Fundación Miguel Lillo
Tucumán
Argentina

Estructura y dinámica estacional de la avifauna en un humedal artificial de Cajamarca, Perú: evidencia de su función como refugio previo a su transformación

Structure and seasonal dynamics of the avifauna in an artificial wetland in Cajamarca, Peru: evidence of its function as a refuge prior to its transformation

Roncal-Rabanal, Manuel R.[1*]; Chávez Chávez, Cinthia A.[1]; Arias Campos, Miguel O.[1]; Arribasplata Vargas, Marco[2]

[1] Gabinete de Recursos Naturales, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de Cajamarca, Filial Celendín. Shuitute s/n, Chacapampa, Celendín, Cajamarca, Perú.

[2] Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento de Cajamarca S.A (SEDACAJ), Cruz de Piedra N°150, Cajamarca, Perú.

* Autor de correspondencia: <manuelroncal@unc.edu.pe>

Resumen

Los humedales artificiales cumplen un rol clave para las aves silvestres; su estudio aporta información para la gestión y evita decisiones que puedan causar su desaparición. Se evaluaron la riqueza, diversidad, frecuencia, abundancia y estacionalidad de aves residentes y migratorias en la ex Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (exPTAR) de Cajamarca, transformada en humedal artificial tras 20 años de abandono. Durante 40 semanas (noviembre 2020–octubre 2021) se realizaron conteos directos mediante observación y registro auditivo entre las 7:00 y 9:00 h, complementados con información del periodo 2018–2020. Se registró una riqueza total de 92 especies; en el periodo 2020–2021 se identificaron 73 especies (27 familias), incluyendo 30 acuáticas, nueve migratorias boreales, 12 incluidas en el Apéndice II y una en el Apéndice III de CITES; según la categorización de amenaza IUCN una especie es

➤ Ref. bibliográfica: Roncal-Rabanal, M. R.; Chávez Chávez, C. A.; Arias Campos, M. O.; Arribasplata Vargas, M. 2026. "Estructura y dinámica estacional de la avifauna en un humedal artificial de Cajamarca, Perú: evidencia de su función como refugio previo a su transformación". *Acta Zoológica Lilloana 70* (2): 917-936. DOI: https://doi.org/10.30550/j.azl/2413
➤ Recibido: 5 de mayo 2026 – Aceptado: 21 de agosto 2026.
➤ URL de la revista: http://actazoologica.lillo.org.ar

➤ Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional.

considerada Vulnerable (VU), dos en Casi Amenazada (NT) y las demás de Preocupación Menor (LC). El índice de Margalef (4,02–6,80) evidenció alta diversidad. Las especies más frecuentes fueron *Spatula cyanoptera*, *Anas georgica*, *Zenaida auriculata*, *Pardirallus sanguinolentus*, *Gallinula galeata*, *Fulica ardesiaca*, *Pyrocephalus rubinus*, *Troglodytes musculus* y *Zonotrichia capensis*, mientras que *Plegadis ridgwayi* presentó la mayor abundancia. Las aves migratorias boreales mostraron estacionalidad de septiembre a abril; las demás fueron residentes. Se registraron especies fuera de su distribución habitual, como *Anas bahamensis* y *Parabuteo unicinctus*, además de nuevos reportes para la zona (*Sarkidiornis sylvicola, Ixobrychus exilis* y *Porphyrio martinica*) y un registro fuera del rango amazónico (*Brotogeris versicolurus*). La ejecución del proyecto PCA-4 (2022–2024) modificó el humedal, afectando la avifauna y sus hábitats.

Palabras clave: Aves acuáticas; Cajamarca; emigrantes boreales; humedal artificial.

Abstract

Artificial wetlands play a key role for wild birds; their study provides information for management and helps prevent decisions that could lead to their disappearance. The richness, diversity, frequency, abundance, and seasonality of resident and migratory birds were assessed at the former Wastewater Treatment Plant (exPTAR) in Cajamarca, which was transformed into an artificial wetland after 20 years of abandonment. Direct counts were conducted over 40 weeks (November 2020–October 2021) through observation and auditory recording between 7:00 and 9:00 a.m., supplemented with data from the 2018–2020 period. A total richness of 92 species was recorded; in the period 2020–2021, 73 species (27 families) were identified, including 30 aquatic species, nine boreal migratory species, 12 included in Appendix II and one in Appendix III of CITES; according to the IUCN threat categorization, one species is considered Vulnerable (VU), two are Near Threatened (NT) and the rest are of Least Concern (LC). The Margalef index (4,02–6,80) indicated high diversity. The most frequent species were S*patula cyanoptera*, *Anas georgica*, *Zenaida auriculata*, *Pardirallus sanguinolentus*, *Gallinula galeata*, *Fulica ardesiaca*, *Pyrocephalus rubinus*, *Troglodytes musculus* and *Zonotrichia capensis*, while *Plegadis ridgwayi* was the most abundant. Boreal migratory birds showed seasonality from September to April; the others were resident. Species were recorded outside their usual distribution, such as *Anas bahamensis* and *Parabuteo unicinctus*, in addition to new records for the area (*Sarkidiornis sylvicola, Ixobrychus exilis and Porphyrio martinica*) and one record outside the Amazonian range (*Brotogeris versicolurus*). The implementation of the PCA-4 project (2022–2024) modified the wetland, affecting the avifauna and their habitats.

Keywords: Aquatic birds; artificial wetland; boreal emigrants; Cajamarca.

INTRODUCCIÓN

Los humedales son ecosistemas que brindan diversos servicios ambientales y son el hábitat de muchas especies (Clarkson et al., 2013; Gray et al., 2013; Mitsch, 2015). Sin embargo, son degradados por diversas actividades humanas generando la pérdida de biodiversidad (Patil y Choudaj, 2023; Toledo Castillo et al., 2023), afectando negativamente a las poblaciones de aves que dependen de ellos (Rajpar y Zakaria, 2013).

Diversos estudios mencionan a los humedales artificiales como una alternativa importante para el mantenimiento y conservación de especies (Worrall et al., 1997; Gucel et al., 2012; Rajpar et al., 2022; Cheng y Ma, 2023; Patil y Choudaj, 2023) que si bien es cierto no fueron creados específicamente para estos fines tienen la capacidad de mantener comunidades igualmente diversas que un humedal natural, siendo un hábitat complementario que contribuye a la conservación de las comunidades de aves (Li et al., 2013; Giosa et al., 2018; Murillo Pacheco et al., 2018).

Los humedales artificiales son considerados refugios de vida silvestre en muchos lugares del planeta. Su importancia de albergar especies ofreciéndoles alimento y refugio, atenúa los impactos que se presentan en espacios naturales con similares características que han venido reduciendo su extensión por presión antrópica y por procesos relacionados al clima (Zhang et al., 2020). En la ciudad de Cajamarca al norte de Perú la ex Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (exPTAR-Cajamarca) estuvo siendo utilizada por muchas especies de aves residentes y migratorias que formaron una comunidad interesante de estudiar debido a que estaba ayudando a comprender el rol de este tipo de ecosistemas y la importancia de conservarlos para garantizar la continuidad de los múltiples servicios ecosistémicos que ofrecen junto a las aves, dentro de los que se destacan: captura de carbono, refugio de especies, valor paisajístico, ecoturístico y educacional, control de plagas, dispersión de semillas, indicadores ambientales, entre otros.

