

Registros de individuos de *Cistothorus apolinari* durante un proceso de dragado en Cucunubá y Palacio (Cundinamarca, Colombia)*

José A. Cuéllar-Cardozo^a

Recibido: 27/11/2025 | **Aceptado:** 22/07/2026

Cómo citar: J. A. Cuéllar-Cardozo, "Registros de individuos de *Cistothorus apolinari* durante un proceso de dragado en Cucunubá y Palacio (Cundinamarca, Colombia)", *Rev. Fac. Cienc. Básicas*, vol. 20, n.º 2, 8348, 2026. <https://doi.org/10.18359/rfcb.8348>

Resumen: El cucarachero de Apolinar (*Cistothorus apolinari*) es un ave endémica de Colombia y categorizada en peligro de extinción, debido a la degradación de los humedales en el altiplano cundiboyacense. El complejo lacustre Cucunubá-Palacio es un ecosistema afectado por actividades periódicas de dragado y remoción de macrófitas, pero donde se ha registrado la especie. Se realizaron muestreos mediante transectos libres durante seis meses (agosto del 2024-enero del 2025), y se acumuló un esfuerzo de 36 horas semanales para un total de 936 horas durante el periodo de muestreo. De manera complementaria, se caracterizó la estructura del hábitat en los puntos de avistamiento y se analizaron las asociaciones mediante un análisis de componentes principales. Se registraron 69 avistamientos, con una marcada agregación espacial en los sectores centro y norte de la laguna de Cucunubá, caracterizados por densas coberturas de *Schoenoplectus californicus* y *Typha angustifolia*. Los análisis revelaron que la presencia del cucarachero está fuertemente condicionada por la densidad vegetal, la profundidad del agua y la proximidad a los focos de perturbación antrópica. Estos hallazgos impulsaron la designación de 5,2 hectáreas de áreas de exclusión y protección dentro del complejo lacustre. Estas acciones no solo mitigan la declinación de *C. apolinari* y preservan la avifauna nativa asociada, sino que subrayan la prioridad de establecer programas de monitoreo a largo plazo y estrategias de conservación dirigidas en el altiplano cundiboyacense.

Palabras clave: conservación; disturbio antrópico; ecología de aves; humedales altoandinos.

* Artículo de investigación.

a Laboratório de Ecologia e Conservação, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará (Brasil). Programa de Pós-graduação em Ecologia, Universidade Federal do Pará.
Correo electrónico: josecuellar1094@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5831-6038>

Individual Records on Cistothorus apolinari during a process of Dredging in Cucunubá and Palacio (Cundinamarca, Colombia)

Abstract: The Apolinar's Wren (*Cistothorus apolinari*) is a bird endemic to Colombia, categorized as endangered due to the degradation of wetlands in the Cundiboyacense high plateau. The Cucunubá-Palacio lake complex is an ecosystem affected by periodic dredging and macrophyte removal activities, but where the species has been recorded. Sampling was conducted using free transects over six months (August 2024–January 2025), accumulating an effort of 36 hours per week for a total of 936 hours during the sampling period. In a complementary manner, habitat structure was characterized at the sighting points, and associations were analyzed using a principal component analysis. A total of 69 sightings were recorded, with a marked spatial aggregation in the central and northern sectors of the Cucunubá lagoon, characterized by dense coverage of *Schoenoplectus californicus* and *Typha angustifolia*. The analyses revealed that the presence of the wren is strongly conditioned by vegetation density, water depth, and proximity to sources of anthropogenic disturbance. These findings led to the designation of 5.2 hectares of exclusion and protection areas within the lake complex. These actions not only mitigate the decline of *C. apolinari* and preserve the associated native avifauna, but also underscore the priority of establishing long-term monitoring programs and targeted conservation strategies in the Cundiboyacense high plateau.

Keywords: conservation; anthropogenic disturbance; bird ecology; high Andean wetlands.

Registros de indivíduos de Cistothorus apolinari durante um processo de dragagem em Cucunubá e Palacio (Cundinamarca, Colômbia)

Resumo: O cucarachero-de-apolinar (*Cistothorus apolinari*) é uma ave endêmica da Colômbia, categorizada como em perigo de extinção devido à degradação dos pantanais no planalto cundiboyacense. O complexo lacustre Cucunubá-Palacio é um ecossistema afetado por atividades periódicas de dragagem e remoção de macrófitas, mas onde a espécie foi registrada. Foram realizadas amostragens por meio de transectos livres durante seis meses (agosto de 2024 a janeiro de 2025), acumulando um esforço de 36 horas semanais, totalizando 936 horas durante o período de amostragem. De forma complementar, foi caracterizada a estrutura do habitat nos pontos de avistamento, e as associações foram analisadas por meio de uma análise de componentes principais. Foram registrados 69 avistamentos, com marcada agregação espacial nos setores centro e norte da lagoa de Cucunubá, caracterizados por densas coberturas de *Schoenoplectus californicus* e *Typha angustifolia*. As análises revelaram que a presença do cucarachero está fortemente condicionada pela densidade vegetal, pela profundidade da água e pela proximidade de focos de perturbação antrópica. Essas descobertas impulsionaram a designação de 5,2 hectares de áreas de exclusão e proteção dentro do complexo lacustre. Essas ações não apenas mitigam o declínio de *C. apolinari* e preservam a avifauna nativa associada, mas também destacam a prioridade de estabelecer programas de monitoramento de longo prazo e estratégias de conservação direcionadas no planalto cundiboyacense.

Palavras-chave: conservação; distúrbio antrópico; ecologia de aves; zonas úmidas alto-andinas.

Introducción

El cucarachero de Apolinar (*Cistothorus apolinari*), también conocido como cucarachero de pantano, es un ave de la familia Troglodytidae, endémica del centro de Colombia. Morfológicamente, se caracteriza por un tamaño promedio de 12 cm, una coloración distintiva entre amarillo, crema y marrón, así como un canto enérgico, rítmico y de tono áspero [1]. Su distribución geográfica está restringida a sitios puntuales en el sector norte-centro de la cordillera Oriental, entre los departamentos de Boyacá (Sierra Nevada del Cocuy y lago de Tota) y Cundinamarca (valle de Ubaté, sabana de Bogotá y páramo de Sumapaz), donde habita en elevaciones entre los 2500 y 4000 m s. n. m. [1]-[4].

