



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**DESCRIPCIÓN DE LA COMUNIDAD DE AVES Y SU RELACIÓN  
CON LA VEGETACIÓN DEL MATORRAL XERÓFILO EN SAN  
JUAN RAYA Y EL JARDÍN BOTÁNICO HELIA BRAVO, PUEBLA.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGO

P R E S E N T A

EDWIN JAIR ORTEGA-JIMÉNEZ

DIRECTORA DE TESIS:

DRA. ANA MARÍA CONTRERAS GONZÁLEZ



Facultad de Estudios Superiores  
**IZTACALA**

Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México  
Abril, 2024



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **Agradecimientos institucionales**

Al proyecto “Auge mezcalero y deudas de extinción: Investigación interdisciplinaria hacia la sustentabilidad” por el financiamiento del proyecto, bajo el registro CONAHCYT: 319061.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por el apoyo económico otorgado mediante el programa Beca de Manutención, Bécals y Beca de Alto Rendimiento Académico.

### **Agradecimientos académicos**

A la Dra. Ana María Contreras González, por realizar este proyecto a mi lado y proporcionarme los conocimientos y las herramientas para culminarlo.

A mis sinodales Dr. Leopoldo Daniel Vázquez Reyes, Dr. Héctor Octavio Godínez Álvarez, Dr. Francisco Alberto Rivera Ortiz y Dra. Patricia Ramírez Bastida. Por sus invaluable aportaciones para mejorar este trabajo.

Muchas gracias. A todos los profesores y profesoras que participaron en mi formación académica.

## **Agradecimientos personales**

A mis padres, Rocío Jiménez Rico y Francisco Ortega Arenas, por su cariño y apoyo, incondicional. Por siempre confiar en mi sin importar lo desconocido que era esto para ustedes, siempre voy a estar en deuda, nunca voy a poder pagarles, soy un excelente deudor y eso no parece importarles.

A mi hermano Joab, por tu paciencia, apoyo y enseñanzas, por abrir el camino para que yo pudiera pasar, recuerda estos siguen siendo nuestros tiempos.

A mis amigas y colegas Genesis Cabrera y Yoanna Gómez, por el hermoso viaje que vivimos juntos, me enseñaron que la vida es mejor acompañado, por cada momento de alegría y mejor aún por cada momento de tristeza. No elegiría a otras personas con las cuales recorrer este camino, gracias totales.

A mis amigos y hermanos Erick Paredes, Karen Diaz y Juan Hernández, por festejar mis logros como suyos y estar orgulloso de cada paso que doy, por ser mi sostén en muchas ocasiones, no existen palabras para agradecer que estén conmigo, solo puedo decirles que siempre tendrán mi apoyo y cariño sin dudarlo.

A Zeltzin Juárez, por enseñarme que hay más formas de apoyo y motivación, por ser un soporte en la etapa más difícil en este camino, por acompañarme y crecer a mi lado, solo me queda decirte que no voy a brindar por ti, quiero brindar contigo.

A Helena Pérez, por escucharme, apoyarme y estar todos los días que te necesite, siempre agradeceré que nuestros caminos se cruzaran.

A Ana Contreras, por su invaluable apoyo en lo académico y lo humano, por impulsarme siempre a aprender, a cuestionar y a proponer. Por ser una persona y una científica que admiro profundamente.

A mis compañeros y compañeras del Laboratorio de Ecología; Pam, Mo, Joshua, Ariel, Xólotl y Ramon por los buenos momentos, enseñanzas, conocimientos y comentarios que enriquecieron mi formación.

Finalmente agradecer a Jesús Reyes por todo su ayuda y amabilidad y al comisariado de San Juan Raya y Zapotitlán Salinas.

## Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>8</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>9</b>
<b>Objetivo general .....</b>	<b>12</b>
<b>Objetivos particulares.....</b>	<b>12</b>
<b>Métodos .....</b>	<b>12</b>
<b>Resultados .....</b>	<b>17</b>
<b>Discusión .....</b>	<b>31</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>39</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>40</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>48</b>

## Índice de cuadros

<b>Cuadro 1.</b> Número de especies de aves registradas para cada estatus de residencia en San Juan Raya, Puebla.....	<b>22</b>
<b>Cuadro 2.</b> Número de especies de aves registradas para cada estatus de residencia en el Jardín Botánico Helia Bravo, Puebla .....	<b>22</b>
<b>Cuadro 3.</b> Gremios alimenticios a los que pertenecen las aves observadas, número de especies por gremio alimenticio y porcentaje de cada gremio de la avifauna de San Juan Raya, Puebla.....	<b>23</b>
<b>Cuadro 4.</b> Gremios alimenticios a los que pertenecen las aves observadas, número de especies por gremio alimenticio y porcentaje de cada gremio de la avifauna del Jardín Botánico Helia Bravo, Puebla.....	<b>24</b>
<b>Cuadro 5.</b> Cobertura vegetal por forma de crecimiento en San Juan Raya y el Jardín Botánico Helia Bravo, donde: He= herbáceas, Sh= arbustivas y Tr= arbustivas...	<b>27</b>
<b>Cuadro 6.</b> Densidad vegetal total por forma de crecimiento en San Juan Raya y el Jardín Botánico Helia Bravo, donde: He= herbáceas, Sh= arbustivas y Tr= arbustivas. ....	<b>29</b>
<b>Cuadro 7.</b> Correlaciones de Spearman aplicadas entre la comunidad de aves y la comunidad vegetal. ....	<b>30</b>

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Número de especies presentes por familia de las aves presentes en San Juan Raya, Puebla. ....	<b>17</b>
<b>Figura 2.</b> Curva de acumulación de especies de aves registradas para la localidad de San Juan Raya, Puebla. ....	<b>17</b>
<b>Figura 3.</b> Número de especies presentes por familia de las aves presentes en el Jardín Botánico Helia Bravo, Puebla. ....	<b>18</b>
<b>Figura 4.</b> Curva de acumulación de especies de aves registradas para el Jardín Botánico Helia Bravo, Puebla. ....	<b>18</b>
<b>Figura 5.</b> Curvas de rarefacción construidas con base en individuos y su respectiva cobertura de muestreo para San Juan Raya y el Jardín Botánico Helia Bravo. ....	<b>19</b>
<b>Figura 6.</b> Comparación de la riqueza de especies de aves para San Juan Raya y el Jardín Botánico Helia Bravo. ....	<b>20</b>
<b>Figura 7.</b> Curva de rango-abundancia para San Juan Raya y el Jardín Botánico Helia Bravo. ....	<b>20</b>
<b>Figura 8.</b> Riqueza de especies de San Juan Raya y el Jardín Botánico Helia Bravo. ....	<b>25</b>
<b>Figura 9.</b> Diversidad vegetal total de San Juan Raya y el Jardín Botánico Helia Bravo. ....	<b>26</b>
<b>Figura 10.</b> Cobertura total de especies vegetales de San Juan Raya y el Jardín Botánico Helia Bravo. ....	<b>27</b>
<b>Figura 11.</b> Densidad vegetal total de especies de plantas de las localidades de San Juan Raya y el Jardín Botánico Helia Bravo. ....	<b>28</b>



## Resumen

Algunos componentes del ecosistema nos dan información del estado del ambiente. En el caso de las aves, sus funciones ecológicas tienen efectos a nivel de las comunidades, por lo que, nos interesa conocer cómo se encuentra la comunidad de aves de dos localidades de la Reserva de la biosfera Tehuacan-Cuicatlan, además de describir de manera general la comunidad de planta en estos sitios. Por lo que el objetivo de este trabajo fue describir la comunidad de aves y la vegetación, en San Juan Raya (SJR) y el Jardín Botánico Helia Bravo (JBHB). Para ello, se colocaron 14 puntos de conteo de 25 metros de radio, a lo largo de un transecto de 4 kilómetros en cada localidad. Con la información obtenida se describió: la riqueza, la abundancia relativa, la diversidad de especies, el índice de valor de importancia, la composición por gremios tróficos basado en literatura y observaciones de campo, además del tipo de vegetación en el cual se encontraron las aves. A continuación, se describió la vegetación, para ello, se trazaron tres parcelas con cuatro transectos de 25 metros orientados con los puntos cardinales, se tomaron los siguientes datos de vegetación: número de individuos, cobertura, diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura. Entre ambos sitios se registraron un total de 109 especies, compartiendo un total de 61 especies, respectivamente 73 especies de aves en SJR y 93 especies de aves en el JBHB. Encontramos ocho especies semiendémicas, cinco endémicas y una cuasiendémica en SJR, además de una especie sujeta a protección especial por la NOM-SEMARNAT-059-2010, mientras que en el JBHB encontramos cinco especies endémicas, tres cuasiendémicas, 10 semiendémicas, además de tres que se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-SEMARNAT-059-2010. Para ambas localidades se encontró que los gremios tróficos insectívoros, omnívoros y frugívoros son los más representativos. En ambos sitios las aves con mayor valor de importancia fueron *Zenaida asiatica*, *Haemorrhous mexicanus*, *Melozone fusca* y *Melanerpes hypopolius*. Se registraron 36 especies de plantas para SJR y 32 para el JBHB.

Palabras clave: Abundancia relativa, riqueza de especies, diversidad de especies, estratificación de la vegetación, gremios tróficos.

## Introducción

La avifauna dentro de un ecosistema da información sobre el estado del ambiente, debido a que esta cumple diferentes funciones ecológicas dentro de las comunidades donde habitan convirtiéndose en una parte integral de los ecosistemas (Heredia-Pineda, 2000). Además de ayudar a la reproducción de algunas especies de plantas, por medio de la polinización y la dispersión de semillas, ya que gran número de especies son dispersadas por aves, así mismo, también forman parte de las cadenas tróficas ya que las aves son consumidores primarios o secundarios y finalmente descomponedores (Arizmendi y Espinosa, 1996).

Existen diversos factores que determinan la distribución y abundancia de la avifauna en el ambiente, como la vegetación, ya que las aves dependen directamente de los recursos que ofrece este, como: alimento, refugios, sitios de percha y sitios de anidamiento (Temple y Wiens, 1989). Dichos factores se pueden separar en dos escalas; local y regional. En la escala local, la composición vegetal es importante (Corcuera y Butterfield, 1999), mientras que, en la escala regional, la fisonomía vegetal puede servir como una clave evolutiva en la distribución de las aves (Hutto, 1990).

La complejidad de la comunidad de aves tiene una fuerte relación con la complejidad de la vegetación, ya que cuando es más complejo un hábitat, éste ofrece más posibilidades de explotar los recursos disponibles, por lo tanto, se tiene una relación positiva entre la diversidad de la avifauna y la complejidad de la vegetación (Block y Brennan, 1993). Las hembras que anidan en territorios con vegetación densa y alimento abundante tienen un mayor éxito reproductivo, posiblemente debido a que una vegetación más compleja reduce el acceso a los nidos por parte de depredadores (Ramos, 2016). Por otra parte, la composición florística también puede influir en la presencia especies de aves particulares. Por ejemplo, en los bosques de cactáceas columnares de *Cephalocereus tetetzo* del centro de México, la oferta de alimento que representa la temporada de fructificación de los cactus influye en la presencia tanto de especies polinizadoras (*Ramosomyia violiceps* y *Phaeloptila sordida*), como los removedores de semillas (*Zenaida asiática*,

*Melanerpes hypopolius*, *Phainopepla nitens*, *Mimus polyglottos* y *Haemorhous mexicanus*) (Valiente-Banuet et al., 1996).

En el centro de México se ha descrito la presencia de matorral xerófilo, el cual tiene un papel relevante en la dinámica poblacional de las aves, ya que les proporciona hábitat para sus actividades, algunas de las cuales, utilizan esta comunidad vegetal durante todo el verano con el objetivo de reproducirse y/o alimentarse durante el invierno, además, proporciona áreas de descanso para las comunidades de aves en sus rutas de migración (Ramírez-Albores, 2007).

El matorral xerófilo cubre aproximadamente el 28.8% del territorio nacional (CONAFOR, 2018). Se distribuyen desde el nivel del mar hasta los 3000 metros, en suelos generalmente calcícolas y arenosos, que permiten una mayor infiltración del agua y reducen el escurrimiento, con bajo contenido de materia orgánica. En este tipo de vegetación son comunes las especies de plantas pertenecientes a las familias Asteraceae, Fabaceae, Cactaceae y Poaceae (Rzedowski, 2006).

Los matorrales xerófilos en México han sido modificados principalmente por asentamientos humanos y actividades agrícolas y pecuarias, esto ha diezmado su cobertura y su diversidad biológica, ante esta situación es necesario inventariar su flora y analizar los patrones de distribución de las aves en esta vegetación (Morales-Garduño, 2019). En el caso de México los matorrales xerófilos contienen hasta un tercio de las especies endémicas del país (Escalante et al., 1998). Este tipo de vegetación también representa una gran importancia para la llegada de especies de aves migratorias (Reséndiz-Cruz et al., 2017).

La llegada de especies migratorias está determinada por el paisaje en donde reponen sus reservas energéticas (Nathan et al., 2008). La elección de parches para hacer las escalas depende de; la cantidad de cubierta forestal, clima, la productividad de la vegetación, la actividad antropogénica (McLaren et al., 2018), lo cual permite identificar hábitats de alta calidad (Buler et al., 2007).

En otros matorrales del centro y sur del país se ha reportado alta riqueza de aves, como en el Valle de Tehuacán, con 90 especies (Arizmendi y Espinosa 1996); la

Barranca de Metztitlán, con 113 especies (Ortiz-Pulido et al., 2012) y de algunos de los estados del norte de México como el Valle de Cuatrociénegas, con 87 especies (Contreras-Balderas, 1997). Por lo anterior, en el presente estudio se espera encontrar resultados similares en cuanto a la riqueza de especies y en cuanto a la composición.

El Valle de Tehuacán es una zona árida que se encuentra en la zona centro suroeste de México, y es una de las grandes zonas semiáridas, comparable con los grandes desiertos de Coahuila o Baja California (Reséndiz-Cruz et al., 2017). Dentro de este Valle se encuentran la localidad de San Juan Raya (SJR) y el Jardín Botánico Helia Bravo (JBHB), sitios en los cuales se han realizados pocos trabajos sobre la avifauna presente, y no existen estudios que describan la vegetación en SJR y tampoco hay trabajos que hayan evaluado de alguna manera la relación de este grupo con la vegetación en el Valle de Tehuacán.

Tomando en cuenta que la complejidad de la comunidad de aves guarda una relación positiva con la complejidad de la vegetación, en donde más intrincado es un hábitat, éste ofrece mayores posibilidades de explotar los recursos disponibles (Block y Brennan, 1993). Por lo que, se esperaba que, en caso de presentar alta diversidad de especies de plantas o cobertura alta vegetal, existiera una alta diversidad de especies de aves.

## **Objetivo general**

Describir las relaciones existentes entre la comunidad de aves y la vegetación del matorral xerófilo en dos localidades del Valle de Tehuacán, con el fin conocer los patrones de respuesta de las comunidades de aves como modelo de la biodiversidad.

## **Objetivos particulares**

Describir la comunidad de aves mediante los aspectos ecológicos como; densidad, abundancia relativa, frecuencia relativa, diversidad de especies, índice de valor de importancia y composición por gremios tróficos, para caracterizar a nuestro modelo de estudio e identificar la importancia de los sitios de estudio para las aves.

Obtener la composición y la diversidad de especies vegetales, así como la composición por formas de crecimiento, densidad de especies, cobertura, índice de valor de importancia, con el fin de identificar características del hábitat, y determinar si existe alguna relación con la comunidad de aves y evaluar qué características de la vegetación son más relevantes para las aves.

Identificar las relaciones de las características de la comunidad de aves, con las características florísticas y la vegetación, para conocer los patrones de respuesta de aves, con base en los cambios de la vegetación.

## **Métodos**

*Área de estudio:* El estudio se llevó a cabo en dos localidades, el Jardín Botánico Helia Bravo y San Juan Raya, ubicadas en el estado de Puebla, en el Valle de Tehuacán, el cual forma parte de la Reserva de la Biósfera Tehuacan-Cuicatlan, ubicadas en el Municipio de Zapotitlán Salinas.

