

Avifauna en ambientes ribereños del río Lerma: influencia de impactos antropogénicos y de la morfología de su cauce

Bird fauna in riparian environments of the Lerma River: influence of anthropogenic impacts and the morphology of the riverbed

José Fernando Villaseñor-Gómez ✉, Javier Salgado-Ortiz, Francisco Roberto Pineda-Huerta, Sandra Calvillo-Ortiz

Laboratorio de Investigación en Ornitología, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Resumen

El río Lerma es el más largo en el interior de México, y se extiende desde el Estado de México hasta el lago de Chapala; aunque sus aguas son usadas para riego, su cauce recibe vertidos industriales, agrícolas y ganaderos. En la región de La Piedad-Santa Ana Pacueco su fisonomía es variable, pudiéndose diferenciar tres sectores: a) Canal (cauce sinuoso, estrecho, profundo, con vegetación ribereña inmersa en una matriz agrícola); b) Urbano (vegetación ribereña perturbada con especies exóticas y ornamentales, múltiples descargas urbano-ganaderas y abundantes desechos) y c) Planicie del río (cauce ancho, poco profundo, vegetación ribereña más conservada, diversa con especies nativas). Considerando que la vegetación y condiciones ambientales de los tres sectores son marcadamente diferentes, planteamos determinar la composición y abundancia de las comunidades de aves (a través de conteos puntuales de 10 minutos) y relacionarlas con las características de su entorno. En 265 censos realizados entre 2009-2010, registramos 4,556 individuos de 104 especies y 40 familias; 75 especies residentes, dos transitorias y 27 visitantes invernales. El número de especies fue similar en los tres sectores (Canal=71, Urbano=70, Planicie=75; 91%, 79% y 87% respectivamente de las especies estimadas por Chao1). Un análisis de similitudes (ANOSIM) mostró que las comunidades son muy similares en composición (Jaccard $R=0.0714$) y abundancia de especies (Morisita $R=0.0651$). Las más abundantes son especies generalistas adaptables a los hábitats impactados por la perturbación antropogénica. A pesar de su semejanza, un análisis de especies indicadoras reflejó la asociación particular de diez especies con Canal, cuatro con Urbano y siete con Planicie. Se podría sugerir que la diversidad de aves se encuentra relacionada más con la geomorfología del cauce del río y la vegetación circundante, que con la estructura de la vegetación ribereña en sí misma.

Palabras clave: amplitud de nicho, fisonomía de ríos, heterogeneidad de paisaje, perturbación ambiental

Abstract

The Lerma River is the longest river in the interior of Mexico, stretching from the State of Mexico to Lake Chapala; although its waters are used for irrigation, its course receives industrial, agricultural and livestock discharges. In the region of La Piedad-Santa Ana Pacueco, the morphology of its course is variable, with three zones being differentiated: a) Canal (sinuous, narrow, deep channel, with riparian vegetation immersed in a mainly agricultural landscape); b) Urban (disturbed riparian vegetation with exotic and ornamental species, multiple urban-livestock discharges and abundant waste), and c) River plain (wide, shallow channel, riparian vegetation with native species and more conserved). Considering that the morphology of the riverbed, the vegetation, and the influence of anthropogenic factors in the three zones are markedly different, we propose to determine the composition and estimate the abundance of their bird communities by applying 10-minute point counts, and to relate the results with the characteristics of their environment. In 265 counts conducted between 2009-2010, we cumulatively obtained a total of 4,556 records of birds belonging to 104 species and 40 families; 75 resident species, 27 winter visitors and two transients. The number of species between zones ranged from 70 to 75 (Canal $n=71$, Urban $n=70$, Plain $n=75$) and the sampling efficiency using the non-parametric estimator of Chao1 was 91%, 79% and 87% respectively of the species. A similarity analysis (ANOSIM) showed that the communities have a similar composition (Jaccard $R=0.0714$), as well as their species abundance (Morisita $R=0.0651$). The most abundant are generalist species that tolerate anthropogenic disturbed habitats. Despite their similarity, an analysis of indicator species reflected the particular association of ten species with Canal, four with Urban, and seven with Plain. It seems that bird diversity is related more to the morphology of the riverbed and adjacent vegetation, than to the structure of the riparian vegetation itself.

Key words: niche width, stream morphology, landscape heterogeneity, environmental disturbance .

Para citar utilice: Villaseñor-Gómez JF, Salgado-Ortiz J, Pineda-Huerta FR, Calvillo-Ortiz S (2023). Avifauna en ambientes ribereños del río Lerma: influencia de impactos antropogénicos y de la morfología de su cauce. *Rev. Biol.* 22(2): 1-21

Introducción

Las comunidades humanas se han establecido históricamente en asociación con fuentes de agua dulce, por lo que los ambientes riparios o ribereños en particular, son considerados como sitios que potencialmente han estado expuestos por un largo periodo de tiempo a diferentes grados de perturbación antropogénica (Keten et al. 2020). Biológicamente, representan hábitats dinámicos y generalmente más diversos que sus hábitats adyacentes, a pesar de su limitada cobertura en el paisaje, principalmente en zonas áridas y semiáridas (Hunt 1985, Villaseñor-Gómez 2008, Ruvalcaba-Ortega 2009, Montes-Olivares 2020). En general, su alta diversidad faunística responde a la presencia y disponibilidad de agua, su considerable productividad y la abundancia de hábitat de borde (que se maximiza por su estructura lineal) (Gregory et al. 1991, Naiman et al. 1993, Sabo et al. 2005). Para el caso específico de las aves, se ha documentado que la diversidad es mayor en ambientes ribereños que en ambientes aledaños contiguos, generalmente como resultado de las diferencias en productividad generadas por la presencia de vegetación permanente, que provee de recursos alimenticios y refugio para un número importante de especies (Strong y Bock 1990, Corbacho et al. 2009, Bennett et al. 2014).

La comprensión de los mecanismos a los que responde la biodiversidad es esencial para entender el funcionamiento de los ecosistemas; así como la urbanización se considera como una causa primaria de la destrucción de hábitats naturales y la pérdida de biodiversidad, la creación de parques, áreas verdes y cuerpos de agua en zonas urbanas promueve el establecimiento de hábitats importantes para la vida silvestre (Shiyi et al. 2019). Al igual que en otras partes del mundo, en México los ambientes ribereños se encuentran desafortunadamente entre los más amenazados en su integridad ecológica, debido al alto grado de perturbación resultante de actividades humanas, incluyendo agricultura, ganadería, desarrollo industrial y crecimiento urbano; como consecuencia, muchos ambientes ribereños actualmente presentan altos grados de disturbio, contaminación y desecación, y en los casos más drásticos su vegetación original ha desaparecido (Scott et al. 2009).

Las aves han sido el grupo taxonómico más estudiado con relación a la función del ecosistema ribereño como hábitat usado por animales, en parte porque son un grupo sensible y de los más vulnerables a los cambios ecológicos (Keten et al. 2020), además de que un considerable número de especies lo usan como sitio de reproducción, como corredores biológicos, o como sitios de invernación

(Villaseñor-Gómez 2008, Ehrenfeld y Stander 2010, Montes-Olivares 2020). Particularmente en México, los hábitats ribereños se han estudiado en comparación con otros tipos de hábitat, destacando su riqueza y la abundancia de sus especies (Villaseñor-Gómez 2008, Ruvalcaba-Ortega 2009, Montes-Olivares 2020). Sin embargo, a nivel mundial, pocos estudios se han enfocado de manera específica a explorar los ambientes ribereños urbanos (Oneal y Rotenberry 2009, Keten et al. 2020, Castillo-Muñoz y Guzmán-Hernández 2021). En general, se ha encontrado que los sistemas ribereños son importantes en los paisajes antropizados, porque mantienen complejas comunidades de aves diversas y favorecen la permanencia de comunidades heterogéneas en hábitats urbanos y suburbanos (Oneal y Rotenberry 2009).