Específicamente, en las regiones de la sabana de Bogotá y el valle de Ubaté, el cucarachero de Apolinar vive en grupos de dos a doce individuos, en zonas inundables como pantanos, lagunas y humedales, donde se ha registrado una preferencia de esta ave por zonas con grandes concentraciones de especies de juncos (*Schoenoplectus californicus* y *Typha angustifolia*) [5]-[7]. Esta selección de microhábitat responde a las características estructurales de la vegetación emergente, la cual facilita los procesos de nidificación y ofrece refugio contra depredadores [5]. Asimismo, evaluar el vínculo entre la especie y los atributos de su entorno proporciona un marco analítico idóneo para predecir la capacidad de respuesta y vulnerabilidad de este cucarachero frente a las perturbaciones antropogénicas actuales [8]-[10].

Actualmente, *C. apolinari* enfrenta una severa reducción poblacional debido a la pérdida antropogénica de su hábitat, impulsada por la expansión agropecuaria y urbanística, el deterioro y la contaminación de las fuentes hídricas, y los procesos de dragado y remoción de macrófitas orientados a la recuperación artificial de espejos de agua [2], [4]. En consecuencia, la especie se encuentra catalogada en *peligro crítico* (CR) en el *Libro rojo de aves de Colombia* [4]. Su condición de endemismo, su asociación estricta a humedales y páramos, y su alto riesgo de extinción convierten a este cucarachero en un organismo de gran relevancia para diversos sectores. Para los observadores de aves, representa

un objetivo prioritario debido a su rareza; para las corporaciones autónomas regionales, funciona como especie bandera en campañas de conservación de ecosistemas acuáticos; y para la comunidad científica, constituye un modelo de estudio clave para evaluar el impacto de las actividades antrópicas en los humedales altoandinos [2], [7].

Durante las últimas dos décadas, las investigaciones sobre la distribución poblacional y las preferencias de hábitat de *C. apolinari* se han concentrado principalmente en los humedales del área metropolitana de Bogotá [5]-[7], [11], [12]. Asimismo, existen registros puntuales en la laguna de Fúquene y el lago de Tota [13]-[16]. La relevancia histórica de estos sitios en el estudio de *C. apolinari* radica en la constante presión antrópica que ejercen las actividades humanas sobre dichos cuerpos de agua, sumado a su importancia estratégica como fuentes de abastecimiento hídrico para los municipios aledaños y como refugios para el sostenimiento de la biodiversidad regional [4], [7], [17].

Por otro lado, la investigación en otros cuerpos de agua donde se puede encontrar al cucarachero ha sido limitada. En las lagunas de Cucunubá y Palacio, los últimos registros de la especie fueron en el 2003 y el 2007, respectivamente, por parte de investigadores como [18] y publicaciones como las de [4], además de menciones superficiales en el trabajo de [6]. No obstante, recientemente se han vuelto a avistar individuos de *C. apolinari* en Cucunubá y Palacio por parte de observadores de aves y biólogos que monitorean los procesos de dragado realizados por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) y sus contratistas (Consorcio Dragados, comunicación personal, 10 de junio del 2024). Ante este escenario, y considerando la escasez de información sobre la especie en la zona, el presente estudio tuvo como objetivo realizar un primer acercamiento a las poblaciones del cucarachero de Apolinar en el complejo lacustre Cucunubá-Palacio y evaluar su distribución espacial durante las actividades de dragado. Con esto, se busca generar bases científicas para conservar la especie en una zona de su distribución históricamente relegada que actualmente enfrenta un severo impacto antropogénico.

Materiales y métodos

Área de estudio

El complejo lacustre de Cucunubá-Palacio (CL-CuPa) está localizado en la provincia del valle de Ubaté, entre los municipios de Villa de San Diego de Ubaté al sureste, Sutatausa al sur y Cucunubá al norte, en la zona norte del departamento de Cundinamarca, Colombia (figura 1). Presenta una temperatura media anual de 13 °C, precipitación promedio anual de 866 mm y una altitud de 2545 m [19]. Este complejo lacustre está conformado por dos cuerpos de agua lénticos conectados entre sí por un canal, que son alimentados por las quebradas Pueblo Viejo y San Isidro desde los municipios de Cucunubá y Lenguazaque, respectivamente [20]-[22]. Históricamente, el complejo

estaba rodeado por parches de bosque altoandino y matorrales xerofíticos, pero en la actualidad presenta un paisaje dominado por pastizales para producción lechera [22]. El complejo lagunar presenta un perímetro de 12,9 km, un área total de 3,99 km² y una profundidad máxima de 3,08 m. Previo al proceso de dragado (diciembre del 2022), el espejo de agua era de 0,59 km² y en el último avance de dragado (diciembre del 2024) detectado el espejo de agua fue de 3,49 km².

Desde inicios del 2022, la CAR ha implementado un proceso de dragado continuo para controlar el afloramiento masivo de macrófitas (juncos, enes y buchón de agua, entre otras) que cubren la superficie lacustre (Consorcio Dragados, comunicación personal, febrero del 2025). El objetivo del proyecto de dragado era rehabilitar el ecosistema de las lagunas de Cucunubá y Palacio, a través de la