La necesidad de generar información relacionada a estudios de abundancia y diversidad de aves silvestres y sus patrones espacio-temporales del uso de hábitats, incrementarán el conocimiento para futuras prioridades de conservación (Becerra Serial y Grigera, 2005). En tal sentido el presente trabajo abordó el estudio de la riqueza, diversidad, frecuencia, abundancia y patrones de estacionalidad, de las especies de aves residentes y migratorias en la exPTAR-Cajamarca durante el periodo noviembre del 2020 a octubre del 2021, como evidencia de su función como refugio de vida silvestre.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio fue realizado en la exPTAR-Cajamarca ubicada en las coordenadas 7°9.588'S y 78°29.641'O, a 2680 m s.n.m., en un área aproximada de 15,2 ha (Figura 1); en este lugar se dejaron de tratar desde hace unos 20 años las aguas residuales domésticas producidas en la ciudad de Cajamarca y en el periodo 2022 al 2024 a través de proyecto: "Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para la ciudad de Cajamarca a través de Pozos Tubulares PCA-4" se ha construido un reservorio para abastecer de agua a los pobladores de la parte baja de la ciudad; este espacio cuenta con infraestructura que se encuentra en desuso, existe un área para guardianía, cochera, estructuras de saneamiento abandonadas que servían como lagunas de estabilización donde se retenía el agua en época de lluvia, tres de ellas poseen un área aproximada de 1,74 ha y las otras tres tienen 2,24 ha; estas instalaciones están parcialmente protegidas por un cerco metálico y son administradas por la Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento S.A Cajamarca-SEDACAJ (Figura 2).



Figura 1. Ubicación de la ex Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad de Cajamarca.

Figure 1. Location of the former Wastewater Treatment Plant of the city of Cajamarca.



Figura 2. Vista aérea de la ex Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el área periurbana de la ciudad de Cajamarca.

Figure 2. Aerial view of the former Wastewater Treatment Plant in the peri-urban area of the city of Cajamarca.

La acumulación de agua en las seis pozas no es permanente, en época de lluvia (setiembre - abril) todas tienen agua y en época seca (mayo - agosto) sólo dos de ellas. Debido a la acumulación de sedimentos y a la falta de mantenimiento, la vegetación silvestre ocupó buena parte del área de este lugar, dentro de las pozas había la presencia de flora acuática donde destacó: *Scirpus* sp., *Typha* sp., *Hydrocotile* sp., *Penicetum clandestinum*; fuera de ellas hay todavía presencia de flora típica del valle de Cajamarca, destacan: *Salix humboltiana*, *Eucaliptus globulus*, *Leonotiis nepetifolia*, *Nicotiana* sp., entre otras y cumplen la función importante de sustentar con alimento, refugio y lugar de anidación a las especies de aves silvestres que ocupan este lugar durante todo el año. Alrededor de la exPTAR se cultiva "rye grass" *Lolium perenne*, "trébol" *Trifolium repens*, "pasto" *Paspalum dilatatum*, y "avena" *Avena sativa* para la crianza de ganado vacuno que atraen muchas especies de aves silvestres y se ha empezado a generar proyectos de habilitación urbana (Figura 2).

Metodología

El trabajo se realizó por un periodo de 40 semanas durante los meses de noviembre del 2020 a octubre del 2021, haciendo un esfuerzo de muestreo de 4800 min (80 h). Se utilizó el método de conteo directo (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2015) durante las dos primeras horas de la mañana

(7:00 a 9:00 h) tomando la información por el espacio de 120 minutos de monitoreo continuo y recorriendo toda el área. El registro de aves se hizo a través de observación directa y reconocimiento auditivo, contabilizando los individuos que hacían uso del hábitat. Para la identificación y rangos de distribución se utilizó el libro Aves de Perú (Schulenberg et al., 2010), algunos cantos fueron grabados y su reconocimiento se hizo a través del recurso en línea Xeno-canto (Planqué et al., 2022), además se utilizaron otras plataformas especializadas como eBird (eBird, 2022) y Perú Aves (Begazo, 2023). Para la denominación taxonómica y de endemismo peruano se utilizó la Lista de las aves del Perú (Plenge y Angulo, 2026). La categorización del estado de amenaza de las especies registradas se realizó con base en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2026) y el Libro Rojo de la Fauna Silvestre Amenazada del Perú (SERFOR, 2018), además se revisaron los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Se contó con la autorización de investigación otorgada por SERFOR a través de la Resolución Administrativa N° D000066-2020-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS-CAJAMARCA.

Se determinó: Riqueza específica (S), para este parámetro se utilizaron evaluaciones parciales de los años 2018, 2019 (Villegas y Zamora, 2019) y 2020, debido a que estos estudios fueron relevantes para el lugar. Abundancia relativa (ARi) = (ni/N)x100 y Abundancia absoluta (Aa); Índice de Diversidad de Margalef (DMg) = (S - 1) / ln N; Frecuencia absoluta (Fa) = (L/NL) y Frecuencia relativa (Fr) = (Lx/NL)x100 (MINAM, 2015; Moreno, 2001). El patrón de estacionalidad fue evaluado a través de la presencia - ausencia mensual de las especies para el periodo noviembre de 2020 a octubre 2021.

RESULTADOS

Se hicieron un total de 14629 detecciones. La riqueza específica obtenida estuvo representada por 73 especies distribuidas en 23 familias (Figura 3).

El número de especies promedio registrado mensualmente para la exPTAR varió entre 27,67 a 37 especies, los máximos valores se registraron en el periodo de octubre a marzo. Respecto a la población de aves silvestres registradas se encontraron diversos rangos, uno de los menores fue en febrero donde el promedio de individuos llegó a 180,67, a partir de mayo los promedios fueron subiendo y en julio se alcanzó el valor máximo con 757,67 individuos, presentándose los máximos valores poblacionales de mayo a setiembre (Figura 4).

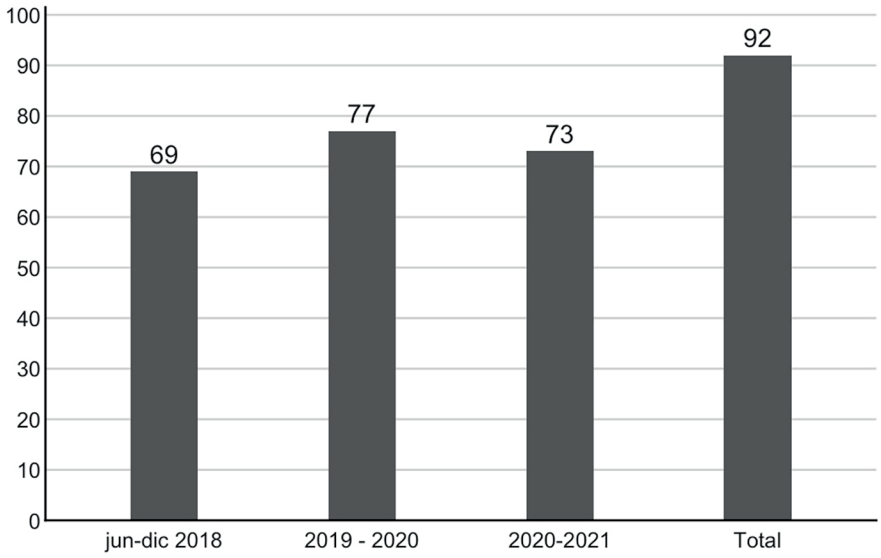


Figura 3. Registros de riqueza específica de la avifauna en la exPTAR-Cajamarca realizados durante jun-dic del 2018 (Villegas y Zamora, 2019), mar 2019-mar 2020 (Roncal-Rabanal et. al., 2020) y nov 2020 - oct 2021.