El río Lerma, que se origina en el Estado de México y se extiende hacia el oeste hasta desembocar en el lago de Chapala, es el río interior más largo de México; a lo largo de su cauce, sus aguas son usadas para el riego de zonas agrícolas, a pesar de que recibe vertidos industriales, domésticos y otros derivados de actividades productivas primarias (IMTA 2009). En la zona urbana y periurbana de La Piedad en Michoacán, la morfología de su cauce es variable. En su sección de La Piedad, Michoacán – Santa Ana Pacueco, Guanajuato (1680 msnm), la vegetación ribereña original, compuesta principalmente por sauces (*Salix*) y sabinos (*Taxodium*), ha sido altamente modificada. En la actualidad, algunas de las especies arbóreas más resistentes al disturbio se mantienen en las partes más alejadas de la mancha urbana, mientras que abundan especies exóticas (como *Eucalyptus*) que han sido plantadas con fines ornamentales y de sombra. Por otra parte, el cauce natural se ha modificado a partir de la década de los 1970's cuando se construyó un dren de alivio para evitar inundaciones dentro de la zona urbana; por esta razón, durante la mayor parte del año y por la falta de un flujo constante, las aguas del viejo cauce se mantienen la mayor parte del tiempo estancadas (Álvarez et al. 2011).

✉ José Fernando Villaseñor Gómez,

jose.fernando.gomez@umich.mx, Laboratorio de Investigación en Ornitología, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Edificio B4, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán, México

Es sabido que la complejidad estructural de la vegetación comúnmente se relaciona con la diversidad de las comunidades de aves asociadas (MacArthur 1964, Anderson et al. 1983, McComb et al. 2005), y probablemente se encuentra relacionada de forma indirecta con la productividad del ambiente e interacciones interespecíficas (Greenberg 1995, Johnson et al. 2005, Johnson et al. 2006).

Por otra parte, se sabe que, con el incremento de la urbanización en el paisaje asociado a zonas ribereñas, la estructura de la vegetación y su composición se modifican de forma compleja y la sensibilidad de las especies de aves dependerá de la variación tanto de factores locales como de los aspectos relacionados con el contexto del paisaje regional (Oneal y Rotenberry 2009, Domínguez-López y Ortega-Álvarez 2014, Shiyi et al. 2019).

Considerando que la estructura de la vegetación y las condiciones ambientales del río Lerma han sido modificadas drásticamente con respecto a su condición original, en el presente estudio se planteó el objetivo de determinar la composición y abundancia de las especies de aves asociadas a tres secciones del río, para establecer la relación entre las características geomorfológicas del río, la vegetación ribereña y su contexto general, con la composición de las comunidades de aves que las habitan.

Materiales y métodos

Con la finalidad de conocer la composición de las comunidades de aves asociadas a la vegetación ribereña del río Lerma, en la región de La Piedad – Santa Ana Pacueco (Figura 1), se realizaron muestreos de la avifauna por medio de puntos de conteo, método que consiste en el registro de especies dentro de una parcela circular de 50 metros de radio con una duración de 10 minutos, en el que se identifican y cuantifican las especies e individuos de manera visual o auditiva. Los registros se realizaron entre abril 2009 y marzo 2010, por dos a tres observadores durante periodos de dos días consecutivos (≈ 17 muestreos por día) en cada una de las cuatro estaciones del ciclo anual en tres áreas del río: 1) Sección Canal: sección previa a la zona urbana al Este de La Piedad (Huandarillo, Numarán y La Estancia; $20^{\circ}14'44''$ N - $101^{\circ}56'00''$ O), en donde el cauce del río tiene poca pendiente, es sinuoso, estrecho y más profundo, y presenta una vegetación ribereña limitada, inmersa dentro de un paisaje puramente agrícola; 2) Sección Urbana: parte que corresponde al cauce del río dentro de la zona urbana e incluye el área original del meandro del río y el dren de alivio mencionado anteriormente (La Piedad-Santa Ana Pacueco: $20^{\circ}20'35''$ N - $102^{\circ}01'13''$ O); la vegetación ribereña es más

abundante e incluye muchas especies exóticas y ornamentales, y en su paso por el área el río recibe múltiples descargas de origen urbano-ganadero, además de abundante basura acumulada; 3) Sección Planicie: porción posterior al área urbana hacia el oeste (El Fuerte, San Joaquín, El Salto; $20^{\circ}23'05''$ N - $102^{\circ}05'18''$ O), en donde el cauce tiene una pendiente mayor, es ancho, poco sinuoso y poco profundo, y donde la vegetación ribereña es más diversa e incluye principalmente especies vegetales nativas (Figuras 2 y 3). Los muestreos se realizaron entre 06:30 a 11:00 a lo largo de puntos al azar a lo largo de la ribera del río, a intervalos de distancia de 200m para reducir la probabilidad de conteo repetido de individuos entre puntos (Ralph et al. 2005).

El estatus de residencia de las especies de aves se determinó con base en la propuesta de Berlanga et al. (2019), incluyendo las categorías de especies residentes (que habitan en el área durante todo el año), especies transitorias (registradas solamente en su paso hacia el Sur y Norte, en sus viajes a sus territorios de invernación o reproducción, respectivamente) y especies migratorias (conocidas también como visitantes invernales y provenientes de latitudes más septentrionales). De igual forma, se determinaron aquellas especies con algún tipo de endemismo de acuerdo a las definiciones de González-García y Gómez de Silva-Garza (2003), siendo asignadas a la categoría de especies endémicas para México, cuasiendémicas (cuya área de distribución se encuentra principalmente dentro de México, pero que se extienden ligeramente hacia los Estados Unidos o hacia Guatemala) y semiendémicas (especies migratorias que se restringen a una zona geográfica dentro del territorio nacional durante su periodo de invernación).

Las categorías de riesgo a nivel nacional se definieron de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059, en su modificación del Anexo Normativo III (SEMARNAT 2019), a nivel internacional por la UICN (2022), y las especies de interés de acuerdo al Acta de Conservación de Aves Migratorias Neotropicales (NMBCA 2000).

Las especies nativas de la vegetación ribereña en el área de estudio están representadas principalmente por sauces (*Salix bonplandiana*), sabinos (*Taxodium mucronatum*), guamuchil (*Pithecellobium dulce*), huizaches (*Acaciella houghii*), papelillo (*Bursera fagaroides*), nopales (*Opuntia* spp.) y palo verde (*Parkinsonia aculeata*). Las especies exóticas registradas fueron Higueras (*Ficus* sp.), Eucaliptos (*Eucalyptus* sp.), Casuarinas (*Casuarina equisetifolia*), Cedros (*Cupressus* sp.), diversos árboles frutales y plantas ornamentales.



Figura 1. Sección del Río Lerma en la sección de la Piedad, Michoacán (izquierda) y Santa Ana Pacueco, Guanajuato (derecha). En esta sección, la vegetación está modificada y se presenta contaminación en el río, derivada de su estancamiento y la existencia de vertidos industriales y domésticos.

via, Analysis Of SIMilarities), se realizó un análisis discriminante (Linear Discriminant Analysis, LDA) en el que se clasificaron cada una de las unidades de muestra (conteos) y fueron asignadas bajo un modelo probabilístico a una de las secciones del río estudiadas de acuerdo a sus especies, y se ejecutó un análisis de especies indicadoras (Indicator Species Analysis, IndVal).

A través del programa EstimateS (ver. 9.1.0) (Colwell, 2013) se calcularon los índices de diversidad (Jaccard, Morisita-Horn y Chao1). El manejo general de los datos, el índice de amplitud de nicho de Levis (Levins 1968) y el graficado de las curvas rango-abundancia se realizó a través del uso del programa Excel de Microsoft Office Professional Plus 2019.