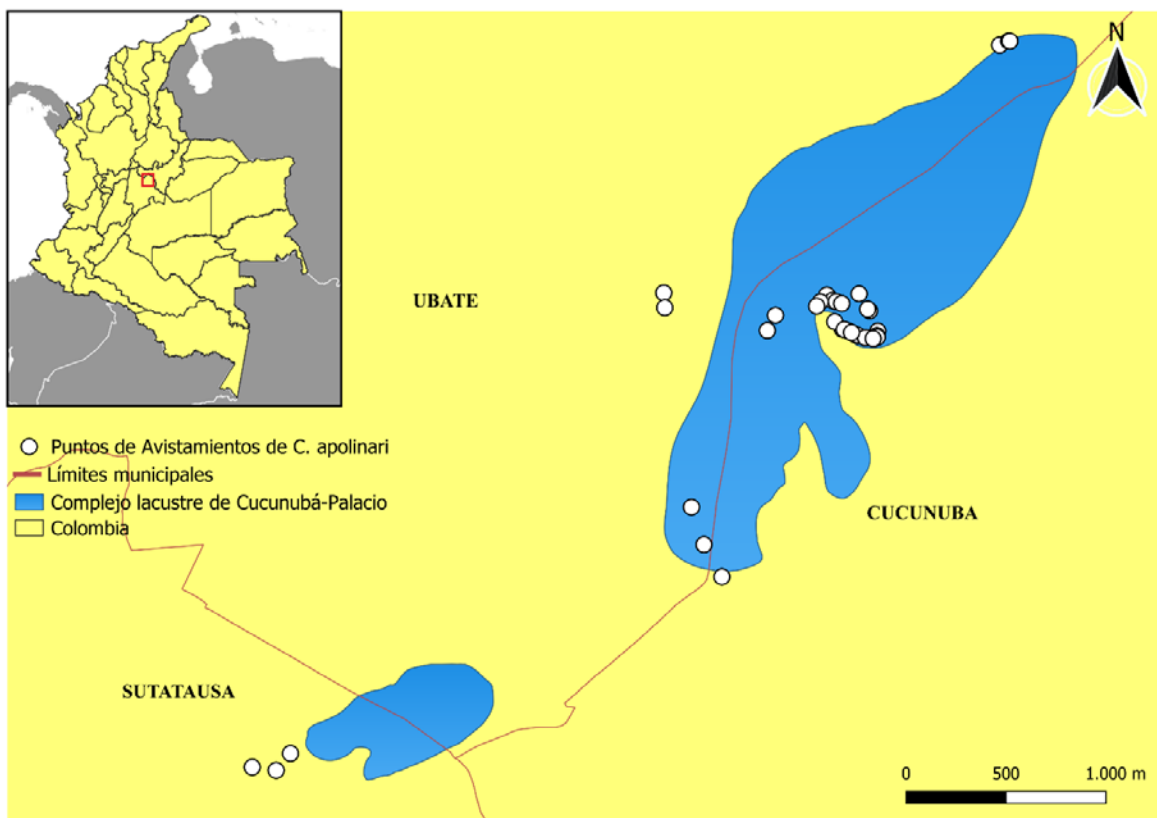


Figura 1. Área de estudio en el complejo lacustre de Cucunubá y Palacio, y ubicación de los registros de avistamiento de *C. apolinari* en el Centro de Endemismo de Belém, en el este de la Amazonia brasileña, y patrón espacial de la densidad de registros de *C. apolinar* basado en la estimación de densidad de Kernel

Nota: las densidades más altas se representan con colores cálidos, mientras que las más bajas se representan con colores más oscuros.

rehabilitación hidrogeomorfológica del vaso de estas, junto con la rehabilitación de las comunidades vegetales acuáticas y terrestres y la rehabilitación del hábitat de la fauna nativa. Para ello, utilizando maquinaria retroexcavadora terrestre y anfibia, se hizo la remoción diaria durante 16 horas, aproximadamente, de material vegetal (aglomeraciones de *S. californicus* y *T. angustifolia*) en un área aproximada de una hectárea, dentro del CLCuPa. Este escenario de intervención antrópica constituye el contexto permanente durante la realización del estudio, con fecha de finalización a mediados de junio del 2025.

Registro de *C. apolinari*

La fase de campo se realizó entre agosto del 2024 y enero del 2025. Para el inicio de la fase de campo, el proceso de dragado se encontraba en etapas finales, ya que un área considerable de la laguna ya era espejo de agua. En cada zona se realizaron recorridos diurnos libres continuos tipo transecto, tanto terrestres como en lancha, dentro del área adyacente del CLCuPa. Esto incluyó los sistemas riparios y lacustres de la laguna, así como los predios circundantes donde se depositó el sedimento procedente del dragado. Todos los recorridos

se realizaron entre las 6:00 y las 16:00 horas, con una duración y distancia promedio de tres horas y cuatro kilómetros. Toda el área de estudio fue muestreada tres veces por semana (dos recorridos terrestres y uno en lancha), lo cual representó un esfuerzo de muestreo de 36 horas semanales durante los seis meses del estudio, que totalizaron 216 horas de observación por investigador, con dos investigadores que trabajaron de manera simultánea en transectos diferentes. Durante estos recorridos, se empleó la observación directa con binoculares, junto con el uso de grabaciones de llamados de la especie provenientes de la base de datos de eBird, para captar la atención de las aves y facilitar su visibilidad.

Los registros se hicieron de manera visual y auditiva y, en caso de que fuera posible, se tomaron registros fotográficos de los individuos (figura 2). En cada avistamiento se registró la fecha, la hora y las coordenadas para evitar al máximo la duplicidad y mejorar la precisión espacial de la distribución.

Caracterización del hábitat

Para la caracterización del hábitat utilizado por *C. apolinari*, se delimitaron parcelas circulares de



Figura 2. Hábitat y registros fotográficos. a) Ejemplo de punto de observación durante los recorridos en lancha; b) y c) Registros fotográficos de individuos de *C. apolinari*

3 m de radio en todos los puntos donde se avistó la especie. Dentro de cada parcela se registraron las características ambientales y la composición de la vegetación, según categorías preestablecidas en literatura (véase tabla 1) [6], [23]. La altura promedio de la vegetación y profundidad se midieron *in situ*. La densidad de vegetación se midió con una tabla de perfil de vegetación y un comparador con medidas de 3 × 1 de acuerdo con la metodología de [6]. Para determinar la posición relativa de las parcelas, se midieron las distancias tanto a las zonas de dragado activo como al litoral mediante el análisis de imágenes satelitales actualizadas y datos georreferenciados proporcionados por la CAR y sus contratistas.

Análisis de datos

Para evaluar la densidad espacial de los registros de *C. apolinari* en el CLCuPa, se aplicó una estimación de densidad de Kernel en QGIS 3.36.1 utilizando las coordenadas geográficas de los registros de avistamiento. Este análisis permitió identificar áreas con concentraciones relativamente altas de registros y visualizar los patrones de distribución espacial de la especie en el área de estudio [24], [25]. En el presente estudio, cada evento de avistamiento

se consideró una muestra, que resultó en 38 unidades de muestreo, sobre las cuales se realizó un análisis de componentes principales (PCA) para identificar y resumir los principales gradientes ambientales del área de estudio [26], [27].

