

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA



# Casa abierta al tiempo

*Unidad Iztapalapa*

## Título

**Comparación de la avifauna riparia del río Lerma y su relación con el uso de suelo en el municipio de Temascalcingo, Estado de México**

## Tesis

Que para obtener el grado de  
Maestra en Biología

PRESENTA

**CHAPARRO GUERRA MARÍA DEL ROSARIO**

Comité Tutoral:

**Co-directores:**

**Dr. Miguel Ángel Armella Villalpando**

**Dr. Pablo Corcuera Martínez del Río**

**Asesor:**

**M. en C. Alejandro Meléndez Herrada**

## Declaración de originalidad

El (La) que suscribe **Maria del Rosario Chaparro Guerra**, alumno (a) del posgrado Maestría en Biología, de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud, de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa y autor(a) de la tesis o idónea comunicación de resultados titulada: **“Comparación de la avifauna riparia del río Lerma y su relación con el uso de suelo en el municipio de Temascalcingo, Estado de México”**,

Declaro que:

1. La tesis o idónea comunicación de resultados que presento ante el jurado calificador para lo obtención del grado de maestría es de mi autoría y original creación, producto del resultado de mi trabajo de investigación personal e individual; el cual cuenta con las correspondientes citas textuales del material bibliográfico utilizado y con el debido otorgamiento de los créditos autorales.
2. En la tesis o idónea comunicación de resultados no he reproducido párrafos completos; ilustraciones, fotografías, diagramas, cuadros y tablas, sin otorgamiento del crédito autorial y fuente correspondiente.
3. En consecuencia, relevo de toda responsabilidad a la Universidad Autónoma Metropolitana de cualquier demanda o reclamación que llegara a formular alguna persona física o moral que se considere con derecho sobre la tesis o idónea comunicación de resultados, respondiendo por la autoría y originalidad de la misma, asumiendo todas las consecuencias económicas y jurídicas si ésta no fuese de mi creación.

La presente declaración de originalidad se firma en la Ciudad de México el 25 de marzo del 2022.

Atentamente



---

María del Rosario Chaparro Guerra

La Maestría en Biología de la  
Universidad Autónoma Metropolitana  
pertenece al Padrón de  
Posgrados de Calidad del CONACyT

## **Dedicatoria**

A mi mamá, papá † y mis hermanos.

## **Agradecimientos**

Al CONACYT por el apoyo económico brindado para realizar esta tesis.

Al Dr. Miguel Ángel Armella Villalpando por todo su gran apoyo brindado desde la licenciatura hasta esta etapa.

Al Dr. Pablo Corcuera Martínez del Río por sus consejos y su paciencia en los análisis estadísticos, guiarme en los resultados y terminar a tiempo.

Al Maestro Alejandro Meléndez Herrada por enseñarme temas más profundos de aves, por ser tan exigente conmigo, que me ha ayudado mucho para mejorar mi manera de escribir y mejorar mis presentaciones.

A la Universidad Autónoma Metropolitana por ser mi *alma mater*, mi hogar por varios años en donde me formé como estudiante y deportista.

A mi familia por su paciencia, comprensión y apoyo en los momentos más difíciles.

A mi mamá por ser la más atenta ante cualquier circunstancia.

A mis hermanas Yessica y Patricia por su gran compañía en campo y su ayuda para coleccionar los datos.

## Resumen

Los ecosistemas ribereños son la interfase entre los ecosistemas terrestres y los acuáticos. A pesar de su relevancia, la vegetación riparia de estos sistemas ecológicos se encuentra amenazada, ya que está siendo desplazada por las actividades agropecuarias, industriales y asentamientos humanos. El objetivo de este trabajo fue comparar la avifauna entre sitios que pertenecen a distintos ambientes (vegetación riparia, matorral, zonas de pastoreo y cultivos) de la parte alta del río Lerma. El muestreo se llevó a cabo de abril a noviembre de 2020, por medio de puntos de conteo establecidos en los cuatro tipos de ambientes principales adyacentes al río Lerma en el municipio de Temascalcingo, Estado de México. Se registraron 11 órdenes de aves, 33 familias y 94 especies: 62 residentes y 32 migratorias. Se generaron curvas de acumulación de especies. Se estimó la riqueza, la diversidad y similitud de las avifaunas de los cuatro ambientes. La vegetación riparia fue el ambiente que presentó mayor riqueza y diversidad de aves (45 especies). La abundancia de especies de aves fue mayor en las zonas de pastoreo. Según el índice de Jaccard, la mayor similitud fue entre los mismos sitios de vegetación riparia y de los cultivos. Agrupe a las especies se agruparon en nueve gremios; los más abundantes en todos los tipos de ambientes fueron los granívoros. Hubo diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en las abundancias de gremios. Las especies de aves se relacionaron con el estrato herbáceo y la abundancia de las plantas. Los ambientes modificados adyacentes al humedal del río Lerma sirven de manera diferencial como un refugio alternativo para las especies de aves.

## **Abstract**

Riparian ecosystems are the interface between terrestrial and aquatic ecosystems. Despite its relevance, the riparian vegetation of these ecological systems is threatened, since it is being displaced by agricultural, industrial and human settlement activities. The objective of this work was to compare the avifauna between sites that belong to different environments (riparian vegetation, scrub, grazing areas and crops) of the upper part of the Lerma River. The demonstration was carried out from April to November 2020, through counting points established in the four main types of environments adjacent to the Lerma River in the municipality of Temascalcingo, State of Mexico. 11 bird orders, 33 families and 94 species were recorded: 62 residents and 32 migrants. Species accumulation curves were generated. The richness, diversity and similarity of the avifaunas of the four environments were estimated. The riparian vegetation was the environment that presented the greatest richness and diversity of birds (45 species). The abundance of bird species was higher in grazing areas. According to the Jaccard index, the greatest similarity was between the same sites of riparian vegetation and crops. Group species were grouped into nine guilds; the most abundant in all types of environments were the granivores. There were significant differences ( $p < 0.05$ ) in the abundances of guilds. The bird species were related to the herbaceous stratum and the abundance of the plants. The modified environments adjacent to the Lerma River wetland serve differentially as an alternate refuge for bird species.

<b>Índice</b>	
<b>Resumen</b> .....	6
<b>Abstract</b> .....	7
<b>Introducción</b> .....	9
<b>Antecedentes</b> .....	11
<b>Justificación</b> .....	15
<b>Preguntas de investigación</b> .....	16
<b>Hipótesis</b> .....	16
<b>Objetivo general</b> .....	16
<b>Específicos</b> .....	16
<b>Método</b> .....	17
Área de estudio .....	17
Recolección de datos en campo .....	20
Muestreo de aves .....	22
Análisis de datos .....	23
<b>Resultados</b> .....	27
<b>Discusión</b> .....	50
<b>Conclusiones</b> .....	65
<b>Bibliografía</b> .....	67
<b>Anexos</b> .....	75



## Introducción

La vegetación riparia se caracteriza por ser una interfase entre ambientes acuáticos y terrestres, además de tener una alta productividad y diversidad biológica (Granados-Sánchez *et al.*, 2006; Mitsch y Gosselink, 2007). Esta vegetación alberga especies de aves características, pero es también frecuentada por especies de zonas aledañas. Asimismo, funciona como corredor de fauna que se dispersan a distancia (Berlanga-Robles *et al.*, 2008). A pesar de su relevancia, los humedales y la vegetación riparia de todo el mundo se encuentran amenazados, ya que están siendo remplazados por tierras agropecuarias y asentamientos humanos, lo que repercute negativamente en la diversidad y en los servicios ambientales que ofrecen (Zepeda-Gómez, Antonio *et al.*, 2012). Entre los humedales más contaminados del México están los asociados con el río Lerma. Esta situación afecta a la vegetación riparia y su fauna asociada (López-Hernández *et al.*, 2007). Cabe resaltar que el río Lerma es uno de los ríos internos más largo de México que forma parte del sistema hidrológico más importante del país unido al lago Chápala y al río Santiago (Maderrey y Jiménez, 2001). El sistema se divide en tres cuencas (alta, media y baja) y ocupa parte del Estado de México, Michoacán, Querétaro, Guanajuato y Jalisco (Carreño *et al.*, 2018). En particular, la parte más alta de la cuenca está impactada por desechos industriales, urbanos y agrícolas (López-Hernández *et al.*, 2007). No obstante, la vegetación riparia del río Lerma proporciona alimento, descanso, refugio y anidación para un considerable número de especies de fauna silvestre, algunas de las cuales son endémicas o se encuentran en alguna categoría de riesgo (Zepeda-Gómez, Lot-Helgueras *et al.*, 2012). Además, la cuenca es importante para especies de aves migratorias (Torres *et al.*, 2006; CONABIO, 2008); la presencia de estas contribuye al incremento de la riqueza de especies y la abundancia de

individuos en el humedal (Hernández-Colina *et al.*, 2018; Mera-Ortiz *et al.*, 2016). En tanto que las especies que se encuentran en alguna categoría de endemismo o sujetas a una categoría de conservación, indican el gran valor ecológico del humedal a pesar de su extensión limitada (Hernández-Colina *et al.*, 2018).

En la cuenca hay varios tipos de vegetación, como los pastizales, matorrales, vegetación riparia y ambientes modificados como los campos de cultivo. Estos ambientes pueden ser explotados por distintos gremios de aves (Zepeda-Gómez, Antonio *et al.*, 2012). Un gremio está integrado exclusivamente por organismos que explotan un recurso de forma similar, para ello entre más variedad de recursos es posible encontrar una gran diversidad de gremios (Koch *et al.*, 2019). Sin embargo, para la vegetación riparia de la cuenca alta del río Lerma la apertura de nuevos sitios para el cultivo y ganadería hacen que la complejidad del humedal disminuya, lo que puede ocasionar una diferencia en la composición de gremios en los sitios con distinto uso de suelo y cobertura de vegetación riparia (Zepeda-Gómez, Antonio *et al.*, 2012). La composición, estructura, diversidad y abundancia de los gremios de aves varía de un sitio a otro y dichas propiedades se relacionan con características particulares del hábitat, como la estructura de la vegetación, la disponibilidad de alimento y el tipo y sustratos de forrajeo (Andraca, 2010). La composición, estructura, diversidad y abundancia de los gremios de aves varía de un sitio a otro y se relaciona con características particulares del hábitat como son la estructura de la vegetación, la disponibilidad de alimento y, así como; el tipo y sustratos de forrajeo (Andraca, 2010). Por ejemplo, un ambiente con alta diversidad estructural vegetal generalmente tiene mayor disponibilidad y variabilidad de recursos, lo que permite una mayor diversidad de especies de aves y gremios (González-Martín *et al.*, 2019; Wall *et al.*, 2012). En ambientes perturbados

aumenta la abundancia de las aves generalistas y disminuye la diversidad de gremios (Salas-Correa y Mancera-Rodríguez, 2018). En teoría, las especies de un mismo gremio compiten de forma intensa, para modular la riqueza de especies y caracterizar la estructura de las comunidades (Wall *et al.*, 2012).

El principal objetivo de este trabajo es describir y caracterizar la variación en la composición, diversidad y proporción de los gremios de aves en diferentes sitios pertenecientes a cuatro tipos de ambientes a lo largo de un tramo del río Lerma, en el Centro de México.

### **Antecedentes**

#### Aves en ambientes antropizados y vegetación riparia

Las investigaciones de riqueza y diversidad de aves en ambientes modificados por el ser humano son abundantes. Un estudio de caso es el de Herrera y Salgado (2014), quienes investigaron la diversidad avifaunística en agroecosistemas de riego y temporal de la cuenca baja del Lago de Cuitzeo, Michoacán; encontraron que las especies de aves más abundantes varió entre tipos de huerta y que huertos sin vegetación nativa eran más afines en la composición de especies de aves a zonas urbanas. En contraste, las prácticas de manejo de huertas aplicadas a remanentes de bosque nativo eran mejor alternativa no sólo en beneficio de las aves sino también de los servicios ambientales como control de plagas que permiten mantener huertas más saludables. Varios autores han encontrado que las aves responden rápidamente a cambios en la estructura y tamaño de los parches de hábitats donde están presentes, por lo que, pueden funcionar como bioindicadores. Schondube *et al.* (2018) investigaron a las aves en paisajes modificados por actividades humanas, y encontraron que; la distribución espacial de la riqueza y la abundancia de las aves mostraron una relación estrecha con el tipo de hábitat. Los hábitats con menor

intensidad de perturbación antropogénica, como bosques y matorrales, exhibieron mayores valores de riqueza de especies y abundancias que los hábitats con mayor perturbación. Flesch y Esquer (2020) estudiaron el impacto de la restauración ribereña en la vegetación y su avifauna asociada, en terrenos privados y comunales en el noroeste de México; encontraron que las densidades poblacionales de la mayoría de las aves focales variaron a lo largo de los períodos en direcciones que típicamente coincidían con los cambios observados en la estructura de la vegetación. Una investigación parecida fue realizada en Colombia por Domínguez-López y Ortega-Álvarez (2014), quienes investigaron la importancia de los hábitats riparios para las comunidades de aves en un paisaje neotropical altamente modificado por el humano. Sus resultados mostraron que los sistemas juegan un papel fundamental en el paisaje antropogénico. Por ejemplo, los potreros presentaron comunidades heterogéneas de aves, mientras que los campos de cultivos tuvieron pocas especies dominantes, las comunidades de aves fueron homogéneas y dominadas por especies asociadas a sitios perturbados.

La vegetación riparia alberga una gran diversidad de aves; sin embargo, es un ambiente que sufre transformaciones antrópicas constantemente; entre los estudios realizados en este ambiente está el de Villaseñor-Gómez (2008), quien estudio el uso del hábitat de las comunidades de aves de invierno en Sonora, México, destacando la importancia de los hábitats riparios; encontraron que el número de especies e individuos fue significativamente mayor en estos que en los no ribereños para las especies migratorias, pero no para las residentes. Otra investigación en vegetación riparia es el de Argüelles-Jiménez *et al.* (2017). Los autores, estudiaron las aves ribereñas de los ecosistemas costeros de Tuxpan, Veracruz, México. Identificaron 15 órdenes, 42 familias, 108 géneros y 150 especies. La riqueza de especies de aves terrestres fue más

sobresaliente que la costeras y marinas, en relación con la estacionalidad, se presentaron más residentes reproductivos que visitantes invernales y transitorias. Hinojosa-Huerta *et al.* (2013) investigaron los efectos de la sequía sobre las aves y la vegetación ribereña en el Delta del Río Colorado, México. Estos autores encontraron que los flujos superficiales de agua reducidos llevaron a una disminución en la cubierta de árboles nativos, pero un aumento en la cobertura de arbustos; sin embargo, la cobertura vegetal total se mantuvo sin cambios en alrededor del 70 %. La densidad y diversidad de aves tampoco cambiaron, pero las abundancias de las especies especialistas disminuyeron y de las especies generalistas aumentaron.

Existen diferentes estudios de riqueza de gremios de aves en ambientes conservados y modificados relacionados con la vegetación riparia; un ejemplo es el de Espinosa-Méndez *et al.* (2020), quienes investigaron la diversidad y composición de aves del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. Estos autores encontraron que las zonas con intervención antrópica, así como los bosques de pino y la vegetación riparia presentaron la mayor diversidad de especies de aves, comparados con los bosques de pino-encino, de pino-encino-liquidámbar y mesófilo de montaña. Los gremios mejor representados en todos los ambientes fueron los granívoros-frugívoros-insectívoros, los insectívoros y los omnívoros. Otro estudio relacionado a los gremios de aves es el de Herrera y Salgado (2014), quienes estimaron la diversidad avifaunística en agroecosistemas de riego y temporal de la cuenca baja del Lago de Cuitzeo, Michoacán. Sus resultados indican que la riqueza de especies fue similar entre agroecosistemas, los sitios con agricultura de riego presentaron mayor abundancia de insectívoros, mientras que la abundancia de granívoros fue mayor en los sitios con agricultura de temporal. Wall *et al.*, (2012) estudiaron especies, grupos funcionales y preferencias de hábitat de aves en cinco clases

de sistemas agroforestales: agroforestales, agroforestería animal, agroforestería lineal, agroforestería secuencial y cultivos bajo cobertura arbórea en Tabasco, México. Sus resultados sugieren que las especies migratorias eran en su mayoría generalistas forestales, pero encontraron algunas especialistas en áreas abiertas. Las aves residentes forman parte de todos los gremios de forrajeo y se distribuyen en todas las clases agroforestales, mientras que las migratorias eran principalmente insectívoros recolectores de follaje. Un estudio realizado por Arcos *et al.* (2008) en Honduras, sobre la riqueza y abundancia de aves en bosques ribereños de diferentes anchos en la microcuenca del río Sesesmiles, Copán; encontraron que las aves insectívoras y nectarívoras fueron los gremios más abundantes. Todas las especies de aves identificadas dependían, hasta cierto punto, de los bosques ribereños y se veían afectadas por la amplitud del cinturón.

Los estudios de aves en la cuenca alta del río Lerma son escasos y están basados en algunas especies acuáticas como el Pato Mexicano (*Anas diazi*; Colón-Quezada, 2009). El río Lerma, al ser un humedal muy contaminado y con constantes cambios de uso de suelo que conllevan a la fragmentación de la vegetación ripiara, representa una oportunidad para ver cómo responden las aves a distintos usos de suelo y a la vegetación riparia.

## **Justificación**

Actualmente los ambientes riparios se encuentran con constantes cambios por la intensificación de la agricultura, ganadería y el desarrollo de asentamientos humanos (Domínguez-López y Ortega-Álvarez, 2014). En el río Lerma las afectaciones por la industria dieron paso a la contaminación del agua, por lo que ahora el agua sólo sirve para abastecer la agricultura de riego de las comunidades rurales (López-Hernández *et al.*, 2007). En la zona de estudio la vegetación riparia ha sido transformada por las frecuentes perturbaciones de los sistemas agropecuarios. Esto puede afectar negativamente a las comunidades de aves que se encuentren dentro de la región.

En este estudio se compararon las comunidades de aves entre ambientes modificados y vegetación riparia. Para ello, se analizaron las diferencias en la composición, estructura y variedad de gremios de los sistemas estudiados. La información generada en este estudio adquiere relevancia al integrarse a otros estudios de diferentes áreas de humedales y vegetación riparia en México y el mundo. Esto ayudará a entender la dinámica de las comunidades de aves en este tipo de ambientes.

Finalmente, la información generada podrá ser útil para fines de conservación y toma de decisiones, así como una referencia para estudios de diversidad de aves en el río Lerma y del municipio de Temascalcingo, ya que es el primer estudio realizado en esta zona.

## **Preguntas de investigación**

- ¿Existen diferencias en la composición y abundancia relativa de las especies y de los gremios tróficos de aves entre los sitios de los cuatro tipos de ambientes (vegetación riparia, matorral, zonas de pastoreo y cultivos) en la zona de estudio del río Lerma?

## **Hipótesis**

- Si los sitios que conforman a los cambios de usos de suelo que bordean al río Lerma, en el tramo comprendido en el municipio de Temascalcingo, Estado de México, son estructuralmente más simples que la vegetación riparia nativa, entonces se esperaría una mayor riqueza de especies y en la configuración de los gremios tróficos de la comunidad de aves de la vegetación nativa que la que se encuentre en diferentes porciones con distintos usos de suelo.

## **Objetivo general**

- Comparar las comunidades de aves entre los sitios de los cuatro tipos de ambientes (vegetación riparia, matorral, zonas de pastoreo y cultivos) adyacentes al río Lerma en el municipio de Temascalcingo, Estado de México.

## **Específicos**

- Caracterizar la vegetación de los sitios que conforman los cuatro tipos de ambientes (matorral, zonas de pastoreo, cultivos y vegetación riparia).
- Elaborar un inventario de las aves de la región.



- Estimar la riqueza, dominancia y diversidad de la comunidad de aves de cada sitio de los cuatro ambientes.
- Agrupar las aves en gremios tróficos por cada sitio que conforman los ambientes.
- Comparar la abundancia total y de cada gremio de las especies de aves entre cada sitio de los tipos de ambiente.
- Determinar la relación de la distribución espacio-temporal de las aves (por especie) con los sitios de cada ambiente.

## **Método**

### Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Temascalcingo, localizado en la parte noroeste del Estado de México, de la cuenca alta del río Lerma (figura 1), coordenadas extremas 100° 00' 13'' longitud oeste y 19° 54' 53'' latitud norte, a una altura de 2,395 m s. n. m. El área abarca un valle dividido en dos zonas por un macizo montañoso: una hacia las estribaciones de los valles de Atlacomulco y Acambay, y la otra por el Valle de Solís, que se interna a los estados de Michoacán y Querétaro (INEGI, 2009). El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano, C (W<sub>1</sub>), con presencia de canícula, la temperatura promedio es de 16 °C y la precipitación es de 700 a 900 mm por año. También, presenta un promedio de 72.4 días con heladas y una humedad media de 81.07% (García, 2004).

El uso del suelo es predominantemente agrícola, ya que de las 35,101 ha que conforman la superficie del municipio, 16,845 ha se destinan al cultivo del maíz, (48%) con una reducida cantidad de avena y de trigo, la mayoría de los cultivos tienen cercas vivas de remanentes

naturales. El uso es el forestal es el que le sigue que representa 31.3 %, le sigue el pecuario 9.69 % y, finalmente, el urbano sólo 1.33 % (INEGI, 2009).

