



UADY

POSGRADO
INSTITUCIONAL
EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y
MANEJO DE RECURSOS
NATURALES TROPICALES

**DIVERSIDAD DE AVES Y ESPECIES INDICADORAS EN
DIFERENTES ESTADOS SUCESIONALES DE UNA SELVA
MEDIANA AL SUR DEL ESTADO DE YUCATÁN**

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO
PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRO EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS
NATURALES TROPICALES**

POR

**Licenciado en biología
Alan Fernando Soberanis Vega**

Directores:

Dr. Juan Chablé Santos

Dra. Virginia Meléndez Ramírez



POSGRADO INSTITUCIONAL
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y MANEJO
DE RECURSOS NATURALES TROPICALES

Mérida, Yuc., México, junio de 2018



UADY
UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN

**COORDINACIÓN GENERAL
DEL SISTEMA DE POSGRADO,
INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN**

POSGRADO INSTITUCIONAL EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y MANEJO DE RECURSOS
NATURALES TROPICALES

ALUMNO: LICENCIADO EN BIOLOGÍA

ALAN FERNANDO SOBERANIS VEGA

SÍNODO DEL EXAMEN DE TESIS DE GRADO

DRA. SILVIA HERNÁNDEZ BETANCOURT

CCBA-UADY

DR. PABLO MANRIQUE SAIDE

CCBA-UADY

DR. RUBÉN MONTES PÉREZ

CCBA-UADY

DRA. CELIA SÉLEM SALAS

CCBA-UADY

DRA. LAURA MENESES CALVILLO

CCBA-UADY

MÉRIDA, YUCATÁN, JULIO DEL 2018

Declaratoria de originalidad

“El presente trabajo no ha sido aceptado o empleado para el otorgamiento de título o grado diferente o adicional al actual. La tesis es resultado de las investigaciones del autor, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas. El autor otorga su consentimiento a la UADY para la reproducción del documento con el fin del intercambio bibliotecario siempre y cuando se indique la fuente”.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca que me otorgó durante mi proceso de formación en la maestría.

A mi asesor el Dr. Juan Chablé Santos, por todos los consejos y la ayuda incondicional que me dio para la realización de este trabajo.

A la Dra. Virginia Meléndez por sus aportaciones que complementaron en gran manera a este trabajo.

A James Callaghan y a Ricardo Pasos por las facilidades y apoyo que proporcionaron durante mi estancia en la Reserva Biocultural Kaxil Kiuic.

A mis guías de campo quienes me apoyaron durante los muestreos.

A mis tutores por todas sus sugerencias para mejorar el trabajo.

A mis padres sobre todo a mi madre por todos los consejos y ánimos que me dio durante esta etapa.

DEDICATORIA

A Dios primeramente porque él es quien me da la vida y sus bendiciones y misericordia me alcanzan todos los días.

RESUMEN

DIVERSIDAD DE AVES Y ESPECIES INDICADORAS EN DIFERENTES ESTADOS

SUCESIONALES DE UNA SELVA MEDIANA AL SUR DEL ESTADO DE YUCATÁN

Resumen. Comprender la estructura de las comunidades de aves y sus relaciones con la vegetación puede ayudar a identificar elementos que permitan sugerir estrategias con implicaciones significativas para su conservación. Este estudio evaluó la variación de la diversidad de aves e identificó especies indicadoras de los diferentes estados sucesionales de una selva mediana subcaducifolia del sur de Yucatán. El trabajo se realizó en el municipio de Oxkutzcab, Yucatán. Para los registros de aves se establecieron 10 puntos de conteo con un radio fijo de 20 m, en nueve sitios representativos de tres estados sucesionales de la vegetación, selva madura, selva secundaria y selvas perturbadas. De junio a diciembre de 2016 se observaron en total 146 especies de aves pertenecientes a 38 familias y 16 órdenes taxonómicos. Las selvas maduras presentaron la mayor diversidad siendo 1.1 veces más diverso que las selvas secundarias y 1.8 veces más diverso que las selvas perturbadas. El área de estudio se encuentra representando el 32% de las aves de Yucatán resaltando su importancia para la conservación de la ornitofauna regional. De este modo, se proponen 11 especies indicadoras para las selvas medianas subcaducifolias, con el fin de proporcionar una herramienta que sirva como medida para evaluar el estado de conservación de este tipo de selvas y para el monitoreo de la avifauna regional.

Palabras clave: Aves; Diversidad, Estado sucesional, Selva mediana, Especies indicadoras.