Para finalizar, se evaluó el horario de actividad en los avistamientos a partir del conjunto de datos, incluidas curvas de suavizado LOESS (*Locally Estimated Scatterplot Smoothing*), el cual es un método estadístico no paramétrico utilizado para ajustar una curva suave a un diagrama de dispersión de datos [28], [29]. Todos los análisis se realizaron en R versión 4.6.1 mediante los paquetes *FactoMineR*, *factoextra* y *lubridate*; los gráficos se crearon con los paquetes *ggplot2* [26], [30].

Resultados

Se registró un total de 69 avistamientos de *C. apolinari* durante los seis meses de estudio (tabla 1). La distribución espacial de los individuos exhibió un patrón agregado, en el cual las zonas con mayor densidad de registros se concentraron principalmente en los sectores centro, norte y Palacio. En contraste, la mayoría de las áreas restantes presentaron una densidad baja o nula de avistamientos (figura 3).

Tabla 1. Avistamientos de *C. apolinari* junto con las características ambientales y la composición de la vegetación, según categorías preestablecidas en literatura, presentes en cada zona de muestreo en el complejo lacustre de Cucunubá y Palacio (n = 69)

Individuos avistados	Fecha del registro	Hora de registro	Altura vegetación (m)	Especie vegetal dominante	Densidad de la especie vegetal (%)	Profundidad (m)	Distancia a impacto (m)	Distancia a litoral (m)
3	12/8/2024	9:48	2,55	<i>S. californicus</i>	0,88	2,53	80,13	143,12
1	13/8/2024	10:12	2,59	<i>S. californicus</i>	0,92	2,44	86,57	201,70
3	21/8/2024	9:21	2,14	<i>S. californicus</i>	0,79	2,52	289,17	13,55
3	22/8/2024	9:53	2,48	<i>S. californicus</i>	0,85	2,45	271,15	9,64
4	23/8/2024	11:35	2,03	<i>S. californicus</i>	0,94	2,58	123,89	131,04
3	24/8/2024	12:46	2,18	<i>S. californicus</i>	0,77	2,49	187,42	124,65
1	5/9/2024	12:23	3,46	<i>S. californicus</i>	0,90	0,57	292,00	299,00
3	6/9/2024	9:14	2,56	<i>S. californicus</i>	0,83	2,46	1333,00	1325,00

Continúa

Continuación Tabla 1. Avistamientos de *C. apolinari* junto con las características ambientales y la composición de la vegetación, según categorías preestablecidas en literatura, presentes en cada zona de muestreo en el complejo lacustre de Cucunubá y Palacio (n = 69)

Individuos avistados	Fecha del registro	Hora de registro	Altura vegetación (m)	Especie vegetal dominante	Densidad de la especie vegetal (%)	Profundidad (m)	Distancia a impacto (m)	Distancia a litoral (m)
2	7/9/2024	10:17	2,11	<i>S. californicus</i>	0,96	2,59	233,88	16,49
1	8/9/2024	10:27	2,07	<i>S. californicus</i>	0,81	2,42	320,58	76,33
1	11/9/2024	9:46	2,05	<i>S. californicus</i>	0,89	1,54	233,71	270,49
1	12/9/2024	10:07	1,92	<i>S. californicus</i>	0,76	1,47	264,36	248,14
1	13/9/2024	15:58	1,59	<i>T. angustifolia</i>	0,95	0,48	228,21	162,13
5	20/9/2024	9:26	2,02	<i>S. californicus</i>	0,52	0,00	2343,86	−67,75
2	21/9/2024	9:55	1,96	<i>S. californicus</i>	0,48	0,00	2251,03	−172,16
1	22/9/2024	10:05	2,07	<i>S. californicus</i>	0,61	0,00	2145,57	−271,80
2	23/9/2024	8:44	2,44	<i>S. californicus</i>	0,84	1,93	66,05	19,32
2	24/9/2024	9:13	2,53	<i>S. californicus</i>	0,91	2,05	159,98	49,75
1	25/9/2024	9:57	1,35	<i>S. californicus</i>	0,45	0,00	927,9	−38,76
1	26/9/2024	10:06	1,28	<i>S. californicus</i>	0,58	0,00	905,03	−289,04
1	4/10/2024	9:38	2,58	<i>S. californicus</i>	0,87	1,98	76,64	12,70
1	9/10/2024	9:32	2,41	<i>S. californicus</i>	0,78	2,06	1291,46	95,56
1	10/10/2024	9:42	2,49	<i>S. californicus</i>	0,93	1,95	1392,13	146,40
1	16/10/2024	9:27	2,55	<i>S. californicus</i>	0,80	2,01	128,13	124,93
2	17/10/2024	9:36	2,43	<i>S. californicus</i>	0,86	1,91	104,20	16,49
2	18/10/2024	9:56	2,54	<i>S. californicus</i>	0,97	2,8	137,96	56,58
1	5/11/2024	9:01	2,52	<i>S. californicus</i>	0,82	2,96	225,83	156,04
1	6/11/2024	9:05	2,45	<i>S. californicus</i>	0,79	2,03	1310,54	49,72
1	7/11/2024	9:15	2,59	<i>S. californicus</i>	0,90	3,02	1247,78	17,60
2	8/11/2024	8:13	2,47	<i>T. angustifolia</i>	0,88	1,94	140,44	26,12
1	9/11/2024	8:21	2,51	<i>T. angustifolia</i>	0,94	2,07	407,90	200,76
1	18/11/2024	8:36	2,42	<i>S. californicus</i>	0,83	2,99	152,64	65,50
1	19/11/2024	8:48	2,56	<i>S. californicus</i>	0,76	3,05	81,86	19,40
2	20/12/2024	12:16	2,46	<i>S. californicus</i>	0,91	2,92	94,58	0,55
5	30/12/2024	9:13	3,57	<i>S. californicus</i>	0,85	2,54	2429,8	3,72
2	2/1/2025	8:45	3,44	<i>S. californicus</i>	0,89	2,47	2432,64	3,74
2	30/1/2025	9:38	2,53	<i>S. californicus</i>	0,98	2,59	163,58	20,49
1	31/1/2025	9:43	2,45	<i>S. californicus</i>	0,82	2,45	364,56	40,9