Figure 3. Records of specific richness of the avifauna in the exPTAR-Cajamarca made during Jun-Dec 2018 (Villegas and Zamora, 2019), Mar 2019-Mar 2020 (Roncal-Rabanal et al., 2020) and Nov 2020 - Oct 2021.

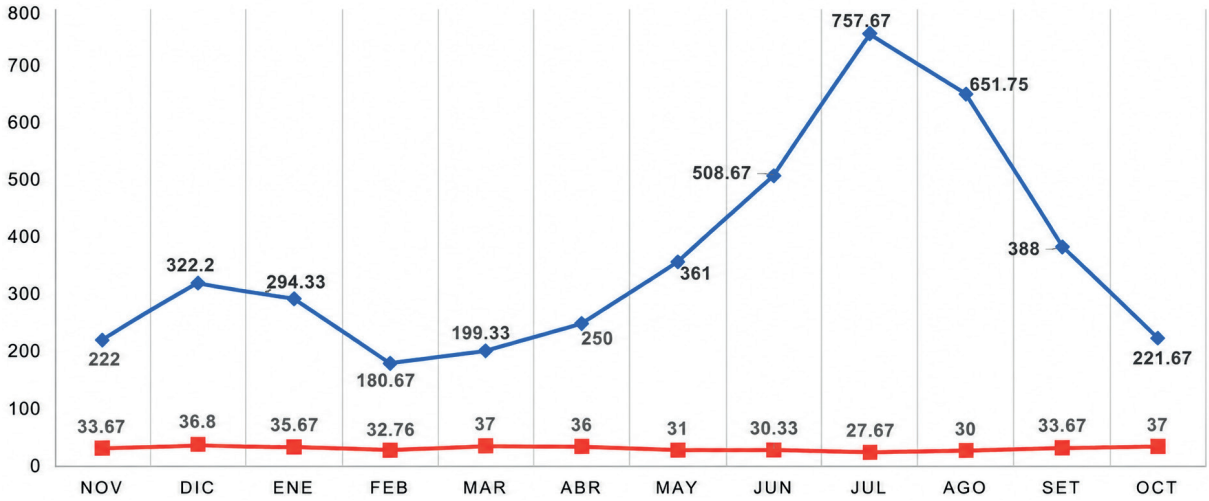


Figura 4. Promedio de especies (rojo) y población (azul) registradas mensualmente en la exPTAR-Cajamarca durante nov 2020 – oct 2021.

Figure 4. Average number of species (red) and population (blue) recorded monthly at the exPTAR-Cajamarca during Nov 2020 – Oct 2021.

Respecto al estado de conservación según la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), una especie es considerada en la categoría Vulnerable (VU), dos especies en Casi Amenazada (NT), mientras que las 70 especies restantes son clasificadas como de Preocupación Menor (LC). No se registra ninguna especie en la clasificación nacional según el Libro Rojo de la Fauna Silvestre Amenazadas del Perú. De acuerdo con los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) 12 de las especies registradas se encuentran incluidas en el Apéndice II, que clasifica a las especies que no están necesariamente amenazadas de extinción, pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. Además, una especie se encuentra incluida en el Apéndice III, categoría que agrupa a especies protegidas en al menos un país, el cual ha solicitado la cooperación de otros Estados para controlar su comercio internacional. Las especies registradas en estos apéndices pertenecen a las familias Trochilidae, Falconidae, Psittacidae, Accipritidae y Anatidae (Tabla 1).

Las especies asociadas a ambientes acuáticos registradas fueron 30, estas representaron el 41% de las especies detectadas en la temporada 2020-2021 y el 32,6% del total registradas desde el periodo 2018-2021 para este sitio; todas ellas pertenecientes a las familias: Anatidae (nueve especies), Rallidae (cuatro especies), Charadridae (una especie), Recurvirostridae (una especie), Scolopacidae (siete especies), Laridae (una especie), Ardeidae (seis especies) y Threskiornithidae (una especie) (Figura 5).

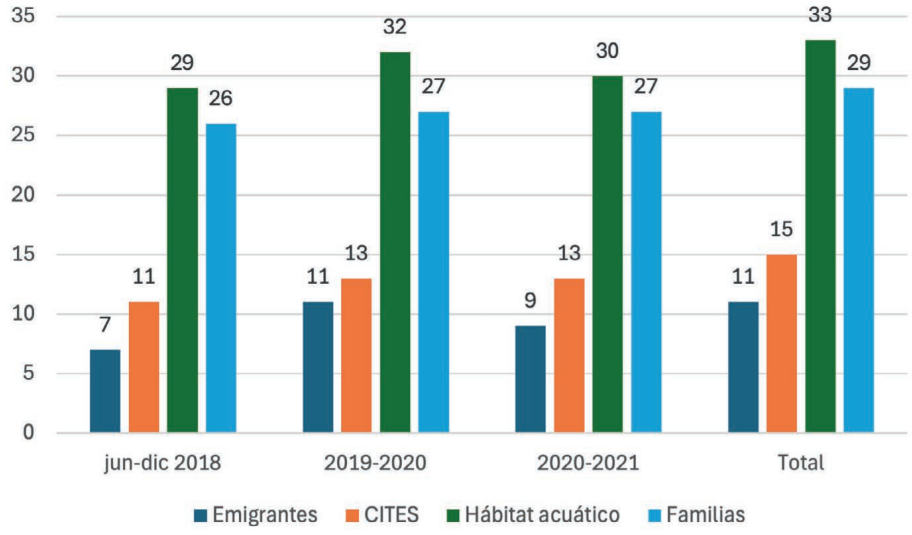


Figura 5. Número de especies emigrantes, listadas en CITES, de hábito acuático y número de familias registradas en la exPTAR-Cajamarca realizados durante jun-dic del 2018 (Villegas y Zamora, 2019), mar 2019-mar 2020 (Roncal-Rabanal et al., 2020) y nov 2020 - oct 2021.

Figure 5. Number of migratory, CITES-listed, aquatic species and number of families recorded in the exPTAR-Cajamarca carried out during Jun-Dec 2018 (Villegas y Zamora, 2019), Mar 2019-Mar 2020 (Roncal-Rabanal et al., 2020) and Nov 2020 - Oct 2021.

La especie que presentó mayor abundancia absoluta (Aa) y relativa (Ar) fue Ibis de la Puna (*Plegadis ridgwayi*) con valores de 155,29 en promedio mensual de individuos, que representó el 42,73% de la comunidad de aves de la exPTAR. Las otras especies con abundancias significativas fueron: Pato Jergón (*Anas georgica*) (25,31 - 6,96%), Polla de Agua Común (*Gallinula galeata*) (22,20 - 6,11%), Pato Barcino (*Anas flavirostris*) (16,23 - 4,47%), Golondrina Azul y Blanca (*Pygochelidon cyanoleuca*) (12,64 - 3,48%), Pato Colorado (*Spatula cyanoptera*) (12,21 - 3,36%), Gorrión de Collar Rufo (*Zonotrichia capensis)* (10,65 - 2,93%) y Gallareta Andina (*Fulica ardesiaca*) (10,28 - 2,83%), de todas estas especies solo dos no presentan la característica de pertenecer al grupo de aves que hacen uso exclusivo de hábitats acuáticos, *Pygochelidon cyanoleuca* y *Zonotrichia capensis* (Tabla 1).