El Jardín Botánico Helia Bravo, se ubica en 18° 33' 23" N y -97° 45' 79" O, cubriendo un área aproximada de 3 km<sup>2</sup>. Presenta una altitud de 1450 msnm con promedio anual de precipitación de los 250 mm a los 500 mm, presentándose la mayor precipitación entre junio y septiembre, con nueve meses de sequía que van de octubre hasta mayo (López-Gómez et al., 2012). La temperatura media anual es de 22°C y presenta un clima templado semiárido a semicálido semiárido (Cortés, 2009).

Los suelos son rocosos y poco profundos, bien drenados y principalmente derivados de rocas sedimentarias y metamórficas, presenta una vegetación de tipo matorral xerófilo (Herrera-Fuentes et al., 1999). En Zapotitlán Salinas, la cobertura vegetal es baja, encontrando sitios en donde esta no supera el 30% del área y sitios con un máximo de 55% del área, además el área basal de las especies vegetales es baja, como la zona del mesquite que cuenta con un 1.77% de área basal (Sosa, 2019).

San Juan Raya se localiza aproximadamente a 19 km al oeste de Zapotitlán de las Salinas. Se encuentra en 18° 31' 45" N y -97° 61' 60" O, cubriendo un área aproximada de 4 km<sup>2</sup>. Se encuentra a una altitud de 1840 msnm. La temperatura media anual es de 21 °C, y la precipitación anual es de 380 mm con el 85% de lluvias en verano. La vegetación es descrita como matorral xerófilo con dominancia del cactus columnar *C. mezcalaensis*, con densidades de 1200 individuos > 1 m de altura por hectárea (Valiente-Banuet et al., 2000).

*Composición de la comunidad de aves:* Para determinar la composición de la comunidad de aves en el matorral xerófilo en San Juan Raya y en el Jardín Botánico Helia Bravo, se colocaron en cada sitio 14 puntos de conteo de radio fijo de 25 m, a lo largo de un transecto de 4 km, con una distancia entre puntos de 250 m mediante el uso de GPS. En cada punto permanecieron dos observadores por un periodo de 10 minutos, y se tomó nota de las especies de aves, número de individuos y distancia al observador (González-García, 2011). Los muestreos se realizaron mensualmente a partir de julio de 2022 a junio de 2023 y los puntos de conteo se realizaron durante dos días consecutivos en cada muestreo (Castillo, 2011; Contreras-González, 2015), en cada día se realizaron los puntos en sentido inverso, para que cada punto fijo se realizara en una banda horaria distinta y debido a los distintos comportamientos horarios de las aves (Codesido et al., 2000).

Con los datos obtenidos se construyó un listado de las especies observadas para San Juan Raya y el Jardín Botánico Helia Bravo. Se realizaron curvas de acumulación de especies para estandarizar los datos obtenidos de riqueza (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003), y se calculó la riqueza específica (S plantas), la abundancia relativa, frecuencia relativa, índice de valor de importancia (IVI)

tomando en cuenta abundancia relativa, frecuencia y densidad relativas para caracterizar a nuestra comunidad y realizar análisis de datos pertinentes (Curtis, 1959), además, se describió la categoría de riesgo según la Norma Oficial Mexicana-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010) y se registró el tipo de sustrato en el cual fueron observadas.

Se describió el tipo gremio alimenticio que presentan las especies de aves observadas para las localidades de San Juan Raya y del Jardín Botánico Helia Bravo, de acuerdo en la categoría asignada por Arizmendi y Espinosa (1996), la cuales son: (C) carnívoro, la especie se alimenta principalmente de vertebrados que captura vivos; (I) insectívoro, la especie se alimenta de insectos; (In) invertebrados, especie que se alimenta de invertebrados; (G) granívoro, especie que se alimenta de semillas; (F) frugívoro, especie que se alimenta de frutos; (N) nectarívoro, especie que se alimenta principalmente de néctar y finalmente (O) omnívoro, especies que se alimentan de semillas, insectos, néctar, hojas, y vertebrados.

Para el listado sistemático de las especies utilizamos los nombres y criterios de la AOS Checklist of North and Middle American Birds (2023) obtenidos de las bases de datos; American Ornithological Society (<http://checklist.americanornithology.org>). Para clasificar la estacionalidad de las aves se utilizó la clasificación propuesta por Navarro-Sigüenza et al. (2014), en donde las categorías se dividen en: 1) Residentes permanentes (R), especies que se encuentran presentes a lo largo de todas las estaciones del año; 2) Residentes temporales, especies que se encuentran presentes solamente una parte del año, estas a su vez se dividen en a) Migratorias de verano (MV): especies que se encuentran en un área durante el verano, b) Migratorias de invierno (MI): especies que se encuentran en la reserva en invierno, c) Transitorias (T): especies que se detienen temporalmente en los lugares de muestreo durante su migración al sur en otoño y durante su migración al norte en primavera, y d) Accidentales (A): especies que se registran solo ocasionalmente en el área, resultado que se desvían de su ruta o área de distribución nuclear.

Para definir la categoría de endemismo, nos basamos en la propuesta de Navarro-Sigüenza et al. (2014), que consiste en definir un taxón endémico (EN) como aquel cuya área total de distribución, a lo largo del ciclo anual se restringe a los límites del país. En el caso de que el área de distribución total o parcial (estacional) de la especie se extienda fuera de esta área, se denominaron especies cuasiendémicas (CE), aquellas que se registren en las zonas de estudio solamente durante una parte de su ciclo anual se denominaron semiendémicas (SE) y aquellas que sean especies compartidas con otros países se denominaron no endémicas (NE).

*Características de la vegetación:* Se seleccionaron tres puntos aleatoriamente donde se realizaron las observaciones de aves (puntos de conteo), y colocó una parcela en cada punto, en donde se colocaron cuatro transectos de 25 m orientados con los puntos cardinales N-S y E-O. Se cuantificó la cobertura de especies de plantas, la riqueza específica (S plantas), la densidad, además tomando en cuenta los datos de abundancia, frecuencia y cobertura relativas se obtuvo el índice de valor de importancia (IVI) por especie (Curtis, 1959), se tomó nota de la forma de crecimiento, la densidad vegetal total (dens plantas), y la diversidad de especies vegetales (H plantas), para identificar características del hábitat (Magurran, 1988).

Mediante el método descrito por Corcuera y Butterfield (1999), las mediciones de la vegetación se llevaron a cabo durante la temporada de lluvias con varillas metálicas de 3.2 metros de longitud, graduadas en decímetros. En el caso de las plantas que rebasen la altura de una varilla, se sobrepusieron las varillas. Los datos se obtuvieron colocando la varilla verticalmente sobre el sustrato para registrar a las plantas que hagan contacto con ella. Este procedimiento se repitió cada 1.5 metros. De cada una de las plantas se tomó nota de su nombre (González-Rodríguez et al., 2010), las especies vegetales registradas se agruparon en tres formas de crecimiento: herbáceas (He), arbustivas (Sh), arbóreas (Tr). Se colectaron las especies vegetales, para su posterior identificación en el laboratorio y aquellos puntos donde no se encontró algún organismo se registró como espacio abierto (Os). Con los datos obtenidos se estimó la densidad vegetal (individuos por parcela),



la cobertura (número de intersecciones de la planta con la varilla) por especie y la forma de crecimiento para cada parcela (Vázquez et al., 2009).

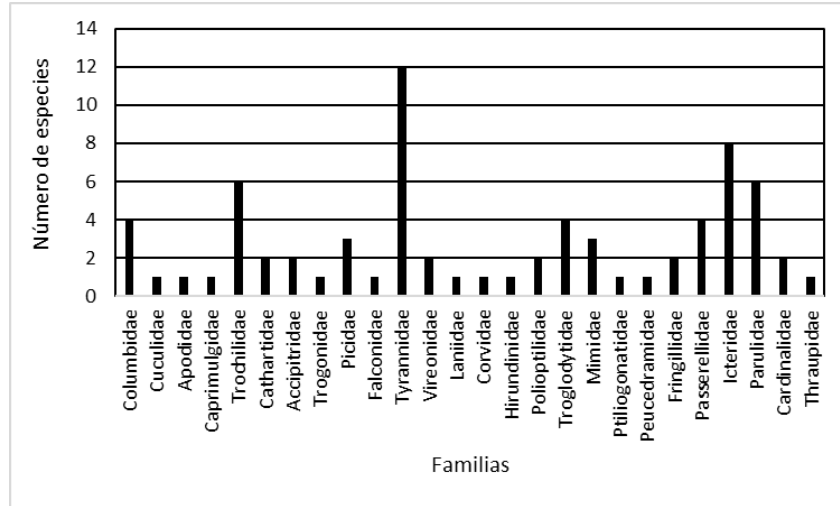
### *Análisis de datos*

Para el grupo de las aves se utilizó el programa Excel de Microsoft, en dicho programa se construyeron los siguientes análisis una curva de acumulación de especies para ambas comunidades de aves, con los estimadores no paramétricos (Jackknife 1 y Chao 1), los cuales permiten estimar el sesgo y la varianza del muestreo. Se realizó un gráfico de rango-abundancia o “curvas de Whittaker” (Feinsinger, 2004), para cada comunidad de aves, con el fin de analizar las diferencias en la estructura, dominancia y composición de la comunidad de aves en ambos sitios de estudio, ya que facilita la comparación entre diferentes comunidades, además de poner en manifiesto las diferencias de homogeneidad entre las comunidades (Magurran, 2013). Además, se realizó un análisis de diversidad de especies de aves mediante el índice de Shannon- -Wiener que fue complementado con una prueba de rarefacción llevada a cabo mediante el software en línea de iNEXT de diversidad de especies (Chao et al. 2014; Chao et al. 2016; <https://chao.shinyapps.io/iNEXTOnline>), para comparar la diversidad de ambas comunidades, tomando los tamaños de muestra, para cada comunidad de aves, posteriormente se realizó un escenario de comparación mediante una prueba de t de student para comparar las medias de nuestras muestras (Sánchez, 2015) de diversidad en el programa Excel.

Con el fin de evaluar que parámetros de la comunidad de aves se relacionan con la comunidad de vegetal, se aplicó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk a los datos de, cobertura, densidad vegetal, diversidad y riqueza vegetal. Ya que nuestros datos no fueron normales, se llevaron a cabo correlaciones de Spearman (Martínez et al., 2009) en el programa Past (Hammer et al., 2001). Al no encontrar ninguna relación significativa, mediante el programa Excel se aplicó una prueba de Mann-Whitney entre los parámetros de vegetación (la cobertura, densidad vegetal, diversidad y riqueza vegetal) para compararlos entre los dos sitios.

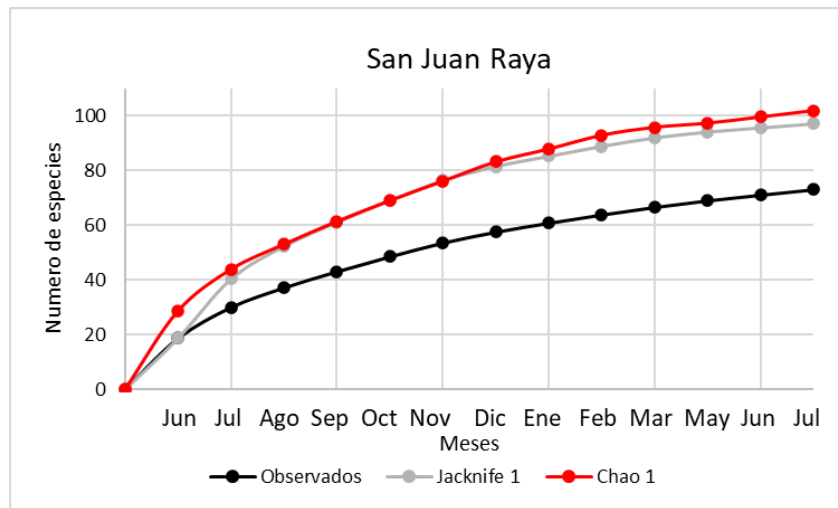
## Resultados

En San Juan Raya (SJR) se registraron 73 especies de aves pertenecientes a nueve órdenes y 26 familias. Las familias mejor representadas son Tyrannidae (12 especies), Icteridae (ocho especies), Parulidae (siete especies) y Trochilidae (seis especies) (Figura 1).



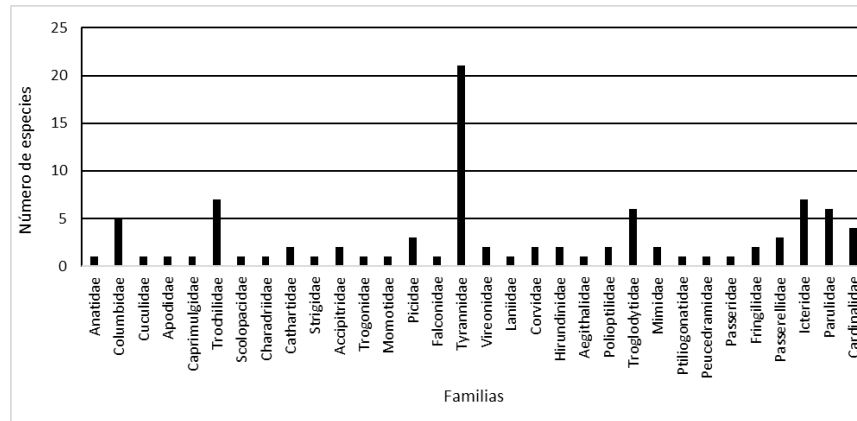
**Figura 1.** Número de especies presentes por familia de las aves presentes en San Juan Raya, Puebla.

De acuerdo con el modelo predictivo de Jackknife-1, obtuvimos un registro del 75%, de la avifauna presente en el sitio, mientras que el estimador Chao 1 muestra que existe un 71% de la avifauna para la zona estudiada, por lo que registramos el 70% (73 especies) de la riqueza de aves para San Juan Raya, sin embargo, de acuerdo con los modelos (Jackknife-1 y Chao-1), debimos haber registrado el 97% de las especies (Figura 2).



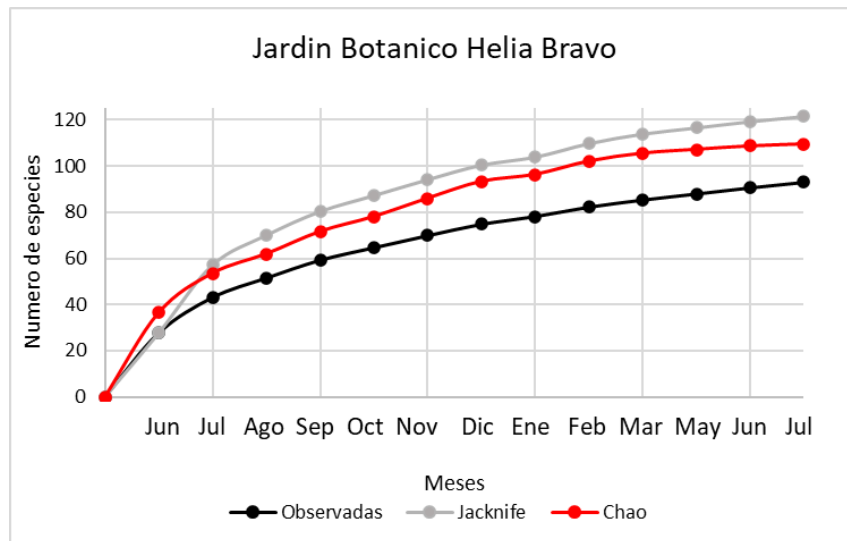
**Figura 2.** Curva de acumulación de especies de aves registradas para la localidad de San Juan Raya, Puebla.

En el Jardín Botánico Helia Bravo se registraron 93 especies de aves pertenecientes a 13 órdenes y 32 familias. Las familias mejor representadas son Tyrannidae (21 especies), Icteridae (siete especies), Trochilidae (siete especies) y Parulidae (seis especies) (Figura 3).