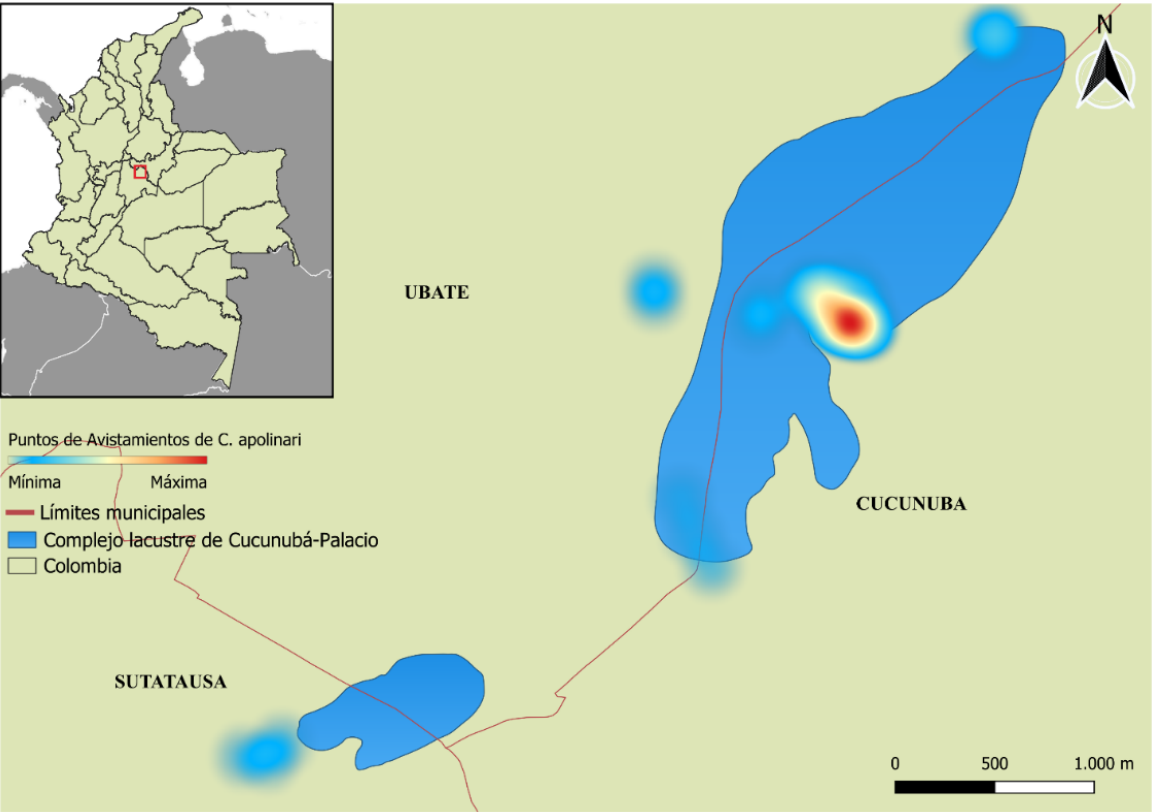


Figura 3. Patrón espacial de la densidad de registros de *C. apolinar* basado en la estimación de densidad de Kernel
Nota: las densidades más altas se representan con colores cálidos, mientras que las más bajas se representan con colores más oscuros.

Los dos primeros ejes del PCA explicaron el 73,23 % de la varianza total de las variables ambientales: el 50,16 % (eje 1) y el 23,07 % (eje 2). En el primer eje, la altura de la vegetación, la densidad vegetal, la profundidad y distancia al litoral presentaron correlaciones positivas; mientras que, en el segundo eje, la altura de vegetación y distancia al impacto tuvieron correlaciones positivas (tabla 2). Visualmente, un grupo grande de avistamientos se ven correlacionados de forma positiva a la profundidad y densidad vegetal, y correlacionado de manera negativa con la distancia al impacto (figura 4).

Respecto al patrón temporal, el modelado mediante LOESS permitió identificar una tendencia clara en la frecuencia de avistamientos, y se concentró la mayor cantidad de registros entre las 9:00 y las 12:00 horas, con una marcada representatividad durante agosto y septiembre del 2024 (figura 5).

Tabla 2. Cargas de las variables ambientales en los dos primeros ejes del PCA se calcularon utilizando el conjunto de variables ambientales

Variables	PCA 1	PCA 2
Altura vegetación (m)	0,43	0,44
Densidad de la especie vegetal (%)	0,51	−0,06
Profundidad (m)	0,50	−0,04
Distancia a impacto (m)	−0,28	0,87
Distancia a litoral (m)	0,48	0,21
<i>Eigenvalues</i>	2,51	1,15
<i>Broken-stick</i>	1,15	1,28
Explicación (%)	50,16	23,07

PCA: análisis de componentes principales.

Nota: las variables con cargas > 0,5 aparecen en negrita.

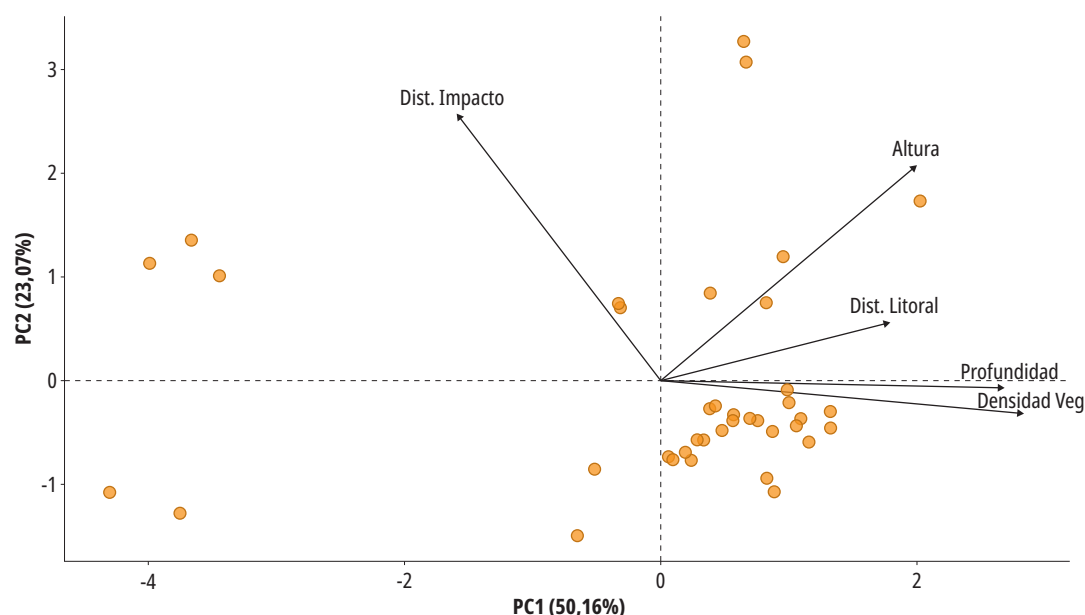


Figura 4. Ordenación de variables ambientales mediante análisis de componentes principales