El índice de diversidad de Margalef (D_{MG}) muestra una variación temporal a lo largo del periodo de estudio. Los mayores valores se registraron entre los meses de setiembre a mayo (5,09 a 6,80), mientras que entre junio a agosto los valores descendieron (4,02 a 4,71) situándose en una diversidad media (Figura 6), sin embargo durante este periodo se contabilizó una mayor abundancia total en comparación con el resto del año.

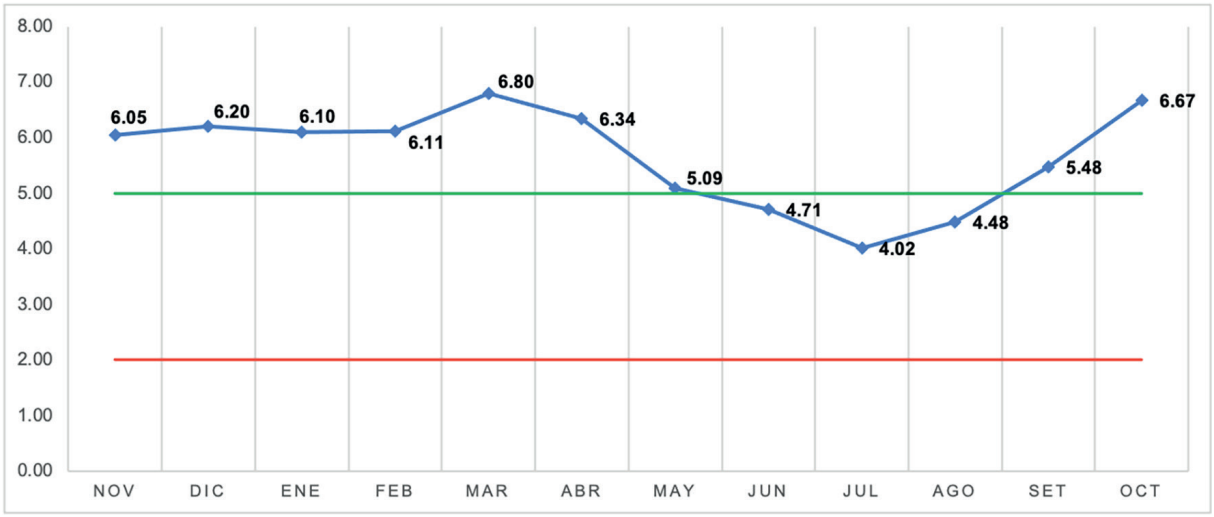


Figura 6. Diversidad de Margalef (DMg) para el periodo nov 2020 - oct 2021 en la exPTAR-Cajamarca.

Figure 6. Margalef diversity (DMg) for the period Nov 2020 - Oct 2021 in the exPTAR-Cajamarca.

Tabla 1 (1 de 2). Promedio de abundancia mensual, Frecuencia absoluta (Fa), Frecuencia relativa (Fr) de mayor a menor, Abundancia absoluta (Aa) y Abundancia relativa (Ar) de aves registradas en la exPTAR-Cajamarca durante nov 2020 a oct 2021.

Table 1 (1 of 2). Average monthly abundance, absolute frequency (Fa), relative frequency (Fr) from highest to lowest, absolute abundance (Aa) and relative abundance (Ar) of birds recorded at the exPTAR-Cajamarca during Nov 2020 to Oct 2021.

N°	Especie	IUCN	CITES	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Fa	Fr (%)	Aa	Ar
1	*Spatula cyanoptera*	LC		10,3	14,0	11,0	4,0	10,3	16,8	21,7	22,3	11,0	7,8	7,3	10,0	1,000	100,0	12,21	3,36
2	*Anas georgica*	LC		40,0	29,0	38,3	20,3	7,0	5,8	13,7	13,3	17,0	44,3	39,3	35,7	1,000	100,0	25,31	6,96
3	*Zenaida auriculata*	LC		3,7	12,8	9,3	3,7	4,7	9,0	7,0	8,3	9,3	10,0	8,0	11,0	1,000	100,0	8,07	2,22
4	*Pardirallus sanguinolentus*	LC		3,3	4,6	6,3	5,7	7,7	8,3	9,7	13,7	17,7	7,3	8,3	7,0	1,000	100,0	8,29	2,28
5	*Gallinula galeata*	LC		40,3	23,2	11,3	8,3	6,3	4,5	5,0	19,0	26,3	48,8	41,3	32,0	1,000	100,0	22,20	6,11
6	*Fulica ardesiaca*	LC		3,3	7,6	12,7	7,0	5,7	7,3	11,3	15,0	12,0	18,5	16,3	6,7	1,000	100,0	10,28	2,83
7	*Pyrocephalus rubinus*	LC		3,0	3,6	4,0	1,7	2,3	1,8	2,0	4,3	1,7	3,3	2,7	2,7	1,000	100,0	2,74	0,76
8	*Troglodytes musculus*	LC		4,7	4,0	3,3	3,7	4,0	3,8	1,0	3,3	3,3	8,3	6,3	3,7	1,000	100,0	4,11	1,13
9	*Zonotrichia capensis*	LC		6,0	12,0	9,7	8,7	11,7	14,0	8,0	11,0	12,0	13,5	11,0	10,3	1,000	100,0	10,65	2,93
10	*Anas flavirostris*	LC		3,3	6,4	4,3	4,3	6,0	7,8	19,3	39,3	44,3	27,0	23,7	9,0	0,975	97,5	16,23	4,47
11	*Thaumasius taczanowskii*	LC	II	1,3	1,6	2,3	1,3	2,0	1,0	1,7	2,7	1,7	1,5	1,7	0,7	0,975	97,5	1,62	0,45
12	*Plegadis ridgwayi*	LC		26,7	66,8	46,7	13,0	37,0	65,5	166,0	274,7	558,0	412,5	171,7	25,0	0,950	95,0	155,29	42,73
13	*Conirostrum cinereum*	LC		1,7	2,4	2,0	3,3	2,3	3,8	3,3	2,0	1,0	1,0	2,3	2,0	0,950	95,0	2,26	0,62
14	*Pygochelidon cyanoleuca*	LC		7,7	10,2	22,0	15,7	10,0	8,5	35,7	29,0	5,3	2,0	3,7	2,0	0,900	90,0	12,64	3,48
15	*Spinus magellanicus*	LC		4,3	3,0	2,7	2,7	1,3	2,5	4,0	2,7	0,3	1,8	2,7	1,3	0,900	90,0	2,44	0,67
16	*Camptostoma obsoletum*	LC		3,0	2,8	0,7	2,0	0,7	0,8	0,7	2,0	1,0	2,3	1,0	0,7	0,875	87,5	1,46	0,40
17	*Columbina cruziana*	LC		1,0	0,8	2,3	0,7	3,3	2,5	4,7	3,7	3,7	2,0	2,0	1,7	0,850	85,0	2,36	0,65
18	*Colibri coruscans*	LC	II	0,3	0,6	5,0	4,0	11,0	9,5	8,0	7,7	7,0	2,8	2,3	2,3	0,850	85,0	5,04	1,39
19	*Turdus chiguanco*	LC		2,3	3,2	3,7	4,0	2,3	3,5	3,0	2,7	1,0	4,0	0,3	0,3	0,850	85,0	2,53	0,70
20	*Actitis macularius*	LC		1,7	1,8	1,7	1,3	1,7	1,5	0,0	0,3	0,7	1,3	4,3	2,0	0,825	82,5	1,52	0,42
21	*Ardea ibis*	LC		1,0	6,0	2,3	7,7	1,7	17,5	0,3	1,0	4,7	3,5	1,3	1,0	0,825	82,5	4,00	1,10
22	*Crotophaga sulcirostris*	LC		1,7	4,4	5,0	2,3	2,0	1,3	3,0	3,3	1,0	2,5	2,0	2,0	0,800	80,0	2,54	0,70
23	*Himantopus mexicanus*	LC		5,3	14,4	7,3	7,3	5,3	2,5	0,0	1,7	2,0	3,0	6,3	10,3	0,800	80,0	5,46	1,50
24	*Falco sparverius*	LC	II	0,7	1,0	0,7	0,7	0,7	0,8	1,7	1,7	1,3	1,5	1,0	1,7	0,800	80,0	1,10	0,30
25	*Tyrannus melancholicus*	LC		0,3	1,0	1,3	1,0	1,0	1,5	1,3	1,0	0,0	1,0	1,3	1,3	0,750	75,0	1,01	0,28
26	*Phrygilus punensis*	LC		2,7	1,6	1,0	0,0	1,0	1,0	0,3	0,7	0,7	1,5	0,3	2,0	0,750	75,0	1,06	0,29
27	*Nycticorax nycticorax*	LC		1,7	1,4	0,3	1,0	0,7	0,3	4,7	3,7	2,3	2,3	1,3	0,3	0,725	72,5	1,66	0,46
28	*Pheucticus chrysogaster*	LC		1,3	2,0	1,3	1,0	1,7	1,0	1,3	1,0	0,7	0,3	0,0	1,0	0,725	72,5	1,05	0,29
29	*Oxyura ferruginea*	LC		0,0	2,0	2,7	2,3	5,0	3,5	6,0	2,3	2,7	0,0	0,0	0,3	0,650	65,0	2,24	0,62
30	*Sicalis luteola*	LC		0,0	6,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,625	62,5	1,06	0,29
31	*Charadrius vociferus*	NT		0,7	5,8	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	1,3	1,7	2,0	1,7	2,3	0,550	55,0	1,32	0,36
32	*Egretta caerulea*	LC		0,0	0,6	0,0	1,7	0,3	0,5	2,3	1,0	0,0	1,0	0,7	1,3	0,550	55,0	0,79	0,22
33	*Lesbia nuna*	LC	II	1,0	0,8	0,3	0,7	0,7	1,5	0,3	0,0	0,3	0,3	1,3	3,0	0,525	52,5	0,85	0,23
34	*Spatula discors*	LC		0,3	6,6	24,3	20,0	18,7	17,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,475	47,5	7,29	2,00
35	*Tringa flavipes*	VU		0,0	0,8	1,3	1,3	1,3	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,450	45,0	0,55	0,15
36	*Catamenia analis*	LC		17,3	36,4	7,0	0,7	0,3	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	0,450	45,0	5,57	1,53
37	*Parabuteo unicinctus*	LC	II	2,3	2,8	2,7	0,0	0,3	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,425	42,5	0,85	0,23