De los distintos tipos de ambientes presentes en el valle, se tomaron en cuenta cuatro para este estudio: 1) vegetación ripiara, 2) matorral, 3) cultivos de maíz y 4) zonas de pastoreo (cuadro 1, anexo 1). Solo se tomaron estos ambientes porque son los que corresponden al tramo que pertenece a la comunidad donde se realizó el estudio.

Cuadro 1. Puntos de conteo de aves por cada uno de los ambientes, establecidos en la ribera del río Lerma en el municipio de Temascalcingo, Estado de México. VegRip= Vegetación ripiara. Mat= Matorral. ZonPas= Zona de pastoreo. Cul= Cultivo.

<b>Clave</b>	<b>Puntos de conteos</b>	<b>Tipo de ambiente</b>	<b>Plantas dominantes</b>
<b>VegRip1</b>	1 y 2	Vegetación ripiara	Sauces
<b>VegRip2</b>			
<b>Mat1</b>	3 y 4	Matorral	Nopales y arbustos
<b>Mat2</b>			
<b>ZonPas1</b>	5, 6 y 7	Zonas de pastoreo	Pastos
<b>ZonPas2</b>			
<b>ZonPas3</b>			
<b>Cul1</b>	8, 9, 10, 11 y 12	Cultivos	Maíz
<b>Cul2</b>			
<b>Cul3</b>			
<b>Cul4</b>			
<b>Cul5</b>			

# Localización de Temascalcingo

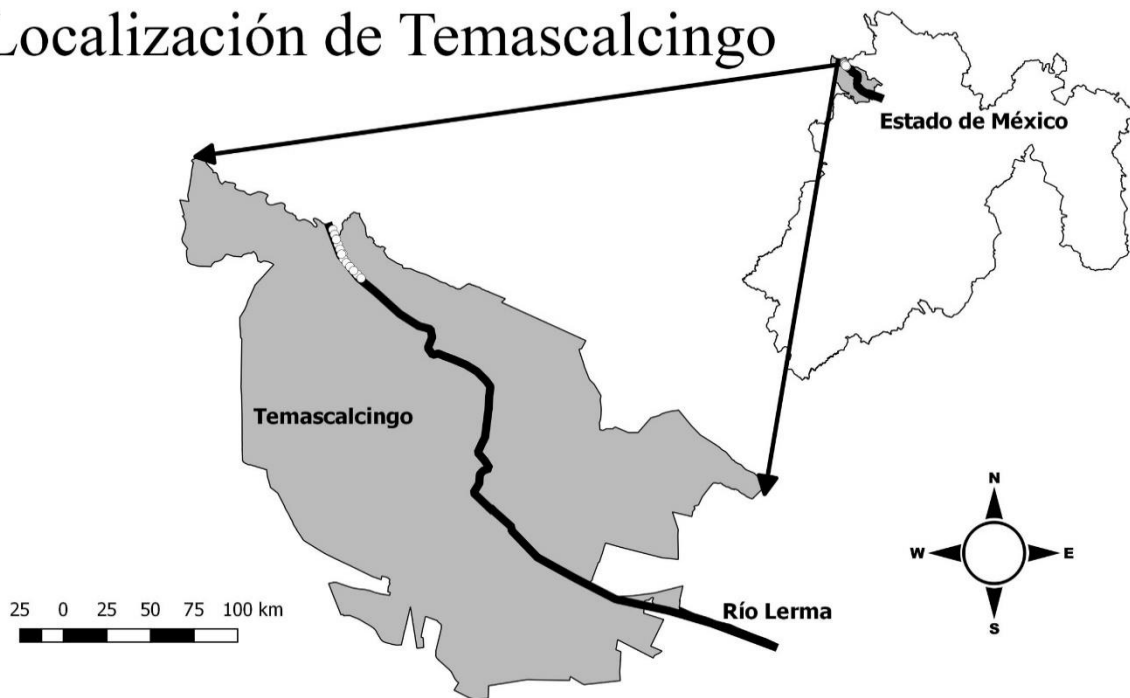


Figura 1. Ubicación del área de estudio y los puntos de muestreo donde se realizó la observación de las aves. Elaboración con base en Google Earth y QGIS.

## Recolección de datos en campo

### Muestreo de vegetación

El muestreo de vegetación se realizó en el mes de octubre del 2020, en los mismos puntos de conteo de las aves. Cabe mencionar que los cambios de usos de suelo aún conservan un poco de vegetación riparia (anexo 2).

Para caracterizar la vegetación se utilizó el método de transectos variables (Foster *et al.*, 1995). Este método consiste en muestrear un número estándar de individuos en vez de una superficie. Las plantas incluidas se pueden agrupar por formas de crecimiento (esto es, árboles, arbustos, bejucos, hierbas, epífitas). Para considerar el número de plantas a muestrear, Foster *et al.* (1995) propone que para un muestreo representativo se pueden registrar 50 individuos para cada grupo de plantas o al menos para la mayoría de ellos.

El muestreo consiste en establecer transectos con un ancho determinado y el largo definido por el número estándar de individuos a muestrearse. El ancho del transecto es variable y depende de las especies de plantas y la densidad de individuos. Para este estudio, que tiene áreas abiertas con pocos árboles, se utilizaron transectos de 20 m de largo y 2 m o 3 m de anchura para los árboles, arbustos y árboles pequeños. Para las hierbas se utilizó 10 m de largo y 1 m a 2 m de ancho. Se establecieron dos transectos en cada uno de los 12 puntos de conteos de aves. La información que se incluyó para cada planta fue la especie y la forma de vida. Adicional para los árboles se tomó la altura y el diámetro a la altura del pecho (DAP). La altura se midió con una vara de 8 m (dividida en un metro). La identificación de plantas se llevó a cabo con base en Lot *et al.* (2015), Hinojosa-Espinosa *et al.* (2019) y Espinosa-Méndez *et al.* (2020).

Dado que la cobertura es el porcentaje de la superficie de la unidad de muestreo o de la unidad de trabajo, cubierto por la proyección horizontal de la vegetación, bien en su conjunto, o por alguno de sus estratos o especies (Ferro-Díaz, 2015).

La cobertura se estimó utilizando la técnica de estimaciones visuales. Este método visual es un procedimiento práctico que facilita la asignación de los grados de una escala (cuadro 2) en el campo (Ferro-Díaz, 2015). Para la visualización de árboles se tomó en cuenta únicamente los individuos con DPA mayor a 30 cm y con una altura mayor a 2 m. Se aplica las escalas de cobertura para cada una de las especies presentes, se observa la planta vista desde abajo del dosel hacia arriba y se decide si cubre más o menos el 50 % del área establecida (transectos variables establecidos para cada punto de muestreo de aves). Si su cubierta es mayor del 50 %, la siguiente pregunta es si además cubre más o menos del 75 %. De la misma forma se procede, paso a paso, si la especie cubre menos del 50 % de la superficie, llegando hasta las clases de 5 % y 1 % (cuadro 2).

Cuadro 2. Ejemplo de categorías de cobertura.

<b>Grado</b>	<b>% de cobertura</b>
5	75 – 100
4	50 – 74
3	25 – 49
2	5 – 24
1	0 – 4

## Muestreo de aves

Para caracterizar las comunidades de aves de la vegetación riparia, matorral, zonas de pastoreo y cultivos se utilizó el método de conteos por puntos. A lo largo del río, se delimitaron 12 puntos de conteo. Cada punto tuvo un radio de 25 m formando un círculo virtual y la distancia entre cada punto fue de 250 m aproximadamente, con el fin de que fueran independientes y evitar la sobreestimación. La observación inició a las 7:00 a 11:00 h. La observación en los puntos de conteo fue intercalada. El tiempo de observación en cada punto fue de 10 minutos. Siguiendo la metodología propuesta por Lock y Naiman (1998) se tomaron en cuenta sólo las aves terrestres que se encontraban en la vegetación riparia y en los demás ambientes, sin registrar las especies de aves que se localizaban en el humedal. El monitoreo de aves se llevó a cabo cada 15 días de abril a noviembre del 2020, para obtener un total de 20 repeticiones en cada punto. Se registraron todas las aves vistas o escuchadas y se anotó la fecha, nombre de la especie, número de individuos y la especie de planta en la que se le vio posada, cuando fue el caso.

Para la identificación de las especies de aves se utilizaron las guías de campo de Howell y Webb (1995), National Geographic Society (1999) y Sibley (2014). También se consultaron los sitios Merlin (<https://merlin.allaboutbirds.org/>) y eBird (<https://ebird.org/explore>). Para la observación de aves se utilizaron binoculares (Bushnell, 8 X 40 mm). El sistema de clasificación y nomenclatura que se utilizó fue el propuesto por la American Ornithological Society (AOS, 2022). Los nombres comunes de las aves se tomaron de Escalante *et al.* (2014), esto se hizo con la finalidad de que el lector se forme una imagen del tipo de ave mencionada si no es especialista en aves. Para determinar el estatus de riesgo de las especies de aves se consultó la Norma Oficial Mexicana 059 (SEMARNAT, 2010) y la Lista Roja de la Unión Internacional para la

Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2022). El estatus de endemismo para México se basó en González-García y Gómez (2003). El estatus de endemismo para México se basó en González-García y Gómez de Silva (2003).

## **Análisis de datos**

### Vegetación

Para comparar la composición y estructura de la vegetación de los tipos de ambientes, se elaboraron histogramas con la abundancia relativa, riqueza, cobertura de especies y abundancias de formas de vidas de las plantas presentes en el río Lerma.

### Inventario avifaunístico

Para elaborar el inventario general de las aves del área de estudio, se incluyeron las especies presentes dentro de los círculos de conteo. Las especies se arreglaron de acuerdo con su orden, familia y especie. Se elaboró un cuadro con el nombre científico, nombre común, el estatus de riesgo y la estacionalidad (anexos 3 y 7).

Para llevar a cabo el análisis de datos, se tomaron en cuenta sólo las especies de aves de los siguientes órdenes: Passeriformes, Columbiformes, Apodiformes y Piciformes, dejando fuera de los análisis a las aves rapaces, carroñeras y acuáticas, debido a que el método utilizado no es apropiado para contarlas.

### Estimadores de la riqueza

Para determinar la completitud del muestreo de las aves se utilizaron los estimadores no paramétricos Chao 2 y Jackknife 2 (Colwell *et al.*, 2004). Estos estimadores permiten obtener la proporción de especies encontradas con respecto al total predicho por el estimador de riqueza.

Colwell *et al.* (2004) señalan que el valor de Chao2 está basado en incidencia. Este análisis se realizó con el programa EstimateS v.9.1.0 (Colwell, 2013).

### Rarefacción

Para evaluar si las diferencias del número de especies fueron significativas entre los tipos de ambientes, se utilizó un análisis de rarefacción (James y Rathbun, 1981).

El método de rarefacción se basa en individuos y puede estimar el número medio de especies a través de submuestras repetidas al azar de  $n$  individuos a partir de la muestra original más grande, siendo  $n$  el tamaño de la muestra original más pequeña (Gotelli y Colwell, 2011). Este mismo procedimiento permite estimar la varianza de  $S$  entre reordenamientos a lazar de los individuos y la prueba de hipótesis consiste en preguntarse si  $S$  (la riqueza observada completa de la muestra más pequeña), se ubica dentro del intervalo de confianza de 95% de  $S$  (la riqueza de especies esperada basada en las submuestras al azar de tamaño  $n$ ); si el valor observado cae dentro del intervalo de confianza, entonces la hipótesis de que la riqueza de la muestra más pequeña basada en todos los individuos  $n$  no difiere de la riqueza de una submuestra de tamaño  $n$ , no puede ser rechazada a  $p < 0.05$  (Gotelli y Colwell, 2011). La rarefacción también permite construir una curva entera en la cual el número de individuos submuestreados al azar se encuentran en un rango que va de 1 a  $N$  (Gotelli y Colwell, 2011). Se utilizó el programa EstimateS v.9.1.0 (Colwell, 2013) para obtener los valores de riqueza promedio y elaborar la curva de rarefacción en Excel.



## Estructura de las comunidades

Para estimar la abundancia, dominancia y diversidad de las comunidades, se elaboraron curvas de rango-abundancia o de Whittaker. Estas curvas permiten representar de manera gráfica la distribución de las abundancias relativas de aves en cada sitio de los tipos de ambientes (Magurran y McGill, 2011). La categorización de la abundancia de cada especie se realizó siguiendo la propuesta de Pettingill (1969), la cual se basa en los siguientes porcentajes de frecuencia: 90-100 % (A; abundante), 65-89 % (C; común), 31-64 % (MC; moderadamente común), 10-30 % (NC; no común) y 1-9 % (R; rara). La dominancia se determinó mediante el índice de Simpson (Magurran, 2004). Se seleccionó dicho índice porque es sensible a los cambios de las especies más comunes de la comunidad, lo que enfatiza la dominancia. Para medir diversidad se aplicó el índice de Shannon-Wiener (*DSW*) (Krebs, 2009). Todos los análisis se realizaron en el programa PAST 4.03 (Hammer *et al.*, 2001).

Para comparar la abundancia relativa de aves y la abundancia de los gremios entre sitios de los tipos de ambientes se utilizó el método no paramétrico de Kruskal-Wallis, debido a que los datos no siguieron una distribución normal. Posteriormente se utilizó la prueba U de Mann-Whitney para comprobar las diferencias significativas de las abundancias entre cada sitio de los tipos de ambientes.

## Gremios tróficos

Las especies de aves se agruparon en nueve gremios tróficos: omnívoros, insectívoros de follaje, insectívoros-frugívoros, insectívoros de sotobosque, insectívoros al vuelo, insectívoros de tronco, granívoros, nectarívoros y carnívoros. La agrupación se realizó con lo visto en campo y

con los siguientes autores: Rangel-Salazar *et al.*, 2009; Martínez-Morales *et al.*, 2013 y Ruiz *et al.*, 2017.

#### Similitud de las comunidades entre sitios

Para determinar similitud entre los valores promedio de abundancia de las aves registradas en cada uno de los sitios de ambientes estudiados, se elaboró un dendrograma con base en el índice de similitud de Bray-Curtis y el método de agrupamiento de pares no ponderados utilizando la media aritmética (PAST 4.03).

Se empleó el coeficiente de similitud de Jaccard para expresar el grado en el que dos sitios de ambientes dados eran semejantes por las especies presentes en ellos (Magurran y McGill, 2011). El intervalo de valores para dicho coeficiente va de 0 (cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios de ambientes), hasta 1 (cuando dos sitios de ambientes tienen la misma composición). Se utilizó el programa PAST 4.03 (Hammer *et al.*, 2001) para ejecutar este análisis de similitud.

#### Asociación de hábitat

Para caracterizar las relaciones entre las especies de aves y las variables de vegetación, se utilizó un análisis de correspondencia canónica (ACC). Esto se llevó a cabo en el programa PAST 4.03 (Hammer *et al.*, 2001). Esta técnica multivariada de correspondencia que sirve para explorar las relaciones entre especies y variables ambientales en gradientes de manera directa, por lo que se considera un método directo de ordenación (Badii *et al.*, 2007). Las variables de vegetación utilizadas fueron: Abundancia del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo, la cobertura total, la riqueza de especies de plantas y la abundancia total de plantas.

## **Resultados**

Se registraron 41 especies de plantas pertenecientes a 13 órdenes y 19 familias, de las cuales la familia Asteraceae fue la más representativa con 14 especies. La composición, riqueza y cobertura de las plantas fue distinta entre tipos de ambientes. El sitio VegRip1 de vegetación riparia presentó la mayor riqueza con 25 especies de planta; el resto de los sitios de los tipos de ambientes tuvieron menos de 23 especies (figura 2). El sitio que tuvo mayor abundancia fue VegRip2 con 226 individuos de plantas y el ambiente con menor abundancia fue Cul1 de los cultivos con 123 individuos de plantas (figura 3). VegRip1 presentó la vegetación con el mayor porcentaje de cobertura arbórea (45 %), mientras que Cul4 fue el que presentó el menor porcentaje con 16 % (figura 4). Los sitios de Cul4 y Cul5 fueron los que presentaron mayor número de hierbas con 20 especies. Por otra parte, Mat1 y Mat2, ambos de matorral, fueron los que tuvieron mayor riqueza de arbustos, con cuatro especies cada uno. ZonPas1, un sitio de pastizal fue el que tuvo mayor riqueza de árboles con seis especies (figura 5, anexo 2).

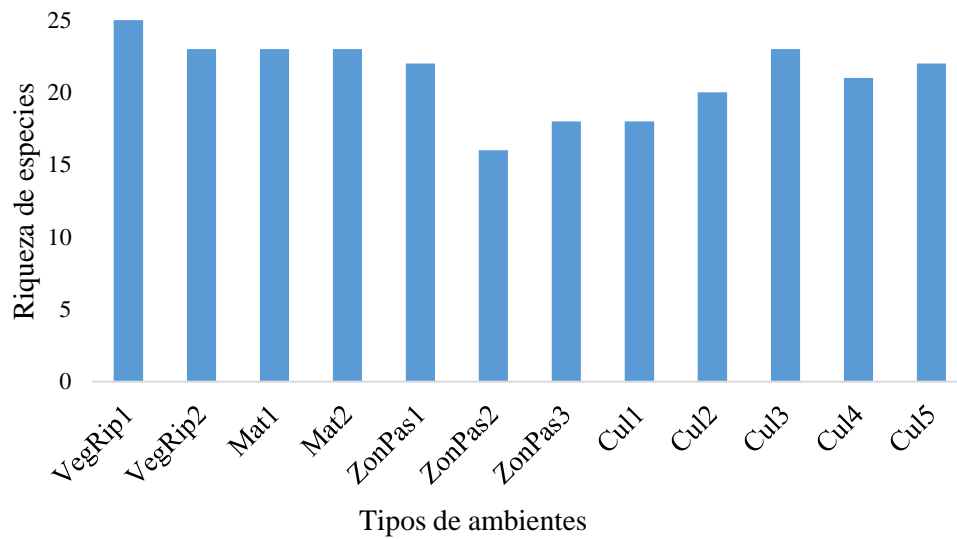


Figura 2. Número de especies de plantas en los sitios de los cuatro tipos de ambientes en el río Lerma, Estado de México. VegRip: Vegetación riparia; Mat: Matorral; ZonPas: Zona de pastoreo; Cul: Cultivos.

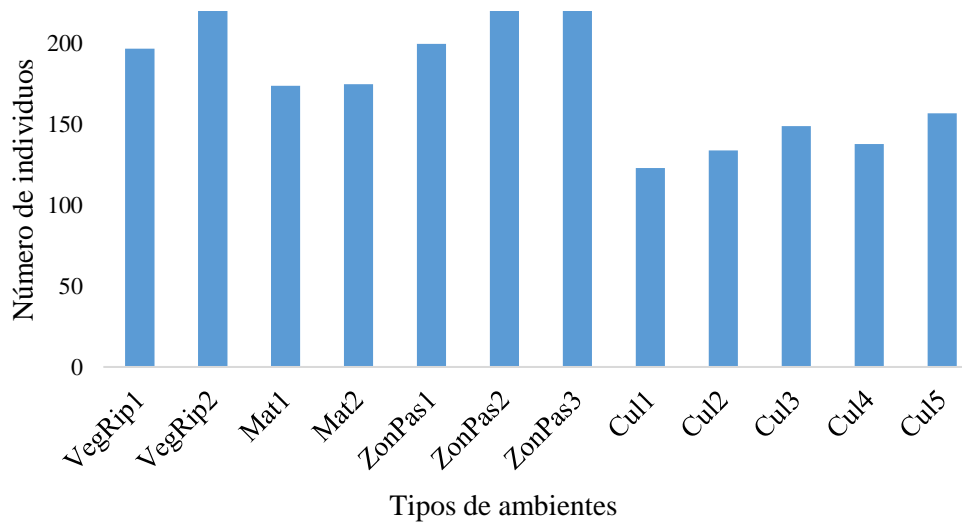


Figura 3. Abundancia de las especies de plantas en los sitios de los cuatro tipos de ambientes en el río Lerma, Estado de México. VegRip: Vegetación riparia; Mat: Matorral; ZonPas: Zona de pastoreo; Cul: Cultivos.

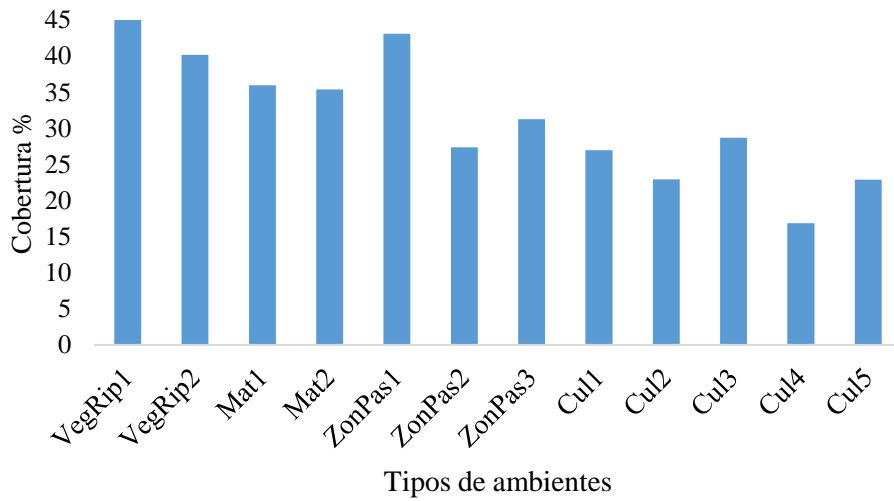


Figura 4. Porcentaje de cobertura de vegetación en los sitios de los cuatro tipos de ambientes en el río Lerma, Estado de México. VegRip: Vegetación riparia; Mat: Matorral; ZonPas: Zona de pastoreo; Cul: Cultivos.