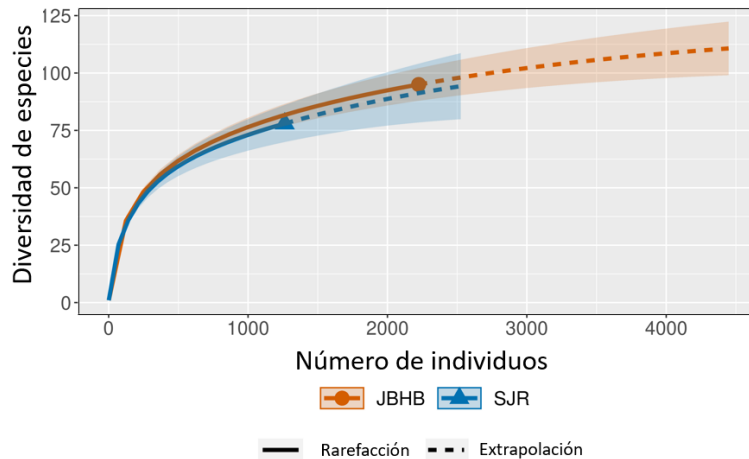
**Figura 3.** Número de especies presentes por familia de las aves presentes en el Jardín Botánico Helia Bravo, Puebla.

De acuerdo con el modelo predictivo de Jackknife-1, obtuvimos un registro del 76%, de la avifauna presente en el sitio, mientras que el estimador Chao 1 muestra que existe un 84% de la avifauna presente en la zona de estudio, lo que nos indica que registramos el 75% (93 especies), sin embargo, de acuerdo con los modelos (Jackknife-1 y Chao-1), debimos haber registrado más de 110 especies (Figura 4).



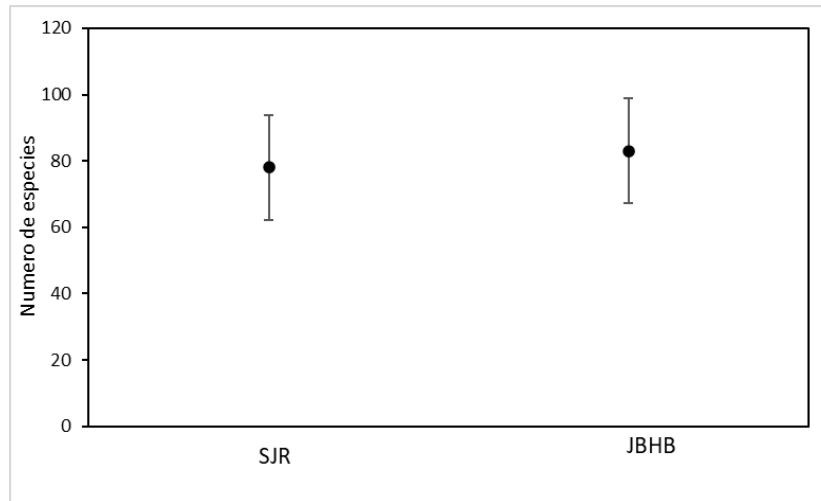
**Figura 4.** Curva de acumulación de especies de aves registradas para el Jardín Botánico Helia Bravo, Puebla.

El índice de diversidad de Shannon obtenido para San Juan Raya fue de  $H'=3.1$ , mientras que para el Jardín Botánico Helia Bravo fue de  $H'=2.9$ , esto complementando al análisis de rarefacción (Figura 5), nos muestra que entre el Jardín Botánico Helia Bravo y San Juan Raya no existen diferencias significativas en cuanto a la diversidad de aves observada ( $q_0$ ), cuando se consideran abundancias menores a los 2000 individuos (Figura 6).



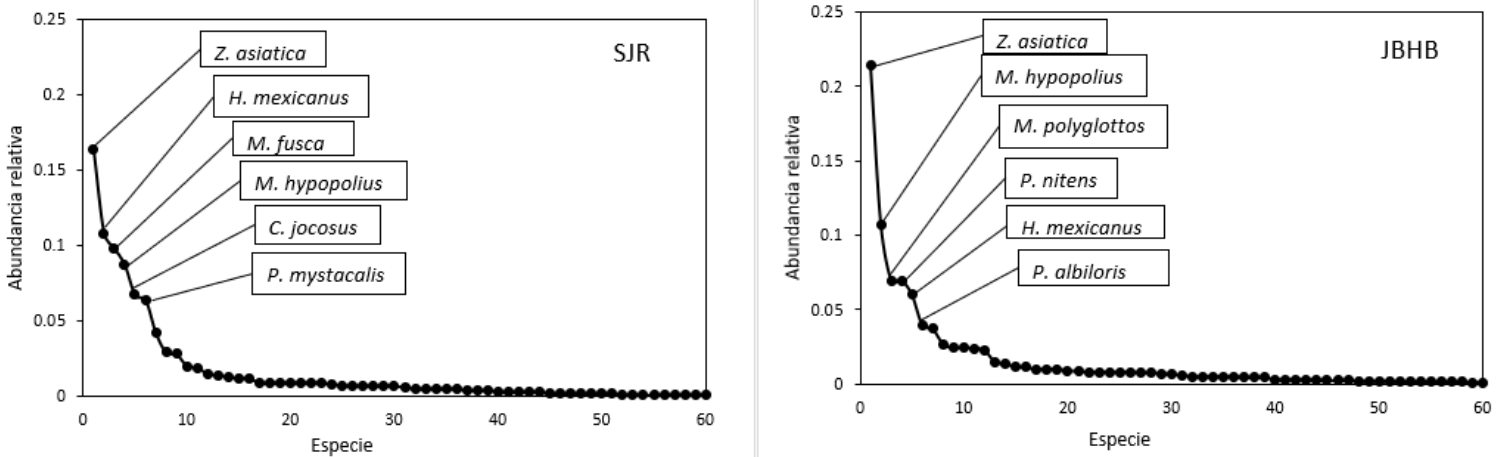
**Figura 5.** Curvas de rarefacción construidas con base en individuos y su respectiva cobertura de muestreo para San Juan Raya y el Jardín Botánico Helia Bravo. La figura se muestra en el formato que ofrece iNEXT: una porción interpolada u observada de la curva; un punto que marca la diversidad de especies observada en cada comunidad, y una porción de la curva extrapolada a partir de la máxima riqueza y abundancia observadas en cada sitio. Las bandas entorno a las curvas corresponden a los intervalos de confianza al 95%. En la parte superior se muestra el orden  $q$  de la diversidad:  $q_0$  =diversidad. Las curvas fueron extrapoladas hasta la abundancia total observada en el Jardín Botánico Helia Bravo (2224 individuos), que es la mayor abundancia encontrada.

Al analizar los escenarios de comparación de diversidad de especies de aves en Zapotitlán Salinas y San Juan Raya (Figura 6), nos indica que, no es posible detectar diferencias significativas entre las dos comunidades, aunque el Jardín Botánico Helia Bravo tiende a mostrar valores estimadores mayores.



**Figura 6.** Comparación de la riqueza de especies de aves para San Juan Raya y el Jardín Botánico Helia Bravo.

Las curvas de rango-abundancia nos muestran que la especie dominante para ambas comunidades es *Z. asiatica* en ambos sitios. En San Juan Raya las siguientes especies más dominantes son *H. mexicanus*, *Melozone fusca*, *M. hypopolius*, *Campylorhynchus. jocosus* y *Peucaea mystacalis*, mientras en el Jardín Botánico Helia Bravo las siguientes especies de aves más dominantes fueron *M. hypopolius*, *M. polyglottos*, *P. nitens*, *H. mexicanus* y *Poliioptila albiloris* (Figura 7).



**Figura 7.** Curva de rango-abundancia para San Juan Raya y el Jardín Botánico Helia Bravo.

Para San Juan Raya se registraron siete especies de aves con un nivel de abundancia relativa alto, tales como; *Z. asiatica* (0.16), *H. mexicanus* (0.10), *M. fusca* (0.09), *M. hypopolius* (0.08), *C. jocosus* (0.06), *P. mystacalis* (0.06), e *Icterus wagleri* (0.04). Se encontró que el 56% (41 especies) de las especies de aves registradas tienen un bajo porcentaje de abundancia relativa, el 10% de las especies presentaron valores entre 0.01 y 0.04 de abundancia relativa (Anexo 1).

En el Jardín Botánico Helia Bravo se registraron cinco especies con un alto nivel de abundancia relativa, tales como; *Z. asiatica* (0.2), *M. hypopolius* (0.1), *P. nitens* (0.06), *M. polyglottos* (0.06) y *H. mexicanus* (0.05). El 62% de las especies (58 especies) tuvieron un número menor al 1% de abundancia relativa. Mientras que el 12.9% de las especies de aves presentaron valores entre 0.01 y 0.04 (Anexo 2).

#### *Índice de valor de importancia por especie*

Tomando en cuenta los datos de abundancia, frecuencia y densidad relativas, las aves con mayor valor de importancia en San Juan Raya fueron *M. fusca* (0.31), *H. mexicanus* (0.27), *Z. asiatica* (0.27) y *P. mystacalis* (0.17). En contraste, algunas de las aves con menor índice de valor de importancia fueron *Columbina passerina*, *Calothorax lucifer*, *Eugenes fulgens*, *Dryobates scalaris*, *M. nuttingi*, *Myiarchus sp.*, *M. tyrannulus*, *Vireo solitarius*, *L. ludovicianus*, *C. brunneicapillus*, *P. nitens*, *I. cucullatus*, *I. pustulatus*, *M. aeneus* y *C. pusilla* (0.02 para cada una) (Anexo 2).

Por otra parte, en el Jardín Botánico Helia Bravo tomando en cuenta los datos de abundancia, frecuencia y densidad relativas obtuvimos que las aves con mayor valor de importancia fueron *Z. asiatica* (0.53), *M. hypopolius* (0.28), *H. mexicanus* (0.19), *P. albiloris* (0.18) y *Cyananthus latirostris* (0.11). En contraste, algunas de las aves con menor índice de valor de importancia fueron *C. atratus*, *C. passerina*, *C. pulcher*, *M. mexicanus*, *Colaptes auratus*, *C. pertinax*, *Contopus sp.*, *E. minimus*, *E. difficillis*, *M. cinerascens*, *M. tuberculifer*, *P. sulphuratus*, *T. verticalis*, *S. serripenis*, *S. pallida*, *A. phoeniceus*, *I. cucullatus*, *M. aenus* y *L. ruficapilla* (0.02 para cada una) (Anexo 6).

### Estacionalidad

En San Juan Raya se registraron 56 especies de aves (76%) catalogadas como residentes (por ejemplo, *C. passerina*, *E. fulgens*, *Coragyps atratus*), por otra parte, encontramos 11 especies visitantes de invierno (15%) (como *Empidonax flaviventris*, *V. solitarius*, *I. cucullatus*), además de una especie visitante de verano (*Tyrannus verticalis*) y una transitoria (*Contopus sordidulus*) (Cuadro 1). Se encontró que, todas las especies de aves con niveles elevados de abundancia relativa son especies residentes (Cuadro 1; Anexo 1).

**Cuadro 1.** Número de especies de aves registradas para cada estatus de residencia en San Juan Raya, Puebla

Estatus	Número de especies
Residentes	56
Migratoria de invierno	11
Migratoria de verano	1
Transitoria	1

Mientras que en el Jardín Botánico Helia Bravo se registraron 76 especies de aves (81%) que son residentes (como *Z. macroura*, *Charadrius vociferus*, *C. auratus*), 12 especies visitantes de invierno (12.9%) y una especie visitante de verano (*C. sordidulus*) (Cuadro 2). Se encontró que todas las especies con niveles alto de abundancia son residentes (Anexo 2).

**Cuadro 2.** Número de especies de aves registradas para cada estatus de residencia en el Jardín Botánico Helia Bravo, Puebla

Estatus	Número de especies
Residentes	76
Visitantes de invierno	12
Visitantes de verano	1

### *Gremios alimenticios*

Para San Juan Raya encontramos siete gremios alimenticios principales (Cuadro 3). Las especies de aves que se alimentan de insectos son el gremio con mayor riqueza con 35 especies (50%). El segundo gremio con mayor riqueza de especies fue el omnívoro con 13 especies (18%), seguido del gremio de los nectarívoros con seis especies (8.7%) (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Gremios alimenticios a los que pertenecen las aves observadas, número de especies por gremio alimenticio y porcentaje de cada gremio de la avifauna de San Juan Raya, Puebla.

Gremio	Número de especies	Porcentaje de especies	Número de especies	Porcentaje de especies
Omnívora	13	18.84	13	18.84
Insectívora	35	50.72	27	39.13
			5	7.25
			3	4.35
Granívora	5	7.25	4	5.80
			1	1.45
Frugívora	3	4.35	1	1.45
			2	2.90
Carnívora	4	5.80	2	2.90
			2	2.90
Carroñera	3	4.35	3	4.35
Nectarívora	6	8.70	6	8.70

En el Jardín Botánico Helia Bravo encontramos siete gremios alimenticios principales (Cuadro 4). Las especies de aves que se alimentan de insectos son el gremio con mayor riqueza (48 especies; 52%). El segundo gremio con mayor riqueza de especies es el omnívoro con 17 especies (18%), seguido del gremio de los carnívoros (nueve especies; 9.8%) representado por especies como; *Actitis macularis*, *Bubo virginianus* y *Buteo brachyurus* (Anexo 2).



**Cuadro 4.** Gremios alimenticios a los que pertenecen las aves observadas, número de especies por gremio alimenticio y porcentaje de cada gremio de la avifauna del Jardín Botánico Helia Bravo, Puebla.

Gremio	Número de especies	Porcentaje de especies	Número de especies	Porcentaje de especies
Omnivora	17	18.681	17	18.68
Insectivora	48	52.75	39	42.86
			6	6.59
			3	3.30
			3	3.30
Granivora	5	5.49	2	2.20
			1	1.10
Frugivora	3	3.30	2	2.20
			4	4.40
Carnivora	9	9.89	2	2.20
			3	3.30
Carroñera	2	2.20	2	2.20
Nectarivora	7	7.69	7	7.69

### *Endemismos*

El 19% de las especies de aves registradas en San Juan Raya, están consideradas dentro de una categoría de endemismo para México (Anexo 3). Encontramos ocho especies de aves semiéndemica (*C. lucifer*, *C. latirostris*, *R. violiceps*, *E. difficillis*, *T. vociferans*, *I. bullockii*, *I. cucullatus*, *I. parisorum*, *Leiothylops virginiae* y *Pheucticus melanocephalus*), cinco especies endémicas (*C. jocosus*, *P. sordida*, *M. hypopolius*, *Toxostoma ocellatum* y *P. mystacalis*) y una especie casiéndemica (*Basileuterus rufifrons*).

El 19% de las especies de aves registradas para el Jardín Botánico Helia Bravo, están consideradas en una categoría de endemismo para México (Anexo 2). Encontramos 10 especies de aves semiéndemicas (*C. latirostris*, *C. lucifer*, *R. violiceps*, *E. difficillis*, *T. vociferans*, *Spizella pallida*, *I. cucullatus*, *I. parisorum*, *L. virginiae* y *P. melanocephalus*), cinco especies endémicas (*C. pulcher*, *P. sordida*, *Selasphorus heloisa*, *C. jocosus*, *P. mystacalis* y *M. hypopolius*) y tres especies casiéndemica (*B. rufifrons*, *P. chrysopleus* y *Momotus mexicanus*) (Anexo 4).

### *Categoría de riesgo*

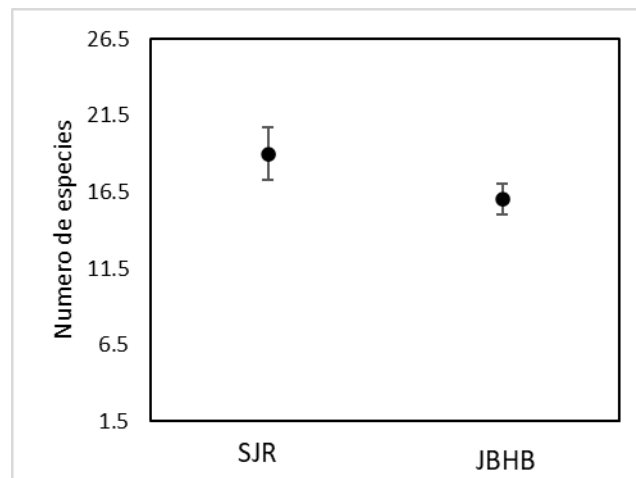
Con respecto a las categorías de amenaza de la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) de la avifauna observada en San Juan Raya, únicamente se obtuvo el registro de *Accipiter cooperii* como una especie con categoría de sujeta a protección especial.