Tabla 1 (2 de 2). Promedio de abundancia mensual, Frecuencia absoluta (Fa), Frecuencia relativa (Fr) de mayor a menor, Abundancia absoluta (Aa) y Abundancia relativa (Ar) de aves registradas en la exPTAR-Cajamarca durante nov 2020 a oct 2021.

Table 1 (2 of 2). Average monthly abundance, absolute frequency (Fa), relative frequency (Fr) from highest to lowest, absolute abundance (Aa) and relative abundance (Ar) of birds recorded at the exPTAR-Cajamarca during Nov 2020 to Oct 2021.

N°	Especie	IUCN	CITES	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Fa	Fr (%)	Aa	Ar
38	*Chroicocephalus serranus*	LC		2,7	0,2	0,0	0,0	0,3	8,0	2,3	0,3	0,0	3,5	1,3	0,0	0,400	40,0	1,56	0,43
39	*Piranga flava*	LC		1,7	2,2	2,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,7	0,350	35,0	0,66	0,18
40	*Leistes bellicosus*	LC		8,0	13,0	17,3	11,0	8,7	8,5	6,7	7,0	5,7	8,5	9,3	7,3	0,275	27,5	9,25	2,55
41	*Coragyps atratus*	LC		1,0	0,0	4,0	6,3	0,3	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,225	22,5	1,03	0,28
42	*Egretta thula*	LC		0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	2,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,3	0,200	20,0	0,81	0,22
43	*Spatula puna*	LC		1,3	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,175	17,5	0,19	0,05
44	*Amazilis amazilia*	LC	II	0,3	0,6	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,175	17,5	0,15	0,04
45	*Dendrocygna autumnalis*	LC	III	0,7	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,150	15,0	0,12	0,03
46	*Myrtis fanny*	LC	II	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	1,3	0,150	15,0	0,19	0,05
47	*Sporophila luctuosa*	LC		0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,150	15,0	0,65	0,18
48	*Coereba flaveola*	LC		0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,150	15,0	0,11	0,03
49	*Porphyrio martinica*	LC		0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,125	12,5	0,18	0,05
50	*Anairetes flavirostris*	LC		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	1,0	0,7	0,125	12,5	0,25	0,07
51	*Rauenia bonariensis*	LC		1,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	1,3	0,125	12,5	0,28	0,08
52	*Anas bahamensis*	LC		0,0	0,0	0,7	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,100	10,0	0,28	0,08
53	*Calidris melanotos*	LC		0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,3	0,3	0,100	10,0	0,26	0,07
54	*Cyclarhis gujanensis*	LC		0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,100	10,0	0,11	0,03
55	*Orochelidon murina*	LC		0,0	0,0	1,7	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,100	10,0	0,25	0,07
56	*Calidris bairdii*	LC		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	0,075	7,5	0,58	0,16
57	*Phalaropus tricolor*	LC		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,075	7,5	0,08	0,02
58	*Tringa melanoleuca*	NT		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	1,0	0,0	0,075	7,5	0,11	0,03
59	*Forpus coelestis*	LC	II	0,0	0,0	0,7	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,075	7,5	0,17	0,05
60	*Turdus fuscater*	LC		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,5	0,0	0,0	0,075	7,5	0,07	0,02
61	*Ixobrychus exilis*	LC		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,050	5,0	0,06	0,02
62	*Phalcoboenus megalopterus*	LC	II	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,050	5,0	0,06	0,02
63	*Sarkidiornis sylvicola*	LC	II	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,025	2,5	0,03	0,01
64	*Lesbia victoriae*	LC	II	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,025	2,5	0,03	0,01
65	*Tringa solitaria*	LC		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,025	2,5	0,03	0,01
66	*Ardea alba*	LC		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,025	2,5	0,03	0,01
67	*Brotogeris versicolurus*	LC	II	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,025	2,5	0,03	0,01
68	*Cranioleuca antisiensis*	LC		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,025	2,5	0,02	0,01
69	*Hirundo rustica*	LC		0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,025	2,5	0,03	0,01
70	*Passer domesticus*	LC		0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,025	2,5	0,03	0,01
71	*Chlorophonia cyanocephala*	LC		0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,025	2,5	0,03	0,01
72	*Diglossa sittoides*	LC		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,025	2,5	0,03	0,01
73	*Saltator aurantiirostris*	LC		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,025	2,5	0,03	0,01

Las especies que fueron registradas durante todo el año de monitoreo fueron: Pato Colorado (*Spatula cyanoptera*), Pato Jergón (*Anas georgica*), Tórtola Orejuda (*Zenaida auriculata*), Rascón Plomizo (*Pardirallus sanguinolentus*), Polla de Agua Común (*Gallinula galeata*), Gallareta Andina (*Fulica ardesiaca*), Mosquero Bermellón (*Pyrocephalus rubinus*), Cucarachero Común (*Troglodytes musculus*) y Gorrión de Collar Rufo (*Zonotrichia capensis*); las especies que solo tuvieron presencia en una unidad muestral en todo el periodo evaluado fueron: Pato Crestudo (*Sarkidiornis sylvicola*), Colibrí de Cola Larga Negra (*Lesbia victoriae*), Playero Solitario (*Tringa solitaria*), Garza Grande (*Ardea alba*), Perico de Ala Amarilla (*Brotogeris versicolurus*), Cola-Espina de Mejilla Lineada (*Cranioleuca antisiensis*), Golondrina Tijereta (*Hirundo rustica*), Gorrión Casero (*Passer domesticus*), Eufonia de Lomo Dorado (*Chlorophonia cyanocephala*), Pinchaflor de Pecho Canela (*Diglossa sittoides*) y Saltador de Pico Dorado (*Saltator aurantiirostris*) (Tabla 1).