ABSTRACT

BIRDS DIVERSITY AND INDICATOR SPECIES IN DIFFERENT SUCCESSIONAL STAGES OF TROPICAL DRY FOREST IN YUCATÁN, MÉXICO

Abstract. Understanding the structure of bird communities and their relationships with vegetation can help identify elements that allow you to obtain strategies for their conservation. This study evaluated the variation of bird diversity and identified indicator species of the different successional stages of a medium forest in the southern Yucatán. For bird records, 10 counting points were established with a fixed radius of 20 m, in nine sites representative of three successional stages of vegetation, mature forest, secondary forest and disturbed forest. From June to December 2016, a total of 146 species of birds belonging to 38 families and 16 taxonomic orders were observed. Mature forests had the greatest diversity being 1.1 times more diverse than secondary forests and 1.8 times more diverse than disturbed forest. The study area is representing 32% of the birds of Yucatan highlighting its importance for the conservation of the regional ornithofauna. 11 indicator species are proposed for this type of forests, in order to provide a tool that serves as a measure to evaluate the conservation status of the regional avifauna.

Key words: Birds; Diversity, Successional stages, tropical dry forest, Indicator species.

ÍNDICE

Declaratoria de originalidad.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
DEDICATORIA.....	V
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT.....	VII
ÍNDICE.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE CUADROS.....	X
1. INTRODUCCIÓN.....	- 1 -
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	- 2 -
2.1. LAS SELVAS TROPICALES.....	- 2 -
2.3. SELVAS TROPICALES SECAS Y SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA.....	- 2 -
2.4. DIVERSIDAD BIOLÓGICA Y SU EVALUACIÓN.....	- 3 -
2.5. AVIFAUNA EN MÉXICO Y YUCATÁN.....	- 4 -
2.6. AVIFAUNA DE LA SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA DE YUCATÁN.....	- 5 -
2.7. ESPECIES BIOINDICADORAS.....	- 5 -
2.8. LAS AVES COMO GRUPO INDICADOR DE LAS CONDICIONES DEL AMBIENTE.....	- 7 -
2.9. SUCESIÓN SECUNDARIA DE LAS SELVAS TROPICALES.....	- 7 -
2.10. RELACION ENTRE LA AVIFAUNA Y LA ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN.....	- 8 -
3. OBJETIVOS.....	- 10 -
3.1. GENERAL.....	- 10 -
3.2. PARTICULARES.....	- 10 -
4. LITERATURA CITADA.....	- 11 -
5. ARTÍCULO CIENTÍFICO.....	- 21 -
6. CONCLUSIONES GENERALES.....	40
7. LITERATURA CITADA.....	41
ANEXO. LISTADO DE AVES VERIFICADAS DURANTE EL PERIODO JUNIO-DICIEMBRE 2016 DE LA SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA EN EL SUR DE YUCATÁN, MÉXICO.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio en el sur de Yucatán México y sitios de muestreo. Selvas perturbadas (círculos), selva secundaria (cuadros), y selva madura (triángulos).....	24
Figura 2. Especies más abundantes por estado sucesional de la selva mediana subcaducifolia en el sur de Yucatán, México.....	30
Figura 3. Diagrama de ordenación NMDS composición de la comunidad de aves en áreas perturbadas (rombos), selva secundaria (cuadros), y selva madura (puntos negros).....	31

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Valores de diversidad alfa y riqueza esperada en los estados sucesionales de la selva mediana subcaducifolia en el sur de Yucatán, México.....	30
Cuadro 2. Promedio de las variables de la vegetación por estado sucesional.....	32
Cuadro 3. Coeficiente de correlación de rangos de Spearman rs entre las variables de la vegetación y valores de diversidad alfa de la comunidad de aves de la selva mediana subcaducifolia en el sur de Yucatán, México.....	33
Cuadro 4. Especies indicadoras con valor INDVAL en tres estados sucesional de una selva mediana en el sur de Yucatán, México.....	33

1. INTRODUCCIÓN

La selva mediana subcaducifolia es una de las comunidades vegetales con mayor representatividad en el estado de Yucatán, sin embargo, debido al fuerte impacto de las actividades humanas, este tipo de selva ha sido fragmentada y sustituida por otros usos de suelo (e.g. cultivos de maíz y cítricos) (Flores-Guido et al. 2010). Actualmente estos cambios se están dando de manera más acelerada, por lo que existe una necesidad de contar con métodos más eficientes para evaluar la biodiversidad que mantienen estas selvas y que contribuyan a establecer áreas prioritarias para su conservación (Isasi-Catalá 2011).

