



**El Colegio de la Frontera Sur**

**Diversidad y composición de aves del Parque Nacional  
Lagunas de Montebello, Chiapas, México**

**Tesis**

**Presentada como requisito parcial para optar al grado de  
Maestra en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural  
Con orientación en Manejo y Conservación de Recursos Naturales**

**Por**

**Selene Elizabeth Espinosa Méndez**

**2018**

## Dedicatoria



A mis padres, Blanca y Carlos  
A mis hermanas y hermano, Alejandra, Iván y Fabiola

Para todos y todas que trabajan por la conservación

En memoria de Balám,  
Nuestro amigo fiel y mi compañero de desvelos  
(2014-2018)

## AGRADECIMIENTOS

A mi familia, principalmente a mis padres, los pilares de mi vida, por escucharme, aconsejarme e impulsarme a cumplir mis sueños y metas con esfuerzo y dedicación.

A la Dra. Paula, por aceptar dirigir la tesis y depositar su confianza en mí. Por brindarme su amistad, su experiencia, su disposición y dedicación durante todo el proceso. Pero sobretodo, por su comprensión y por abrirme las puertas al conocimiento de las aves ¡¡¡MUCHAS GRACIAS DOCTORA!!!

A mis asesores, el Dr. Esteban y Remy por su tiempo y por compartir su experiencia para la estructura del trabajo, las extensas reuniones y los consejos oportunos. A mi grupo de sinodales por las observaciones para la mejora del escrito, al Dr. Neptalí por su amistad y por tan amenas pláticas. Al ©Dr. Jorge Castellanos, por su tiempo y dedicación para los análisis estadísticos y por fomentarme a ser una persona más crítica. Al M. en C. Raúl Vázquez, por compartir su experiencia con las aves, por acompañarme en campo y asesorarme en el uso de herramientas estadísticas y SIG.

A los manejadores del PNLM, Adolfo, Limberg, Alejandro, don Eduardo, don Juanito, don Rober, ing. Odetta, Alicia y Erick por las facilidades logísticas proporcionadas durante mi estancia en el área. A los pobladores de las comunidades aledañas, por acompañarme durante los recorridos en campo, brindarme su amistad, su conocimiento, sus alimentos y por aprender juntos acerca de las aves montebellenses.

A Maricruz y Angelita, por acompañarme en campo. Angelita, muchas gracias por tu valioso apoyo en la identificación botánica del estudio en campo y en los herbarios consultados (me facilitaste la vida), por compartirme tu amor a las plantas y fortalecer juntas esta hermosa amistad y experiencia académica.

A mis amigas de la vida, Katya, Alejandra y Azucena por estar siempre impulsándome para cumplir mis metas. A la Dra. Yasminda, por seguir creyendo en mí e impulsarme a realizar la maestría, por ser una gran amiga y consejera, ¡Gracias Doctora! A Limberg, Erick, Alicia y Gaby por sus valiosos consejos, abrazos y procurarme siempre durante todo este proceso. A don Juanito y don Rober, por brindarme su tiempo para acompañarme a pernoctar en campo y hacer los fines de semana más ligeros. A estas personitas que la vida me puso en el camino en el último par de años, Perla, Laura, Aracely, Carlos, Ana, Yes y todas aquellas con las que compartimos este largo camino de la maestría, las largas charlas y los números cafés y karokes, que hizo de esto una gran experiencia. A don Milo, por todas las facilidades proporcionadas en el SIBE y escucharme con paciencia.

A todos aquellos y aquellas personas que de alguna manera fueron importantes durante este proceso. Finalmente, a las aves y a Montebello por ponerme a prueba en campo, por ampliar mis conocimientos, mi creatividad e impulsarme a seguir trabajando en la búsqueda de alternativas por la conservación. GRACIAS.

“La Conservación es una ciencia de crisis y como tal, se espera de quienes la practican respuestas claras y contundentes que permitan tomar decisiones urgentes inspiradas en argumentos sólidos y contrastados. Desde esta perspectiva es claro que cualquier decisión, cualquier debate social que honradamente pretenda servir a los intereses generales, no puede dar la espalda a la conservación de la biodiversidad, entendida en su sentido más holístico (patrones y procesos, organismos y funciones ecológicas). Lo contrario supondría una mezquina irresponsabilidad, tal vez, un suicidio colectivo”.

Fermín Martín-Piera (1954- 2001)  
Entomólogo español

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	3
3. JUSTIFICACIÓN.....	6
4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	10
5. HIPÓTESIS .....	10
6. OBJETIVOS .....	11
6.1 Objetivo General .....	11
6.2 Objetivos Particulares .....	11
7. MÉTODOS .....	11
7.1 Área de estudio .....	11
7.2 Unidades de muestreo .....	13
7.3 Muestreo de aves.....	15
7.4 Caracterización de las unidades de muestreo.....	15
7.5 Diversidad y composición de aves .....	17
7.6 Estructura y composición de la vegetación .....	18
7.7 Análisis estadísticos .....	18
8. RESULTADOS .....	21
8.1 Esfuerzo de muestreo .....	21
8.2 Diversidad de aves.....	23
8.3 Composición de aves .....	29
8.4 Estructura de la vegetación .....	31
8.5 Composición de la vegetación.....	33
8.6 Relación de la diversidad y composición de aves con la vegetación .....	33
9. DISCUSIÓN.....	37
9. 1 Diversidad y composición de aves .....	39
9.2 Estructura y composición de la vegetación .....	48
9.3 Relación entre la diversidad y composición de aves con la vegetación .....	51
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
12. ANEXOS.....	72

## TABLA DE FIGURAS Y CUADROS

### FIGURAS

Figura 1 Localización geográfica del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas. .....	12
Figura 2 Curva de acumulación de especies de aves con base en el esfuerzo de muestreo de febrero a julio de 2017 en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México .....	22
Figura 3 Curva de rarefacción de especies de aves por tipo de vegetación basado en el número de individuos observados y la riqueza acumulada de especies durante el periodo de muestreo febrero a julio de 2017 en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México.....	22
Figura 4. Riqueza de especies y abundancia de individuos (en escala logarítmica) por familias de aves de febrero a julio de 2017 en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México.....	24
Figura 5. Abundancia total con $\leq 10$ individuos por especie durante el periodo de muestreo de febrero a julio de 2017 en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. ....	25
Figura 6. Riqueza y abundancia de aves en seis tipos de vegetación en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. ....	26
Figura 7. Diversidad de aves en números efectivos de especies en temporada de seca (febrero-abril) y lluvia (mayo-julio) en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. ....	27
Figura 8. Diversidad de aves en números efectivos de especies entre los diferentes tipos de vegetación del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México....	28
Figura 9. Composición de los gremios tróficos en seis tipos de vegetación de febrero a julio de 2017 en el Parque Nacional Lagunas de Montebello. ....	30
Figura 10 Análisis de correspondencia canónica (CCA) que muestra la relación entre la riqueza de especies de aves con las variables de estructura de la vegetación durante el período de muestreo de febrero a julio de 2017 en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México.....	34

Figura 11 Análisis de correspondencia canónica (CCA) que muestra la relación de los gremios tróficos de aves con las variables de estructura de la vegetación del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México durante el periodo de muestreo de febrero a julio de 2017. .... 35

Figura 12 Análisis de correspondencia canónica (CCA) que muestra la relación de los gremios de aves con las variables de vegetación durante la temporada de lluvias (mayo-julio) del 2017 en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México.. .... 36

### CUADROS

Cuadro 1 Comparación de la efectividad del muestreo de aves por temporada de secas (febrero-abril) y lluvias (mayo-julio) y tipo de vegetación en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México..... 23

Cuadro 2 Diversidad de especies de aves por temporada y tipo de vegetación en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México..... 28

Cuadro 3 Distribución de la riqueza de especies de aves por su sensibilidad a la perturbación en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. .... 29

Cuadro 4 Significancia de las variables de vegetación asociadas a los tipos de vegetación presentes en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. .... 32

Cuadro 5 Comparación de las medias asociadas a los diferentes tipos de vegetación del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas. .... 32

## RESUMEN

El análisis de la diversidad y composición permiten evaluar la influencia de los factores de cambio naturales o antropogénicos en la conservación y distribución de las especies de un sitio. En este estudio se evaluó la diversidad y composición espacial y temporal de la comunidad de aves con relación a la estructura y composición de la vegetación del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas. Se llevó a cabo de febrero a julio de 2017 en 110 unidades de muestreo separadas entre sí por 300 m, donde se registraron todas las aves vistas y escuchadas en un radio de 25 m. La vegetación fue caracterizada en parcelas circulares de 12.5 m de radio. Se registraron 3,143 aves pertenecientes a 123 especies, con una diversidad de 1.8 mayor (55.14%) que la reportada en estudios previos en el parque. Los gremios mejor representados fueron los granívoros-frugívoros-insectívoros, seguidos de los insectívoros y omnívoros. La diversidad fue mayor en la temporada de lluvias respecto a secas, probablemente por un incremento en los niveles de recursos (néctar, flores e insectos). En las zonas con intervención humana, bosque de pino y vegetación riparia se complementaron los requerimientos de hábitat de la comunidad avifaunística, ya que presentaron la mayor diversidad y compuesta por especies dominantes y generalistas con baja sensibilidad a la perturbación. En contraste, el bosque mesófilo de montaña, el bosque de pino-encino-liquidambar y el bosque de pino-encino presentaron especies de interior de bosques, raras y vulnerables como *Setophaga chrysoparia*, *Pharomachrus mocinno* y *Penelopina nigra*. Se sugiere que en los ámbitos locales se formulen estrategias de manejo que permitan mayor complejidad estructural de la vegetación y la conservación de sus elementos florísticos, para favorecer la riqueza y abundancia de aves en los sitios.

**Palabras claves:** Abundancia, composición florística, estructura vertical, gremios, heterogeneidad del paisaje, riqueza



## 1. INTRODUCCIÓN

La diversidad y composición de aves en los bosques mesófilos de montaña, pino-encino y de pino resaltan la importancia de dirigir esfuerzos de conservación en estos tipos de vegetación. Además de ser ambientes amenazados, se ha reportado que estos bosques concentran el 47% de la avifauna de México; son comunidades avifaunísticas compuestas principalmente por especies residentes, con alto número de endemismos y especies vulnerables a los disturbios naturales o antropogénicos (Navarro-Singüenza 2014). Se ha documentado que cuando la estructura vertical y composición de la vegetación es perturbada por factores de cambios antropogénicos, se producen transformaciones drásticas en las comunidades biológicas, dando lugar al establecimiento de nuevas interacciones entre las especies o nuevas poblaciones introducidas por el desarrollo agrícola, las cuales toman ventaja de las nuevas condiciones del área (Saunders et al. 1991; Pickett y Cadenasso 1995).

El análisis de la diversidad biológica es una herramienta útil, ya que además de incluir enfoques de conservación, su finalidad práctica es la evaluación de los cambios en los ambientes naturales y perturbados (Noss 1990; Toledo 1994). Sin embargo, para formular estrategias de conservación en un área, es importante la escala espacial y temporal en la cual la diversidad biológica será evaluada, ya que ambas variables están fuertemente relacionadas (Toledo 1994). A nivel de comunidades, la evaluación de la diversidad biológica nos permite observar la influencia de las actividades humanas en la conservación y distribución de las especies de un paisaje en tiempos relativamente cortos (Moreno 2007). El análisis de la diversidad a este nivel de organización, se basa principalmente en el número de especies, la distribución de sus abundancias relativas y ambas están ampliamente relacionadas con la variación espacio-temporal (Magurran 1989; Halffter et al. 2001).

Sin embargo, más allá del número de especies, un aspecto fundamental de la diversidad en las comunidades, es la composición (Moreno 2007). Conocer la composición específica de una comunidad es importante porque la contribución de cada especie al funcionamiento de los ecosistemas varía considerablemente, además, permite analizar la tolerancia de las especies a los impactos antropogénicos para

identificar aquellas especies cuya pérdida tienen un impacto desproporcionado en la comunidad (Naeem et al. 1999; Moreno 2007).

Esta estrategia de evaluar la diversidad y composición de las comunidades biológicas se basa en el papel ecológico que mantienen las especies en el sistema, los diferentes atributos biológicos y ecológicos que poseen cada especie y la interrelación que existe entre éstos (Halffter et al. 2001). Por ello, es importante seleccionar un grupo taxonómico de estudio que permita obtener resultados con esfuerzos factibles en tiempo y costos (Halffter et al. 2001).

Las aves además de su papel importante en la salud de los ecosistemas (e.g. controladoras de plagas, polinización, dispersión de semillas, entre otras), son un grupo clave para estudios de diversidad y composición de un sitio (Berlanga et al. 2010). Ya que cumplen con varios criterios que las hacen un grupo útil para estimar el estado de conservación de los ecosistemas, principalmente, porque sus patrones de respuesta de diversidad y composición pueden mostrar y pronosticar patrones en otros taxones relacionados y no relacionados (e.g. composición y estructura de la vegetación), presentan una taxonomía e historia natural bien conocida, la mayoría de las especies son identificables, las técnicas de muestreo han sido estandarizadas y por su capacidad de vuelo pueden ocupar diferentes tipos de hábitats (Berlanga 2001; Halffter et al. 2001; León-Cortés et al. 2010).

Por lo cual, las aves son un grupo taxonómico viable para estudios de diversidad y composición en el Parque Nacional Lagunas de Montebello (PNLM en adelante), dado que encabezan la riqueza de vertebrados terrestres en el área. Aunado a esto, el parque conserva ecosistemas de bosques de pino, pino-encino, pino-encino-liquidambar y bosques mesófilos de montaña; y es considerado una región terrestre prioritaria (clave 137-El Momón-Montebello) por la función de su masa forestal como corredor biológico entre Guatemala y el sureste de México (Arriaga et al. 2000). Sin embargo, en las últimas décadas, ha ocurrido una transformación en la estructura y composición forestal de sus ecosistemas como resultado de diversos procesos naturales y antropogénicos que suceden de forma dinámica a través del tiempo y espacio (CONANP 2007). Estos procesos naturales (e.g. plagas de descortezador) y

antropogénicos (e. g. agricultura, extracción de leña, desarrollo de infraestructura) varían de acuerdo con los tipos de vegetación, aspectos físicos y contextos socioculturales de la región (CONANP 2007).

Por ello, el objetivo del presente estudio fue evaluar la relación espacial y temporal de la diversidad y composición de la comunidad avifaunística con la estructura y composición de la vegetación del parque. Se describe el patrón de respuesta diferencial que tiene la comunidad de aves con la vegetación, ya que por un lado se ha reportado que la cobertura del dosel es importante para mantener la riqueza y abundancia de aves; y por otro, que la composición de la comunidad avifaunística estará determinada por la disponibilidad de recursos vegetales. Por lo tanto, el análisis de la diversidad y composición de aves en el PNLN será una herramienta útil para formular estrategias a una escala local que permitan la permanencia y conservación de los elementos naturales que conforman el área natural protegida.

## **2. ANTECEDENTES**

Algunos autores han correlacionado la variación en la diversidad y composición de especies de una comunidad con el clima y la heterogeneidad, lo que ha sugerido que estos factores influyen con diferente magnitud en relación con su escala de análisis (Bohning-Gaese 1997; Cueto y López de Casenave 1999; Gillespie y Walter 2001). Particularmente en las aves, a una escala local la variación en la diversidad y composición de especies tiene mayor relevancia con la heterogeneidad de la vegetación, sin embargo, esta relación es diferencial y depende del contexto ecológico de las especies (Staicer 1992; Bohning-Gaese 1997; Cueto y López de Casenave 1999; Tylianakis et al. 2008). Como concepto de heterogeneidad de la vegetación para este estudio, nos referimos a la variabilidad espacial en la composición y estructura vertical y horizontal de especies vegetales en un área de extensión conocida y los cambios en el espacio (Crawley y Harral 2001; Chaneton 2005).

La heterogeneidad de la vegetación refleja la presencia o ausencia de distintas especies de aves, así como los cambios en su diversidad (Crawley y Harral 2001; Chaneton 2005). Un atributo significativo en la respuesta de la riqueza y abundancia de

aves con la heterogeneidad de la vegetación, es la cobertura de dosel, ya que conforme su porcentaje aumenta o disminuye, también lo hace la riqueza y abundancia de aves (Medrano-Guzmán 2017), por lo que la respuesta de la comunidad de aves con este atributo nos permitiría evaluar como se da esta relación. Caso contrario es con la altura de la vegetación, ya que no es un atributo que determine la riqueza, abundancia y diversidad de aves en un sitio; sino más bien es la composición florística del sitio la que influye de manera importante en la estructura de la comunidad de aves (Bojorges-Baños y López-Mata 2006).

Por lo que se refiere a la composición de la comunidad de aves, la variabilidad estructural y de composición de la vegetación vulnera a las especies dependientes de hábitats originales disminuyendo su éxito reproductivo y su resistencia a las enfermedades, en cambio las especies tolerantes son capaces de complementar sus requerimientos con las coberturas disponibles favoreciendo su ocurrencia en los sitios (Mason 1996; Graham y Blake 2001; Julliard et al. 2006).

Graham y Blake (2001), reportaron que las especies de aves restringidas a bosques presentan una fuerte relación con la estructura local de la vegetación debido a que utilizan solo ciertos elementos de las coberturas forestales y es muy poco probable que se muevan hacia coberturas abiertas, a menos que no haya los recursos suficientes en el sitio. También reportaron que además de conservar una cobertura arbórea continua, la heterogeneidad de la vegetación influye positivamente en la diversidad de aves restringidas a bosques. Para el caso de las aves tolerantes a la perturbación localizadas en zonas abiertas, los autores sugieren proteger la mayor cantidad posible de vegetación arbórea en los sitios perturbados para que funcionen como corredores hacia bloques más grandes de vegetación o bien, cumplan como sitios de percha y recursos alimenticios.

Otro factor importante de la relación entre la estructura de la comunidad de aves con la estructura y composición espacial de la vegetación, es la disponibilidad de alimento, la cual influirá en la ocurrencia de los gremios tróficos en los sitios (Hernández-Martínez et al. 2008; Marateo 2009). Por ejemplo, se ha reportado que la relación de las aves frugívoras con la composición de la vegetación esta determinada por la cantidad y

calidad del recurso alimentario (Howe y Smallwood 1982). En las aves nectarívoras, esta relación estará determinada por la distribución y abundancia de los recursos florales (Pineda-Diez de Bonilla 2012). En cambio, para las aves omnívoras la relación con la heterogeneidad de la vegetación es pobre, posiblemente por la capacidad de utilizar una extensa gama de recursos alimentarios en diversos ambientes (Thompson-Ambriz 2017).

En este sentido, podemos considerar que la respuesta positiva o negativa de la comunidad de aves por gremios tróficos con la estructura y composición de la vegetación, es diferencial y además, dependerá de la escala de análisis. De acuerdo con Thompson-Ambriz (2017), en su estudio realizado sobre la variación en la abundancia de gremios tróficos a múltiples escalas, determinó que, a una escala amplia de análisis, los gremios responden de una manera más generalista a la heterogeneidad de la vegetación debido a que la mezcla de los diferentes tipos de vegetación permiten complementar sus requerimientos ecológicos de la comunidad de aves. Por el contrario, a una escala local, esta relación es explicada por las características particulares de estructura y composición de la vegetación. Es decir, aquellos gremios que consumen insectos presentaron una relación positiva en sitios con mayor cobertura de herbáceas; para las especies que consumen frutos y semillas, estuvieron fuertemente asociadas con sitios de mayor cobertura arbórea.

Es importante destacar que estas diferencias en las respuestas de los gremios tróficos de las aves a la heterogeneidad de la vegetación son temporales, los cuales pueden ser reflejo de variaciones en los niveles de recursos, seguido por cambios comportamentales, distribucionales, ajustes demográficos o pueden ser consecuencia de periodos de limitaciones severas de recursos (Maron et al. 2005; Marateo 2009). Asimismo, se ha reportado que en periodos reproductivos la estructura de la comunidad de aves se relaciona positivamente con la estructura de la vegetación; en contraste, en el periodo no reproductivo, la comunidad de aves está correlacionada con la composición florística del sitio (Marateo 2009). Estas variaciones pueden estar determinadas por la disponibilidad de sitios para anidar en la temporada reproductiva y por la oferta de recursos alimentarios en la temporada no reproductiva (Marateo 2009).

Para concluir, se ha reportado que la diversidad y composición de aves en un área también está determinada por el grado de perturbación antropogénica y natural de la vegetación. Un estudio realizado por Rangel-Salazar y colaboradores (2009) sobre la variación de la diversidad de aves en sotobosques, demostraron que en coberturas con niveles bajos de perturbación antropogénica (e.g. extracción de madera, cacería) y natural (e.g. incendios forestales), la comunidad de aves presentó los valores más altos de riqueza, diversidad, especies raras y migratorias. Por el contrario, en sitios con niveles más altos de perturbación de la vegetación (e.g. pastoreo, quemas), presentaron los valores más bajos de riqueza, diversidad y especies raras. De manera que, la respuesta positiva o negativa de las aves a la heterogeneidad de la vegetación, dependerá de la estructura de la comunidad avifaunística. Asimismo, de su relación con los cambios espacio-temporales de la estructura y composición de la vegetación, en los sitios sujetos a disturbios tanto naturales como antropogénicos (Gillespie y Walter 2001; Pineda-Diez de Bonilla 2012).

### **3. JUSTIFICACIÓN**

Las aves se encuentran en casi todos los ambientes por su capacidad de adaptación. Después de las selvas altas perennifolias, los bosques de montaña concentran altos porcentajes de especies de la avifauna de México. En 2014, Navarro-Singüenza y colaboradores reportaban 1,052 especies de aves a nivel nacional, de las cuales 205 especies (19.5%) ocupaban los bosques de pino-encino, seguidos del mesófilo de montaña con 190 especies (18%) y los bosques de pino con 100 especies (9.5%); asimismo, estos ecosistemas presentan un 38% (399 especies) de endemismos de la avifauna mexicana. Los bosques templados son el segundo ecosistema más extendido del país, ocupando aproximadamente 41.16 millones de hectáreas (21% del territorio), tienen un alto grado de riqueza y endemismos florísticos y son, un resguardo de la avifauna. Sin embargo, también es uno de los más amenazados (SEMARNAT 2010).

Mas y colaboradores (2004) estimaron una tasa de deforestación anual de estos ecosistemas del 0.25% de 1976 a 2000. Durante el periodo de 2002 a 2007, se estimó que los bosques templados sufrieron la degradación más intensa (181, 000 ha anuales).

Donde Chiapas fue uno de los estados que perdió más rápidamente su vegetación natural (tasa anual de 0.82%; SEMARNAT 2010). Dentro de los bosques templados, el bosque mesófilo de montaña es el ecosistema más amenazado globalmente y se estima que su vegetación primaria ocupa menos del 1% del territorio nacional (Sánchez-Ramos y Dirzo, 2014). Los bosques templados en general, además de su importancia ecológica para la biodiversidad, son ecosistemas importantes para las poblaciones humanas, ya que son fuente de productos para usos maderables, medicinales, ceremoniales, alimentarios y comerciales (CONABIO 2010).

Sánchez-Ramos y Dirzo (2014), mencionan que particularmente para el bosque mesófilo de montaña, su degradación es relativamente reciente. Esto empezó con el desplazamiento de la población indígena durante la conquista española, seguido por el establecimiento de plantaciones de café durante el Porfiriato y, después, por el reparto agrario durante el siglo XX. Además de factores naturales de cambio, la degradación de los bosques templados han sido atribuidos directa o indirectamente a factores antropogénicos, de ellos, los más importantes son el crecimiento poblacional y el factor económico. El primero de ellos ocasiona una demanda mayor de recursos naturales que hace necesario un cambio de uso de suelo forestal a uno con finalidad productiva; el segundo, es resultado del modelo económico en donde los usos no forestales (e.g. ganadería, cafetales de sol, comercialización de maderas preciosas) son más rentables para las comunidades rurales (SEMARNAT 2010). Esta complejidad de las interacciones ecológicas de los bosques templados con los factores sociales, económicos y culturales de las poblaciones humanas, hace necesaria la participación de los actores involucrados en la formulación de las estrategias de conservación y manejo de estos ecosistemas (CONABIO 2010).

Particularmente el PNLM, además de ser reconocido por la belleza escénica de sus lagunas, aún resguarda remantes característicos de bosques templados, sin embargo, no son la excepción a este panorama actual. Durante la década de los 70', se reportaba que el 71.96% de la poligonal del PNLM contaba con zonas arboladas en buen estado de conservación (INEGI 2000). Para el año de 1981 el ecoplan del Área Natural Protegida (ANP) describía un ecosistema forestal integrado por bosques de pináceas y



bosques mixtos poco degradados que representaban el 73.99% del área total y un 4.11% ocupado por sistemas agrícolas. Sin embargo, para el año de 1993 las áreas arboladas estaban constituidas en un 61.93% por bosques mesófilos perturbados (CONANP 2007). El último estudio realizado por Jiménez-Cruz y Pulido-Argüello (2009) sobre tasas de transformación en el PNLM, reportaron que del 2005 al 2009 hubo una transformación del 33.99% de la masa forestal por el aumento del cultivo de maíz y café considerados de alta importancia económica en la región. Aunado a esto, disturbios naturales como incendios forestales y plagas de descortezador ocurridos en 1998 que afectaron aproximadamente el 30% de la vegetación forestal del área, han ocasionado que actualmente exista un mosaico heterogéneo de la vegetación en el área (CONANP 2007).

Para comprender la transformación de los elementos forestales del parque, es necesario conocer su contexto histórico, político, social y cultural en el cual esta inmerso, el conocimiento de esta sinergia ecológica y social nos permitirá formular estrategias de manejo y conservación que incluya la participación social. Antes de que Montebello fuera declarado Parque Nacional, en la región se encontraban asentados los primeros ejidos que fueron Ojo de Agua y Miguel Hidalgo; Tzisco, era también una localidad chuj importante en la zona, pero fue constituido como ejido en 1967 (CONANP 2007, Mejía-González 2013). Con el decreto del Parque Nacional (1959), los terrenos comunales de las localidades fueron expropiados, marcando una frontera conservacionista, por lo que sus pobladores se enfrentaron a una prohibición de sus recursos, los cuales ahora tenían que usar de manera clandestina (Mejía-González 2013). Ojo de Agua y Miguel Hidalgo quedaron en el margen del PNLM, pero Tzisco decidió enfrentar al Estado permaneciendo en el territorio a pesar de que sus prácticas locales eran limitadas. Una década después, la reforma agraria permitió el establecimiento de nuevos centros poblacionales en el margen del área protegida, destacando Ántela y Nueva Rosita, por lo que la presión de los recursos naturales también iba en aumento (CONANP 2007). En 1980, la entrada del Instituto Mexicano del café (INMECAFE) en Montebello carente de fundamentos técnicos y biológicos,



marcó un proceso importante en los bosques mesófilos del área, ya que en algunos sitios (principalmente Tzisco y Ántela) fueron reemplazados por cafetales y chalum (*Inga sp*; Limón-Aguirre 2015). Durante esta misma década, en la región hubo una llegada de refugiados guatemaltecos a gran escala debido al conflicto armado que vivía su país; la integración social de los refugiados a los márgenes del parque, trajo consigo el desmonte de tierras forestales para cultivos de maíz y asentamientos comunales como atención de sus necesidades básicas de alimento, vivienda y salud (Fernández 1993). Finalmente, en 1994 el movimiento armado del EZLN impulsó a los pobladores de Tzisco a recuperar y administrar nuevamente sus tierras de trabajo, principalmente su área comunal El Ocotil (ahora Parque Natural Ejidal) para la siembra de sus cultivos de manera irregular, por lo que actualmente detrás de un bosque se encuentran huertas de plátano, café, maíz y frijo; cuatro años más tarde, comenzaron con la tala de árboles, por lo que la asamblea ejidal decidió el reparto del bosque entre los ejidatarios sin ser fraccionadas con la finalidad de conservarlas (Mejía-González 2013). Después de este movimiento armado y por la afectación de sus actividades agrícolas, las comunidades aledañas junto con Tzisco comenzaron a involucrarse en actividades turísticas, ofreciendo paseo a caballo, recorridos guiados, cabañas, establecimiento de puestos de comida regional y artesanal y comercialización de orquídeas (Mejía-González 2013).

Por ello, para la conservación es necesario formular esquemas de trabajo encaminados a tomar en cuenta los intereses de los actores sociales involucrados, mitigar los factores de cambio antropogénico, cubrir las necesidades básicas de los pobladores y fortalecer la revalorización de los recursos naturales y sus servicios ambientales que nos proporcionan. En este ámbito, estudiar la relación de las aves con la estructura de la vegetación es importante, ya que son pocas las investigaciones que permiten sugerir si los cambios en la diversidad y composición de la comunidad de aves son causados por los aspectos estructurales y de composición de la vegetación (García et al. 1998; Smith et al. 2001; Moya-Moreno 2002). Las aves, además de ser buenos indicadores de conservación o degradación de un sitio, desempeñan un papel importante en la dinámica y funcionalidad de los ecosistemas terrestres y acuáticos; contribuyen a la economía local por la creciente popularidad del aviturismo en México; y son importantes

culturalmente como alimento, medicina, ornato y actividades religiosas (Berlanga et al. 2010; Rangel-Salazar et al. 2013).

Las aves han sido un grupo modelo para la implementación de estrategias de conservación a nivel nacional e internacional (Navarro-Singüenza et al. 2014) y además, los bosques templados son prioritarios para estrategias de conservación, por su importante papel en los ciclos hidrológicos y de nutrientes (CONABIO 2010). A pesar de que las aves son uno de los grupo biológicos mejor estudiados, las contribuciones nuevas sobre diversidad y composición de las comunidades a una escala local y regional permiten incrementar el conocimiento sobre la distribución ecológica y la abundancia de especies en diferentes ambientes; además, muchas veces proveen de información nueva de la biogeografía de las especies en el país (Navarro-Singüenza et al. 2014).