De las 73 especies registradas, nueve son emigrantes boreales (EB) y las otras 64 son residentes del valle de Cajamarca; aunque no todas hacen uso continuo y permanente de los recursos que ofrece la exPTAR-Cajamarca, son especies que se registran durante todo el año en el valle del río Cajamarquino. Las nueve especies emigrantes boreales registradas fueron: Pato de Ala Azul (*Spatula discors*), Playerito de Baird (*Calidris bairdii*), Playero Pectoral (*Calidris melanotos*), Falárop Tricolor (*Phalaropus tricolor*), Playero Coleador (*Actitis macularius*), Playero Solitario (*Tringa solitaria*), Playero Pata Amarilla Mayor (*Tringa melanoleuca*), Playero Pata Amarilla Menor (*Tringa flavipes*) y Golondrina Tijereta (*Hirundo rustica*), la mayoría de ellas estuvieron presentes en la exPTAR durante los meses de setiembre a abril; las demás especies registradas son consideradas residentes y residentes ocasionales (Tabla 2).

Table 2. Patrón de estacionalidad de las especies de aves emigrantes boreales registradas en la exPTAR-Cajamarca durante nov 2020 a oct 2021.

Tabla 2. Seasonality pattern of boreal migratory bird species recorded at the exPTAR-Cajamarca during Nov 2020 to Oct 2021.

Especies	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
Spatula discors	■	■	■	■	■	■						■
Calidris bairdii												■
Calidris melanotos					■	■				■	■	■
Phalaropus tricolor												■
Actitis macularius	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■
Tringa solitaria												■
Tringa melanoleuca									■		■	
Tringa flavipes		■	■	■	■	■						■
Hirundo rustica						■	■					

De las especies emigrantes boreales registradas, ocho ocupan sus rangos de distribución territorial, mientras que el Pato de Ala Azul (*Spatula discors*) viene ocupando un área no mostrada en el mapa de distribución de la especie, ya que esta no contempla la zona andina de Cajamarca. El registro de la mayoría de las especies migrantes boreales coincidió con la época de migración boreal, sin embargo, algunos individuos del Playero Coleador (*Actitis macularius*) fueron registrados durante todo el año; el Playero Pata Amarilla Mayor (*Tringa melanoleuca*) tuvo registros en los meses de julio y setiembre y el Playero Pectoral (*Calidris melanotos*) fue registrado en los meses de marzo, agosto, setiembre y octubre (Tabla 2). Se registraron seis especies fuera del rango de distribución normal.

DISCUSIÓN

La riqueza de especies registrada fue similar a la obtenida en investigaciones previas, Villegas y Zamora (2019) reportaron 69 especies durante el periodo junio-diciembre del 2018, mientras que Roncal-Rabanal et al. (2020) registraron 77 especies durante el periodo marzo 2019 a marzo 2020 (Figura 3), esto sugiere que este humedal artificial mantenía condiciones favorables para sostener una diversidad de especies a lo largo del tiempo. No obstante, la variación en la composición de especies podría estar asociada a fluctuaciones interanuales en la disponibilidad de recursos (Wiens, 1989), variaciones hidrológicas plurianuales que alteran los microhábitats disponibles para distintas especies de aves (Weller, 1999; Lorenzón et al., 2019) y la presencia de especies poco comunes que no se detectan de forma continua, en tal sentido, la riqueza de especies considerando registros previos en la exPTAR-Cajamarca desde junio del 2018 a noviembre del 2021 es de 92 especies. Los valores máximos de riqueza de especies se registraron entre los meses de octubre y marzo, periodo que coincide con la migración boreal de diversas aves. Durante esta temporada, el humedal artificial funcionaba como un sitio de descanso y alimentación, lo que contribuyó al incremento en la diversidad observada.

La riqueza obtenida resalta la importancia de los humedales artificiales como hábitats alternativos para la avifauna en paisajes modificados, diversos estudios muestran que puede albergar comunidades de aves comparables con hábitats naturales y que desempeñan un papel complementario en la conservación de la biodiversidad (Giosa et al., 2018; Hale et al., 2019, Rajpar et al., 2022), por lo que este espacio periurbano durante un periodo de 20 años representó un sitio importante que albergó riqueza biológica (Figura 7) en donde se pudieron desarrollar actividades educativas relacionadas con la ciencia ciudadana, aviturismo y conservación.



Figura 7. Modificaciones en el hábitat del humedal artificial estudiado. a) Vista panorámica previa al desarrollo del proyecto. b) Vista panorámica tras la ejecución del proyecto "Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para la ciudad de Cajamarca a través de Pozos Tubulares PCA-4".

Figure 7. Modifications to the habitat of the studied artificial wetland. a) Panoramic view prior to the development of the project. b) Panoramic view after the execution of the project "Improvement and Expansion of the Drinking Water Supply System for the City of Cajamarca via PCA-4 Tube Wells".

Dos especies de la familia Anatidae se incluyen en los Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES), el Pato Crestudo (*Sarkidiornis sylvicola*) (II) y el Pato-Silbón de Vientre Negro (*Dendrocygna autumnalis*) (III) especies que ocupan hábitats acuáticos que incluyen estanques y lagunas de agua dulce poco profundas (Eitniear et al., 2020; James y Thompson, 2020), y que venían siendo registrada desde el año 2018 en esta localidad.

La diversidad de especies asociadas a ambientes acuáticos en el área de estudio mostró la importancia de este humedal artificial para la avifauna, sobre todo para las aves migratorias boreales hasta el año 2022, debido a que sus poblaciones son sensibles a cambios o impactos negativos en los hábitats que ocupan (Juri y Chani, 2009; Tinoco, 2009) durante las temporadas frías y con escasez de alimento, trasladándose a zonas más tropicales en sus procesos migratorios; de ahí la necesidad e importancia de conservar este tipo de ecosistemas para evitar su pérdida o reducción porque podrían desaparecer y con ello las funciones ecológicas y los servicios ambientales que sostienen la vida silvestre (Zhang et al., 2020) en periodos de estiaje.

Los máximos valores poblacionales se presentaron de mayo a setiembre (Figura 4), siendo este periodo la temporada seca para esta zona del Perú, esto se debe a que los espacios húmedos que albergan agua en zonas aledañas del valle se reducen, por lo que la exPTAR-Cajamarca venía siendo considerada como un sitio de refugio en temporada de estiaje.