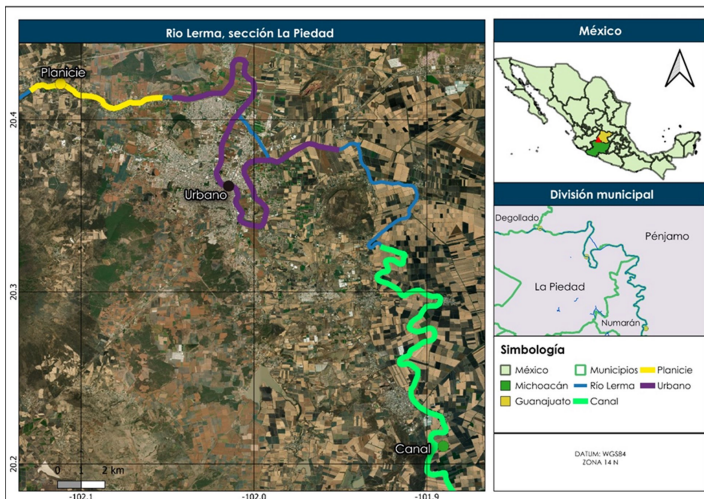


Figura 2. Ubicación del área de estudio en la región de La Piedad (Michoacán)-Santa Ana Pacueco (Guanajuato).

En algunas secciones del río, el lirio acuático (*Pontederia crassipes*) cubre amplias áreas de su superficie (obs. pers.). Para corregir las diferencias en el tamaño de muestra, se realizó un análisis de rarefacción para estimar el número de individuos y las especies esperadas para cada sección del río usando el programa iNEXT (iNterpolation and EXTrapolation) en línea (Chao et al. 2016). Para el procesamiento de la información se usó el programa Past (ver 4.13) (Hammer et al. 2001), con el que se analizó la similitud entre secciones (ANOSIM de una



Figura 3. Sectores del río Lerma en la región de La Piedad-Santa Ana Pacueco: A) sección Canal, b) sección Urbana, c) sección Planicie. Imágenes tomadas de Google Earth^(R) (2023).

Resultados

Descripción general de las especies registradas.

Se realizaron un total de 265 censos, en los que se registraron un total de 4,556 individuos de aves correspondientes a 104 especies de 82 géneros, 17 órdenes y 40 familias; seis especies fueron registradas fuera de los periodos de muestreo y fueron consideradas solamente en el inventario general. De acuerdo con su estatus de residencia en el área, 75 especies son residentes, dos especies transitorias y 27 especies migratorias (Apéndice 1).

Considerando el grado de endemismo de las especies registradas para el área, existen cinco especies endémicas para México [Matraca Serrana (*Campylorhynchus gularis*), Mulato azul (*Melanotis caerulescens*), Mirlo Dorso Canela (*Turdus rufopalliatu*s), Calandria Flancos Negros (*Icterus abeillei*) y Semillero Rabadilla Canela (*Sporophila torqueola*)], dos especies cuasiendémicas [Capulinerio Gris (*Ptiliogonys cinereus*) y Pato Mexicano (*Anas diazi*)] y siete especies semiendémicas [Colibrí Garganta Azul (*Lampornis clemenciae*), Colibrí Pico Ancho (*Cyananthus latirostris*), Colibrí Corona Violeta (*Ramosomyia violiceps*), Tirano Chibiú (*Tyrannus vociferans*), Gorrión Pálido (*Spizella pallida*), Calandria Dorso Negro Menor (*Icterus cucullatus*) y Chipe Negrogris (*Setophaga nigrescens*)]. Tres especies registradas son exóticas: Paloma Doméstica (*Columba livia*), Garza Ganadera (*Bubulcus ibis*) y Gorrión Doméstico (*Passer domesticus*) (Apéndice 1).

Considerando las especies de interés para la conservación en México, y de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana 059 (SEMARNAT 2019), dos especies registradas se consideran como amenazadas, el Pato Mexicano y el Chipe Lores Negros (*Geothlypis tolmiei*); tres especies se consideran bajo protección especial, ya sea por razones de tipo cinegético (como es el caso de la Codorniz de Moctezuma, *Cyrtonyx montezumae*), por tratarse de especies de rapaces (el Gavilán Pecho Canela, *Accipiter striatus* y el Gavilán de Cooper, *A. cooperii*), o por ser especies acuáticas expuestas a pérdida de su hábitat (el Zambullidor Menor, *Tachybaptus dominicus*). Desde la perspectiva internacional, de acuerdo con la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN 2022), dos especies se consideran como casi amenazadas: Zumbador Canelo (*Selasphorus rufus*) y Verdugo Americano (*Lanius ludovicianus*). De acuerdo con la lista del Acta para la Conservación de Aves Migratorias Neotropicales (NMBCA 2000), cuatro son especies de su interés: Zumbador Canelo, Patamarilla Menor (*Tringa flavipes*), Gorrión Chapulín (*Ammodramus*

savannarum) y Gorrión Barba Negra (*Spizella atrogularis*) (Apéndice 1).

Descripción y comparación de las comunidades de aves en las tres secciones del río.

La riqueza de especies observada por área fue muy similar y varió entre 70 y 75 especies. La mayor riqueza se observó en la sección Planicie (75 especies), seguido de Canal y (71 especies); la riqueza más baja se observó en Urbana (70 especies). A pesar de la semejanza entre secciones, las estimaciones de Chao1 indican que para la sección Urbana se esperaría el mayor número de especies (89), seguida por la sección de Planicie (86) y finalmente la sección Canal (78); la representatividad en todos los casos fue superior al 78%. Las estimaciones obtenidas a través del proceso de rarefacción presentaron un patrón similar (Cuadro 1).

Con respecto a la comparación de las comunidades, los resultados del Análisis de Similitudes entre sitios (ANOSIM, que es en realidad es un símil de un índice de disimilitud), indicó que no existen diferencias entre ellos ($R=0.07144$), ni en términos de composición (Jaccard: $R=0.0714$), ni considerando la abundancia de las especies presentes (Morisita: $R=0.0651$). La comparación cualitativa usando la composición de las comunidades a través de índice de Jaccard (presencia/ausencia), indicó que las más similares fueron las de las secciones Canal y Urbana, y las más diferentes fueron las de Canal y Planicie; la comparación cuantitativa a través del índice de Morisita-Horn (abundancia de especies), mostró un alto grado de semejanza entre todas las comunidades (Cuadro 2).

El análisis discriminante realizado para los muestreos realizados en las diferentes secciones del río mostró un evidente traslape en un espacio bidimensional (Figura 4), con una exactitud del 75% de asignación correcta de los conteos a las secciones del río estudiadas; 25% de los muestreos fueron erróneamente ubicados como pertenecientes a diferentes secciones del río, lo que sugiere la presencia de especies que pudieran estar asociadas de forma particular a sectores específicos del río, de acuerdo con el modelo probabilístico desarrollado por este análisis. Esto puede reflejarse de alguna forma en el resultado de un análisis en el que se identificaron especies indicadoras (Indicator Species Analysis [IndVal]), de las cuales diez especies estuvieron asociadas con la sección Canal, cuatro con la sección Urbana y siete con la sección Planicie (Cuadro 3). Las especies asociadas con la sección del Canal son principalmente características de

ambientes agrícolas, entre las que se encuentran algunas que capturan sus presas en espacios abiertos (*Falco* y *Lanius*), insectívoros que capturan su alimento al vuelo de forma solitaria (*Tyrannus*), granívoros (*Volatinia* y *Passerina*), especies gregarias de áreas de cultivo (*Bubulcus*, *Agelaius* y *Molothrus*) y otras asociadas al río (*Anas*); tres de las especies asociadas a la sección Urbana son especies exóticas características de áreas urbanizadas (*Columba*, *Columbina* y *Passer*) y las especies asociadas a la sección Planicie, son características de zonas ribereñas de aguas poco profundas o humedales (*Plegadis*), especies gregarias que hacen uso de vegetación arbórea (*Nycticorax*, *Myiozetetes* y *Turdus*), o especies de áreas más abiertas adyacentes al río, algunas veces con rocas (*Sayornis* y *Catherpes*).