#### **4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

I. ¿Existe alguna relación en la diversidad y composición de especies de aves con la estructura vertical y composición florística de la vegetación del Parque Nacional Lagunas de Montebello?

II. En términos de composición trófica, ¿Cuál es la respuesta de los grupos de aves por temporada (secas y lluvias)?

#### **5. HIPÓTESIS**

I. Si la diversidad y composición de aves está determinada por los elementos que componen la vegetación de un sitio, entonces, a mayor variación en la estructura vertical y composición florística de la vegetación, habrá mayor diversidad y composición de aves.

II. Si la disponibilidad de recursos tróficos varía estacionalmente, entonces, habrá grupos de aves que se verán favorecidos por la disponibilidad de frutos e insectos durante la temporada de lluvias

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1 Objetivo General**

Evaluar la diversidad y composición espacial y temporal de la comunidad de aves con relación a la heterogeneidad de la vegetación en el Parque Nacional Lagunas de Montebello

### **6.2 Objetivos Particulares**

1. Estimar la diversidad y composición de la comunidad de aves en temporada de secas y lluvias en el Parque Nacional Lagunas de Montebello.
2. Analizar la estructura y composición de la vegetación en las unidades de muestreo del Área Natural Protegida.
3. Analizar la variación espacial y temporal de la diversidad y composición de las aves con la estructura y composición de la vegetación en el Parque Nacional Lagunas de Montebello.

## **7. MÉTODOS**

### **7.1 Área de estudio**

El Parque Nacional Lagunas de Montebello está localizado en la región Sur-Sureste del estado de Chiapas, en la frontera con Guatemala. Comprende parte de los municipios de La Independencia y La Trinitaria y está situado entre la región fisiográfica de la Altiplanicie de Chiapas y la Planicie Costera del Golfo. Sus coordenadas extremas son 16° 04' 40" y 16° 10' 20" latitud norte y 91° 37' 40" y 91° 47' 40" longitud oeste. De acuerdo al Programa de Conservación y Manejo, el parque presenta una extensión territorial de 6, 425 ha en su poligonal y una zona de influencia con una superficie de 8,530 ha que incorpora 13 comunidades humanas mexicanas y guatemaltecas (CONANP 2007). Aunque los cuerpos de agua en este sitio en realidad son lagos, a lo largo de todo el documento se empleará Lagunas de Montebello por ser el nombre oficial del parque.

La altitud promedio de la zona es de 1 500 msnm (INEGI 2000). El tipo de clima que presenta el área es templado húmedo con lluvias todo el año C (fm) y en el extremo

noroeste cálido húmedo con abundantes lluvias en verano A (cm) (García 1981 en CONANP 2007). La temperatura media anual es de 23.6°C y una precipitación de 350 a 400 mm con 60 a 89 días de lluvia (Ramsar 2003). Los principales usos del suelo que ocupan el área del PNLM están conformados por áreas forestales, de las cuales, los bosques de pino, bosques de pino-encino y bosques de pino-encino-liquidambar son los tipos de vegetación dominantes. También se localizan numerosos cuerpos de agua, áreas inundables de popal-tular y en la periferia, observamos áreas agrícolas, huertos familiares, cafetales, pastizales inducidos por la acción del ganado o fuego y asentamientos humanos (CONANP 2007; Figura 1).

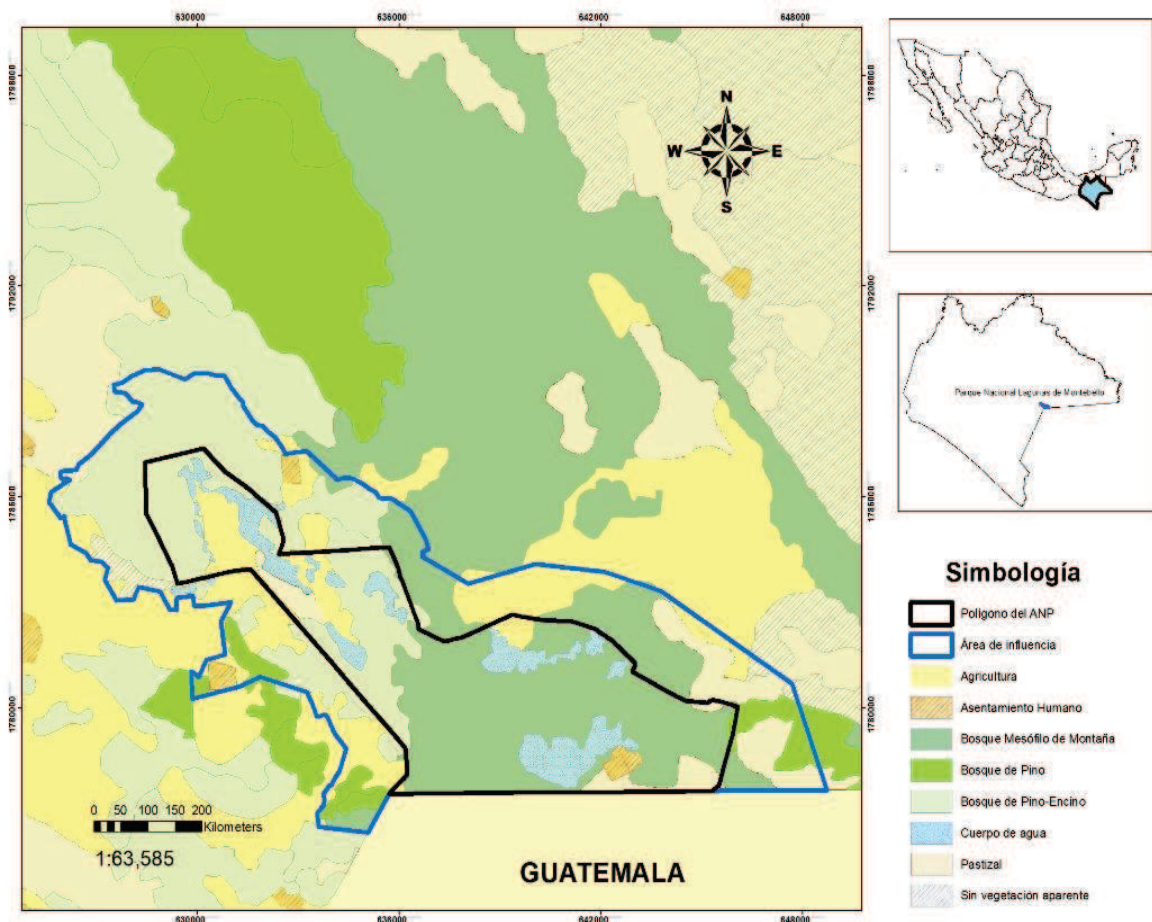


Figura 1. Localización geográfica del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas. Se muestra la poligonal, el área de influencia y los diferentes tipos o usos de suelo.

## 7.2 Unidades de muestreo

Para la selección de las unidades de muestreo se realizaron recorridos preliminares en la zona, análisis de capas vectoriales del tipo de vegetación del PNLM (escala 1:64,413, CONANP 2005), observaciones en campo sobre la fisiografía del sitio e información con los pobladores de la zona. Esto con la finalidad de ubicar geográficamente los sitios a través de un sistema de posicionamiento global, analizar tiempo y esfuerzo para la selección de las unidades de muestreo, ubicar senderos o caminos rurales, además de gestionar los permisos de acceso con las autoridades institucionales y ejidales correspondientes.

En total se establecieron 116 unidades de muestreo en el área de estudio distribuidos en 10 senderos de longitud variable existentes en el ANP. Cada una de las unidades de muestreo estuvo separada entre sí por 300m, que es la distancia sugerida para permitir la independencia de los registros (Hutto et al. 1986; Ralph et al. 1996; Pineda-Diez de Bonilla 2012). Durante el muestreo, las unidades 99 a 104 tuvieron que ser eliminadas por razones de seguridad. Las unidades de muestreo se agruparon de acuerdo con sus características en los siguientes tipos de vegetación: 28 unidades en bosque de pino (BP), 17 en bosque de pino-encino (BPE), 32 en bosque de pino-encino-liquidambar (BPEL), 5 unidades en vegetación riparia (VR), 9 en vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña (BMM) y 19 en zonas con intervención (ZI; Anexo 1).

Las características de cada tipo de vegetación fueron:

- 1) Bosque de pino: Tiene una amplia distribución en el PNLM, abarcando toda la porción centro-oeste. Es florísticamente pobre, la mayoría de estas especies se asocian a sitios muy perturbados, adaptadas a condiciones extremas de temperatura y radiación solar. Está asociada a sitios con menor pendiente y elevación dentro del parque, además, es donde la afectación por incendios forestales superficiales ha sido frecuente (Melo y Cervantes 1986; CONANP 2007).

- 2) Bosque de pino-encino: Formación boscosa donde especies de *Pinus spp* y *Quercus spp* dominan el dosel. Es frecuente que el predominio de estos géneros sea favorecido por disturbios (e.g. incendios). La co-dominancia del encino permite una gran riqueza y abundancia de epífitas, como bromelias, orquídeas y helechos (González-Espinosa y Ramírez-Marcial 2013).
- 3) Bosque de pino-encino-liquidambar: Se localiza en la parte Este del parque. Su característica distintiva es la presencia de *Liquidambar styraciflua* en codominancia con *Quercus spp* y *Pinus spp*. Presenta una alta riqueza de especies florísticas y además, resguarda un número importante de especies vegetales asociadas a sitios pocos perturbados (Ramírez-Marcial et al. 2007).
- 4) Bosque mesófilo de montaña: En el 2005 se reportó una superficie de 458 ha (7.13%) y restringido a áreas con características de topografía abrupta y laderas, específicamente en la parte noreste y central del parque (Jiménez-Cruz y Pulido-Arguello 2013). Alberga una gran riqueza de especies leñosas, frecuentemente numerosas lauráceas y especies bajo alguna categoría de riesgo (CONANP 2007).
- 5) Vegetación riparia: Podemos encontrarla en los lechos poco profundos de la orilla de algunos lagos y se reconoce principalmente por la presencia de tulares (*Typha sp*) y carrizales (*Phragmites sp*; CONANP 2007). Es importante mencionar, que el criterio utilizado para agrupar las unidades de muestreo (N=5) en este tipo de vegetación fue principalmente por poseer >50% de los elementos florísticos que caracterizan a este tipo de vegetación.
- 6) Zonas con intervención: En este tipo de vegetación, se agruparon todas aquellas unidades de muestreo que no presentaban una comunidad florística definida y que son consecuencia de factores naturales o antropogénicos. Esta integrado por unidades de muestreo que abarcaron cultivos de maíz, cultivos de maíz-café, cafetales con sombra diversificada, potreros, cultivos abandonados y sitios con afectación de incendios forestales sin características vegetales distintivas.

### **7.3 Muestreo de aves**

En las 110 unidades de muestreo con un radio fijo de 25 m se identificaron las aves vistas y escuchadas durante 10 min (Reynolds et al. 1980). Los muestreos se realizaron de 6:00 hr a 11:00 hr que corresponde al periodo de mayor actividad de las aves. Las unidades fueron visitadas una vez al mes durante seis meses, tres en la temporada de secas (febrero- abril de 2017) y tres meses en la temporada de lluvias (mayo-julio de 2017), con una duración de 10 días de muestreo por mes. Para disminuir los sesgos de observación, los recorridos mensuales en cada sendero se iniciaron a diferentes horarios y de forma aleatoria para registrar el mayor número de individuos y especies.

Para la identificación visual de las aves, se utilizaron binoculares Pentax 10x50. El muestreo en cada punto inició 5min después de llegar a cada punto para disminuir el efecto de perturbación. Las especies de aves que no pudieron ser identificadas en campo, se grabaron sus cantos con una grabadora Olympus VN-7200 y/o se tomaron fotografías para su posterior identificación. Se emplearon guías de campo como Ber Van Perlo (2006) y National Geographic (2006) y se consultó la fonoteca de las aves de Chiapas y Xeno-canto (2005-2018) para la comparación e identificación de cantos. Para los registros visuales, se consideraron cuatro actividades principales: 1) posando: cuando las aves eran observadas sobre los árboles o dentro de nidos sin realizar ningún otro movimiento (e.g. rapaces); 2) alimentándose: cuando se observaban ingiriendo recursos alimenticios; 3) en vuelo: cuando se desplazaban entre la vegetación sin salir del radio de observación (e.g. colibrís) y 4) movimiento: cuando se observaban desplazándose sobre los troncos (e.g. trepatroncos) o sobre las ramas de arboles y arbustos (e.g. chipes).

### **7.4 Caracterización de las unidades de muestreo**

La caracterización de la estructura y composición de la vegetación fue por el método de parcelas circulares sugerido por James y Shugart (1970) con un radio de 12.5m ( $490.87\text{m}^2 \approx 0.0490$  ha), superficie factible para muestreos en bosques templados. El centro de la parcela fue establecido por el punto de conteo de aves y las variables de la vegetación consideradas fueron:



- 1) Cobertura del dosel: Se realizaron cinco mediciones con ayuda de un densiómetro convexo de corona forestal, una en el centro de la parcela y las demás, hacia cada uno de los puntos cardinales ubicados con una brújula. El promedio de las cinco mediciones fue el porcentaje de cobertura del dosel en cada unidad de muestreo.
- 2) Cobertura de arbustos y herbáceas: Para este caso, nuestra parcela fue dividida en cuatro subparcelas y la cobertura fue expresada como el porcentaje de suelo cubierto en un radio fijo (12.5m) de manera cualitativa (Arriaga-Weiss 2008).
- 3) Diámetro a la altura del pecho (DAP): Con una cinta diamétrica, se midieron todos los árboles  $\geq 20$  cm de DAP que se encontraban dentro de la parcela.
- 4) Altura de estratos de vegetación: La cual se clasificó en: bosque alto (mayor a 25m), bosque mediano (15-25m) y sotobosque (menor a 15m).
- 5) Número de árboles vivos  $\geq 20$  cm de DAP
- 6) Densidad de árboles  $\geq 20$  cm de DAP: expresado por No. de ind./ha.
- 7) Número de árboles muertos en pie  $\geq 20$  cm de DAP
- 8) Número de tocones
- 9) Altura de árboles: Se registraron las alturas de todos los arboles medidos de  $\geq 20$  cm de DAP con un clinómetro Suunto.

La caracterización se realizó entre los meses de julio-septiembre de 2017, en un horario de 7:00 hrs a 17:00hrs con un promedio de 2hrs por parcela, dependiendo de las condiciones del tiempo, de la topografía del lugar y de la ubicación de las unidades de muestreo dentro del polígono del parque. También se realizó la determinación de las especies florísticas, para aquellas especies que no fue posible identificar en campo, se realizaron colectas científicas de ejemplares y toma de fotografías (hojas, flores, frutos) para su posterior identificación con la ayuda de expertos, claves taxonómicas y en colecciones de herbarios en línea: Neotropical Herbarium Specimens (1999-2018), JSTOR Global Plants (2000-2018), Tropicos (2017), Missouri Botanical Garden (1995-2017), NY Botanical Garden (1996-2004).



## 7.5 Diversidad y composición de aves

El esfuerzo de muestreo fue evaluado a través de la construcción de curvas de rarefacción y extrapolación con la librería de R iNEXT, el cual permite estimar el número de especies con base en un número de muestras (Chao et al. 2014). Para el análisis de la diversidad se emplearon los números de Hill o número efectivo de especies con la siguiente ecuación (Hill 1973):

$${}^qD = \left( \sum_{i=1}^S p_i^q \right)^{1/(1-q)}$$

Donde  ${}^qD$  es la diversidad y el exponente  $q$  determina la influencia que pueden tener las especies comunes o las especies raras en la medida de la diversidad, es decir, la diversidad de orden  $q^0$  es equivalente a la riqueza de especies ya que es insensible a las abundancias de las especies;  $q^1$ , todas las especies son incluidas con un peso exactamente proporcional a su abundancia (exponencial del índice de Shannon) y  $q^2$ , toma mayor importancia a las especies dominantes o abundantes (inverso del índice de Simpson) (Hill 1973; Moreno et al., 2011; Chao et al. 2014).

Se calcularon las tres medidas de los números de Hill a través de la librería de R iNEXT (iNterpolación y Extrapolación), fue estimado con 100 remuestreos y un intervalo del 95% de confianza. Con el objetivo de estimar la riqueza ( $q^0$ ), las especies “típicas” ( $q^1$ ) y las especies dominantes ( $q^2$ ). Además de obtener la diversidad por temporada y tipos de vegetación, también se realizó para toda el área muestreada (N=110 unidades de muestreo).

Para conocer la composición de la comunidad de aves, las especies fueron agrupadas en gremios tróficos, estratos de forrajeo, sensibilidad a la perturbación y estatus migratorio. La agrupación de la comunidad de aves por gremios tróficos fue con base en clasificaciones anteriores realizadas por Rangel y colaboradores (2009), Santoyo (2010), Ruiz-Bruce-Taylor y colaboradores (2017), Thompson-Ambriz (2017) y The CornellLab of Ornithology (2017). Para aquellas especies de aves que la literatura reportaba una dieta amplia en el consumo de recursos terrestres y acuáticos, se consideraron omnívoros. Respecto al estrato de forrajeo, sensibilidad a la perturbación

y estatus migratorio, las especies fueron agrupadas con base en *Neotropical Birds* (Stotz et al. 1996). Los estratos de forrajeo identificados en este estudio fueron: agua (Ag), terrestre (Te), sotobosque (So), estrato medio (EM), estrato alto (EA) y aéreo (V); su sensibilidad a la perturbación en baja (B), media (M) y alta (A) y su estatus migratorio en residentes y migratorias latitudinales.

## **7.6 Estructura y composición de la vegetación**

Para el análisis de la estructura de la vegetación, se obtuvieron las medias y desviaciones estándar de las diez variables registradas en cada una de las unidades de muestreo (porcentaje de cobertura, herbáceas y arbustos; DAP y altura de árboles, número de árboles vivos  $\geq 20$  cm de DAP, número de árboles muertos en pie  $\geq 20$  cm de DAP, número de tocones, densidad y número de estratos) para los análisis estadísticos posteriores. Por otro lado, para la composición de la vegetación en cada unidad de muestreo, se determinaron los ejemplares colectados en campo de las especies dominantes y se identificó el tipo de vida (herbácea, arbusto, árbol y trepadora) con base a la descripción de Ramírez-Marcial y colaboradores (2010), Martínez-Icó y colaboradores (2015) y la base de datos de ENCICLOVIDA (2016) de la CONABIO. Finalmente, se identificaron aquellos individuos vegetales que se encuentran en algunas categorías de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES (2017) e IUCN (2017)).

## **7.7 Análisis estadísticos**

Previo a los análisis estadísticos, se aplicaron las pruebas de Shapiro-Wilks ( $w$ ) a los valores de las variables de vegetación para evaluar si cumplían con el supuesto de normalidad (Pedrosa-Correo et al. 2015). Posteriormente, para comprobar si existían diferencias estadísticamente significativas entre las variables de estructura de la vegetación en los diferentes tipos de vegetación (BP, BPE, BPEL, BMM, VR Y ZI) y la diversidad de aves por temporada (secas y lluvias), se utilizaron pruebas paramétricas de análisis de varianza (ANOVA) y para las variables que no cumplieron con los supuestos paramétricos, entonces se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Se realizaron graficas para la presentación visual de las variables de diversidad de aves

y vegetación. Estos análisis se realizaron con el software estadístico InfoStat versión 2008.

El análisis de la relación entre la composición de la comunidad de aves con la estructura de la vegetación fue con base en los gremios tróficos; se optó por este criterio, porque las especies agrupadas en los gremios tienen requerimientos ecológicos similares y por lo tanto, su patrón de respuesta a la estructura de la vegetación es semejante. En este sentido, esta relación fue determinada a través del análisis de correspondencia canónica (CCA). Este tipo de análisis es útil para analizar la relación entre un grupo de frecuencias (conteos; variable de respuesta) y un grupo de variables continuas (variables explicativas) sobre el mismo conjunto de individuos (Vertel-Morinsón 2010). Es decir, identifica la estructura óptima de cada conjunto de variables que maximiza la relación entre los conjuntos de variables dependientes (riqueza y abundancia de aves en los gremios) e independientes (variables de vegetación).

Para determinar el CCA que mejor explica la asociación de los gremios de aves con las variables de vegetación en el PNLN y por temporada (secas y lluvias), se seleccionaron los modelos más parsimoniosos que cumplían con los siguientes criterios: 1) nivel de significancia estadística ( $p \leq 0.05$ ); 2) variables con mayor porcentaje de explicación y 3) que el modelo no tuviera variables redundantes, es decir, se eliminaron variables altamente correlacionadas entre sí. Para la interpretación del CCA, se construyeron gráficas biplot donde se definen los ejes sobre los que se proyectan las frecuencias (gremios) representados por puntos; las variables continuas (variables de vegetación) se proyectan como ejes secundarios (líneas). Además, con este método de CCA y siguiendo los mismos criterios mencionados anteriormente, se analizó también la asociación entre la diversidad de aves ( $q^0$ ,  $q^1$  y  $q^2$ ) con las variables de vegetación. Estos análisis de CCA se realizaron con el programa PAST versión 3.17.

Finalmente, para determinar la posible relación entre la riqueza y abundancia de aves con las variables de estructura de la vegetación para toda el área muestreada, por temporada (secas y lluvias) y tipo de vegetación (BP, BPE, BPEL, BMM, VR y ZI), se emplearon los modelos lineales generalizados (MGL). Los MGL son una extensión de los modelos lineales que permiten que las variables explicativas tengan una distribución

diferente a la normal (Crawley 2007). Por la naturaleza de nuestra variable de respuesta, el tipo de modelo construido fue Loglineal de Poisson, es decir, presentan distribución de Poisson y función de enlace logaritmo ya que este tipo de modelo es el más básico y adecuado cuando la variable de respuesta son conteos (López-González y Ruiz-Soler 2011).

Previamente a la construcción de los MGL se realizaron análisis de correlación simple con la finalidad de seleccionar aquellas variables de la vegetación que presentaban una asociación significativa ( $p \leq 0.05$ ) con la riqueza o abundancia de aves. Toda vez que se obtuvieron las variables predictoras, se procedió a la construcción de los MLG con efectos principales. El primero de ellos fue un modelo nulo, con la finalidad de ir evaluando el ajuste de los datos conforme las variables se iban adicionando hasta llegar a un modelo global que incluía todas las variables de vegetación.

Es importante mencionar que además de analizar modelos con las variables de aves y vegetación sin ningún tratamiento, se exploraron MLG con los datos estandarizados a una escala de 0 a 1 para que nuestras variables fueran equiparables. Dicha estandarización consistió en aplicarle la siguiente formula:

$$VE = \frac{x - \text{Min}}{\text{Max} - \text{Min}}$$

Donde: VE= valor estandarizado; Min= valor mínimo de cada variable y Max= valor máximo de cada variable. Por otra parte, también se construyeron MLG “podando” el 5% de los valores extremos mínimos y máximos de las variables para todo el muestreo (N=110) y por cada tipo de vegetación con la finalidad de no tener resultados engañosos ocasionados por estos valores atípicos (outlier). Como resultado de esta exploración de modelos, se determinó que los datos tenían un mejor ajuste sin estar estandarizados y eliminando los valores extremos mínimos y máximos para las variables en conjunto.

Por lo tanto, los MGL presentados en este estudio fueron construidos con los ajustes de datos mencionados anteriormente. Para seleccionar el modelo que mejor explicaba la

relación entre la riqueza o abundancia de aves con las variables de vegetación, se consideraron los siguientes criterios de selección en orden de importancia:

- 1) Valorar el ómnibus test: porque permite evaluar la significancia global del modelo, si el valor es  $\leq 0.05$  significa que las variables independientes explican la variable dependiente (Carrascal 2015). Por lo tanto, se seleccionaban aquellos modelos estadísticamente significativos.
- 2) Análisis de la devianza: Debido a que valores  $>1$  indican sobredispersión, es decir, la verdadera varianza es mayor que la media.
- 3) Valorar el Criterio de Información de Akaike (AIC): se seleccionaron los modelos que mejor se ajustaron a los datos, es decir, aquellos que tuvieron el valor mínimo de AIC entre los modelos candidatos, ya que es el modelo que proporciona la aproximación más cercana a la realidad (Caballero-Díaz 2011).
- 4) Selección del MGL más parsimonioso, es decir, el modelo que mejor explique la relación entre la comunidad de aves con la vegetación con el menor número de combinación de variables y que además, cumplieran con los criterios mencionados anteriormente.

Para la construcción de los MGL se utilizó el programa IBM SPSS Statistics versión 21 de 32 bits.

## **8. RESULTADOS**

### **8.1 Esfuerzo de muestreo**

Durante todo el estudio, los 3 143 registros de aves pertenecen a 123 especies lo que representó una efectividad del 99% de la riqueza estimada para el Parque Nacional Lagunas de Montebello (Figura 2). El esfuerzo de muestreo temporal mostró ser ligeramente mayor en la temporada de lluvias (99%) que en la de secas (98%). Por tipo de vegetación, la efectividad en el esfuerzo de muestreo fue ligeramente mayor en el bosque de pino (BP) y pino-encino-liquidambar (BPEL) con 97% cada una (844 y 790 registros, respectivamente). Por el contrario, la vegetación riparia (VR) y el bosque mesófilo de montaña (BMM) representaron el menor número de registros observados (193 y 273, respectivamente) mostrando una efectividad del 94% cada una (Cuadro 1).

Sin embargo, cabe señalar que las curvas de rarefacción por tipo de vegetación parecen haber alcanzado la asíntota, lo que indicaría que se logró observar la riqueza de especies representativa de tales coberturas (Figura 3).

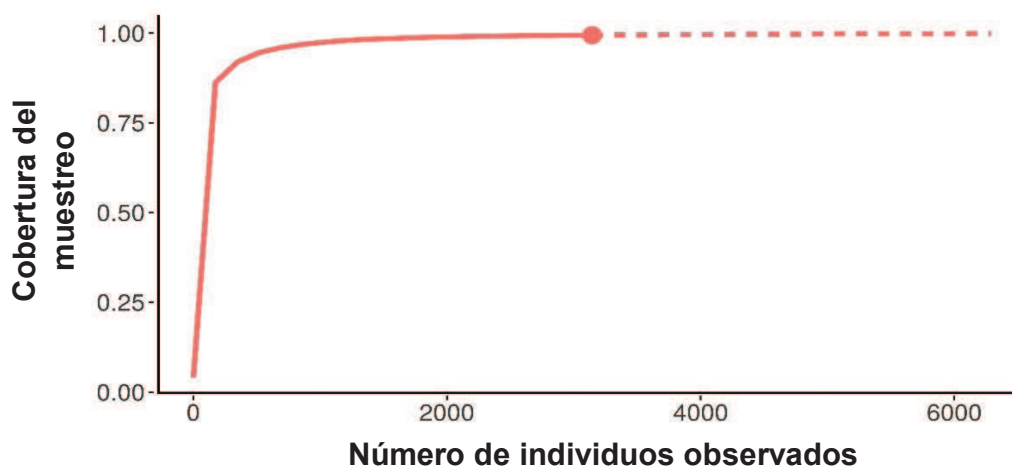


Figura 2. Curva de acumulación de especies de aves con base en el esfuerzo de muestreo de febrero a julio de 2017 en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. El punto rojo representa las observaciones realizadas (3 143 registros) y la línea punteada, la extrapolación basada en 6,288 observaciones.

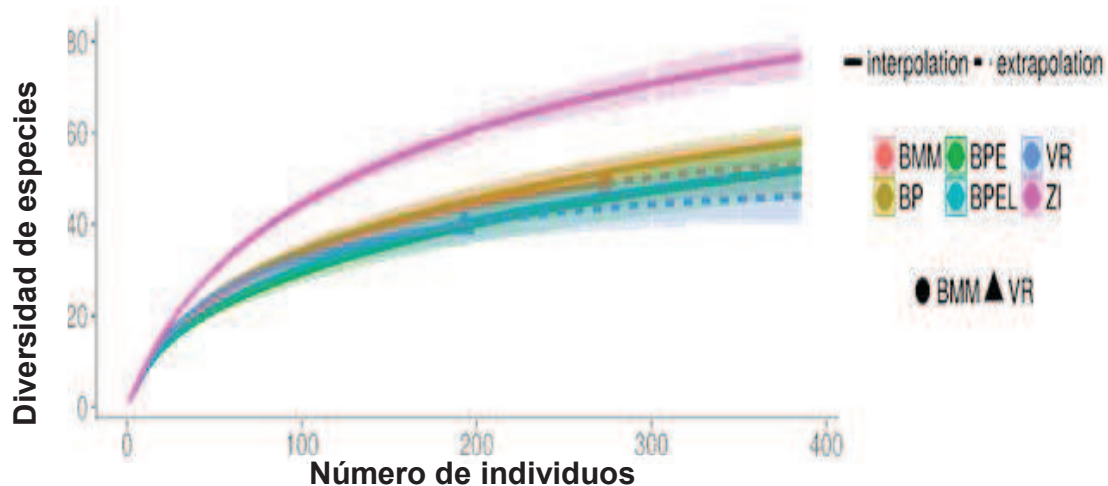


Figura 3. Curva de rarefacción de especies de aves por tipo de vegetación basado en el número de individuos observados y la riqueza acumulada de especies durante el periodo de muestreo febrero a julio de 2017 en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. Donde: BMM= Bosque mésofilo de montaña; BP= Bosque de pino; BPE= Bosque de pino-encino; BPEL= Bosque de pino-encino-liquidambar; VR=Vegetación riparia y ZI= zonas con intervención.