Mientras que, en el Jardín Botánico Helia Bravo, *Heliomaster longiristris* y *Falco peregrinus* son especies que presentan como categoría de riesgo según la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) como sujetas a protección especial.

### **Descripción de las especies vegetales**

#### *Riqueza de especies*

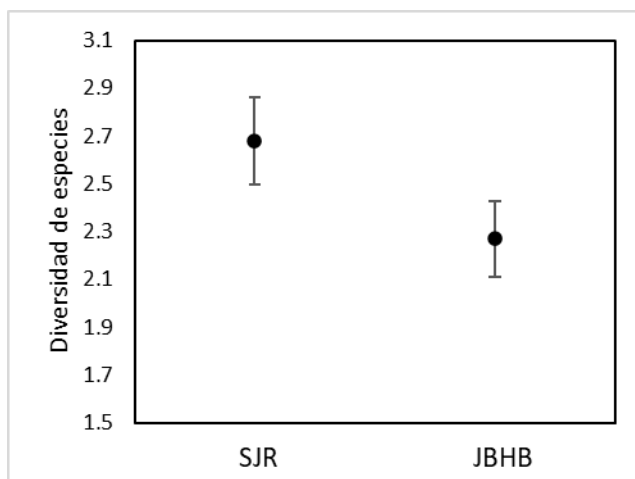
Para San Juan Raya se registraron 36 especies de plantas en las parcelas analizadas para la localidad, mientras que para el Jardín Botánico Helia Bravo se registraron un total de 32 especies de plantas (Anexo 8). Sin embargo, no existen diferencias significativas entre la riqueza vegetal de especies de cada sitio ( $U=0.37$  y  $P=0.4$ ) (Figura 8).



**Figura 8.** Riqueza de especies de San Juan Raya y el Jardín Botánico Helia Bravo.

### *Diversidad de especies*

El índice de diversidad de Shannon obtenido para San Juan Raya fue de  $H'=3.13$ , mientras que para el Jardín Botánico Helia Bravo fue de  $H'=2.7$ . Sin embargo, no existen diferencias significativas entre la diversidad vegetal de cada sitio ( $U=0.19$  y  $P=0.20$ ) (Figura 9).

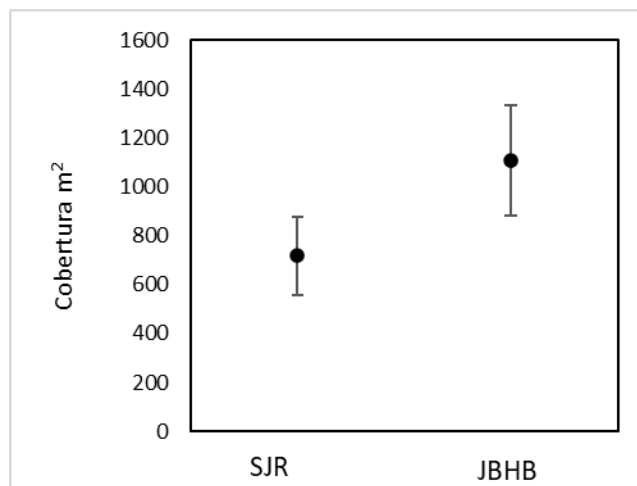


**Figura 9.** Diversidad vegetal total de San Juan Raya y el Jardín Botánico Helia Bravo.

### *Cobertura vegetal total*

Las especies que presentaron un mayor aporte a la cobertura total en San Juan Raya fueron *Acacia subungulata* (34%), *Bouteloua gracilis* (30.6%), *Pseudosmodingium andrieuxii* (9%) y Sp 3 (5.8%), mientras que las de menor cobertura son el individuo de la familia Asteraceae (0.004%) y *Lippia graveolens* (0.001%) (Anexo 7).

Las especies que presentaron un mayor aporte a la cobertura total registrada en el Jardín Botánico Helia Bravo fueron *Parkinsonia praecox* (44.1%), *M. luisana* (22.8%) y *Neltuma laevigata* (6.3%), mientras que las de menor cobertura son *C. tetetzo* (0.00001%), *Mammillaria carnea* (0.001%) y *Hechtia stenopetala* (0.001%) (Anexo 8). Sin embargo, no existen diferencias significativas entre la cobertura total de cada sitio ( $U=0.38$  y  $P=0.4$ ) (Figura 10).



**Figura 10.** Cobertura total de especies vegetales de San Juan Raya y el Jardín Botánico Helia Bravo.

#### *Cobertura vegetal por forma de crecimiento*

En San Juan Raya las formas de crecimiento con mayor aporte a la cobertura total registrada fueron la arbórea con 64.88 %, seguida de la arbustiva, con 34.16% y la herbácea con 0.96% respectivamente (Cuadro 5).

En el Jardín Botánico Helia Bravo las formas de crecimiento más importantes por su aporte a la cobertura total registrada fueron las arbóreas y arbustivas, con 82.77% y 15.95% respectivamente, y la de menor, las herbáceas con 1.2% (Cuadro 5).

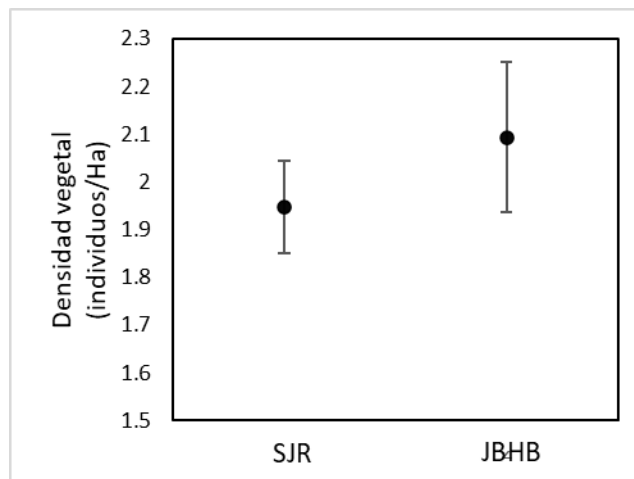
**Cuadro 5.** Cobertura vegetal por forma de crecimiento en San Juan Raya y el Jardín Botánico Helia Bravo, donde: He= herbáceas, Sh= arbustivas y Tr= arbustivas.

Forma de crecimiento	Cobertura vegetal (%)	
	SJR	JBHB
He	0.96	1.28
Sh	34.16	15.95
Tr	64.88	82.77

### *Densidad vegetal total*

Las especies con mayor densidad en San Juan Raya fueron *B. gracilis* (15.2 individuos/Ha), especie desconocida (9.2 individuos/Ha.), *A. subuguntulata* (7.2 individuos/Ha), y el individuo de la familia Boraginaceae (7.2 individuos/Ha) y las especies con menor densidad son *Ferocactus robustus* (0.6 individuos/Ha), *Ipomea sp.* (0.6 individuos/Ha) y el individuo de la familia Asteraceae (0.7 individuos/Ha) (Anexo 7).

Las especies con mayor densidad en el Jardín Botánico Helia Bravo fueron *M. luisana* (21.2 individuos/Ha), *P. praecox* (14.9 individuos/Ha), *Senna wislizenii* (10.3 individuos/Ha) y las de menor *Agave karwinskii* (0.5 individuos/Ha), *Caesalpinia cacalaco* (0.5 individuos/Ha) y *Gymnosperma glutinosum* (0.5 individuos/Ha) (Anexo 8). Sin embargo, no existen diferencias significativas entre la densidad vegetal total de cada sitio ( $U=0.82$  y  $P=0.8$ ) (Figura 11).



**Figura 11.** Densidad vegetal total de especies de plantas de las localidades de San Juan Raya y el Jardín Botánico Helia Bravo.

### *Densidad por forma de crecimiento*

En San Juan Raya las formas de crecimiento que presentaron mayor densidad fueron las arbustivas (0.87 individuos/Ha), arbóreas (0.56 individuos/Ha) y las herbáceas (0.44 individuos/Ha) (Cuadro 6).

En el Jardín Botánico Helia Bravo las formas de crecimiento que presentaron mayor densidad fueron las arbóreas (1.17 individuos/Ha), arbustivas (0.72 individuos/Ha), y las herbáceas (0.21 individuos/Ha) (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Densidad vegetal total por forma de crecimiento en San Juan Raya y el Jardín Botánico Helia Bravo, donde: He= herbáceas, Sh= arbustivas y Tr= arbustivas.

Forma de crecimiento	Densidad vegetal (individuos/Ha)	
	SJR	JBHB
He	0.44	0.21
Sh	0.87	0.72
Tr	0.56	1.17

### *Índice de valor de importancia*

Las especies vegetales con mayor IVI para San Juan Raya fueron *Beaucarnea gracilis* (18.0), *B. gracilis* (6.8), el individuo la especie de la familia Boraginaceae (6), y *Yucca periculosa* (5.7). Las formas de crecimiento con mayor IVI fueron las arbustivas y arbóreas (0.931) (Anexo 7).

Las especies vegetales con mayor IVI para el Jardín Botánico Helia Bravo fueron *M. luisana* (9.2), *P. praecox* (7.3), *M. carnea* (5.9), mientras que las de menor son *S. fruticosa* (0.88), *A. greggii* (0.88) y *G. glutinosum* (0.89). Las formas de crecimiento con mayor valor de IVI fueron las arbóreas (52.8) y las arbustivas (35) (Anexo 8).

### *Índice de similitud comunidad de aves*

El índice de similitud Jaccard aplicado a las comunidades de aves muestra que existe un 53.7% de semejanza en cuanto a la riqueza de especies, esto indicaría que son comunidades similares en cuanto a riqueza de aves.

### *Índice de similitud comunidad vegetal*

El índice de similitud Jaccard aplicado a la comunidad vegetal muestra que existe un 15.2% de semejanza en cuanto a la riqueza de especies, esto indica que son comunidades distintas en cuanto a su composición vegetal.

### *Correlaciones comunidad de aves-comunidad vegetal*

Las pruebas de correlaciones muestran que no existen relaciones de significancia entre la comunidad de aves y todos los aspectos de la vegetación analizados en este trabajo (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Correlaciones de Spearman aplicadas entre la comunidad de aves y la comunidad vegetal.

	Densidad aves	Diversidad aves	Riqueza aves
Cobertura	0.88943	0.55623	0.69746
Densidad vegetal	0.060012	0.74129	0.66033
Diversidad vegetal	0.60543	0.3488	0.9228
Riqueza vegetal	0.82241	0.73219	0.69939

## **Discusión**

El matorral xerófilo ha sido considerado como un tipo de vegetación donde la diversidad de aves es limitada, no obstante, este tipo de vegetación merece una mayor atención debido a la alta diversidad y riqueza específica de aves que presenta (Arizmendi y Espinosa 1996). El claro ejemplo fue la avifauna registrada en el presente estudio, así como el gran número de especies de aves endémicas y la cantidad de especies de aves migratorias registradas, debido a que el hábitat cuenta con características que le permiten alojar una diversidad biológica importante.

De acuerdo con la riqueza de especies encontradas en el presente estudio con un total de 73 especies para la localidad de San Juan Raya y 93 especies para el Jardín Botánico Helia, dichos valores son mayores que los descritos por Arizmendi y Espinosa (1996) quienes describen un total de 70 especies para el Jardín Botánico Helia Bravo, esto se puede deber a que el trabajo estaba enfocado en el Valle de Tehuacán del cual es parte nuestra zona de estudio y no propiamente a la misma localidad de este trabajo, mientras que para San Juan Raya en dicho trabajo no hay reporte en cuanto a riqueza de aves, sin embargo se comparten 62 especies de aves entre este estudio y el estudio anterior. En relación con otros trabajos realizados en el matorral xerófilo registramos mayor riqueza que otros matorrales xerófilos en el país, Trujillo-Pérez (2022) en Coahuila donde se registran 60 especies y Heredia-Pineda (2000) en Nuevo León con 71 especies registradas. El mayor número de especies en este trabajo se debe a que los sitios de estudios analizados en el presente trabajo pueden ofrecer alimento, refugios, sitios de percha y sitios de anidamiento (Temple y Wiens, 1989). Además, de acuerdo con el modelo Jackknife podemos decir que nuestro muestreo relativamente preciso o confiable. Lo que nos indica que es un sitio importante para la conservación de las aves (Navarro-Sigüenza, 2014).

Los valores de diversidad de especies de aves registrados en San Juan Raya y el Jardín Botánico Helia Bravo indican que son similares ambas comunidades de aves, a pesar de que el Jardín Botánico Helia Bravo presentó mayores niveles de riqueza de especies de aves que San Juan Raya. El análisis de rarefacción indica que tomando la mínima muestra ambas comunidades cuentan con niveles parecidos de



riqueza, lo cual se debe a la cercanía entre ambas comunidades puede propiciar que exista un flujo de especies entre ellas (Tinoco, 2009), por lo tanto es probable que compartan un conjunto similar de especies, esto debido a la gran movilidad que tienen las aves, ya que se conoce que las aves cuentan con la capacidad intrínseca para buscar recursos, provocando una dispersión de manera irregular en busca de nuevos hábitats, recursos o territorios hallados en diferentes elementos de un paisaje (Idropo-Medina y Gallo-Cajiao, 2012).

En los dos sitios de estudios se encontró que *Z. asiatica*, *M. hypopolius* y *H. mexicanus* son las especies dominantes para ambas comunidades, debido a que la abundancia relativa de estas especies supera a la de las demás especies, ya que representan aproximadamente el 50% de todos los individuos registrados en este estudio, podríamos inferir que esta dominancia se da por la similitud de las comunidades vegetales, sin embargo en este trabajo se encontraron diferencias entre las comunidades vegetales, por lo que la dominancia de estas especies se puede deber en un primer caso a la cercanía de las dos zonas de estudio, además estas especies han sido descrita como especies comunes en las zonas áridas del país (Trujillo-Pérez, 2022).

Por otra parte, la dominancia se podría explicar por la relación que guardan estas aves como removedores de semillas de especies vegetales presentes en este estudio, en el caso de *Z. asiatica* de cactus columnares (Nolasco y Vega-Villasante, 2000) y en el caso de *H. mexicanus* y *M. hypopolius* de *Myrtillocactus geometrizans* (García-Chávez et al., 2010; Pérez-Villafaña y Valiente-Banuet, 2009) y como estas especies son buenas competidoras en comparación con el resto de especies (Garces y Angher, 2006).

Un contraste marcado entre las dos comunidades de aves es que las siguientes especies dominantes en San Juan Raya; *M. fusca*, *C. jocosus* y *P. mystacalis*, han sido descritas como especies asociadas a estratos bajos (Heredia-Pineda, 2000), ya que San Juan Raya el estrato dominante es el arbustivo en comparación con las otras especies dominantes en el Jardín Botánico Helia Bravo; *M. polyglottos*, *P. nitens* y *P. albiloris*, que son especies asociadas a lugares abiertos (Heredia-Pineda,

2000), ya que en algunas partes del Jardín Botánico derivado de las actividades realizadas de ecoturismo existe cierta degradación de la vegetación lo cual afecta la riqueza y diversidad de especies y nos da un indicio de la relación de la vegetación con la comunidad de aves, ya que la pérdida de este reduce su área de hábitat necesario para subsistir, disminuyendo la disponibilidad de alimento y refugio o afectando su dispersión (Lantschner y Rusch, 2007). El número de especies residentes tanto en San Juan Raya como en el Jardín Botánico Helia Bravo fue más alto que el de las especies migratorias, dichos valores son similares a los reportados por Heredia-Pineda (2000), esto podría deberse al comportamiento fenológico de la vegetación que afecta sus poblaciones de aves (Ornelas y Arizmendi 1995), para las aves residentes los recursos que ofrece el matorral son utilizados para alimentación, refugio y percha.