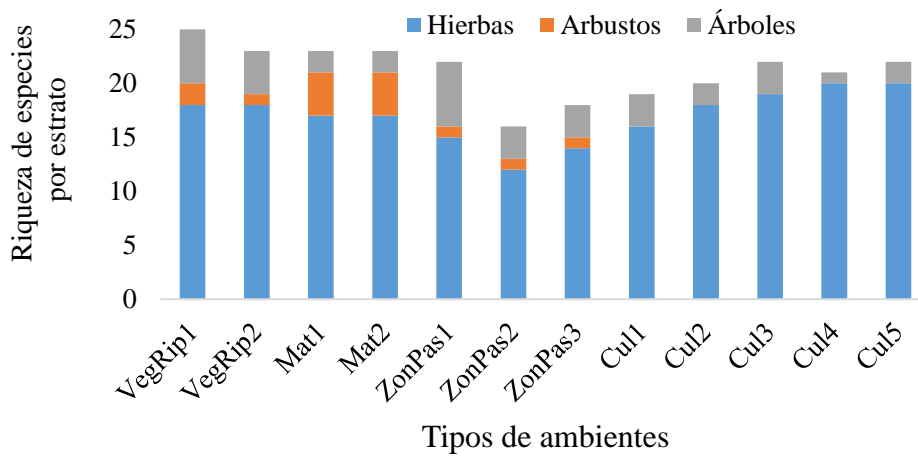


Figura 5. Abundancia de formas de vida de especies de plantas en los sitios de los cuatro tipos de ambientes en el río Lerma, Estado de México. VegRip: Vegetación riparia; Mat: Matorral; ZonPas: Zona de pastoreo; Cul: Cultivos.

## Composición de aves

Se obtuvieron 2990 registros de aves, las que se agruparon en 94 especies, 74 géneros, 33 familias y 11 órdenes (anexo 3 y 5). El orden mejor representado fue Passeriformes con 20 familias y 63 especies. Las familias mejor representadas fueron, Tyrannidae (11 especies) y Passerellidae (10 especies). Del total de especies, sólo dos se encuentran en riesgo de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana 059 (SEMARNAT, 2010); de estas, una está en la categoría de protección especial (Pr), (*Accipiter cooperii*) y la otra como amenazada (A) *Geothlypis tolmiei*. Por otra parte, se encontraron 92 (97 %) especies en la categoría de preocupación menor (LC) según la IUCN (2021). *Lanius ludovicianus* y *Selasphorus rufus* se encuentran en la categoría de casi amenazada (NT). Se encontraron 13 especies en alguna categoría de endemismo, de las cuales sobresalen: *Icterus abeillei*, *Sporophila torqueola* y *Oriturus superciliosus*. También se hallaron tres exóticas (*Sturnus vulgaris*, *Bubulcus ibis* y *Streptopelia decaocto*) de acuerdo con González-García y Gómez (2003). También se hallaron tres exóticas (*Sturnus vulgaris*, *Bubulcus ibis* y *Streptopelia decaocto*) de acuerdo con González-García y Gómez de Silva (2003). La mayoría de las especies fueron residentes con 66 % (62 especies), 32 % fueron (31 especies) fueron visitantes de invierno y el 1 % (una especie) fue visitante de verano (anexo 3). Solo se incluyeron 69 especies de los órdenes Passeriformes (a excepción de cuervos y golondrinas), Columbiformes, Apodiformes y Piciformes, para realizar los análisis estadísticos (anexo 3).

## Estimadores de la riqueza

Los estimadores Chao 2 y Jackknife 2 estimaron 69 especies, por lo que la completitud fue de 100% (cuadro 2). En cada uno de los sitios de los tipos de ambientes varió la completitud del muestreo. La vegetación riparia fue la que presentó mayor cantidad de aves observadas, con 45 especies; el estimador predijo encontrar 29 especies más para este ambiente. Los sitios de los ambientes con menor riqueza de especies de aves fueron Mat2 y ZonPas2, con 30 especies cada uno. Para Mat2 se predijeron 16 especies más y para ZonPas2, 18 especies (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación de la riqueza observada, Chao 2 y Jackknife 2 para cada ambiente en el río Lerma en Temascalcingo, Estado de México.

Ambientes	Punto de conteo	Observadas	Chao 2	Porcentaje de completitud	Jackknife 2	Porcentaje de completitud
<b>Vegetación ribereña</b>	<b>Los cuatro ambientes VegRip1</b>	69	69.43	<b>99.38</b>	69.04	<b>99.94</b>
	<b>VegRip1</b>	45	74	<b>60.8</b>	73.94	<b>60.9</b>
	<b>VegRip2</b>	36	59.5	<b>60.5</b>	60	<b>60</b>
<b>Matorral</b>	<b>Mat1</b>	31	45	<b>68.88</b>	47	<b>65.53</b>
	<b>Mat2</b>	30	44.6	<b>67.26</b>	45.78	<b>65.57</b>
<b>Pastoreo</b>	<b>ZonPas1</b>	43	71.11	<b>60.46</b>	69.21	<b>62.12</b>
	<b>ZonPas2</b>	30	43	<b>69.76</b>	48.34	<b>62.96</b>
	<b>ZonPas3</b>	34	53.1	<b>64.03</b>	51.9	<b>65.51</b>
<b>Cultivos</b>	<b>Cul1</b>	31	50	<b>62</b>	48	<b>64.58</b>
	<b>Cul2</b>	32	53	<b>60.37</b>	49.6	<b>64.51</b>
	<b>Cul3</b>	37	60.6	<b>61.05</b>	58.3	<b>63.46</b>
	<b>Cul4</b>	32	45.3	<b>70.64</b>	49.6	<b>64.51</b>
	<b>Cul5</b>	29	40.3	<b>71.96</b>	43.8	<b>66.21</b>

## Rarefacción

La riqueza de aves fue mayor en VegRip1 (45 especies), seguido de ZonPas1 (43 especies) y en tercer lugar estuvo Cul3 con 37 especies; el resto de los puntos de conteo de los ambientes tuvieron entre 34 a 29 especies (figura 6). VegRip1 mostró diferencias significativas en la riqueza de especies (figura 7).

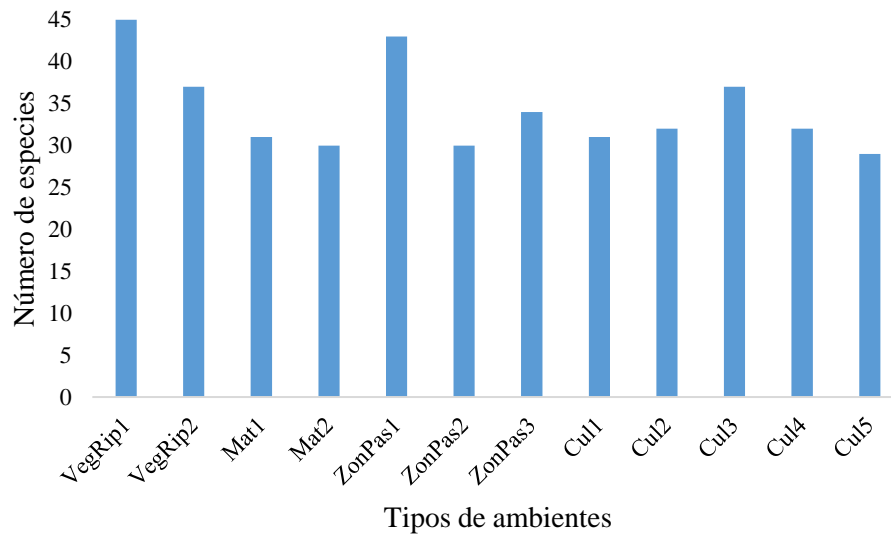


Figura 6. Riqueza de especies de aves en los cuatro ambientes muestreado en las riberas del río Lerma en Temascalcingo, Estado de México. VegRip: Vegetación riparia; Mat: Matorral; ZonPas: Zona de pastoreo; Cul: Cultivos.



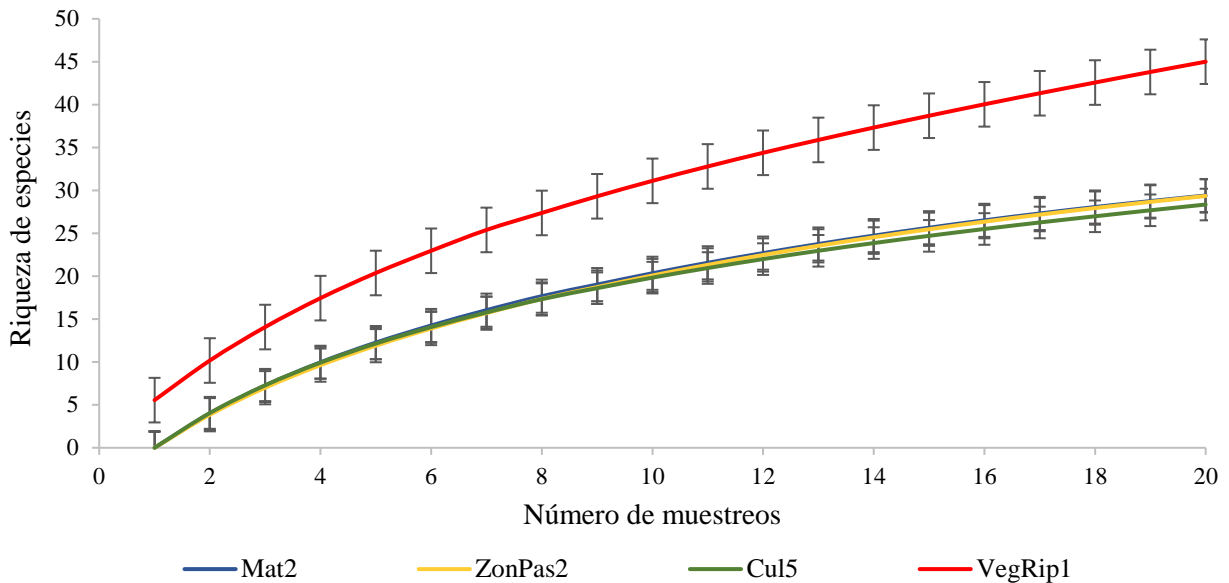


Figura 7. Número de muestras vs. número de especies de aves en los cuatro tipos ambientes en el río Lerma en Temascalcingo, Estado de México. Se grafico sólo VegRip1 que tuvo diferencias estadísticamente significativas en la riqueza con los demás sitios los ambientes con menor número de riqueza. VegRip: Vegetación riparia; Mat: Matorral; ZonPas: Zona de pastoreo; Cul: Cultivos.

#### Estructura de las comunidades

El ambiente que presentó una mayor abundancia total de aves fue ZonPas1 con 386 registros, los demás tipos de ambientes tuvieron una abundancia menor a 255 registros (figura 8). Las siete especies que tuvieron mayor número de registros en los cuatro ambientes fueron: (*Melospiza melodia*, *Spizella pallida*, *Agelaius phoeniceus*, *Pyrocephalus rubinus*, *Parkesia motacilla*, *Zenaida macroura* y *Spinus psaltria*. Cabe resaltar que *M. melodía* es una especie

residente, que forrajea en el suelo, entre los arbustos o cerca del agua, lo común es ver individuos solitarios. Mientras que *Spizella pallida* es una especie migratoria de invierno, semiendémica para México, forrajea en la parte baja de los arbustos, en los pastos y el borde del río, también se le observó en grupo. *Agelaius phoeniceus* es una especie residente y gregaria, se le vio forrajear en los arbustos y las plantas de maíz. *Pyrocephalus rubinus* es una especie residente y solitaria, se le vio posar en los árboles. *Parkesia motacilla* es una especie migratoria y gregaria, se observó en las orillas del río y en los charcos de agua que se hacían por el riego del suelo. *Zenaida macroura* es una especie migratoria para la zona, es gregaria. Se encontró principalmente en los pastos y las plantas de maíz. Por último, *Spinus psaltria* es una residente, generalmente estuvo en grupos y rara vez en solitario (Figura 9).

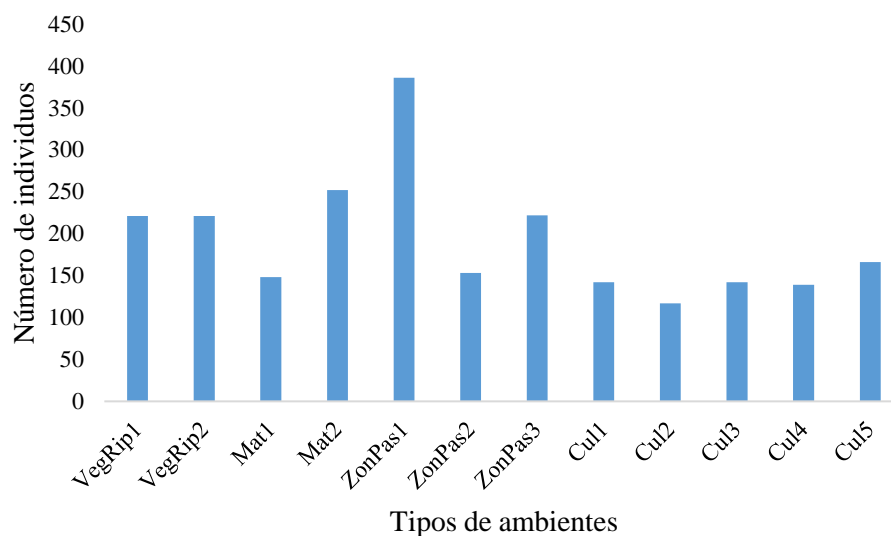


Figura 8. Número de registros de aves en los cuatro tipos ambientes en el río Lerma en Temascalcingo, Estado de México. VegRip: Vegetación riparia; Mat: Matorral; ZonPas: Zona de pastoreo; Cul: Cultivos.

La dominancia fue más alta en Mat1 con 0.08, el resto de los ambientes tuvieron una dominancia de 0.07 a 0.05 (cuadro 4). En los tipos de ambiente se presentaron valores de abundancia diferentes para cada una de las especies. En todos los sitios de ambientes dominó una especie a excepción de Mat2, ZonPas3 y Cul4 en los que dominaron dos especies. De acuerdo con la categorización de abundancia (Pettingill, 1969), las especies que abundaron en los tipos de ambientes fueron las no comunes y raras (figura 9 y cuadro 4). En VegRip1 predominaron las especies no comunes, con 22 especies, el resto de los tipos de ambientes tuvieron menos de 16 especies con abundancia no común. El sitio con mayor predominancia de especies raras fue ZonPas1 con 22 especies y con el menor número de especies raras fue Cul1 con 8 especies.

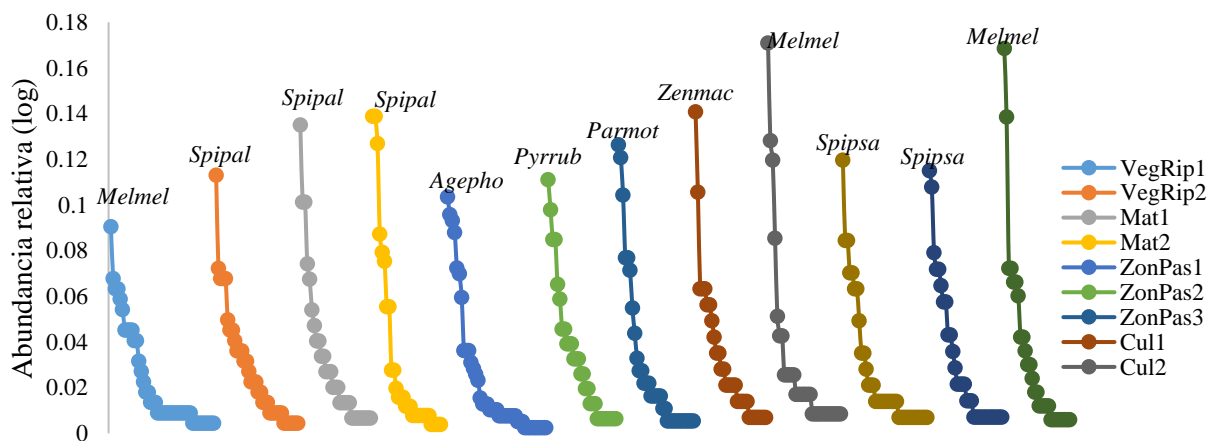


Figura 9. Curvas de rango-abundancia o de Whittaker Whittaker. Muestran la abundancia de las especies de aves en los cuatro tipos ambientes en el río Lerma en Temascalcingo, Estado de México. Las especies de aves más abundantes en cada ambiente fueron: Melmel (*Melospiza melodía*), Spipal (*Spizella pallida*) Agepho (*Agelaius phoeniceus*), Pyrrub (*Pyrocephalus*

*rubinus*), Parmot (*Parkesia motacilla*), Zenamac (*Zenaida macroura*) y Spipsa (*Spinus psaltria*). VegRip: Vegetación riparia; Mat: Matorral; ZonPas: Zona de pastoreo; Cul: Cultivos.

Cuadro 4. Número de especies en cada categoría de abundancias (Pettingill, 1969) por sitio en los ambientes en el río Lerma en Temascalcingo, Estado de México.

Categoría de abundancia	Ambientes											
	VegRip1	VegRip2	Mat1	Mat2	ZonPas1	ZonPas2	ZonPas3	Cul1	Cul2	Cul3	Cul4	Cul5
<b>Abundante</b>	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1
<b>Común</b>	4	0	2	0	5	3	1	1	2	2	1	1
<b>Moderadamente común</b>	8	11	4	5	3	7	5	6	1	5	7	5
<b>No común</b>	22	11	16	6	12	10	11	15	15	14	8	8
<b>Rara</b>	10	13	9	16	22	9	14	8	12	15	14	14
<b>Total de especies</b>	45	36	32	29	43	30	33	31	31	37	32	29

Los niveles de abundancia de las aves entre los sitios de los ambientes fueron significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ). El análisis post hoc de comparaciones múltiples, mediante la prueba U de Mann-Whitney indicó que existe diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ) entre ZonPas1 y los sitios de los cultivos y matorrales. La vegetación riparia tuvo diferencias entre Mat1, ZonPas2 y los cultivos (cuadro 4).

Cuadro 5. Comparaciones de la abundancia total de aves entre los tipos de ambientes en el río Lerma en Temascalcingo, Estado de México. Prueba U de Mann-Whitney. Con asterisco se muestran las comparaciones con diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

Ambientes	VegRip1	VegRip2	Mat1	Mat2	ZonPas1	ZonPas2	ZonPas3	Cul1	Cul2	Cul3	Cul4	Cul5
<b>VegRip1</b>		0.402	*0.030	0.064	0.640	*0.027	0.061	*0.031	*0.008	0.075	*0.020	*0.014
<b>VegRip2</b>	0.402		0.226	0.325	0.252	0.219	0.365	0.231	0.122	0.490	0.223	0.158
<b>Mat1</b>	*0.030	0.226		0.899	*0.019	0.972	0.781	0.981	0.760	0.555	0.985	0.788
<b>Mat2</b>	0.064	0.325	0.899		*0.032	0.852	0.889	0.933	0.677	0.695	0.866	0.670
<b>ZonPas1</b>	0.640	0.252	*0.019	*0.032		*0.021	*0.037	0.019	*0.006	*0.048	*0.015	*0.010
<b>ZonPas2</b>	*0.027	0.219	0.972	0.852	*0.021		0.741	0.959	0.830	0.511	0.959	0.835
<b>ZonPas3</b>	0.061	0.365	0.781	0.889	*0.037	0.741		0.788	0.567	0.767	0.748	0.565
<b>Cul1</b>	*0.031	0.231	0.981	0.933	*0.019	0.959	0.788		0.725	0.576	0.976	0.774
<b>Cul2</b>	*0.008	0.122	0.760	0.677	*0.006	0.830	0.567	0.725		0.351	0.820	0.955
<b>Cul3</b>	0.075	0.490	0.555	0.695	*0.048	0.511	0.767	0.576	0.351		0.487	0.359
<b>Cul4</b>	*0.020	0.223	0.985	0.866	*0.015	0.959	0.748	0.976	0.820	0.487		0.798
<b>Cul5</b>	*0.014	0.158	0.788	0.670	*0.010	0.835	0.565	0.774	0.955	0.359	0.798	

En general los tipos de ambientes tuvieron una diversidad alta. La diversidad de aves fue mayor en VegRip1 ( $H' = 3.39$ ), mientras Mat2 ( $H' = 2.79$ ) fue el sitio con menor diversidad (cuadro 6).

Cuadro 6. Comparación de la riqueza, abundancia, dominancia y diversidad en cada sitio en los ambientes, en el río Lerma en Temascalcingo, Estado de México. La dominancia está expresada mediante el índice de Simpson y la diversidad con el índice de Shannon-Wiener.