Cuadro 1. Comparación de la efectividad del muestreo de aves por temporada de secas (febrero-abril) y lluvias (mayo-julio) y tipo de vegetación en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. Donde: BPEL= Bosque de pino-encino-liquidambar; BP=Bosque de pino; ZI= Zonas con intervención; BPE= Bosque de pino-encino; BMM= Bosque mésofilo de montaña y VR= Vegetación riparia.

		No. De registros	Efectividad del muestreo
<b>Temporada</b>	Lluvias	1950	99% (99 – 100%)
	Secas	1194	98% (97 – 99%)
<b>Tipo de vegetación</b>	BPEL	844	97% (98 – 99%)
	BP	790	97% (96 – 98%)
	ZI	610	96% (95 – 98%)
	BPE	434	95% (94 – 97%)
	BMM	273	94% (93 – 97%)
	VR	193	94% (92 – 97%)

## 8.2 Diversidad de aves

El total de individuos de aves registrados durante seis meses (3,143) fueron de 13 órdenes, 32 familias y 123 especies. Del total de los individuos, 2,090 fueron registros auditivos (66%) y 1,053 registros visuales (34%), en este último, la mayoría de las observaciones se realizaron cuando las aves estaban en movimiento (58%), posteriormente los mayores registros fueron cuando las aves estaban posando (23%), en vuelo (13%) y pocos registros de aves alimentándose (6%). El listado total de las especies de aves registradas está en el Anexo 2. Aunque 13 especies de este listado fueron excluidas de los análisis por ser registros ocasionales, observados fuera de los horarios y de las unidades de muestreo.

La Familia Parulidae presentó la mayor riqueza con 17 especies y 398 individuos, seguida de la Familia Turdidae con 11 especies. Esta última, también fue la Familia con mayor número de individuos registrados (630). La Familia menos representadas en riqueza y abundancia fue Alcedinidae con un individuo de una sola especie (*Megaceryle torquata*). Otras Familias como Icteridae que aunque presentaron una sola especie (*Icterus chrysater*), sus abundancias fueron altas con 245 individuos, o Cracidae con *Ortalis vetula* y 212 individuos (Figura 4).

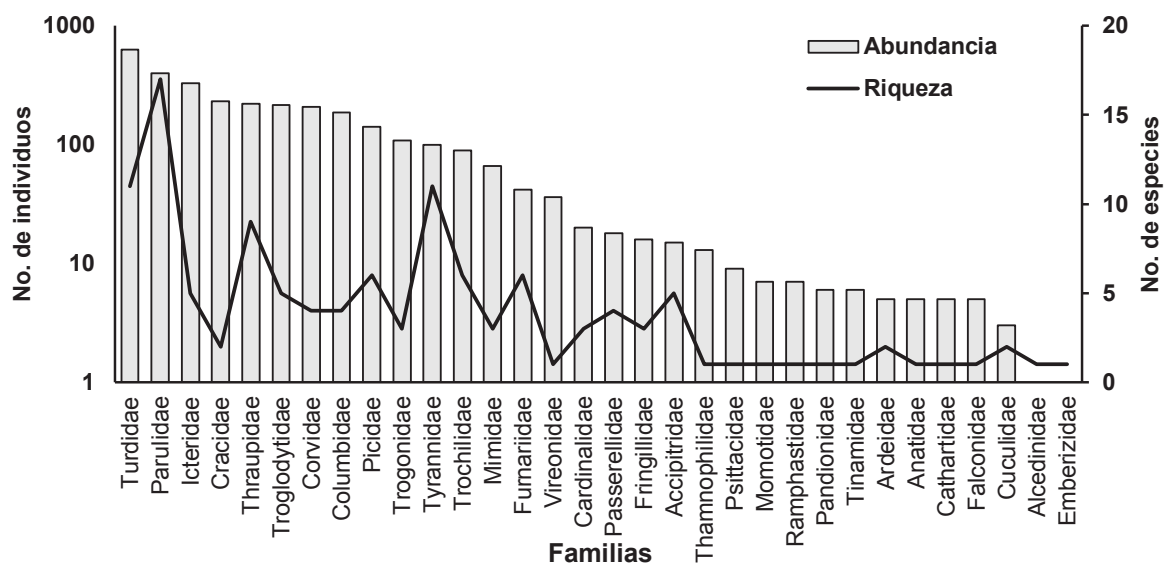


Figura 4. Riqueza de especies y abundancia de individuos (en escala logarítmica) por familias de aves de febrero a julio de 2017 en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México.

Por otro lado, el 37.09% (46 especies) de la riqueza total de aves registraron abundancias  $\geq 11$  individuos siendo las especies más comunes *Myadestes occidentalis* (260 individuos), *Myioborus miniatus* (258 individuos), *Icterus chrysater* (245 individuos), *Ortalis vetula* (212 individuos) y *Chlorospingus ophthalmicus* (168 individuos). Mientras que el 62.9% (78 especies) de la riqueza total restante mostraron abundancias  $\leq 10$  individuos, de las cuales 18 de ellas fueron raras representadas por un solo individuo registrado a lo largo de todo el estudio (Figura 5).



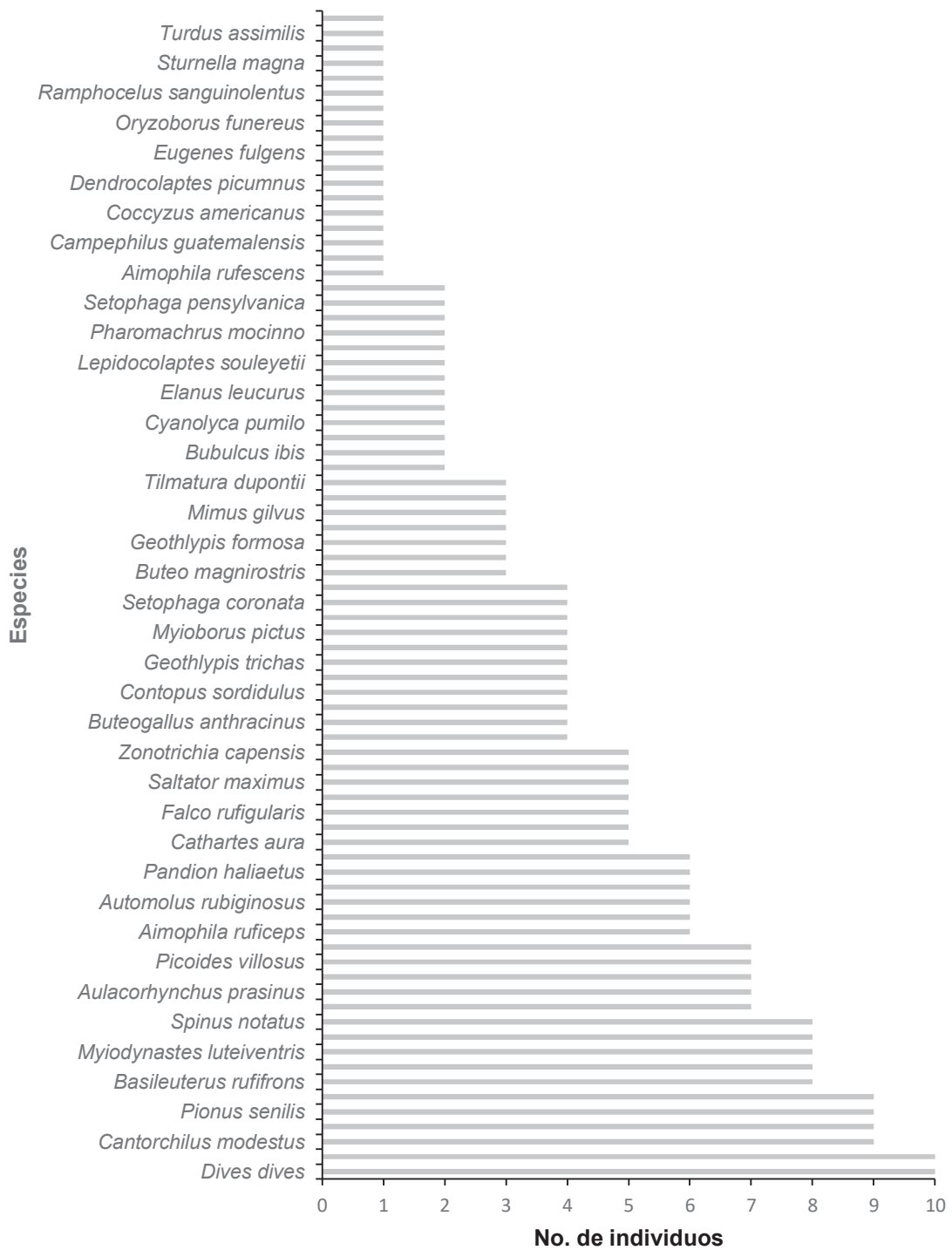


Figura 5. Abundancia total con  $\leq 10$  individuos por especie durante el periodo de muestreo de febrero a julio de 2017 en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México.

En cuanto a las temporadas de muestreo, la mayor riqueza y abundancia de especies de aves se registró durante la temporada de lluvias con 1,950 individuos de 107 especies, mientras que durante secas se registraron 1,194 individuos de 87 especies. Las especies más abundantes durante lluvias fueron *Myioborus miniatus* (170 individuos), *Icterus chrysater* (139 individuos) y *Chlorospingus ophthalmicus* (130 individuos) y en la temporada de secas fue: *Myadestes occidentalis* (142 individuos), *Icterus chrysater* (106 individuos) y *Ortalis vetula* (94 individuos).

Por tipo de vegetación, las zonas con intervención (ZI) presentaron la mayor riqueza de especies (87 especies) seguido del bosque de pino (BP) y bosque de pino-encino-liquidambar (BPEL) con 72 y 66 especies, respectivamente. Estos dos últimos tipos de vegetación también presentaron las abundancias más altas con 844 y 790 individuos. Las abundancias menores se registraron en la vegetación riparia (VR) con 193 individuos de 40 especies (Figura 6). En cuanto a las especies más abundantes, en la mayoría de las coberturas sobresalen *Ortalis vetula*, *Myadestes occidentalis*, *Icterus chrysater*, *Myioborus miniatus* y *Chlorospingus ophthalmicus*; excepto en la vegetación riparia, donde las especies más abundantes fueron *Zenaida asiatica* y *Amazilia cyanocephala*.

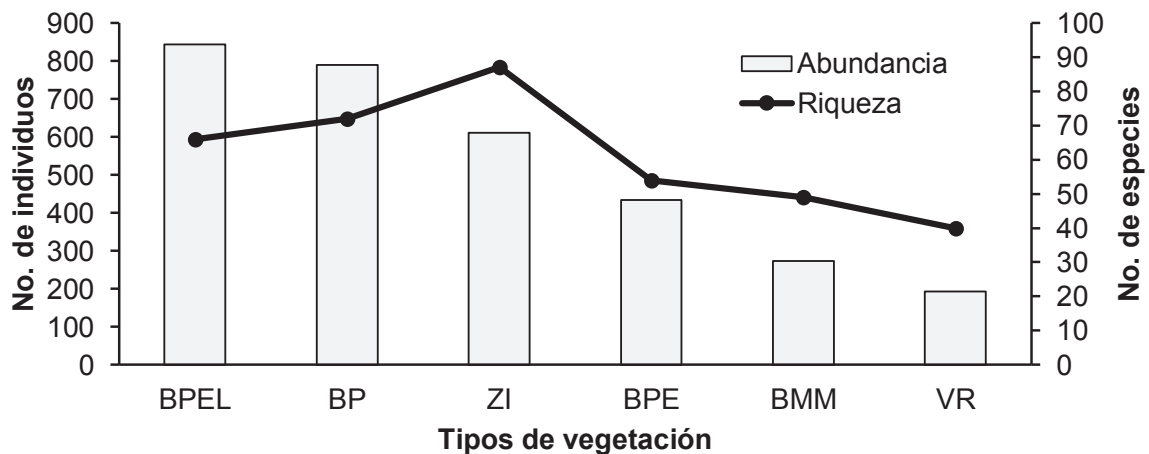


Figura 6. Riqueza y abundancia de aves en seis tipos de vegetación en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. Dónde: BMM= Bosque mésofilo de montaña; BP= Bosque de pino; BPEL= Bosque de pino-encino-liquidambar; BPE= Bosque de pino-encino; VR=Vegetación riparia y ZI= Zonas con intervención.

Por lo que se refiere a la diversidad en números efectivos de especies de aves, en toda el área muestreada se registraron 123 especies efectivas ( $q^0$ ), de las cuales, 41.6 (39.7 - 43.5) fueron especies típicas ( $q^1$ ) y 24.7 (23.5 - 26) ( $q^2$ ) del total de especies pueden ser consideradas especies dominantes en el PNLM. De acuerdo a la temporada, los números efectivos de especies ( $q^0$ ,  $q^1$  y  $q^2$ ) fueron mayores en la temporada de lluvias (mayo-julio) con respecto a la temporada de secas (febrero-abril; Cuadro 2), además, hubo diferencias significativas en la diversidad de aves  $q^0$  ( $F_{5,6}=14.3$ ,  $p=0.01$ ),  $q^1$  ( $F_{5,6}=29.9$ ,  $p=0.005$ ) y  $q^2$  ( $F_{5,6}=20.5$ ,  $p=0.01$ ) entre temporadas (Figura 7).

Por tipo de vegetación, la diversidad más alta de especies se registró en las zonas con intervención (ZI) e inclusive las especies efectivas típicas y dominantes fueron ligeramente mayores ( $q^1= 48.3$  (44.2 - 52.4) y  $q^2= 32.3$  (28.9 – 35.7)) con respecto a toda el área muestreada ( $q^1= 41.6$  (39.7 – 43.5) y  $q^2=24.7$  (23.5 - 26). En contraste, el BPE presentó el menor número de especies típicas y dominantes ( $q^1=24$  (21.4 – 26.7) y  $q^2=16.2$  (14.5 – 18) especies efectivas) en el área (Cuadro 2). La riqueza de especies de aves ( $q^1$ ) mostró diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes tipos de vegetación ( $F_{5,18}= 23.98$ ,  $p= <0.0001$ ); así mismo, las especies típicas ( $q^1$ ) y dominantes ( $q^2$ ) también fueron significativamente diferentes ( $H_{5,18} = 12.32$ ,  $p= 0.03$  y  $H_{5,18}= 13.96$ ,  $p= 0.01$ , respectivamente) entre los tipos de vegetación (Figura 8).

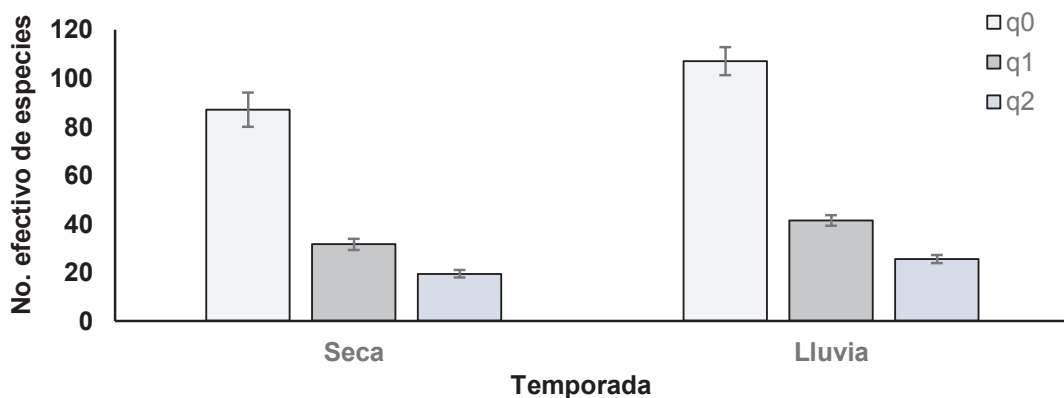


Figura 7. Diversidad de aves en números efectivos de especies en temporada de seca (febrero-abril) y lluvia (mayo-julio) en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. Donde:  $q^0$  es la riqueza específica,  $q^1$  las especies típicas y  $q^2$  las especies dominantes.

Cuadro 2. Diversidad de especies de aves por temporada y tipo de vegetación (ZI= Zonas con intervención; BP=Bosque de pino; BPEL= Bosque de pino-encino-liquidambar; BPE= Bosque de pino-encino; BMM= Bosque mésofilo de montaña y VR= Vegetación riparia) en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. Números efectivos de especies:  $q^0$ = riqueza de especies;  $q^1$ = especies típicas (exponencial de Shannon) y  $q^2$ = especies dominantes (inverso de Simpson).

		Números efectivos de especies		
		$q^0$	$q^1$	$q^2$
<b>PNLM</b>		123	41.67	24.79
<b>Temporada</b>	Lluvias	107	41.4	25.53
	Secas	87	31.52	19.43
<b>Tipo de vegetación</b>	ZI	87	48.35	32.33
	BP	72	32.7	22.3
	BPEL	66	26.03	16.58
	BPE	54	24.09	16.29
	BMM	49	27.31	18.54
	VR	40	27.73	21.75

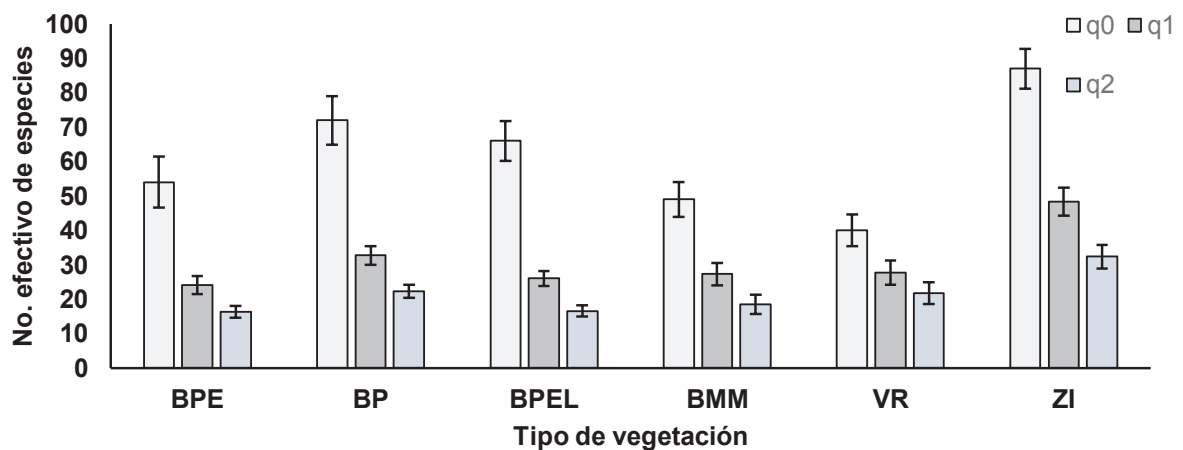


Figura 8. Diversidad de aves en números efectivos de especies entre los diferentes tipos de vegetación del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. Donde:  $q^0$  es la riqueza específica,  $q^1$  las especies típicas y  $q^2$  las especies dominantes. BPE= Bosque de pino-encino; BP= Bosque de pino; BPEL= Bosque de pino-encino-liquidambar; VR=Vegetación riparia; BMM= Bosque mésofilo de montaña y ZI=Zonas con intervención.

### 8.3 Composición de aves

Las aves registradas (3,143 individuos) no todas son residentes en el PNLM todo el año; con base en Stotz y colaboradores (1996) 214 individuos (6.8%) pertenecientes a 20 especies fueron migratorios latitudinales (Anexo 2). De estas especies, 16 fueron registradas en la temporada de secas (febrero-abril) y 14 especies en la temporada de lluvias (mayo-julio). Sin embargo, en esta última temporada la mayoría de los registros fueron en mayo y solo cuatro especies en junio y julio.

Por su sensibilidad a la perturbación (Anexo 3), la mayor parte de las especies presentan una sensibilidad de baja a media al disturbio (64 y 54 especies, respectivamente). Estas especies, fueron observadas más en la temporada de lluvias (mayo-junio; 106 especies) que en secas (febrero-abril; 87 especies) y en cuanto a su distribución por tipo de vegetación, en ZI se registraron más especies con baja sensibilidad (50 especies) y especies con mediana sensibilidad en BPEL (33 especies; Cuadro 3). Cinco especies presentan alta sensibilidad al disturbio humano *Penelopina nigra*, *Turdus infuscatus*, *Dendrocolaptes picumnus*, *Aspatha gularis* y *Cyanolyca pumilo*, siendo observadas mayormente en la temporada de lluvias. Estas especies fueron observadas en todos los tipos de vegetación (excepto VR), pero fueron mayormente abundantes en BPEL (21 individuos) y BMM (12 individuos), principalmente *Aspatha gularis*, *Penelopina nigra* y *Turdus infuscatus*.

Cuadro 3. Distribución de la riqueza de especies de aves por su sensibilidad a la perturbación en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. Donde: ZI= zonas con intervención; BP= Bosque de pino; BPEL= Bosque de pino-encino-liquidambar; BPE=Bosque de pino-encino; VR= Vegetación riparia y BMM=Bosque mésofilo de montaña. Sensibilidad a la perturbación: B= baja; M=media; A= alta y NA= sin información

Sensibilidad a la perturbación	Temporada			Tipo de vegetación					
	PNLM	Secas	Lluvias	ZI	BP	BPEL	BPE	VR	BMM
B	64	46	52	50	37	30	26	26	19
M	54	39	49	33	30	33	26	13	27
A	5	2	5	4	4	3	2	0	3
<b>Total de especies</b>	<b>123</b>	<b>87</b>	<b>106</b>	<b>87</b>	<b>71</b>	<b>66</b>	<b>54</b>	<b>39</b>	<b>49</b>

La comunidad de aves del PNLM representa nueve gremios tróficos, dos de ellos consumen recursos terrestres y acuáticos: insectívoro-vertebrados pequeños-invertebrados acuáticos (IAcVp) y omnívoros (O); y los siete gremios restantes solo consumen recursos terrestres: insectívoros (I), insectívoros-frugívoros (IF), insectívoros-nectarívoros (IN), insectívoros-vertebrados pequeños (IVp), granívoros (G), granívoros-frugívoros-insectívoros (GFI) y frugívoros-insectívoros-vertebrados pequeños (FIVp) (Anexo 3).

Los gremios mejor representados durante el periodo de estudio (febrero-julio) fueron los granívoros-frugívoros-insectívoros (GFI) con 53 especies y los insectívoros con 24 especies (Figura 9). En contraste, los gremios insectívoros-frugívoros (IF) y los frugívoros-insectívoros-vertebrados pequeños (FIVp) fueron los menos representados con dos y cuatro especies, respectivamente. Por temporada y tipo de vegetación de la vegetación, los gremios con mayor número de especies fueron los insectívoros (I) y los granívoros-frugívoros-insectívoros (GFI). Los insectívoros estuvieron compuestos en su mayoría por especies de la familia Parulidae; y en los granívoros-frugívoros-insectívoros destacaron las especies de la familia Turdidae. El único gremio que presenta en su dieta recursos acuáticos (IAcVp) está integrado por 4 especies: *Buteogallus anthracinus* (Accipitridae), *Megaceryle torquata* (Alcedinidae), *Dendrocygna autumnalis* (Anatidae) y *Nycticorax nycticorax* (Ardeidae) (Anexo 3).

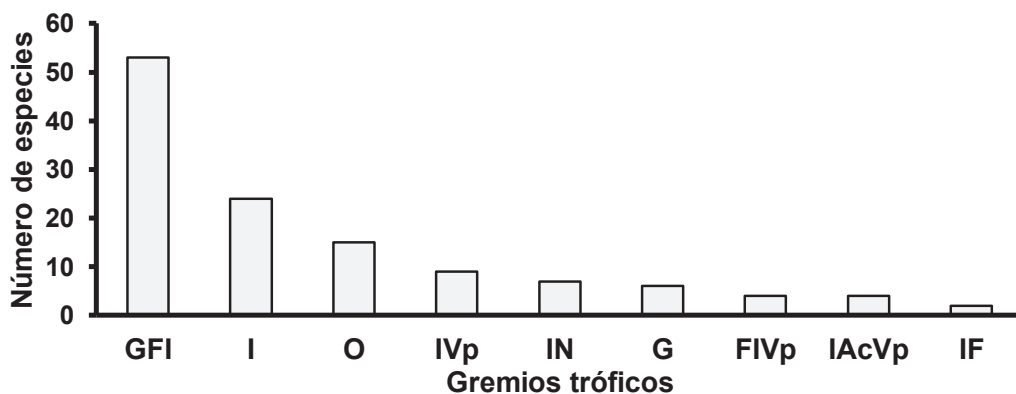


Figura 9. Composición de los gremios tróficos en seis tipos de vegetación de febrero a julio de 2017 en el Parque Nacional Lagunas de Montebello. Gremios: GFI=granívoro-frugívoro-insectívoro; I=Insectívoro; O=Omnívoro; IVp= Insectívoro-vertebrados pequeños; IN=Insectívoro-nectarívoro; G=Granívoro; FIVp=Frugívoro-insectívoro-vertebrados pequeños; IAcVp= Insectívoro-invertebrados acuáticos-vertebrados pequeños; IF= Insectívoro-frugívoro.

Finalmente, la comunidad de aves utiliza 13 tipos de estrato de forrajeo: agua (Ag), terrestre (Te), terrestre-agua (Te, Ag), terrestre-sotobosque (Te,So), terrestre-estrato medio (Te,Em), terrestre-estrato alto (Te,Ea), sotobosque (So), sotobosque-estrato medio (So,Em), sotobosque-estrato alto (So, Ea), estrato medio (Em), estrato alto (Ea), estrato medio-alto (Em, Ea) y estrato alto-vuelo (Ea, V; Anexo 3). En este estudio, el estrato alto fue el más utilizado para forrajear por la comunidad de aves (34 especies), seguido del estrato medio-alto (23 especies) y sotobosque-estrato medio (20 especies). Cabe destacar, que al menos cinco especies emplean el agua como medio de forrajeo (Ag: 1 especie; Te, Ag: 4 especies; Anexo 3).

Por temporada (secas y lluvias) y tipo de vegetación (BP, BPE, BPEL, BMM, VR y ZI), predominaron las especies que emplean el estrato alto (Ea) como medio de forrajeo, excepto en el BMM y VR donde la mayor parte de las especies utilizan el estrato medio-alto (Em-Ea).

#### **8.4 Estructura de la vegetación**

En la caracterización de las unidades de muestreo se midieron un total de 1,292 árboles con DAP  $\geq$  20 cm, de los cuales, 21 individuos quedaron como morfoespecie (sp1-sp21) y algunos más se identificaron hasta género. Del total de árboles medidos, 821 individuos fueron pinos (*Pinus spp.*), seguido de encinos (*Quercus spp.*) con 137 individuos, liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*) con 102 y ciprés (*Cupressus spp.*) con 70 individuos. Asimismo, el zapotillo (*Clethra suaveolens*) y el chalúm (*Inga spp.*) fueron especies representativas en las unidades de muestreo con 22 y 23 individuos, respectivamente; los demás arboles medidos presentaron un rango de 1 a 10 individuos.

Las pruebas de ANOVA y Kruskal Wallis indicaron que al menos uno de los promedios de las variables de estructura es diferente en cada tipo de vegetación (BP, BPE, BPEL, BMM, VR y ZI), excepto el número de árboles muertos ( $H_{5,110}=3.68$ ,  $p=0.26$ ; Cuadro 4). En el cuadro 5 se muestran las medias que son significativamente diferentes en los diferentes tipos de vegetación, según la prueba de Tukey con una significancia del 0.05.

Cuadro 4. Significancia de las variables de vegetación asociadas a los tipos de vegetación presentes en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. DAP= diámetro a la altura del pecho y D.E.= desviación estándar.

Variables	Kruskal-Wallis			ANOVA		
	gl	H	p	gl	F	p
DAP (cm)	5	13.56	0.01	-	-	-
Altura (m)	-	-	-	5	3.89	0.003
Cobertura dosel (%)	5	40.86	<0.0001	5	15.21	.000
Herbáceas (%)	5	11.51	0.04	-	-	-
Arbustos (%)	5	13.8	0.01	-	-	-
Densidad (ind/Ha)	-	-	-	5	7.471	0.00
No. De tocones	5	13.17	0.004	-	-	-
<b>No. De árboles muertos en pie ≥20cm DAP</b>	<b>5</b>	<b>3.68</b>	<b>0.26</b>	-	-	-
No. De estratos	-	-	-	5	3.97	0.002

Cuadro 5. Comparación de las medias de las variables de vegetación asociadas a los diferentes tipos de vegetación del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas. Las medias con un asterisco (\*) son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ), lease de forma vertical. BP= Bosque de pino, BPE= Bosque de pino-encino, BPEL= Bosque de pino-encino-liquidambar, BMM= Bosque mesófilo de montaña, VR= Vegetación riparia y ZI= Zonas con intervención.

Tipo de vegetación	Medias de las variables							
	DAP (cm)	Altura (m)	Dosel (%)	Herbaceas (%)	Arbustos (%)	Densidad	Tocones	Estratos
<b>BP</b>	33.89	17.25	54.94	64.19	21.02	238.33	2.5*	2.43
<b>BPE</b>	31.06*	6.24	64.04*	49.77*	17.13*	307.32*	3.94	2.53
<b>BPEL</b>	36.94	17.6*	69.89*	58.78	27.13	285.07*	2	2.63
<b>BMM</b>	41.07	19.58*	75.15	65	33.75	195.01	1.33	2.56
<b>VR</b>	38.02	17	26.85*	83.75*	25	96.93	0	2
<b>ZI</b>	34.22	13.53*	35.84	70.72	33.55*	140.7*	0.11	1.95*



## 8.5 Composición de la vegetación

Se identificaron un total de 32 órdenes, 49 familias y 111 especies vegetales. De estos, el 44% fueron arbustos (49 individuos), el 33% árboles (37 individuos), 20% de herbáceas (22 individuos) y 3% de trepadoras (3 individuos) (Anexo 4). La familia mejor representada fue Asteracea con 10 especies, seguido de Fabacea con 8 especies y Rubiaceae con 7 especies, las familias vegetales restantes tuvieron una riqueza de  $\leq 5$  especies vegetales.