No registramos especies reportadas como abundantes y residentes para el matorral xerófilo por Arizmendi y Espinosa (1996) (p. ej. *Glaucidium brasilianum*), esto se podría explicar a que la distribución de estas especies ha sido descrita entre los 300 y 1500 m.s.n.m (Holt et al., 1999), por lo que encontrarlo en SJR sería poco probable, mientras que en el JBHB se puede deber a que es una especie con actividad crepuscular (Quiroga-Carmona y Isasi-Catala, 2013), y nosotros realizamos los muestreos a partir del amanecer, por lo que es poco probable que lo pudiéramos registrarlo (González-Figueroa, 2019).

La presencia de especies de aves migratorias invernales (11 especies en las localidades de San Juan Raya y 12 especies en el Jardín Botánico Helia Bravo) sugiere que estos sitios sirven como áreas de descanso en las rutas de migración hacia el sur (Navarro-Sigüenza et al., 2014). Estas aves utilizan estos lugares de stop over (sitios de recarga de reservas para continuar con la migración) en su camino hacia zonas de reproducción (Rappole et al., 1993) como es el caso de *C. sordidulus*, que viaja del hemisferio sur, hacia el hemisferio norte para arribar a su sitio de reproducción, este viaje lo realiza durante el verano (Osorio-Olarte, 2012), por lo cual nuestra zona de estudio podría ser un parche de descanso para esta especie.

Por otra parte, se esperaba que la riqueza específica de la comunidad de aves aumentara en la temporada de otoño/invierno debido a la proporción de especies migratorias registradas (Heredia-Pineda, 2000). Y en el presente estudio este aumento en el número de especies se observó en la localidad de San Juan Raya, donde se registraron 57 especies de aves durante el otoño, en comparación con las 46 especies de aves registradas en primavera. Esto sugiere que San Juan Raya ofrece suficientes recursos tanto para las especies residentes como para las migratorias, ya que las aves migratorias buscan hábitats ricos en recursos (Gutián, 2000), por lo cual proponemos realizar un trabajo en donde se analice la disponibilidad del recurso alimenticio para las aves.

En el Jardín Botánico Helia Bravo, el aumento en el número de especies no fue tan marcado durante la temporada de otoño en comparación con la primavera. Se registraron 52 especies en otoño y 82 especies en primavera, esto puede deberse a que superposición de algunas especies visitantes invernales con la temporada de primavera/verano (González, 2023). Esto se explica por el hecho de que algunas de las especies residentes registradas en el presente estudio con mayor abundancia en la localidad en el invierno (p. ej. *Thryomanes bewicki*, *T. curvirostre*, *D. scalaris*, *M. fusca* y *M. polyglottos*), también son migratorias locales (Vega y Rappole, 1994; Heredia-Pineda, 2000).

Además, se registraron en este trabajo especies residentes que presentaron patrones de presencia estacional, como *Leptotila verreauxi*, *P. albiloris* y *B. rufifrons*, ya que migran local y altitudinalmente debido a las fluctuaciones en la disponibilidad de los recursos alimenticios, en entornos estacionales, como en las localidades muestreadas (Arizmendi et al., 2002; Pérez-Martínez, 2015).

El Jardín Botánico Helia Bravo alberga especies de aves que llevan a cabo migraciones locales como: *M. mexicanus* y *P. chrysoplepus*, las cuales son especies procedentes de las selvas bajas caducifolias que lo rodean (Arizmendi y Espinosa, 1996). Por otra parte, la presencia de un cuerpo de agua en el Jardín Botánico Helia Bravo permite albergar otras especies a diferencia de la localidad de San Juan Raya, que carece de esto, ya que los cuerpos de agua son cuentan con

especies exclusivas como: *A. macularis* o *Anas crecca* (*obs. pers.*). Por lo que, en el Jardín Botánico Helia Bravo es un sitio que ofrece recursos como agua, alimento, sitios de anidamiento y un hábitat adecuado para varias aves migratorias (Zepeda-Gómez et al., 2012).

La diversidad de siete gremios alimenticios registrados en el matorral xerófilo de ambas localidades indica la complejidad de estos hábitats, ya que ofrecen una amplia variedad de recursos alimenticios para la avifauna (Vazquez, 2009). La representación de aves con requerimientos tróficos diversos sugiere que el hábitat de los matorrales xerófilos en el Jardín Botánico y en San Juan Raya son sitios que pueden ofrecer recursos a las comunidades ecológicas, donde las aves son capaces de explotar distintos tipos de recursos (Simberloff y Dayan, 1991). Esto sugiere que las aves pueden reducir indirectamente la competencia interespecífica al explotar diferentes fuentes de alimento (Simberloff y Dayan, 1991). Como es el caso de *M. cinerascens* que, durante las observaciones en campo, se alimentó en vuelo de insectos, no obstante, también se alimentó de frutos de árboles del género *Bursera*, Herrera (2023), quien desarrollo su estudio al mismo tiempo que el presente trabajo.

Al analizar los gremios alimenticios, se observa que las aves insectívoras son las más representativas en términos de número de especies, al igual que en otros trabajos realizados en el matorral (Vega y Rappole, 1994; Heredia-Pineda, 2000) donde reportan a los insectívoros como uno de los gremios más constantes durante los muestreos, además de resaltar la importancia de los artrópodos como un recurso alimenticio fundamental (Moya-Moreno, 2002).

Los siguientes gremios mejor representados son los de aves omnívoras, las cuales aumentaron su abundancia durante la temporada de lluvias, lo que coincide con lo estudiado por Heredia-Pineda (2000), donde describen que las precipitaciones favorecen la disponibilidad de recursos alimenticios para este grupo. Por último, el tercer gremio destacado es el de las aves granívoras, que registraron un aumento en su abundancia durante la temporada de otoño/invierno, presumiblemente está relacionada a las plantas perennes, como el caso *Fouquieria formosa*, que presenta

su temporada de fructificación en esta temporada (*Obs pers*), donde la capacidad de *H. mexicanus*, un oportunista, modifica su dieta para incluir botones de Fouquieria y frutos de especies como *Celtis pallida* (García-Salas, 1997).

En este trabajo se observó un aumento en la abundancia, principalmente las familias Parulidae y Tyrannidae durante el invierno, lo cual coincide con lo mencionado por Gómez (2005), donde estas aves insectívoras incrementan en su número durante el periodo de estancia de las aves migratorias. Respecto al gremio nectarívoro y frugívoro son dos de los gremios con menor abundancia de especies en este trabajo, este fenómeno está relacionado con el hecho de que, en invierno, el matorral xerófilo en general experimenta una pérdida de hojas, lo que resulta en una pérdida de biomasa vegetal, lo cual se relaciona con la disminución de aves que comen frutas y néctar (Gómez-Moreno, 2022).

En las dos zonas de estudio se registraron un total de 19 especies endémicas, esto equivale al 63% de todas las especies endémicas descritas para la RBTC, además de representar alrededor del 10 % de la avifauna endémica al país (Navarro-Sigüenza et al., 2014), y cerca del 21 % del total de especies endémicas registradas para Puebla (Handal et al, 2011). La proporción de especies endémicas fue considerable esto debido a que la sierra Madre del Sur desempeña un papel importante en la composición avifaunística del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, región donde se encuentra tanto SJR como el JBHB, ya que las montañas del norte de Oaxaca representan el límite sur del Valle, así como un corredor para las aves de las vertientes atlántica y pacífica (García-Trejo y Navarro, 2004). La riqueza de endemismos coloca a ambas comunidades como sitios que deben ser prioritarios para la conservación de las aves (Peterson et al., 2003).

A pesar de que la localidad de San Juan Raya y el Jardín Botánico Helia Bravo se encuentran separados por 20 km entre sí, comparten la presencia de ciertas familias como Tyrannidae y Trochilidae, las cuales son conocidas por su amplia distribución. Además, se registran dos órdenes que están presentes solo en el Jardín Botánico Helia Bravo, como los Anseriformes y Charadriiformes, durante la temporada invernal. Esto se debe a la presencia de un río con un flujo constante, lo que atrae

a estas familias que están asociadas con la migración invernal (Navarro-Sigüenza et al., 2014).

En ambas zonas de estudio, la diversidad de especies nectarívoras es relativamente baja, con cuatro especies en la localidad de San Juan Raya y siete para el Jardín Botánico Helia Bravo, esto podría atribuirse a la escasa disponibilidad de recursos con néctar, ya que la floración en estas localidades es marcadamente estacional. Esto puede influir en que los colibríes adopten una estrategia de gran movilidad, con probables movimientos estacionales en respuesta a las variaciones en las condiciones de entorno, ya sean movimientos locales y/o altitudinales (Arizmendi y Ornelas, 1990), además de que posiblemente los muestreos no coincidieron con los máximos de floración de las especies.

Con respecto a la vegetación encontramos que las familias con mayor riqueza de especies en ambas zonas estudiadas fueron Fabácea, Asterácea y Cactácea, lo cual coincide por lo reportado para el matorral xerófilo por Rzedowski (2006), en el caso de las Fabáceas es gracias a la adaptabilidad a hábitat con suelos pobres, al tener la capacidad de fijar nitrógeno en nódulos de sus raíces (Paredes, 2013), en el caso de la familia Cactácea es debido a que cuentan con la capacidad de adaptarse a suelos calcáreos como lo es el suelo en ambas comunidades, pueden regular el pH interno de sus células para contrarrestar los efectos alcalinos del suelo (Ruiz-Perez et al., 2021) y finalmente la familia Fabácea al ser una de las familias más grandes, cuenta con gran diversidad en diferentes ambientes, estas son poco palatables y en ocasiones tóxicas para el ganado (Lira-Noriega et al., 2007), lo que les ayuda a sobrevivir el pastoreo como generalmente ocurre en los matorrales xerófilos.

No se encontró ninguna relación significativa entre la comunidad de aves y la comunidad vegetal, debido a que posiblemente el número de muestras fue pequeño para que los datos fueran significativos. Por otra parte, los datos de cobertura, densidad y riqueza de especies vegetales muestran que no existe diferencias entre las dos comunidades debido a que tres parcelas es poco esfuerzo de muestreo, sin embargo, proponemos que se lleven a cabo estudios futuros de vegetación con un

mayor número de muestras, para poder describir la relación con la comunidad de aves.

## Conclusiones

En el presente estudio se encontró mayor riqueza específica en comparación con otros matorrales xerófilos de México, esto se debe a que los sitios de estudios analizados en el presente trabajo pueden ofrecer alimento, refugios, sitios de percha y sitios de anidamiento lo que nos indica que es un sitio importante para la conservación de las aves.

A pesar de encontrar alta riqueza de especies y diversidad de especies de aves en ambos sitios, encontramos dominancia de tres especies de aves; *Z. asiatica*, *M. hypopolius* y *H. mexicanus* para ambas comunidades, a la cercanía de las dos zonas de estudio, además estas especies han sido descritas como especies comunes en las zonas áridas del país, también estas aves son removedores de semillas de especies vegetales de las zonas áridas, como cactus columnares.

Por otra parte, la riqueza específica en San Juan Raya fue diferente entre las temporadas de primavera-verano y otoño-invierno, debido a la migración de especies de aves invernales, lo cual posiblemente se debe a que es una zona de stop over importante para algunas especies de aves.

Los datos de diversidad de gremios alimenticios de las aves registrados indican que los dos sitios de estudios cuentan con una amplia variedad de recursos alimenticios para la avifauna, sin embargo, es necesario realizar un análisis que evalúe la relación que guardan las aves con la disponibilidad del recurso en la zona de estudio.

La comunidad de aves del matorral xerófilo del Valle de Tehuacán es prioritaria para la conservación debido a la gran cantidad de especies endémicas registradas en este estudio y en otros estudios llevados a cabo en el Valle.



## Referencias

Arizmendi, M. C. y Ornelas, J. F. (1990). Hummingbirds and their floral resources in a tropical dry forest in México. *Biotropica*, 22(2): 172-180.

Arizmendi, M. C. y Espinosa M. A. (1996). Avifauna de los bosques de cactáceas columnares del Valle de Tehuacán, Puebla. *Acta Zoológica Mexicana*, 67:25-46.

Arizmendi, M. C., Márquez-Valdelamar L. y Ornelas. J. F. (2002). Avifauna de la región de Chamela, Jalisco. en Historia Natural de Chamela. p. 297-329. Noguera, F. A., J. H. Vega, A. N. García, M. Quesada (Eds). Instituto de Biología. UNAM. México.

Block, W. M. y Brennan, L. A. (1993). The habitat concept in ornithology: theory and applications. *Current Ornithology*, 11: 35-91.

Buler, J. J., Moore, F. R. y Woltmann, S. (2007). A multi-scale examination of stopover habitat use by birds. *Ecology*, 88(7), 1789-1802.

Castillo L. J. P. (2011). *Dispersión biótica de semillas de la cactácea columnar C. mezcalaensis (Bravo) Backeberg en el Valle de Tehuacán, Puebla.* (Tesis de doctorado). Universidad Nacional Autónoma de México.

Codesido, M. y Bilenca, D. N. (2000). Comparación de los métodos de transectos de faja y de conteo de puntos de radio fijo en una comunidad de aves del bosque semiárido santiagueño. *El Hornero*, 15(2): 85-91.

CONAFOR. (2018). Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2009 - 2014. Inventario Nacional de Suelos, 1200.

Contreras-Balderas, A. J. (1997). Resumen avifaunístico de Nuevo León, México. RW Dickerman (comp.). The era of Allan Phillips: A festschrift. Horizon Communications. Albuquerque, New Mexico, 35-44.

Contreras-González, A. M. (2015). *Efecto de las interacciones bióticas en algunos aspectos de la biología reproductiva del cactus C. tetetzo en un bosque tropical caducifolio.* [Tesis de doctorado]. Universidad Nacional Autónoma de México.

Corcuera, P. R. y Butterfield, J. E. L. (1999). Bird species densities and richness in dry forests and oak woodland of western Mexico. *Ibis*, 141: 240-255.

Cortés, N. (2009). *Geoconservación y Cultura: un análisis del paisaje en Zapotitlán Salinas-El Encinal, Puebla*. Tesis de Maestría en Geografía, CIGA-UNAM, México.

Curtis, J. (1959). The vegetation of Wisconsin. An ordination of plant communities. Univ. of Wisconsin Press. Madison. EUA, 657 p.

Escalante, P., Navarro, A.G. y Peterson, A.T. (1998). Un análisis geográfico, ecológico e histórico de la diversidad de las aves terrestres de México. Pp. 279- 313. In: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa. (comps). Biodiversidad Biológica de México: Orígenes y Distribución. Instituto de Biología. UNAM, México, D.F.

Feinsinger, P. (2004). El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad.

Garcés, P. A. y Angher, G. (2006). Estudio de la diversidad, similitud y dominancia de aves en 10 sitios de la región occidental, provincia de coclé. *Tecnociencia*, 8(2): 129-147.

García-Chávez, J., Sosa, V. J. y Montaña, C. (2010). Variation in post-dispersal predation of cactus seeds under nurse plant canopies in three plant associations of a semiarid scrubland in central Mexico. *Journal of Arid Environments*, 74: 54-62.

García-Salas, J. A., Contreras-Balderas, A. J. y González-Rojas, Y. J. (1997). Aves en el matorral desértico micrófilo (*Larrea tridentata*) en el valle de cuatrociénegas, Coahuila, México.

García-Trejo, E. A. y Navarro S., A. G. (2004). Patrones biogeográficos de la riqueza de especies y el endemismo de la avifauna en el oeste de México. *Acta zoológica mexicana*, 20(2): 167-185.

Gómez de Silva, H. y Alvarado Reyes, E. (2010). Breve historia de la observación de aves en México en el siglo XX y principios del siglo XXI. *Huitzil*, 11: 9-20.

Gómez, M. H. (2005). Avifauna del campus de la Universidad del Quindío. *Boletín Sao*, 2: 42-60.

