. KOUTROUBAS. 2016. Farmers' exposure to pesticides: Toxicity types and ways of prevention. *Toxics* 4:1–10.
- ETTERSON, M., K. GARBER & E. ODENKIRCHEN. 2017. Mechanistic modeling of insecticide risks to breeding birds in North American agroecosystems. *PLOS ONE* 12: e0176998.
- GONZÁLEZ-ANGARITA, A. DEL P., N.J. ARANGUREN-RIAÑO & S. GAVIRIA-MELO. 2008. Cambios en la estructura de la población de *Boeckella gracilis* (Crustacea, Centropagidae) en el plancton del Lago de Tota, Boyacá - Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 13:61–72.
- GONZÁLEZ-GARCÍA, F. 2011. Métodos para contar aves terrestres. Pp. 88–116. In: Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna, 1st edition. Querétaro-México.
- HILTY, S.L. & W.L. BROWN. 1986. A guide to the birds of Colombia. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- DE LAS CASAS, J.C., C. DEVENISH, J.M. RUIZ, N. GALLEGO, L.J. VARGAS & I.D. VALENCIA. 2006. Conservación de las gravilleras del valle del río Siecha. Bogotá (Colombia).
- LORD, A., J.R. WAAS, J. INNES & M.J. WHITTINGHAM. 2001. Effects of human approaches to nests of northern New Zealand dotterels. *Biological Conservation* 98:233–240.
- MACANA, D. & J. ZULUAGA. 2006. Presencia de la alondra cachudita, *Eremophila alpestris peregrina* en cultivos de cebolla en el lago de Tota, Boyacá, Colombia. *Boletín SAO* 16:26–30.
- MACFADYEN, S., D.C. HARDIE, L. FAGAN, K. STEFANOVA, K.D. PERRY, H.E. DEGRAAF, J. HOLLOWAY, H. SPAFFORD & P.A. UMINA. 2014. Reducing insecticide use in broad-acre

- grains production: an Australian study. *PloS one* 9: e89119.
- MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, E.T., M. CARDONA ROMERO, F.A. RIVERA PÁEZ, J.E. PÉREZ CÁRDENAS & G.J. CASTAÑO-VILLA. 2018. Contribution of agroecosystems to the conservation of bird diversity in the department of Caldas. *Revista Facultad Nacional de Agronomía* 71:8445–8457.
- MOJICA, A. & J.A. GUERRERO. 2013. Evaluación del movimiento de plaguicidas hacia la cuenca del Lago de Tota, Colombia. *Revista Colombiana de Química* 42:29–38.
- MONCALEANO, A.M. & B.A. CALVACHI. 2009. Uso de la fauna silvestre del Lago de Tota. Peces, herpetos, aves y mamíferos. *Ambiente y Desarrollo* 13:81–99.
- MUÑOZ-SÁEZ, A., J.F. PEREZ-QUEZADA & C.F. ESTADES. 2017. Agricultural landscapes as habitat for birds in central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 90:1–12.
- NGOWI, A.V.F., T.J. MBISE, A.S.M. IJANI, L. LONDON & O.C. AJAYI. 2007. Smallholder vegetable farmers in Northern Tanzania: Pesticides use practices, perceptions, cost and health effects. *Crop Protection* 26:1617–1624.
- OKONYA, J.S. & J. KROSCHER. 2015. A Cross-Sectional Study of Pesticide Use and Knowledge of Smallholder Potato Farmers in Uganda. *BioMed Research International* 2015: 1–9.
- PRETTY, J. & Z.P. BHARUCHA. 2015. Integrated pest management for sustainable intensification of agriculture in Asia and Africa. *Insects* 6:152–182.
- RENJIFO, L.M., A.M. AMAYA-VILLARREAL, J. BURBANO-GIRÓN & J. VELÁSQUEZ-TIBATÁ. 2016. Libro rojo de aves de Colombia, Volumen 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. Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt, Bogotá, D. C., Colombia.
- RENJIFO, L.M., M.F. GOMEZ, J. VELÁSQUEZ-TIBATÁ, Á.M. AMAYA-VILLARREAL, G.H. KATTAN, J.D. AMAYA-ESPINEL & J. BURBANO-GIRÓN. 2014. Libro rojo de aves de Colombia, Volumen I: bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica. P. In: Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia.
- SETTLE, W., M. SOUMARÉ, M. SARR, M.H. GARBA & A.S. POISOT. 2014. Reducing pesticide risks to farming communities: Cotton farmer field schools in Mali. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 369:20120277.
- TINJACÁ LÓPEZ, D.M. 2013. Formulación de estrategias de planificación ambiental y sectorial en la cuenca del Lago de Tota, fundamentadas en los objetivos de oferta, demanda, calidad, riesgo y gobernanza establecidos en la política nacional para la gestión integral del recurso hídrico. Bogotá- Colombia.
- VALENCIA, I.D. & D. ARMENTERAS. 2004. Modelo de hábitat y distribución de la alondra (*Eremophila alpestris peregrina*) en el altiplano cundiboyacense, Colombia. *Ornitología Colombiana* 2:25–36.
- WOODS, M., R.A. MCDONALD & S. HARRIS. 2003. Predation of wildlife by domestic cats *Felis catus* in Great Britain. *Mammal Review* 33:174–188.
- YOUNGBERG, E., A. MACIAS & A. PANJABI. 2010. Density and Reproductive Success of breeding birds in the Mountains To Plains project area in Northern Colorado: Final Report. Brighton.
- ZULUAGA-BONILLA, J.E. & D.C. MACANA-GARCÍA. 2016a. *Eremophila alpestris*. Libro rojo de aves de Colombia Volumen 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.: 335–339. Bogotá- Colombia.
- ZULUAGA-BONILLA, J.E. & D.C. MACANA-GARCÍA. 2016b. La avifauna actual del lago de Tota, Boyacá (Colombia): área importante para la conservación de las aves. *Biota Colombiana* 17: 131–155.

Recibido: 21 de marzo de 2019 Aceptado: 23 de agosto de 2020