

## DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE LAS AVES Y LA VEGETACIÓN EN UN REMANTE FORESTAL DE TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

Marco Antonio Altamirano-González Ortega<sup>1✉</sup> y Oscar Farrera-Sarmiento<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dirección de Áreas Naturales y Vida Silvestre, Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, Gobierno del Estado Chiapas. Calzada de las Personas Ilustres S/N, colonia Centro, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, C.P. 29000.

<sup>2</sup>Jardín Botánico Dr. Faustino Miranda, Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, Gobierno del Estado Chiapas. Calzada de las Personas Ilustres S/N, colonia Centro, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, C.P. 29000.

✉ biomarc2002@yahoo.com.mx

### Resumen

Se ha demostrado que es relevante determinar la distribución de las aves y la vegetación, tanto en forma horizontal como vertical. Existen pocos estudios al respecto en el plano vertical, sobre todo en entornos urbanizados. Estos análisis pueden ser relevantes para reconocer la importancia de estructura y composición de bosques remanentes en áreas transformadas y como afecta la ocupación de las especies. Por ello, se caracterizó la distribución vertical de aves y vegetación en el Jardín Botánico Dr. Faustino Miranda de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, con información de registros obtenidos entre mayo y noviembre de 2021. Se estimó la riqueza específica ( $S$ ), abundancia ( $n$ ), diversidad de Shannon-Weaver ( $H'$ ), diversidad de Simpson ( $D'$ ), diversidad máxima ( $H'max$ ) y equitatividad ( $J'$ ) de aves observadas en tres estratos vegetales (bajo, medio, alto), que se caracterizaron en estructura y composición. También se reconoció la relación entre riqueza y equitatividad de las aves mediante un análisis SHE (riqueza, diversidad y equitatividad). La zona más utilizada por la avifauna se ubica entre 3 y 10 metros de altura (estrato medio), donde se presentan los valores más altos de  $S$ ,  $n$ ,  $H'$ ,  $D'$  y  $H'max$ . El valor de  $J'$ , en todos los estratos, indica falta de uniformidad ( $0.004 > J' < 0.009$ ) y el análisis SHE muestra una relación inversa entre el valor de riqueza y diversidad avifaunística, con la uniformidad. La mayor riqueza de aves ocurre en el estrato medio con 41 especies. Las familias botánicas más utilizadas por las aves, en todos los estratos, presentan una estructura arbórea de tipo simpodial. *Palabras clave:* Abundancia, diversidad, equitatividad, Jardín Botánico Dr. Faustino Miranda, patrón de distribución, riqueza.

### Abstract

It has been shown that it is relevant determine the distribution of birds and vegetation, both horizontally and vertically. There are few studies on this regard in the vertical plane, especially in urbanized environments. These analyzes may be relevant to recognize the importance of the structure and composition of remaining forests in transformed areas, and how it affects the occupancy of species. For this reason, the vertical distribution of birds and vegetation was characterized in the Dr. Faustino Miranda Botanical Garden of Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, with information from records obtained between May and November 2021. Specific richness ( $S$ ), abundance ( $n$ ), Shannon Weaver diversity ( $H'$ ), Simpson diversity ( $D'$ ), maximum diversity ( $H'max$ ) and evenness ( $J'$ ) was estimated of birds observed in three vegetal strata (low, medium, high), which are characterized in structure and composition. The relationship between richness and equity of birds was also recognized, through an SHE (richness, diversity, and equity) analysis. The area most used by birds is located between 3 and 10 meters high (middle stratum), where the highest values of  $S$ ,  $n$ ,  $H'$ ,  $D'$  and  $H'max$  occur. The value of  $J'$ , in all strata, indicates a lack of uniformity ( $0.004 > J' < 0.009$ ) and the SHE analysis shows an inverse relationship between the value of avifauna richness and diversity, with uniformity. The greatest richness of birds occurs in the middle stratum with 41 species. The botanical families most used by birds, in all strata, present a sympodial tree structure.

*Keywords:* Abundance, diversity, equitability, Botanical Garden Dr. Faustino Miranda, distribution pattern, richness.

## INTRODUCCIÓN

Las características del hábitat determinan la presencia de especies en un sitio, donde la composición y estructura vegetal están estrechamente correlacionadas con las condiciones ambientales y la riqueza florística del entorno (Dauber *et alii*, 2003). En los trópicos, las aves se benefician por la complejidad estructural del hábitat, lo que origina una alta diversidad de especies (Marra y Remsen, 1997). La presencia de un alto número de estratos influye en el aumento de la diversidad de especies de aves, debido a que en cada uno de ellos ocurre también una gradación de recursos disponibles (Smith, 1973).