Se registraron cinco especies catalogadas en riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, Apéndice II del CITES y la IUCN. Estas especies vegetales fueron: *Ostrya virginiana* (Pr), *Cyathea sp.* (Pr; Apéndice II del CITES), *Podocarpus matudae* (Pr, Vu en IUCN), *Hampea montebellensis* (A) y *Litsea glaucescens* (P). Para este estudio, las zonas intervenidas (ZI) fue el tipo de vegetación que presentó mayor composición de especies vegetales (53 especies), seguido del bosque de pino (BP) con 49 especies y bosque de pino-encino-liquidambar (BPEL) con 47 especies; en contraste, el tipo de vegetación con menor composición de especies fue la vegetación riparia (VR) con 15 especies presentes en los sitios (Anexo 5).

## 8.6 Relación de la diversidad y composición de aves con la vegetación

Mediante un análisis de correspondencia canónica, se determinó una relación significativa ( $p=0.028$ ) entre la diversidad de aves con las variables de vegetación. La diversidad en orden  $q^0$  esta asociada al número de tocones y la densidad de árboles  $\geq 20$ cm de DAP/ha. Las especies típicas ( $q^1$ ) parecen ser más sensibles al porcentaje de cobertura de arbustos y finalmente, la diversidad en orden  $q^2$  o las especies dominantes prefieren mayor porcentaje de cobertura de herbáceas y número de árboles muertos en pie  $\geq 20$ cm de DAP. En el diagrama de CCA los dos primeros ejes son suficientes para explicar dicha relación, ya que ambos acumulan el 99.99% de la inercia total del modelo (Figura 10).

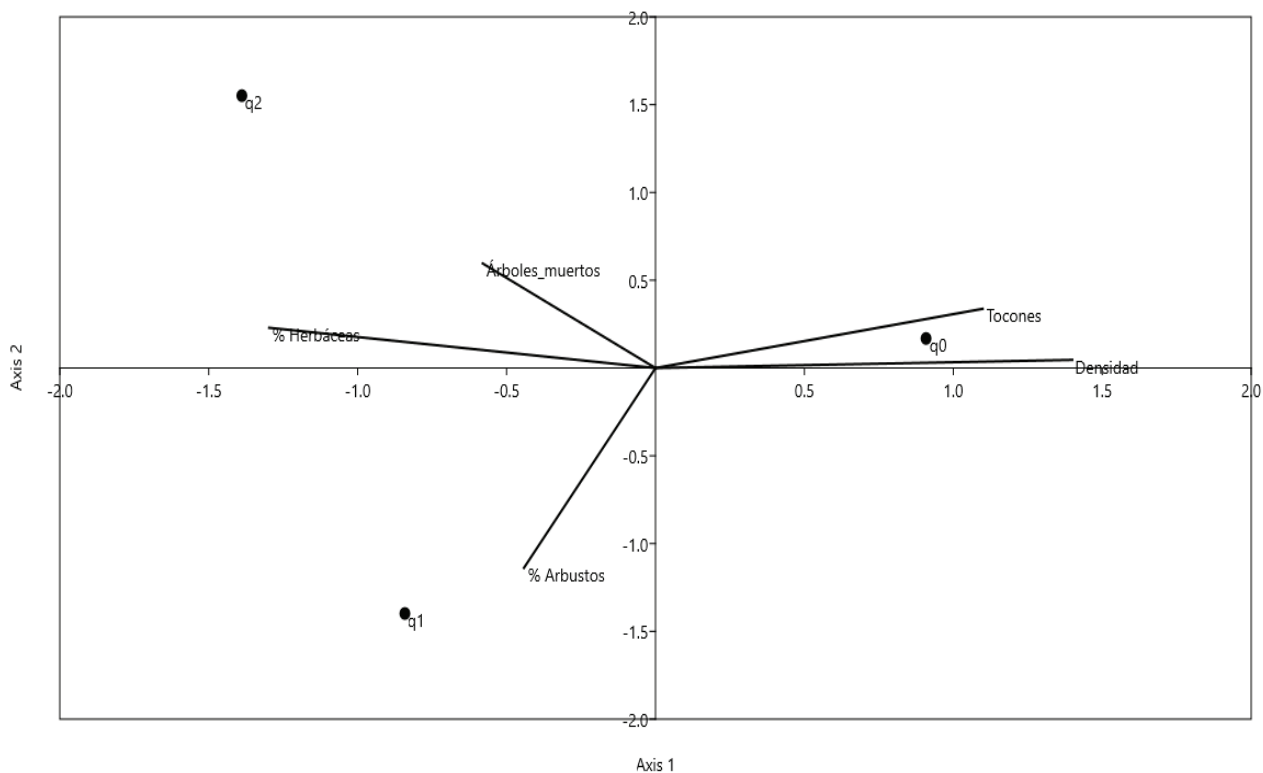


Figura 10. Análisis de correspondencia canónica (CCA) que muestra la relación entre la riqueza de especies de aves con las variables de estructura de la vegetación durante el período de muestreo de febrero a julio de 2017 en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. Los ejes del CCA acumulan el 99.99% de la inercia total y una significancia de  $p=0.028$ .

Para conocer la relación de la composición de aves en gremios tróficos con la vegetación, los ejes del CCA generado explicaron el 86.52% de la inercia total con una significancia de  $p=0.032$  (Figura 11). Los gremios granívoro (G), insectívoro-néctarívoro (IN) y granívoro-frugívoro-insectívoro (GFI) estuvieron asociados con el porcentaje de cobertura de herbáceas y arbustos. Las especies de aves que consumen frutos, insectos, vertebrados pequeños y las especies omnívoras (IF, FIVp y O) se relacionaron con el porcentaje de cobertura del dosel; las aves insectívoras con la altura de los árboles. Para los gremios que consumen invertebrados acuáticos y vertebrados pequeños no hubo relaciones significativas con las variables de vegetación.

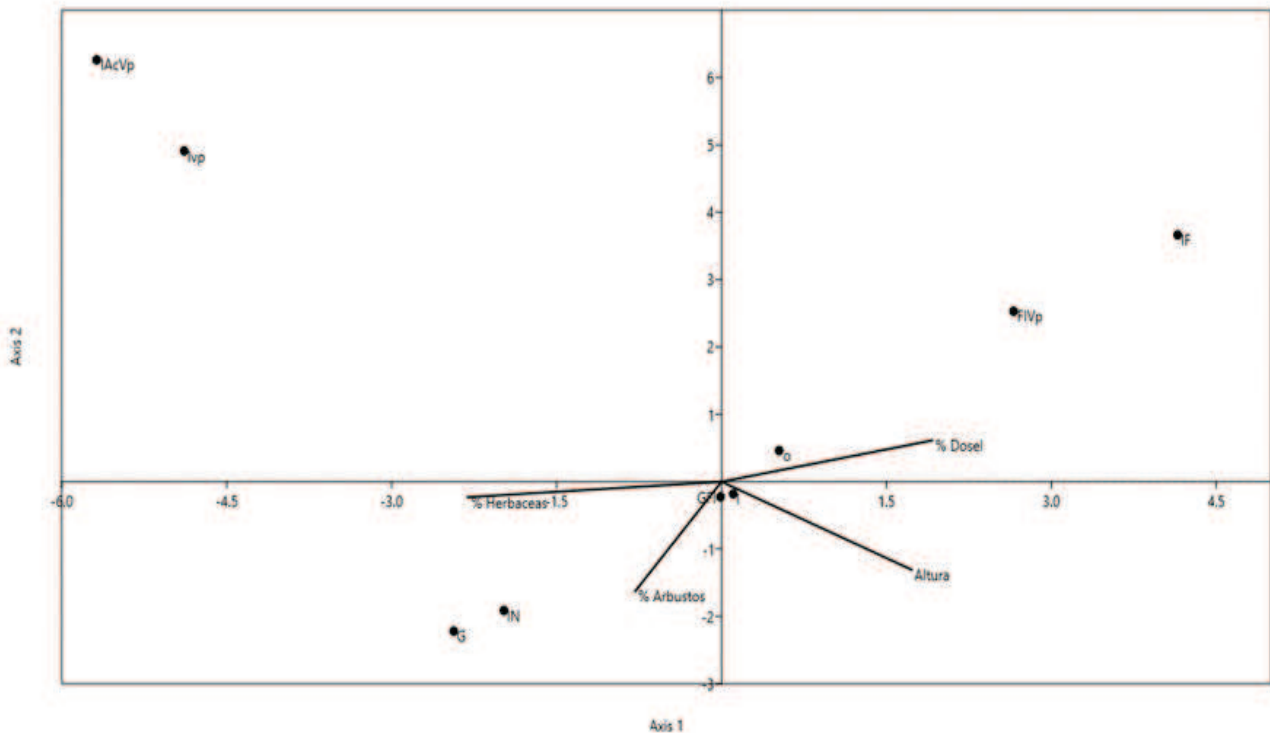


Figura 11. Análisis de correspondencia canónica (CCA) que muestra la relación de los gremios tróficos de aves con las variables de estructura de la vegetación del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México durante el periodo de muestreo de febrero a julio de 2017. Los ejes del CCA explican el 86.52% de la inercia total y una significancia de  $p=0.032$ .

Por temporada, la asociación de los gremios de aves con las variables de vegetación no mostró diferencias importantes. En la temporada de secas (febrero-abril) el CCA no presentó una relación significativa entre los gremios de aves con las variables de vegetación. En lluvias (mayo-julio) los gremios que consumen principalmente insectos (I, IN, IVp e IAcVp) estuvieron relacionados con el porcentaje de cobertura de herbáceas y arbustos; los O y FIVp con el número de tocones y probablemente, los GFI se relacionaron mejor con el porcentaje de cobertura del dosel (Figura 12).

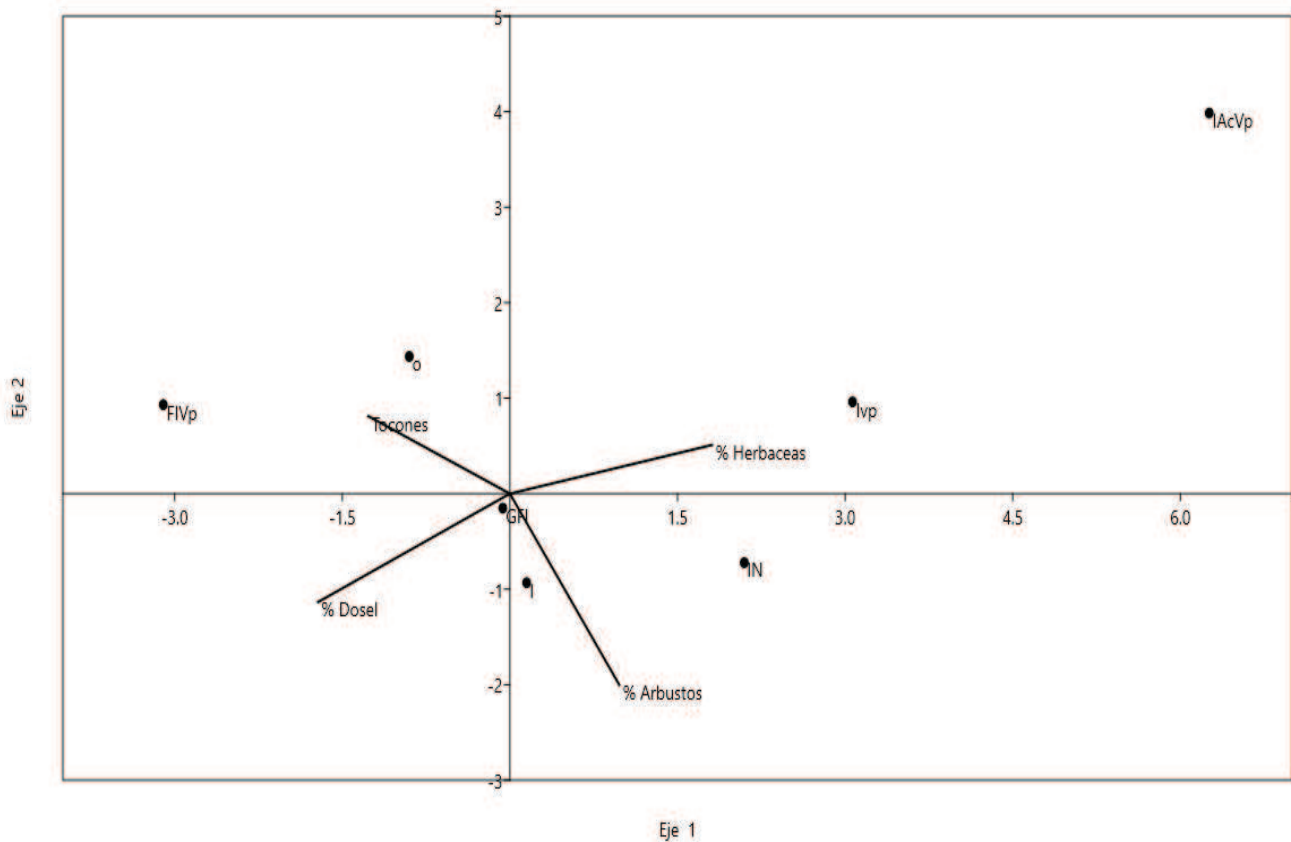


Figura 12. Análisis de correspondencia canónica (CCA) que muestra la relación de los gremios de aves con las variables de vegetación durante la temporada de lluvias (mayo-julio) del 2017 en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. Los ejes explican el 92.27% de la inercia y una significancia del  $p=0.018$ .

En los Modelos Lineales Generalizados, las variables que mejor explicaron la relación entre la riqueza de especies de aves con las variables de vegetación fueron: el porcentaje de cobertura de herbáceas (herb), la cobertura del dosel (dosel) y el número de estratos (estr) (Anexo 6). Cabe señalar, que las variables de vegetación de forma independiente son significativas ( $p \leq 0.05$ ), sin embargo, en conjunto la significancia del modelo general se potencia y la devianza y AIC disminuyen. Por lo tanto, estas variables intervinieron de forma aditiva en el MGL, explicando la asociación de la riqueza de aves con la estructura de la vegetación. Al adicionar las demás variables de estructura vertical y el tipo de vegetación al modelo generado, las variables de respuesta dejan de ser significativas.

Por cada tipo de vegetación, no hubo ninguna relación significativa en el modelo global (prueba ómnibus) entre la riqueza de aves con las variables de vegetación.

Posiblemente, la variación interna en cada tipo de vegetación ocasiona que la prueba ómnibus del modelo no sea significativa, o bien, que algunas variables intervengan como control en el MGL. Por temporada, los MGL no determinaron ninguna relación significativa entre la riqueza de especies de aves con las variables de estructura de la vegetación. El número de unidades en la VR y el BMM impidieron hacer mayor número de combinaciones, por lo que los resultados finales podrían estar sesgados.

En este estudio, la abundancia de aves se relacionó de manera significativa con la densidad arbórea (dens), el número de estratos (estr) y la altura (alt) (Anexo 7). La densidad de árboles  $\geq 20$  cm de DAP es la variable con mayor significancia de asociación con la abundancia de individuos de aves en nuestro sitio. Al adicionar variables de vegetación y tipos de vegetación al modelo, el AIC aumenta y las variables predictoras dejan de ser significativas. Por tipo de vegetación (Anexo 8), la abundancia de las aves en el BP y la VR esta asociada al número de estratos (estr), la densidad arbórea (dens) y la altura de los árboles (alt); en el BPEL, la abundancia se relaciona con el DAP y la altura de los árboles (alt); finalmente, la abundancia de individuos en el BMM y las ZI presentan una relación significativa con el DAP, la altura de los árboles (alt) y el número de estratos (estr). Por otro lado, en la temporada de secas (febrero-abril), la abundancia de los individuos de aves esta relacionada con el número de tocones (tocón); en contraste, la abundancia de aves durante la temporada de lluvias (mayo-julio) estuvo asociada con la densidad de árboles  $\geq 20$ cm de DAP/ha (dens), el porcentaje de cobertura del dosel (dosel) y la altura de los árboles  $\geq 20$ cm de DAP (alt; Anexo 9).

## **9. DISCUSIÓN**

Las especies de aves (123) reportadas en este estudio para el Parque Nacional Lagunas de Montebello representan el 17.59% del total de aves reportadas para Chiapas (699 especies; Rangel-Salazar et al. 2013) y el 44.4% de las aves registradas en el Programa de Conservación y Manejo del área (277 especies; CONANP 2007). De acuerdo a Van Perlo (2006), del total de especies enlistadas en el programa de manejo,

cinco de ellas no se distribuyen en la zona (*Calothorax pulcher*, *Lampornis clemenciae*, *Ortalis leucogastra*, *Melanotis caerulescens* y *Sicalis luteola*) por lo que se recomienda una revisión de los inventarios realizados previamente en el área con la finalidad de verificar y obtener un listado más detallado de la avifauna presente en el sitio. Nuestro listado general también contribuye a la actualización taxonómica de las especies, la inclusión de *Dryocopus lineatus*, *Xiphorhynchus flavigaster*, *Sayornis nigricans* y *Setophaga pensylvanica* y el aporte de los nombres locales de las aves en Chuj, Mam y Kanjobal por los pobladores de las comunidades aledañas, mostrando la gran variedad étnica, cultural y lingüística de la región.

El esfuerzo de muestreo para la comunidad de aves cubrió el 99%, ya que el nivel mínimo para considerarlo como integro sugerido por Moreno y Halffter (2000) es del 90% en la asíntota de acumulación de especies, aunque Jiménez-Valverde y Hortal (2003) reportaron que con un nivel superior al 70% puede ser considerado satisfactorio. Por lo que se podría sugerir el empleo de las curvas de acumulación de especies, para la valoración de la calidad en los inventarios biológicos, ya que además de ser una herramienta de planeación esfuerzo-costo, es sencilla, robusta y comparable (Soberón y Llorente 1993; Moreno y Halffter 2000; Jiménez-Valverde y Hortal 2003).

La detección de las aves en el PNLM fueron en su mayoría registros auditivos (66%) y en su minoría registros visuales (34%). Esta condición ha sido reportada para los bosques templados donde la fisonomía de la vegetación, topografía del lugar y el comportamiento de sus especies de aves dificultan la observación (González-Ortega y Morales-Pérez 1998; Suárez-García et al. 2017); por lo que es de vital importancia complementar los muestreo con las señales auditivas de las aves para detectar las especies raras o aquellas que sean muy activas en el dosel (Celis-Murillo et al. 2012). Así mismo, la grabación de vocalizaciones serían un método complementario eficiente en el PNLM, principalmente, por el tipo de hábitat y la presencia de un alto número de Passeriformes o aves canoras, además, las grabaciones contribuyen a tener un inventario más completo de las especies, son evidencia física e histórica de las aves y podrían ser herramientas excelentes en la formulación de estrategias de cultura ambiental y conocimiento biológico del área.

## 9. 1 Diversidad y composición de aves

Parulidae y Turdidae fueron las Familias representativas en términos de riqueza de especies y abundancia de individuos en el parque, esto concuerda con estudios previos en el área (Martínez-Sánchez 2005; Rangel-Salazar et al. 2009; Santoyo 2010) y en algunos bosques templados de Chiapas (Rangel-Salazar y Enríquez-Rocha 2013), Guerrero (Almazán-Núñez et al. 2009), estado de México (Bojoges-Baños 2004; Ugalde-Lezama et al. 2010) y la Sierra Madre Oriental (Tinajero-Hernández 2005). En contraste, Alcedinidae con un solo individuo de *Megaceryle torquata* fue la Familia menos representada. Esta especie no había sido reportada en los estudios ornitológicos anteriores del parque, sin embargo, Homobono-Naiff y colaboradores (2011) mencionan que esta especie utiliza la vegetación boscosa cercana a los cuerpos de agua para forrajear insectos y los árboles de porte alto (10 m aprox.) para posar, reconocer el área y vigilar sus nidos.

*Megaceryle torquata* se considera vulnerable a la pérdida de sitios de nidificación y de sus recursos de alimentación (Kaufman 2018). Esto podría ser una potencial amenaza para la especie en el parque, un ejemplo de ello es el sitio donde fue observada en este estudio, el paraje se conoce localmente como “Paso del Soldado”, el cual es un sitio de constante tránsito vehicular y afluencia de pescadores (obs. pers.), lo que podría causar alteraciones en su comportamiento reproductivo. Aunado a esto, el lago presente en esta área, de acuerdo con Maya-García (2017) es considerado como “impactado” por el incremento de su estado trófico (de mesotrófico a eutrófico), ocasionando mal olor, cambio de coloración y disminución en sus niveles de oxígeno lo que conlleva a una disminución de peces e invertebrados acuáticos, recursos principales en la dieta de *Megaceryle torquata*. A pesar de que esta especie es considerada estable, Ariás-Campos (2017) y Durán (2017) reportaron que las poblaciones de *Megaceryle torquata* pueden verse afectadas por la disminución de sus recursos dulceacuícolas, como consecuencia de la pérdida de hábitat, proyectos hidroeléctricos y contaminación de los cuerpos de agua. En este sentido, sería importante evaluar la población de esta especie ya que además de encontrarse en el extremo de su distribución altitudinal (1 500 msnm), es un ave residente en el PNLM. También implementar estrategias de vigilancia, sobre todo en sitios poco profundos del lago (zonas de anidación) en la

temporada reproductiva (julio a diciembre) y mantener la estructura vertical y composición de la vegetación que rodean los lagos.

La abundancia de las especies *Myadestes occidentalis*, *Myioborus miniatus*, *Icterus chrysater*, *Ortalis vetula* y *Chlorospingus ophthalmicus* por temporada y tipos de vegetación (excepto la vegetación riparia), demuestran su amplia distribución dentro del parque y su preferencia por zonas boscosas. Por otro lado, en la VR se registraron especies que utilizan hábitat más abiertos (*Zenaida asiática* y *Amazilia cyanocephala*; Van Perlo 2006). *Chlorospingus ophthalmicus* y *Myioborus miniatus* han sido reportadas como especies muy abundantes en el parque (Martínez-Sánchez 2005 (38 y 19 individuos, respectivamente); Rangel-Salazar et al. 2009; Santoyo 2010 (226 y 267 individuos) y *Myadestes occidentalis* en otras áreas de Chiapas, Guerrero y el estado de México (Bojorges-Baños 2004; Almazán-Núñez et al. 2009; Rangel-Salazar y Enríquez-Rocha 2013). Por lo que son consideradas especies características de los bosques templados de México (CONABIO 1997; Navarro y Peterson 2007).

Por otro lado, *Icterus chrysater* y *Ortalis vetula* no han sido reportadas como representativas de los bosques templados. Sin embargo, presentan mayor abundancia en selvas medianas y vegetación secundaria (CONANP 2013; Peña-Álvarez 2014). Los hábitos generalistas de las especies, su baja sensibilidad a la perturbación, la heterogeneidad de la vegetación del área y la ubicación del parque por su función como corredor biológico con la Lacandona, posiblemente sean características que están favoreciendo la ocurrencia de estas especies en Montebello.

Se ha reportado que *Chlorospingus ophthalmicus* y *Ortalis vetula* son importantes en la dispersión de semillas (Martínez-Sánchez 2005; Peña-Álvarez 2014), por lo que estas especies tienen un papel clave en la regeneración de la vegetación del área. Por lo que las especies residentes son importantes en la estructura de la comunidad de aves del PNLM y es complementada por las especies migratorias latitudinales. Sin embargo, es posible que el periodo de muestreo (febrero-julio) haya subestimado las especies migratorias con picos de abundancia en los otros meses invernales por lo que un estudio cubriendo todo el ciclo anual podría corroborar dicha afirmación.



Se consideran especies de aves “raras” aquellas que viviendo y reproduciendo en el lugar de muestreo, están representadas por muy pocos individuos ( $\leq 10$  individuos), por lo que se han convertido en un grupo prioritario de conservación (Ceballos 2001; Halffter y Moreno 2005). En el PNLM, el 62.9% de la comunidad de aves fueron raras en términos de abundancia. Condiciones similares han sido reportadas en estudios avifaunísticos de bosques templados (Martínez-Morales 2007; Almazán-Núñez 2009), posiblemente asociadas a la mayor complejidad estructural de las comunidades o bien, por efectos del muestreo (Halffter y Moreno 2005).

De este grupo destacan *Setophaga chrysoparia* (1), *Cyanolyca pumilo* (2), *Pharomachrus mocinno* (2), *Cyanolyca cucullata* (4), *Aspatha gularis* (7) y *Catharus frantzii* (8) como especies prioritarias de conservación, ya que además de ser raras en el área, son consideradas especies de preocupación mayor con un nivel alto o severo de vulnerabilidad por la pérdida de su hábitat primario, principalmente los bosques mésofilos de montaña (Berlanga-García et al. 2010; Berlanga-García 2015). En este sentido, por el grado de rareza de estas especies se recomiendan estudios con métodos más específicos o complementarios que permitan establecer una línea base del estado actual de sus poblaciones en Montebello.

El análisis de la diversidad de aves en el PNLM entre temporadas, indicó que la diversidad en orden  $q^1$  (especies típicas) fue 1.3 veces mayor en lluvias (mayo-julio) que en secas (febrero-abril) y representó el 99.3% de la diversidad total del parque. A pesar de que la temporada de secas coincide con la migración latitudinal de las aves, éstas solo representaron el 16% de las especies. En contraste, la alta diversidad en lluvias fue por el aumento en la abundancia de las especies dominantes, aseveración que puede ser confirmada por el valor alto de diversidad en orden  $q^2$  (especies dominantes), ya que este no considera a las especies raras.

La agrupación de estas especies en gremios tróficos puede confirmarlo, ya que hubo un ligero aumento en la abundancia de los gremios insectívoros (I), granívoros-frugívoros-insectívoros (GFI) e insectívoros-nectarívoros (IN) en lluvias. La abundancia de estos gremios responde positivamente al incremento en los niveles de recursos (néctar, insectos, frutos) durante la temporada húmeda (Codesido y Bilenca 2004), los que a su

vez están asociados por la disponibilidad estacional de los recursos en los sitios (e.g. presencia de flores para insectos polinizadores; madera en descomposición para Coleopteros; corteza de árboles altos para Orthoptera; Naranjo y Chacón de Ulloa 1997). Esta diferencia significativa de la diversidad entre temporadas promueve la importancia de seguir realizando estudios a largo plazo que permitan comparar la respuesta de las aves a las fluctuaciones estacionales (e.g. periodos de lluvia, humedad), las cuales podrían estar afectando la disponibilidad de recursos y por ende la estructura de la comunidad avifaunística.

A manera de comparación, la diversidad ( $q^2$ ) total del Parque Nacional Lagunas de Montebello en este estudio fue 1.8 veces mayor que la diversidad reportada anteriormente en el área (13.67; Rangel-Salazar et al. 2009), es decir, reportaron el 55.14% de la abundancia de aves registradas en este estudio. Es posible que estas diferencias en los valores de diversidad estén dados por el método de muestreo, ya que el estudio anterior empleó redes de niebla, el cual es un método efectivo pero esta sesgado a aves de sotobosque y cubren menor área por unidad de tiempo (Ralph et al. 1996). A diferencia del método empleado en el presente estudio (puntos de conteo), que permite cubrir mayor superficie de muestreo y detección de especies raras y de dosel (Ralph et al. 1996). Estas diferencias en la diversidad de aves de Montebello, acentúa la necesidad de ver la estructura de la comunidad como una asociación peculiar y altamente dinámica (con pérdida y ganancia de especies), aun cuando la estructura básica permanezca (Halffter y Moreno 2005). Así mismo, esto refleja la necesidad de darle continuidad a estos estudios a largo plazo que permitan mostrar patrones de la permanencia de las comunidades en el tiempo como respuesta a los factores de cambio natural (e.g. incendios forestales) o antropogénicos (e.g. cambio de uso de suelo), los cuales, de acuerdo con Jiménez-Cruz y Pulido-Arguello (2009) han elevado las tasas de transformación de la cobertura forestal en el parque. Aunado a esto, se acentúa la importancia de estandarizar y complementar métodos de muestreo para que todas las especies tengan la misma probabilidad de ser registradas; así como definir la escala espacio-temporal de los análisis para la formulación de estrategias de conservación.

Por tipo de vegetación, la riqueza ( $q^0$ ) de especies de aves en las zonas con intervención mostró los mayores valores. Al incluir las especies y su abundancia en la medida de la diversidad ( $q^1$  y  $q^2$ ), las zonas con intervención, el bosque de pino y la vegetación riparia fueron los sitios con mayor valor de diversidad de aves en comparación con sitios de coberturas de dosel más densas como el bosque mesófilo de montaña, el bosque de pino-encino-liquidambar y el bosque de pino-encino. La diversidad está muy relacionada con la riqueza y abundancia de los individuos registrados (Moreno et al. 2011), por lo que el tipo de muestreo, la experiencia del investigador y la densa cobertura del dosel en el BMM, BPEL y BPE pudieron ser factores importantes en el registro de menor diversidad en estos sitios, ya que en follajes densos o muy altos, la detección de las aves se dificulta existiendo omisiones en los registros (González-Ortega y Morales-Pérez 1998). Sin embargo, las curvas de rarefacción (Figura 2) indican una alta confiabilidad del muestreo por tipo de vegetación.

La diversidad de las ZI fue 1.3 veces mayor con respecto a la diversidad total del PLNM, esto podría deberse a que las especies son igualmente comunes en este tipo de vegetación a diferencia del parque, donde la abundancia puede estar concentrada en pocas especies. Explorar el componente de equidad (evenness) podría apoyarnos a confirmar dicha aseveración, ya que un sitio con una alta equidad es más probable que la diversidad sea mayor que en un sitio con muchas especies raras (Moreno et al. 2011). A su vez, los factores de cambio naturales o antropogénicos tienen diferentes efectos en las relaciones ecológicas de la comunidad analizada a una escala puntual (tipo de vegetación) que a escalas mayores (comunidad; Halffter y Moreno 2005).