Ambientes												
	VegRip1	VegRip2	Mat1	Mat2	ZonPas1	ZonPas2	ZonPas3	Cul1	Cul2	Cul3	Cul4	Cul5
<b>Riqueza</b>	45	36	31	30	43	30	34	31	32	37	32	29
<b>Abundancia</b>	221	221	148	252	386	153	222	142	117	142	139	166
<b>Dominancia</b>	0.04	0.05	0.06	0.08	0.05	0.05	0.07	0.06	0.07	0.05	0.06	0.07
<b>Diversidad</b>	3.39	3.22	3.02	2.79	3.15	3.04	2.91	3.06	2.93	3.17	3.04	2.85

## Gremios tróficos

Las especies de aves fueron agrupadas en nueve gremios tróficos. El más abundante fue el granívoro, el cual dominó en los 12 puntos de conteo (figura 10). En tanto que el resto de los gremios variaron en riqueza y abundancia en los cuatro tipos de ambientes (figura 10 y figura 11). Por ejemplo, en VegRip1 los gremios con mayor presencia fueron los insectívoros de follaje (11 especies), insectívoros de sotobosque (tres especies), insectívoros frugívoros (siete especies) y nectarívoros con cuatro especies (figura 12). Los insectívoros de tronco dominaron en ZonPas3. Los omnívoros sólo estuvieron en Mat1. Los insectívoros al vuelo prevalecieron en Cul4 (figura 10). Los tipos de ambientes que presentaron mayor riqueza de gremios fueron: ZonPas2, Mat1 y Cul1 con ocho gremios tróficos cada uno (figura 13). Los gremios con menor registro de especies de aves fueron cinco: nectarívoros, insectívoros de Sotobosque, insectívoros de tronco, omnívoros y carnívoros (figura 13). La mayoría de estos gremios pertenecen a especies de aves residentes y migratorias, a excepción de los insectívoros de sotobosque y los omnívoros que solo están integrados por especies migratorias.

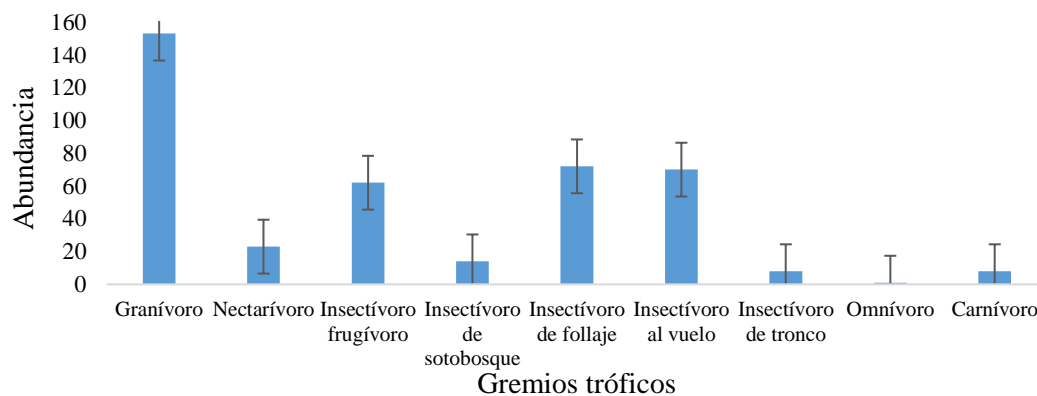


Figura 10. Abundancia (con base en el número de registros) de gremios tróficos de los cuatro tipos de ambientes en el río Lerma en Temascalcingo, Estado de México.

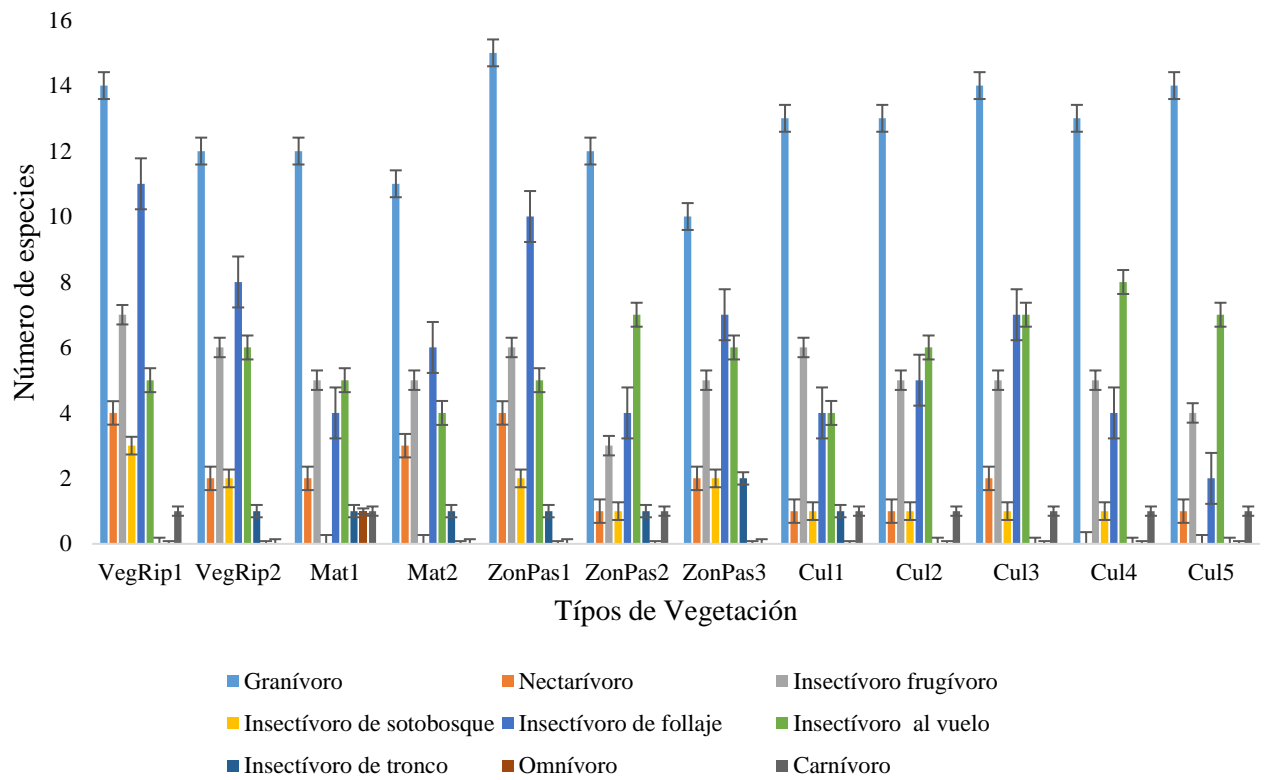


Figura 11. Riqueza de especies de los gremios tróficos en los sitios de los cuatro tipos de ambientes en el río Lerma en Temascalcingo, Estado de México. VegRip: Vegetación riparia; Mat: Matorral; ZonPas: Zona de pastoreo; Cul: Cultivos.

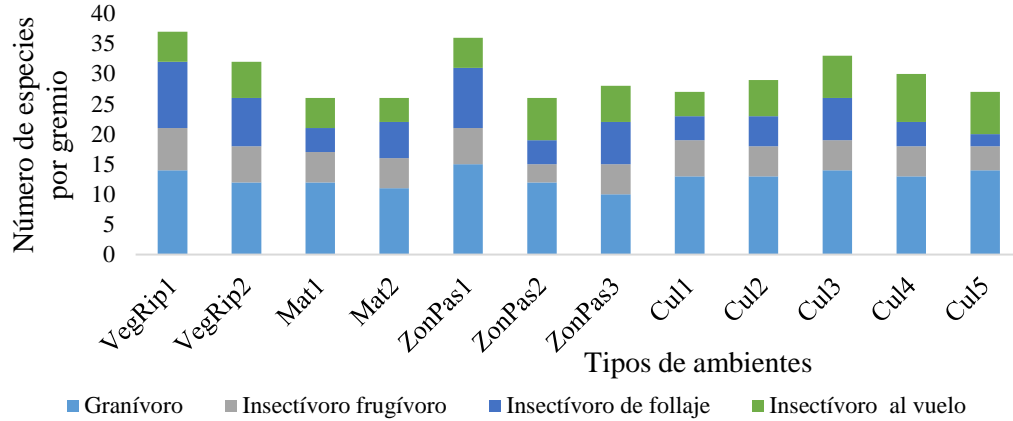


Figura 12. Número de especies por gremio. Gremios más abundantes en los sitios de los cuatro tipos de ambientes de aves en el río Lerma en Temascalcingo, Estado de México. Con base en los descritos por Rangel-Salazar *et al.* (2009), Martínez-Morales *et al.* (2013) y Ruiz-Bruce-Taylor *et al.* (2017). VegRip: Vegetación riparia; Mat: Matorral; ZonPas: Zona de pastoreo; Cul: Cultivos.

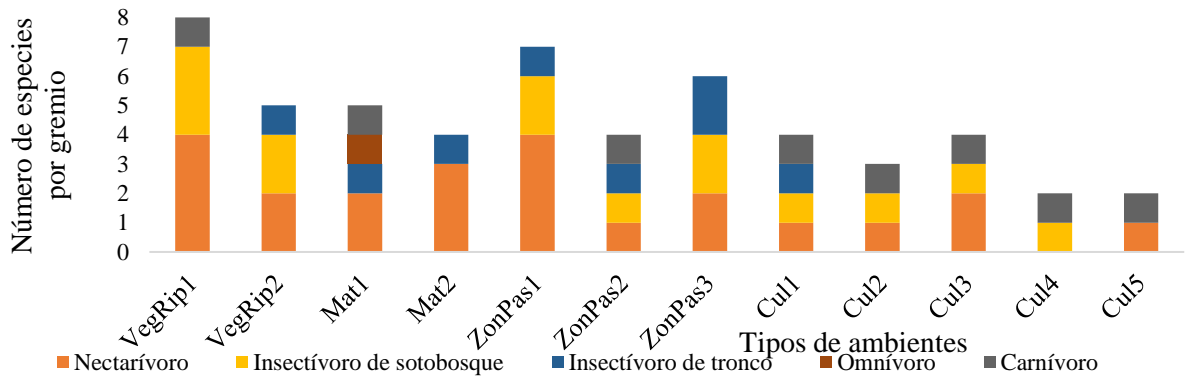


Figura 13. Número de especies por gremio. Gremios menos abundantes en los sitios de los cuatro tipos de ambientes en el río Lerma en Temascalcingo, Estado de México. Con base en los descritos por Rangel-Salazar *et al.* (2009), Martínez-Morales *et al.* (2013) y Ruiz-Bruce-Taylor *et al.* (2017). VegRip: Vegetación riparia; Mat: Matorral; ZonPas: Zona de pastoreo; Cul: Cultivos.



Respecto a las comparaciones entre sitios para cada gremio, la mayoría de ellos tuvo diferencias significativas (figura 11). Los nectarívoros, insectívoros de sotobosque e insectívoros de tronco no mostraron diferencias significativas. En tanto que de los carnívoros y omnívoros no se contó con los datos de abundancia para realizar el análisis de Kruskal-Wallis.

Las diferencias significativas de los granívoros fueron entre los sitios de pastoreo y matorrales. En específico ZonPas2 tuvo diferencias significativas con todos los sitios (cuadro 7). ZonPas1 fue quien presento mayor número de granívoros y la de menor cantidad de este gremio fue ZonPas3 (figura 12).

Cuadro 7. Comparaciones de abundancia de los granívoros entre los sitios de los cuatro tipos de ambientes, en el río Lerma en Temascalcingo, Estado de México. Prueba U de Mann-Whitney.

Con asterisco se muestran las comparaciones con diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

Ambientes	VegRip1	VegRip2	Mat1	Mat2	ZonPast1	ZonPast2	ZonPast3	Cul1	Cul2	Cul3	Cul4	Cul5
<b>VegRip1</b>		0.438	0.108	0.703	*0.015	0.059	*0.0004	0.138	0.134	0.414	0.559	0.881
<b>VegRip2</b>	0.438		0.283	0.265	0.122	0.258	*0.002	0.414	0.568	0.989	0.957	0.754
<b>Mat1</b>	0.108	0.283		0.082	0.733	0.978	*0.042	0.614	0.723	0.446	0.247	0.170
<b>Mat2</b>	0.703	0.265	0.082		*0.016	0.042	*0.000	0.092	0.114	0.314	0.328	0.550
<b>ZonPast1</b>	*0.015	0.122	0.733	*0.016		0.602	*0.024	0.389	0.199	0.101	0.070	0.077
<b>ZonPast2</b>	0.059	0.258	0.978	*0.042	0.602		*0.021	0.673	0.586	0.314	0.191	0.178
<b>ZonPast3</b>	*0.0004	*0.002	*0.042	*0.0003	*0.024	*0.021		*0.013	*0.003	*0.002	*0.003	*0.002
<b>Cul1</b>	0.138	0.414	0.614	0.092	0.389	0.673	*0.013		0.978	0.587	0.390	0.341
<b>Cul2</b>	0.134	0.568	0.723	0.114	0.199	0.586	*0.003	0.978		0.633	0.362	0.377
<b>Cul3</b>	0.414	0.989	0.446	0.314	0.101	0.314	*0.002	0.587	0.633		0.786	0.615
<b>Cul4</b>	0.559	0.957	0.247	0.328	0.070	0.191	*0.003	0.390	0.362	0.786		0.755
<b>Cul5</b>	0.881	0.754	0.170	0.550	0.077	0.178	*0.002	0.341	0.377	0.615	0.755	

Los insectívoros de vuelo presentaron diferencias significativas entre la vegetación riparia y los matorrales, ZonPas3 y algunos cultivos. ZonPas3 tiene diferencias significativas entre los matorrales, ZonPas1 y algunos cultivos (cuadro 8). Cul4 fue quien tuvo mayor número de insectívoros de vuelo y quien presento menor cantidad de dicho gremio fueron Mat2 y Cul1 (figura 12).

Cuadro 8. Comparaciones de abundancia de los insectívoros de vuelo entre los sitios de los cuatro tipos de ambientes, en el río Lerma en Temascalcingo, Estado de México. Prueba U de Mann-Whitney. Con asterisco se muestran las comparaciones con diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

Ambientes	VegRip1	VegRip2	Mat1	Mat2	ZonPast1	ZonPast2	ZonPast3	Cul1	Cul2	Cul3	Cul4	Cul5
<b>VegRip1</b>		0.697	0.053	*0.030	0.823	0.337	*0.003	0.565	*0.021	0.056	0.209	0.329
<b>VegRip2</b>	0.697		*0.022	*0.014	0.522	0.543	*0.001	0.327	*0.009	*0.024	0.106	0.178
<b>Mat1</b>	0.053	*0.022		0.791	0.091	*0.006	0.198	0.143	0.841	0.988	0.341	0.167
<b>Mat2</b>	*0.030	0.014	0.791		0.058	*0.004	0.318	0.093	0.938	0.754	0.214	0.099
<b>ZonPast1</b>	0.823	0.522	0.091	0.058		0.219	*0.006	0.726	*0.041	0.099	0.321	0.471
<b>ZonPast2</b>	0.337	0.543	*0.006	*0.004	0.219		*0.0003	0.110	*0.002	*0.006	*0.025	*0.039
<b>ZonPast3</b>	*0.003	*0.001	0.198	0.318	*0.006	*.0003		*0.008	0.228	0.186	*0.020	*0.005
<b>Cul1</b>	0.565	0.327	0.143	0.093	0.726	0.110	0.008		0.081	0.160	0.559	0.807
<b>Cul2</b>	*0.021	*0.009	0.841	0.938	*0.041	*0.002	0.228	*0.081		0.782	0.205	0.092
<b>Cul3</b>	0.056	*0.024	0.988	0.754	0.099	*0.006	0.186	0.160	0.782		0.387	0.208
<b>Cul4</b>	0.209	0.106	0.341	0.214	0.321	*0.025	0.020	0.559	0.205	0.387		0.740
<b>Cul5</b>	0.329	0.178	0.167	0.099	0.471	*0.039	0.005	0.807	0.092	0.208	0.740	

Los insectívoros de follaje tuvieron diferencias significativas entre la vegetación riparia y el resto de los sitios de uso de suelo, a excepción de la ZonPas3. Cul5 tuvo diferencias significativas con ZonPas1 y ZonPas3 (cuadro 9). VegRip1 tuvo mayor número de insectívoros de follaje, mientras que Cul5 tuvo menor cantidad de ellos (figura 12).

Cuadro 9. Comparaciones de abundancia de los insectívoros de follaje entre los sitios de los cuatro tipos de ambientes, en el río Lerma en Temascalcingo, Estado de México. Prueba U de Mann-Whitney. Con asterisco se muestran las comparaciones con diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

Ambientes	VegRip1	VegRip2	Mat1	Mat2	ZonPast1	ZonPast2	ZonPast3	Cul1	Cul2	Cul3	Cul4	Cul5
<b>VegRip1</b>		1	*0.018	*0.015	*0.024	*0.009	0.299	*0.004	*0.001	*0.007	*0.004	*0.000
<b>VegRip2</b>	1		*0.030	*0.024	*0.034	*0.014	0.358	*0.005	*0.002	*0.010	*0.006	*0.000
<b>Mat1</b>	*0.018	*0.030		0.858	0.713	0.745	0.367	0.720	0.318	0.899	0.798	0.105
<b>Mat2</b>	*0.015	*0.024	0.858		0.532	0.934	0.304	0.907	0.455	0.922	1.000	0.188
<b>ZonPast1</b>	*0.024	*0.034	0.713	0.532		0.473	0.467	0.426	0.152	0.580	0.459	*0.028
<b>ZonPast2</b>	*0.009	*0.014	0.745	0.934	0.473		0.224	0.867	0.487	0.896	0.948	0.188
<b>ZonPast3</b>	0.299	0.358	0.367	0.304	0.467	0.224		0.126	0.068	0.221	0.199	*0.015
<b>Cul1</b>	*0.004	*0.005	0.720	0.907	0.426	0.867	0.126		0.557	0.807	0.935	0.170
<b>Cul2</b>	*0.001	*0.002	0.318	0.455	0.152	0.487	0.068	0.557		0.380	0.418	0.567
<b>Cul3</b>	*0.007	*0.010	0.899	0.922	0.580	0.896	0.221	0.807	0.380		0.886	0.105
<b>Cul4</b>	*0.004	*0.006	0.798	1.000	0.459	0.948	0.199	0.935	0.418	0.886		0.128
<b>Cul5</b>	*0.0001	*0.0001	0.105	0.188	*0.028	0.188	*0.015	0.170	0.567	0.105	0.128	

Finalmente, los insectívoros frugívoros mostraron diferencias significativas. Finalmente, los insectívoros frugívoros mostraron diferencias significativas. ZonPas3 tuvo diferencias significativas entre la VegRip2, ZonPas1, ZonPas2 y algunos sitios de cultivos (cuadro 10). VegRip1 presento mayor cantidad de insectívoros frugívoros, en tanto que ZonPas2 tuvo menor número de frugívoros (figura 12).

Cuadro 10. Comparaciones de abundancia de los insectívoros frugívoros entre los sitios de los cuatro tipos de ambientes, en el río Lerma en Temascalcingo, Estado de México. Prueba U de Mann-Whitney. Con asterisco se muestran las comparaciones con diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

Ambientes	VegRip1	VegRip2	Mat1	Mat2	ZonPas1	ZonPas2	ZonPas3	Cul1	Cul2	Cul3	Cul4	Cul5
<b>VegRip1</b>		1.00	1.00	0.343	1.00	1.00	0.051	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>VegRip2</b>	1.00		1.00	0.311	1.00	1.00	*0.044	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Mat1</b>	1.00	1.00		0.411	1.00	1.00	0.07	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Mat2</b>	0.343	0.311	0.411		0.227	0.281	0.999	0.281	0.227	0.343	0.227	0.520
<b>ZonPas1</b>	1.00	1.00	1.00	0.227		1.00	*0.026	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>ZonPas2</b>	1.00	1.00	1.00	0.281	1.00		*0.037	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>ZonPas3</b>	0.051	*0.044	0.07	0.999	*0.026	*0.037		*0.037	*0.026	0.051	*0.026	0.107
<b>Cul1</b>	1.00	1.00	1.00	0.281	1.00	1.00	*0.037		0.144	0.144	0.144	0.503
<b>Cul2</b>	1.00	1.00	1.00	0.227	1.00	1.00	*0.026	0.144		0.287	0	0.647
<b>Cul3</b>	1.00	1.00	1.00	0.343	1.00	1.00	0.051	0.144	0.287		0.289	0.359
<b>Cul4</b>	1.00	1.00	1.00	0.227	1.00	1.00	*0.026	0.144	0	0.287		0.647
<b>Cul5</b>	1.00	1.00	1.00	0.520	1.00	1.00	0.107	0.503	0.647	0.359	0.647	

#### Similitud de las comunidades entre sitios

Al establecer similitudes entre los sitios de los cuatro tipos de ambientes mediante el índice de similitud de Jaccard, se encontró que los ambientes con mayor similitud fueron Cul3 y Cul4 con 0.71. Los sitios de los tipos de ambientes con menor similitud fue el Cul1 con los dos sitios de matorral con 0.39 (figura 14 y cuadro 11).

Cuadro 11. Valores del índice de similitud de Jaccard, comparando los sitios de los cuatro tipos de ambientes en el río Lerma. Con asterisco se muestran los sitios más similares entre sí y en negritas los sitios menos similares.