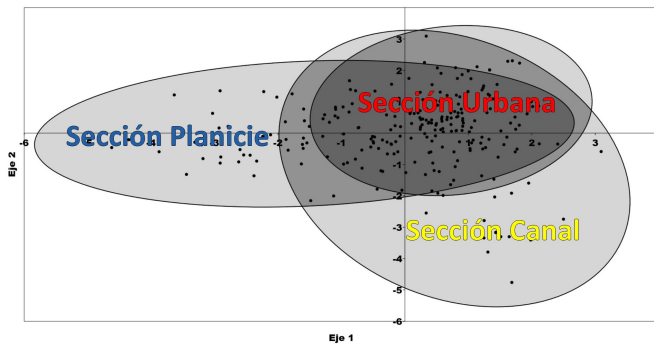


Figura 4. Análisis discriminante de los muestreos de aves en tres secciones del Lerma en la región de La Piedad-Santa Ana Pacueco, en el que es evidente la similitud general de su composición (75% de los muestreos fueron asignados correctamente a su categoría).

Las curvas rango-abundancia de las comunidades fueron muy similares entre sí y muestran la existencia de un grupo de especies dominantes y generalistas; entre las seis especies dominantes en cada comunidad, cuatro son compartidas, como es el caso de *Quiscalus mexicanus* (la especie más abundante en las tres secciones del río), además de otras como *Spatula discors*, *Molothrus ater* y *Sporophila torqueola*; *Ardea alba* fue dominante en las áreas no urbanizadas, y *Passer domesticus* y *Columbina inca*, como se ha mencionado, indicadoras de la sección Urbana (Figura 5). Un análisis de amplitud de nicho mostró que de las 56 especies más abundantes (con al menos 10 individuos registrados), 34 son generalistas (60.7%), 17 abundantes en dos hábitats (30.4%) y sólo 5 especialistas (8.9%) (Apéndice 2). Un aspecto notable es el hecho de que las especies más

frecuentes y abundantes, estuvieron presentes en todas las secciones del río, y constituyen el grupo de especies generalistas, que se adaptan con relativa facilidad a las condiciones urbanas y de ambientes con fuerte impacto de perturbación antropogénica.

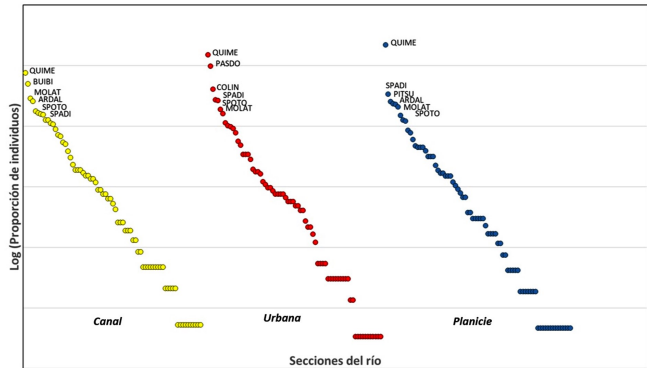


Figura 5. Curvas de rango-abundancia de las comunidades de aves asociadas a la vegetación ribereña de tres secciones del Lerma en la región de La Piedad-Santa Ana Pacueco. (Especies dominantes: ARDAL=Ardea alba, BUIBI= Bubulcus ibis, COLIN=Columbina inca, MOLAT= Molothrus ater, PASDO=Passer domesticus, PITSU= Pitangus sulphuratus, QUIME=Quiscalus mexicanus, SPADI=Spatula discors, SPOTO=Sporophila torqueola).

Discusión

Los ambientes ribereños son altamente susceptibles al disturbio; históricamente han sido altamente modificados por la ocupación humana, fragmentación, pastoreo, erosión, contaminación, modificación de sus cursos naturales, construcción de reservorios y presas, desecación debida al desarrollo y mantenimiento de agricultura adyacente, y la satisfacción de las necesidades de suministro de agua de forma directa por las poblaciones humanas (Naiman y Décamps 1997). A pesar de su limitada cobertura con respecto a su entorno y al disturbio al que han estado sujetos, los ambientes ribereños son de suma importancia para un número importante de especies de aves (Hunt 1985). Para la zona de estudio, las comunidades de aves que hacen uso del ambiente ribereño de las diferentes secciones del río Lerma en La Piedad-Santa Ana Pacueco son muy semejantes entre ellas, compartiendo muchas de sus especies, lo que se relaciona con el hecho de que las especies más abundantes del área son generalistas en su uso de hábitat, siendo también características de ambientes urbanos y antropogénicos (como son las palomas domésticas, zanates, tordos y gorriones caseros, por ejemplo).

La presencia de estas especies indica que la zona ha sufrido históricamente impactos considerables, como lo mencionan Mantilla-Morales *et al.* (2001) y López- Hernández *et al.* (2007); las comunidades no incluyen especies altamente sensibles, como lo indica la presencia de solamente unas pocas especies endémicas y en alguna categoría de protección (SEMARNAT 2019). Este mismo patrón de presencia de especies generalistas y tolerantes y ausencia de especies sensibles fue encontrado de igual forma en un corredor ribereño dentro de un paisaje urbanizado en Turquía (Keten *et al.* 2020). En general, la urbanización ha favorecido a las especies no nativas y aquellas tolerantes a la perturbación. La morfología del cauce del río se encuentra muy modificada y muestra marcados contrastes; en las partes del río anteriores a la zona de La Piedad - Santa Ana Pacueco, y al igual que en el área de influencia urbana, el cauce es en su mayor parte estrecho y de pendientes pronunciadas en sus bancos, mientras que después de su paso a través del área urbana, el cauce se ensancha considerablemente, aumentando las áreas de playa y diversificándose la estructura y composición de la vegetación ribereña, y su vegetación adyacente está más conservada. Es por esta razón que en las áreas de playa se registran con mayor frecuencia especies asociadas a ambientes acuáticos, como son el caso de los chorlitos, zambullidores, gallaretas, playeros, zarapitos, algunas garzas y el gavilán pescador, que no se encuentran presentes, o son muy poco abundantes en otras partes del cauce del río.

En este sentido, Ruvalcaba-Ortega (2009), encontró que las comunidades de aves en el río Sabinas, Coahuila, estuvieron determinadas por la naturaleza y cantidad del hábitat adyacente, la vegetación ribereña y asentamientos humanos, destacando la importancia de la calidad del hábitat de interés y sus áreas adyacentes por sus implicaciones de manejo y conservación de los sistemas ribereños. Por otra parte, en California, Oneal y Rotenberry (2009) encontraron una respuesta heterogénea de diferentes grupos de especies a características de la vegetación, el grado de urbanización, o el contexto general del paisaje; con respecto a las especies migratorias Neotropicales mostraron menos sensibilidad al incremento de la urbanización, como ha sido sugerido por Hutto (1985) y Villaseñor-Gómez (1993), por lo que el mantenimiento de fragmentos de vegetación ribereña en buenas condiciones podrían permitir la permanencia de especies aún en áreas altamente urbanizadas como en el caso del área metropolitana de Monterrey, Nuevo León (Castillo-Muñoz y Guzmán-Hernández 2021).

Los esfuerzos por la recuperación de la vegetación característica seguramente serán importantes para la atracción y establecimiento de poblaciones de aves que han sido extirpadas del área por el proceso gradual de deterioro. Independientemente de estos esfuerzos, el valor de la vegetación asociada al río es grande, si consideramos que constituye la vía por medio de la cual las especies de aves se desplazan dentro de sus movimientos locales y migratorios, al igual que otros grupos taxonómicos con seguridad lo hacen (Ehrenfeld y Stander 2010). La vegetación ribereña constituye un corredor asociado a corrientes fluviales que destacan por las funciones que cumplen dentro de un gradiente ecológico de condiciones ambientales: permite el mantenimiento de agua dulce, fomenta la vida silvestre, y cumple varias funciones de importancia para las áreas dedicadas a ganadería y agricultura, y favorecen al mismo tiempo el mantenimiento de la biodiversidad animal y vegetal.