La forma más empleada para evaluar a las comunidades es la diversidad alfa puntual (riqueza específica) ya que no toma en cuenta el valor de importancia de las especies (i.e. abundancia). Sin embargo, la riqueza de especies no refleja adecuadamente su diversidad, para ello se tiene que considerar también la abundancia, lo que permite identificar especies que por su bajo número en la comunidad son sensibles a perturbaciones. Así, se puede considerar que una comunidad es más compleja mientras mayor sea la riqueza específica y menor la dominancia presente (Moreno 2001, Halffter y Moreno 2005, Moreno et al. 2011). Además de evaluar la diversidad, el uso de especies indicadoras para medir las condiciones ambientales de un ecosistema, ha sido una herramienta ampliamente utilizada en biología de la conservación, ya que estas permiten evaluar las condiciones de un hábitat de manera rápida y precisa. Las aves han sido utilizadas como indicadoras ambientales debido a su estrecha relación con las condiciones de sus hábitats y el rol que desempeñan en estos (polinización, dispersión de semillas, etc.), así como por su fácil detección y manejo, entre otras características (Holt y Miller 2011). Es debido a estas características que las aves de la Península de Yucatán han sido ampliamente estudiadas, además, la Península es reconocida como un área de importancia para la diversidad de aves, por su situación estratégica como zona de paso o estancia de un gran número de aves migratorias y por la riqueza de especies residentes y endemismos (Chablé-Santos y Pasos-Enríquez 2010).

Uno de los factores que regula la riqueza y diversidad de aves terrestres es la complejidad estructural de la vegetación (Cousin y Phillips 2008, Tamaris-Turizo et al. 2017). Varios estudios han demostrado que algunos aspectos de la estructura vegetal como la cobertura

de dosel, tamaño y la heterogeneidad del hábitat presentan una fuerte correlación con la riqueza y abundancia de aves (Sekercioglu 2002, Martínez-Morales 2005). Por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar la variación de la diversidad de aves e identificar especies indicadoras de los diferentes estados de sucesión de una selva mediana subcaducifolia, en el sur del estado de Yucatán.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. LAS SELVAS TROPICALES

Las selvas tropicales constituyen los ecosistemas terrestres con la mayor biodiversidad del planeta, sin embargo hasta ahora no ha sido posible medirla por completo, así mismo, son ecosistemas dinámicos que están sujetos a la influencia de procesos ambientales (Finegan 1996, Guariguata y Ostertag 2001). A pesar de que ocupan solamente el 7% de la superficie terrestre, albergan más de la mitad de todas las especies del planeta y aun conociendo su importancia, se siguen destruyendo debido a los cambios de uso de suelo para el desarrollo humano. Además, menos del 5% de las selvas tropicales del mundo están bajo protección como áreas naturales (Kricher et al. 2006). La vegetación del trópico mexicano se ha transformado con el paso del tiempo, a causa de las actividades agropecuarias y de cultivo, además de la urbanización. Por ello, la gran mayoría de las selvas tropicales se encuentran inmersas en un mosaico de paisaje heterogéneo (Berlanga 2001, Zamora et al. 2008).

2.3. SELVAS TROPICALES SECAS Y SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA

Las selvas secas de Mesoamérica se distribuyen desde México hasta Centro América en altitudes menores a 1 000 msnm. A nivel comparativo, los valores de riqueza de especies varían de 22 a 105 de plantas leñosas reportadas a nivel local (Lott et al. 1987, Trejo y Dirzo 2002). Se presentan en áreas en las cuales la precipitación promedio anual oscila entre 250 y 2 000 mm con un periodo de secas que varía de cinco a seis meses al año (Pennington et al. 2009). En el neotrópico, las selvas secas se distribuyen de forma discontinua, propiciando un alto recambio de especies entre diferentes parches de vegetación (Hernández-Ramírez y García-Méndez 2015). Además han sido consideradas como uno de los ecosistemas más

amenazados debido a la reducción de la cubierta forestal original que han experimentado estos ambientes (Gillespie y Walter 2001, Trejo y Dirzo, 2002).

En México, la selva mediana subcaducifolia se distribuye en la vertiente del Pacífico, en el centro de Veracruz y en la parte centro y norte de la Península de Yucatán, en forma de franja (Pennington y Sarukhán, 2005). Ésta se distribuye en climas cálidos subhúmedos con lluvias en verano; la precipitación oscila entre 1078 y 1220 mm al año con temperaturas entre 25.9 y 26.6 C° (García 1973). Esta selva se conforma por un estrato arbóreo en el que la altura promedio esta entre los 10 y 15 metros, además durante la temporada de secas de 50 a 75% de los árboles dejan caer sus hojas. Entre las especies más características de este tipo de vegetación están: *Enterolobium cyclocarpum*, *Ceiba pentandra*, y algunas especies del genero *Ficus* (Flores-Guido et al. 2010).