Ambientes	VegRip1	VegRip2	Mat1	Mat2	ZonPas1	ZonPas2	ZonPas3	Cul1	Cul2	Cul3	Cul4	Cul5
<b>VegRip1</b>	1	0.61	0.50	0.52	0.55	0.55	0.50	0.52	0.59	0.59	0.61	0.55
<b>VegRip2</b>	0.61	1	0.54	0.49	0.56	0.52	0.53	0.44	0.43	0.51	0.55	0.45
<b>Mat1</b>	0.50	0.54	1	0.52	0.51	0.50	0.43	0.39	0.57	0.54	0.56	0.42
<b>Mat2</b>	0.52	0.49	0.52	1	0.43	0.40	0.56	0.39	0.55	0.46	0.48	0.50
<b>ZonPas1</b>	0.55	0.56	0.51	0.43	1	0.55	0.55	0.60	0.59	0.56	0.58	0.49
<b>ZonPas2</b>	0.55	0.52	0.50	0.40	0.55	1	0.44	0.57	0.44	0.49	0.56	0.57
<b>ZonPas3</b>	0.50	0.53	0.43	0.56	0.55	0.44	1	0.42	0.53	0.47	0.53	0.54
<b>Cul1</b>	0.52	0.44	<b>0.39</b>	<b>0.39</b>	0.60	0.57	0.42	1	0.49	0.51	0.63	0.56
<b>Cul2</b>	0.59	0.43	0.57	0.55	0.59	0.44	0.53	0.49	1	0.63	0.63	0.57
<b>Cul3</b>	0.59	0.51	0.54	0.46	0.56	0.49	0.47	0.51	0.63	1	*0.71	0.63
<b>Cul4</b>	0.61	0.55	0.56	0.48	0.58	0.56	0.53	0.63	0.63	0.71	1	0.64
<b>Cul5</b>	0.55	0.45	0.42	0.50	0.49	0.57	0.54	0.56	0.57	0.63	0.64	1

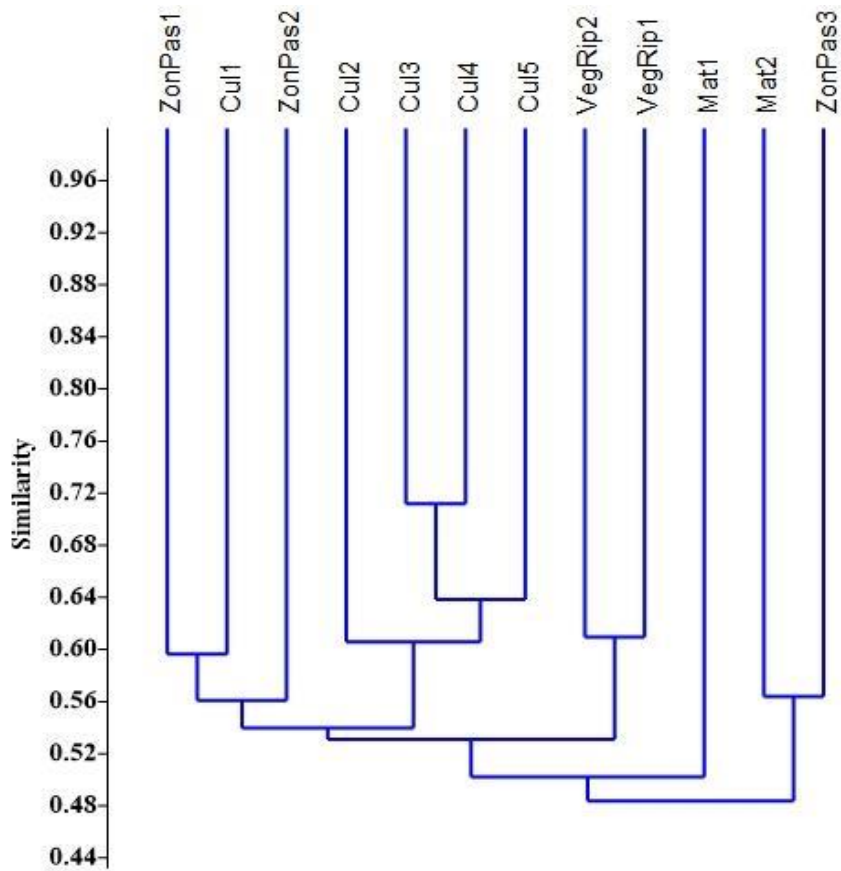


Figura 14. Análisis de clasificación de la similitud de especies entre tipos de ambientes en el río Lerma en Temascalcingo, Estado de México, con base en el índice de Bray-Curtis. VegRip: Vegetación riparia; Mat: Matorral; ZonPas: Zona de pastoreo; Cul: Cultivos.

Los sitios de los tipos de ambientes presentaron diferentes especies exclusivas, por ejemplo, la vegetación riparia tuvo cuatro especies: *Melospiza lincolnii*, *Mniotilta varia*, *Piranga rubra* y *Peucedramus taeniatus*. Estas especies tuvieron pocos registros, son migratorias (a excepción de *Peucedramus taeniatus* que es residente) y generalmente solitarias. Los cultivos tuvieron tres especies exclusivas *Passerculus sandwichensis*, *Piranga flava* y *Sayornis phoebe*. Estas especies son residentes a excepción de *S. phoebe*. El matorral y zonas de pastoreo solo

presentaron una especie exclusiva. En el matorral se encontró *Sturnus vulgaris*, es una especie exótica y migratoria para México. En las zonas de pastoreo estuvo *Pooecetes gramineus* esta especie es migratoria y generalmente forma grandes grupos alimenticios (ver anexo 4 y cuadro 12). En la vegetación riparia y los cultivos se encontraron cinco especies únicas para estos ambientes, las cuales fueron: *Empidonax fulvifrons*, *Empidonax affinis*, *Parkesia noveboracensis*, *Pheucticus melanocephalus* y *Vireo plumbeus* (ver anexo 4 y cuadro 12. Estas especies son residentes a excepción de *Parkesia noveboracensis* (especie migratoria).

Cuadro 12. Especies exclusivas para cada tipo de ambiente en el río Lerma en Temascalcingo, Estado de México.

Tipos de vegetación	Especies exclusivas
VegRip	4
Mat	1
ZonPas	1
Cul	3
VegRip/Mat	1
VegRip/ZonPas	3
VegRip/Cul	5
Mat/ZonPas	3
Mat/Cul	2
ZonPas/Cul	4
VegRip/Mat/ZonPas	1
VegRip/Mat/Cul	4
VegRip/ZonPas/Cul	6
Mat/ZonPas/Cul	0
Total	38

## Asociación de hábitat

En la figura 15 se observa cómo las variables de vegetación se relacionan con las especies de aves. La variable del estrato herbáceo (abundancia) se vincula con estas especies de aves: *Toxostoma curvirostre*, *Sialia mexicana*, *Passerina caerulea*, *Molothrus ater*, *Haemorhous mexicanus*, *Zenaida macroura*, *Catherpes mexicanus*, especies de tiránidos como: *Contopus pertinax*, *Sayornis phoebe*, *P. rubinus*, *Empidonax affinis*, entre otras 11 especies más. En los cultivos y Mat2 prevalecieron las hierbas. Las especies asociadas a esta variable en su mayoría son residentes, y algunas de ellas son especies que generalmente buscan áreas abiertas con disponibilidad de insectos y granos.

La variable abundancia de plantas tuvo mayor presencia en la vegetación riparia y zonas de pastoreo. Las especies asociadas a esta variable fueron: *Melanerpes aurifrons*, *Geothlypis tolmiei*, *Cistothorus palustris*, *Leiothlypis celata*, *Melospiza lincolni*, *Anthus rubescens*, *Setophaga petechia*, *Sporophila torqueola*, *Pheucticus melanocephalus*, *Empidonax occidentalis*, entre otras 10 especies. De estas especies dos tienen alguna categoría de endemismo (*S. torqueola* y *E. occidentalis*), seis especies residentes (*M. aurifrons*, *C. palustris*, *E. occidentalis*, *S. petechia*, *S. torqueola* y *P. melanocephalus*) y cuatro migratorias (*G. tolmiei*, *L. celata*, *A. rubescens* y *M. lincolni*).

Las variables porcentaje de cobertura total y número de árboles se asociaron a especies como: *Selasphorus rufus*, *Basilinna leucotis*, *Cyananthus latirostris*, *Polioptila caerulea*, *Dryobates scalaris* y *Spinus pinus*. Todas estas especies son residentes y casi todas en categoría de preocupación menor a excepción de *S. rufus* que se encuentra casi amenazada. Estas variables dominaron en VegRip1 y ZonPas1.



Para las variables de arbustos y riqueza de especies de plantas las aves que se asociaron fueron: *Oriturus superciliosus*, *Spizella pallida*, *Mimus polyglottos*, *Lampornis clemenciae*, *Psaltriparus minimus*, *Ptiliogonys cinereus*, *Peucedramus taeniatus*, *Icterus spurius*, *Agelaius phoeniceus* y *Sayornis nigricans*. Todas las especies fueron residentes a excepción de *I. spurius* (migratoria de verano). Cuatro especies se encuentran en alguna categoría de endemismo (*O. superciliosus*, *L. clemenciae*, *P. cinereus* y *S. pallida*). En VegRip1 y ZonPas1 dominaron los arbustos y la riqueza de especies de plantas. El resto de las especies de aves se asocian a todas las variables (figura 15).

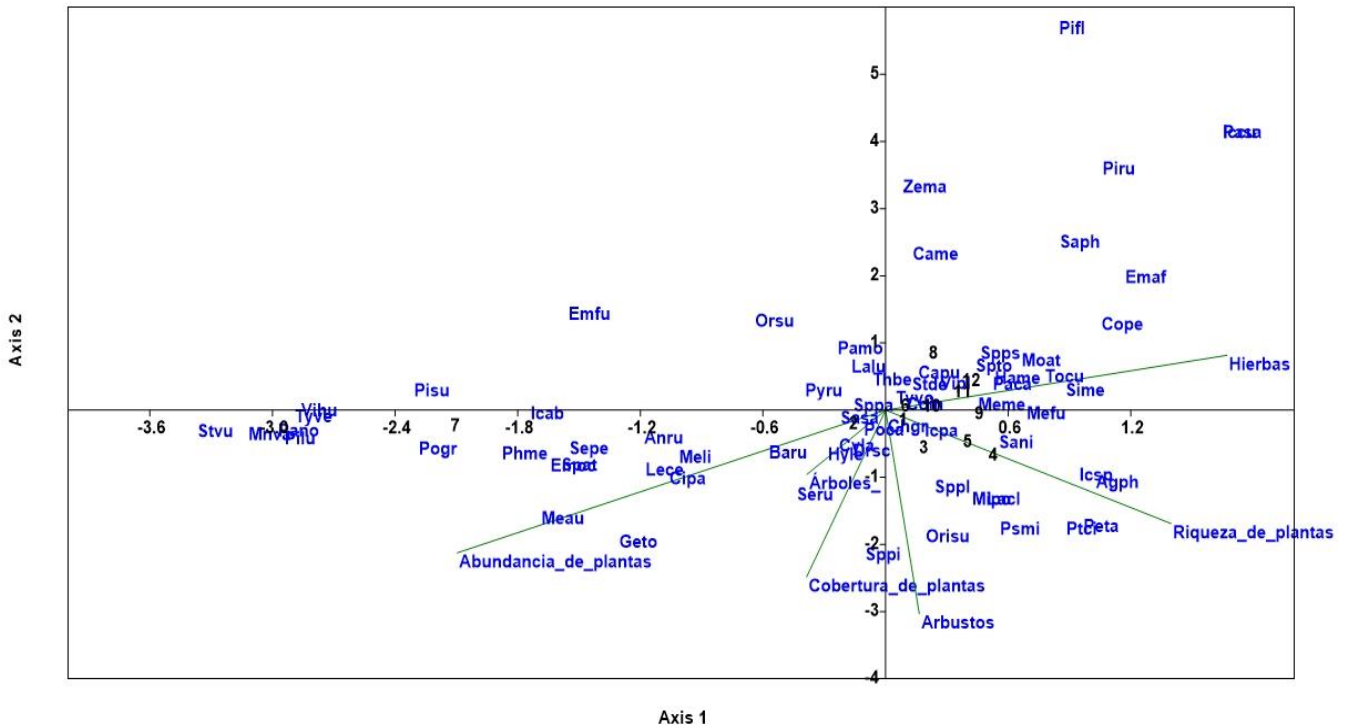


Figura 15. Análisis de correspondencia canónica de la respuesta de las aves a la riqueza, abundancia, cobertura total, abundancias de los estratos herbáceos, arbustivos y arbóreos de la vegetación del río Lerma en Temascalcingo, Estado de México. Ver la clave de las especies en el anexo 3.

## Discusión

### Composición de aves

Esta investigación es la primera realizada sobre comunidades de aves en la cuenca alta del río Lerma de Temascalcingo. Sin embargo, se han hecho estudios a nivel población de aves acuáticas en las Ciénegas del río Lerma (Colón-Quezada, 2009). Se obtuvo una lista total de 94 especies de aves, entre las que se encontraron tres especies endémicas, tres cuasiendémicas y siete semiendémicas para México, de las cuales cuatro especies (*Tyrannus vociferans*, *Spizella pallida*, *Sporophila torqueola* y *Polioptila caerulea*) fueron comunes o abundantes para la zona de estudio, probablemente debido a la diversidad estructural que le proporciona los paisajes que contiene, en particular la vegetación riparia.

La proporción de especies residentes fue mayor que la de especies migratorias en los sitios de los cuatro tipos de ambiente. Sin embargo, las especies migratorias que dominaron en el área de estudio fueron *S. pallida* y *P. motacilla*. De acuerdo con MacGregor-Fors *et al.* (2011), las aves migratorias de invierno son un grupo donde muy pocas especies son capaces de utilizar un hábitat perturbado para invernar, como por ejemplo un área que sufre deforestación por el cambio de uso de suelo. Este argumento respalda los resultados respecto a las especies migratoria en los cuatro tipos de ambiente; por ejemplo, en la vegetación riparia hubo mayor abundancia de especies migratorias que en los ambientes con cambios de uso de suelo, a excepción de ZonPas1 quien también tuvo más especies migratorias. Los que presentaron menos especies migratorias fueron los cultivos y Mat2. Esto posiblemente también se deba a la abundancia de árboles que hay en cada tipo de ambiente.

## Estimadores de la riqueza

Estimar la riqueza de especies es un primer acercamiento al conocimiento de la biodiversidad (Magurran, 2004). Sin embargo, a menudo resulta difícil obtener un inventario completo del lugar determinado debido a que varias especies son raras y difíciles de detectar (Gotelli y Colwell, 2001). En este estudio, la eficiencia de muestreo fue muy cercana al 100 %, mientras que el número de especies encontradas en cada tipo de ambiente osciló entre 60 % y 71 % de la riqueza esperada. La presencia de especies en cada ambiente depende, entre otras cosas, de la vegetación. Por ejemplo, en la vegetación riparia dominaron los árboles de sauce llorón (*Salix sp.*). Esto permitió que algunas especies como *Peucedramus taeniatus* se establecieran o utilizaran este hábitat como corredor biológico, ya que es una especie asociada a bosques (Martínez *et al.*, 2004). Cabe resaltar que a 3 km de distancia se encuentra la reserva de la biosfera de la Mariposa Monarca (*Danaus plexippus*) con vegetación dominante de pino-encino (Cornejo *et al.*, 2003), por tal cercanía ayuda a incrementar la riqueza de aves en el río Lerma.

## Estructura de las comunidades

En la mayoría de los sitios se presentó una alta diversidad de especies de aves en el río Lerma, debido a las condiciones de cada ambiente que aún se conservan un poco de vegetación riparia. La vegetación riparia tuvo mayor riqueza y diversidad de aves junto con una de las zonas de pastoreo (ZonPas1). La cobertura de árboles fue alta en VegRip1 y ZonPas1. Esto implica que puede haber insectívoros de corteza, de follaje y rascadores, entre otros gremios tróficos de aves. La vegetación riparia mostró baja dominancia, con dos especies representativas (*S. pallida* y *M. melodía*), tal vez se debe a que las poblaciones están controladas por varios recursos. Esto coincide con lo que encontraron Ugalde-Lezama *et al.* (2010) en ambientes con diferentes

condiciones de perturbación. En el ambiente que tenía menor perturbación no encontraron dominancia de alguna especie sobre la utilización de recursos, la comunidad fue relativamente estable y sus especies pueden coexistir. En contraste, para la zona perturbada unas cuantas especies tenían una alta dominancia sobre los recursos y las restantes especies rara vez usaban los residuos de dichos recursos en disputa.

Otro sitio que también tuvo alta riqueza fue ZonPas1, que se ubicó en el ambiente con mayor número de registros de especies de aves, posiblemente se debe a que fue el sitio con mayor número de especies de árboles, incluyendo algunos frutales, como el tejocote, el capulín, adicional a esto pinos y sauces llorones. Sánchez-Clavijo *et al.* (2008) argumentan que áreas boscosas que han sido transformadas a distintos usos de suelo y que conservan remanentes naturales, presentan mayor riqueza que cuando estos remanentes no existen. Dichos autores también mencionan que cambios muy pequeños en la estructura y diversidad de los paisajes pueden traer grandes beneficios para la avifauna. En contraste, la homogenización de los hábitats, y la simplificación y extensión de monocultivos, traen reducciones en la diversidad de aves. Por lo tanto, en algunos sitios de cultivo y ZonPas1 que conservan un poco de la vegetación natural tienen mayor riqueza y diversidad de aves que los matorrales. Posiblemente se deba a que las aves son más frecuentes en cultivos bajo sombra, o en áreas arboladas, que en sistemas a libre exposición.

En general, para las zonas de pastoreo las aves con mayores registros fueron *Agelaius phoeniceus* y *Pyrocephalus rubinus*. Además, *Parkesia motacilla*, se encontró únicamente en ZonPas3 porque es un sitio en el que se forma un tipo encharcamiento de agua, que favoreció la llegada de varias especies acuáticas, que generalmente son gregarias.

Algunos de los cultivos tuvieron mayor dominancia, baja riqueza y diversidad en comparación con los demás sitios de ambientes, a pesar de que tenían malezas. Es importante resaltar que en estos cultivos no se utilizan agroquímicos que pudieran perjudicar a la biodiversidad.

Cabe mencionar que en el municipio estudiado y alrededores hubo un crecimiento excesivo de chapulines (posiblemente *Melanoplus differentialis* y *Sphenarium purpurascens*) durante el estudio. Las principales especies de aves que se vieron consumiendo estos insectos fueron *M. melodia* (la especie más abundante en los cultivos), *Sayornis phoebe*, *Mimus polyglottos* y *Toxostoma curvirostre*. Esto coincide con Uribe-González y Santiago-Basilio (2012) quienes también encontraron a *M. polyglottos* y *T. curvirostre* como controladores de plagas de chapulines en el estado de Querétaro. Los matorrales también tuvieron baja riqueza de especies de aves, esto comparado con VegRip1 y ZonPas1. Posiblemente, se debe a que hay menor número de árboles y mayor abundancia de arbustos, nopales y pastos. Además, es un ambiente que sufre constantes transformaciones antropogénicas. Las aves dominantes para este ambiente fueron *S. pallida* y *A. phoeniceus*, también se registró una especie exótica *Sturnus vulgaris* en este ambiente. Estas tres especies son comunes en zonas agrícolas.

Las curvas de rango-abundancia mostraron que la composición y abundancia de especies entre sitios difirieron, ya que la mayoría presenta pocas especies abundantes y muchas raras. MacArthur y Levins (1964) sugerían que la abundancia de aves está relacionada con la disponibilidad de recursos. También mencionan que en ambientes en donde las poblaciones están controladas por pocas variables, una o dos especies tienden a ser dominantes.

Salas-Correa y Mancera-Rodríguez (2020) señalan que la distribución de la abundancia de especies frecuentemente es una medida más sensible a distorsiones ambientales que solo la

riqueza de especies. La abundancia de una especie puede ser afectada positiva o negativamente, de acuerdo con el grado de perturbación. En consecuencia, las diferencias significativas en la abundancia de algunos sitios de los ambientes pueden explicarse también en cuanto a la estructura y composición florística que presenta cada tipo de ambiente, debido a que los sustratos de alimentación, así como la disponibilidad de alimento, dependen en gran parte de ella.

### Gremios tróficos

El gremio más abundante en los sitios de los cuatro tipos de ambientes fue el granívoro, posiblemente debido a que los cultivos de maíz representan una fuente de alimento para alguna de estas aves. Dentro de las especies granívoras que tuvieron mayor abundancia en los sitios de los cuatro ambientes fueron *Zenaida macroura*, *Haemorhous mexicanus*, *Spizella pallida* y *Spinus psaltria*. Las aves del gremio granívoro han sido relacionadas con áreas abiertas y zonas de cultivos, de donde obtienen con mayor facilidad su alimento (Wenny *et al.*, 2011; Salas-Correa y Mancera-Rodríguez, 2018). Sin embargo, los resultados de este estudio demuestran que los granívoros dominaron en todos los tipos de ambientes, variando su abundancia en cada sitio. Tal vez esto se deba a que los tipos de ambientes abundan las hierbas con estrategias de vida tipo “r”, es decir producen una gran cantidad de semillas que pueden ser aprovechadas por las aves.