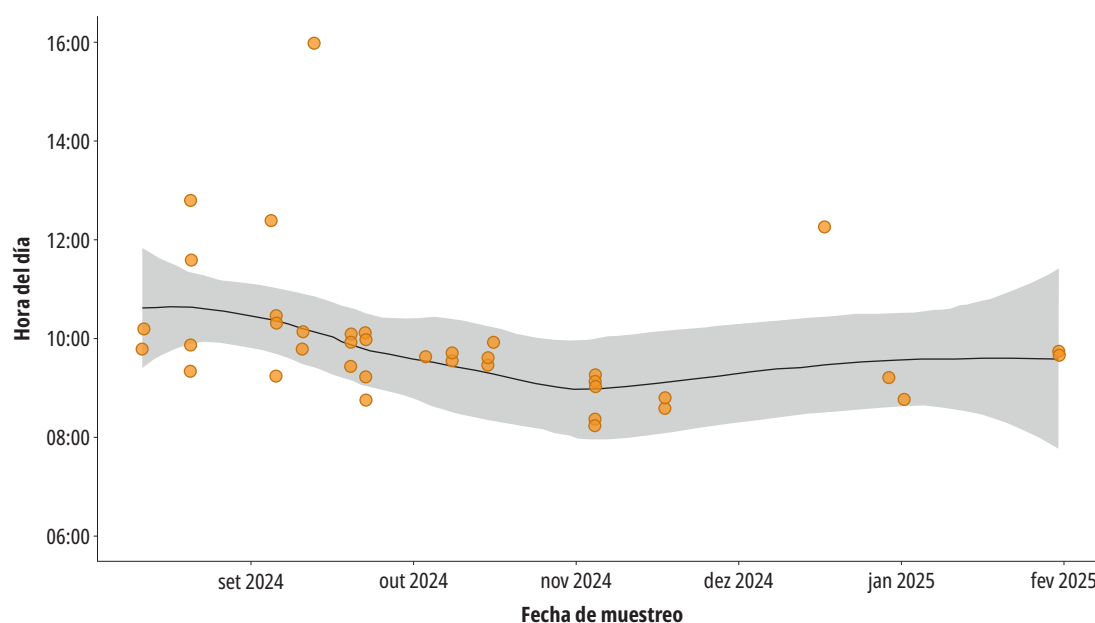


Figura 5. Patrón de avistamientos del *C. apolinari* ajustado al modelo de tendencia estadística de LOESS (línea continua), intervalo de confianza (95 %; área sombreada), y los registros puntuales de avistamientos (puntos naranjas)

Discusión

Se detectó un total de 69 avistamientos de *C. apolinari* durante el tiempo de muestreo, con una tendencia fácilmente reconocible en la parte centro-norte de la laguna de Cucunubá. Esta mayor

concentración de avistamientos coincide con la presencia dominante de macrófitas como *S. californicus* y *T. angustifolia*, y concuerda con lo que la literatura define en cuanto a la preferencia que tiene la especie por este tipo de coberturas vegetales [4], [6], [7], [12], [15]. No obstante, la cuantificación

del tamaño poblacional absoluto a partir de registros visuales directos en un corto plazo presenta limitaciones metodológicas intrínsecas asociadas a la detectabilidad de la especie [6], [16]. Esta restricción analítica se acentúa por el comportamiento críptico y la alta fidelidad territorial de *C. apolinari*; por consiguiente, es altamente probable que la población real sea mayor a la detectada mediante censos visuales, tal como se ha reportado en la sabana de Bogotá [6], [7], [12].

Con base en estudios previos en la región que sugieren que los avistamientos visuales representan entre el 17 % y el 20 % del tamaño poblacional efectivo [6], [16], se podría estimar una población potencial de 345 a 405 individuos en el CLCuPa; sin embargo, para corroborar esta proyección, es indispensable incrementar el esfuerzo de muestreo temporal y espacial en el área de influencia del complejo.

Respecto a las asociaciones entre los avistamientos y las variables ambientales, se observó una relación directa en la cual la profundidad del cuerpo de agua favorece una mayor densidad vegetal, lo que a su vez se traduce en un incremento en el número de registros de *C. apolinari*. Esta correspondencia responde a la estrecha preferencia de hábitat de la especie por zonas con alta densidad de juncos y enneas, coberturas que proporcionan las condiciones microclimáticas y estructurales óptimas para la anidación, el desarrollo de las crías, la protección contra depredadores y el forrajeo [5], [6], [7], [12], [31]. Este patrón coincide con hallazgos previos en poblaciones de este cucarachero en otros humedales altoandinos [4], [31].

Por otra parte, contrario a la expectativa de que *C. apolinari* evitaría las áreas de mayor perturbación, se documentaron numerosos avistamientos a distancias inferiores a 100 metros de zonas donde se ejecutaban actividades simultáneas de dragado y remoción vegetal. Este comportamiento responde a la limitada capacidad de dispersión de la especie, la cual no realiza migraciones ni desplazamientos a grandes distancias, así como a una alta filopatría por parte de los individuos, quienes restringen sus movimientos a parches de vegetación contiguos [3], [6].

En consecuencia, incluso ante perturbaciones severas en su entorno inmediato, las poblaciones locales no efectúan desplazamientos evasivos significativos, y se mantienen en el área hasta que la pérdida del hábitat es total [7], [12], [31].