En los distintos estratos del dosel, en algunos grupos de especies, la composición y la riqueza varían (Thiel *et alii*, 2020). Se ha observado que los parámetros de riqueza y equitatividad de las aves pueden cambiar conforme cambia la estructura y composición de la vegetación (Leyequién *et alii*, 2010). Altamirano *et alii* (2012), indican que es necesario indagar como los valores de la diversidad de las especies (riqueza y abundancia) cambian bajo distintos enfoques (amplia representación de individuos dentro de las especies, dominancia de especies, o que todas las especies están igualmente presentes), y que pueden estar sujetos a cambios que ocurren en la vegetación.

Todas las comunidades poseen ciertas características que varían en el espacio y en el tiempo, definiendo su estructura. La estructura de la vegetación se refiere al arreglo espacial físico o biológico de las especies y la abundancia de cada una de ellas (Franco *et alii*, 1996). La estructura biológica de una comunidad está definida por la diversidad de especies presentes, mientras que la estructura física manifiesta, entre otros factores, la disposición de estas especies dentro de un espacio determinado. Para su estudio la estructura física de una comunidad se divide en estructura vertical y horizontal. La primera consiste en la estratificación de la comunidad vegetal, que está determinada en mayor manera por la forma de las plantas, su tamaño, forma de ramificar y hojas. La segunda se refiere a los parches de vegetación formados en una comunidad en función tanto del ambiente físico como del biológico (Smith y Smith, 2001).

Las modificaciones en la estructura de la vegetación provocan cambios en las poblaciones que la ocupan, que pueden verse beneficiadas o afectadas negativamente (Flores *et alii*, 2002). En el caso de las aves, existe una estrecha relación de su presencia con la estructura de la vegetación y los recursos asociados disponibles, como el alimento (Holmes, 1990). La heterogeneidad ambiental también está íntimamente ligada con la disponibilidad de recursos alimenticios (Shugart y Patten,

1972). Estas variables en conjunto determinan la distribución de las aves en un plano temporal, tanto de forma horizontal como vertical (Karr, 1971).

Debido a que el estudio de la distribución de las aves de manera vertical, con relación a la de tipo horizontal ha sido muy limitado (Rangel-Salazar *et alii*, 2009), planteamos como objetivo de este análisis determinar la distribución vertical de la avifauna y de la vegetación que ocupa el Jardín Botánico Dr. Faustino Miranda (JBFM), mediante la caracterización de los estratos vegetales y el reconocimiento de la riqueza, abundancia, diversidad y equitatividad de las especies de aves, como un aporte al conocimiento y manejo de remanentes forestales ubicados en áreas altamente transformadas.

## MÉTODOS

Se analizaron 1,456 registros de aves, correspondientes a 75 especies (16 órdenes, 27 familias) que utilizaron directamente la vegetación del JBFM y que se derivan del estudio realizado por Altamirano *et alii* (2022), realizado entre los meses de mayo y noviembre de 2021, donde reportan una riqueza de 110 especies de aves para este sitio. Del total de las especies registradas, 35 no utilizaron directamente algún estrato vegetal. En dicho artículo se detallan las características del área de estudio que representa un remante de vegetación de 48,481.10 m<sup>2</sup>, inmersa en una diferenciada matriz urbana de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (Figura 1). El JBFM presenta un manantial interno y colinda con el río Sabinal, y en este complejo existe Selva Mediana a Alta, Selva Baja y Bosque ripario o de galería (Miranda y Hernández, 1963; Figura 2).

Para realizar el análisis aquí presentado, primeramente, se caracterizaron los estratos vegetales en los que se registraron las aves y a continuación se realizó la estimación de su riqueza, abundancia, diversidad y equitatividad en cada uno de ellos (Moreno *et alii*, 2011). Posteriormente, se aplicó un análisis SHE ( $S$ =riqueza,  $H'$ =diversidad,  $E$ =equitatividad; Hayek y Buzas, 1997), que permitió reconocer la contribución relativa de la riqueza y la equitatividad de las aves al valor de la diversidad en los estratos vegetales.

## Caracterización de los estratos vegetales

Se analizó una base de datos, con información recabada sobre la vegetación utilizada por las aves durante 51 muestreos realizados en el JBFM entre los meses de mayo y noviembre de 2021 (ver Altamirano *et alii*, 2022). Dicha base de datos contiene los campos de nombre científico, familia, altura, estrato, forma biológica (arbórea, arborescente, arbustiva, herbácea),



Figura 1. Ubicación del Jardín Botánico Dr. Faustino Miranda.

y tipo de tallo (simpodial, monopodial, hemicriptofita, trepadora). La caracterización de la vegetación se realizó aplicando filtros a la base de datos, para cada uno de tres estratos de vegetación reconocidos (bajo: 1-3 m, medio: 3-10 m, alto: 10-20 m), que fueron determinados de acuerdo con el criterio de Franco *et alii* (1996) y Smith y Smith (2001).