Los valores de diversidad  $q^2$  del BMM, BPEL y BPE indican la importancia de estos tipos de vegetación para el resguardo de las especies típicas y raras que conforman la comunidad de aves del parque. Además, representaron el 65.5%, 62.4% y 57.8%, respectivamente, de la diversidad ( $q^1$ ) total del área. La composición de la diversidad en estos tipos de vegetación estuvo representada por una alta abundancia de especies residentes con mediana y alta sensibilidad a la perturbación (Berlanga et al. 2010). Destacando *Atlapetes albinucha* por ser una especie endémica con distribución

restringida (Van Perlo 2006); *Penelopina nigra*, por ser considerada una especie en riesgo a nivel nacional (P, NOM-059-SEMARNAT-2010) e internacional (Vu, IUCN; apéndice III, CITES) por estar fuertemente asociada al bosque mesófilo de montaña considerado como su hábitat primario; *Setophaga chrysoparia*, especie con un grado alto de vulnerabilidad por ser de distribución restringida en Estados Unidos, que migra de sus hábitat reproductivos de Texas para moverse a los bosques de pino-encino de México y Guatemala durante el otoño (Berlanga et al. 2010); y *Pharomachrus mocinno*, por ser el primer reporte documentado de la presencia de esta especie en los parajes conocidos localmente como Grutas y Km-2 dentro del parque.

Considerando la transformación histórica de las coberturas forestales en el PNLM (INEGI 2000; CONANP 2007; Jiménez-Cruz y Pulido-Argüello 2009) y algunos factores de cambio observados en campo como deslaves, extracción de leña, basureros comunitarios e intenso paso de caballos como atractivo turístico del área, pudieron ser factores determinantes en la variación de la estructura y composición de la avifauna registrada en estos tipos de vegetación, una estimación indirecta de esto podría realizarse a través de la modelación de distribuciones potenciales de las especies (Martínez-Morales 2007). A corto plazo, los proyectos comunitarios de reforestación, vigilancia y monitoreo programados anualmente, podrían ser una estrategia de conservación que mitiguen los factores de cambio en estos tipos de vegetación enfatizando su importancia en términos de aves a través de la participación activa de los pobladores de las comunidades aledañas y todos los actores involucrados (e.g. prestadores de servicios, turistas, dependencias municipales, estatales y federales) con la finalidad de difundir y revalorizar los servicios ambientales que proporciona el PNLM.

Por otro lado, la VR, ZI y BP presentaron la diversidad más alta, conformada principalmente por especies dominantes ( $q^2$ ) con baja sensibilidad a la perturbación. Sin embargo, en cada tipo de vegetación se registraron especies exclusivas asociadas a hábitats abiertos como algunas especies de interior de bosque. Lo cual podría sugerir que estos tipos de vegetación representan una opción adecuada para las aves residentes, ya que pueden complementar los requerimientos de hábitats o bien, para desplazarse entre sitios a través del paisaje. El empleo de modelos de ocupación

podrían apoyarnos a confirmar dichas observaciones en el área, además, serían útiles para determinar las especies especialistas o generalistas, aún para las aves asociadas a hábitats abiertos (Pineda-Diez de Bonilla 2012). Actualmente, debido a la constante transformación de los hábitats originales, los sitios naturales y modificados son necesarios para mantener la estructura y complementariedad de una comunidad (Ramírez-Albores 2006).

Para *Dedrocygna autumnalis*, la presencia de pastizales densos y su cercanía a los cuerpos de agua de la VR representó sitios adecuados para anidar. También en este tipo de vegetación se registró a *Sturnella magna*, a pesar de ser considerada un ave común en zonas abiertas (Berlanga et al. 2010) en América del Norte ha mostrado un declive significativo del 71.5% de su población en los últimos 40 años, por lo que es considerada una especie de preocupación menor por la IUCN (2017). En Cánada y Estados Unidos, las principales causas de disminución de las poblaciones de *Sturnella magna* han sido por la pérdida de pastizales debido a la urbanización, tecnificación agrícola e intensificación de pesticidas que disminuyen su éxito reproductivo, destrucción de nidos por sobrepastoreo y depredación de nidos por animales domesticos y silvestres (COSEPAC 2011)

En las ZI, las áreas de cultivo fueron importantes para complementar la riqueza de especies de Montebello, destacando *Cyanerpes cyaneus*, *Volatinia jacarina* y *Sporophila torqueola*. En algunas milpas y cafetales es posible que la sombra diversificada y los árboles dispersos, pudieron influir en la presencia de aves de interior de bosques (*Penelopina nigra*, *Aspatha gularis*, *Turdus infuscatus*, *Cyanolyca pumilo* y *Myadestes unicolor*), además, proporcionaron sitios de anidación para *Buteogallus anthracinus*. En los potreros, resulta interesante la presencia de *Bubulcus ibis* esta especie exótica representa una amenaza, principalmente, por la competencia de los recursos (sitios de anidación y alimento) con las aves residentes, además, por su gran abundancia que pueden llegar a perjudicar las poblaciones de ártropodos y son agentes de transporte del *Clostridium botulinum*, bacteria que afecta a otras aves y mamíferos (Sánchez-García 2011). Por lo tanto, sería importante evaluar la población de esta especie en el PNLM y de requerirlo, comenzar con un programa de control y

erradicación de la especie, para ello, los proyectos GEF de Especies Invasoras coordinado por CONABIO y CONANP, podría ser una excelente alternativa (CONANP 2017).

Por otro lado, el BP es considerada una comunidad florísticamente pobre, ya que mantiene únicamente el 26% del total de especies vegetales registradas en el parque (CONANP 2007). Sin embargo, su amplia distribución y su intensa actividad de reforestación y mantenimiento (actividad que involucra el control de la maleza y fertilización para favorecer el desarrollo y crecimiento de la planta), posiblemente son factores que están beneficiando la diversidad de aves en este tipo de vegetación. La hipótesis del disturbio intermedio podría ayudarnos a comprender la diversidad y composición de la avifauna en estos sitios, porque las modificaciones de iluminación (apertura del dosel), heterogeneidad y arquitectura de la vegetación ocasionados por los factores de cambio naturales y antropogénicos podrían estar moldeándola de forma diferencial, surgiendo diferentes mecanismos de coexistencia en las especies (Connell 1978).

Otro factor de cambio que podría estar causando un disturbio intermedio en la estructura de la vegetación del BP y por lo tanto, estructurando la diversidad de aves en estos sitios, es la constante plaga de descortezador y el manejo forestal para su erradicación. Estos métodos de control directo para las infestaciones de descortezador, involucran el derribo de árboles infestados, el control químico de los mismos y por razones prácticas, los árboles son trozados, apilados y quemados para limpiar el área y permitir el establecimiento de la regeneración (Billings et al. 1996). Por lo tanto, esta apertura del dosel en el BP podría estar beneficiando a las especies de aves que usan hábitats abiertos como *Zenaida asiática*, *Quiscalus mexicanus*, *Ortalis vetula* e *Icterus chrysater* que fueron abundantes en estos sitios.

Por otra parte, también sería interesante explorar la relación que tiene la estructura y composición de aves en las diferentes fases de tiempo e intensidad del manejo forestal, ya que las aves pueden mostrar cierta resiliencia frente a los cambios recientes en el ecosistema, pero significativas en el transcurso del tiempo (Arancibia-Quilaleo 2012). Un grupo indicador de ello podrían ser los pájaros carpinteros (Picidae), este grupo en

términos de riqueza de especies (N=6) y abundancia de individuos fue representativo para el BP. Se ha demostrado que estas especies anidadoras de cavidades están estructuradas en redes de nidos, en donde las cavidades hechas por los pájaros carpinteros son un recurso primario para las demás especies, su plasticidad y capacidad de competencia para la selección de este recurso es clave en su comportamiento reproductivo, por lo que un manejo constante de sus hábitats podrían afectar de manera directa y negativa las aves anidadoras primarias y de forma indirecta, las otras especies participantes (Sobrino-Galdámez 2011).

Finalmente, los gremios tróficos en una comunidad quizás reflejen la disponibilidad de alimento y estructura de la vegetación que determina la selección de hábitat de las especies (Rangel-Salazar et al. 2009). Los granívoros-frugívoros-insectívoros (GFI), insectívoros (I) y omnívoros (O) fueron los gremios mejor representados en número de especies por temporada y tipo de vegetación. Las especies que consumen insectos y frutas o por lo menos incluyen una parte de ellos en su dieta han sido reportadas anteriormente como gremios representativos en la composición de la avifauna de Montebello (Rangel-Salazar et al. 2009; Santoyo 2010). Ambos gremios son de vital importancia para la dispersión de semillas (frugívoros) y el control de plagas (insectívoras) en el parque, además, están relacionadas con hábitats complejos estructuralmente y florísticamente (Ramírez-Albores 2006). Sin embargo, las especies insectívoras presentan variaciones conductuales y morfológicas existiendo especies que utilizan bosques abiertos, o bien, bosques maduros conservados (Almazán-Núñez et al. 2009). Esta conducta fue observada en el parque, donde los insectívoros fueron más abundantes en el BPEL (cobertura con mayor porcentaje de dosel) seguido de las ZI (áreas abiertas).

La alta riqueza registrada de especies omnívoras (O) posiblemente este dada como respuesta a la heterogeneidad de la vegetación, ya que estos gremios se han reportado como representativos de hábitats modificados o abiertos, requieren hábitats menos específicos y uso más amplio del espacio (Ramírez-Albores 2006; Pineda-Diez de Bonilla 2012). Los GFI, fue un grupo compuesto por especies que utilizan diferentes tipos de hábitats, mientras que *Zenaida asiatica* puede estar en sitios más abiertos (VR



y ZI), *Pharomachrus mocinno* utiliza bosques más conservados (BMM y BPEL) y otras especies como *Myadestes occidentalis* y *Chlorospingus ophthalmicus* aunque fueron más abundantes en áreas forestales (BPEL, BP, BMM y BPE) también fueron observadas en sitios abiertos (ZI y VR) pero con menor frecuencia. Por lo tanto, desde una perspectiva de conservación más amplia, la respuesta de los gremios tróficos a las diferentes coberturas vegetales, acentúa la importancia de conservar las áreas boscosas con diferente estructura y composición vegetal. Esto permitirá mantener la complementariedad de la comunidad de aves presente en el parque; principalmente, para aquellas especies con requerimientos más específicos. Además, mantener una estructura favorable en las ZI (e.g. sistemas agroforestales) proveera una gama amplia de recursos de forma temporal (fenología) o permanente a la comunidad avifaunística.

## **9.2 Estructura y composición de la vegetación**

A pesar de que el Parque Nacional Lagunas de Montebello fue reconocido por su exuberante vegetación arbórea de clima frío y abundancia de orquídeas (Carlson 1954; DOF 1959); actualmente, los diferentes tipos de vegetación identificados en el PNLM para este estudio (BP, BPE, BPEL, BMM, VR y ZI), han sido considerados como reflejo del deterioro en sus principales componentes florísticos como producto de las presiones naturales (plagas de descortezador, incendios) y antropogénicas (cambio de uso de suelo) en el área (Ramírez-Marcial et al. 2010); resultando condiciones predominantemente naturales a otras donde prevalece la influencia antrópica.

Para este estudio, se enfatiza la importancia de los remanentes de BMM, ya que además de tener la mayor cobertura del dosel, también presentaron los árboles de mayor talla (DAP y altura), una estructura vertical compleja (estrato bajo, medio y alto) y alta composición vegetal (34.2% del total de las especies identificadas). En este sentido, destaca el helecho arborescente conocido localmente como cola de mono (*Cyathea sp*), que es una especie en riesgo catalogada como protección especial (NOM-059-SEMARNAT-2010) y en el apéndice II del CITES. En la región esta especie presenta pérdida de su hábitat, pero también es usada en la fabricación de macetas para orquídeas (obs. pers.). En otros sitios de BMM en el parque, se registró la presencia de cultivos de café (*Coffea sp*) acompañados con árboles para sombra de



chalum (*Inga sp*) y palo brujo (*Rhus striata*), principalmente. Esta afinidad de los pequeños productores y cooperativas de café (especialmente Tzisco) hacia este tipo de vegetación, podría ser considerado clave para su conservación, debido a que cada vez tiene más restringida su distribución en el PNLM (CONANP 2007).

El BPE y el BPEL fueron comunidades vegetales con la mayor densidad de árboles y cobertura del dosel en los sitios, además de un gran número de bromelias y orquídeas. Se ha reportado que la altura, riqueza y complejidad estructural del BPE, es muy variable en función de la exposición y profundidad del suelo y del disturbio antrópico (González-Espinosa y Ramírez-Marcial 2013). Por otro lado, el BPEL es una de las comunidades vegetales más extendidas dentro del parque (CONANP 2007). Se ha reportado que la asociación de estos tres grupos de especies vegetales (*Pinus sp*, *Quercus sp* y *Liquidambar styraciflua*), se ve favorecida por el disturbio (e.g. incendios forestales) y la tolerancia a los gradientes de luminosidad y sequía (González-Espinosa y Ramírez-Marcial 2013).

El registro de ciprés (*Cupressus sp*) en algunos sitios del BPE y BP, es el resultado de un programa de reforestación realizada durante el periodo de 1992 a 1996 y que fue coordinada por la Comisión Mexicana de Ayuda al Refugiado (COMAR), el Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR) y la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE). Aunque el parque no cuenta con registros históricos de estas reforestaciones, a través de los comentarios realizados por los pobladores de las comunidades aledañas al parque, los cuales participaron como coordinadores de las brigadas de reforestación durante ese periodo; se reportó que la superficie reforestada con ciprés fue entre 80 a 100 hectáreas aproximadamente, distribuida en toda la poligonal del área. La reforestación con ciprés fue principalmente en los límites del área protegida y a lo largo de la carretera federal como cercas vivas. Además de la producción de ciprés, también se realizaron reforestaciones con liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*) y pino (*Pinus sp*) pero en menor proporción.

El BPEL y el BP son los tipos de vegetación que ocupan mayor superficie dentro del parque (CONANP 2007) por lo que no es extraño que un gran número de unidades de muestreo (32 y 28, respectivamente) estuviera ubicada en estas coberturas. Para este

estudio, la estructura y composición del BPEL acentúa la importancia de dirigir esfuerzos de manejo y conservación en estos sitios, de acuerdo con Ramírez-Marcial (2006) este tipo de vegetación es una sucesión a BMM cuando los factores de disturbio son aminorados o suspendidos. Además de tener árboles de gran talla (DAP y altura), resguarda gran cantidad de bromelias, orquídeas y las cinco especies vegetales bajo alguna categoría de riesgo registradas en este estudio (*Cyathea sp*, *Hampea montebellensis*, *Litsea glaucescens*, *Ostrya virginiana* y *Podocarpus matudae*). Por otra parte, el BPE junto al BP y en menor medida el BPEL, presentaron los números más altos de tocones, los cuales podrían ser considerados como indicador de perturbación antrópica. El manejo selectivo de pino (*Pinus spp*) como método de control directo para las especies de descortezador, posiblemente sea una de las causas, ya que estas coberturas son la de mayor frecuencia de afectación en el parque. Otro factor, probablemente sea la extracción selectiva ilegal de encinos (*Quercus spp*), los cuales son usados para leña por los pobladores de las comunidades aledañas y por las señoras que tienen locales de comida en los parajes dentro del parque.

Finalmente, la VR y las ZI fueron los tipos de vegetación con el menor porcentaje de dosel y densidad arbórea, esta última producto del cambio de uso de suelo (de forestal a cultivos y potreros) e incendios forestales (principalmente el incendio de 1998 que afectó mayormente esta zona del parque). Ambas, presentaron el porcentaje más alto de herbáceas, ya que su crecimiento se ve favorecido por el aumento en la penetración de luz (Almazán-Núñez et al. 2009).

Respecto a la composición, la VR presentó el número más bajo de especies, lo cual podría deberse al efecto del muestreo ya que fue la cobertura vegetal menos representada (5 unidades) y además, el  $\geq 50\%$  de las parcelas estaban constituidas por jazam o navajuelo (*Phragmites australis*) que son comunidades vegetales ubicadas en las orillas de los cuerpos de agua, sobre todo en suelos semi-inundables que en algunos casos se han extendido por procesos de azolvamiento en el área (Jiménez-Cruz y Pulido-Argüello 2009).

Para las ZI al igual que el BP, fueron los sitios con mayor composición florística, sin embargo, son especies asociadas a sitios perturbados, adaptadas a condiciones

extremas de temperatura y radiación solar (CONANP 2007). Por ejemplo en este sitio encontramos pino (*Pinus sp*), doradilla (*Pteridium sp*), zarzamora (*Rubus sp*), entre otras. En las ZI también sobresalen especies útiles para los pobladores locales como maíz (*Zea mays*), limón (*Citrus sp*), guayaba (*Psidium sp*); y en los potreros encontramos principalmente, ciprés (*Cupressus sp*) y pino (*Pinus sp*) empleadas para cercos vivos o como alternativa maderable; en los cafetales es común ver chalum (*Inga sp*), palo brujo (*Rhus striata*) y zapotillo (*Clethra suaveolens*) como árboles de sombra. Lo que demuestra una gran variabilidad puntual en este tipo de vegetación.

### **9.3 Relación entre la diversidad y composición de aves con la vegetación**

El análisis de la respuesta de las aves hacia las variables de la estructura y composición de la vegetación, permite reconocer los recursos determinantes en la estructura y composición de la comunidad de aves (Rotenberry 1985; González-Ortega y Morales-Pérez 1998). Los CCA nos permitieron identificar los elementos la importancia de mantener la estructura del sotobosque. Para las especies típicas y raras ( $q^1$ ) la cobertura de arbustos fue una variable significativa, en contraste, para las especies dominantes ( $q^2$ ), la cobertura de herbáceas fue de mayor importancia. El análisis de la relación entre la riqueza de especies y abundancia de individuos con la vegetación permitió comprender mejor este porcentaje de respuesta de la diversidad de aves en el parque.

Los resultados de este estudio, muestran que la riqueza de especies de aves en el área está relacionada al número de estratos verticales de la vegetación, los cuales están asociados a la complejidad estructural del hábitat (Almazán-Núñez et al. 2009). El uso del estrato de forrajeo de la comunidad de aves sugiere esta asociación, debido a que la mayor parte de la comunidad avifaunística forrajean en los estratos verticales (sotobosque a estrato alto) y muy pocas especies fueron estrictamente terrestres (77 contra 9 especies, respectivamente). Las aves requieren al menos la presencia de dos estratos en el área, el estrato alto ( $\geq 25m$ ) por su determinación en el porcentaje de cobertura del dosel y el sotobosque ( $\leq 15m$ ) por la cobertura de herbáceas y arbustos. Sitios con densas coberturas no permiten la entrada de luz y por ende, hay un desarrollo ilimitado de los estratos inferiores, los cuales, proveen de recursos a las

aves. El elevado número de especies granívoras-frugívoras-insectívoras en el parque, posiblemente justifica la menor riqueza de especies reportadas en sitios muy cerrados ya que estas se ven restringidas en sus recursos de refugio y alimento (Gil-Tena et al. 2009). Aunado a esto, la dominancia de especies de pino (*Pinus spp*) en la cobertura del dosel, sugiere una disminución de los recursos de alimentación o refugio para la comunidad de aves, ya que pocas especies ven reunidos todos sus requerimientos de hábitat en coberturas vegetales homogéneas (Gil-Tena et al. 2009; Andino-Martínez 2014). Sin embargo, los sitios con mayor porcentaje de dosel fueron los sitios con baja perturbación en el área y por lo tanto, importantes para especies especialista y/o vulnerables a la perturbación como *Aspatha gularis*, *Penelopina nigra*, entre otras.

Continuando con este análisis, la relación de la riqueza de aves con la vegetación también puede ser explicada desde el punto de vista trófico. Las especies IF y FIVp estuvieron mejor relacionadas con el porcentaje de cobertura del dosel, conforme esta variable disminuye las especies que consumen insectos, granos y néctar van aumentando (G, IN y GFI). Estos gremios están asociados al porcentaje de herbáceas y arbustos, los cuales les ofrecen recursos que les permiten complementar sus dietas, sitios para anidar y refugio, por lo que estas características de la vegetación pueden influir positiva o negativamente en la estructura de la comunidad de aves (Tinajero-Hernández 2005). Para los IN, especies vegetales como el chospoj (*Ageratina ligustrina*), yogiÓN (*Vernonia sp*) y la flor de mayo (*Palicourea padifolia*) fueron importantes por el recurso néctar, principalmente en lluvias que coincidió con la temporada de floración. Para las especies granívoras, los sitios con el menor porcentaje de dosel como en las milpas y los potreros cercanos a los bosques les proveen granos a especies granívoras como *Volatinia jacarina*, *Spinus psaltria*, *Zonotrichia capensis*. Sin embargo, no todos los granívoros son indicadores de un pobre estado de conservación del hábitat, algunas especies pueden adquirir este recurso de bosques en regeneración donde la penetración de luz favorece el crecimiento de herbáceas (Almazán-Núñez et al. 2009). Un ejemplo de ello en el parque son los sitios que han sido afectados por incendios forestales o plagas de descortezador, los cuales presentan gran cantidad de árboles jóvenes y con poco follaje donde especies como *Pionus senilis*, *Crypturellus cinnamomeus* y *Patagioenas fasciata* que además de consumir

insectos o frutos, pueden complementan su dieta con granos o semillas de forma natural (Salinas-Melgoza y Renton 2008; SiB-Colombia 2015; Blancas-Calva et al. 2018). Finalmente, un recurso disponible de frutos en las unidades de muestreo para las aves frugívoras, podrían ser las especies arbustivas de *Siparuna thecaphora*, seramonte (*Morella cerifera*) y tilinte (*Parathesis sp*). Cabe señalar, que el guarumbo (*Cecropia sp*) fue una especie vegetal importante para la tucaneta verde (*Aulacorhynchus prasinus*) y el k'anajaw (*Icterus chrysater*) por su disponibilidad de frutos durante el periodo de estudio. Además, las especies arbóreas (<25m) de la familia Lauraceae como el aguacate mono (*Persea rufescens*), el aguacatillo (*Persea sp*) y el zacocote (*Licaria excelsa*), podrían ser importantes en la dieta del quetzal (*Pharomachrus moccino*) en el parque; ya que según Solórzano y Oyama (2002), del 38 al 57% de las especies vegetales registradas en la alimentación del quetzal, pertenecen a la familia de los aguacatillos silvestres (Lauraceae).

Por temporada y tipo de vegetación, no existió una relación significativa entre la riqueza de aves y la vegetación. Posiblemente porque los tipos de vegetación no presentan una estacionalidad marcada, o el periodo de muestreo de seis meses (febrero a julio) no registró alguna diferencia. Quizás también por la gran variabilidad interna entre los seis tipos de vegetación, esto sugiere que al menos en esta escala espacio-temporal de análisis la riqueza de aves del parque está más determinada por características estructurales y composición florística de los sitios que por unidades discretas del tipo de vegetación (Rotenberry 1985; Gil-Tena et al. 2009).

Por otro lado, la abundancia de las aves podría ser explicada también por su relación con la densidad y la altura de los árboles, esta última, determinará el número de estratos verticales en los sitios. Es importante señalar que esta asociación de la abundancia de los individuos con las variables de vegetación no es directa o inversamente proporcional; esta asociación estará más bien determinada por la configuración estructural “apropiada” para las aves que les provea de recursos de alimentación, refugio o anidación (Rotenberry 1985). Por ello, el aspecto de la composición de aves nos ayudará a comprender esta relación; así, en los sitios con menor densidad arbórea y estructura vertical, la abundancia estuvo determinada por

especies con baja sensibilidad a la perturbación y de hábitat más abiertos como *Psilorhinus morio*, *Icterus chrysater*, *Agelaius phoeniceus* y *Sialia sialis*; mientras que las especies que utilizan hábitat más específicos fueron abundantes en sitios con mayor complejidad estructural (e.g. *Penelopina nigra*). Por su estrato de alimentación, en sitios poco densos y con menor estructura vertical, los individuos que forrajeaban en el suelo o sotobosque como *Zenaida asiática* y *Leptotila verreauxi* fueron más abundantes. En contraste, para aquellas especies que consumen frutos o insectos (e.g. *Chlorospingus ophthalmicus*, *Colaptes rubiginosus*, *Aphelocoma unicolor*) fueron más abundantes en sitios que presentaron por lo menos dos estratos (estrato medio y alto), ya que las especies pueden explotar estos ambientes con mayor eficacia y son áreas más atractivas para especies (Sánchez 1991). Finalmente, las especies migratorias como *Dumetella carolinensis*, *Hylocichla mustelina*, *Geothlypis formosa*, *Geothlypis trichas* y *Catharus ustulatus* fueron más abundantes en sitios menos complejos, probablemente porque estas áreas abiertas presentan temporalmente mayor productividad de recursos (Almazán-Núñez et al. 2009; Ocampo-Peñuela 2010). Sin embargo, algunas especies migratorias fueron abundantes (e.g. *Setophaga virens*, *S. coronata* y *S. chrysoparia*) en sitios más densos, debido a que forrajeaban en grupos grandes en las partes altas del dosel (Almazán-Núñez et al. 2009).

El DAP y la altura están fuertemente correlacionadas con la edad de los árboles y su fertilidad, lo que determina su fructificación (Imaña y Encinas 2008). Se ha reportado que los árboles añosos proveen de cavidades y mayor cantidad de madera muerta a las aves, para nidificar y alimentarse (Gil-Tena et al. 2009). El BPEL y el BMM fueron los tipos de vegetación que presentaron árboles con mayor DAP y altura, compuestos principalmente por pino (*Pinus sp*), liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), encino (*Quercus sp*), zapotillo (*Clethra suaveolens*), manzanita (*Ilex brandegeana*), chalum (*Inga sp*), guarumbo (*Cecropia sp*) y palo blanco (*Rhamnus sp*), los cuales podrían ser fuente importante de frutos para las aves. Un estudio sobre disponibilidad de alimento podría corroborar dicha información. En las ZI los árboles presentes en las parcelas de café y potreros, constituyen elementos importantes para la abundancia de las aves, principalmente porque son fuente de recurso estacional (Andino-Martínez 2014).

Bojorges-Baños y López-Mata (2001) han reportado que la altura de los árboles no es determinante en la riqueza y abundancia de las aves, sin embargo, nuestros resultados contrastan con lo anterior. Esta relación se puede explicar a nivel trófico, ya que las especies insectívoras estuvieron mejor relacionadas con la altura de los árboles y el porcentaje de cobertura del dosel, principalmente durante la temporada de lluvias. Estudios han reportado esta asociación, la cual, es atribuida a la distribución vertical que presentan las aves en el follaje determinada por la disponibilidad de alimento, además de factores de conducta (González-Ortega 1998; Almazán-Núñez et al. 2009). Durante esta temporada las Familias Furnariidae, Picidae y Parulidae, fueron las más abundantes. De igual manera, Tinajero-Hernández (2005) menciona que, a mayor altura de los árboles, las aves tienen mayor espacio para la búsqueda de sus alimentos; así mismo, cuando el dosel es más denso existe mayor probabilidad de encontrar artrópodos. Moya-Moreno (2002) menciona que durante la temporada de lluvias las especies vegetales están más cubiertas de hojas, lo que permite alojar mayor cantidad de insectos. Aunado a esto, la temporada de lluvias favorece la abundancia de insectos con ciclos vitales cortos (e.g. Melolonthidae); debido a que disponen de una mayor oferta de recursos, lo que se traduce en recursos necesarios para la reproducción y el desarrollo inicial de las larvas (Delgado et al. 2012).

A esta escala de análisis, la composición de la comunidad avifaunística del parque (gremios tróficos, estrategias de forrajeo y estatus migratorio y de conservación), permitió comprender mejor la relación entre la diversidad de aves con las variables de la vegetación. En este sentido, las estrategias de manejo forestal en el área deben mantener al menos dos estratos de vegetación en los sitios, un estrato alto (dosel) para aquellas especies que se desplazan o forrajean en las partes altas como las rapaces (Accipitridae), chipes (Parulidae), loros (Psittacidae) y tucanetas (Ramphastidae); y un estrato de sotobosque (herbáceas y arbustos) que proporcione refugio y alimentación para aquellas aves de hábitats terrestres y de zonas abiertas como las palomas (Columbidae), saltaparedes (Troglodytidae) y gorriones (Emberizidae).

La densidad, el DAP y la altura de los árboles en los sitios también fue importante para mantener la abundancia de las aves. Por ello, es necesario priorizar estrategias de



conservación y vigilancia en las áreas de BPE, BPEL y BMM que permitan amortiguar factores de cambio naturales o antropogénicos. Principalmente, en los parajes conocidos localmente como KM-2, Golondrinas y Cabañas ya que fueron los sitios con mayor densidad arbórea. Estos hábitats son importantes para promover la abundancia de especies de interior de bosque como *Trogon collaris*, *Aphelocoma unicolor* y *Turdus infuscatus*; así mismo, para especies en riesgo como *Penelopina nigra*, *Pharomachrus moccino* y *Cyanolyca pumilo*.

Finalmente, además de la relación ecológica entre la comunidad avifaunística con los bosques templados del parque. La gran variedad cultural de la región, permite visualizar a Montebello como un territorio dinámico-social, que enfatiza la importancia de la participación con los actores sociales en las acciones de conservación y manejo de esta área protegida. En estas estrategias, no se deben dejar de lado las formas de organización de las comunidades; los acuerdos y vínculos que establecen los pobladores con los ecosistemas; su interés cultural, económico y ambiental; las alianzas o diferencias entre localidades, con el turismo o con las instituciones de gobierno; y el conocimiento tradicional del manejo forestal del parque.