Entre los efectos previstos se ha planteado que la eliminación parcial del hábitat induce el desplazamiento de las aves hacia áreas contiguas no impactadas, lo cual incrementa drásticamente la densidad local de individuos y, por consiguiente, reduce la disponibilidad de recursos per cápita (F. Gary Stiles, comunicación personal, noviembre del 2025); no obstante, la escasez de investigaciones sistemáticas sobre los efectos ecológicos directos de las actividades antrópicas dificulta precisar el alcance real de las presiones ejercidas por las obras de dragado institucional, la expansión humana y factores biológicos como el parasitismo de nidadas por *Molothrus bonariensis* en esta zona de la distribución del cucarachero [7], [17].

Adicionalmente, la notable ausencia de registros históricos recientes evidencia la falta de un monitoreo sistemático en el área, pese a las sugerencias previas de diversos expertos sobre la probable persistencia de la especie en este sistema lacustre (L. Rosselli, comunicación personal, agosto del 2024). Antes de la ejecución del presente estudio, los registros confirmados en el complejo Cucunubá-Palacio eran escasos: el último avistamiento validado en la laguna de Cucunubá databa del 2018 (seis años previos a este trabajo) [2]; mientras que el último registro previo confirmado en la laguna de Palacio ocurrió en el 2003 (21 años antes del presente trabajo) [4], [18]. Por ello, y gracias a la labor de los biólogos, en el CLCuPa se implementaron medidas de conservación adaptativa, incluida la delimitación de áreas de conservación de 4,2, 0,7 y 0,3 hectáreas, respectivamente. En estas zonas se establecieron protocolos de monitoreo y se restringieron de modo permanente las actividades de dragado, una acción coordinada entre la autoridad ambiental y los ejecutores de la obra para compatibilizar la gestión del humedal con la preservación de la especie (CAR, comunicación personal, febrero del 2025; Consorcio Dragados, comunicación personal, agosto del 2025); sin embargo,

estas acciones son apenas un alivio superficial y es necesario que se promuevan investigaciones que estimen la densidad poblacional del cucarachero en estas zonas (especialmente en las más alejadas de los dragados), con el fin de minimizar la posible llegada de individuos desplazados de las áreas dragadas (F. Gary Stiles, comunicación personal, noviembre del 2025).

A manera de conclusión, la población de *C. apolinari* registrada en el CLCuPa, al igual que otras poblaciones localizadas en otros sectores del altiplano cundiboyacense, depende críticamente de la presencia de parches de vegetación acuática dominados por *S. californicus* y *T. angustifolia*. Si bien los procesos de dragado y remoción de macrófitas implementados por la CAR son necesarios para prevenir la colmatación de los cuerpos de agua, los resultados presentados en este estudio demuestran la urgente necesidad de establecer áreas de conservación permanentes donde se restrinja la remoción de vegetación. Estas medidas son esenciales no solo para la protección del cucarachero de Apolinar, sino también para otras especies de avifauna nativa de la sabana de Bogotá que comparten esta dependencia ecológica [12]. La implementación de zonas de amortiguamiento y protocolos de manejo particulares para cada cuerpo de agua podría permitir conciliar los objetivos de mantenimiento hidráulico con la conservación de la biodiversidad en estos ecosistemas altoandinos.

Referencias

- [1] S. L. Hilty y W. L. Brown, *A guide to the birds of Colombia*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1986.
- [2] Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), *Plan de manejo y conservación de cucarachero de Apolinar (Cistothorus apolinari) en la jurisdicción de la CAR* [Plan de manejo]. Bogotá: CAR, 2018. Disponible en: <https://car1.car.gov.co/uploads/files/60d379f2217b3.pdf>
- [3] A. S. Espinosa-Blanco, J. R. Salamanca y P. Rodríguez-A., “Una nueva localidad para el cucarachero de pantano (*Cistothorus apolinari*: Troglodytidae) en Sogamoso, Boyacá”. *Ornitología Colomb.*, n.º 8, pp. 78-92, 2009. Disponible en: <https://asociacioncolombiana-deornitologia.org/wp-content/uploads/revista/oc8/Espinosa.pdf>
- [4] L. M. Renjifo, A. M. Amaya-Villareal, J. Burbano-Girón et al., *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: Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2016. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Libro-Rojo-de-Aves-de-Colombia-Volumen-II.pdf>
- [5] A. Morales-Rozo, “Notas sobre los sitios de anidación del cucarachero de pantano (*Cistothorus apolinari*)”. *Bol. SAO*, vol. 15, n.º 2, pp. 61-68, 2005. Disponible en: <https://www.sao.org.co/publicaciones/boletinsao/07-Morales-Cistothorus.pdf>
- [6] A. Morales-Rozo y S. De La Zerda, “Caracterización y uso de hábitat del cucarachero de pantano *Cistothorus apolinari* (Troglodytidae) en humedales de la cordillera Oriental de Colombia”. *Ornitología Colomb.*, n.º 2, pp. 4-18, 2004. Disponible en: <https://asociacioncolombiana-deornitologia.org/wp-content/uploads/revista/oc2/Morales.pdf>
- [7] J. C. Rodríguez-Linares, S. Chaparro-Herrera, A. Sua-Becerra et al., “Estado poblacional del cucarachero de pantano, *Cistothorus apolinari* (Passeriformes: Troglodytidae) en siete humedales de la sabana de Bogotá, Colombia”. *Rev. Biol. Trop.*, vol. 67, n.º 6, pp. 1257-1268, 2019. <https://doi.org/10.15517/rbt.v67i6.35619>
- [8] S. Cantrell, C. Cosner y S. Ruan, eds., *Spatial ecology*. Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC, 2010.
- [9] D. C. Coleman, *Big ecology: the emergence of ecosystem science*. Berkeley, CA: University of California Press, 2010. <https://doi.org/rhmvw>
- [10] C. Kemp, “Museums: the endangered dead”. *Nature*, vol. 518, n.º 7539, pp. 292-294, 2015. <https://doi.org/10.1038/518292a>
- [11] D. R. Caro-R y O. Laverde-R., “Descifrando el patrón vocal de un ave endémica amenazada: un caso de estudio con el cucarachero de Apolinar (*Cistothorus apolinari*) en el páramo de Sumapaz”. *Ornitología Colomb.*, n.º 25, pp. 19-24, 2024. <https://doi.org/10.59517/oc.e577>
- [12] L. Rosselli y F. G. Stiles, “Local and landscape environmental factors are important for the conservation of endangered wetland birds in a high Andean plateau”. *Waterbirds*, vol. 35, n.º 3, pp. 453-469, 2012. <https://doi.org/10.1675/063.035.0310>
- [13] L. R. Bohórquez, *Medidas de conservación del espejo de agua de la laguna de Fúquene* [Tesis de pregrado]. Cajicá, Colombia: Universidad Militar Nueva Grana-