**Caracterización de la avifauna entre estratos**

**Estimación de la riqueza, abundancia, diversidad y equitatividad**

Se reconoció la riqueza específica (número de especies *S*) y la abundancia (número de individuos *n*) de aves, en cada estrato de vegetación. Con estos datos se obtuvieron diferentes valores de diversidad avifaunística para cada uno de ellos: Índice de Diversidad de Shannon-Weaver  $H' = - \sum pi \log pi$ , el Índice de Diversidad de Simpson  $D' = 1 / \sum ni(ni - 1) / N(N - 1)$  y el índice de Diversidad máxima  $H'_{max} = \ln S$  (Moreno *et alii*,

2011). El valor de la equitatividad, en cada estrato, se obtuvo mediante el índice de equitatividad de Pielou [ $J' = H' / \ln(S)$ ], con base en el concepto de diversidad máxima que asume que sucede para un número finito de especies, si todas las especies están presentes en números iguales.

Para determinar la relación de la riqueza entre equitatividad de las aves registradas en los estratos, se aplicó un análisis SHE (*S*=riqueza, *H'*=diversidad, *E*=equitatividad; Hayek y Buzas, 1997). El análisis SHE resulta de la contribución relativa de la riqueza y de la uniformidad en el índice de diversidad, donde la diversidad máxima ocurre cuando todas las especies están igualmente distribuidas. Este análisis se aplica cuando al estimar el valor de la diversidad biológica no se logra distinguir cuál es el aporte de la riqueza y la uniformidad a este valor. El análisis SHE es útil en la identificación de los componentes de la diversidad biológica en estratos contiguos de vegetación (Altamirano *et alii*, 2012).

## RESULTADOS

## Caracterización de los estratos vegetales

**Estrato vertical bajo:** Presenta forma biológica dominante tipo arbustiva, además de elementos herbáceos y escasamente arborescentes; con tipos de tallo simpodial y presencia de hemicitrofitas (plantas herbáceas que crecen a nivel de suelo). La oferta de soporte hacia la avifauna es por plantas de la familia Araceae, principalmente, seguidas de Solanaceae, Lamiaceae, Apocynaceae, Fabaceae, Myrsinaceae y Zamiaceae, con alturas entre 1 y 3 metros. Las especies de plantas utilizadas por las aves son: *Anthurium huixtlense*, *A. clarinerium*, *A. seleri*, *Catoferia chiapensis*, *Cestrum diurnum*, *Ceratozamia robusta*, *Indigofera tinctoria*, *Parathesis donnell-smithii* y *Rauvolfia tetraphylla*.

**Estrato vertical medio:** Presenta forma biológica dominante tipo arbórea, con escasos elementos arborescentes y arbustivos; con tipos de tallo simpodial y raramente monopodial, con presencia de plantas epifitas y trepadoras. La oferta de soporte hacia la avifauna es por plantas de la familia Bignoniaceae, Meliaceae y Rubiaceae, principalmente, además de Fabaceae, Myrtaceae, Apocynaceae, Noliniaceae, Moraceae, y Rhamnaceae, con alturas entre los 3 y 10 metros. Las especies de plantas utilizadas por las aves son: *Coffea arabica*, *Beucarnea goldmani*, *Hamelia patens*, *Handroanthus impetiginosus*, *Inga vera*, *Karwinskia calderonii*, *Parmentiera aculeata*, *Plumeria rubra*, *Psidium guajava*, *Swietenia humilis*, *Thropis racemosa* y *Trichila havanensis*.

**Estrato vertical alto:** Presenta forma biológica dominante tipo arbórea, seguida de elementos arborescentes y arbustivos; con tipos de tallo simpodial y escasamente monopodial y con presencia de plantas epifitas y trepadoras. La oferta de soporte hacia la avifauna es por plantas de la familia Moraceae y Fabaceae, principalmente, seguidas de Anacardiaceae, Arecaceae, Bignoniaceae, Bixaceae, Boraginaceae, Clusiaceae, Combretaceae, Cupressaceae, Ebenaceae, Euphorbiaceae, Malpighiaceae, Malvaceae, Poaceae, Ravenalaceae, Rubiaceae, Sapindaceae, Simaroubaceae, Thymelaeaceae y Verbena-ceae, con alturas entre 10 y 20 metros. Las especies de plantas utilizadas por las aves son: *Acrocomia aculeata*, *Amphilophium crucigerum*, *Andira inermis*, *Bambusa vulgaris*, *Brosimum alicastrum*, *Castilla elastica*, *Cochlospermum vitifolium*, *Daphnopsis americana*, *Dyospiros nigra*, *Ehretia tinifolia*, *Ficus insipida*, *Garcinia intermedia*, *Genipa americana*, *Guayacum sanctum*, *Guazuma ulmifolia*, *Hiraea fagifolia*, *Hura polyandra*, *Lonchocarpus guatemalensis*, *Maclura tinctoria*, *Mangifera indica*, *Platymiscium dimorphandrum*, *Ravenala madagasca-*

*riensis*, *Roseodendron donell-smithii*, *Sapindus saponaria*, *Simarouba glauca*, *Tapirira mexicana*, *Taxodium mucronatum*, *Tectona grandis*, *Terminalia catappa*, *Xanthosoma robusta* y *X. wendlandii*.