A pesar del alto grado de disturbio de la vegetación, contaminación y modificación del cauce del río, aún se registran 104 especies entre las cuales 28% son migratorias lo que destaca la importancia de estos ambientes ribereños como hábitat de tránsito e invernación no sólo para aquellas de ámbito terrestre como los gorriones y chipes, sino también para aquellas de ámbito acuático, incluyendo playeros, chorlos y gallaretas. La presencia de especies tales como garzas e inclusive los martines pescadores y el gavilán pescador, indican no solamente la disponibilidad de recursos para su subsistencia, sino también una alta resiliencia de las especies a pesar del alto grado de disturbio. Los corredores ribereños urbanos pueden, en conclusión, tener efectos positivos, negativos o neutros en las poblaciones de grupos de especies, como resultado de las diferencias en los requerimientos específicos de la historia de vida de especies individuales (Ehrenfeld y Stander 2010).

La protección y restauración de este ambiente ribereño debe ser prioritaria e incluir acciones in situ claras y contundentes, información y educación ambiental para la población local y regional, así como la implementación de políticas públicas de los diferentes niveles de gobierno en México. Es claro que en un ambiente mejorado en cuanto a la estructura de su hábitat y en su calidad del agua, promovería no solo el incremento en la diversidad de especies, sino en el mantenimiento y la mejora de los servicios ecosistémicos que brinda, aspectos de salud pública y en el incremento de la calidad de vida de los habitantes de esta región del Bajío en el centro de México.

Agradecimientos

Este trabajo fue posible gracias al apoyo del Proyecto “Saneamiento del cauce natural (meandro) del río Lerma e integración del mismo a la dinámica urbana de La Piedad, Michoacán–Santa Ana Pacueco, Guanajuato”, a través de la convocatoria de Fondos Mixtos Michoacán 2007-02 (Proyecto CONACyT-FOMIX-Michoacán 73881). Los autores estamos profundamente agradecidos por el entusiasmo y dedicación de Lucero Calderón

Montañez, Octavio Soto Rojas y Fernando Calvillo, quienes participaron en el trabajo de campo y en el desarrollo de las bases de datos que fueron utilizadas en el análisis de la información. Igualmente, a la Biol. Zaira Daniela Juárez Velázquez por la elaboración del mapa de ubicación del área de estudio. Finalmente agradecemos profundamente a dos revisores anónimos y al editor de la revista, quienes realizaron sugerencias que mejoraron sustancialmente el enfoque de este trabajo.

Cuadro 1. Número de conteos realizados, individuos detectados, familias y especies registradas, especies esperadas (a través del estimador de Chao1), estimación de especies e individuos por rarefacción y porcentaje de representatividad (completitud) de las comunidades de aves en las tres secciones estudiadas en el Río Lerma, en el área de La Piedad- Santa Ana Pacueco.

	CANAL	URBANA	PLANICIE
Conteos	69	111	85
Individuos registrados	1,373	1,720	1,463
Individuos estimados (Rarefacción)	5,492	6,880	5,852
Familias	32	31	35
Especies observadas	71	70	75
Especies estimadas (Rarefacción)	78	80	85
Especies esperadas (Chao1)	78	89	86
Completitud (Chao1) (%)	91.0	78.7	87.2

Cuadro 2. Similitud entre las comunidades de aves de las tres secciones del río Lerma, en la región de La Piedad- Santa Ana Pacueco. (J: Índice de similitud de Jaccard; MH: Índice de Morisita-Horn).

Sección	Canal	Urbana	Planicie
Canal	-----		
Urbana	J: 0.72 MH: 0.81	-----	
Planicie	J: 0.57 MH: 0.83	J: 0.63 MH: 0.88	-----

Cuadro 3. Número promedio de individuos detectados (ajustados a 100 conteos) de las especies indicadoras asociadas a cada una de las secciones del río Lerma en el área de La Piedad- Santa Ana Pacueco.

ESPECIE	CANAL	URBANA	PLANICIE
<i>Anas diazi</i>	79.7	2.7	3.5
<i>Columba livia</i>	4.3	10.8	0.0
<i>Columbina inca</i>	71.0	99.1	60.0
<i>Bubulcus ibis</i>	140.6	0.9	7.1
<i>Nycticorax nycticorax</i>	59.4	19.8	61.2
<i>Plegadis chihi</i>	0.0	6.3	17.6
<i>Falco sparverius</i>	5.8	0.9	0.0
<i>Myiozetetes similis</i>	5.8	9.9	36.5
<i>Tyrannus vociferans</i>	34.8	13.5	23.5
<i>Sayornis nigricans</i>	4.3	2.7	18.8
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	8.7	0.9	30.6
<i>Lanius ludovicianus</i>	18.8	11.7	9.4
<i>Catherpes mexicanus</i>	4.3	8.1	21.2
<i>Toxostoma curvirostre</i>	23.2	13.5	7.1
<i>Turdus rufopalliatus</i>	7.2	1.8	25.9
<i>Passer domesticus</i>	78.3	153.2	50.6
<i>Agelaius phoeniceus</i>	44.9	0.9	1.2
<i>Molothrus aeneus</i>	13.0	3.6	8.2
<i>Cardellina pusilla</i>	4.3	20.7	9.4
<i>Passerina caerulea</i>	30.4	17.1	14.1
<i>Volatinia jacarina</i>	17.4	7.2	2.4

Referencias

- Álvarez T, Tafolla D, Flores T, Díaz V, Plancarte D, Madrigal R, Sánchez R, Álvarez E, Hernández K, Linares C, García C, Hernández A** (2011) Salud del humano, animales domésticos y silvestres. Reporte de Investigación. En: RA Rueda-Jasso (coord.). *Informe Técnico Final del proyecto FOMIX-CONACYT 73881*. Saneamiento del cauce natural (meandro) del río Lerma e integración del mismo a la dinámica urbana de La Piedad, Michoacán. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- American Ornithologists Union** (1998) Check-List of North American Birds. The species of birds of North America from the Arctic through Panama, including the West Indies and Hawaiian Islands. Seventh edition. American Ornithologists Union.
- Anderson, BW, Ohmart RD, Rice J** (1983) Avian and vegetation community structure and their seasonal relationships in the lower Colorado River Valley. USA. *Condor*. 85: 392-405. DOI 10.2307/1367978
- Bennett AF, Nimmo DG y Radford JQ** (2014) Riparian vegetation has disproportionate benefits for landscape-scale conservation of woodland birds in highly modified environments. *Journal of Applied Ecology* 51:514–523. doi: 10.1111/1365-2664.12200
- Berlanga H, Gómez de Silva H, Vargas-Canales VM, Rodríguez-Contreras V, Sánchez-González LA, Ortega-Álvarez R, Calderón-Parra R** (2019) Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes. CONABIO, México D.F.
- Castillo-Muñoz M y Guzmán-Hernández JL** (2021) Composición y estructura de la comunidad de aves en un corredor ribereño urbano del área metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México. Huitzil *Revista Mexicana de Ornitología* 22(2): e-628. DOI: <https://doi.org/10.28947/hrmo.2021.22.2.499>
- Chao A, Ma KH, Hsieh TC** (2016) iNEXT (iNterpolation and EXTrapolation) *Online: Software for Interpolation and Extrapolation of Species Diversity*. Program and User's Guide published at http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software_download/inext-online/. (Consultado: octubre 30, 2023)
- Chesser RT, Billerman SM, Burns KJ, Cicero C, Dunn JL, Hernández-Baños BE, Jiménez RA, Kratter AW, Mason NA, Rasmussen PC, Remsen Jr JV, Winker K** (2023) Sixty-fourth Supplement to the American Ornithological Society's *Check-list of North American Birds*. *Ornithology* 140(3): 1-11. DOI 10.1093/ornithology/ukad023
- Coldwell, RK** (2013) EstimateS: *Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Version 9. Persistent URL <purl.oclc.org/estimates>
- Corbacho C, Sánchez JM y Costillo E** (2003) Patterns of structural complexity and human disturbance of riparian vegetation in agricultural landscapes of a Mediterranean area. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 95(2–3): 495-507
- Domínguez-López ME, Ortega-Álvarez R** (2014) The importance of riparian habitats for avian communities in a highly human-modified Neotropical landscape. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 1217-1227. DOI: 10.7550/rmb.43849
- Ehrenfeld JG, Stander EK** (2010) Habitat function in urban riparian zones. Chapter 6, pp. 103-118. In: Urban Ecosystem Ecology (J Aitkenhead-Peterson, A Volder, eds.) *American Society of Agronomy. Agronomy Monograph* 55. Madison, WI, USA
- Elías-Domínguez ME, Ortega-Álvarez R** (2014) The importance of riparian habitats for avian communities in a highly human-modified Neotropical landscape. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 1217-1227. DOI: 10.7550/rmb.43849
- González-García, F y Gómez de Silva, H** (2003) Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. Páginas: 150-194. En: H. Gómez de Silva y A. Oliveras de Ita, editores. *Conservación de Aves. Experiencias en México*. CIPAMEX-CONABIO - NFWF. México, D.F.
- Greenberg, R** (1995) Insectivorous migratory birds in tropical ecosystems: the breeding currency hypothesis. *Journal of Avian Biology*. 26: 260-264. DOI 10.2307/3677328
- Gregory SV, Swanson FJ, Mckee WA, Cummins KW** (1991) An ecosystem perspective of riparian zones. *BioScience*. 41: 540-551. DOI: 10.2307/1311607
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD** (2001) PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electronica* 4(1):9 <https://www.nhm.uio.no/english/research/resources/past/>
- Howell SNG, Webb S** (1995) A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. New York.
- Hunt C** (1985) The need for riparian habitat protection. *National Wetlands Newsletter*. 7: 5-8.
- Hutto RL** (1985) Habitat selection by nonbreeding, migratory land birds. Chapter 16, pp. 455-476. In: *Habitat Selection in Birds* (ML Cody, ed.) Academic Press, Inc.
- IMTA** (2009) Estrategia general para el rescate ambiental y sustentabilidad de la cuenca Lerma-Chapala (Informe Final). Instituto Mexicano de Tecnología del Agua – SEMARNAT. <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2010/05/EstrategiaRescateCuencaLermaChapala.pdf>
- Johnson MD, Sherry TW, Strong AM, Medori A** (2005) Migrants in Neotropical bird communities: an assessment of the breeding currency hypothesis. *Journal of Animal Ecology*. 74: 333-341. DOI 10.1111/j.1365-2656.2005.00928.x
- Johnson MD, Strong AM, Sherry TW** (2006) Migrants in tropical bird communities: the balanced breeding limitation hypothesis. *Journal of Avian Biology*. 37: 229-237