## 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La comunidad avifaunística del Parque Nacional Lagunas de Montebello está compuesta mayormente por especies residentes de baja a mediana sensibilidad a la perturbación y de hábitos granívoros-frugívoros-insectívoros. El área presenta un elevado porcentaje de especies raras que pueden ser susceptibles a extinción local, principalmente, para aquellas especies que son hábitat-específicas como el momoto garganta azul (*Aspatha gularis*), el pajuil (*Penelopina nigra*) y la chara gorro azul (*Cyanolyca cucullata*).

Este estudio permitió la actualización taxonómica del listado de aves, la inclusión de otras (e.g. *Sayornis nigricans*, *Setophaga pensylvanica*) y el reanuncio de nuevas áreas de avistamiento del quetzal (*Pharomachrus moccino*) dentro del área.

La importancia de los tipos de vegetación de BMM, BPEL y BPE radica en su estructura y composición florística; ya que fueron bosques maduros con mayor densidad arbórea,



cobertura del dosel y presencia de especies vegetales en alguna categoría de riesgo. Además, fueron hábitats de especies avifaunísticas raras en términos de abundancia con alto grado de vulnerabilidad a la perturbación. Sin embargo, en algunos sitios fueron observados basureros comunitarios, intenso paso de caballos como atractivo turístico del parque y tala de encinos (*Quercus sp*) para usarla como leña por las comunidades aledañas. Por lo tanto, se recomienda implementar estrategias de restauración del bosque que permitan preservar su estructura, composición y extensión dentro del parque. Formular alternativas de aprovechamiento forestal para los pobladores de las comunidades aledañas al área; y estrategias, encaminadas a la ordenación de los espacios de uso público, con la finalidad de que las actividades turísticas sean congruentes con los objetivos de conservación del área, así mismo, fortalecer la participación de todos los actores involucrados (manejadores, pobladores locales, turistas, prestadores de servicio, gobierno municipal, otros) en la planeación y desarrollo de dichas estrategias de conservación.

El BP, VR y ZI fueron comunidades vegetales más abiertas y florísticamente más pobres en el parque. Sin embargo, para la comunidad de aves, estos tipos de vegetación complementaron su requerimiento de hábitats (zonas de descanso y nidificación) y su oferta temporal de alimentos (néctar, frutos e insectos). Por lo tanto, las estrategias de manejo y conservación en estos sitios estarían encaminadas a la preservación de su estructura y composición de estas áreas ya existentes, con la finalidad de evitar que se transformen en áreas agropecuarias más intensivas. Particularmente en las ZI (milpas, cafetales y potreros), es necesario esquemas de trabajo donde estén involucrados los productores, pobladores locales, manejadores del área y academia, para que a través de la combinación del conocimiento tradicional y técnico se formulen estrategias de capacitación, sensibilización y manejo de estos sitios, aumentando la conectividad y disponibilidad de recursos para la comunidad de aves.

Los parajes conocidos localmente como Grutas de San Rafael el Arco y sendero El Perol, son sitios donde aún encontramos remantes de BMM. Para las aves, estos parajes fueron importantes por su resguardo de especies en riesgo como el quetzal

(*Pharomachrus moccino*), la tucaneta (*Aulacorhynchus prasinus*), el pajuil (*Penelopina nigra*) y el guardabarranco (*Myadestes unicolor*). Sin embargo, a diferencia de los otros remanentes de BMM muestreados (e.g. Montebello, KM-2 y Cabañas), estos parajes son áreas destinadas para actividades de recreación y esparcimiento. Por lo que, los recorridos de vigilancia comunitaria en estos sitios, son actividades prioritarias para su conservación debido al constante tránsito de visitantes. Así también, la regulación del personal en las actividades de mantenimiento (e.g. senderos) que quizás podrían afectar la distribución de las aves en estos sitios. Otro factor importante, sería estimar la capacidad de carga y los límites de cambio aceptable en estos parajes, con la finalidad de delimitar las concentraciones de turistas en estos ecosistemas; impulsar actividades de interpretación ambiental a los prestadores de servicios turísticos, visitantes y pobladores para la revalorización de los recursos naturales y fortalecer las alianzas de los comités de vigilancia, gestión y turismo de Tzisco con los manejadores del parque para búsqueda de alternativas de conservación de El Perol.

Las unidades de nuestro donde se ubicaron milpas, cafetales y potreros (ZI), permitieron complementar la comunidad avifaunística del área, estos sitios fueron importantes principalmente para las aves de hábitats abiertos con baja sensibilidad a la perturbación y para algunas especies en riesgo, pero con menor frecuencia. Estas áreas son empleadas por la comunidad de Tzisco, por lo que para alcanzar una efectividad de las acciones de conservación en estos sitios, es necesaria la gestión coordinada entre los actores locales involucrados y las instituciones correspondientes. Esta gestión deberá formular la normatividad de manejo de estos sitios; identificar alternativas de financiamiento económico para los productores con la finalidad de seguir manteniendo sus unidades de producción con esquemas amigables con la conservación. Fortalecer la continuidad del esquema de comercio justo y la certificación orgánica en la comercialización del café. Para garantizar buenas prácticas ambientales y sociales benéficas para la comunidad avifaunística y el paisaje en su conjunto.

Nuestros resultados también permitieron sugerir que los parajes conocidos localmente como Pomarrosa, Yalhuech, Cabañas, Corchal, Palo Seco y Montebello son importantes por proveer de recursos de alimentación, refugio y anidación a las aves

residentes del parque. En estas áreas, la reforestación principalmente son de pino, encino y liquidámbar; por lo que, sería importante incorporar otras especies vegetales de la región para aumentar la oferta de recursos para la comunidad avifaunística y una restauración de los ecosistemas en el mediano y largo plazo. Para ello, es necesaria la combinación del conocimiento técnico y tradicional que permitiera identificar las especies vegetales factibles para reforestación.

Finalmente, la comunidad de aves presente en el PNLM puede ser considerada como un grupo indicador del deterioro o recuperación del área, y una comunidad biológica carismática para estrategias de sensibilización ambiental en las comunidades aledañas. Así mismo, por su categoría de Parque Nacional, el turismo en Montebello es un elemento importante en las estrategias de conservación y manejo, por lo que fomentar la observación de aves (avíturismo) en la zona, podría ser una alternativa económica para los prestadores de servicios turísticos de las comunidades aledañas y una vía para promover y difundir una cultura de conservación ambiental.

## 11. LITERATURA CITADA

- Almazán-Núñez RC, Puebla-Olivares F, Almazán-Juárez A. 2009. Divesidad de aves en bosques de pino-encino del centro de Guerrero, México. *Acta Zoológica Mexicana* 25(1): 123-142
- Andino-Martínez LC. 2014. Factores que influyen en la diversidad taxonómica y funcional de aves en un paisaje dominado por café en la Sierra de Apaneca en El Salvador. [Tesis de Maestría] Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 107 p.
- Arancibia-Quilaleo FV. 2012. Comunidad de aves en bosques secundarios manejados en la cuenca Llancahue, Valdivia, Chile. [Tesis de Ingeniería], Universidad Austral de Chile, 35 p.
- Arias-Campos LD. 2017. Aves de la cuenca del río Unión, Valle de El General, Costa Rica, con notas sobre las poblaciones de *Megaceryle torquata* (Aves:Alcedinidae). *Revista Biodiversidad Neotropical* 7(2): 98-107.
- Arriaga L, Espinoza JM, Aguilar C, Martínez E, Gómez L, Loa E. 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. [Consultada 2018 Enero 10]. <http://www.conabio.gob.mx>.
- Arriaga-Weiss SL. 2008. Avifauna en un paisaje antropizado en el parque estatal de la Sierra, Tabasco. [Tesis de doctorado] El Colegio de la Frontera Sur, 83 p.
- Berlanga H. 2001. Conservación de las aves de América del Norte. *Biodiversitas* 38:1-8
- Berlanga H, Kennedy JA, Rich TD, Arizmendi MC, Beardmore CJ, Blancher PJ, Butcher GS, Couturier AR, Dayer AA, Demarest DW, Easton WE, Gustaíson M, Iñigo-Elias E, Krebs EA, Panjabi AO, Rodríguez-Contreras V, Rosenberg KV, Ruth JM, Santana-Castellón E, Vidal RM, Will T. 2010. Conservando a nuestras aves compartidas: La visión trinacional de Compañeros en Vuelo para la conservación de las aves terrestres. CornellLab of Ornithology: Ithaca, NY. 48 p.
- Berlanga-García H, Gómez de Silva H, Vargas-Canales VM, Rodríguez-Contreras V, Sánchez-González LA, Ortega-Álvarez R y Calderón-Parra R. 2015. Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes. CONABIO: México, 117 p.
- Billings RF, Flores JE, Cameron RS. 1996. Los escarabajos descortezadores de pinos con énfasis en *Dendroctonus frontalis*: Métodos de control directo. Texas: Texas A&M Printing Center, 19 p

- Blancas-Calva E, Briseño-Hernández I, Morlet-Valdés MA, Hernández-Maldonado M. 2018. Incremento del área de distribución del tinamú canelo (*Crypturellus cinnamomeus*) en Guerrero, México con base en nuevos registros. *Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología* 19(1):115-119
- Bojorges-Baños JC. 2004. Riqueza de aves de la región noreste de la Sierra Nevada, Estado de México. *Acta Zoológica Mexicana* 20(3): 15-29
- Bohning-Gaese K. 1997. Determinants of avian species richness at different spatial scales. *Journal of Biogeography* 24(1):49-60
- Bojorges-Baños JC, López-Mata L. 2006. Asociación de la riqueza y diversidad de especies de aves y estructura de la vegetación en una selva mediana subperennifolia en el centro de Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77:235-249
- [CITES] Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. 2017. Apéndices I, II y III. 77 p. [Consultada 2018 Enero 10] <https://www.cites.org>
- [CONABIO] Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1997. Modelo digital del Terreno de México, escala 1:250 000. México. [Consultado 2018 Febrero 28], <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/mapas/mapa>
- [CONANP] Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2007. Programa de Conservación y Manejo del Parque Nacional Lagunas de Montebello. México, D.F: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- [CONANP] Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2013. Monitoreo de Aves en la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 10 p.
- [CONANP] Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2017. Convocatorias para Proyectos GEF de Especies Invasoras. [Consultado 2018 Marzo 05]. <https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas>
- Caballero-Díaz FF. 2011. Selección de modelos mediante criterios de información en análisis factorial. Aspectos teóricos y computacionales. [Tesis de doctorado] Universidad de Granada, 178 p.
- Carrascal LM. 2015. Modelos generalizados lineales con SPSS. Cómo realizarlos, buena praxis e interpretación de los resultados. [Consultado 2018 Febrero 02] [https://www.researchgate.net/publication/283268692\\_MODELOS\\_GENERALIZADOS\\_LINEALES\\_CON\\_SPSS](https://www.researchgate.net/publication/283268692_MODELOS_GENERALIZADOS_LINEALES_CON_SPSS)

- Ceballos G. 2001. Especies raras, el conocimiento de la diversidad biológica y la conservación. *Biodiversitas* 38:9-13
- Celis-Murillo A, Deppe JL, Ward MP. 2012. Effectiveness and utility of acoustic recordings for surveying tropical birds. *Journal of Field Ornithology* 83(2):166-179
- Chaneton EJ. 2005. Factores que determinan la heterogeneidad de la comunidad vegetal en diferentes escalas espaciales. En: Oesterheld M, Aguilar MR, Ghersa CM, Paruelo JM. Eds. *La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas*. Argentina: Facultad de Agronomía, p. 19-42
- Chao A, Gotelli N, Hsieh T, Sander E, Colwell R, Ellison A. 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs* 84(1):45-67
- Codesido M, Bilenca D. 2004. Variación estacional de un ensamble de aves en un bosque subtropical semiárido del Chaco Argentino. *BIOTROPICA* 36(4): 544-554
- CONABIO 2010. *El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible*. Primera Edición: México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 197 pp.
- Connell JH. 1978. Diversity in Tropical Rain Forests and Coral Reefs. *Science*, 199(4345):1302-1310
- COSEPAC. 2011. *Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la sturnelle des prés (Sturnella magna) au Canada*. Canada: Comité sur la situation des espèces en péril au Canada/ Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Canada. 54 p.
- Crawley MJ. 2007. *The R book*. John Wiley & Sons Ltd. England: WILEY, 949 p.
- Crawley MJ, Harral JE. 2001. Scale dependence in plant biodiversity. *Science* 291(5505): 864- 868
- Cueto VR, López de Casenave J. 1999. Determinants of bird species richness: role of climate and vegetation structure at a regional scale. *Journal of Biogeography* 26(3):487-492
- Delgado JM, Castro-Ramírez AE, Morón MA, Ruiz-Montoya L. 2012. Diversidad de Scarabaeoidea (Coleoptera) en las principales condiciones de hábitat de Montebello, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana* 28(1): 185-210
- Dunn JL, Alderfer J. 2006. *Field guide to the Birds of North America* (6ª. Edición). Washington, D.C: National Geographic, 574 p.

- Durán AA. 2017. Datos preliminares sobre la influencia de la turbidez del agua y profundidad en el éxito de captura de presas por *Megaceryle torquata* (Aves, Alcedinidae). *Revista Biodiversidad Neotropical* 7(3):152-155.
- Enciclovida. 2016. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México. [Consultado 2017 Octubre 04]. <http://www.enciclovida.mx>
- Fernández JM. 1993. Integración social de los refugiados guatemaltecos en México y perspectiva de retorno. *Cuadernos de Trabajo Social* 4:27-41
- García S, Finch DM, Chávez-León G. 1998. Patterns of forest use and endemism in resident bird communities of north-central Michoacán, Mexico. *Forest Ecology and Management* 110(1):151-171
- Gil-Tena A, Brotons-Alabau L, Martínez de Toda S. 2009. Efecto de la composición y la estructura del bosque en la riqueza de aves forestales: implicaciones para la gestión forestal sostenible. [Consultado 2018 Marzo 03] <http://www2.montes.upm.es/personales/saura/pdf/>
- Gillespie TW, Walter H. 2001. Distribution of bird species richness at a regional scale in tropical dry forest of Central America. *Journal of Biogeography* 28(1):651-662
- González-Ortega MA, Morales-Pérez JE. 1998. Distribución vertical de la avifauna en un bosque templado de Zinacatán, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana* 76: 125-142
- González-Espinosa M, Ramírez-Marcial N. 2013. Comunidades vegetales terrestres. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Eds. *La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado*. México: CONABIO y Gobierno del Estado de Chiapas, p. 21-42
- Graham CH, Blake JG. 2001. Influence of patch –and landscape- level factors on bird assemblages in a fragmented tropical landscape. *Ecological Applications*. 11(6):1709-1721
- Halffter G, Moreno C, Pineda E. 2001. Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera Vol. II. Primera edición. Zaragoza: M&T-Manuales y Tesis SEA. 77 p.
- Halffter G, Moreno CE. 2005. Significado biológico de las Divesidades Alfa, Beta y Gamma. En: Halffter G, Soberón J, Koleff P, Melic A. Eds. *Sobre Diversidad Biológica: El significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. Zaragoza, España: m3m: Monografías Tercer Milenio vol. 4, S.E.A., p. 5-18
- Hernández-Martínez F, Alonso-Torrens Y, Sotolongo-Sospedra R, Sánchez-Oliva Y. 2008. Estructura y composición de comunidades de aves en áreas naturales de



- Pinus caribaea* Morelet, de la EFI "Minas de Matahambre". *Ra Ximhai* 4(2):215-233
- Hill MO. 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology* 54(2):427-432
- Homobono-Naiff R, Okada-Aguilar KM, Soares-Araújo A, Costa-Campos CE. 2011. Biología reproductiva de *Megaceryle torquata* (Aves, Alcedinidae) em fragmento florestal do Campus Marco Zero da Universidade Federal do Amapá. *Biota Amazônia Open Journal System* 1(2):2179-5746
- Howe HF, Smallwood J. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13(1):201-228
- Hutto R, Pletschet S, Hendricks P. 1986. A fixed-radius point count method for nonbreeding and breeding season use. *The Auk* 103:593-602
- [INEGI] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2000. Conjunto de datos vectoriales edafológicos 1:250,000 de Las Margaritas, México. 2015. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. [Consultada 2017 Noviembre 25]. <http://www.inegi.org.mx>
- [iNEXT] Interpolation and extrapolation. Chao A, Ma KH, Hsieh TC. 2016. Program and User's Guide published. [Consultada 2017 Septiembre 28]. <https://chao.shinyapps.io/iNEXTOnline>
- [IUCN] International Union for Conservation of Nature. 2017. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2017-3. [Consultada 2017 Diciembre 06]. <http://www.iucnredlist.org>
- Imaña J, Encinas O. 2008. *Epidimetría Forestal*. Primera Edición. Universidad de Brasíliá/ Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. 72 p.
- James FC, Shugart H. 1970. A quantitative method of hábitat description. *Audubon Field Notes* 24(6):727-736
- Jiménez-Cruz R, Pulido-Arguello H. 2009. Análisis para la obtención de la tasa de transformación en los ecosistemas del Parque Nacional Lagunas de Montebello del periodo 1998-2009. México: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 38 p.
- Jiménez-Valverde A, 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(31): 151-161.
- JSTOR Global Plants. 2000-2018. ITHAKA. [Consultado 2017 Octubre 15]. <http://plants.jstor.org.bibliotecasibe.ecosur.mx:2048/>



- Julliard R, Clavel J, Devictor V, Jiguet F, Couvet D. 2006. Spatial segregation of specialist and generalists in bird communities. *Ecology Letters* 9(1):1237-1244
- Kaufman K. 2018. Audubon. Guía de Aves de América del Norte. [www.audubon.org](http://www.audubon.org) [Consultado 2018 Febrero 27]
- Limón-Aguirre F. 2015. No se trata nada más de producir un buen café. Experiencias de Los Lagos de Colores, en Tziscaco, Chiapas. En: Gracia MA (Comp.) Trabajo, reciprocidad y re-producción de la vida. Experiencias colectivas de autogestión y economía solidaria en América Latina. Primera edición. San Cristóbal de Las Casas: Miño y Dávila editores srl, 493 p.
- León-Cortés JL, Naranjo E, Ramírez-Marcial N, Rangel-Salazar JL, Horváth A, Muñoz-Alonso A, Ishiki-Ishihara M. 2010. Manual para el reconocimiento, evaluación y monitoreo de la diversidad biológica. Primera edición. México: El Colegio de la Frontera Sur, 114 p.
- López-González E, Ruiz-Soler M. 2011. Análisis de datos con el Modelo Lineal Generalizado. Una aplicación con R. *Revista española de pedagogía* 248:59-80
- Magurran AE. 1989. Diversidad Ecológica y su medición. Barcelona: Ediciones Vedral, 200 p.
- Marateo G. 2009. Dinámica espacio-temporal del ensamble de aves del Parque Nacional El Palmar (entre ríos, Argentina): relaciones con la estructura de la vegetación. [Tesis de doctorado] Universidad Nacional de La Plata, 128 p.
- Maron M, Lill A, Watson D, Nally RM. 2005. Temporal variation in bird assemblages: How representative is a one-year snapshot?. *Austral Ecology* 30(4): 383-394
- Martínez-Morales MA. 2007. Avifauna del bosque mesófilo de montaña del noreste de Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78: 149-162
- Martínez-Sánchez J. 2005. Frugívoros voladores y la dispersión de semillas en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. [Tesis de Maestría] El Colegio de la Frontera Sur, 39 p.
- Martínez-Icó M, Cetzal-Ix W, Noguera-Savelli E, Hernández-Juárez R. 2015. Flora vascular de la comunidad de Bazom, Los Altos de Chiapas, México. *Botanical Sciences* 93(1):53-72
- Mas JF, Velázquez A, Díaz-Gallegos JR, Mayorga-Saucedo R, Alcántara C, Bocco G, Castro R, Fernández T y Pérez-Vega A. 2004. Assessing land use/cover changes: a nationwide multidecade spatial database for Mexico. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 5(4): 249-261

- Mason D. 1996. Response of Venezuelan understory bird to selective logging, enrichment strips and vine cutting. *Biotropica* 28(3): 296-309
- Maya-García EE. 2017. Estimación del estado trófico de 18 lagos del Parque Nacional "Lagunas de Montebello", Chiapas, México. [Tesis de Licenciatura] Universidad Nacional Autónoma de México, 32 p.
- Medrano-Guzmán AP. 2017. Riqueza y abundancia de aves en áreas verdes de la ciudad de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. [Tesis de Maestría] El Colegio de la Frontera Sur, 72 p.
- Mejía-González L. 2013. Reapropiación del territorio lacustre de Montebello: el caso de un pueblo fronterizo chuj en Chiapas. [Tesis de doctorado] El Colegio de San Luis, A.C., 241 p.
- Melo C., Cervantes J. 1986. Propuestas para el programa integral de manejo y desarrollo del Parque Nacional Lagunas de Montebello. *Investigaciones Geográficas* (16):9-31
- Missouri Botanical Garden. 1995-2017. [Consultada 2017 Septiembre 28] <http://www.missouribotanicalgarden.org>
- Moreno CE. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Primera edición. Zaragoza, España: M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. 84 p.
- Moreno C. 2007. Diversidad de especies a escala de paisaje: un ejemplo con ensamblajes de murciélagos neotropicales. En: Sánchez-Rojas G, Rojas-Martínez A. Eds. *Tópicos en sistemática, biogeografía, ecología y conservación de mamíferos*. Primera edición. México: Universidad Autónoma del estado de Hidalgo, p. 81-96
- Moreno CE, Halffter G. 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology* 37(1): 149-158
- Moreno CE, Barragán F, Pineda E, Pavón NP. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:1249-1261
- 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 maestría] Universidad Nacional Autónoma de México, 96 p.
- [NOM-059-SEMARNAT-2010] Proyecto de modificación del Anexo Normativo III, lista de especies en riesgo, protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres- categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*,

- cuarta sección, publicado el 21 de diciembre de 2015. 87 p. [Consultada 2018 Enero 21]  
<http://legismex.mty.itesm.mx/normas/ecol/semarnat059ProyModAnexo2015>
- Naeem S, Chair FS, Chapin III, Costanza R, Ehrlich PR, Golley FB, Hooper DU, Lawton JH, O'Neill RV, Mooney HA, Sala OE, Symstad AJ, Tilman D. 1999. La biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas: Manteniendo los procesos naturales que sustentan la vida. *Ecological society of America* 4: 116
- Naranjo LG, Chacón de Ulloa P. 1997. Diversidad de insectos y aves insectívoras de sotobosque en hábitats perturbados de selva lluviosa tropical. *Caldasia* 19(3):507-520
- Navarro AG, Peterson AT. 2007. *Myadestes occidentalis* (clarín jilguero) residencia permanente. Distribución potencial, escala 1:1000000. Catálogo de metadatos geográficos, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), [Consultado 2018 Febrero 28].  
<http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis>
- Navarro-Sigüenza AG, Rebón-Gallardo F, Gordillo-Martínez A, Townsend-Peterson A, Berlanga-García H y Sánchez-González LA. 2014. Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad (Supl.)* 85:476-495
- Neotropical Herbarium Specimens. 1999-2018. The field museum. Chicago.  
[Consultada 2017 Septiembre 28] <http://fm1.fieldmuseum.org/vrrc>
- New York Botanical Garden. 1996-2004. International Plant Science Center. The C. V. Starr Virtual Herbarium. [Consultada 2017 Septiembre 28] <http://sciweb.nybg.org>
- Norse EA, Rosenbaum KL, Wilcove DS, Wilcox BA, Romme WH, Johnston DJ, Stout ML. 1986. Conserving biological diversity in our national forests. *BioScience* 37(6):425-426
- Noss R. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology* 4(4): 355-364
- Ocampo-Peñuela N. 2010. El fenómeno de la migración en aves: una mirada desde la Orinoquia. *Revista ORINOQUIA* 14(2):188-200
- Pedrosa-Correo I, Juarros-Basterretxea C, Robles-Fernández A, Basteiro-Correo J, García-Cueto E. 2015. Pruebas de bondad de ajuste en distribuciones simétricas, ¿ qué estadístico utilizar?. *Universitas Psychologica* 4(15):24

- Peña-Álvarez B. 2014. Distribución y abundancia de crácidos en paisajes de la Reserva de la Biósfera Calakmul, Campeche. [Tesis de Maestría]. El Colegio de la Frontera Sur, 68 p.
- Pickett ST, Cadenasso ML. 1995. Landscape ecology: spatial heterogeneity in ecological systems. *Science* 269(5222):331-334
- Pineda Diez de Bonilla E. 2012. Patrones de distribución, diversidad y uso de hábitat de las aves de un paisaje perturbado de selva baja caducifolia de Chiapas. [Tesis de doctorado] El Colegio de la Frontera Sur, 85 p.
- [Ramsar] Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas. 2003. Ficha informativa de los Humedales de Ramsar (FIR). Parque Nacional Lagunas de Montebello. México, 9 p. [Consultada 2017 Noviembre 22] <https://www.ramsar.org>
- Ralph CJ, Geupel GR, Pyle P, Martin TE, DeSante DF, Milá B. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. General Technical Report. California: Pacific Southwest Research Station/Department of Agriculture, 46 p.
- Ramírez-Albores JE. 2006. Variación en la composición de comunidades de aves en la Reserva de la Biosfera Montes Azules y áreas adyacentes, Chiapas, México. *Biota Neotropical* 6(2):1-19
- Ramírez-Marcial N, Camacho-Cruz A, Martínez-Icó M, Luna-Gómez A, Golicher DJ, González-Espinosa M. 2010. Árboles y arbustos de los bosques de montaña en Chiapas. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas: El Colegio de la Frontera Sur, 243 p.
- Ramírez-Marcial N, González-Espinosa M, Camacho-Cruz A, Ortiz-Aguilar D. 2010. Forest restoration in Lagunas de Montebello National Park, Chiapas, México. *Ecological restoration* 28(3):354-360
- Rangel-Salazar JL, Enríquez PL, Sántiz-López EC. 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
- Rangel-Salazar JL, Enríquez-Rocha P y Altamirano-González-Ortega MA. 2013. Diversidad de aves: un análisis espacial. En: *La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Gobierno del Estado de Chiapas p. 329-337
- Reynolds RT, Scott JM, Nussbaum RA. 1980. A variable circular-plot method for estimating bird numbers. *Condor* 82(1): 309-313

- Ruiz Bruce Taylor MDM, Rangel Salazar JL, Enríquez PL, León-Cortés JL, García-Estrada C. 2017. Variation in hierarchical guild structure between two bird assemblages of a wetland in the Mexican Pacific. Digital Appendix 2. *Revista de Biología Tropical* 65(4):1540-1553
- [SEMARNAP] Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 2000. Áreas Naturales Protegidas de México con decretos federales (1899-2000). Primera edición. México: Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 826 p.
- [SEMARNAT] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Ecosistemas Terrestres, [Consultado 2018 Abril 15], [http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_12/pdf/Cap2\\_ecosistemas.pdf](http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/pdf/Cap2_ecosistemas.pdf)
- [SiB-Colombia] Sistema de información sobre Biodiversidad de Colombia. 2015. Ficha técnica de *Patagioenas fasciata*. [Consultado 2018 Abril 12]. <http://catalogo.biodiversidad.co/fichas/4685>
- Salinas-Melgoza A, Renton K. 2008. Ficha técnica de *Pionus senilis*. En: Escalante-Pliego P. (compilador). Fichas sobre las especies y subespecies de Aves incluidas en el Proyecto de Norma Oficial Mexicana, PROY-NOM-059-ECOL-2000. Parte 2. Universidad Nacional Autónoma de México. [Consultado 2018 Abril 12]. [http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/W042\\_Fichas%20de%20Especies.pdf](http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/W042_Fichas%20de%20Especies.pdf)
- Sánchez A. 1991. Estructura y estacionalidad de las comunidades de aves de la Sierra de Gredos. *ARDEOLA* 38(2): 207-231
- Sánchez-García I. 2012. Dieta herpetófaga en una garcilla bueyera (*Bubulcus ibis*). *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 23(1): 10-12.
- Sánchez-Ramos G y Dirzo R. 2014. El Bosque mesófilo de montaña: un ecosistema prioritario amenazado. En: Gual-Díaz M y Rendón-Correa (comps.) *Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. Primera edición: México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, p. 109-137
- Santoyo V. 2010. Estudio comparativo de la avifauna del bosque mesófilo de montaña y bosque de pino-encino-liquidambar en el Parque Nacional Lagunas de Montebello. [Tesis de licenciatura]. México: Universidad Autónoma Metropolitana, 76 p.