Según el índice de diversidad de Margalef (D_{MG}) valores cercanos o superiores a 5,00 indican una diversidad alta, mientras que valores menores a 2,00 reflejan una diversidad baja (Mora-Donjuán et al., 2017). Los resultados mostraron que la exPTAR albergó una alta diversidad avifaunística durante la mayor parte del año (9 de los 12 meses), manteniendo valores medios durante el periodo de estiaje (junio a agosto) sin tener un descenso a niveles críticos (Figura 6). Es probable que esta alta diversidad de aves se encuentre sujeta a las características del hábitat, donde se había desarrollado una comunidad vegetal que favorecía la presencia de macroinvertebrados (Moore y Hunt, 2012; Zhang et al., 2020), lo cual incrementaba la disponibilidad de alimento para las especies. Por lo tanto, los humedales artificiales desempeñan un papel fundamental como hábitats para una amplia variedad de especies, incrementando significativamente la diversidad biológica del entorno, incluso cuando han sido creados con fines distintos a la conservación (Söderquist et al., 2021).

De las especies registradas no todas hacían uso continuo y permanente de los recursos que ofrecía la exPTAR-Cajamarca, sino que lo integraban a su dinámica espacial dentro del valle cajamarquino, es posible que las especies usen patrones de migración horizontal y vertical que las orienten en la búsqueda de otros hábitats y sitios de alimentación (Ocampo-Peñuela, 2010), por ello, pueden estar ocupando otras zonas del valle en diversas épocas del año o muchas de ellas sean residentes obligados, visitantes ocasionales, adelantando o retrasando sus periodos migratorios donde hacían uso de la exPTAR.

La presencia de especies fuera del rango habitual de distribución como el Pato Gargantillo (*Anas bahamensis*) y el Gavilán Mixto (*Parabuteo unicinctus*), que se distribuyen en las zonas costeras del Perú parece estar aumentando en las lagunas altoandinas (Begazo, 2023) al igual que el Mirasol Leonado (*Ixobrychus exilis*) de distribución costera y amazónica es notorio en el valle de Cajamarca desde el 2018; especies amazónicas como el Pato Crestudo (*Sarkidiornis sylvicola*), Polla de Agua Morada (*Porphyrio martinica*) han sido registrados haciendo uso de este hábitat a pesar de estar lejos de su distribución habitual y el Perico de Ala Amarilla (*Brotogeris versicolurus*) cuya presencia puede deberse a que estos animales al ser usados como mascotas son trasladados a muchas localidades del país y éste pudo haberse escapado o pudo ser liberado, lo que representaría un indicador de comercio ilegal y de alerta para futuros planes de gestión con presencia de especies exóticas ya que en otros países por su alta densidad poblacional están considerados como plagas (Brightsmith et al., 2020).

La construcción del proyecto "Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para la ciudad de Cajamarca a través de Pozos Tubulares PCA-4" durante el periodo 2022–2024 implicó la restricción del acceso al humedal artificial de la ExPTAR, lo que impidió su evaluación posterior, este proyecto contempló la ejecución de actividades continuas que generaron perturbaciones significativas en el ecosistema. Las intervenciones ocasionaron el desplazamiento de diversas especies de aves y la eliminación de la vegetación asociada a las pozas, hábitats clave para su refugio, descanso y alimentación (Figura 7). Al respecto, de conformidad con lo establecido en el Decreto Supremo N° 006-2021-MINAM donde se aprueban las disposiciones generales para la gestión multisectorial y descentralizada de los humedales, norma que reconoce a los humedales como "*extensiones o superficies cubiertas o saturadas de agua, bajo un régimen hídrico natural o artificial, permanente o temporal, dulce, salobre o salado, y que albergan comunidades biológicas características, que proveen servicios ecosistémicos*", resulta evidente que este ecosistema reunía condiciones suficientes para ser reconocido y gestionado bajo dicho marco normativo. No obstante, pese a su importancia ecológica y funcional, este humedal artificial no fue debidamente considerado dentro de la planificación y ejecución del mencionado proyecto impactando el espacio de manera tangible, esta omisión reflejó una limitada integración del enfoque ecosistémico en la toma de decisiones, particularmente en lo referido al reconocimiento del humedal como refugio de vida silvestre y proveedor de servicios ecosistémicos en un entorno periurbano.

En conjunto, estos cambios evidenciaron un proceso de transformación del humedal, reforzando su interpretación como un refugio funcional para la avifauna previo a su intervención; asimismo, los resultados del presente estudio pueden constituir una referencia útil para la gestión y conservación de humedales artificiales en otros contextos, promoviendo su reconocimiento y réplica como espacios de importancia para la biodiversidad.

CONCLUSIONES

Se evaluó la riqueza, diversidad, frecuencia, abundancia y patrones de estacionalidad de las aves residentes y migratorias en la exPTAR-Cajamarca durante el periodo noviembre de 2020 a octubre de 2021. Los resultados evidencian que este humedal artificial albergó una comunidad de aves diversa y dinámica, lo que resalta su relevancia ecológica como hábitat funcional. A pesar de no haber sido diseñado con fines de conservación, este sistema venía actuando como un refugio alternativo para muchas especies.

La ejecución del proyecto "Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para la ciudad de Cajamarca a través de Pozos Tubulares PCA-4" (2022–2024) transformó el humedal artificial de la ExPTAR, generando perturbaciones que afectaron la avifauna y sus hábitats.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento a las autoridades de SEDACAJ por el permiso correspondiente, al personal de seguridad de la exPTAR-Cajamarca que amablemente colaboraron con nuestros ingresos para realizar la evaluación. A Julio Guevara Cohayla y Victor Jhanpies Jondec Lingan que nos ayudaron en algunas evaluaciones. A Jorge Chávez Ortíz por la información del proyecto de pozos tubulares.

FINANCIAMIENTO

El trabajo fue autofinanciado.

PARTICIPACIÓN

MRR, conceptualización, recolección de datos, análisis, redacción; CCC, conceptualización, análisis, redacción; MAC y MAV recolección de datos, análisis.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores no tenemos conflictos de intereses.

LITERATURA CITADA

Becerra Serial, R. M. y Grigera, D. (2005). Dinámica estacional del ensamble de aves de un bosque norpatagónico de lenga (*Nothofagus pumilio*) y su relación con la disponibilidad de sustratos de alimentación. *Hornero, 20*(2), 131-139. https://doi.org/10.56178/eh.v20i2.803

Begazo, A. (2023). *Perú aves*. CORBIDI. https://www.peruaves.org

Brightsmith, D., Burgio, K. R., Hiller, B. J., Block, K. E., Pyle, P. y Patten, M. A. (2020). White-winged parakeet (*Brotogeris versicolurus*) (Version 1.0). En P. G. Rodewald (Ed.), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology. https://doi.org/10.2173/bow.whwpar.01

Cheng, C. y Ma, Z. (2023). Conservation interventions are required to improve bird breeding performance in artificial wetlands. *Biological Conservation*, *278*, 109872. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109872

Clarkson, B. R., Ausseil, A. G. E. y Gerbeaux, P. (2013). Wetland ecosystem services. En J. R. Dymond (Ed.), *Ecosystem services in New Zealand: Conditions and trends*. Manaaki Whenua Press. https://doi.org/10.7931/DL1V30

eBird. (2022). *eBird: An online database of bird distribution and abundance*. Cornell Lab of Ornithology. https://www.ebird.org

Eitniear, J. C., del Hoyo, J., Collar, N. y Kirwan, G. M. (2020). Comb duck (*Sarkidiornis sylvicola*) (Version 1.0). En S. M. Billerman, B. K. Keeney, P. G. Rodewald y T. S. Schulenberg (Eds.), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology. https://doi.org/10.2173/bow.comduc3.01

Giosa, E., Mammides, C. y Zotos, S. (2018). The importance of artificial wetlands for birds: A case study from Cyprus. *PLoS ONE*, *13*(5), e0197286. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197286

Gray, M. J., Hagy, H. M., Nyman, J. A. y Stafford, J. D. (2013). Management of wetlands for wildlife. En J. T. Anderson y C. A. Davis (Eds.), *Wetland techniques*. Springer.