- Keten A, Erouglu E, Kaya S, Anderson JT** (2020) Bird diversity along a riparian corridor in a moderate urban landscape. *Ecological Indicators* 118: 106751 DOI 10.1016/j.ecolind.2020.106751
- Levins R** (1968) Evolution in changing environments: some theoretical explorations. Princeton, Princeton University Press.
- López-Hernández M, Ramos-Espinosa MG, Carranza-Fraser J** (2007) Análisis multimétrico para evaluar contaminación en el río Lerma y lago de Chapala, México. *Hidrobiológica*. Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa. 17: 17-30
- MacArthur, RH** (1964) Environmental factors affecting bird species diversity. *American Naturalist*. 68: 387-397. DOI 10.1086/282334
- Mantilla-Morales G, Sanvicente-Sánchez H, Izurieta-Dávila J** (2001) Identificación de zonas de contaminación de los cuerpos de agua de la cuenca del río Lerma mediante la interpretación de imágenes de satélite y ubicación de las principales descargas de aguas residuales. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 1-8
- McComb BC, Bilsland D, Steiner JJ** (2005) Associations of winter birds with riparian condition in the lower Calapooia watershed, Oregon. *Northwest Science*. 72: 164-171
- Montes-Olivares, M** (2020) Composición de las comunidades de aves en sistemas xeroriparios durante la temporada no reproductiva en el sur del Altiplano Mexicano. Tesis de maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Ensenada, Baja California, México.
- Naiman RJ, Décamps H** (1997) The ecology of interfaces: riparian zones. *Annual Review of Ecology & Systematics*. 28: 621-658. DOI 10.1146/annurev.ecolsys.28.1.621
- Naiman RJ, Décamps H, Pollock M** (1993) The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity. *Ecological Applications*. 3: 209-212. DOI 10.2307/1941822
- NMBCA** (2000) Neotropical Migratory Bird Conservation Act. Public Law. 106th Congress-247. July 20, 2000: 593-597
- Oneal AS, Rotenberry JT** (2009) Scale-dependent habitat relations of birds in riparian corridors in an urbanizing landscape. *Landscape and Urban Planning* 92: 264-275
- Peterson RT, Chalif EL** (1989) Aves de México. Editorial Diana. México, D.F.
- Ralph CJ, Geupel GR, Pyle P, Martin TE, DeSante DF** (2005) Handbook of field methods for monitoring landbirds. USDA Forest Service General Technical Report. PSW-144: 1-41
- Ruvalcaba-Ortega I** (2009) Análisis jerárquico de la comunidad de aves asociada al hábitat ribereño dominado por *Taxodium mucronatum* en el río Sabinas, Coahuila de Zaragoza, México. Disertación doctoral. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Sabo JL, Sponseller R, Dixon M, Gade K, Harms T, Heffernan J, Jani A, Katz G, Soykan C, Watts J, Welter J** (2005). Riparian zones increase regional species richness by harboring different, not more, species. *Ecology*. 86: 56-62. DOI 10.1890/04-0668
- Scott ML, Nagler PL, Glenn EP, Valdes-Casillas C, Erker JA, Reynolds EW, Shafroth PB, Gomez-Limon E, Jones CL** (2009) Assessing the extent and diversity of riparian ecosystems in Sonora, Mexico. *Biodivers Conserv* 18(2):247-269. doi:10.1007/s10531-008-9473-6
- SEMARNAT** (2019) MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010. DOF jueves 14 de noviembre 2019
- Shiyi G, Chang S, Kaoru S, Jiexin C, Toru T** (2019) Bird communities in urban riparian areas: responses to the local-and landscape-scale environmental variables. *Forests* 10: 683-696. DOI: 10.3390/f10080683
- Strong TR y Bock CE** (1990) Bird Species Distribution Patterns in Riparian Habitats in Southeastern Arizona. *The Condor* 92(4): 866-885. doi: 10.2307/1368723
- IUCN** (2022) The IUCN Red List of threatened species. <https://www.iucnredlist.org/es>
- Villaseñor-Gómez, JF** (1993) Importance of agricultural border strips in the conservation of North American migratory landbirds in western Mexico. Master's Thesis. Division of Biological Sciences. University of Montana, USA
- Villaseñor-Gómez, JF** (2008). Habitat use of wintering bird communities in Sonora, Mexico: the importance of riparian habitats. *Studies in Avian Biology* 37: 53-68

Apéndice 1.

Listado taxonómico de las especies de aves registradas en vegetación ribereña del Río Lerma (sección La Piedad, Michoacán – Santa Ana Pacueco, Guanajuato), en muestreos realizados durante 2009-2010. Se incluye información sobre su taxonomía, nombre en español, estatus de residencia, categorías de riesgo a nivel nacional (NOM-059) e internacional (UICN), estatus de endemismo, importancia a nivel de Norteamérica (NMBCA), número de individuos registrados durante los muestreos, y categoría de índice de amplitud de nicho (para las especies más abundantes).