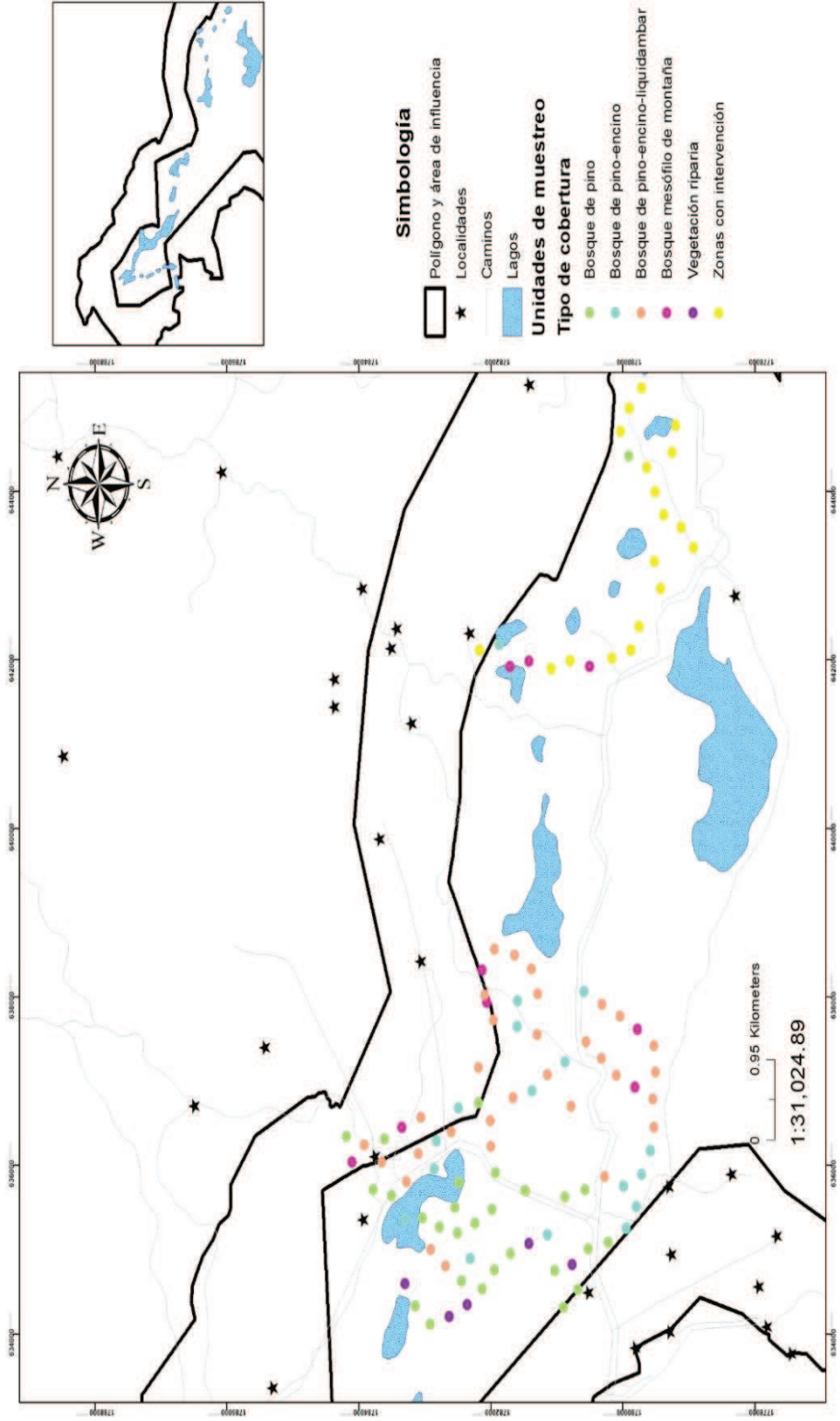
- Saunders DA, Hobbs RJ, Margules CR. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review. *Conservation Biology* 5(1):18-32
- Schulte LA, Niemi GJ. 1998. Bird communities of early- successional burned and logged forest. *Journal of Wildlife Management* 62(4):1418–1429
- Soberon J, Llorente J. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7(3):480-488
- Sobrino-Galdámez I. 2011. Diversidad de aves en el área de manejo forestal de Coapilla, Chiapas. [Tesis de Maestría], El Colegio de la Frontera Sur, 63 pp.
- Solórzano S, Oyama K. 2002. El quetzal, una especie en peligro de extinción. *Biodiversitas* 45:1-6
- Staicer CA. 1992. Social behavior of the Northern Parula, Cape May Warbler, and Prairie Warbler wintering in second-growth forests in southwestern Puerto Rico. En: Hagan JM y Johnston DW. Eds. Washington, D.C: Smithsonian Instituto Press, p. 320-380
- Stotz D, Fitzpatrick J, Parker III T., Moskovits D. Neotropical Birds. 1996. Ecology and conservation. Londres: The University of Chicago Press p. 112
- Suárez-García O, González-García F, Celis-Murillo A. 2017. Entendiendo la complementariedad de dos métodos de muestreo en el estudio de comunidades de aves de un bosque mesófilo de montaña en temporada reproductiva. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 88:880-887
- The CornellLab of Ornithology. 2017. Cornell University, NY. [Consultada 2017 Septiembre 30] [www.birds.cornell.edu](http://www.birds.cornell.edu)
- Thompson-Ambriz J. 2017. Variación en la abundancia de los gremios tróficos de aves en los humedales de Cozumel como respuesta a la composición del paisaje a múltiples escalas. [Tesis de maestría] El Colegio de La Frontera Sur, 45 p.
- Tinajero-Hernández JR. 2005. Estructura y uso de habitat de las comunidades de aves en los bosques de encino de la Sierra Madre Oriental. [Tesis de Maestría]: Universidad Autónoma de Nuevo León, 99p
- Toledo VM. 1994. La diversidad biológica de México, nuevo retos para la investigación en los noventa. *Ciencias* 34:43-57
- Tropicos. 2017. Missouri Botanical Garden. [Consultada 2017 Septiembre 28]. <http://www.tropicos.org>

- Tylianakis JM, Rand TA, Kahmen A, Klein AM, Buchmann N, Perner J, Tschardt T. 2008. Resource heterogeneity moderates the biodiversity-function relationship in real world ecosystems. *PLoS Biol* 6(5):947-956
- Ugalde-Lezama S, Alcántara-Carbajal JL, Valdez-Hernández JI, Ramírez-Valverde G, Velázquez-Mendoza J, Tarángo-Arámbula LA. 2010. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en un bosque templado con diferentes condiciones de perturbación. *AGROCIENCIA* 44:159-169
- Van Perlo B. 2006. A field guide to Birds of México and Central America. EUA: Princeton University Press, 336 p.
- Vargas-Márquez F, Escobar S. 2000. Áreas Naturales Protegidas de México con decretos federales. México: Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 830 p.
- Vertel-Morinsón M. 2010. Comparación entre el análisis canónico de correspondencias y el análisis factorial múltiple en tablas de frecuencias-variables continuas. [Tesis de maestría] Universidad Nacional de Colombia, 50 p.
- Xeno-canto Foundation. 2005-2018. Fundación Xeno-canto para sonidos de la naturaleza, Países bajos. [Consultada 2017 Septiembre 06] <https://www.xeno-canto.org>.



## 12. ANEXOS

**Anexo 1.** Ubicación geográfica de las 110 unidades de muestreo de aves y de vegetación, durante el periodo de febrero a julio de 2017 en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México.





**Anexo 2.** Listado taxonómico de las especies de aves del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México, durante el periodo de febrero a julio de 2017 y con base al AOU (2017). Los nombres comunes de las especies corresponden a los asignados por los pobladores de las comunidades aledañas al PNLM en Mam, Kanjobal y Chuj, además, del listado actualizado de Berlanga y colaboradores (2017). El estatus migratorio: R= Residentes; MLD= migratorio latitudinal. Categoría de riesgo: IUCN: NT= Casi amenazado; VU= Vulnerable; EN= En peligro de extinción. NOM-059: Pr= Protección especial; A= Amenazada; P=Peligro; E=Probablemente extinta. CITES: Apéndice II y III.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	ST		
				IUCN	NOM-059	CITES
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Perdiz, Tinamú canelo	R	Pr	
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije ala blanca	R		
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca oriental	R		Apéndice III (Guatemala, Honduras)
Galliformes	Cracidae	<i>Penelopina nigra</i>	Achiote, Pajuil	R	Vu	P
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán neotropical	R		
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	R		
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza nocturna corona negra	R		
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	R		
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	R		
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Accipiter striatus (chionogaster)</i>	Gavilán pecho blanco	R	Pr	Apéndice II
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo platypterus</i>	Aguilla ala ancha	MLD	Pr	Apéndice II

Orden	Familia	Especie	Nombre común	ST	Categoría de riesgo	
					IUCN	NOM-059
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	Aguiluilla cola corta	R		Apéndice II
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguiluilla cola roja	R	Pr	Apéndice II
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguiluilla caminera	R		Apéndice II
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguiluilla negra menor	R	Pr	Apéndice II
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	Milano tijereta	MLD	Pr	Apéndice II
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanus leucurus</i>	Milano cola blanca	R		Apéndice II
Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	MLD		Apéndice II
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco rufigularis</i>	Halcón enano			Apéndice II
Gruiformes	Rallidae	<i>Porzana carolina</i>	Polluela sora	MLD		
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Pomusa, Paloma arroyera	R	Pr	
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas fasciata</i>	Paloma encinera	R	Pr	
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	R		
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaidura macroura</i>	Paloma ala blanca	R		
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus senilis</i>	Loro corona blanca	R	A	Apéndice II
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>	Cuculillo pico amarillo	MLD		
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Platylophus ferrugineus</i>	Pishicó, Cuculillo canelo	R		

Orden	Familia	Especie	Nombre común	ST	Categoría de riesgo	
					IUCN	NOM-059 CITES
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia cyanocephala</i>	Gorrión, Tz'unun, Colibrí corona azul	R		Apéndice II
			Gorrión, Tz'unun, Colibrí oreja violeta	R		Apéndice II
Apodiformes	Trochilidae	<i>Colibri thalassinus</i>	Gorrión, Tz'unun, Colibrí oreja violeta	R		Apéndice II
Apodiformes	Trochilidae	<i>Eugenes fulgens</i>	Gorrión, Tz'unun, Colibrí magnífico	R		Apéndice II
Apodiformes	Trochilidae	<i>Hylocharis leucotis</i>	Gorrión, Tz'unun, Zafiro oreja blanca	R		Apéndice II
Apodiformes	Trochilidae	<i>Lampornis virdipallens</i>	Gorrión, Tz'unun, Colibrí garganta verde	R	Pr	Apéndice II
Apodiformes	Trochilidae	<i>Tilmatura dupontii</i>	Gorrión, Tz'unun, Colibrí cola pinta	R	A	Apéndice II
			Quetzal mesoamericano	R	NT	P
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Pharomachrus mocinno</i>	Quetzal mesoamericano	R	NT	P
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon collaris</i>	Acahuita, Pavita, Coa de collar	R	Pr	Pr
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon mexicanus</i>	Acahuita, Pavita, Coa mexicana	R		R

Orden	Familia	Especie	Nombre común	ST	Categoría de riesgo	
					IUCN	NOM-059 CITES
Coraciiformes	Momotidae	<i>Aspatha gularis</i>	Momoto garganta azul	R		P
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín pescador verde	R		
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>	Martín pescador de collar	R		
Piciformes	Ramphastidae	<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	Pico de hacha, Tucancillo verde	R		A
Piciformes	Picidae	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Corochoch, Carpintero pico plateado	R		Pr
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes auratus</i>	Tucuz, Carpintero de pechera común	R		E
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes rubiginosus</i>	Ti, Carpintero olivo	R		
Piciformes	Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	R		
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero bellotero	R		Pr
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	R		
Piciformes	Picidae	<i>Picoides villosus</i>	Nacara, Carpintero albinegro mayor	R		
Passeriformes	Furnariidae	<i>Clibanornis rubiginosus</i>	Breñero rojizo	R		A

Orden	Familia	Especie	Nombre común	ST	Categoría de riesgo	
					IUCN	NOM-059
Passeriformes	Furnariidae	<i>Dendrocolaptes picumnus</i>	Ch'ojoj,	R	A	
			Trepatroncos vientre barrado			
Passeriformes	Furnariidae	<i>Lepidocolaptes affinis</i>	Xul,	R		
			Trepatroncos corona punteada			
Passeriformes	Furnariidae	<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	Ch'ojoj,	R		
			Trepatroncos corona rayada			
Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus erythropygius</i>	Ch'ojoj,	R	A	
			Trepatroncos moteado			
Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Ch'ojoj,	R		
			Trepatroncos bigotudo			
Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphocolaptes promeropirhynchus</i>	Trepatroncos	R		
			gigante			
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barrado	R		
			Wila,			
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus cooperi</i>	Papamoscas	MLD		
			boreal			
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus pertinax</i>	Wila,	R		
			Papamoscas José María			
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus sordidulus</i>	Wila,	R		
			Papamoscas del oeste			
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Elaenia flavogaster</i>	Mosquero	R		
			Elenia copetón			
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax affinis</i>	Chuliz,	R		
			Papamoscas pinero			

Orden	Familia	Especie	Nombre común	ST	Categoría de riesgo	
					IUCN	NOM-059 CITES
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Mionectes oleagineus</i>	Mosquerito ocre	R		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	R		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Papamoscas rayado común	MLD		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas negro	R		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	R		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Oncostoma cinereigulare</i>	Mosquero pico curvo	R		
Passeriformes	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Choyob, Vireón ceja canela	R		
Passeriformes	Corvidae	<i>Aphelocoma unicolor</i>	Hesh, Chara unicolor	R	A	
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanolyca cucullata</i>	Hesh de montaña, Chara gorro azul	R	A	
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanolyca pumilo</i>	Chara de niebla	R	A	
Passeriformes	Corvidae	<i>Psilorhinus morio</i>	Urraca, Chara pea	R		
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina bicolor	MLD		
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus zonatus</i>	Matraca tropical	R		
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Cantorchilus modestus</i>	Saltapared chinchibul	R		
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Microcerculus philomela</i>	Saltapared ruiseñor	R		

Orden	Familia	Especie	Nombre común	ST	Categoría de riesgo	
					IUCN	NOM-059 CITES
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Henicorhina leucophrys</i>	Saltapared pecho gris	R		
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Ch'olol, Saltapared moteado	R		
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Chinchipul, Saltapared común	R		
Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus aurantiirostris</i>	Zorzal pico naranja	R		
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus rufitorques</i>	Mirlo cuello canela	R	A	
Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus frantzii</i>	Zorzal de Frantzius	R	A	
Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus mexicanus</i>	Cinco chile, Pitzanchi 'yaj, Zorzal corona negra	R	Pr	
Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de anteojos	MLD		
Passeriformes	Turdidae	<i>Hylocichla mustelina</i>	Pechopinto, Zorzal moteado	MLD		
Passeriformes	Turdidae	<i>Myadestes occidentalis</i>	Guardabarranco, Clarín jilguero	R	Pr	
Passeriformes	Turdidae	<i>Myadestes unicolor</i>	Guardabarranco, Clarín unicolor	R	A	

Orden	Familia	Especie	Nombre común	ST	Categoría de riesgo	
					IUCN	NOM-059 CITES
Passeriformes	Turdidae	<i>Sialia sialis</i>	Chautita, Azulejo garganta canela	R		
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus assimilis</i>	Mirlo garganta blanca	R		
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Ch'ok, Tiuca, Mirlo café	R		
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus infuscatus</i>	Tiuca negra, Mirlo negro	R	P	
Passeriformes	Mimidae	<i>Dumetella carolinensis</i>	Cheba, Negrita, Maullador gris	MLD		
Passeriformes	Mimidae	<i>Melanotis hypoleucus</i>	Mulato pecho blanco	R		
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical	R		
Passeriformes	Parulidae	<i>Basileuterus belli</i>	Chipe ceja dorada	R		
Passeriformes	Parulidae	<i>Basileuterus culicivorus</i>	Chipe cejas negras	R		
Passeriformes	Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe gorra canela	R		
Passeriformes	Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe corona negra	MLD		
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis formosa</i>	Chipe patillado	MLD		
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común	MLD		
Passeriformes	Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	MLD		
Passeriformes	Parulidae	<i>Myioborus miniatus</i>	Chakzaam, Pavito alas negras	R		



Orden	Familia	Especie	Nombre común	ST	Categoría de riesgo	
					IUCN	NOM-059 CITES
Passeriformes	Parulidae	<i>Myioborus pictus</i>	Chakzaam, Pavito, Pavito ala blanca	R		
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga chrysoparia</i>	Chipe cachetes amarillos	MLD	EN	P
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	Chipe rabadilla amarilla	MLD		A
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga fusca</i>	Chipe garganta naranja	MLD		
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga graciae</i>	Chipe ceja amarilla	MLD		
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga pensylvanica</i>	Chipe flanco castaño	MLD		
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo	R		
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga townsendi</i>	Chipe negroamarillo	MLD		
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga virens</i>	Chipe dorso verde	MLD		
Passeriformes	Thraupidae	<i>Chlorospingus ophthalmicus</i>	Piczito, Tz íb- Sat, Chinchinero común	R		
Passeriformes	Thraupidae	<i>Cyanerpes cyaneus</i>	Mielero pata roja	R		
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga bidentata</i>	Piranga dorso rayado	R		
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga flava</i>	Piranga encinera	R		
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Piranga roja	MLD		
Passeriformes	Thraupidae	<i>Ramphocelus sanguinolentus</i>	Tángara sanguinolenta	R		

Orden	Familia	Especie	Nombre común	ST	Categoría de riesgo	
					IUCN	NOM-059 CITES
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara larvata</i>	Tángara capucha dorada	R		
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis abbas</i>	Tángara ala amarilla	R		
Passeriformes	Passerellidae	<i>Aimophila rufescens</i>	Zacatonero canelo	R		
Passeriformes	Passerellidae	<i>Atlapetes albinucha</i>	Atlapetes nuca blanca	R		
Passeriformes	Passerellidae	<i>Atlapetes albinucha (gutturalis)</i>	Atlapetes garganta amarilla	R		
Passeriformes	Emberizidae	<i>Oryzoborus funereus</i>	Semillero pico grueso	R		
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar	R		
Passeriformes	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	R		
Passeriformes	Passerellidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Copetona, Gorrión chingolo	R		
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator atriceps</i>	Platanero, Picurero cabeza negra	R		
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator maximus</i>	Platanero, Picurero bosquero	R		
Passeriformes	Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Hancolin, Tordo sargento	R		
Passeriformes	Icteridae	<i>Dives dives</i>	Hancolin, Tordo cantor	R		

Orden	Familia	Especie	Nombre común	ST	Categoría de riesgo	
					IUCN	NOM-059 CITES
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus chrysater</i>	K'anajaw, Jocotero, Calandria dorso amarillo	R		
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	R		
Passeriformes	Icteridae	<i>Sturnella magna</i>	Cinco chile, Pradero tortillaconchile	R		
Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia hirundinacea</i>	Eufonia garganta amarilla	R		
Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus notatus</i>	Jiguero encapuchado	R		
Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jiguero dominico	R		

**Anexo 3** Clasificación en gremios tróficos de la comunidad de aves del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. Temporada: secas (febrero-abril) y/o lluvias (mayo-julio). Estrato de forrajeo: agua (Ag), terrestre (Te), sotobosque (So), estrato medio (Em), estrato alto (Ea) y aéreo (V). Sensibilidad a la perturbación: baja (B), media (M) y alta (A). Tipo de vegetación donde fueron avistados: bosque de pino (BP), bosque de pino-encino (BPE), bosque de pino-encino-liquidambar (BPEL), bosque mesófilo de montaña (BMM), vegetación riparia (VR) y zonas con intervención (ZI).

Gremio trófico	Temporada		Estrato de forrajeo	Sensibilidad a la perturbación	Tipo de vegetación
	Secas	Lluvias			
<b>(FIVp) Frugívoro- Insectívoro- Vertebrados pequeños</b>					
<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	*	*	Ea	M	BPEL, BMM, ZI
<i>Catharus frantzii</i>	*	*	Te, So	M	BPE, BPEL, ZI
<i>Penelopina nigra</i>	*	*	Ea	A	BP, BPE, BPEL, BMM, ZI
<i>Piaya cayana</i>	*		Ea	B	BPE, BMM
<b>(G) Granívoro</b>					
<i>Aimophila ruficeps</i>	*		Te	M	BP, BPEL, VR
<i>Oryzoborus funereus</i>	*		So, Em	B	ZI
<i>Spinus notatus</i>	*	*	Ea	M	BP, ZI
<i>Spinus psaltria</i>	*		Ea	B	VR
<i>Volatinia jacarina</i>	*	*	Te, So	B	ZI
<i>Zonotrichia capensis</i>	*	*	Te, So	B	BP, ZI

Gremio trófico Especies	Sensibilidad a la perturbación		
	Temporada Secas Lluvias	Estrato de forrajeo	Tipo de vegetación
<b>(GF1) Granívoro-Frugívoro-Insectívoro</b>			
<i>Agelaius phoeniceus</i>	*	Te, Em	BP, BPE, BPEL, VR, ZI
<i>Aimophila rufescens</i>	*	Te	BP
<i>Aspatha gularis</i>	*	So	BP, BPEL, BMM, ZI
<i>Atlapetes albinucha</i>	*	Te, So	BPEL
<i>Basileuterus culicivorus</i>	*	So, Em	BPE, BPEL, BMM, ZI
<i>Basileuterus rufifrons</i>	*	So	BP, ZI
<i>Campephilus guatemalensis</i>	*	Ea	ZI
<i>Catharus aurantiirostris</i>	*	Te, So	BP, ZI
<i>Catharus mexicanus</i>	*	Te, So	BP, BPE, BPEL, BMM, VR, ZI
<i>Catharus ustulatus</i>	*	Te, So	ZI
<i>Chlorospingus ophthalmicus</i>	*	So, Em	BP, BPE, BPEL, BMM, VR, ZI
<i>Coccyzus americanus</i>	*	Em, Ea	BPE
<i>Contopus sordidulus</i>	*	Ea	BP, BPEL, ZI
<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	*	Te	BP, BPE, BPEL, ZI
<i>Cyanolyca pumilo</i>	*	Ea	ZI
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	*	Em, Ea	BP, BPE, BMM, VR, ZI
<i>Dives dives</i>	*	Te, Em	BP, BPE, BPEL, BMM, ZI

Gremio trófico Especies	Temporada	Estrato de forrajeo	Sensibilidad a la perturbación	Tipo de vegetación
<b>(GFI) Granívoro-Frugívoro-Insectívoro</b>				
<i>Dryocopus lineatus</i>	*	Ea	B	BPEL, VR
<i>Dumetella carolinensis</i>	*	Te	B	BP, BPE, BPEL, BMM, VR, ZI
<i>Euphonia hirundinacea</i>	*	Ea	B	ZI
<i>Geothlypis Formosa</i>	*	So, Em	M	BP, ZI
<i>Hylocichla mustelina</i>	*	So	M	BP, BPE, BPEL, BMM, VR, ZI
<i>Lepidocolaptes affinis</i>	*	Em	M	BP, BPE, BPEL, BMM
<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	*	So, Em	B	BP, BPEL
<i>Leptotila verreauxi</i>	*	Te, So	B	BP, BPE, BPEL, ZI
<i>Melanotis hypoleucus</i>	*	So	M	ZI
<i>Mionectes oleagineus</i>	*	So, Ea	M	BPEL, BMM
<i>Myadestes occidentalis</i>	*	Ea	M	BP, BPE, BPEL, BMM, VR, ZI
<i>Myadestes unicolor</i>	*	Em, Ea	M	BP, BPE, BMM, ZI
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	*	Em, Ea	B	BP, BPEL, VR, ZI
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	*	Em, Ea	B	BP, ZI
<i>Myiozetetes similis</i>	*	Em, Ea	B	ZI
<i>Oncostoma cinereigulare</i>	*	So, Em	B	BP, BPE, BPEL, BMM, ZI
<i>Ortalis vetula</i>	*	Te, Ea	B	BP, BPE, BPEL, BMM, VR, ZI
<i>Patagioenas fasciata</i>	*	Ea	M	BP, BPE, BPEL, BMM
<i>Patagioenas flavirostris</i>	*	Ea	M	ZI
<i>Pharomachrus mocinno</i>	*	Em	M	BPEL, BMM

Gremio trófico Especies	Sensibilidad			Tipo de vegetación
	Temporada Secas Lluvias	Estrato de forrajeo	a la perturbación	
<b>(GF) Granívoro-Frugívoro-Insectívoro</b>				
<i>Piranga flava</i>	*	Ea	B	BP, BPE, ZI
<i>Pionus senilis</i>	*	Ea	M	BPEL, BMM
<i>Setophaga pensylvanica</i>	*	Em, Ea	B	BPE, BPEL
<i>Setophaga petechia</i>	*	Ea	B	BPEL
<i>Setophaga virens</i>	*	Em, Ea	M	BP, BPE, BPEL, BMM, ZI
<i>Sporophila torqueola</i>	*	So	B	ZI
<i>Sturnella magna</i>	*	Te	B	VR
<i>Tangara larvata</i>	*	Ea	B	ZI
<i>Thraupis Abbas</i>	*	Ea	B	ZI
<i>Troglodytes aedon</i>	*	Te, So	B	BP, BPE, BPEL, BMM, VR, ZI
<i>Trogon collaris</i>	*	Em, Ea	M	BP, BPE, BPEL, BMM, ZI
<i>Trogon mexicanus</i>	*	Em, Ea	M	BP, BPE, BPEL, VR, ZI
<i>Turdus assimilis</i>	*	So, Em	M	ZI
<i>Turdus infuscatus</i>	*	Em, Ea	A	BP, BPE, BPEL, BMM, ZI
<i>Tyrannus melancholicus</i>	*	Ea	B	ZI
<i>Zenaida asiática</i>	*	Te, Em	B	BP, BPE, BPEL, BMM, VR, ZI
<b>(I) Insectívoro</b>				
<i>Atlapetes albinucha (gutturalis)</i>	*	Te, So	M	BP, VR, ZI
<i>Clibanornis rubiginosus</i>	*	So	M	BMM, ZI

Gremio trófico	Temporada		Estrato de forrajeo	Sensibilidad a la perturbación		Tipo de vegetación
	Secas	Lluvias				
<b>Especies</b>						
<b>(I) Insectívoro</b>						
<i>Campylorhynchus zonatus</i>	*	*	Em, Ea	B	BP, BPE, BPEL, VR, ZI	
<i>Cantorchilus modestus</i>	*	*	So	B	BP, BMM, VR, ZI	
<i>Colaptes auratus</i>	*	*	Te, Ea	B	BP, BPE, BPEL, BMM, VR, ZI	
<i>Colaptes rubiginosus</i>	*	*	Ea	B	BP, BPE, BPEL, BMM, VR, ZI	
<i>Contopus cooperi</i>	*	*	Em, Ea	M	BP, VR, ZI	
<i>Contopus pertinax</i>	*	*	Ea	M	BP	
<i>Elaenia flavogaster</i>	*	*	Ea	B	ZI	
<i>Empidonax affinis</i>	*	*	Em, Ea	M	BP, BPE, BPEL, BMM, VR, ZI	
<i>Geothlypis trichas</i>	*	*	So	B	BPEL, ZI	
<i>Henicorhina leucophrys</i>	*	*	So	M	BPE, BPEL, ZI	
<i>Myioborus miniatus</i>	*	*	Em, Ea	B	BP, BPE, BPEL, BMM, VR, ZI	
<i>Myioborus pictus</i>	*	*	So, Em	M	ZI	
<i>Pheugopedius maculipectus</i>	*	*	So, Em	B	BP, BPE, BPEL, BMM, ZI	
<i>Picoides villosus</i>	*	*	Em, Ea	M	BP, BPEL	
<i>Piranga bidentata</i>	*	*	Ea	M	BP, BPEL, ZI	
<i>Setophaga chrysoparia</i>	*	*	So	M	BMM	
<i>Setophaga fusca</i>	*	*	Em, Ea	M	BP, BPE, BPEL, BMM	
<i>Setophaga graciae</i>	*	*	Ea	M	BP, BPE, BPEL, ZI	
<i>Setophaga townsendi</i>	*	*	Em, Ea	M	BP, BPE, BPEL, VR, ZI	
<i>Sialia sialis</i>	*	*	Em, Ea	B	BP, BPEL, VR, ZI	



Gremio trófico Especies	Sensibilidad			
	Temporada Secas Lluvias	Estrato de forrajeo	a la perturbación	Tipo de vegetación
<b>(I) Insectívoro</b>				
<i>Xiphorhynchus erythropygius</i>	*	Em	M	BP, BPE, BPEL, BMM
<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	*	So, Em	M	BP, BPE
<b>(IACVp) Insectívoro-Invertebrados acuáticos- Vertebrados acuáticos</b>				
<i>Buteogallus anthracinus</i>	*	Ea	M	BPEL, ZI
<i>Dendrocycna autumnalis</i>	*	Te, Ag	B	VR
<i>Megaceryle torquata</i>	*	So, Em	B	BP
<i>Nycticorax nycticorax</i>	*	Te, Ag	B	BP, VR
<b>(IF) Insectívoro-Frugívoro</b>				
<i>Mniotilta varia</i>	*	So	B	BP, BPE, BPEL, ZI
<i>Piranga rubra</i>	*	Ea	B	ZI
<b>(IN) Insectívoro-Nectarívoro</b>				
<i>Amazilia cyanocephala</i>	*	Em, Ea	M	BP, BPE, BPEL, BMM, VR, ZI
<i>Colibri thalassinus</i>	*	Em, Ea	B	BP, BPE, BPEL, BMM, VR, ZI
<i>Cyanerpes cyaneus</i>	*	Ea	B	ZI
<i>Eugenes fulgens</i>	*	So, Em	M	BMM
<i>Hylocharis leucotis</i>	*	So, Em	M	BP, BPEL, BMM, ZI

Gremio trófico Especies	Sensibilidad a la perturbación			Tipo de vegetación
	Temporada Secas	Temporada Lluvias	Estrato de forrajeo	
<b>(IN) Insectívoro-Nectarívoro</b>				
<i>Lampornis viridipallens</i>	*	*	So, Em	BP, BPE, BPEL, BMM
<i>Tilmatura dupontii</i>	*	*	So, Em	BP, BMM, VR
<b>(Ivp) Insectívoro-Vertebrados pequeños</b>				
<i>Accipiter striatus (chionogaster)</i>	*	*	Ea	BPE, BPEL
<i>Basileuterus belli</i>	*	*	So	BMM
<i>Bubulcus ibis</i>	*	*	Te, Ag	ZI
<i>Buteo magnirostris</i>	*	*	Ea	BP, BPEL, VR
<i>Buteo platypterus</i>	*	*	Ea	BP, VR
<i>Dendrocolaptes picumnus</i>	*	*	Em	BP
<i>Elanus leucurus</i>	*	*	Ea, V	VR
<i>Falco ruficularis</i>	*	*	Ea, V	BMM, ZI
<i>Pandion haliaetus</i>	*	*	Ag	BPE, BPEL
<b>(O) Omnívoro</b>				
<i>Aphelocoma unicolor</i>	*	*	Ea	BP, BPE, BPEL, BMM, VR, ZI
<i>Cardellina pusilla</i>	*	*	So	BP, BPE, BPEL, ZI
<i>Cathartes aura</i>	*	*	Te, Ag	BP, VR
<i>Cyanolyca cucullata</i>	*	*	So, Em	BPE, BMM
<i>Icterus chrysater</i>	*	*	Ea	BP, BPE, BPEL, BMM, VR, ZI
<i>Melanerpes aurifrons</i>	*	*	Em, Ea	ZI