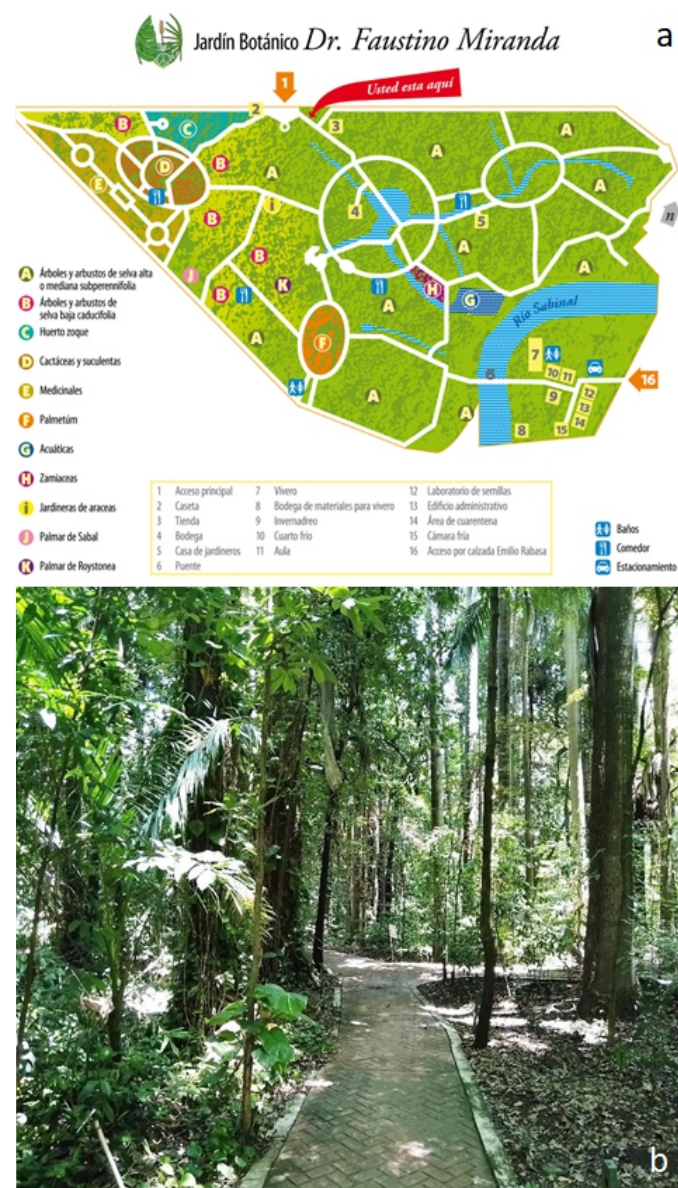


Figura 2. Jardín Botánico Dr. Faustino Miranda: a) croquis de senderos y áreas de exhibición; b) panorámica de la vegetación.

**Riqueza, abundancia, diversidad y equitatividad de las aves**

Se encontró una riqueza de especies de aves sobre los estratos que va de las 16 especies (estrato alto) a las 41 especies (estrato medio). En el Anexo 1 se presentan las especies y su abundancia registrada en cada uno de los estratos. El valor más alto de abundancia (n) ocurrió en el estrato medio (672 individuos). Las aves que ocupan el estrato medio pertenecen a las familias Accipitridae, Ardeidae, Cracidae, Cathartidae, Columbidae, Icteridae, Mimidae, Momotidae, Parulidae, Strigidae, Trochilidae, Turdidae, Tyrannidae, Vireonidae y Thraupidae. Sobresalen especies como *Cardellina pusilla*, *Coragyps atratus*, *Dumetella carolinensis*, *Egretta caerulea*, *Glaucidium brasilianum*, *Megarynchus pitangua*, *Momotus mexicanus*, *Ortalis vetula*, *Piranga rubra*, *Quiscalus mexicanus*, *Rupornis magnirostris*, *Saucerottia beryllina*, *Turdus grayi*, *Vireo flavifrons* y *Zenaida asiática*.

Para el caso de la diversidad estimada con base a los tres índices de diversidad utilizados (Diversidad de Shannon-Weaver  $H'$ , Diversidad de Simpson  $D'$  y Diversidad máxima  $H'max$ ), todos presentaron el valor más alto en el estrato vegetal medio. En contraste con el valor de equitatividad de Pielou ( $J'$ ), que fue el más bajo en ese estrato. Finalmente, el análisis SHE presenta un valor ascendente desde el estrato bajo al estrato alto de 5.684 a 7.283. Los resultados de los parámetros para riqueza, abundancia, diversidad, equitatividad y del análisis SHE estimados para las aves se presentan en el Cuadro 1. La gráfica obtenida en el análisis SHE muestra que el valor más alto de la riqueza ( $S=41$ ), ocurre en el estrato medio donde se observa que sucede el valor más bajo de equitatividad ( $LnJ'=-5.339$ ; Figura 3a). De igual manera, se observa que el valor de diversidad más alto ( $H'=6.528$ ) presenta la misma relación con el valor de equitatividad ( $J'=0.004$ ), donde dichos valores tienen un comportamiento inverso entre sí (Figura 3b).