ESPECIES ¹	NOMBRE EN ESPAÑOL ²	RESID ³	NOM-059 ⁴	UICN ⁴	ENDEM ⁵	NMBCA ⁶	IND ⁷	IAN ⁸
Anseriformes								
Anatidae: Gansos, cercetas y patos								
<i>Spatula discors</i>	Cerceta Alas Azules	MI		LC			231	Generalista
<i>Spatula cyanoptera</i>	Cerceta Canela	MI		LC			3	
<i>Anas diazi</i>	Pato Mexicano	R	A	LC	CE		61	Canal
Galliformes								
Odontophoridae: Codornices y colines								
<i>Cyrtonyx montezumae</i>	Codorniz de Moctezuma	R	Pr	LC			1	
Podicipediformes								
Podicipedidae: Zambullidores								
<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor Menor	R	Pr	LC			67	Generalista
Columbiformes								
Columbidae: Palomas y tórtolas								
<i>Columba livia</i>	Paloma Doméstica	R		LC	Exo		15	Urbano
<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	R		LC			210	Generalista
<i>Columbina passerina</i>	Tortolita Pico Rojo	R		LC			1	
<i>Zenaida macroura</i>	Huilota Común	R		LC			4	
Cuculiformes								
Cuculidae: Cucos y garrapateros								
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Pijuy	R		LC			117	Generalista
Apodiformes								
Trochilidae: Colibríes								

	<i>Colibri thalassinus</i>	Colibrí Orejas Violetas	R		LC			4	
	<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí Garganta Azul	R		LC	SE		3	
	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí Garganta Rubí	MI		LC			1	
	<i>Selasphorus rufus</i>	Zumbador Canelo	MI		NT		X	1	
	<i>Cyananthus latirostris</i>	Colibrí Pico Ancho	R		LC	SE		77	Generalista
	<i>Basilinna leucotis</i>	Zafiro Orejas Blancas	R		LC			4	
	<i>Ramosomyia violiceps</i>	Colibrí Corona Violeta	R		LC	SE		17	Generalista
Gruiformes									
Rallidae: Ralos y gallaretas									
	<i>Fulica americana</i>	Gallareta Americana	R		LC			79	Generalista
	<i>Gallinula chloropus</i>	Gallineta Frente Roja	R		LC			52	Urb-Plan
Charadriiformes									
Recurvirostridae: Avocetas									
	<i>Himantopus mexicanus</i>	Monjita Americana	R		LC			94	Canal-Urb
Charadriidae: Tildíos y chorlitos									
	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo Tildío	R		LC			75	Generalista
Jacanidae: Jacanas									
	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana Norteña	R		LC			3	
Scolopacidae: Playeros y zarapitos									
	<i>Actitis macularius</i>	Playero Alzacolita	MI		LC			42	Generalista
	<i>Tringa flavipes</i>	Patamarilla Menor	MI		LC		X	5	
Suliformes									
Phalacrocoracidae: Cormoranes									
	<i>Nannopterum brasilianum</i>	Cormorán Neotropical	R		LC			2	
Pelecaniformes									
Ardeidae: Garzas									

	<i>Ardea herodias</i>	Garza Morena	R		LC			1	
	<i>Ardea alba</i>	Garza Blanca	R		LC			170	Generalista
	<i>Egretta thula</i>	Garza Dedos Dorados	R		LC			71	Generalista
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza Ganadera	R		LC	Exo		104	Canal
	<i>Butorides virescens</i>	Garcita Verde	R		LC			56	Generalista
	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza Nocturna Corona Negra	R		LC			115	Generalista
Threskiornithidae: Ibises									
	<i>Plegadis chihi</i>	Ibis Ojos Rojos	R		LC			22	Urb-Plan
Cathartiformes									
Cathartidae: Buitres americanos									
	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	R		LC			NR	
	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común	R		LC			6	
Accipitriformes									
Pandionidae: Gavilán pescador									
	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila Pescadora	T		LC			1	
Accipitridae: Águilas, gavilanes y milanos									
	<i>Elanus leucurus</i>	Milano Cola Blanca	R		LC			9	
	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán Pecho Canela	R	Pr	LC			1	
	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	MI	Pr	LC			1	
	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla Cola Roja	R		LC			1	
Strigiformes									
Tytonidae: Lechuzas									
	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de Campanario	R		LC			1	
Coraciiformes									
Alcedinidae: Martines pescadores									

	<i>Megaceryle alcyon</i>	Martín Pescador Norteño	MI		LC			4	
	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín Pescador Verde	R		LC			33	Generalista
Piciformes									
Picidae: Pájaros carpinteros									
	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje	R		LC			154	Generalista
	<i>Dryobates scalaris</i>	Carpintero Mexicano	R		LC			5	
Falconiformes									
Falconidae: Halcones									
	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	MI		LC			5	
Passeriformes									
Tityridae: Cabezones, Llorones, Titiras									
	<i>Pachyrampus aglaiae</i>	Cabezón Degollado	R		LC			1	
Tyrannidae: Tiranos, mosqueros, luises y papamoscas									
	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas Triste	R		LC			NR	
	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas Cenizo	R		LC			1	
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis Bienteveo	R		LC			189	Generalista
	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	R		LC			46	Plan-Urb
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí	R		LC			25	Urb-Plan
	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano Chibiú	R		LC	SE		59	Generalista
	<i>Contopus virens</i>	Papamoscas del Este	T		LC			2	
	<i>Empidonax difficilis</i>	Papamoscas Amarillo del Pacífico	R		LC	SE		5	
	<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas Negro	R		LC			22	Planicie
	<i>Sayornis saya</i>	Papamoscas Llanero	MI		LC			3	
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Papamoscas Cardenalito	R		LC			33	Plan-Canal
Vireonidae: Vireos									
	<i>Vireo huttoni</i>	Vireo Reyezuelo	R		LC			1	

Laniidae: Verdugos									
	<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo Americano	R		NT			34	Generalista
Hirundinidae: Golondrinas									
	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina Alas Aserradas	R		LC			NR	
	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Tijereta	R		LC			127	Generalista
Regulidae: Reyzeuelos									
	<i>Corthylio calendula</i>	Reyzeuelo Matraquita	MI		LC			12	Plan-Urb
Bombycillidae: Chinitos									
	<i>Bombycilla cedrorum</i>	Chinito	MI		LC			14	Planicie
Ptiliognatidae: Capulineros									
	<i>Ptiliognys cinereus</i>	Capulinerio Gris	R		LC	CE		3	
Poliotilidae: Perlitas									
	<i>Poliotila caerulea</i>	Perlita Azulgris	MI		LC			51	Generalista
Troglodytidae: Matracas y saltaparedes									
	<i>Catherpes mexicanus</i>	Saltapared Barraqueño	R		LC			30	Plan-Urb
	<i>Campylorhynchus gularis</i>	Matraca Serrana	R		LC	EN		NR	
	<i>Thryomanes bewickii</i>	Saltapared Cola Larga	R		LC			6	
	<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared Común	MI		LC			11	Generalista
Mimidae: Centzontles, mulatos y cuitlacoques									
	<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato Azul	R		LC	EN		2	
	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuicacoche Pico Curvo	R		LC			37	Generalista
	<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle Norteño	R		LC			1	
Turdidae: Azulejos, mirlos y zorzales									
	<i>Turdus rufopalliatus</i>	Mirlo Dorso Canela	R		LC	EN		29	Plan-Canal
Passeridae: Gorriones del viejo mundo									
	<i>Passer domesticus</i>	Gorrion Doméstico	R		LC	Exo		267	Generalista

Fringillidae: Eufonias, pinzones y jilgueros									
	<i>Chlorophonia elegantissima</i>	Eufonia Gorra Azul	R		LC			3	
	<i>Haemorhous mexicanus</i>	Pinzón Mexicano	R		LC			40	Generalista
	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerito Dominicó	R		LC			141	
Passerellidae: Gorriones del Nuevo Mundo y rascadores									
	<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión Chapulín	MI		LC		X	NR	
	<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión Arlequín	MI		LC			18	Canal
	<i>Spizella passerina</i>	Gorrión Cejas Blancas	R		LC			27	Canal-Urb
	<i>Spizella pallida</i>	Gorrión Pálido	MI		LC	SE		NR	
	<i>Spizella atrogularis</i>	Gorrión Barba Negra	R		LC		X	1	
	<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de Lincoln	MI		LC			7	
	<i>Melospiza fusca</i>	Rascador Viejita	R		LC			27	Urb-Canal
Icteridae: Zanates, tordos y calandrias									
	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria Dorso Negro Menor	MI		LC	SE		1	
	<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria Dorso Rayado	R		LC			38	Generalista
	<i>Icterus abeillei</i>	Calandria Flancos Negros	R		LC	EN		49	Generalista
	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo Sargento	R		LC			33	Canal
	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo Ojos Rojos	R		LC			20	Generalista
	<i>Molothrus ater</i>	Tordo Cabeza Café	R		LC			219	Generalista
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	R		LC			550	Generalista
Parulidae: Chipes y mascaritas									
	<i>Leiothlypis celata</i>	Chipe Oliváceo	MI		LC			3	
	<i>Leiothlypis ruficapilla</i>	Chipe Cabeza Gris	MI		LC			10	Urb-Canal
	<i>Geothlypis poliocephala</i>	Mascarita Pico Grueso	R		LC			1	
	<i>Geothlypis tolmiei</i>	Chipe Lores Negros	MI	A	LC			2	
	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita Común	R		LC			21	Generalista