Gucel, S., Kadis, C., Ozden, O., Charalambidou, I., Linstead, C., Fuller, W., Kounnamas, C. y Ozturk, M. (2012). Assessment of biodiversity differences between natural and artificial wetlands in Cyprus. *Pakistan Journal of Botany*, *44*, 213–224.

Hale, R., Swearer, S. E., Sievers, M. y Coleman, R. (2019). Balancing biodiversity outcomes and pollution management in urban stormwater treatment wetlands. *Journal of Environmental Management*, *233*, 302-307. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.12.049

International Union for Conservation of Nature. (2026). *The IUCN Red List of Threatened Species* (Version 2026-1). https://www.iucnredlist.org

James, J. D. y Thompson, J. E. (2020). Black-bellied Whistling-Duck (*Dendrocygna autumnalis*), version 1.0. En A. F. Poole y F. B. Gill (Eds.), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology. https://doi.org/10.2173/bow.bbwduc.01

Juri, M. D. y Chani, J. M. (2009). Variación estacional en la composición de las comunidades de aves en un gradiente urbano. *Ecología Austral*, *19*(3), 175-184. https://ojs.ecologiaaustral.com.ar/index.php/Ecologia_Austral/article/view/1330

Li, D., Chen, S., Lloyd, H., Zhu, S., Shan, K. y Zhang, Z. (2013). The importance of artificial habitats to migratory waterbirds within a natural/artificial wetland mosaic, Yellow River Delta, China. *Bird Conservation International*, *23*(2), 184-198. https://doi.org/10.1017/S0959270913000099

Lorenzón, R. E., Beltzer, A. H., Olguin, P. F., y León, E. J. (2019). Temporal variation of regional bird assemblages in highly dynamic fluvial wetlands: seasonality and influence of water level and habitat availability. *Revista de Biología Tropical*, *67*(6), 1131–1145. http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v67i6.36734

Ministerio del Ambiente. (2015). *Guía de inventario de la fauna silvestre*.

Ministerio del Ambiente. (2021). *Decreto Supremo N.° 006-2021-MINAM: Disposiciones generales para la gestión multisectorial y descentralizada de los humedales*. Diario Oficial El Peruano.

Mitsch, W. J., Bernal, B. y Hernández, M. E. (2015). Ecosystem services of wetlands. *International Journal of Biodiversity Science Ecosystem Services & Management*, *11*(1), 1-4. https://doi.org/10.1080/21513732.2015.1006250

Mora-Donjuán, C. A., Burbano-Vargas, O. N., Méndez-Osorio, C. y Castro-Rojas, D. F. (2017). Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un bosque de encino (*Quercus* L.) en la Sierra Madre del Sur, México. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, *14*(35), 68-75. https://doi.org/10.18845/rfmk.v14i35.3154

Moore, T. L. y Hunt, W. F. (2012). Ecosystem service provision by stormwater wetlands and ponds: A means for evaluation. *Water Research*, *46*(20), 6811-6823. https://doi.org/10.1016/j.watres.2011.11.026

Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad* (M&T–Manuales y Tesis SEA, Vol. 1). Sociedad Entomológica Aragonesa.

Murillo-Pacheco, J., López-Iborra, G. M., Escobar, F., Bonilla-Rojas, W. F. y Verdú, J. R. (2018). The value of small, natural and man-made wetlands for bird diversity in the east Colombian Piedmont. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, *28*(1), 87-97. https://doi.org/10.1002/aqc.2835

Ocampo-Peñuela, N. (2010). El fenómeno de la migración en aves: Una mirada desde la Orinoquia. *Orinoquia*, *14*(2), 188-200.

Planqué, B., Vellinga, W. P., Pieterse, S., Jongsma, J. y De By, R. (2022). *Xeno-canto: Sharing bird sounds from around the world*. https://www.xeno-canto.org

Plenge, M. y Angulo, F. (2026). *Lista de las aves del Perú / List of the birds of Peru* (versión 23 de marzo de 2026). Unión de Ornitólogos del Perú. https://sites.google.com/site/boletinunop/checklist

Rajpar, M. N. y Zakaria, M. (2013). Assessing an artificial wetland in Putrajaya, Malaysia, as an alternate habitat for waterbirds. *Waterbirds*, *36*(4), 482-493. https://doi.org/10.1675/063.036.0405

Rajpar, M. N., Ahmad, S., Zakaria, M., Ahmad, A., Guo, X., Nabi, G. y Wanghe, K. (2022). Artificial wetlands as alternative habitat for a wide range of waterbird species. *Ecological Indicators*, *138*, 108855. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108855

Roncal-Rabanal, M. R., Arias Campos, M., Chávez Chávez, C. y Soto Camacho, C. (2020). Avifauna del área urbana de la ciudad de Cajamarca. *Caxamarca*, *19*, 63-76.

Schulenberg, T. S., Stotz, D. F., Lane, D. F., O'Neill, J. P. y Parker III, T. A. (2010). *Birds of Peru*. Princeton University Press.

Schulenberg, T. S. y Sedgwick, C. W. (2021). Spot-throated hummingbird (*Thaumasius taczanowskii*) (Version 1.1). En T. S. Schulenberg (Ed.), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology. https://doi.org/10.2173/bow.spthum2.01.1

Söderquist, P., Dessborn, L., Djerf, H., Elmberg, J., Gunnarsson, G. y Holopainen, S. (2021). Effects of released farmed mallards on species richness of breeding waterbirds and amphibians in natural, restored and constructed wetlands. *Wildlife Biology*, *2021*(3), 1-9. https://doi.org/10.2981/wlb.00846

Toledo Castillo, S., Aponte, H. y Gil Villacres, F. (2023). La conservación de los humedales peruanos: Un análisis de su legislación, sanciones y consecuencias. *Revista Kawsaypacha*, *11*, 1–18. https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202301.a004

Tinoco, B. A. (2009). Seasonality of the bird community in the Tumbesian dry forest in southwest Ecuador. *Ornitología Neotropical*, *20*(2), 157–170.

Villegas Espinoza, K. J. y Zamora Pablo, R. M. (2019). *Estudio de la avifauna en la ex planta de tratamiento de aguas residuales para la conservación de la biodiversidad en Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. https://hdl.handle.net/11537/21541

Weller, M. W. (1999). *Wetland Birds: Habitat Resources and Conservation Implications*. Cambridge University Press.

Wiens, J. A. (1989). *The Ecology of Bird Communities: Volume 2, Processes and Variations*. Cambridge University Press.

Worrall, P., Peberdy, K. J. y Millett, M. C. (1997). Constructed wetlands and nature conservation. *Water Science and Technology*, *35*(5), 205–213. https://doi.org/10.2166/wst.1997.0199

Zhang, C., Wen, L., Wang, Y., Liu, C., Zhou, L. y Lei, G. (2020). Can constructed wetlands be wildlife refuges? A review of their potential biodiversity conservation value. *Sustainability*, *12*(4), 1442. https://doi.org/10.3390/su12041442