**DISCUSIÓN**

En este estudio se evidencia el patrón de la distribución vertical de las aves registradas en el JBFM, donde a pesar de haber considerado los diferentes supuestos en cada uno de los estimadores de diversidad utilizados ( $H'$ : proporción de especies,  $D'$ : dominancia de especies y  $H'max$ : especies igualmente presentes) el comportamiento es el mismo, donde a mayor riqueza específica menor equitatividad de especies y viceversa. Con base en el patrón observado y la relevancia que para las aves tiene la presencia de estructuras vegetales de tipo simpodial, señalado por Ibáñez-Álamo y Soler (2010) y Figueroa *et alii* (2019), consideramos que esta característica estruc-

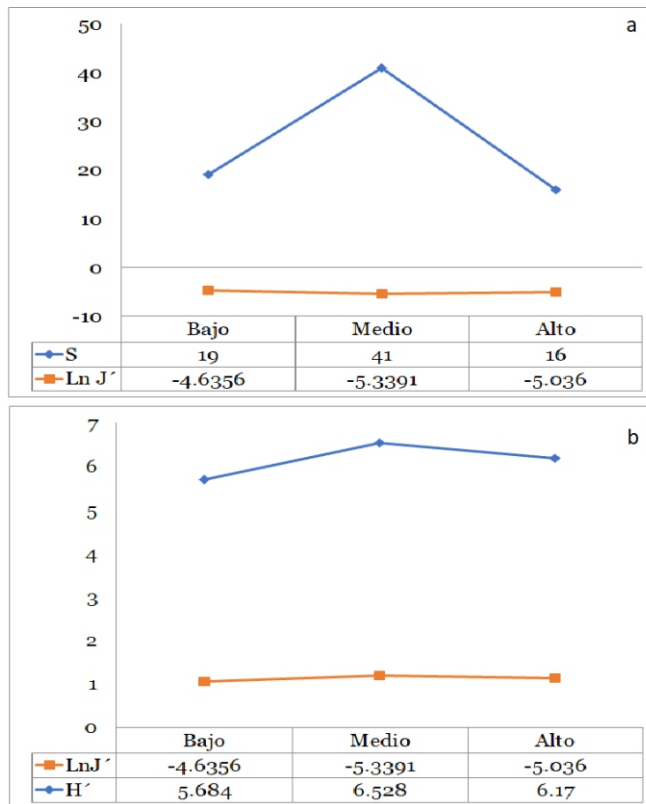


Figura 3. Análisis SHE para aves en el Jardín Botánico Dr. Faustino Miranda: a) riqueza (S) vs equitatividad (LnJ'); b) diversidad (H') vs equitatividad (LnJ').

tural de la vegetación puede ser importante para su manejo en el JBFM (estratos medio y alto), ya que propiciaría que exista una mayor ocupación de individuos y especies de las que actualmente ocurren en el área.

En términos generales, existe evidencia de que los estratos vegetales más utilizados por las aves corresponden con los estratos medios y altos que presentan estructuras arbóreas simpodiales, aunque existen especies que parecen estar bien adaptados a la selección de sustratos en cualquier hábitat (Ibáñez-Álamo y Soler, 2010, Figueroa *et alii*, 2019). En este estudio en el estrato medio ocurren principalmente estas condiciones. El registro de la mayoría de los individuos de aves en el estrato medio de la vegetación del JBFM, durante el periodo de muestreo, indica la importancia de este espacio y de las características estructurales que posee para soportar a la mayoría de los individuos de la comunidad de aves que allí ocurren (Figura 4).