Gómez-Moreno, V. D. C., González-Gaona, O. J., López-Mancilla, A., Montoya-Cruz, L., Vela-Puga, J. J. y Niño-Maldonado, S. (2022). Dinámica estacional de las comunidades de aves en el matorral submontano de la Sierra de San Carlos, Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 38: 5.

González-Figueroa, J. E. (2019). *Distribución de Glaucidium brasilianum y Strix virgata en un paisaje heterogéneo de la presión Central de Chiapas.*

González-García, F. (2011). Métodos para contar aves terrestres. Manual de técnicas para el estudio de la fauna, 1: 86-123.

González, N. D. B (2023). Estructura de la red de interacciones mutualistas entre aves frugívoras residentes, migratorias y plantas ornitócoras en tierras bajas de la cordillera oriental colombiana.

González-Rodríguez, H., Ramírez-Lozano, R. G., Cantú-Silva, I., Gómez-Meza, M. V. y Uvalle-Sauceda, J. I. (2010). Composición y estructura de la vegetación en tres sitios del estado de Nuevo León, México. *Polibotánica*, (29): 91-106.

Gutián, J. (2000). *Zorzales, espinos y serbales: Un estudio sobre el consumo de frutos silvestres de las aves migratorias en la costa occidental europea.* Univ Santiago de Compostela.

Hammer, O., Harper, D. Y Ryan, P. (2001). PAST: paquete de programas de estadística paleontológica para enseñanza y análisis de datos. *Palaeontol. Electrón*, 4: 4.

Handal S., A., Cantú M., B., Villareal E. B., O. A., López, P. A., López R., L., Cruz A., A. y Camacho R., F. (2011). La biodiversidad en Puebla estudio de estado.

Heredia Pineda, F. J. (2000). *Efectos de los tratamientos mecánicos sobre las aves en el matorral xerófilo en Lampazos, Nuevo León* (Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Nuevo León).

Herrera-Fuentes, Navarrete-Jiménez, Zavala-Hurtado, Orendain-Méndez y Campos-Serrano. (1999). Diversidad y abundancia temporal de insectos del Jardín Botánico del valle de Zapotitlán Salinas, Puebla. Departamento de Biología. UAM Iztapalapa.

Herrera Serrano, P. y Contreras González, A. M. (2023). *Remoción primaria de semillas de Bursera galeottiana, Castela tortuosa y Lycium boerhaviifolium, en el matorral xerófilo*. [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional Autónoma de México.

Holt, D. W., Berkley, R., Deppe, C., Enríquez-Rocha, P. L., Petersen, J. L. y Rangel-Salazar, J. L. (1999). Ferruginous Pygmy-owl (*Glaucidium brasilianum*). *Handbook of the Birds of the World*, 5: 217

Hutto, R. L. (1990). Measuring the availability of food resources. *Studies in avian biology*, 13: 20-28.

Idropo-Medina, C. y Gallo-Cajiao, E. (2012). Movilidad de aves de sotobosque entre fragmentos de bosque subandino en los Andes colombianos. Memorias Manejo de Fauna Silvestre en Amazonia y Latinoamérica.

Jiménez-Valverde, A. y Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista ibérica de aracnología*, 8: 151-161.

Lantschner, M. V. y Rusch, V. (2007). Impacto de diferentes disturbios antrópicos sobre las comunidades de aves de bosques y matorrales de *Nothofagus antarctica* en el NO Patagónico. *Ecología austral*, 17: 99-112.

Lira-Noriega, A., Guevara, S., Laborde, J. y Sánchez-Ríos, G. (2007). Composición florística en potreros de los Tuxtlas, Veracruz, México. *Acta botánica mexicana*, 80: 59-87.

López-Gómez, V., Zedillo-Avelleyra, P., Anaya-Hong, S., González-Lozada, E. y Cano-Santana, Z. (2012). Efecto de la orientación de la ladera sobre la estructura poblacional y ecomorfología de *Neobuxbaumia tetetzo* (Cactaceae). *Botanical Sciences*, 90: 453-457.

McLaren, J. D., Buler, J. J., Schreckengost, T., Smolinsky, J. A., Boone, M., Emiel van Loon, E., Dawson, D. K. y Walters, E. L. (2018). Artificial light at night confounds broad-scale habitat use by migrating birds. *Ecology letters*, 21: 356-364.

Magurran, A. E., (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey. 179 p.

Magurran, A. E. (2013). *Measuring biological diversity*. John Wiley y Sons.

Martínez O., R., M., Tuya P., L., C., Martínez O., M., Pérez A., A. y Cánovas, A. M. (2009). El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman caracterización. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 8: 0-0.

Morales-Garduño, L. (2019). *Flora y análisis panbiogeográfico de un matorral xerófilo del centro de México*. (Tesis de Doctorado) Universidad Nacional Autónoma de México.

Moya Moreno, H. (2002). *Disponibilidad de alimento y estructura del hábitat en la distribución y abundancia de aves insectívoras en una selva baja en Estipac, Jalisco*. Tesis de Maestría. Posgrado en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Navarro-Sigüenza, Adolfo G., Rebón-Gallardo, Ma. Fanny, Gordillo-Martínez, Alejandro, Townsend Peterson, A., Berlanga-García, Humberto y Sánchez-González, Luis A. (2014). Biodiversidad de aves en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85: S476-S495.

Nathan, R., Getz, W. M., Revilla, E., Holyoak, M., Kadmon, R., Saltz, D. y Smouse, P. E. (2008). A movement ecology paradigm for unifying organismal movement research. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105: 19052-19059.

Navarro-Sigüenza, A. G., Rebón-Gallardo, M. F., Gordillo-Martínez, A., Peterson, A. T., Berlanga-García, H. y Sánchez-González, L. A. (2014). Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 476-495.

Nolasco, H. y Vega-Villasante, F. (2000). Digestive enzymatic activity of *Melanerpes uropygialis* (Aves: Picidae) and *Zenaida asiatica* (Aves: Columbidae) and its possible

influence on cactus seed dispersal in the sonoran desert, México. *Revista Biología*, 14: 121-125.

Ornelas, J. F. y Arizmendi, M. D. C. (1995). Altitudinal migration: implications for the conservation of the Neotropical migrant avifauna of western Mexico. In Symposium-Workshop. Los Tuxtlas, Veracruz, México. Universidad Nacional Autónoma de México. Maine Agricultural and Forest Experiment Station. Miscellaneous Publication (pp. 98-112).

Ortiz-Pulido, R., Anaid D., S., Valle-Díaz, O. I. y Fisher, A. D. (2012). Hummingbirds and the plants they visit in the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, Mexico. *Revista mexicana de biodiversidad*, 83(1): 152-163.

Osorio-Olarte, J. (2012). Aves migratorias neotropicales en parques y jardines de Bogotá: 1945-2005. *Revista nodo*, 6: 67-82.

Paredes, M. C. 2013. *Fijación biológica de nitrógeno en leguminosas y gramíneas*. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina.

Pérez-Martínez, A., (2015). *Efecto de la perturbación sobre algunos aspectos de la biología reproductiva de Gomphrena decumbens Jacq. en Zapotitlán Salinas, Puebla* (Bachelor's thesis).

Pérez-Villafaña, M. y Valiente-Banuet, A. (2009). Effectiveness of dispersal of an ornithocorous cactus *Myrtillocactus geometrizans* (Cactaceae) in a patchy environment. *The Open Biology Journal*, 2.

Peterson, A., Escalona-Segura, G., Zyskowski, K., Kluza, D. y Hernández-Baños, B. (2003). Avifauna of two dry forest sites in northern Oaxaca, Mexico. *Huitzil*.

Quiroga-Carmona, M. e Isasi-Catalá, E. (2013). Depredación de un ratón colicorto achocolatado (*Necromys urichi*) por una pavita ferruginea (*Glaucidium brasilianum*) en la Cordillera de la Costa de Venezuela. *Huitzil*, 14: 101-104.

Ramírez-Albores, J. E., Martínez, F. y Vásquez, J. C. (2007). Listado avifaunístico de un matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México. *Huitzil Revista Mexicana de Ornitología*, 8: 1-10.

Ramos G. A. (2016). *Impacto de la edad de los adultos reproductores y la estructura del hábitat en la paternidad extra-pareja del bobo de patas azules*. Tesis de doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México.

Rappole, J. H, Morton, E. S., Lovejoy, T. E. y Ruos, J. R. (1993). Aves migratorias neárticas en los neotrópicos. Conservation and research center. National zoological park, *Front Royal*, VA. 341 pp.

Reséndiz-Cruz, I., Pérez-Montes, L. E. y Navarro-Sigüenza, A. G. (2017). La comunidad de aves del sureste del Valle del Mezquital, México: Estructura y composición. *Huitzil Revista Mexicana de Ornitología*, 18: 157- 175.

Rodríguez-Estrella, R. (2007). *Los cambios en el uso del suelo afectan los patrones de distribución de las aves del desierto en la península de Baja California, México*. *Diversidad y distribuciones*, 13: 877-889.

Ruiz-Pérez, A., Vázquez-Díaz, E., Ybarra-Moncada, M. C. y García-Nava, J. R. (2021). Calidad de semilla y sobrevivencia de plántulas de *Echinocactus platyacanthus* de tres regiones de México. *Revista fitotecnia mexicana*, 44: 33-40.

Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México. Primera edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.*

Sánchez Turcios, R. A. (2015). t-Student: Usos y abusos. *Revista mexicana de cardiología*, 26: 59-61.

Simberloff, D., Dayan, T. (1991). The guild concept and the structure of ecological communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* 22: 115-143.

Sosa, Q. J. J., (2019). *Impacto de dos actividades humanas de subsistencia sobre la estructura de las biocostras y su efecto en la dinámica del nitrógeno en un desierto tropical*. Tesis de doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México.

Temple, S. A. y Wiens, J. A. (1989). Bird populations and environmental changes: can birds be bio-indicators. *American Birds*, 43: 260-270.

Tinoco, B. (2009). Estacionalidad de la comunidad de aves en un bosque deciduo tumbesino en el sur occidente de Ecuador. *Ornitología Neotropical*, 20: 157-170.

Trujillo Pérez, A. (2022). Caracterización de gremios alimenticios y diversidad de avifauna en el zacatal y matorral xerófilo en el Sureste de Coahuila, México.

Valiente-Banuet, A., Arizmendi, M. C., Rojas-Martínez, A. y Dominguez-Canseco, L. (1996). Ecological relationships between columnar cacti and nectar-feeding bats in México. *Journal of Tropical Ecology*, 12: 103-119.

Valiente-Banuet, A., Casas, A., Alcántara, A., Dávila, P., Flores-Hernández, N., Arizmendi, M. C., Villaseñor, J. L. y Ortega, J. (2000). La vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 67: 24-74.

Vázquez, L., Moya, H. y Arizmendi, M. (2009). Avifauna de la selva baja caducifolia en la cañada del río Sabino, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80: 535-549.

Vega, J. H. y Rappole, J. H. (1994). Effects of scrub mechanical treatment on the nongame bird community in the Rio Grande plain of Texas. *Wild Society Bull*, 22:165-171.

Zepeda-Gómez, C., Lot-Helgueras, A., Nemiga, X. A. y Madrigal-Uribe, D. (2012). Florística y diversidad de las ciénegas del río Lerma Estado de México, México. *Acta botánica mexicana*, (98): 23-43.



**Anexos Anexo 1.** Listado de especies de aves presentes en la localidad de SJR en la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán. Donde: NE=no endémico, EN= endemico, SE= semiendemico, CE= causiendemico, R= residente, MI= migratorio de invierno, MV= migratorio de verano, SC= sin categoría, G= granívoro, O= omnívoro, C= carnívoro, CA= carroñero, I= insectívoro, N= nectarívoro y F= frugívoro.

Orden	Familia	Especie	Endemismo	Estacionalidad	NOM-059	Gremio	Abundancia relativa
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	NE	R	SC	G	0.007
		<i>Columbina passerina</i>	NE	R	SC	G	0.008
		<i>Zenaida asiatica</i>	NE	R	SC	O	0.163
		<i>Zenaida macroura</i>	NE	R	SC	O	0.001
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx velox</i>	NE	R	SC	C, I	0.001
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	NE	R	SC	I	0.005
Apodiformes	Apodidae	<i>Aeronautes saxatalis</i>	NE	R	SC	I	0.007
	Trochilidae	<i>Archilochus colubris</i>	NE	MI	SC	N	0.004
		<i>Calothorax lucifer</i>	SE	R	SC	N	0.001
		<i>Cyananthus latirostris</i>	SE	R	SC	N	0.020
		<i>Eugenes fulgens</i>	NE	R	SC	N	0.001
		<i>Phaeoptila sordida</i>	EN	R	SC	N	0.001
		<i>Ramosomyia violiceps</i>	SE	R	SC	N	0.002
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	NE	R	SC	CA	0.009
		<i>Coragyps atratus</i>	NE	R	SC	CA	0.006
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	NE	R	Pr	C	0.001
		<i>Buteo brachyurus</i>	NE	R	SC	C	0.001
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon elegans</i>	NE	R	SC	F, I	0.003
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes auratus</i>	NE	R	SC	I, F	0.002
		<i>Dryobates scalaris</i>	NE	R	SC	I, F	0.007
		<i>Melanerpes hypopolius</i>	EN	R	SC	I, F	0.087
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	NE	R	SC	CA	0.002
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	NE	R	SC	I	0.001

Orden	Familia	Especie	Endemismo	Estacionalidad	NOM-059	Gremio	Abundancia relativa	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus sordidulus</i>	NE	T	SC	I	0.001	
		<i>Empidonax flaviventris</i>	NE	MI	SC	I	0.001	
		<i>Empidonax sp.</i>						0.009
		<i>Myiarchus cinerascens</i>	NE	R	SC	I	0.004	
		<i>Myiarchus crinitus</i>	NE	MI	SC	I	0.003	
		<i>Myiarchus nuttingi</i>	NE	R	SC	I	0.007	
		<i>Myiarchus sp.</i>						0.012
		<i>Myiarchus tuberculifer</i>	NE	R	SC	I	0.007	
		<i>Myiarchus tyrannulus</i>	NE	R	SC	I	0.002	
		<i>Tyrannus verticalis</i>	NE	MV	SC	I	0.003	
		<i>Tyrannus vociferans</i>	SE	R	SC	I	0.028	
	Vireonidae	<i>Vireo solitarius</i>	NE	MI	SC	I	0.001	
		<i>Vireo sp.</i>						0.001
	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	NE	R	SC	C, I	0.009	
	Corvidae	<i>Aphelocoma woodhouseii</i>	NE	R	SC	O	0.029	
	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	NE	R	SC	I	0.012	
	Poliophtidae	<i>Poliophtila albiloris</i>	NE	R	SC	I	0.009	
		<i>Poliophtila caerulea</i>	NE	R	SC	I	0.015	
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	NE	R	SC	I	0.005	
		<i>Campylorhynchus jocosus</i>	EN	R	SC	I	0.067	
		<i>Catherpes mexicanus</i>	NE	R	SC	I	0.002	
		<i>Thryomanes bewicki</i>	NE	R	SC	I	0.019	
	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	NE	R	SC	O	0.009	
<i>Toxostoma curvirostre</i>		NE	R	SC	I, F	0.014		
<i>Toxostoma ocellatum</i>		EN	R	SC	O	0.005		

Orden	Familia	Especie	Endemismo	Estacionalidad	NOM-059	Gremio	Abundancia relativa
Passeriformes	Ptiliognatidae	<i>Phainopepla nitens</i>	NE	R	SC	F, I	0.009
	Peucedramidae	<i>Peucedramus taeniatus</i>	NE	R	SC	I	0.003
	Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	NE	R	SC	F, I	0.108
		<i>Spinus psaltria</i>	NE	R	SC	G	0.013
	Passerellidae	<i>Amphispiza bilineata</i>	NE	R	SC	O	0.001
		<i>Melospiza fusca</i>	NE	R	SC	I, F	0.098
		<i>Peucaea botterii</i>	NE	R	SC	O	0.001
		<i>Peucaea mystacalis</i>	EN	R	SC	O	0.064
	Icteridae	<i>Icterus bullockii</i>	SE	MI	SC	O	0.002
		<i>Icterus cucullatus</i>	SE	MI	SC	O	0.001
		<i>Icterus parisorum</i>	SE	MI	SC	O	0.009
		<i>Icterus pustulatus</i>	NE	R	SC	O	0.003
		<i>Icterus sp.</i>					0.001
		<i>Icterus wagleri</i>	NE	R	SC	O	0.042
		<i>Molothrus aeneus</i>	NE	R	SC	I, G	0.005
		<i>Molothrus ater</i>	NE	R	SC	I, G	0.001
	Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>	CE	R	SC	I	0.007
		<i>Cardellina pusilla</i>	NE	MI	SC	I	0.001
		<i>Leiothlypis ruficapilla</i>	NE	MI	SC	I	0.004
		<i>Leiothlypis virginiae</i>	SE	MI	SC	I	0.001
		<i>Setophaga coronata</i>	NE	R	SC	I	0.001
		<i>Setophaga townsendi</i>	NE	MI	SC	I	0.002
	Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	NE	R	SC	G	0.001
<i>Pheucticus melanocephalus</i>		SE	R	SC	G, F	0.005	
Thraupidae	<i>Sporophila moreletii</i>	NE	R	SC	I, G	0.001	

**Anexo 2.** Listado de especies de aves presentes en el JBHB en la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán. Donde: NE= no endemico, EN= endemico, SE= semiendemico, CE= causiendemico, R= residente, MI= migratorio de invierno, MV= migratorio de verano, T= transitoria, SC= sin categoría, PR= sujeto a protección especial, G= granívoro, O= omnívoro, C= carnívoro, CA= carroñero, I= insectívoro, N= nectarívoro, IN= invertebrados y F= frugívoro.