Los insectívoros frugívoros e insectívoros de follaje tuvieron mayor abundancia en VegRip1 y ZonPas1. Esto muy probablemente se debe a que en esos dos sitios tenían mayor cobertura de árboles. En la ZonPas1 dominaron los árboles frutales, favoreciendo la presencia de los insectívoros frugívoros. Algunas de las especies insectívo-frugívoras fueron *Sialia mexicana*,

*Piranga flava*, *Piranga rubra*, *Piranga ludoviciana*, *Ptiliogonys cinereus*. Para el gremio de insectívoros de follaje las especies fueron *Cardellina pusilla*, *Geothlypis tolmiei*, *Basileuterus rufifrons*, *Mniotilta varia* y *Leiothlypis celata*. Estas especies estuvieron representadas por pocos individuos. Pineda-Pérez *et al.* (2014) argumentan que la disponibilidad de alimento para las aves insectívoras depende de la diversidad vegetal y la disponibilidad de biomasa. Este argumento respalda la alta abundancia de insectívoros en la vegetación riparia y ZonPas1. Por otro lado, las aves insectívoras utilizan diversas técnicas de cacería en función de la disponibilidad de alimento, las cuales varían desde la cacería en vuelo hasta la excavación en madera (Gill, 1990); por lo tanto, las relaciones intra e inter específicas parecen jugar un rol preponderante en la coexistencia trófica entre especies. Por ejemplo, las aves insectívoras al vuelo dominaron en los cultivos y en ZonPas2 que son áreas más abiertas. Dentro de las aves que pertenecen a este gremio estuvieron *Sayornis nigricans*, *Sayornis saya*, *Tyrannus vociferans*, *Pyrocephalus rubinus*, entre otras especies. Este resultado coincide con lo reportado por Domínguez-López y Ortega-Álvarez (2014), quienes señalan que el éxito de los insectívoros de vuelo en los ecosistemas modificados por humanos se debe a que tienen grandes áreas semiabiertas y las especies de aves insectívoras con estrategias de alimentación dependen de alta visibilidad, que podrían haber mejorado el éxito de la caza y, por lo tanto, aumentar el número de su población.

Los gremios que tuvieron menor abundancia en los sitios de los cuatro ambientes fueron los nectarívoros, insectívoros de sotobosque, insectívoros de tronco, omnívoros y carnívoros. Cabe resaltar que los nectarívoros tuvieron mayor riqueza de especies en VegRip1 y ZonPas1, sitios que tienen mayor riqueza de especies de plantas, principalmente de árboles. Algunas especies

de nectarívoros son más abundantes en coberturas vegetales donde disminuye la disponibilidad de luz, el viento, la lluvia y las fluctuaciones de temperatura (Tobalske *et al.*, 2004; Salas-Correa y Mancera-Rodríguez, 2018). También lo más importante para los colibríes es la disponibilidad de flores en un hábitat. Dentro de los sitios de los ambientes, entre las especies de plantas que utilizan los colibríes para alimentarse se encuentran varias especies de salvias y de nopales, que son plantas más comúnmente utilizadas por los colibríes (Arizmendi y Berlanga, 2014).

Los omnívoros y carnívoros tuvieron baja abundancia porque solo se tomaron en cuenta los Paseriformes que se ubicaron dentro de ese gremio, y no se tomaron en cuenta las aves rapaces y las acuáticas, que son las que generalmente dominan en estos gremios. Los insectívoros de sotobosque e insectívoros de tronco son gremios más especializados, que usualmente ocupan áreas con alta complejidad estructural de vegetación (Sekercioglu *et al.*, 2002), por lo tanto, al tener sitios abiertos la zona de estudio del río Lerma, no es posible tener alta riqueza de estos gremios y sus abundancias son muy bajas.

Se esperaba que la vegetación riparia tuviera mayor riqueza de gremios, pero no fue así, los ambientes con mayor riqueza de gremios fueron tres: ZonPas2, Mat1 y Cull1. Estos sitios de ambientes tienen menor complejidad que la vegetación riparia, ya que poseen muy pocas especies de árboles o carecen de ellos. Sin embargo, los gremios que no estuvieron presentes en la vegetación riparia fueron los omnívoros y carnívoros. Cabe destacar que los omnívoros son un gremio considerado generalista (Mastrangelo y Gavin, 2012). Aunque ZonPas2, Mat1 y Cull1 tuvieron gremios considerados como especialistas sus abundancias fueron bajas, esto comparado con las comunidades de la vegetación riparia, donde presentaron abundancias altas.



Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las abundancias de los gremios de los sitios de los ambientes. Esto se debe a que en cada sitio tuvo diferente estructura y composición de vegetación. Así mismo, los recursos alimenticios que ofrecen estos tipos de ambientes a las especies de aves son muy variados y con distintas proporciones de abundancia. Por ejemplo, los granívoros tuvieron mayor abundancia de especies en ZonPas1. Un sitio que tuvo mayor cantidad de plantas con semillas y frutos (anexo 2), además, este sitio era menos utilizado para el pastoreo de ganado y los pastos tenían mayor posibilidad de producir frutos y semillas. Mientras la ZonPas3 tuvo menor cantidad de granívoros, ya que es un ambiente con menor cantidad de plantas ruderales y dominaron los pastos, pero el ganado evitó que los pastos completaran su ciclo biológico en la producción de semillas. Por lo tanto, las diferencias significativas de los granívoros fueron entre las zonas de pastoreo y matorrales.

Flores y Galindo-González (2004) mencionan que las aves granívoras están obligadas a seleccionar sitios de alimentación de acuerdo con las variaciones (espaciales y temporales) de semillas y granos disponibles, lo cual, no solo tiene repercusiones para las aves, sino también para las poblaciones de plantas. Este argumento es respaldado lo que se encontró en este trabajo sobre los granívoros.

Respecto a los gremios de insectívoros, las diferencias significativas en su abundancia fueron porque en cada sitio variaron los insectos de diferente orden. En la vegetación riparia hubo presencia de panales de abejas y avispas (orden Hymenoptera). En las zonas de pastoreo hay un tiradero de cadáveres de animales domésticos que favorece la propagación de insectos del orden Díptera. Para los matorrales los insectos que se llegaron a observar fueron larvas de mariposa que pertenecen al orden Lepidóptera. En los cultivos la plaga de chapulines (orden Ortóptera) y

algunos escarabajos del orden Coleóptera. Esto se puede explicar por qué difirieron los insectívoros en cada sitio de los ambientes.

Alguno de los de insectos consumidos por las aves estudiadas son los mismos ordenes que los reportados por Perovic *et al.* (2018), quienes, en un estudio sobre las aves como controladoras de plagas, estudiaron sus dietas y encontraron que consumían principalmente Coleóptera e Hymenoptera. Por otro lado, Recher y Majer (2006) evaluaron el efecto de la exclusión de aves mediante la depredación de artrópodos de dosel en un bosque de eucalipto, encontrando que los coleópteros y lepidópteros larvales son los más consumidos debido a su alta disponibilidad, por lo que dichas aves controlan algunos coleópteros plaga.

Otra posible explicación del porque hubo diferencias significativas entre insectívoros en los sitios de los ambientes se debe a las técnicas de forrajeo empleadas por las aves y las formas de sus picos (Pineda-Pérez *et al.*, 2014), ya que la alimentación es la actividad en que las aves invierten más tiempo (Caicedo-Argüelles y Cruz-Bernate, 2014). Varios autores han tratado las distintas estrategias que tienen los insectívoros para recolectar su alimento, por ejemplo, Adamik y Korňan (2004) quienes mencionan que algunas aves se alimentan de presas disponibles en la corteza, empleando la técnica de coleccionar. Colorado (2004) confirma que la morfología del pico y de las patas explican los insectos que capturan las aves. Las aves pueden tener un comportamiento de reclutamiento visual en el que las especies de aves que se alimentan atraen a otras, por lo que funcionan como indicadores catalíticas (Mills, 1998). Por otro lado, Chávez-Villavicencio *et al.* (2012) quienes estudiaron la segregación de aves insectívoras con base a la morfometría del pico y su longitud total, hallando que la competencia interespecífica

hace que las especies puedan coexistir en simpatría, considerando la distancia ecológica de segregación que disminuye la competencia, lo que hace que las aves coexistan.

Los insectívoros de vuelo presentaron diferencias significativas en su abundancia entre la vegetación riparia y los matorrales, ZonPas3 y algunos cultivos. Entre los insectívoros de vuelo que prefieren zonas abiertas se encontraron *Sayornis nigricans*, *S. phoebe*, *S. saya*, *Tyrannus vociferans* y *Pyrocephalus rubinus* (Domínguez-López y Ortega-Álvarez, 2014). La mayoría de las especies del género *Empidonax* son aves que prefieren las zonas más arboladas, como la vegetación riparia y ZonPas1. Por lo tanto, la composición del gremio de los insectívoros en algunos sitios se puede deber a que algunas aves prefieren zonas más abiertas que otras, mientras que especies como *Empidonax sp.* son aves de hábitos más boscosos. La mayoría de las aves insectívoras lleva a cabo algunas estrategias específicas para la obtención de diversas presas entomológicas en cada hábitat (Solari y Zaccagnini 2009; Fandiño *et al.*, 2016; Seeholzer *et al.*, 2017; Velasco *et al.*, 2017) señalaron que el arreglo y la estructura de una vegetación heterogénea dispondrá de varios recursos sobre los cuales, las aves se logran alimentar de una amplia diversidad de insectos, estableciendo interacciones ecológicas que les permiten coexistir, partición y segregación trófica. Todo esto con el fin de mitigar la presión ecológica, reduciendo la competencia y segregación.

Los insectívoros de follaje tuvieron diferencias significativas en su abundancia entre la vegetación riparia y el resto de los sitios de uso de suelo, a excepción de la ZonPas3. Los insectívoros de follaje dominaron en la vegetación riparia y ZonPas1. Las aves de este gremio fueron *Thryomanes bewickii*, *Catherpes mexicanus*, *Setophaga petechia*, *Oreothlypis superciliosa*, entre otras más. Estas especies de aves prefieren zonas arboladas en las que puedan

encontrar insectos de corteza o de dosel (Recher y Majer, 2006). Por lo tanto, la diferencia significativa de este gremio entre los sitios se debe a la composición y estructura vegetal, ya que las aves prefieren áreas con mayor cobertura de vegetación y en Cul5 es un sitio que prevalecieron las hierbas y hubo menor número de árboles.

Finalmente, los insectívoro-frugívoros mostraron diferencias significativas en su abundancia entre ZonPas3 y la vegetación riparia y algunos sitios de cultivos. Los insectívoros frugívoros dominaron en ZonPas1, ZonPas3 y Mat2. En ZonPas3 y Mat2 se encuentran mayor cantidad de arbustos y hierbas, que proporcionan algunos frutos como, por ejemplo, los nopales que proveen frutos e insectos que viven en esta planta. ZonPas1 es sitio con mayor cantidad de árboles frutales. Algunas de las especies de aves de este gremio fueron *Icterus parisorum*, *Piranga flava*, *Piranga rubra*, *Piranga ludoviciana*, entre otras especies. Una de las explicaciones por las que hubo diferencias significativas entre sitios es por la disponibilidad de frutos e insectos en cada sitio. Algunas de estas especies son exclusivas algún sitio de los ambientes como, por ejemplo, *P. flava* solo estuvo en Cul1, *P. rubra* en VegRip2 y *P. ludoviciana* estuvo en VegRip2 y ZonPas3. Espinosa-Méndez *et al.* (2020) encontraron que la abundancia de este gremio responde a los niveles de recursos de insectos y frutos.

#### Similitud de las comunidades entre sitios

Se esperaba que cada tipo de ambiente se clasificarán conforme a las especies de aves que comparten. Por ejemplo, que los matorrales se agruparan en un grupo, ya que son sitios muy parecidos entre sí. Sin embargo, se formaron dos grandes grupos: los cultivos con dos sitios de zonas de pastoreo y los demás sitios (vegetación riparia, matorrales y ZonPas3). Dentro de la otra agrupación, encontramos los sitios con más zonas arboladas (vegetación riparia), que

también agrupa a los matorrales. Mat2 y ZonPas3 son dos sitios que comparten algunas especies de arbustos y árboles, tienen casi la misma cobertura arbórea, pero cada uno con una composición de especies de plantas diferentes. Dentro de los sitios de ambientes más parecidos de acuerdo con el índice de Jaccard los tipos de vegetación que más similares son: Cul3 y Cul4. Esto era de esperarse ya que son cultivos que tienen características muy parecidas entre ellos, por ejemplo, comparten la misma cantidad de hierbas y domina la planta de maíz. La similitud entre estos sitios es del 71%. Esto coincide con la idea de Ramírez-Albores (2010), quien señala que la similitud entre los hábitats indica la existencia de un alto intercambio de especies, así como de una aparente alta conectividad entre estos. Blake y Loiselle (2001) sugieren que tanto la configuración del ambiente como la cantidad disponible de los hábitats, no serían igualmente importantes en la distribución de las especies y podría conferir cambios en la composición de la comunidad de aves.

La vegetación riparia y las zonas de pastoreo de ganado fueron utilizados por especies de aves con preferencias alimentarias similares. Esto apoya la idea de que ambos hábitats ofrecen recursos equivalentes a las aves debido a sus propiedades heterogéneas, que se relacionan principalmente con la estructura de su vegetación. Esto coincide también con lo que hallaron Domínguez-López y Ortega-Álvarez (2014). Los autores encontraron que la vegetación riparia y las tierras de pastoreo fueron las más similares entre sí, por sus características estructurales de la vegetación, dando paso a que compartieran los gremios y la riqueza de especies.

Entre los sitios de los ambientes menos similares de acuerdo con el índice de Jaccard se encuentran Cul1 con los dos sitios de matorral; esto se debe a que Cul1 no comparte muchas especies de plantas con los matorrales. Es pertinente resaltar que los cultivos no tuvieron

arbustos y dominaron las hierbas, específicamente la planta de maíz. Con los demás ambientes los cultivos compartieron las especies de árboles que aún conservan en las orillas del río Lerma.

En los cuatro tipos de ambientes se encontraron especies exclusivas. Por ejemplo, en la vegetación riparia se encontraron cuatro especies exclusivas, *Melospiza lincolni*, *Mniotilta varia*, *Piranga rubra* y *Peucedramus taeniatus*, las tres primeras son migratorias y la última, residente. Algunos autores como González *et al.* (2007) han encontrado que son aves de distribución restringida a los ambientes perturbados y de baja o muy baja abundancia local, principalmente insectívoras, y muchas de ellas forestales.

Los cultivos tuvieron tres especies exclusivas *Passerculus sandwichensis*, *Piranga flava* y *Sayornis phoebe*. Estas especies son generalmente solitarias. A *P. sandwichensis* y *P. flava* se les vio forrajear entre el follaje de los árboles y en la inflorescencia del maíz. *Sayornis phoebe* se observó con mayor actividad en los árboles, pero también perchaba en las hojas del maíz para consumir insectos, principalmente chapulines. Por lo tanto, la exclusividad de estas especies en los cultivos se podría deber a los recursos alimenticios que les brinda para su supervivencia.

Encontrar especies exclusivas en ambientes naturales y modificados habla de que son hábitats que tiene recursos disponibles para esas aves, que les ha permitido sobrevivir y coexistir. También puede ser que las especies solo ocupen los hábitats como un corredor biológico para trasladarse a un hábitat de mayor tamaño, como lo es la Reserva de la Mariposa Monarca. Es por ello la importancia de conservar remanentes naturales o cercas vivas en ambientes antropogénicos, tal como lo expresa Ramírez-Albores (2010) que sugiere que la combinación de hábitats naturales y modificados conduce a nuevos medios de explotación diferencial del

espacio y que la diversidad de especies de aves está vinculada a la variedad del paisaje, por lo que la conservación de este último aseguraría la preservación de la diversidad de especies.

#### Asociación de hábitat

Numerosos estudios han demostrado que la estructura física de la vegetación y la composición florística son dos componentes del hábitat que influyen marcadamente en la composición y la abundancia de los ensambles de las aves (González-Oreja, 2003; Lentijo y Kattan, 2005; Ugalde-Lezama *et al.*, 2009; Ugalde-Lezama *et al.*, 2010). Las aves tienen una estrecha relación con las características estructurales y florísticas de la vegetación cuando seleccionan el hábitat en que residen, en gran medida por su asociación con recursos críticos como el alimento, los sitios de nidificación, la protección contra climas adversos y la depredación (Wall *et al.*, 2012).

Las especies de aves se relacionaron con el estrato herbáceo (abundancia) y la variable de abundancia total de plantas (figura 15). Tal vez se debe a que las aves asociadas a las hierbas son especies que se han habituado a los espacios abiertos como los cultivos, matorrales y asentamientos humanos. Por ejemplo, *T. curvirostre*, *Z. macroura*, *P. rubinus*, *H. mexicanus*, *P. caerulea*, *C. mexicanus* y *Columbina inca* son especies residentes, algunas de ellas gregarias y otras solitarias que forrajean en espacios abiertos (Chávez-Zichinelli *et al.*, 2013; Schondube *et al.*, 2018). En México tienen una amplia distribución. A estas especies se les puede considerar de hábitos generalistas porque tienden a habituarse a entornos con ciertos disturbios antropogénicamente (Ducatez *et al.*, 2014). La mayoría de las especies asociadas a las hierbas son granívoras e insectívoros frugívoros, también encontramos insectívoros de vuelo, pero con menor cantidad de especies.

En la vegetación riparia y zonas de pastoreo hubo alta abundancia de plantas. Esto permitió que especies como *M. aurifrons*, *G. tolmiei*, *C. palustris*, *L. celata*, *A. rubescens*, *S. petechia*, *P. melanocephalus*, *E. occidentalis* y *S. torqueola* entre otras más se asociaran a estos sitios por tener una gran cantidad de individuos de plantas. Estas especies son insectívoras a excepción de *S. torqueola* y *P. melanocephalus* que son granívoras. A la mayoría de estas especies de aves se les observó forrajear entre el dosel de los árboles, los arbustos y el sotobosque.

Las variables de porcentaje de cobertura total, el número de árboles, arbustos y riqueza de especies de plantas se asociaron con especies raras, pertenecientes al gremio insectívoro, nectarívoro y granívoro (figura 15). Solo se asoció una especie (*S. rufus*) clasificada en una categoría de riesgo (casi amenazada). La presencia de ciertas especies de aves en un hábitat determinado puede ser explicada por factores tanto extrínsecos como intrínsecos a las aves (Schondube *et al.*, 2018). Algunos factores extrínsecos son los recursos alimenticios, las características estructurales de la vegetación, las condiciones fisiográficas y climáticas de la región. En los factores intrínsecos encontramos las características propias de las diferentes especies de aves como su morfología, fisiología, anatomía y conducta, las cuales moldean sus historias de vida y sus respuestas a los factores extrínsecos (Wikelski y Cooke, 2006; Schondube, 2012; Schondube *et al.*, 2018).



## Conclusiones

Se obtuvieron un total de 2990 registros de aves, las que se agruparon en 94 especies, 74 géneros, 33 familias y 11 órdenes. Sólo dos especies se encuentran en riesgo de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana 059. Según la IUCN (2022) se encontraron 92 (97 %) especies en la categoría de preocupación menor (LC) y dos especies se encuentran en la categoría de casi amenazada (NT). Se encontraron 13 especies en alguna categoría de endemismo y tres especies exóticas. La completitud del muestreo total en los cuatro ambientes fue de 100 %, cada sitio tuvo un esfuerzo mayor al 60 %.

VegRip1 fue el sitio con alta riqueza de especies de aves (45) y alta diversidad (3.39). ZonPas1 fue el sitio con mayor abundancia de individuos (386). Mat2 fue el sitio con mayor dominancia de especies (0.08). Con respecto a las comparaciones de las comunidades de aves entre los sitios de los cuatro ambientes, se puede concluir que los cambios antropogénicos que ha sufrido la vegetación riparia han afectado la composición y estructura de la comunidad de aves del río Lerma. Esto se vio reflejado en la mayoría de los sitios de cultivos, matorrales y algunas zonas de pastoreo que mostraron baja riqueza de especies de aves comparada con los sitios de la vegetación riparia.

Los resultados sugieren que existen diferencias en la composición y abundancia relativa de los granívoros, insectívoros de follaje, los insectívoro-frugívoros e insectívoros al vuelo entre las comunidades de aves de los sitios de vegetación riparia y los usos de suelo en torno al río Lerma. Esto se relacionó con las plantas que se comparten entre los sitios de los tipos de ambientes, aunque variaron las abundancias y dominancias de las especies de plantas en cada sitio. La

vegetación riparia fue el sitio que tuvo alta riqueza de especies de plantas: no obstante, la ZonPas1 tuvo mayor número de especies de árboles.

Los sitios con alta riqueza de gremios fueron tres (ZonPas2, Mat1 y Cul1). Estos tres sitios tienen características estructurales de vegetación de menor complejidad que el resto de los sitios, probablemente esto hizo que hubiera presencia de omnívoros y carnívoros que no necesariamente estuvieron presentes en los demás sitios de los ambientes. El gremio que más abundo en los sitios fueron los granívoros.

Las especies de aves tuvieron una relación con el estrato herbáceo y con la abundancia de plantas. La mayoría de las especies de aves relacionadas a estas variables vegetales son de hábitos generalistas, que forrajean en áreas abiertas, se agrupan en especies granívoras e insectívoras de vuelo.

Las variables de porcentaje de cobertura total, el número de árboles, estrato arbustivo y riqueza de especies de plantas tuvieron pocas especies asociadas, pero en su mayoría son especies asociadas a zonas arboladas. En este grupo de aves dominan los insectívoros de sotobosque, insectívoros de follaje, insectívoros de tronco, insectívoros frugívoros y nectarívoros.

Los resultados de este estudio apoyan la idea de incorporar y mantener los hábitats naturales y modificados para la supervivencia y reproducción de muchas especies de aves en el área de estudio.