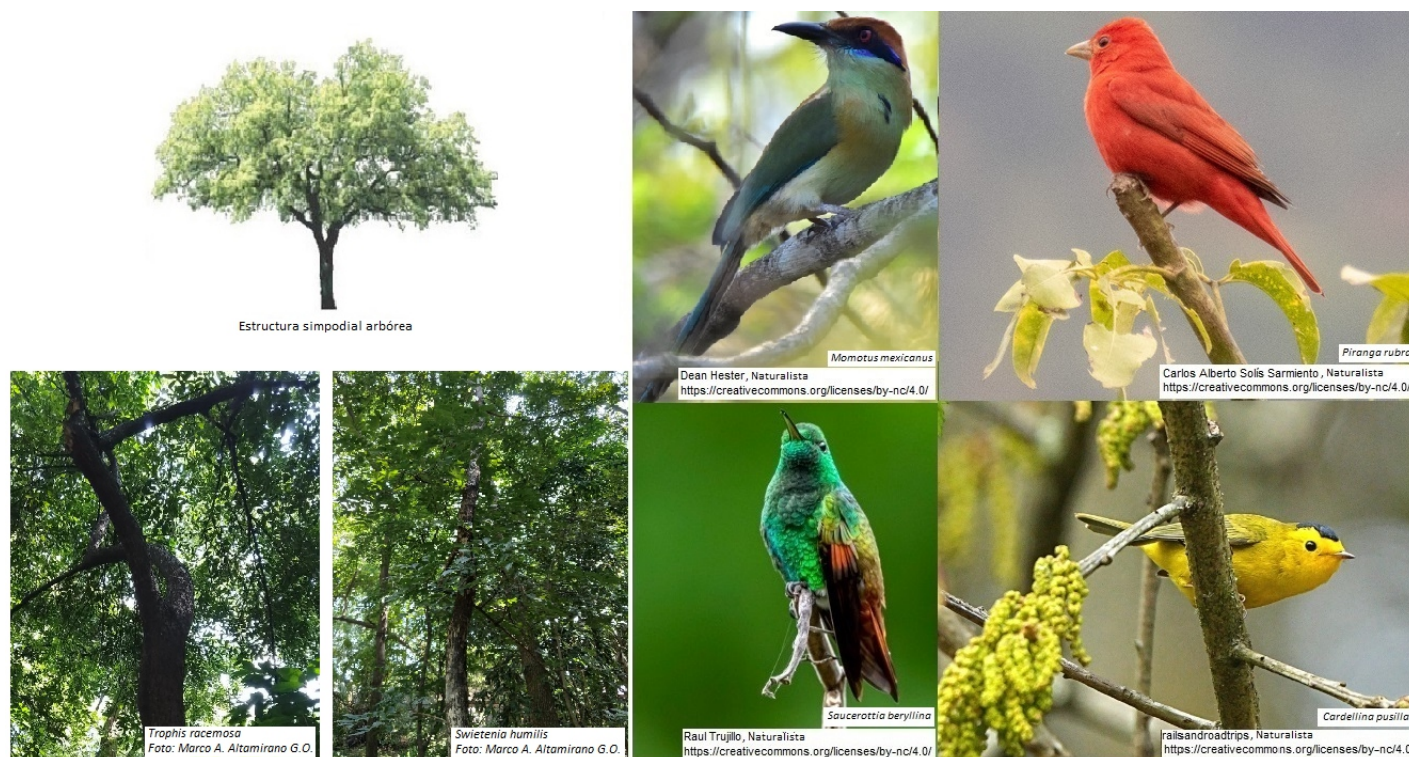


Figura 4. Estructura arbórea y aves características del Jardín Botánico Dr. Faustino Miranda. Imágenes de aves tomadas de Naturalista 2023. Disponibles en: <https://www.naturalista.mx/observations>

Como lo señalan Altamirano *et alii* (2012), la presencia de una estructura arbórea de tipo simpodial en el estrato medio sugiere que es realmente relevante para su ocupación por las aves, sobre todo si ocurren condiciones específicas de mayor apertura de las copas de los árboles, mayores ángulos de inserción de las ramas; así como la permanencia en el tiempo de este modelo arquitectónico (Interián-Ku *et alii*, 2009). Por otra parte, otras estructuras vegetales presentes en los estratos vegetales medio y alto, como las plantas epífitas y trepadoras aumentan los sustratos de forrajeo de las aves, el material utilizado para hacer nidos y sitios en donde establecerlos (Ceja Romero *et alii*, 2008).

La presencia de especies de aves de talla pequeña a mediana en el estrato medio, pertenecientes principalmente a Trochilidae (*Helioaster constantii*, *Leucolia viridifrons*, *Saucerottia beryllina*), Tyrannidae (*Contopus virens*, *Megarynchus pitangua*, *Myiozetetes similis*, *Pitangus sulphuratus*), Parulidae (*Basileuterus lachrymosus*, *Cardellina pusilla*, *Icteria virens*, *Mniotilta varia*, *Setophaga citrina*, *S. ruticilla*, *S. magnolia*, *S. petechia*, *S. virens*) e Icteridae (*Icterus pustulatus*,

*I. gularis*, *I. galbula*, *Molothrus aeneus*) evidencia la importancia de requerimientos estructurales apropiados a su tipo de alimento, su tamaño y masa corporal promedio (Salas-Correa y Mancera-Rodríguez, 2018), donde la estructura simpodial arbórea es la que mayor beneficio aporta a nectarívoros y frugívoros (Altamirano *et alii*, 2012). Casas *et alii* (2016) y Tobalske *et alii* (2004), reportan a las aves frugívoras y nectarívoras, medianas y pequeñas, con la mayor diversidad en bosques en estadios medios y avanzados, y con alta complejidad estructural de la vegetación, como sucede en el JBFM. No obstante, en este estudio se observó también la capacidad de alojar en este estrato medio a algunas especies de aves más grandes y con otro tipo de alimentación, como rapaces de las familias Accipitridae (1), Cathartidae (1) y Strigidae (1) o de la familia Ardeidae (1), que se alimentan de peces.