Orden	Familia	Especie	Endemismo	Estacionalidad	NOM-059	Gremio	Abundancia relativa
Anseniformes	Anatidae	<i>Anas crecca</i>	NE	MI	SC	C, IN	0.001
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	NE	R	SC	G	0.002
		<i>Columbina passerina</i>	NE	R	SC	O	0.009
		<i>Leptotila verreauxi</i>	NE	R	SC	O	0.001
		<i>Zenaida asiatica</i>	NE	R	SC	O	0.214
		<i>Zenaida macroura</i>	NE	R	SC	O	0.003
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx velox</i>	NE	R	SC	C, I	0.001
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	NE	R	SC	I	0.001
Apodiformes	Apodidae	<i>Aeronautes saxatalis</i>	NE	R	SC	I	0.005
	Trochilidae	<i>Calothorax lucifer</i>	SE	R	SC	N	0.001
		<i>Calothorax pulcher</i>	EN	R	SC	N	0.001
		<i>Cyanthus latirostris</i>	SE	R	SC	N	0.024
		<i>Heliomaste longiristris</i>	NE	R	PR	N	0.001
		<i>Saucerottia beryllina</i>	NE	R	SC	N	0.001
		<i>Selasphorus heloisa</i>	EN	R	SC	N	0.001
<i>Ramosomyia violiceps</i>	SE	R	SC	N	0.011		
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularis</i>	NE	MI	SC	C, IN	0.003
	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	NE	R	SC	C, IN	0.003
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	NE	R	SC	CA	0.009
		<i>Coragyps atratus</i>	NE	R	SC	CA	0.010
Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	NE	R	SC	C	0.003
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	NE	R	SC	C	0.001
		<i>Buteo jamaicensis</i>	NE	R	SC	C	0.001
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon elegans</i>	NE	R	SC	F, I	0.003

Orden	Familia	Especie	Endemismo	Estacionalidad	NOM-059	Gremio	Abundancia relativa	
Coraciiformes	Momotidae	<i>Momotus mexicanus</i>	CE	R	SC	I	0.001	
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes auratus</i>	NE	R	SC	I, F	0.002	
		<i>Dryobates scalaris</i>	NE	R	SC	I, F	0.006	
		<i>Melanerpes hypopolius</i>	EN	R	SC	I, F	0.107	
		<i>Falco peregrinus</i>	NE	R	PR	C	0.001	
Falconiformes	Falconidae							
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus pertinax</i>	NE	R	SC	I	0.001	
		<i>Contopus sordidulus</i>	NE	MV	SC	I	0.001	
		<i>Contopus sp.</i>	NE				I	0.001
		<i>Empidonax minimus</i>	NE	MI	SC	I	0.001	
		<i>Empidonax sp.</i>						0.005
		<i>Empidonax difficillis</i>	SE	MI	SC	I	0.003	
		<i>Myiarchus cinerascens</i>	NE	R	SC	I	0.007	
		<i>Myiarchus crinitus</i>	NE	MI	SC	I, F	0.001	
		<i>Myiarchus nuttingi</i>	NE	R	SC	I	0.005	
		<i>Myiarchus sp.</i>	NE					0.008
		<i>Myiarchus tuberculifer</i>	NE	R	SC	I	0.008	
		<i>Myiarchus tyrannulus</i>	NE	R	SC	I	0.008	
		<i>Myiozetetes similis</i>	NE	R	SC	I	0.002	
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	NE	R	SC	O	0.012	
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	NE	R	SC	I	0.023	
		<i>Sayornis nigricans</i>	NE	R	SC	I	0.005	
		<i>Sayornis phoebe</i>	NE	MI	SC	I	0.001	
		<i>Sayornis saya</i>	NE	R	SC	I	0.001	
		<i>Tyrannus verticalis</i>	NE	MI	SC	I	0.002	
		<i>Tyrannus vociferans</i>	SE	R	SC	I	0.008	
<i>Tyrannus sp.</i>						0.001		

Orden	Familia	Especie	Endemismo	Estacionalidad	NOM-059	Gremio	Abundancia relativa
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo plumbeus</i>	NE	R	SC	I	0.001
		<i>Vireo solitarius</i>	NE	MI	SC	I	0.001
	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	NE	R	SC	C, I	0.001
	Corvidae	<i>Aphelocoma woodhouseii</i>	NE	R	SC	O	0.001
		<i>Corvus corax</i>	NE	R	SC	O	0.001
	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	NE	R	SC	I	0.037
		<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	NE	R	SC	I	0.024
	Aegithalidae	<i>Psaltriparus minimus</i>	NE	R	SC	I	0.001
	Poliophtilidae	<i>Poliophtila albiloris</i>	NE	R	SC	I	0.040
		<i>Poliophtila caerulea</i>	NE	R	SC	I	0.027
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	NE	R	SC	I	0.001
		<i>Campylorhynchus jocosus</i>	EN	R	SC	I	0.014
		<i>Catherpes mexicanus</i>	NE	R	SC	I	0.008
		<i>Salpinctes obsoletus</i>	NE	R	SC	I	0.010
		<i>Troglodytes aedon</i>	NE	R	SC	I	0.001
		<i>Thryomanes bewickii</i>	NE	R	SC	I	0.008
	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	NE	R	SC	O	0.070
		<i>Toxostoma curvirostre</i>	NE	R	SC	I, F	0.024
	Ptiliognatidae	<i>Phainopepla nitens</i>	NE	R	SC	F, I	0.070
	Peucedramidae	<i>Peucedramus taeniatus</i>	NE	R	SC	I	0.002
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	EXO	R	SC	O	0.001	
Fringilidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	NE	R	SC	F, I	0.060	
	<i>Spinus psaltria</i>	NE	R	SC	G	0.015	
Passerellidae	<i>Peucaea mystacalis</i>	EN	R	SC	O	0.008	
	<i>Spizella pallida</i>	SE	R	SC	O	0.001	

Orden	Familia	Especie	Endemismo	Estacionalidad	NOM-059	Gremio	Abundancia relativa
Passeriformes	Passerellidae	<i>Melospiza fusca</i>	NE	R	SC	I, F	0.010
	Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	NE	R	SC	I, G	0.001
		<i>Icterus cucullatus</i>	SE	MI	SC	O	0.005
		<i>Icterus parisorum</i>	SE	R	SC	O	0.003
		<i>Icterus pustulatus</i>	NE	R	SC	O	0.007
		<i>Icterus wagleri</i>	NE	R	SC	O	0.002
	Icteridae	<i>Molothrus aenus</i>	NE	R	SC	O	0.005
		<i>Molothrus ater</i>	NE	R	SC	O	0.003
		<i>Basileuterus rufifrons</i>	CE	R	SC	I	0.005
	Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	NE	R	SC	I	0.002
		<i>Setophaga petechia</i>	NE	R	SC	I	0.001
		<i>Setophaga townsendi</i>	NE	MI	SC	I	0.002
		<i>Leiothlypis ruficapilla</i>	NE	MI	SC	I	0.005
		<i>Leiothlypis virginiae</i>	SE	MI	SC	I	0.001
		<i>Pheucticus chrysopheplus</i>	CE	R	SC	G, F	0.002
	Cardinalidae	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	SE	R	SC	I, G	0.001
		<i>Passerina caerulea</i>	NE	R	SC	I, G	0.002
<i>Passerina versicolor</i>		NE	R	SC	G	0.002	

**Anexo 3.** Categoría de endemismo de las especies registradas de aves presentes en SJR. Donde: NE= no endemico, EN= endemico, SE= semiendemico y CE= causiendemico.

Especie	Endemismo
<i>Basileuterus rufifrons</i>	CE
<i>Phaelloptila sordida</i>	EN
<i>Melanerpes hypopolius</i>	EN
<i>Campylorhynchus jocosus</i>	EN
<i>Toxostoma ocellatum</i>	EN
<i>Peucaea mystacalis</i>	EN
<i>Calothorax lucifer</i>	SE
<i>Cyananthus latirostris</i>	SE
<i>Ramosomyia violiceps</i>	SE
<i>Tyrannus vociferans</i>	SE
<i>Icterus cucullatus</i>	SE
<i>I. bullockii</i>	SE
<i>I. parisorum</i>	SE
<i>Leiothlypis virginiae</i>	SE
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	SE



**Anexo 4.** Endemismo de las especies registradas de aves presentes en el JBHB. Donde: NE= no endemico, EN= endemico, SE= semiendemico y CE= causiendemico.

Especie	Endemismo
<i>Calothorax pulcher</i>	EN
<i>Selasphorus heloisa</i>	EN
<i>Melanerpes hypopolius</i>	EN
<i>Campylorhynchus jocosus</i>	EN
<i>Peucaea mystacalis</i>	EN
<i>Momotus mexicanus</i>	CE
<i>Basileuterus rufifrons</i>	CE
<i>Pheucticus chrysopheplus</i>	CE
<i>Calothorax lucifer</i>	SE
<i>Cynanthus latirostris</i>	SE
<i>Ramosomyia violiceps</i>	SE
<i>Empidonax difficillis</i>	SE
<i>Tyrannus vociferans</i>	SE
<i>Spizella pallida</i>	SE
<i>Icterus cucullatus</i>	SE
<i>I. parisorum</i>	SE
<i>Leiothlypis virginiae</i>	SE
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	SE

**Anexo 5.** Datos de diversidad de aves, gremio, abundancia relativa, riqueza de especies en parcelas en SJR. Donde: AR= Abundancia relativa, Fa= frecuencia acumulada, Fr= frecuencia relativa, Dr= densidad relativa, IVI= índice valor de importancia, G= granívoro, O= omnívoro, C, I= carnívoro/insectívoro, CA= carroñero, I= insectívoro, N= nectarívoro, I, F= insectívoro/frugívoro, F, I= frugívoro/insectívoro, I, G= insectívoro/granívoro, G, F= granívoro/frugívoro.

Orden	Familia	Especie	Gremio	AR	Fa	Fr	Dr	IVI
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	G	0.007	0.333	0.016	0.007	0.029
		<i>Zenaida asiatica</i>	O	0.113	1.000	0.047	0.113	0.272
Caprimulgiformes	Trochilidae	<i>Calothorax lucifer</i>	N	0.007	0.333	0.016	0.007	0.029
		<i>Cynanthus latirostris</i>	N	0.033	1.000	0.047	0.033	0.113
		<i>Eugenes fulgens</i>	N	0.007	0.333	0.016	0.007	0.029
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	CA	0.013	0.333	0.016	0.013	0.042
Piciformes	Picidae	<i>Dryobates scalaris</i>	I, F	0.007	0.333	0.016	0.007	0.029
		<i>Melanerpes hypopolius</i>	I, F	0.060	1.000	0.047	0.060	0.166
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax sp</i>	I	0.013	0.333	0.016	0.013	0.042
		<i>Myiarchus crinitus</i>	I	0.013	0.333	0.016	0.013	0.042
		<i>Myiarchus nuttingi</i>	I	0.007	0.333	0.016	0.007	0.029
		<i>Myiarchus sp.</i>	I	0.007	0.333	0.016	0.007	0.029
		<i>Myiarchus tyrannulus</i>	I	0.007	0.333	0.016	0.007	0.029
		<i>Tyrannus verticalis</i>	I	0.013	0.333	0.016	0.013	0.042
		<i>Tyrannus vociferans</i>	I	0.040	1.000	0.047	0.040	0.126
	Vireonidae	<i>Vireo solitarius</i>	I	0.007	0.333	0.016	0.007	0.029
	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	C, I	0.007	0.333	0.016	0.007	0.029
	Corvidae	<i>Aphelocoma woodhouseii</i>	O	0.013	0.333	0.016	0.013	0.042
	Poliptilidae	<i>Poliptila albiloris</i>	I	0.013	0.333	0.016	0.013	0.042
		<i>Poliptila caerulea</i>	I	0.020	0.667	0.031	0.020	0.071
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	I	0.007	0.333	0.016	0.007	0.029

Orden	Familia	Especie	Gremio	AR	Fa	Fr	Dr	IVI
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus jocosus</i>	I	0.033	1.000	0.047	0.033	0.113
		<i>Thryomanes bewicki</i>	I	0.033	0.667	0.031	0.033	0.097
	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	I, F	0.026	1.000	0.047	0.026	0.100
	Ptiliogonitidae	<i>Phainopepla nitens</i>	F, I	0.007	0.333	0.016	0.007	0.029
	Fringilidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	F, I	0.113	1.000	0.047	0.113	0.272
		<i>Spinus psaltria</i>	G	0.020	0.333	0.016	0.020	0.055
	Passerellidae	<i>Melozone fusca</i>	I, F	0.132	1.000	0.047	0.132	0.312
		<i>Peucaea mystacalis</i>	O	0.066	1.000	0.047	0.066	0.179
	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	O	0.007	0.333	0.016	0.007	0.029
		<i>Icterus parisorum</i>	O	0.026	0.667	0.031	0.026	0.084
		<i>Icterus pustulatus</i>	O	0.007	0.333	0.016	0.007	0.029
		<i>Icterus wagleri</i>	O	0.046	1.000	0.047	0.046	0.140
		<i>Molothrus aeneus</i>	I, G	0.007	0.333	0.016	0.007	0.029
	Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>	I	0.013	0.333	0.016	0.013	0.042
		<i>Cardellina pusilla</i>	I	0.007	0.333	0.016	0.007	0.029
		<i>Leiothlypis ruficapilla</i>	I	0.013	0.333	0.016	0.013	0.042
		<i>Setophaga townsendi</i>	I	0.013	0.667	0.031	0.013	0.058
	Cardinalidae	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	G, F	0.020	0.667	0.031	0.020	0.071

**Anexo 6.** Datos de diversidad de aves, gremio, riqueza de especies en parcelas en JBHB. Donde: AR= Abundancia relativa, Fa= frecuencia acumulada, Fr= frecuencia relativa, Dr= Densidad relativa, IVI= índice valor de importancia, G= granívoro, O= omnívoro, C, I= carnívoro/insectívoro, CA= carroñero, I= insectívoro, N= nectarívoro, I, F= insectívoro/frugívoro, F, I= frugívoro/insectívoro, I, G= insectívoro/granívoro, G, F= granívoro/frugívoro.