- da, 2023. Disponible en: <https://repository.umng.edu.co/items/cb70b5db-7348-4a3b-886f-743ba9c64997>
- [14] S. Chaparro-Herrera, A. Lopera-Salazar, F. G. Stiles et al., “Aves del departamento de Cundinamarca, Colombia: conocimiento, nuevos registros y vacíos de información”. *Biota Colomb.*, vol. 19, n.º 1, pp. 160-189, 2018. <https://doi.org/10.21068/c2018.v19n01a11>
- [15] L. Rosselli, J. C. Rodríguez, H. D. Benítez et al., “Llamado urgente para la conservación de la laguna de Fúquene, clave para la preservación de las aves acuáticas del altiplano cundiboyacense”. *Rev. Cient. ITTPA*, vol. 2, n.º 1, pp. 69-89, 2020. Disponible en: <https://ittpa.car.gov.co/uploads/files/5fe411064def0.pdf>
- [16] J. E. Zuluaga-Bonilla y D. C. Macana-García, “La avifauna actual del lago de Tota, Boyacá, Colombia: área importante para la conservación de las aves”. *Biota Colomb.*, vol. 17, n.º 2, pp. 138-184, 2016. <https://doi.org/10.21068/c2016.v17n02a10>
- [17] C. D. Cadena, “Taxonomía de *Cistothorus apolinari* (Troglodytidae), conceptos de especie y conservación de las aves amenazadas de Colombia: un comentario”. *Ornitol. Colomb.*, n.º 1, pp. 71-75, 2003. Disponible en: <https://asociacioncolombianadeornitologia.org/wp-content/uploads/revista/oc1/Cadena.pdf>
- [18] A. Morales-Rozo, G. Andrade y M. L. Rosas, “Aves acuáticas en las lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio. Inventario, estado actual e importancia para la conservación”, en *Fúquene, Cucunubá y Palacio. Conservación de la biodiversidad y manejo sostenible en un ecosistema lagunar andino*, L. Franco Vidal y G. Andrade, eds. Bogotá: Fundación Humedales e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2007, pp. 169-194.
- [19] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), *Estudio nacional del agua 2018*. Bogotá: Ideam, 2018. Disponible en: <https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/informes/publicacion-jue-23082018-1200>
- [20] Á. Andrade, ed., *Aplicación del enfoque ecosistémico en Latinoamérica*. Gland, Suiza: Commission on Ecosystem Management (CEM) y The World Conservation Union (IUCN), 2007. Disponible en: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/CEM-007.pdf>
- [21] L. M. Ramírez y L. M. Rojas, *Evaluación de la implementación de la Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia: caso de estudio complejo de humedales de Fúquene, Cucunubá y Palacio* [Tesis de maestría]. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2012. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/>
- [22] Unión Temporal Audicon Ambiotec, *Cuenca laguna de Cucunubá 2401-04. Informe de la fase de diagnóstico 2401-04. Elaboración de los estudios de diagnóstico, prospectiva y formulación para la cuenca hidrográfica de los ríos Ubaté y Suárez (departamento de Cundinamarca)* [Informe técnico]. Bogotá, 2006.
- [23] C. E. Bock y D. L. Larson, “Winter habitats of sapsuckers in southeastern Arizona”. *Condor*, vol. 88, n.º 2, pp. 246-247, 1986. <https://doi.org/10.2307/1368923>
- [24] I. A. Bartoszek, B. J. Smith, R. N. Reed et al., “Spatial ecology of invasive Burmese pythons in southwestern Florida”. *Ecosphere*, vol. 12, n.º 6, art. e03564, 2021. <https://doi.org/10.1002/ecs2.3564>
- [25] A. A. R. Marinho, G. D. De Gois, J. F. D. Oliveira-Júnior et al., “Temporal record and spatial distribution of fire foci in State of Minas Gerais, Brazil”. *J. Environ. Manage.*, vol. 280, art. 111707, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111707>
- [26] D. Borcard, F. Gillet y P. Legendre, *Numerical ecology with R*, 2.ª ed. Cham: Springer International Publishing, 2018. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-71404-2>
- [27] F. X. Palacio, M. J. Apodaca y J. V. Crisci, *Análisis multivariado para datos biológicos. Teoría y su aplicación utilizando el lenguaje R*. Buenos Aires: Fundación de Historia Natural Félix de Azara, 2020.
- [28] Y. Van der Hoek, A. M. Wilson, R. Renfrew et al., “Regional variability in extinction thresholds for forest birds in the north-eastern United States: an examination of potential drivers using long-term breeding bird atlas datasets”. *Divers. Distrib.*, vol. 21, n.º 6, pp. 686-697, 2015. <https://doi.org/10.1111/ddi.12327>
- [29] J. Walker y P. D. Taylor, “Using eBird data to model population change of migratory bird species”. *Avian Conserv. Ecol.*, vol. 12, n.º 1, art. 4, 2017. <https://doi.org/10.5751/ACE-0960-120104>
- [30] M. J. Crawley, *The R book*. Chichester: John Wiley & Sons, 2007. Disponible en: <https://www.isa.ulisboa.pt/cef/public/SAFMOD/textos/R/Michael%20J.%20Crawley%20-%20The%20R%20Book.pdf>
- [31] M. Patiño, *Variabilidad genética en dos subespecies de cucarachero, Cistothorus apolinari apolinari y Cistothorus apolinari hernandezi (Aves: Troglodytidae), mediante ADNmt* [Tesis de maestría]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2014. Disponible en: <https://bfrrepositorio.unal.edu.co/server/api/core/bitstreams/587ad463-a98a-4dda-90cf-da0fa80895f5/content>