El valor bajo resultante de la equitatividad en el estrato medio, lo señala como un espacio donde existe ausencia de uniformidad, o sea que las especies no son igualmente abundantes, que en términos de distribución de los recursos puede ser importante para la coexistencia de algunos grupos, como

las aves que han desarrollado diversas estrategias para la utilización del hábitat que les permite establecer interacciones positivas (Velasco *et alii*, 2017). Existen elementos en el JBFM que contribuyen con estas interacciones, tales como zonas con alta densidad foliar y una estratificación vertical definida, la presencia de estructuras arbóreas simpodiales y la presencia de plantas epífitas y trepadoras. La relación resultante del análisis SHE puede ser relevante para el manejo de la vegetación del JBFM, al identificar límites de áreas donde coinciden diferentes comunidades ecológicas (*e.g.* estratos), donde las diferencias entre los valores de diversidad son pequeñas (Altamirano *et alii*, 2012).

La tendencia del análisis SHE de presentar valores ascendentes desde el estrato bajo hacia los estratos superiores (5.684 a 7.283, ver Cuadro 1), señala que la diversidad máxima ocurre en esta dirección donde a mayor altura las especies tienden a estar igualmente distribuidas, condición que puede ser atribuible a una estructura y composición de la vegetación más compleja en estos estratos vegetales. Estos atributos pueden estar influyendo en la distribución vertical de las aves, además de otros factores importantes, derivados de esa misma condición, como la disponibilidad de alimento y áreas de nidación y depredación a la que las especies pudieran estar expuestas (Serial y Grigera, 2005).

Cuadro 1. Parámetros de diversidad avifaunística estimados en los estratos vegetales del JBFM.

Parámetros	Estrato bajo (1 a 3 m)	Estrato medio (3 a 10 m)	Estrato alto (10 a 20 m)
Riqueza de especies ( <i>S</i> )	19	41	16
Abundancia ( <i>n</i> )	265	672	489
Diversidad de Shannon-Weaver ( <i>H'</i> )	5.684	6.528	6.170
Diversidad de Simpson ( <i>D'</i> )	0.996	0.998	0.997
Diversidad máxima ( <i>H'max</i> )	2.468	2.835	2.679
Equitatividad de Pielou ( <i>J'</i> )	0.009	0.004	0.006
Logaritmo natural de Equitatividad ( <i>LnJ'</i> )	-4.635	-5.339	-5.036
Análisis SHE	5.683	6.885	7.283

## CONCLUSIONES

1) La mayor ocupación de aves en el Jardín Botánico Dr. Faustino Miranda, ocurre en el estrato medio, entre 3 y 10 metros de altura, por especies de siete órdenes y 16 familias que utilizan principalmente para su soporte a especies vegetales con una estructura arbórea y de tipo simpodial.

2) Veintitrés especies de aves ocupan el estrato medio y son de talla pequeña a mediana, pertenecen a las familias Trochilidae, Tyrannidae, Parulidae e Icteridae, con una alimentación nectarívora, insectívora y frugívora.

3) La zona con mayor riqueza específica y con mayor abundancia de individuos de aves se ubica en el estrato medio, donde se registraron también los valores más altos de diversidad, ya sea bajo el supuesto de que existe una amplia representación de los individuos dentro de las especies (*H'*), que hay dominancia de algunas de ellas (*D'*) o que existe la posibilidad de que todas las especies están igualmente presentes (*H'max*).

4) Se evidencia la ausencia de uniformidad de las aves en todos los estratos y la existencia de una relación inversa entre valor de riqueza y la diversidad de las aves, con la equitatividad.

5) Se requiere realizar estudios ecológicos que permitan determinar como la morfología de las aves y el uso del hábitat, influye en su distribución vertical sobre la vegetación.

## LITERATURA CITADA

- Altamirano González-Ortega M.A., Enríquez P. L., Rangel-Salazar J.L., García-Estrada C. & Tejeda-Cruz C., 2012. Contribución de la riqueza y la uniformidad a la diversidad de aves en plantaciones de café de sombra del Sureste de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15: 629-647.
- Altamirano-González Ortega M.A., Chávez-Sánchez J.R. & Ortiz-Suriano T., 2022. Aves del Jardín Botánico "Dr. Faustino Miranda" de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas: importancia y su relación con la flora. *Lum*, 3:15-23.
- Berlanga H., Gómez de Silva H., Vargas-Canales V.M., Rodríguez-Contreras V., Sánchez-González L.A., Ortega-Álvarez R. & Calderón-Parra R., 2015. Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes. CONABIO. México: 117 p.
- Buzas M.A. & Hayek L.A.C., 1998. SHE analysis for biofacies identification. *Journal of Foraminiferal Research*, 28:233-239.
- Casas G., Darski B., Ferreira P., Kindell A. & Müller, S., 2016. Habitat structure influences the diversity, richness and composition of bird assemblages in successional Atlantic rain forests. *Tropical Conservation Science*, 9(1):503-524.
- Ceja Romero J., Espejo Serna A., García Cruz J., López Ferrari A.R., Mendoza Ruíz A & Pérez García B. 2008. Las plantas epífitas, su diversidad e importancia. *Ciencias*, 91(091).
- Chesser R.T., Billerman S.M., Burns K.J., Cicero C., Dunn J.L., Kratter A.W., Lovette I.J., Mason N.A., Rasmussen P.C., Remsen Jr. J.V., Stotz D.F. & Winker K., 2020. *Check-list of North American Birds*. American Ornithological Society.
- Dauber J., Hirsch M., Simmerring D., Waldhardt R., Otte A., & Wolters V., 2003. Landscape structure as an indicator of biodiversity: matrix effects on species richness. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 98:321-329.
- Figueroa S.B., Pimentel L.J., Ugalde L.S., Figueroa R.O.L., Figueroa R.K.A. & Tarango A.L.A., 2019. Aves en sistemas agrícolas con labranza de conservación en el centro-norte de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 22: 31-42.
- Flores B., Rumiz D.I., Fredericksen T.S. & Fredericksen N.J., 2002. El uso de los claros de aprovechamiento forestal por la avifauna de un bosque