## Bibliografía

- Adamik P. y M. Korñan. 2004. Foraging ecology of two barkforaging passerine birds in an old-growth temperate forest. *Ornis Fennica*, **81**:13-22.
- Andraca L. 2010. Reglas de ensamblaje y modelos de coexistencia de especies en las comunidades de aves cubanas. Tesis de Diploma, Facultad de Biología. Universidad de la Habana. La Habana, Cuba. 71p.
- AOS (American Ornithological Society). 2022. Check-list of North American Birds. Recuperado el 08 de febrero de 2021, de [www.aou.org/index.php](http://www.aou.org/index.php).
- Arcos I. T, F. Jiménez, C. A. Harvey y F. Casanoves. 2008. Riqueza y abundancia de aves en bosques ribereños de diferentes anchos en la microcuenca del río Sesesmiles, Copán, Honduras. *Revista de Biología Tropical*, **56**:355-369.
- Argüelles-Jiménez J., S. Macías-Hernández, M. de los Á. Rojas-Terán, C. González-Gándara, V. de la Cruz-Francisco y C. Domínguez-Barradas. 2017. Aves ribereñas de los ecosistemas costeros de Tuxpan, Veracruz, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, **4**(10):147-159.
- Arizmendi M. C. y H. Berlanga. 2014. Colibríes de México y Norteamérica. *Hummingbirds of Mexico and North America*. Conabio. México. 160p.
- Badii M. H., J. Castillo, K. Cortez, A. Wong y P. Villalpando. 2007. Análisis de correlación canónica (ACC) e investigación científica. *Innovaciones de Negocios*, **4**(2):405-422.
- Berlanga-Robles C. A., A. Ruiz-Luna y G. de la Lanza E. 2008. Esquema de clasificación de los humedales de México. *Investigaciones Geográficas*, **66**:25-46.
- Blake J. G. y B. A. Loiselle. 2001. Birds assemblages in second-growth and old-growth forest, Costa Rica: perspectives from mist nest and point counts. *Auk*, **118**:304-326.
- Caicedo-Argüelles A. y L. Cruz-Bernate. 2014. Actividades diarias y uso de hábitat de la reinita amarilla (*Setophaga petechia*) y la piranga roja (*Piranga rubra*) en un área verde urbana de Cali, Colombia. *Ornitología Neotropical*, **25**:247-260.
- Carreño C., G. Zarazúa, C. Fall, P. Ávila-Pérez y S. Tejeda. 2018. Evaluación de la toxicidad de los sedimentos del curso alto del río Lerma, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, **34**:117-126.
- Chávez-Villavicencio C., C. Séenz-Bolaños, M. Spínola-Parallada. 2012. Segregación en aves insectívoras con base en la morfometría del pico y la longitud total. *Aporte Santiaguino*, **5**: 60-67.
- Chávez-Zichinelli C. A., I. MacGregor-Fors, J. Quesada, P. Talamás-Rohana, M. C. Romano, R. Valdéz y J. E. Schondube. 2013. How stressed are birds in an urbanizing landscape? Relationships between the physiology of birds and three levels of habitat alteration. *The Condor*, **115**:84-92.

- Colón-Quezada, D. 2009. Fall diet composition of Mexican duck (*Anas diazi*) at Lerma marsh, South Vessel, Mexico State. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **80**:193-202.
- Colorado Z. G. 2004. Relación de la morfometría de aves con gremios alimenticios. *Boletín SAO*, **14**:25-32.
- Colwell R. K., C. X. Mao y J. Chang. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology*, **85**:2717-2727.
- Colwell R. K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 9.1.0.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2008. Manglares de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 35 p.
- Cornejo Tenorio G., A. Casas, B. Farfán, J. L. Villaseñor y G. Ibarra Manríquez. 2003. Flora y vegetación de las zonas núcleo de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, **73**:43-62.
- Domínguez-López M. E. y R. Ortega-Álvarez. 2014. The importance of riparian habitats for avian communities in a highly human-modified Neotropical landscape. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **85**(4):1217-1227.
- Ducatez S., J. Clave y L. Lefebvre. 2014. Ecological generalism and behavioural innovation in birds: technical intelligence or the simple incorporation of new foods? *Journal of Animal Ecology*, **84**:79-89.
- Escalante P., A. M. Sada. y J. R. Gil. 2014. Listado de nombres comunes de las aves de México. Universidad Nacional Autónoma de México. México. Recuperado el 02 de mayo del 2021, de [https://www.researchgate.net/publication/331187239\\_Listado\\_de\\_Nombres\\_comunes\\_de\\_las\\_aves\\_en\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/331187239_Listado_de_Nombres_comunes_de_las_aves_en_Mexico).
- Espinosa-Méndez S. E., P. L. Enríquez, E. Pineda D. de B., y R. Vandame. 2020. Diversidad y composición de aves del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana*, **36**:e3612062.
- Fandiño B., J. M. Fernández, M. Thomann, R. Cajade, y A. Hernando. 2016. Comunidades de aves de bosques y pastizales en los afloramientos rocoso-aislados del Paraje Tres Cerros, Corrientes, Argentina. *Revista Biológica Tropical*, **65**(2):535-550.
- Ferro-Díaz J. 2015. Manual revisado de métodos útiles en el muestreo y análisis de la vegetación. *ECOVIDA*, **5**:139-186.
- Flesch A. D., A. Esquer. 2020. Impacts of Riparian Restoration on Vegetation and Avifauna on Private and Communal Lands in Northwest Mexico and Implications for Future Efforts. *Air, Soil and Water Research*, **13**:1-13.

- Flores P. R. y J. Galindo-González. 2004. Abundancia y diversidad de aves depredadoras de semillas de *Pinus teocote* Schl. et Cham. En hábitats contrastantes de Veracruz, México. *Foresta Veracruzana*, **6**(2):47-53.
- Foster B. R., N. C. Hernández E., E. K. Kakudidi y R. J. Burnham. 1995. Un método de transectos variables para la evaluación rápida de comunidades de plantas en los trópicos. Manuscrito no publicado. Chicago: Environmental and Conservation Programs, Field Museum of Natural History; and Washington, D. C.: Conservation Biology, Conservation International. USA.
- García E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 5ª edición. Offset Larios, México.
- Gill B. F. 1990. *Ornithology*. W. H. Freeman and Company. New York, USA. 660 p.
- González-García F. y H. Gómez de Silva. 2003. Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. 150-154 p. En: Gómez de Silva H. y A. Oliveras de Ita (Eds.). *Conservación de aves. Experiencias en México*. CIPAMEX, CONABIO, NFWF, México D.F.
- González-Oreja J. A. 2003. Aplicación de análisis multivariantes al estudio de las relaciones entre las aves y sus hábitats: un ejemplo con passeriformes montanos no forestales. *Ardeola*, **50**:47-58.
- González O. J. A., C. Bonache R., D. Buzo F., A. A. La Fuente D. O. y L. Hernández S. 2007. Caracterización ecológica de la avifauna de los parques urbanos de la ciudad de Puebla (México). *Ardeola*, **54**:53-67.
- González-Martín Del C. F., D. A. Navarrete-Gutiérrez, P. L. Enríquez y M. G. Gordillo-Pérez. 2019. Diversidad de aves en sitios con distinto uso de suelo en Nuevo Conhuas, Calakmul, México. *Acta Zoológica Mexicana*, **35**:e3501233.
- Gotelli N. J. y A. M. Ellison. 2004. *A primer of ecological statistics*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, USA.
- Gotelli N. J. y R. K. Colwell. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, **4**:379-391.
- Gotelli N. J. y R. K. Colwell. 2011. Estimating species richness. En: *Biological Diversity: Frontiers in Measurement and Assessment*. Magurran A. E. y B. J. McGill (Eds.). Oxford University Press: EUA.
- Granados-Sánchez D., M. A. Hernández-García, G. F. López-Ríos. 2006. Ecología de las Zonas Ribereñas. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, **12**:55-69.
- Hammer O., D. A. T. Harper, P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, **4**:9.
- Hernández-Colina A., M. Yadeun y G. García-Espinosa. 2018. Waterfowl community from a protected artificial wetland in Mexico State, Mexico. *Huitzil*, **19**:85-95.

- Herrera R. E. y Salgado O. J. 2014. Diversidad avifaunística en agroecosistemas de riego y temporal de la cuenca baja del Lago de Cuitzeo, Michoacán. *Huitzil*, **15**:17-30.
- Hinojosa-Espinosa O., J. L. Villaseñor y E. Ortiz. 2019. On the identity of two Mexican species of *Ageratina* (Eupatorieae, Asteraceae): *A. grandifolia* and *A. rivalis*. *Botanical Sciences*, **97**(2):250-259.
- Hinojosa-Huerta O., P. L. Nagler, Y. K. Carrillo-Guererro, E. P. Glenn. 2013. Reprint of: Effects of drought on birds and riparian vegetation in the Colorado River Delta, Mexico. *Ecological Engineering*, **59**:104-110.
- Howell S. N. G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press, New York. USA. 823 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Temascalcingo, Estado de México. México.
- IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). 2022. Red List Threatened Species. Version 2021.
- James F. y S. Rathbun. 1981. Rarefaction, relative abundance and diversity of avian communities. *Auk*, **98**:785-800.
- Koch B. A. E., G. Castaño-Meneses y H. C. J. Delabie. 2019. El concepto de gremio: del feudalismo a la ecología de comunidades. *Acta biológica de Colombia*, **24**(2):224-231.
- Krebs C. J. 2009. *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*. Edición 6ª. Benjamin Cummings, San Francisco. USA. 655 p.
- Lentijo G. M. y G. H. Kattan. 2005. Estratificación vertical de las aves en una plantación mono específica y en bosque nativo en la cordillera central de Colombia. *Ornitología Colombiana*, **3**:51-61.
- Lock P. y R. Naiman. 1998. Effects of stream size on bird community structure in coastal temperate forests of the Pacific Northwest, U.S.A. *J. Biogeography*, **25**:773-782.
- López-Hernández M., M. G. Ramos-Espinosa y J. Carranza-Fraser. 2007. Análisis multimétrico para evaluar contaminación en el río Lerma y lago de Chapala, México. *Hidrobiológica*, **17**:17-30.
- Lot A., M. Olvera, C. Flores y A. Díaz. 2015. Guía ilustrada de campo: plantas indicadoras de humedales. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 124 p.
- National Geographic Society. 1999. Field guide to the birds of North America. Edición 3ª. National Geographic Society. Washington, D.C. USA. 464 p.
- MacArthur R. H. y R. Levins. 1964. Competition, hábitat selection and character displacement in a patchy environment. *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)* *American Zoologist*, **51**(6):1207-1210.

- MacGregor-Fors I. y R. Ortega-Álvarez. 2011. Desvanecimiento del bosque: cambios en la comunidad de aves relacionados con rasgos específicos del paisaje y del sitio del parque urbano. *Silvicultura y ecologización urbanas*, **10**:239-246.
- Maderey R. L. y A. Jiménez R. 2001. Alteración del ciclo hidrológico en la parte baja de la cuenca alta del río Lerma por la transferencia de agua a la Ciudad de México. *Investigaciones geográficas*, **45**:24-38.
- Magurran A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell, Oxford. USA.
- Magurran, A. E. y B. J. McGill. 2011. *Biological diversity: Frontiers in measurement and assessment*. Oxford University Press. New York. USA. 345 p.
- Martínez-Morales M. A., V. Mendiola Islas, I. Zuria, P. Chávez, M. C. Hoffmann-Pinther y R. G. Campuzano Velasco. 2013. La conservación de las aves más allá de las áreas naturales protegidas: el caso de la avifauna del Rancho Santa Elena, Hidalgo. *Huitzil*, **14**(2):87-100.
- Martínez M. M. A. 2004. Nuevos registros de aves en el bosque mesófilo de montaña del noreste de Hidalgo, México. *Huitzil*. **5**(2):12-19.
- Mastrangelo M. E. y M. C. Gavin. 2012. Trade-Offs between cattle production and bird conservation in an agricultural Frontier of the Gran Chaco of Argentina. *Conservation Biology*, **26**(6):1040-1051.
- Mera-Ortiz G., G. Ruiz-Campos, A. E. Gómez-González y E. Velázquez-Velázquez. 2016. Composición y abundancia estacional de aves acuáticas en tres paisajes de la laguna Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas. *Huitzil*. *Revista Mexicana de Ornitología*, **17**:251-261.
- Mitsch W. J. y J. Gosselink. 2007. *Wetlands*. 4<sup>a</sup> ed. John Wiley and Sons. Nueva York, USA. 581 p.
- Mills K. L. 1998. Multispecies seabird feeding flocks in the Galápagos Islands. *The Condor*, **100**:277-285.
- Nava D. R. 2016. Diversidad de aves en áreas verdes de zonas urbanas: una revisión para México. 51-63 P. En: Ramírez-Bautista, A. y R. Pineda-López (Eds.). *Fauna Nativa en Ambientes Antropizados*. CONACyT-UAQ. Querétaro. México. 240 p.
- Peña D. 2002. *Análisis de datos multivariados*. McGraw Hill. Madrid, España. 721 p.
- Pineda-Pérez F. E., S. Ugalde-Lezama, L. A Tarango-Arámbula, A. Lozano-Osornio e Y. Cruz-Miranda. 2014. Ecología trófica de aves insectívoras en un área natural protegida de San Luis Potosí, México. *Agroproductividad* **7**:8-10.
- Perovic D. J., S. Gámes-Virués, D. A. Landis, G. M. Wackers, G. M. Gurr, Y. Min-Sheng y N. Desneux. 2018. Managing biological control services through multi-trophic interactions: review and guidelines for implementation at local and landscape scales. *Biological reviews* **93**:306-321.

- Pettingill O. S. J. 1969. Ornithology in laboratory and field, 4<sup>a</sup> ed. Burgess, Minneapolis, Minesota, USA. 550 p.
- Ramírez-Albores J. E. 2010. Diversidad de aves de hábitats naturales y modificados en un paisaje de la Depresión Central de Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical*, **58**:511-528.
- Rangel-Salazar J. L., P. L. Enríquez, E. C. Sántiz-López. 2009. Variación de la diversidad de aves de sotobosque en el Parque Nacional Lagos de Montebello, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana*, **25**:479-495.
- Recher H. F. y J. D. Majer. 2006. Effects of bird predation on canopy arthropods in Wandoo Eucalyptus wandoo Woodland. *Austral Ecology*, **31**:349-360.
- Ruiz B. T. D. M., J. L. Rangel S., P. L. Enríquez, J. L. León-Cortés y C. García-Estrada. 2017. Variation in hierarchical guild structure between two bird assemblages of a wetland in the Mexican Pacific. *Revista de Biología Tropical*, **65**(4):1540-1553.
- Salas-Correa Á. D. y N. J. Mancera-Rodríguez. 2018. Relaciones entre la diversidad de aves y la estructura de vegetación en cuatro etapas sucesionales de bosque secundario, Antioquia, Colombia. *La Revista UDCA Actualidad y Divulgación Científica*, **21**(2):519-529.
- Salas-Correa, Á. D. y N. J. Mancera-Rodríguez. 2020. Aves como indicadores ecológicas de etapas sucesionales en un bosque secundario, Antioquia, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, **68**: 23-39.
- Sánchez-Clavijo L. M., D. Arbeláez-Alvarado<sup>1</sup> y L. M. Renjifo. 2008. Investigación y conservación de aves en paisajes rurales neotropicales. *Ornitología Neotropical*, **19**:549-565.
- Schondube J. E. 2012. Differences in nectar use potential in a guild of birds: a gut's view. *Ornitología Neotropical*, **23**:97-113.
- Schondube J. E., C. Chávez-Zichinelli, R. Lindig-Cisneros, E. C. López-Muñoz, I. MacGregor-Fors, E. Maya-Elizarrarás, L. Morales-Pérez, C. Salaverria, J. Quesada-Lara y C. Tapia-Harris. 2018. Aves en paisajes modificados por actividades humanas. 5-30 p. En: Ramírez-Bautista, A. y R. Pineda-López (Eds.). *Ecología y Conservación de Fauna en Ambientes Antropizados*. REFAMA-CONACyT-UAQ. Querétaro. México.
- Seeholzer G., S. Claramunt y R. Brumfield. 2017. Niche evolution and diversification in a Neotropical radiation of birds (Aves: Furnariidae). *International Journal of Organic Evolution*, **71**(3):702-715.
- Sekercioglu C., P. Ehrlich, C. Daily, D. Aygen, D. Goehring y R. Sandí. 2002. Disappearance of insectivorous birds from tropical forest fragments. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **99**:263-267.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana-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. Diario Oficial 30 de diciembre de 2010. México, D. F. Comisión Nacional del Agua, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México. 56 p.
- Sibley D. A. 2014. The Sibley guide to birds. 2<sup>a</sup> edition. Alfred A. Knopf. New York, Estados Unidos.
- Solari L. y M. Zaccagnini. 2009. Efecto de bordes arbóreos y terrazas sobre la riqueza y densidad de aves en lotes de soja de Entre Ríos, Argentina. *Revista BioScriba*, **2**(2):90-100.
- Steinfeld H., P. Gerber, T. Wassenaar, V. Castel, M. Rosales y C. de Haan. 2009. La larga sombra del ganado. Problemas ambientales y opciones. Roma, Italia. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 25 p.
- Tobalske B., D. Altshuler y D. Powers. 2004. Take-off mechanics in humming birds (Trochilidae). *Journal of Experimental Biology*. **207**(8):1345-1352.
- Torres M., Z. Quinteros y F. Takano. 2006. Variación temporal de la abundancia y diversidad de aves limícolas en el Refugio de Vida Silvestre Pantanos de Villa, Lima-Perú. *Ecología Aplicada*, **5**:119-125.
- Ugalde-Lezama S., J. I. Valdez-Hernández, G. Ramírez-Valverde, J. L. Alcántara-Carbajal y J. Velázquez-Mendoza. 2009. Distribución vertical de aves en un bosque templado con diferentes niveles de perturbación. *Madera y bosques*, **15**:5-26.
- Ugalde-Lezama S., J. L. Alcántara-Carbajal, J. I. Valdez-Hernández, G. Ramírez-Valverde, J. Velázquez-Mendoza y L. A. Tarángo-Arámbula. 2010. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en un bosque templado con diferentes condiciones de perturbación. *Agrociencia*, **44**(2):159-169.
- Uribe-González E., y M. A. Santiago-Basilio. 2012. Contribución al conocimiento de enemigos naturales del chapulín (Orthoptera: Acridoidea) en el estado de Querétaro, México. *Acta Zoológica Mexicana*, **28**:133-144.
- Velasco A., C. Talabante y J. Viejo. 2017. Estudio de selección del hábitat de la especie exótica bengalí rojo *Amandava amandava*, Linnaeus, 1758 en Iberia central (Aves: Paseriformes). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural Sección Biológica*, **3**(111):85-94.
- Villaseñor-Gómez J. F. 2008. Habitat use of wintering bird communities in Sonora, México: the importance of riparian habitats. *Studies in Avian Biology*, **37**:53-68.
- Wall H. V. D., B. Peña, S. L. Arriaga, S. Hernández. 2012. Species, functional groups, and habitat preferences of birds in five agroforestry classes in Tabasco, Mexico. *Wilson Journal of Ornithology*, **124**:558-571.
- Wikelski M. y S. J. Cooke. 2006. Conservation physiology. *Trends in Ecology and Evolution*, **21**: 38-46.
- Wenny D., T. Devault, M. Johnson, D. Kelly, C. Sekercioglu, D. Tomback y C. Whelan. 2011. The need to quantify ecosystem services provided by birds. *The Auk*, **128**:1-14.

Zepeda-Gómez C., X. Antonio Neima, A. Lot Helgueras y D. Madrigal Uribe. 2012. Análisis del cambio del uso del suelo en las ciénegas de Lerma (1973-2008) y su impacto en la vegetación acuática. *Investigaciones Geográficas*, **78**:48-61.

Zepeda-Gómez C., A. Lot-Helgueras, X. Antonio Neima y D. Madrigal-Uribe. 2012. Florística y diversidad de las ciénegas del río Lerma Estado de México, México. *Acta Botánica Mexicana*, **98**:23-43.

## Anexos

Anexo 1. Galería de tipos de ambientes de río Lerma de Temascalcingo, Estado de México.

Fotografías de la autora.



Cultivos (Cul)

Los cultivos de maíz se encuentran en un arreglo paralelo al curso del río Lerma. Estas parcelas son regadas con el agua del río, por lo que la cosecha se destina a la alimentación de ganado. Se les da poco mantenimiento, dejan crecer las malezas, no controlan plagas y rara vez se les coloca algún abono inorgánico. Estos cultivos aún conservan un poco de vegetación riparia, por ejemplo: los árboles y algunos arbustos.



Zonas de pastoreo (ZonPas)

Este ambiente es utilizado por los pobladores para pastorear el ganado ovino, bovino, caprino y equino. Durante la época de secas los pastos son regados con agua del río y así tener todo el año alimento para el ganado. Estas zonas mantienen un poco de la vegetación riparia y también albergan especies de árboles frutales sembrados por pobladores. No obstante, es una área que ha sufrido deforestación.



Matorral (Mat)

Las plantas que dominan en este ambiente son los nopales, algunos arbustos y hierbas. Este hábitat sufre constantes cambios por la deforestación de los arbustos y árboles que son extraídos por los pobladores para usarlos como leña. Conserva muy poco de la vegetación riparia.



### Vegetación riparia (VegRip)

Este habitat es el mas conservado y esta domianado por los árboles del género *Salix*. Presenta algunos arbustos (*Buddleja sp.*) y plantas principalmente acuáticas y semiácuaticas.

Anexo 2. Especies de plantas y número de individuos registrados en el río Lerma en Temascalcingo, Estado de México. La identificación se hizo con base en Lot *et al.* (2015), Hinojosa-Espinosa *et al.* (2019) y Espinosa-Méndez *et al.* (2020).