Gremio trófico Especies	Sensibilidad a la perturbación			Tipo de vegetación
	Temporada Secas	Temporada Lluvias	Estrato de forrajeo	
(O) Omnívoro				
<i>Mimus gilvus</i>	*	*	Ea	BPEL, ZI
<i>Psilorhinus morio</i>	*	*	Ea	BP, BPE, BPEL, BMM, VR, ZI
<i>Quiscalus mexicanus</i>	*	*	Te, Ea	BP, BPE, BPEL, ZI
<i>Ramphocelus sanguinolentus</i>		*	So, Em	ZI
<i>Saltator atriceps</i>	*	*	So, Em	ZI
<i>Saltator maximus</i>	*		Em, Ea	ZI
<i>Setophaga coronata</i>		*	So, Em	ZI
<i>Thamnophilus doliatus</i>	*		So, Em	BP, BPE, BMM, VR, ZI
<i>Turdus grayi</i>	*	*	Te, Em	BP, BPE, BPEL, BMM, VR, ZI

**Anexo 4** Listado general de las especies vegetales del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. El nombre común corresponde a los asignados por los pobladores de las comunidades aledañas al PNLM. Tipo de vida: T= Trepadora, H= Herbácea, Ar= Arbusto, A= Árbol. Categoría de riesgo: NOM-059: Pr= Protección especial, A= Amenazada, P=Peligro de extinción. CITES: Apéndice (Ap.) II. IUCN: VU= Vulnerable, EN= Casi amenazada.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de vida	Categoría de riesgo NOM-059 CITES IUCN
Boraginales	Boraginaceae	<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	Barredor	Ar	
Gentianales	Rubiaceae	<i>Psychotria costivenia</i> Griseb.	Huesillo	Ar	
Alismatales	Araceae	<i>Philodendron</i> <i>hederaceum</i> (Jacq.) Schott	Araceas	T	
Apiales	Araliaceae	<i>Oreopanax peltatus</i> Linden ex Regel	Mano de león	A	
Apiales	Araliaceae	<i>Oreopanax xalapensis</i> (Kunth) Decne. & Planch.	Macuilillo	A	
Aquifoliales	Aquifoliaceae	<i>Ilex brandegeana</i> Loes.	Manzanita, coshoste	Ar	
Aquifoliales	Aquifoliaceae	<i>Ilex quercetorum</i> I.M. Johnst.		Ar	
Aquifoliales	Aquifoliaceae	<i>Ilex macfadynii</i> subsp. pringlei Edwin		Ar	
Aquifoliales	Aquifoliaceae	<i>Ilex aff. condensata</i> Turcz.	Sal de venado	Ar	
Aquifoliales	Aquifoliaceae	<i>Ilex</i> sp. L.		Ar	
Arecales	Areaceae	<i>Chamaedorea Willd.</i>	Pacayita	H	
Asterales	Asteraceae	<i>Ageratina ligustrina</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	Chospoj	Ar	
Asterales	Asteraceae	<i>Ageratina Spach</i>		Ar	
Asterales	Asteraceae	<i>Calea aff. Trichotoma</i> L.		H	
Asterales	Asteraceae	<i>Eupatorium karwinskianum</i> L.	Chospoj	Ar	

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de vida	Categoría de riesgo		
					NOM-059	CITES	IUCN
Asterales	Asteraceae	<i>Liabum bourgeauii</i> Hieron.		H			
Asterales	Asteraceae	<i>Lepidaploa canescens</i> (Kunth) H. Rob.		H			
Asterales	Asteraceae	<i>Perymenium ghiesbreghtii</i> B.L. Rob. & Greenm.		H			
Asterales	Asteraceae	<i>Senecio</i> L.		H			
Asterales	Asteraceae	<i>Verbesina</i> L.	Arnica	Ar			
Asterales	Asteraceae	<i>Verbesina chiapensis</i> B.L. Rob. & Greenm.		Ar			
Celastrales	Celastraceae	<i>Crossopetalum parviflorum</i> (Hemsl.) Lundell	Palo hueso	A			
Celastrales	Celastraceae	<i>Zinowiewia integerrima</i> (Turcz.) Turcz.		A			
Chloranthales	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum mexicanum</i> C. Cordem.	Árbol del anillo	A			
Crossosomatales	Staphyleaceae	<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G. Don	Manzanillo	A			
Cupressales	Cupressaceae	<i>Cupressus</i> sp. L.	Ciprés	A			
Cyatheales	Cyatheaceae	<i>Cyathea</i> Sm.	Cola de mono	H	Pr		Ap. II
Dipsacales	Adoxaceae	<i>Viburnum hartwegii</i> Benth.	Sunda	Ar			
Dipsacales	Adoxaceae	<i>Viburnum jucundum</i> C. V. Morton	Tzotzilte	A			
Ericales	Actinidiaceae	<i>Saurauia scabrida</i> Hemsl.	Palo moco	Ar			
Ericales	Actinidiaceae	<i>Saurauia aff. Belizensis</i> Willd.		Ar			
Ericales	Clethraceae	<i>Clethra suaveolens</i> Turcz.	Zapotillo, madronio	A			
Ericales	Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño	A			
Ericales	Ericaceae	<i>Chimaphila maculata</i> (L.) Pursh		H			
Ericales	Ericaceae	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	Arrayán	Ar			
Ericales	Ericaceae	<i>Vaccinium confertum</i> Kunth	Madroño	Ar			

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de vida	Categoría de riesgo	
					NOM-059	CITES IUCN
Ericales	Pentaphragaceae	<i>Temstroemia tepezapote</i> Schtdl. & Cham.	Tila	A		
Ericales	Primulaceae	<i>Ardisia</i> sp.	Naranjillo	Ar		
Ericales	Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	Caña de ardilla	A		
Ericales	Primulaceae	<i>Myrsine juergenseni</i> (Mez) Ricketson & Pipoly		Ar		
Ericales	Primulaceae	<i>Parathesis leptopa</i> Lundell		Ar		
Ericales	Primulaceae	<i>Parathesis</i> (A. DC.) Hook. f.	Tilinte	Ar		
Fabales	Fabaceae	<i>Diphysa</i> sp.	Axante	A		
Fabales	Fabaceae	<i>Erythrina chiapasana</i> Krukoff	Ukún	A		
Fabales	Fabaceae	<i>Inga oerstediana</i> Benth. ex Seem.	Chalum	A		
Fabales	Fabaceae	<i>Inga</i> sp.	Chalum	A		
Fabales	Fabaceae	<i>Leucaena</i> sp. Benth.	Guash	Ar		
Fabales	Fabaceae	<i>Acacia</i> Mill.	Espino	Ar		
Fabales	Fabaceae	<i>Calliandra houstoniana</i> (Mill.) Standl.	Guash de montaña	Ar		
Fabales	Fabaceae	<i>Dalbergia</i> L. f.	Palo ebano	A		
Fagales	Betulaceae	<i>Ostrya virginiana</i> (Mill.) K. Koch	Mora	H	Pr	
Fagales	Fagaceae	<i>Quercus</i> spp.	Encino, roble, chiquinib	A		
Fagales	Fagaceae	<i>Quercus elliptica</i> Née	Roble colorado	A		
Fagales	Myricaceae	<i>Morella cerifera</i> (L.) Small	Seramonte	Ar		
Gentianales	Rubiaceae	<i>Deppea</i> sp.		Ar		
Gentianales	Rubiaceae	<i>Palicourea padifolia</i> (Humb. & Bonpl. ex Schult.) C.M. Taylor & Lorence	Flor de mayo	H		

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de vida	Categoría de riesgo	
					NOM-059	CITES IUCN
Gentianales	Rubiaceae	<i>Hoffmannia nicotianifolia</i> (M. Martens & Galeotti) L.O. Williams		Ar		
Gentianales	Rubiaceae	<i>Hoffmannia</i> sp.		Ar		
Gentianales	Rubiaceae	<i>Randia cookii</i> Standl.	Sal de venado de hoja chica	Ar		
Lamiales	Bignoniaceae	<i>Amphitecna silvicola</i> L.O. Williams	Palo jicara	A		
Lamiales	Lamiaceae	<i>Aegiphila monstrosa</i> Moldenke	Campana, Mayte	Ar		
Lamiales	Verbenaceae	<i>Lippia chiapasensis</i> Loes.		Ar		
Lamiales	Verbenaceae	<i>Lantana</i> sp. L.	Cinco negritos	H		
Lamiales	Verbenaceae	<i>Lippia umbellata</i> Cav.	Borracha	Ar		
Laurales	Lauraceae	<i>Licaria excelsa</i> Kosterm.	Zacocate	A		
Laurales	Lauraceae	<i>Litsea glaucescens</i> Kunth	Laurel	A	P	
Laurales	Lauraceae	<i>Persea rufescens</i> Lundell	Aguacate mono	A		
Laurales	Lauraceae	<i>Persea</i> Mill.	Aguacatillo	A		
Laurales	Siparunaceae	<i>Siparuna thecaphora</i> (Poepp. & Endl.) A. DC.		Ar		
Lycopodiidae	Selaginellales	<i>Selaginella</i> P. Beauv.		H		
Malpighiales	Clusiaceae	<i>Clusia</i> sp. L.	Memela	Ar		
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Croton draco</i> Schtdl. & Cham.	Sangre de perro	Ar		
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Croton schiedeianus</i> Schtdl.	Chaquiol	A		
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Sebastiania</i> L.	Chit	Ar		
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Acalypha latifolia</i> Müll. Arg.	Granada de monte	H		
Malpighiales	Passifloraceae	<i>Passiflora</i> L.	Corcho	T		
Malvales	Malvaceae	<i>Hellocarpus americanus</i> L.	Corcho	A		
Malvales	Malvaceae	<i>Pavonia rosea</i> Wall. ex Moris	Cadillo	H		
Malvales	Malvaceae	<i>Hampea montebellensis</i> Fryxell	Mahaua	Ar	A	EN

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de vida	Categoría de riesgo		
					NOM-059	CITES	IUCN
Malvales	Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis ficina</i> Standl. & Steyerl.		Ar			
Malvales	Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis</i> Mart. Spp.		Ar			
Myrtales	Melastomataceae	<i>Miconia glaberrima</i> (Schitdl.) Naudin		A			
Myrtales	Melastomataceae	<i>Miconia mexicana</i> (Bonpl.) Naudin	Pata de paloma	H			
Myrtales	Melastomataceae	<i>Miconia</i> Ruiz & Pav. spp		Ar			
Myrtales	Myrtaceae	<i>Psidium</i> sp.	Guayaba	Ar			
Myrtales	Myrtaceae	<i>Eugenia capuli</i> (Schitdl. & Cham.) Hook. & Arn.	Capulín	Ar			
Myrtales	Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Pomarrosa	Ar			
Myrtales	Onagraceae	<i>Fuchsia paniculata</i> Lindl.	Achiotillo	Ar			
Pinales	Pinaceae	<i>Pinus</i> spp. L.	Pino	A			
Piperales	Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.	Cordoncillo	Ar			
Piperales	Piperaceae	<i>Piper auritum</i> Kunth	Momón	H			
Poales	Poaceae	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	Jazam, cortador, navajuelo	H			
Poales	Poaceae	<i>Lasiacis grisebachii</i> (Nash) Hitchc.	Carrizo	H			
Poales	Poaceae	<i>Olmea</i> sp.	Carrizo	H			
Podocarpaceales	Podocarpaceae	<i>Podocarpus matudae</i> Lundell	Palmilla, Sabino	A	Pr		Vu
Polydiales	Davalliaceae	<i>Nephrolepis pectinata</i> (Willd.) Schott	Cola de quetzal	H			
Polydiales	Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium Gled. ex Scop.</i>	Doradilla	H			
Rosales	Moraceae	<i>Ficus</i> sp. L.	Chumiz	A			
Rosales	Rhamnaceae	<i>Berchemia scandens</i> (Hill) K. Koch		Ar			
Rosales	Rhamnaceae	<i>Rhamnus</i> sp.	Palo blanco	A			



Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de vida	Categoría de riesgo	
					NOM-059	CITES IUCN
Rosales	Rosaceae	<i>Rubus sp.</i>	Zarzamora	Ar		
Rosales	Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindl.</i>	Nispero	A		
Rosales	Urticaceae	<i>Cecropia sp</i>	Guarumbo	A		
Rosales	Urticaceae	<i>Myriocarpa heterostachya Donn. Sm.</i>		Ar		
Rubiaceae	Rubiaceae	<i>Crusea coccinea DC.</i>		H		
Santalales	Schoepfiaceae	<i>Schoepfia schreberi J.F. Gmel.</i>		A		
Santalales	Loranthaceae	<i>Struthanthus quercicola (Schtdl. &amp; Cham.) Blume</i>	Ahorcador	T		
Santalales	Schoepfiaceae	<i>Schoepfia vacciniiflora Planch. ex Hemsl.</i>	Chit blanco	Ar		
Saxifragales	Altingiaceae	<i>Liquidambar styraciflua L.</i>	Liquidambar, sosté	A		

**Anexo 5.** Especies vegetales de los diferentes tipos de vegetación del Parque Nacional Lagunas de Montebello. Donde: BP=Bosque de pino; BPE= Bosque de pino-encino; BPEL= Bosque de pino-encino-liquidambar; BMM=Bosque mesófilo de montaña; VR= Vegetación riparia y ZI= Zonas con intervención.

ID	Nombre científico	Nombre común	Tipo de vegetación						
			BP	BPE	BPEL	BMM	VR	ZI	
1	<i>Acacia Mill.</i>	Espino	X						
2	<i>Acalypha latifolia Müll. Arg.</i>				X				X
3	<i>Aegiphila monstrosa Moldenke</i>	Campana, Mayte	X		X			X	X
4	<i>Ageratina ligustrina (DC.) R.M. King &amp; H. Rob.</i>	Chospoj							X
5	<i>Ageratina Spach</i>								
6	<i>Amphitecna silvicola L.O. Williams</i>	Palo jicara							
7	<i>Arbutus xalapensis Kunth</i>	Madroño			X				
8	<i>Ardisia sp..</i>	Naranjillo				X			
9	<i>Berchemia scandens (Hill) K. Koch</i>		X						
10	<i>Calea aff. Trichotoma L.</i>		X						
11	<i>Calliandra houstoniana (Mill.) Standl.</i>	Guash de montaña	X		X				
12	<i>Cecropia sp</i>	Guarumbo			X		X		X
13	<i>Chamaedorea Willd.</i>	Pacayita				X			
14	<i>Chimaphila maculata (L.) Pursh</i>				X				
15	<i>Clethra suaveolens Turcz.</i>	Zapotillo, madronio	X	X	X		X		X
16	<i>Clusia sp. L.</i>	Memela	X	X	X				
17	<i>Cordia curassavica (Jacq.) Roem. &amp; Schult.</i>	Barredor	X						
18	<i>Crossopetalum parviflorum (Hemsl.) Lundell</i>	Palo hueso							X
19	<i>Croton draco Schltld. &amp; Cham.</i>	Sangre de perro							X
20	<i>Croton schiedeianus Schltld.</i>	Chaquiol							X
21	<i>Crusea coccinea DC.</i>						X		
22	<i>Cupressus sp. L.</i>	Ciprés	X	X	X				X

ID	Nombre científico	Nombre común	Tipo de vegetación						
			BP	BPE	BPEL	BMM	VR	ZI	
23	<i>Cyathea</i> Sm.	Cola de mono		X			X		
24	<i>Dalbergia</i> L. f.	Palo ebano							X
25	<i>Daphnopsis ficina</i> Standl. & Steyerl.		X						
26	<i>Daphnopsis</i> Mart. Spp.			X					
27	<i>Deppea</i> sp.			X			X		X
28	<i>Diphysa</i> sp.	Axante	X						
29	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Nispero	X				X		X
30	<i>Erythrina chiapasana</i> Krukoff	Ukún	X	X					
31	<i>Eugenia capuli</i> (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn.	Capulín	X						
32	<i>Eupatorium karwinskianum</i> L.	Chospoj	X		X				
33	<i>Ficus</i> sp. L.	Chumiz					X		
34	<i>Fuchsia paniculata</i> Lindl.	Achiotillo					X		
35	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	Arrayán			X				
36	<i>Hampea montebellensis</i> Fryxell	Mahaua	X		X				
37	<i>Hauya heydeana</i> Donn. Sm.	Palo estrella	X						X
38	<i>Hedyosmum mexicanum</i> C. Cordem.	Árbol del anillo		X			X		
39	<i>Heliconia americana</i> L.	Corcho					X		X
40	<i>Hoffmannia nicotianifolia</i> (M. Martens & Galeotti) L.O. Williams						X		
41	<i>Hoffmannia</i> sp.						X		
42	<i>Ilex aff. condensata</i> Turcz.	Sal de venado				X			
43	<i>Ilex brandegeana</i> Loes.	Manzanita, coshoste	X	X					X
44	<i>Ilex macfadyenii</i> subsp. <i>pringlei</i> Edwin						X		
45	<i>Ilex quercetorum</i> I.M. Johnston								X
46	<i>Ilex</i> sp. L.								
47	<i>Inga oerstediana</i> Benth. ex Seem.	Chalum				X			
48	<i>Inga</i> sp.	Chalum	X				X		X

ID	Nombre científico	Nombre común	Tipo de vegetación							
			BP	BPE	BPEL	BMM	VR	ZI		
49	<i>Lantana sp. L.</i>	Cinco negritos	X							
50	<i>Lasiacis grisebachii (Nash) Hitchc.</i>	Carrizo	X	X	X	X	X			X
51	<i>Lepidaploa canescens (Kunth) H. Rob.</i>						X			
52	<i>Leucaena sp. Benth.</i>	Guash			X					
53	<i>Liabum bourgeauii Hieron.</i>		X							
54	<i>Licaria excelsa Kosterm.</i>	Zacocote				X				
55	<i>Lippia chiapasensis Loes.</i>									X
56	<i>Lippia umbellata Cav.</i>	Borracha								X
57	<i>Liquidambar styraciflua L.</i>	Liquidambar, sosté	X	X	X	X	X	X	X	X
58	<i>Litsea glaucescens Kunth</i>	Laurel			X					
59	<i>Miconia glaberrima (Schitdl.) Naudin</i>					X				X
60	<i>Miconia mexicana (Bonpl.) Naudin</i>	Pata de paloma	X	X	X					
61	<i>Miconia Ruiz &amp; Pav. spp</i>							X		
62	<i>Morella cerifera (L.) Small</i>	Seramonte	X	X	X	X	X	X	X	X
63	<i>Myriocarpa heterostachya Donn. Sm.</i>					X				
64	<i>Myrsine coriacea (Sw.) R. Br. ex Roem. &amp; Schult.</i>	Caña de ardilla	X	X						X
65	<i>Myrsine juergensenii (Mez) Ricketson &amp; Pipoly</i>								X	
66	<i>Nephrolepis pectinata (Willd.) Schott</i>	Cola de quetzal	X		X					
67	<i>Olmea sp.</i>	Carrizo			X					
68	<i>Oreopanax peltatus Linden ex Regel</i>	Mano de león	X	X	X					X
69	<i>Oreopanax xalapensis (Kunth) Decne. &amp; Planch.</i>	Macuilillo						X		
70	<i>Ostrya virginiana (Mill.) K. Koch</i>	Mora					X			
71	<i>Palicourea padifolia (Humb. &amp; Bonpl. ex Schult.) C.M. Taylor &amp; Lorence</i>	Flor de mayo	X	X	X	X	X	X	X	X
72	<i>Parathesis leptopa Lundell</i>							X		X

ID	Nombre científico	Nombre común	Tipo de vegetación						
			BP	BPE	BPEL	BMM	VR	ZI	
73	<i>Parathesis (A. DC.) Hook. f.</i>	Tilinte	X	X		X		X	X
74	<i>Passiflora L.</i>	Granada de monte		X					
75	<i>Pavonia rosea Wall. ex Moris</i>	Cadillo				X			
76	<i>Persea rufescens Lundell</i>	Aguacate mono	X		X				
77	<i>Persea Mill.</i>	Aguacatillo							X
78	<i>Perymenium ghiesbreghtii B.L. Rob. &amp; Greenm.</i>		X						
79	<i>Philodendron hederaceum (Jacq.) Schott</i>	Araceas			X		X		
80	<i>Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud.</i>	Jazam, cortador, navajuelo	X		X			X	X
81	<i>Pinus spp. L.</i>	Pino	X		X			X	
82	<i>Piper aduncum L.</i>	Cordoncillo				X			X
83	<i>Piper auritum Kunth</i>	Momón							X
84	<i>Podocarpus matudae Lundell</i>	Palmilla, Sabino			X			X	X
85	<i>Psidium sp.</i>	Guayaba	X						X
86	<i>Psychotria costivenia Griseb.</i>	Huesillo	X						X
87	<i>Pteridium Gled. ex Scop.</i>	Doradilla	X		X		X	X	X
89	<i>Quercus spp.</i>	Encino, roble, chiquinib	X		X		X	X	X
90	<i>Randia cookii Standl.</i>	Sal de venado de hoja chica	X		X				
91	<i>Rhamnus sp.</i>	Palo blanco	X		X		X		X
92	<i>Rubus sp.</i>	Zarzamora	X		X			X	X
93	<i>Saurauia aff. Belizensis Willd.</i>				X				
94	<i>Saurauia scabrida Hemsl.</i>	Palo moco	X		X		X		X
95	<i>Schoepfia schreberii J.F. Gmel.</i>				X				
96	<i>Schoepfia vacciniiflora Planch. ex Hemsl.</i>	Chit blanco			X				
97	<i>Sebastiania L.</i>	Chit	X		X			X	X

ID	Nombre científico	Nombre común	Tipo de vegetación						
			BP	BPE	BPEL	BMM	VR	ZI	
98	<i>Selaginella P. Beauv.</i>		X		X				X
99	<i>Senecio L.</i>								X
100	<i>Sparuna thecaphora (Poepp. &amp; Endl.) A. DC.</i>				X				X
101	<i>Struthanthus quercicola (Schltdl. &amp; Cham.) Blume</i>	Ahorcador	X						
102	<i>Syzygium jambos (L.) Alston</i>	Pomarrosa	X						
103	<i>Ternstroemia tepezapote Schltdl. &amp; Cham.</i>	Tila	X						
104	<i>Turpinia occidentalis (Sw.) G. Don</i>	Manzanillo			X				
105	<i>Vaccinium confertum Kunth</i>	Madroñoito			X				
106	<i>Verbesina chiapensis B.L. Rob. &amp; Greenm.</i>						X		
107	<i>Verbesina L.</i>	Arnica	X		X				
108	<i>Viburnum hartwegii Benth.</i>	Sunda		X					
109	<i>Viburnum jucundum C.V. Morton</i>	Tzotzilte		X					
110	<i>Zinowiewia integerrima (Turcz.) Turcz.</i>								X
111	<i>Vernonia sp</i>	Yogion	X					X	X
112	Bromeliáceas	Bromelias	X		X				X
113	Orchidaceae	Orquídeas	X		X				X
114	<i>Rhus striata</i>	Palo brujo	X				X		X
115	<i>Zea mays</i>	Maíz							X
116	<i>Coffea spp</i>	Café	X				X		X
117	<i>Musa spp</i>	Plátano							X
118	<i>Citrus spp</i>	Limón							X
119	<i>Agave spp</i>	Ixtle	X		X				
120	<i>Begonia spp</i>	Begonias			X		X		

**Anexo 6.** Modelos Lineales Generalizados con distribución Poisson. Se muestran los modelos más parsimoniosos con significancia en el ómnibus test. La selección del modelo fue con base en la información del criterio de akaike (AIC) para determinar la relación de la riqueza de especies y abundancia de individuos de aves con las variables de estructura de la vegetación en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México.

Variables	Modelo	Omnibus tests	Devianza	gl	AIC
Riqueza de especies de aves	Dosel	0.038	0.74	96	502.041
	Herb	0.053	0.746	96	502.618
	Herb+Dosel	0.045	0.728	95	502.163
	<b>Herb+Dosel+Estratos</b>	<b>0.021</b>	<b>0.698</b>	<b>94</b>	<b>500.598</b>
	Herb+Dosel+Estratos+DAP	0.04	0.702	93	502.341
	Herb+Dosel+Estratos+TipCob	0.037	0.662	89	503.977
Abundancia de individuos	Dosel	0.0240	2.678	96	765.792
	Dens	0.0050	2.648	96	762.859
	Dens+TipCob	0.0000	2.616	91	756.722
	Dosel+Herb+Dens	0.0140	2.677	94	764.317
	<b>Dens+Estrato+Altura</b>	<b>0.0000</b>	<b>2.574</b>	<b>94</b>	<b>754.664</b>
	Dens+Estrato+Alt+TipCob	0.0000	2.518	89	746.771
	Dens+Dap+Alt+Estra+Árbol_muer+Arbus	0.0010	2.623	91	757.401

**Anexo 7.** Modelos Lineales Generalizados con distribución Poisson. Se muestran los modelos más parsimoniosos con significancia en el ómnibus test. La selección del modelo fue con base en la información del criterio de Akaike (AIC) para determinar la relación entre la abundancia de individuos de aves con las variables de estructura de la vegetación en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México por temporada de secas (febrero-abril) y lluvias (mayo-julio), 2017.

<b>Variables</b>	<b>Modelo</b>	<b>Omnibus tests</b>	<b>Devianza</b>	<b>gl</b>	<b>AIC</b>
Abundancia en secas	<b>Tocón</b>	<b>0.087</b>	<b>0.919</b>	<b>96</b>	<b>391.581</b>
	Tocon+Alt	0.165	0.921	95	392.9
	Tocón+Dosel	0.232	0.928	95	393.578
	Tocón+Herb	0.19	0.924	95	393.183
Abundancia lluvias	Alt+Dosel	0.203	0.745	95	425.859
	<b>Alt+Dosel+Dens</b>	<b>0.121</b>	<b>0.725</b>	<b>94</b>	<b>425.239</b>
	Alt+Dosel+Dens+Herb	0.16	0.724	93	426.46



**Anexo 8.** Modelos Lineales Generalizados con distribución Poisson. Se muestran los modelos más parsimoniosos con significancia en el ómnibus test. La selección del modelo fue con base en la información del criterio de Akaike (AIC) para determinar la relación entre la abundancia de individuos de aves con las variables de estructura de la vegetación en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México por tipo de vegetación. Donde: BP=Bosque de pino; BPE=Bosque de pino-encino; BPEL= Bosque de pino-encino-liquidambar; BMM=Bosque mésofilo de montaña; VR=Vegetación riparia y ZI= Zonas con intervención.

Tipo de vegetación	Modelo	Omnibus tests	Devianza	gl	AIC
BP	DAP	0	3.21	25	222.93
	DAP+Alt	0	3.17	24	220.82
	<b>Estr+Densidad+Alt</b>	<b>0</b>	<b>3.15</b>	<b>23</b>	<b>219.112</b>
	Dens+Dosel+Herba	0.028	3.79	23	233.86
	DAP+Alt+Estr	0	3.18	23	219.82
BPE	DAP	0.006	2.75	12	108.89
	<b>DAP+Alt</b>	<b>0.005</b>	<b>2.69</b>	<b>11</b>	<b>107.5</b>
	Estr+Densidad+Alt	0.019	3.04	10	110.31
	Dens+Dosel+Herba	0.005	2.77	10	107.605
	DAP+Alt+Estr	0.005	2.75	10	107.33
<b>BPEL</b>	<b>DAP</b>	<b>0.445</b>	<b>1.98</b>	<b>27</b>	<b>204.67</b>
	DAP+Alt	0.723	2.05	26	206.6
	Estr+Densidad+Alt	0.761	2.11	25	208.09
	Dens+Dosel+Herba	0.372	2.038	25	206.12
	DAP+Alt+Estr	0.613	2.091	25	207.44
BMM	DAP	0.273	2.45	7	68.19
	DAP+Alt	0.521	2.85	6	70.096
	Estr+Densidad+Alt	0.001	0.47	5	57.35
	Dens+Dosel+Herba	0.02	1.712	5	63.54
	<b>DAP+Alt+Estr</b>	<b>0.001</b>	<b>0.377</b>	<b>5</b>	<b>56.87</b>

Tipo de vegetación	Modelo	Omnibus tests	Devianza	gl	AIC
VR	DAP	0.07	4.27	3	44.059
	DAP+Alt	0.124	5.941	2	45.12
	<b>Estr+Densidad+Alt</b>	<b>0.003</b>	<b>1.8</b>	<b>1</b>	<b>37.04</b>
	Dens+Dosel+Herba	0.033	7.344	1	42.588
	DAP+Alt+Estr	0.003	2.07	1	37.31
ZI	DAP	0.17	1.003	12	88.88
	DAP+Alt	0.093	0.829	11	87.96
	Estr+Densidad+Alt	0.85	1.307	10	93.91
	Dens+Dosel+Herba	0.743	1.263	10	93.47
	<b>DAP+Alt+Estr</b>	<b>0.049</b>	<b>0.602</b>	<b>10</b>	<b>86.896</b>