- semideciduo Chiquitano de Santa Cruz, Bolivia. *Hornero*, 17(2): 3-11.
- Franco L.J., De la Cruz A.G., Cruz G.A., Rocha R.A., Navarrete S.N., Flores M.G., Kato M.E., Sánchez C.S., Abarca A.L.G., & Bedia S.C.M., 1996. *Manual de Ecología*, 2a. Edición. Edit. Trillas, México: 266 p.
- Hayek C.L. & Buzas M.A., 1997. *Surveying Natural Populations*. Columbia University Press, New York, N.Y., USA: 563 p.
- Holmes R.T., 1990. Food resource availability and use in forest bird communities: a comparative view and critique. En: Keast A. (ed.). *Biogeography and Ecology of Forest Bird Communities*. SPB Academic Publishing bv. The Hague, Holanda: 60-98.
- Ibáñez-Álamo J.D. & Soler M., 2010. Does urbanization affect selective pressures and life-history strategies in the common blackbird (*Turdus merula* L.)? *Biological Journal of the Linnean Society*, 101:759-766.
- Karr J.R., 1971. Structure of avian communities in selected Panama and Illinois habitats. *Ecological Monographs*, 41: 207-233.
- Leyequién E., de Boer W.F. & Toledo V.M., 2010. Bird community composition in a shaded coffee agro-ecological matrix in Puebla, México: The effects of landscape heterogeneity at multiple spatial scales. *Biotropica*, 42:236-245.
- Marra P.P. & Remsen Jr. J.V., 1997. Insights into the maintenance of high species diversity in the neotropics: Habitat selection and foraging behavior in understory birds of tropical and temperate forests. En: Remsen Jr. J.V. (ed.). *Studies in Neotropical ornithology, honoring Ted Parker*. Ornithological Monographs No. 48. The American Ornithologists' Union, Washington, DC: 445-483
- Miranda G.F.A. & Hernández X., E., 1963. Los tipos de vegetación de México y su aplicación. *Boletín de la Sociedad Botánica Mexicana*, 28: 29-179.
- Moreno C.E., Barragán F., Pineda E. & Pavón N.P., 2011. Reanálisis de la diversidad alpha: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82:1249-1261.
- Rangel-Salazar J.L., Enríquez P.L. & Sántiz López E.C., 2009. Variación de la diversidad de Aves de sotobosque en el Parque Nacional Lagos de Montebello, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 25(3):479-495.
- Salas-Correa Á.D. & Mancera-Rodríguez N.J., 2018. Relaciones entre la diversidad de aves y la estructura de vegetación en cuatro etapas sucesionales de bosque secundario, Antioquia, Colombia. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 21(2): 519-529.
- Shugart H. & Patten B., 1972. *Systems analysis and simulation in ecology II*. Academic Press, New York, EUA: 235 p.
- Smith A.P., 1973. Stratification of temperate and tropical forests. *American Naturalist*, 107: 671-683.
- Smith R.L. & Smith T.M., 2001. *Ecología*, 4a. Edición. Edit. Addison Wesley. Madrid, España: 664 p.
- Thiel S., Tschapka M., Heymann E.W. & Heer K., 2020. Vertical stratification of seeddispersing vertebrate communities and their interactions with plants in tropical forests. *Biological Reviews*, 96(2): 454-469.
- Tobolske B., Altshuler D. & Powers D., 2004. Take-off mechanics in humming birds (Trochilidae). *Journal of Experimental Biology*, 207(8):1345-1352.
- Velasco A.C., Talabante C. & Viejo J.L., 2017. Estudio de selección del hábitat de la especie exótica bengalí rojo *Amandava amandava*, Linnaeus, 1758 en Iberia central (Aves: Paseriformes). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, Sección Biológica*, 3: 85-94.2

Recibido: 27 de junio de 2023  
Aceptado: 30 de octubre de 2023