	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe Amarillo	MI		LC			4	
	<i>Setophaga coronata</i>	Chipe Rabadilla Amarilla	MI		LC			71	Generalista
	<i>Setophaga nigrescens</i>	Chipe Negrogris	MI		LC	SE		3	
	<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe Corona Negra	MI		LC			34	Urb-Plan
Cardinalidae: Picogordo, colorines y cardenales									
	<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo Azul	R		LC			52	Generalista
	<i>Passerina cyanea</i>	Colorín Azul	MI		LC			5	
Thraupidae: Tangaras y Semilleros									
	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero Brincador	R		LC			22	Urb-Canal
	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero Rabadilla Canela	R		LC	EN		214	Generalista

¹ Arreglo taxonómico sigue la propuesta del Check-list of North American Birds (American Ornithologists' Union 1998), con todos sus suplementos hasta el de Chesser *et al.* (2023).

² Nombre en español de acuerdo con la propuesta por Berlanga *et al.* (2019).

³ Estatus de residencia (RESID) de acuerdo con Peterson y Chaliff (1989), Howell y Webb (1995) y Berlanga *et al.* (2019): R=Residente permanente, MI=Migratoria invernal, T=Transitoria.

⁴ Categorías de riesgo a nivel nacional (NOM-059: A=Amenazada, Pr=Sujetas a protección especial) e internacional (UICN 2022: LC=Preocupación menor y NT=Casi amenazada).

⁵ Categorías de endemismo: EN=Especie endémica a México. CE =Especie Cuasiendémica a México. SE=Especie semiendémica a México. Exo=Especie exótica. Determinadas de acuerdo a las definiciones de González-García y Gómez de Silva (2003).

⁶ Especies de interés para el Acta de Conservación de Aves Migratorias Neotropicales [Neotropical Migratory Bird Conservation Act] (NMBCA 2000).

⁷ Número de individuos registrados en los muestreos.

⁸ Índice de Amplitud de Nicho (Levins): Calculado solamente para aquellas especies con 10 o más registros. **Generalistas**: especies distribuidas de forma homogénea en los tres hábitats. **Canal**: especies asociadas principalmente con la sección del río más estrecha y profunda, previa a la zona urbana. **Urbana (Urb)**: especies asociadas principalmente con la sección urbanizada del río. **Planicie (Plan)**: especies asociadas principalmente a la sección ancha y poco profunda del río, posterior a la zona urbana. Las combinaciones de dos hábitats se refieren a la preferencia por los hábitats mencionados en orden de importancia.

Apéndice 2.

Listado de las especies más comunes en las tres secciones del río Lerma de la región de La Piedad-Santa Ana Pacueco (en orden de abundancia).

ESPECIE	CANAL ¹	URBANA ¹	PLANICIE ¹	SUMA ¹	IAN ²
<i>Quiscalus mexicanus</i>	174	191	256	621	Generalista
<i>Passer domesticus</i>	78	153	51	282	Generalista
<i>Spatula discors</i>	81	81	100	262	Generalista
<i>Molothrus ater</i>	107	68	82	257	Generalista
<i>Sporophila torqueola</i>	84	80	79	243	Generalista
<i>Columbina inca</i>	71	99	60	230	Generalista
<i>Pitangus sulphuratus</i>	67	62	87	216	Generalista
<i>Ardea alba</i>	101	26	84	211	Generalista
<i>Melanerpes aurifrons</i>	71	43	67	181	Generalista
<i>Spinus psaltria</i>	65	50	48	163	Generalista
<i>Bubulcus ibis</i>	141	1	7	149	Especialista
<i>Hirundo rustica</i>	54	52	38	144	Generalista
<i>Nycticorax nycticorax</i>	59	20	61	140	Generalista
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	46	49	36	131	Generalista
<i>Himantopus mexicanus</i>	52	47	7	106	Dos hábitats
<i>Fulica americana</i>	28	22	42	92	Generalista
<i>Cyananthus latirostris</i>	39	29	21	89	Generalista
<i>Anas diazi</i>	80	3	4	86	Especialista
<i>Charadrius vociferus</i>	25	29	31	84	Generalista
<i>Egretta thula</i>	14	29	34	77	Generalista
<i>Setophaga coronata</i>	10	34	31	75	Generalista
<i>Tachybaptus dominicus</i>	25	37	11	72	Generalista
<i>Tyrannus vociferans</i>	35	14	24	72	Generalista
<i>Butorides virescens</i>	28	16	22	66	Generalista

<i>Passerina caerulea</i>	30	17	14	62	Generalista
<i>Polioptila caerulea</i>	28	12	22	62	Generalista
<i>Gallinula chloropus</i>	10	13	36	59	Dos hábitats
<i>Icterus abeillei</i>	19	21	15	55	Generalista
<i>Myiozetetes similis</i>	6	10	36	52	Dos hábitats
<i>Actitis macularius</i>	16	12	21	49	Generalista
<i>Haemorhous mexicanus</i>	23	14	11	47	Generalista
<i>Agelaius phoeniceus</i>	45	1	1	47	Especialista
<i>Toxostoma curvirostre</i>	23	14	7	44	Generalista
<i>Icterus pustulatus</i>	16	14	14	44	Generalista
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	9	1	31	40	Dos hábitats
<i>Lanius ludovicianus</i>	19	12	9	40	Generalista
<i>Chloroceryle americana</i>	17	15	5	37	Generalista
<i>Turdus rufopalliatus</i>	7	2	26	35	Dos hábitats
<i>Cardellina pusilla</i>	4	21	9	34	Dos hábitats
<i>Catherpes mexicanus</i>	4	8	21	34	Dos hábitats
<i>Spizella passerina</i>	22	11	0	33	Dos hábitats
<i>Melospiza fusca</i>	10	15	4	29	Dos hábitats
<i>Volatinia jacarina</i>	17	7	2	27	Dos hábitats
<i>Chondestes grammacus</i>	26	0	0	26	Especialista
<i>Sayornis nigricans</i>	4	3	19	26	Dos hábitats
<i>Tyrannus melancholicus</i>	1	14	9	25	Dos hábitats
<i>Molothrus aeneus</i>	13	4	8	25	Generalista
<i>Plegadis chihi</i>	0	6	18	24	Dos hábitats
<i>Geothlypis trichas</i>	3	10	9	22	Generalista
<i>Ramosomyia violiceps</i>	9	3	9	21	Generalista
<i>Bombcilla cedrorum</i>	0	0	16	16	Especialista

<i>Columba livia</i>	4	11	0	15	Dos hábitats
<i>Troglodytes aedon</i>	7	4	2	13	Generalista
<i>Corthylio calendula</i>	0	5	7	12	Dos hábitats
<i>Elanus leucurus</i>	4	1	6	11	Dos hábitats
<i>Leiothlypis ruficapilla</i>	3	7	0	10	Dos hábitats

¹ Número de individuos ajustados a 100 conteos por sección del río. La suma corresponde al equivalente de 300 conteos.

² Índice de amplitud de nicho (Levins 1968). Especialista= especie con el 90% de los individuos registrados en una sección del río (valores de 0-1.22); Dos hábitats=el 90% de los individuos se distribuyen en dos secciones del río (valores de 1.23-2.40; Generalistas=especie con abundancias similares en las tres secciones del río (valores ≥ 2.41).