Orden	Familia	Especie	Gremio	AR	Fa	Fr	Dr	IVI
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	O	0.004	0.333	0.013	0.004	0.022
		<i>Zenaida asiatica</i>	O	0.249	1.000	0.040	0.249	0.538
Caprimulgiformes	Apodidae	<i>Aeronautes saxatalis</i>	I	0.021	0.333	0.013	0.021	0.055
	Trochilidae	<i>Calothorax pulcher</i>	N	0.004	0.333	0.013	0.004	0.022
		<i>Cyanthus latirostris</i>	N	0.037	1.000	0.040	0.037	0.115
		<i>Ramosomyia violiceps</i>	N	0.008	0.333	0.013	0.008	0.030
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	CA	0.021	0.667	0.027	0.021	0.068
		<i>Coragyps atratus</i>	CA	0.008	0.333	0.013	0.008	0.030
Coraciiformes	Momotidae	<i>Momotus mexicanus</i>	I	0.004	0.333	0.013	0.004	0.022
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes hypopolius</i>	I, F	0.124	1.000	0.040	0.124	0.289
		<i>Colaptes auratus</i>	I, F	0.004	0.333	0.013	0.004	0.022
Passeriformes	Tyraniidae	<i>Contopus pertinax</i>	I	0.004	0.333	0.013	0.004	0.022
		<i>Contopus sp.</i>	I	0.004	0.333	0.013	0.004	0.022
		<i>Empidonax minimus</i>	I	0.004	0.333	0.013	0.004	0.022
		<i>Empidonax difficillis</i>	I	0.004	0.333	0.013	0.004	0.022
		<i>Empidonax sp.</i>	I	0.017	0.667	0.027	0.017	0.060
		<i>Myiarchus cinerascens</i>	I	0.004	0.333	0.013	0.004	0.022
		<i>Myiarchus nuttingi</i>	I	0.012	0.333	0.013	0.012	0.038
		<i>Myiarchus sp.</i>	I	0.012	0.667	0.027	0.012	0.052
		<i>Myiarchus tuberculifer</i>	I	0.004	0.333	0.013	0.004	0.022
		<i>Myiarchus tyrannulus</i>	I	0.008	0.667	0.027	0.008	0.043
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	I	0.004	0.333	0.013	0.004	0.022
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	I	0.008	0.667	0.027	0.008	0.043
<i>Tyrannus verticalis</i>	I	0.004	0.333	0.013	0.004	0.022		

Orden	Familia	Especie	Gremio	AR	Fa	Fr	Dr	IVI
Passeriformes	Hirundidae	<i>Hirundo rustica</i>	I	0.021	0.667	0.027	0.021	0.068
		<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	I	0.004	0.333	0.013	0.004	0.022
	Poliptilidae	<i>Poliptila albiloris</i>	I	0.075	1.000	0.040	0.075	0.189
		<i>polioptila caerulea</i>	I	0.033	1.000	0.040	0.033	0.106
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	I	0.008	0.333	0.013	0.008	0.030
		<i>Campylorhynchus jocosus</i>	I	0.012	0.667	0.027	0.012	0.052
		<i>Catherpes mexicanus</i>	I	0.008	0.333	0.013	0.008	0.030
		<i>Thryomanes bewickii</i>	I	0.021	1.000	0.040	0.021	0.081
	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	O	0.033	1.000	0.040	0.033	0.106
		<i>Toxostoma curvirostre</i>	I, F	0.008	0.667	0.027	0.008	0.043
	Ptilonidae	<i>Phainopepla nitens</i>	F, I	0.037	0.667	0.027	0.037	0.101
	Fringilidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	F	0.079	1.000	0.040	0.079	0.198
		<i>Spinus psaltria</i>	G	0.017	0.667	0.027	0.017	0.060
	Passerellidae	<i>Melospiza fusca</i>	I, F	0.008	0.667	0.027	0.008	0.043
		<i>Peucaea mystacalis</i>	O	0.012	0.667	0.027	0.012	0.052
		<i>Spizella pallida</i>	O	0.004	0.333	0.013	0.004	0.022
	Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	I, G	0.004	0.333	0.013	0.004	0.022
		<i>Icterus cucullatus</i>	O	0.004	0.333	0.013	0.004	0.022
		<i>Icterus parisorum</i>	O	0.008	0.333	0.013	0.008	0.030
		<i>Icterus wagleri</i>	O	0.008	0.333	0.013	0.008	0.030
<i>Molothrus aenus</i>		O	0.004	0.333	0.013	0.004	0.022	
Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>	I	0.008	0.333	0.013	0.008	0.030	
	<i>Leiostyris alpestris</i>	I	0.004	0.333	0.013	0.004	0.022	

**Anexo 7.** Datos de diversidad, riqueza de especies, especies vegetales en SJR. Donde: AR= Abundancia relativa, DAP=Diámetro a la altura del pecho, Fa= frecuencia acumulada, Fr= frecuencia relativa, Da= densidad acumulada, Dr= densidad relativa, AB= área basal, IVI= índice valor de importancia.

Orden	Familia	Especie	AR	DAP (cm)	Fa	Fr	Da	Dr	AB (m <sup>2</sup> )	IVI	Cobertura (m <sup>2</sup> )	Porcentaje de cobertura
Fabales	Fabaceae	<i>Havardia acatlensis</i>	0.026	0.174	0.667	0.034	5.333	0.026	0.0000	0.087	24.274	0.385
		<i>Mimosa luisana</i>	0.040	0.134	0.667	0.034	8.000	0.040	0.0000	0.114	16.494	0.261
		<i>M. polyantha</i>	0.033	1.232	0.667	0.034	6.667	0.033	0.0001	0.101	144.963	2.296
		<i>Senegalia subuguntulata</i>	0.073	0.572	0.667	0.034	14.667	0.073	0.0000	0.180	2146.416	34.003
		<i>Vachellia constricta</i>	0.026	1.182	0.333	0.017	5.333	0.026	0.0001	0.070	154.336	2.445
		<i>Miembro familia</i>	0.053	1.259	1.000	0.052	10.667	0.053	0.0001	0.158	165.485	2.622
Asparagales	Asparagaceae	<i>Agave marmorata</i>	0.013	1.687	0.667	0.034	2.667	0.013	0.0002	0.061	14.471	0.229
		<i>Beucarnea gracilis</i>	0.013	8.952	0.333	0.017	2.667	0.013	0.0063	0.044	14.237	0.226
		<i>Y. periculosa</i>	0.0464	3.7913	0.6667	0.034	9.3333	0.046	0.0011	0.127	25.1008	0.3976
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Ferocactus robustus</i>	0.007	2.069	0.333	0.017	1.333	0.007	0.0003	0.030	19.352	0.307
		<i>Opuntia pilifera</i>	0.007	2.324	0.333	0.017	1.333	0.007	0.0004	0.030	9.441	0.150
		<i>Stenocereus stellatus</i>	0.007	1.337	0.333	0.017	1.333	0.007	0.0001	0.030	4.461	0.071
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	0.007	0.000	0.333	0.017	1.333	0.007	0.0000	0.030	0.196	0.003
	Malpighiaceae	<i>Galphimia glauca</i>	0.020	0.307	0.667	0.034	4.000	0.020	0.0000	0.074	6.173	0.098
		<i>Miembro de la familia</i>	0.033	0.361	1.000	0.052	6.667	0.033	0.0000	0.118	12.215	0.194

Orden	Familia	Especie	AR	DAP (cm)	Fa	Fr	Da	Dr	AB (m2)	IVI	Cobertura (m2)	Porcentaje de cobertura
Malpighiales	Passifloraceae	<i>Turnera diffusa</i>	0.013	0.102	0.667	0.034	2.667	0.013	0.0000	0.061	3.963	0.063
Asterales	Asteraceae	<i>Nahuatlea hypoleuca</i>	0.026	0.733	0.333	0.017	5.333	0.026	0.0000	0.070	105.004	1.663
		<i>Viguiera sp.</i>	0.040	0.310	0.667	0.034	8.000	0.040	0.0000	0.114	34.451	0.546
		<i>Miembro de la familia</i>	0.007	0.127	0.333	0.017	1.333	0.007	0.0000	0.030	0.101	0.002
Poales	Bromeliaceae	<i>Hechtia podantha</i>	0.007	2.228	0.333	0.017	1.333	0.007	0.0004	0.030	1.232	0.020
		<i>H. sphaeroblata</i>	0.007	1.592	0.333	0.017	1.333	0.007	0.0002	0.030	3.272	0.052
		<i>H. roseana</i>	0.007	1.910	0.333	0.017	1.333	0.007	0.0003	0.030	2.303	0.036
	Poaceae	<i>Bouteloua gracilis</i>	0.152	2.737	1.000	0.052	30.667	0.152	0.0006	0.356	1937.791	30.698
Zygophyllales	Krameriaceae	<i>Krameria cytisoides</i>	0.013	0.083	0.667	0.034	2.667	0.013	0.0000	0.061	1.784	0.028
Lamiales	Verbenaceae	<i>Lantana achyranthifolia</i>	0.007	0.099	0.333	0.017	1.333	0.007	0.0000	0.030	3.919	0.062
		<i>L. camara</i>	0.007	1.910	0.333	0.017	1.333	0.007	0.0003	0.030	3.337	0.053
		<i>Lippia graveolens</i>	0.007	0.318	0.333	0.017	1.333	0.007	0.0000	0.030	0.079	0.001
Sapindales	Anacardiaceae	<i>Pseudosmodium andrieuxii</i>	0.060	0.514	1.000	0.052	12.000	0.060	0.0000	0.171	569.739	9.026
	Rutaceae	<i>Ptelea trifoliata</i>	0.013	1.291	0.333	0.017	2.667	0.013	0.0001	0.044	141.833	2.247
Ericales	Fouquieriaceae	<i>Fouquieria formosa</i>	0.026	1.587	0.667	0.034	5.333	0.026	0.0002	0.087	134.318	2.128
Boraginales	Boraginaceae	<i>Miembro de familia</i>	0.073	3.021	1.000	0.052	14.667	0.073	0.0007	0.197	190.185	3.013
		<i>Especie desconocida</i>	0.013	1.353	0.333	0.017	2.667	0.013	0.0001	0.044	5.692	0.090
		<i>Ipomea sp.</i>	0.007	0.318	0.333	0.017	1.333	0.007	0.0000	0.030	5.101	0.081
		<i>Especie desconocida</i>	0.093	1.088	0.667	0.034	18.667	0.093	0.0001	0.220	367.583	5.823
		<i>Especie desconocida</i>	0.007	0.955	0.333	0.017	1.333	0.007	0.0001	0.030	32.936	0.522
		<i>Especie desconocida</i>	0.013	1.353	0.333	0.017	2.667	0.013	0.0001	0.044	10.140	0.161

**Anexo 8.** Datos de diversidad, riqueza de especies, de las especies vegetales en JBHB. Donde: AR= Abundancia relativa, DAP=Diámetro a la altura del pecho, Fa= frecuencia acumulada, Fr= frecuencia relativa, Da= densidad acumulada, Dr= densidad relativa, AB= área basal, IVI= índice valor de importancia.

Orden	Familia	Especie	AR	DAP (cm)	Fa	Fr	Da	Dr	AB (m2)	IVI	Cobertura (m2)	Porcentaje de cobertura
Fabales	Fabaceae	<i>Acacia acatensis</i>	0.046	1.237	0.333	0.02325581	10.667	0.04678	1.201E-04	0.116	198.411	6.017
		<i>Erythrostemon melanadenius</i>	0.017	2.989	0.666	0.04651163	4.000	0.01754	7.016E-04	0.081	33.991	1.031
		<i>Mimosa luisana</i>	0.213	1.049	1	0.06976744	49.333	0.21637	8.635E-05	0.499	754.981	22.896
		<i>Mimosa polyantha</i>	0.011	0.328	0.667	0.04651163	2.667	0.01170	8.438E-06	0.070	8.101	0.246
		<i>Neltuma laevigata</i>	0.057	1.721	1.000	0.06976744	13.333	0.05848	2.325E-04	0.186	208.216	6.314
		<i>Parkinsonia praecox</i>	0.149	2.635	0.333	0.02325581	34.667	0.15205	5.452E-04	0.325	1456.235	44.162
		<i>Senagalia greggii</i>	0.006	0.125	0.333	0.02325581	1.333	0.00585	1.227E-06	0.035	0.173	0.005
		<i>Senna fruticosa</i>	0.006	0.089	0.333	0.02325581	1.333	0.00585	6.206E-07	0.035	0.446	0.014
		<i>S. wislizenii</i>	0.103	1.074	1.000	0.06976744	24.000	0.10526	9.064E-05	0.278	180.214	5.465
		<i>Tara cacalaco</i>	0.006	2.000	0.333	0.02325581	1.333	0.00585	3.142E-04	0.035	5.027	0.152
		<i>Vachellia constricta</i>	0.046	0.647	0.667	0.04651163	10.667	0.04678	3.291E-05	0.139	136.845	4.150
Salpindales	Simaroubaceae	<i>Castela erecta</i>	0.057	3.437	0.667	0.04651163	13.333	0.05848	9.280E-04	0.162	58.438	1.772



Orden	Familia	Especie	AR	DAP (cm)	Fa	Fr	Da	Dr	AB (m2)	IVI	Cobertura (m2)	Porcentaje de cobertura
Asterales	Asteraceae	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	0.006	0.289	0.333	0.02325581	1.333	0.00585	6.555E-06	0.035	2.006	0.061
		<i>Sanvitalia procumbens</i>	0.011	0.053	0.333	0.02325581	2.667	0.01170	2.246E-07	0.046	3.526	0.107
		<i>Viguiera dentata</i>	0.046	0.710	0.333	0.02325581	10.667	0.04678	3.956E-05	0.116	36.193	1.098
		<i>Verbesina serrata</i>	0.075	0.388	1.000	0.06976744	17.333	0.07602	1.184E-05	0.221	101.970	3.092
Poales	Bromeliaceae	<i>Hechtia podantha</i>	0.034	9.750	0.333	0.02325581	8.000	0.03509	7.466E-03	0.093	5.345	0.162
		<i>H. stenopetala</i>	0.006	10.000	0.333	0.02325581	1.333	0.00585	7.854E-03	0.035	0.047	0.001
Lamiales	Verbenaceae	<i>Lippia graveolens</i>	0.006	1.344	0.333	0.02325581	1.333	0.00585	1.418E-04	0.035	37.008	1.122
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Cephalocereus tetetzo</i>	0.011	5.994	0.333	0.02325581	2.667	0.01170	2.822E-03	0.046	0.000	0.000
		<i>Mammillaria carnea</i>	0.011	9.500	0.667	0.04651163	2.667	0.01170	7.088E-03	0.070	0.033	0.001
		<i>M. haageana</i>	0.006	1.000	0.333	0.02325581	1.333	0.00585	7.854E-05	0.035	0.001	0.000
		<i>M. mystax</i>	0.006	1.600	0.333	0.02325581	1.333	0.00585	2.011E-04	0.035	2.086	0.063
		<i>Opuntia pilifera</i>	0.006	9.000	0.333	0.02325581	1.333	0.00585	6.362E-03	0.035	7.425	0.225
Solanales	Solanaceae	<i>Solanum verbascifolium</i>	0.006	0.889	0.333	0.02325581	1.333	0.00585	6.206E-05	0.035	8.957	0.272
Malpighiales	Passifloraceae	<i>Turnera diffusa</i>	0.006	0.275	0.333	0.02325581	1.333	0.00585	5.940E-06	0.035	2.129	0.065
Asparagales	Asparagaceae	<i>Agave karwinskii</i>	0.006	10.000	0.333	0.02325581	1.333	0.00585	7.854E-03	0.035	4.445	0.135
		<i>A. kerchovei</i>	0.006	9.000	0.333	0.02325581	1.333	0.00585	6.362E-03	0.035	0.650	0.020
		<i>A. marmorata</i>	0.011	5.000	0.333	0.02325581	2.667	0.01170	1.964E-03	0.046	4.621	0.140
		<i>Yucca periculosa</i>	0.006	8.000	0.333	0.02325581	1.333	0.00585	5.027E-03	0.035	1.932	0.059