Orden, familia, especie	Forma de vida	VegRip1	VegRip2	Mat1	Mat2	ZonPas1	ZonPas2	ZonPas3	Cul1	Cul2	Cul3	Cul4	Cul5
<b>Pinales</b>													
<b>Cupressaceae</b>													
<i>Cupressus sp.</i>	Árbol	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<b>Asterales</b>													
<b>Asteraceae</b>													
<b>Ageratina</b>													
<i>grandifolia</i>	Hierba	3	2	11	13	8	0	3	0	0	0	0	0
<i>Tagetes lunulata</i>	Hierba	0	0	6	5	4	7	2	4	6	7	5	4
<b>Lasianthaea</b>													
<i>ceanothifolia</i>	Hierba	1	2	2	3	2	4	5	3	2	4	1	2
<i>Bidens sp.</i>	Hierba	3	4	2	5	4	2	4	6	5	3	8	2
<i>Conyza canadensis</i>	Hierba	2	4	2	2	3	0	2	0	0	3	0	2
<b>Galinsoga</b>													
<i>quadriradiata</i>	Hierba	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2	3
<i>Jaegeria hirta</i>	Hierba	0	0	3	4	0	0	3	7	9	12	7	5
<i>Melampodium sp.</i>	Hierba	0	0	5	4	6	0	8	0	3	9	7	9
<i>Tagetes sp.</i>	Hierba	1	1	0	0	0	0	0	2	1	1	1	1
<i>Helianthus annuus</i>	Árbol	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	5	8
<i>Brickellia sp</i>	Arbusto	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baccharis salicifolia</i>	Arbusto	10	8	7	8	2	3	2	0	0	0	0	0
<b>Brickellia</b>													
<i>eupatorioides</i>	Hierba	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0
<b>Gnaphalium luteo-</b>													
<b>album</b>	Hierba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
<b>Lamiales</b>													
<b>Oleaceae</b>													
<i>Fraxinus uhdei</i>	Árbol	1	1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0
<b>Plantaginaceae</b>													
<i>Plantago major</i>	Hierba	30	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Scrophulariaceae</b>													
<i>Buddleja cordata</i>	Arbusto	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Lamiaceae</b>													
<i>Salvia elegans</i>	Hierba	3	4	6	7	9	6	2	3	6	4	1	2
<i>Salvia clinopodioides</i>	Hierba	1	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salvia mexicana</i>	Hierba	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Rosales</b>													
<b>Rosaceae</b>													
<i>Crataegus mexicana</i>	Árbol	2	1	5	6	4	2	4	0	0	0	0	0
<b>Caryophyllales</b>													
<b>Cactaceae</b>													
<i>Prunus salicifolia</i>	Árbol	2	3	0	0	3	2	1	1	2	1	0	1
<i>Opuntia sp</i>	Arbusto	1	0	3	2	0	0	0	0	0	2	0	0
<b>Amaranthaceae</b>													
<b>Dysphania</b>													
<i>ambrosioides</i>	Hierba	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Amaranthus</b>													
<i>hybridus</i>	Hierba	4	5	0	0	3	2	0	4	3	3	6	7
<b>Polygonaceae</b>													
<i>Rumex crispus</i>	Hierba	24	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Brassicales</b>													
<b>Brassicaceae</b>													
<b>Raphanus</b>													
<i>raphanistrum</i>	Hierba	0	0	2	2	0	0	0	12	13	10	5	7
<i>Lepidium virgicum</i>	Hierba	0	0	4	3	2	4	6	5	3	7	2	8
<b>Poales</b>													

Orden, familia, especie	Forma de vida	VegRip1	VegRip2	Mat1	Mat2	ZonPas1	ZonPas2	ZonPas3	Cul1	Cul2	Cul3	Cul4	Cul5
<b>Juncaceae</b>													
<i>Juncus effusus</i>	Hierba	12	10	10	8	15	20	26	10	5	6	8	9
<b>Poaceae</b>													
<i>Zea maiz</i>	Hierba	0	0	0	0	0	0	0	20	25	27	21	30
<b>Cyperaceae</b>													
<i>Cyperus esculentus</i>	Hierba	15	24	26	28	40	57	67	14	18	20	25	27
<i>Cyperus articulatus</i>	Hierba	20	30	60	55	80	100	77	13	15	13	20	16
<i>Eleocharis bonariensis</i>	Hierba	34	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Commelinales</b>													
<b>Commelinaceae</b>													
<i>Commelina tuberosa</i>	Hierba	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Commelina coelestis</i>	Hierba	1	2	1	1	1	3	2	5	6	3	2	1
<b>Solanales</b>													
<b>Solanaceae</b>													
<i>Solanum rostratum</i>	Hierba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<b>Malpighiales</b>													
<b>Salicaceae</b>													
<i>Salix sp</i>	Árbol	9	10	3	2	5	3	3	5	3	2	4	3
<b>Dipsacales</b>													
<b>Adoxaceae</b>													
<i>Sambucus nigra</i>	Árbol	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<b>Apiales</b>													
<b>Apiaceae</b>													
<i>Eryngium beecheyanum</i>	Hierba	0	0	6	7	2	5	6	7	3	6	5	7



Anexo 3. Especies de aves registradas en el río Lerma en Temascalcingo, Estado de México. La nomenclatura taxonómica se basó en la AOS (2022) y el nombre común en Escalante *et al.* (2014). Endemismo: Endémico (EN), cuasiendémica (CE) y semiendémica (SE), se basó en González-García y Gómez (2003). Categorías de riesgo NOM-059: Sujetas a protección especial (Pr) y amenazada (A) basado en SEMARNAT (2010). Categorías de la IUCN (2022): Preocupación menor (LC) y casi amenazado (NT). La estacionalidad conforme a Howell y Webb (1995): Residente (R), migratoria de invierno (MI) y migratoria de verano (MV). El gremio trófico basado en Rangel-Salazar *et al.* (2009), Martínez-Morales *et al.* (2013) y Ruiz-Bruce-Taylor *et al.* (2017). La clave usada para el análisis de correspondencia canónica.

	Nombre común	Endemismo	NOM-59	IUCN	Estacionalidad	Gremio	Clave
<b>Falconiformes</b>							
<b>Falconidae</b>							
	<i>Caracara cheriway</i>	Caracará Quebrantahuesos		LC	R		
	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano		LC	MI		
	<i>Falco columbarius</i>	Halcón Esmerejón		LC	MI		
<b>Accipitriformes</b>							
<b>Cathartidae</b>							
	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura		LC	MI		
<b>Accipitridae</b>							
	<i>Elanus leucurus</i>	Milano Cola Blanca		LC	R		
	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguiluilla Cola Roja		LC	MI		
	<i>Circus hudsonius</i>	Gavilán Rastrero		LC	MI		
	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	Pr	LC	MI		
<b>Strigiformes</b>							
<b>Tytonidae</b>							
	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de Campanario		LC	R		
<b>Columbiformes</b>							
<b>Columbidae</b>							
	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de Collar Turca	Exótica	LC	R	Granívoro	
	<i>Zenaida macroura</i>	Huilota Común		LC	R	Granívoro	
	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga		LC	R	Granívoro	



	Nombre común	Endemismo	NOM-59	IUCN	Estacionalidad	Gremio	Clave
<b>Gruiformes</b>							
<b>Rallidae</b>							
	<i>Gallinula galeata</i>			LC	R		
	<i>Fulica americana</i>			LC	R		
<b>Anseriformes</b>							
<b>Anatidae</b>							
	<i>Anas acuta</i>			LC	MI		
	<i>Anas diazi</i>			LC	R		
<b>Apodiformes</b>							
<b>Trochilidae</b>							
	<i>Basilinna leucotis</i>			LC	R	Nectarívoro	Hyle
	<i>Cyananthus latirostris</i>	SE		LC	R	Nectarívoro	Cyla
	<i>Selasphorus rufus</i>			NT	R	Nectarívoro	Seru
	<i>Lampornis clemenciae</i>	SE		LC	R	Nectarívoro	Lacl
<b>Piciformes</b>							
<b>Picidae</b>							
	<i>Melanerpes aurifrons</i>			LC	R	Insectívoro de tronco	Meau
	<i>Dryobates scalaris</i>			LC	R	Insectívoro de tronco	Drsc
<b>Charadriiformes</b>							
<b>Scolopacidae</b>							
	<i>Actitis macularius</i>			LC	MI		
<b>Charadriidae</b>							
	<i>Charadrius vociferus</i>			LC	R		
<b>Pelecaniformes</b>							
<b>Ardeidae</b>							
	<i>Nycticorax nycticorax</i>			LC	R		
	<i>Butorides virescens</i>			LC	MI		
	<i>Bubulcus ibis</i>	Exótica		LC	R		
	<i>Ardea herodias</i>			LC	MI		
	<i>Egretta thula</i>			LC	MI		
<b>Pelecanidae</b>							
	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>			LC	MI		
<b>Threskiornithidae</b>							
	<i>Plegadis chihi</i>			LC	R		
<b>Passeriformes</b>							
<b>Icteridae</b>							
	<i>Icterus parisorum</i>	SE		LC	R	Insectívoro frugívoro	Icpa
	<i>Agelaius phoeniceus</i>			LC	R	Granívoro	Agph
	<i>Icterus abeillei</i>	EN		LC	R	Insectívoro frugívoro	Icab

	Nombre común	Endemismo	NOM-59	IUCN	Estacionalidad	Gremio	Clave
	<i>Icterus spurius</i>			LC	MV	Insectívoro frugívoro	Icpa
	<i>Icterus cucullatus</i>	SE		LC	MI	Insectívoro frugívoro	Agph
	<i>Molothrus ater</i>			LC	MI	Insectívoro de sotobosque	Moat
	<b>Sturnidae</b>						
	<i>Sturnus vulgaris</i>	Exótica		LC	MI	Omnívoro	Stvu
	<b>Tyrannidae</b>						
	<i>Sayornis nigricans</i>			LC	R	Insectívoro al vuelo	Sani
	<i>Sayornis phoebe</i>			LC	MI	Insectívoro al vuelo	Saph
	<i>Sayornis saya</i>			LC	MI	Insectívoro al vuelo	Sasa
	<i>Tyrannus vociferans</i>	SE		LC	R	Insectívoro al vuelo	Tyvo
	<i>Tyrannus verticalis</i>			LC	MI	Insectívoro al vuelo	Tuve
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>			LC	R	Insectívoro al vuelo	Pyru
	<i>Empidonax occidentalis</i>	SE		LC	R	Insectívoro al vuelo	Emoc
	<i>Empidonax fulvifrons</i>			LC	R	Insectívoro al vuelo	Emfu
	<i>Empidonax affinis</i>	CE		LC	R	Insectívoro al vuelo	Empa
	<i>Contopus pertinax</i>			LC	R	Insectívoro al vuelo	Cope
	<i>Pitangus sulphuratus</i>			LC	R	Insectívoro al vuelo	Pisu
	<b>Laniidae</b>						
	<i>Lanius ludovicianus</i>			NT	R	Carnívoro	Lalu
	<b>Motacillidae</b>						
	<i>Anthus rubescens</i>			LC	MI	Insectívoro de sotobosque	Anru
	<b>Mimidae</b>						
	<i>Toxostoma curvirostre</i>			LC	R	Insectívoro frugívoro	Tocu
	<i>Mimus polyglottos</i>			LC	R	Insectívoro frugívoro	Mipo
	<b>Fringillidae</b>						
	<i>Spinus psaltria</i>			LC	R	Granívoro	Spps
	<i>Spinus pinus</i>			LC	R	Granívoro	Sppi
	<i>Haemorhous mexicanus</i>			LC	R	Granívoro	Hame
	<b>Corvidae</b>						
	<i>Corvus corax</i>			LC	R		
	<b>Hirundinidae</b>						
	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>			LC	R		
	<i>Hirundo rustica</i>			LC	R		
	<b>Passerellidae</b>						
	<i>Spizella passerina</i>			LC	R	Granívoro	Sppa
	<i>Spizella pallida</i>	SE		LC	MI	Granívoro	Sppi
	<i>Spizella atrogularis</i>			LC	R	Granívoro	Spat
	<i>Chondestes grammacus</i>			LC	MI	Granívoro	Chgr
	<i>Melospiza fusca</i>			LC	R	Granívoro	Mefu
	<i>Melospiza lincolni</i>			LC	MI	Granívoro	Meli

	Nombre común	Endemismo	NOM-59	IUCN	Estacionalidad	Gremio	Clave
	<i>Melospiza melodia</i>			LC	R	Granívoro	Meme
	<i>Pooecetes gramineus</i>			LC	MI	Granívoro	Pogr
	<i>Passerculus sandwichensis</i>			LC	R	Granívoro	Pasa
	<i>Oriturus superciliosus</i>	EN		LC	R	Granívoro	Orisu
	<b>Turdidae</b>						
	<i>Sialia mexicana</i>			LC	R	Insectívoro frugívoro	Sime
	<b>Aegithalidae</b>						
	<i>Psaltriparus minimus</i>			LC	R	Insectívoro de follaje	Sime
	<b>Thraupidae</b>						
	<i>Sporophila torqueola</i>	EN		LC	R	Granívoro	Spto
	<b>Troglodytidae</b>						
	<i>Thryomanes bewickii</i>			LC	R	Insectívoro de follaje	Thbe
	<i>Cistothorus palustris</i>			LC	R	Insectívoro de follaje	Cipa
	<i>Catherpes mexicanus</i>			LC	R	Insectívoro de follaje	Came
	<b>Parulidae</b>						
	<i>Setophaga petechia</i>			LC	R	Insectívoro de follaje	Sepe
	<i>Oreothlypis superciliosa</i>			LC	R	Insectívoro de follaje	Orsu
	<i>Parkesia motacilla</i>			LC	MI	Insectívoro de sotobosque	Pamo
	<i>Parkesia noveboracensis</i>			LC	MI	Insectívoro de sotobosque	Pano
	<i>Cardellina pusilla</i>			LC	MI	Insectívoro de follaje	Capu
	<i>Geothlypis tolmiei</i>		A	LC	MI	Insectívoro de follaje	Geto
	<i>Basileuterus rufifrons</i>	CE		LC	R	Insectívoro de follaje	Baru
	<i>Mniotilta varia</i>			LC	MI	Insectívoro de follaje	Mnva
	<i>Leiostyris celata</i>			LC	MI	Insectívoro de follaje	Lece
	<b>Ptilonotidae</b>						
	<i>Ptilonotus cinereus</i>	CE		LC	R	Insectívoro frugívoro	Ptci
	<b>Cardinalidae</b>						
	<i>Pheucticus melanocephalus</i>			LC	R	Granívoro	Phme
	<i>Piranga flava</i>			LC	R	Insectívoro frugívoro	Pifl
	<i>Piranga rubra</i>			LC	MI	Insectívoro frugívoro	Piru
	<i>Piranga ludoviciana</i>			LC	MI	Insectívoro frugívoro	Pilu
	<i>Passerina caerulea</i>			LC	R	Granívoro	Paca
	<b>Vireonidae</b>						
	<i>Vireo huttoni</i>			LC	R	Insectívoro de follaje	Vihu
	<i>Vireo plumbeus</i>			LC	R	Insectívoro frugívoro	Vipl
	<b>Poliophtilidae</b>						
	<i>Poliophtila caerulea</i>			LC	R	Insectívoro de follaje	Poca
	<b>Peucedramidae</b>						
	<i>Peucedramus taeniatus</i>			LC	R	Insectívoro de follaje	Peta

Anexo 4. Número de registros de las especies especialistas por tipo de ambiente. Marcadas en negritas están las especies que se encontraron en un solo tipo de ambiente, con asterisco las especies que se encontraron en dos tipos de ambiente y con dos asteriscos las especies que se encontraron en tres tipos de ambiente.

	<b>VegRip</b>	<b>VegRip</b>	<b>Mat</b>	<b>Mat</b>	<b>ZonPas</b>	<b>ZonPas</b>	<b>ZonPas</b>	<b>Cul</b>	<b>Cul</b>	<b>Cul</b>	<b>Cul</b>	<b>Cul</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<i>Zenaida macroura</i> *	0	0	0	0	2	7	0	20	0	0	0	11
<i>Cyananthus latirostris</i> **	2	0	2	2	0	0	0	2	1	0	0	0
<i>Lampornis clemenciae</i> **	1	0	0	0	3	1	0	0	0	1	0	0
<i>Melanerpes aurifrons</i> *	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Dryobates scalaris</i> **	0	3	0	2	1	0	1	1	0	0	0	0
<i>Icterus abeillei</i> **	2	2	2	0	0	0	0	1	0	3	1	1
<i>Icterus spurius</i> **	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Icterus cucullatus</i> *	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>Molothrus ater</i> **	2	0	0	0	0	0	10	0	2	0	0	0
<b><i>Sturnus vulgaris</i></b>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b><i>Sayornis phoebe</i></b>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
<i>Tyrannus verticalis</i> *	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Empidonax fulvifrons</i> *	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Empidonax affinis</i> *	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Pitangus sulphuratus</i> *	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	1	0
<i>Anthus rubescens</i> **	0	15	0	0	10	0	5	0	0	0	0	0
<i>Spinus pinus</i> **	1	0	3	5	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Spizella atrogularis</i> *	0	0	5	0	0	0	0	0	2	1	0	0
<i>Chondestes grammacus</i> **	1	5	5	0	0	0	0	0	1	5	3	0
<b><i>Melospiza lincolni</i></b>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	VegRip	VegRip	Mat	Mat	ZonPas	ZonPas	ZonPas	Cul	Cul	Cul	Cul	Cul
	1	2	1	2	1	2	3	1	2	3	4	5
<i>Poocetes</i>												
<i>gramineus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Passerculus</i>												
<i>sandwichensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Oriturus</i>												
<i>superciliosus*</i>	0	0	0	0	1	0	0	4	1	9	3	5
<i>Sialia</i>												
<i>mexicana *</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Cistothorus</i>												
<i>palustris*</i>	5	10	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Catherpes</i>												
<i>mexicanus**</i>	2	4	0	0	1	0	0	3	2	0	3	2
<i>Oreothlypis</i>												
<i>superciliosa</i>	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0
<i>Parkesia</i>												
<i>motacilla**</i>	2	0	0	0	1	2	0	2	0	0	1	0
<i>Parkesia</i>												
<i>noveboracensis</i>												
<i>*</i>	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Geothlypis</i>												
<i>tolmiei*</i>	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0
<i>Basileuterus</i>												
<i>rufifrons**</i>	3	3	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0
<i>Mniotilta varia</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pheucticus</i>												
<i>melanocephalus*</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Piranga flava</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
<i>Piranga rubra</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Piranga</i>												
<i>ludoviciana*</i>	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
<i>Vireo</i>												
<i>huttoni**</i>	1	5	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
<i>Vireo</i>												
<i>plumbeus*</i>	2	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1
<i>Peucedramus</i>												
<i>taeniatus</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 5. Galería fotográfica de aves del río Lerma de Temascalcingo, Estado de México.

Fotografías propias.



Lechuza de Campanario (*Tyto alba*)



Aguililla Cola Roja (*Buteo jamaicensis*)



Garza Nocturna Corona Negra (*Nycticorax nycticorax*)



Carpintero Cheje (*Melanerpes aurifrons*)



Golondrina Tijereta (*Hirundo rustica*)



Gorrión Cejas Blancas (*Spizella passerina*)



Papamoscas Pecho Canela  
(*Empidonax fulvifrons*)



Calandria Flancos Negros (*Icterus abeillei*)



Calandria Tunera (*Icterus parisorum*)



Semillero Rabadilla Canela  
(*Sporophila torqueola*)



Zacatonero Serrano (*Oriturus superciliosus*)



Capulinerio Gris (*Ptiliogonys cinereus*)





Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

# ACTA DE EXAMEN DE GRADO

No. 00207

Matrícula: 2192802236

Comparación de la avifauna riparia del río Lerma y su relación con el uso de suelo en el municipio de Temascalcingo, Estado de México.

En la Ciudad de México, se presentaron a las 14:00 horas del día 25 del mes de marzo del año 2022 en la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana, los suscritos miembros del jurado:

- DR. JOSE ALEJANDRO ZAVALA HURTADO
- DR. ROBERTO CARLOS ALMAZAN NUÑEZ
- DR. JOSE LUIS ALCANTARA CARBAJAL
- M. EN C. ALEJANDRO MELENDEZ HERRADA



MARIA DEL ROSARIO CHAPARRO GUERRA

ALUMNA

Bajo la Presidencia del primero y con carácter de Secretario el último, se reunieron para proceder al Examen de Grado cuya denominación aparece al margen, para la obtención del grado de:

MAESTRA EN BIOLOGIA

DE: MARIA DEL ROSARIO CHAPARRO GUERRA

y de acuerdo con el artículo 78 fracción III del Reglamento de Estudios Superiores de la Universidad Autónoma Metropolitana, los miembros del jurado resolvieron:

*Aprobado*

Acto continuo, el presidente del jurado comunicó a la interesada el resultado de la evaluación y, en caso aprobatorio, le fue tomada la protesta.

REVISO

MTRA. ROSALBA SERRANO DE LA PAZ  
DIRECTORA DE SISTEMAS ESCOLARES

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CBS

DR. JOSE LUIS GOMEZ OLIVARES

PRESIDENTE

DR. JOSE ALEJANDRO ZAVALA HURTADO

VOCAL

DR. ROBERTO CARLOS ALMAZAN NUÑEZ

VOCAL

DR. JOSE LUIS ALCANTARA CARBAJAL

SECRETARIO

M. EN C. ALEJANDRO MELENDEZ HERRADA