2.4. DIVERSIDAD BIOLÓGICA Y SU EVALUACIÓN

La biodiversidad es un tema central tanto en ecología de comunidades como en biología de la conservación y se refiere a la variación de genes, especies, poblaciones y comunidades que pueden concebirse como elementos funcionales de los ecosistemas de la tierra. Actualmente es uno de los principales temas en las ciencias biológicas, ya que su estudio ha adquirido mayor relevancia en los últimos años debido a su posible relación con el funcionamiento de los ecosistemas y por su modificación como resultado de actividades humanas (Halfter y Moreno 2005, Moreno et al. 2011). Ante esta situación es necesario protegerla, por lo que se debe contar con herramientas confiables para medir su variación en el espacio y tiempo, ya que estas variaciones en la magnitud de la diversidad se pueden utilizar para justificar acciones de protección en los ecosistemas (Moreno et al. 2011).

La medición de la biodiversidad se ha centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y

monitorear los efectos de las actividades humanas (Whittaker 1972, Halffter y Moreno 2005).

La diversidad alfa (α) o puntual es el número de especies presentes en un lugar (riqueza específica) y es la forma más empleada para evaluar a las comunidades, ya que no toma en cuenta el valor de su importancia. La desventaja de utilizar la riqueza específica es que el número de especies depende del tamaño de la muestra, por lo que al ampliar el esfuerzo de muestreo, es probable que se detecte un mayor número de especies, de modo que muestras de diferente tamaño no son comparables (Halffter y Moreno 2005). Sin embargo, la riqueza de especies no refleja adecuadamente su diversidad, para ello se tiene que considerar también la abundancia, que es el número de individuos de una especie determinada, lo que permite identificar especies que por su bajo número en la comunidad son sensibles a perturbaciones (Moreno 2001). Así, se puede considerar que una comunidad es más compleja mientras mayor sea la riqueza específica y menor la dominancia presente. De igual modo una comunidad puede ser equitativa cuando las especies tienen abundancia similar y es dominante cuando una o más especies presentan dominancias notablemente mayores con respecto a otras (Krebs 1972, Moreno et al. 2011).

2.5. AVIFAUNA EN MÉXICO Y YUCATÁN

A nivel mundial se conocen 10,404 especies de aves aproximadamente (Clements et al. 2017) y en México, se reportan 1108 especies, esto coloca al país en el onceavo lugar de acuerdo a su riqueza avifaunística y entre los países megadiversos del mundo (Navarro-Sigüenza et al. 2014). Es también un centro importante de endemismos (García-Trejo y Navarro 2004) y presenta las concentraciones más elevadas de aves migratorias-transitorias e invernantes neárticas de toda Latinoamérica (Ceballos et al. 2010).

Del mismo modo, la Península de Yucatán ha sido reconocida como un área de importancia para la diversidad de aves, ya sea por su ubicación geográfica estratégica como zona de paso o estancia de un gran número de aves migratorias, como por la riqueza de especies residentes y endemismos. Además, al ser un grupo clave en el funcionamiento de los ecosistemas, la avifauna de la península ha sido ampliamente descrita (Lynch y Whigham

1995, Figueroa-Esquivel et al. 1997, Rojas-Soto y Bocanegra 2000, Smith et al. 2001, Chablé-Santos y Pasos-Enríquez 2010, Mackinnon 2017).

Para la Península de Yucatán, se reconoce la presencia de 564 especies (Mackinnon 2017) y para el estado de Yucatán se reconocen 456 especies representadas en 20 órdenes, 67 familias y 272 géneros, esto representa el 43% de la avifauna nacional y el 82% de las aves con registro en la Península de Yucatán. Algunas de las familias de aves características de las selvas del estado son: Parulidae (chipes), Icteridae (yuyas o calandrias), Columbidae (palomas), Trochilidae (colibríes), Picidae (carpinteros) y Furnariidae (trepatroncos). Las familias mejor representadas en el estado son Tyrannidae y Parulidae con 42 y 40 especies respectivamente (Chablé-Santos y Pasos-Enríquez 2010).

En Yucatán están representadas 12 especies endémicas de la provincia biótica de la península de Yucatán, algunos ejemplos son *Meleagris ocellata* (pavo ocelado), *Amazona xantholora* (loro yucateco), *Piranga roseogularis* (tángara yucateca) e *Icterus auratus* (yuya) (Howell y Webb 2010). De acuerdo con la norma oficial mexicana (DOF 2010) son 67 las especies presentes en el estado que se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo.

2.6. AVIFAUNA DE LA SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA DE YUCATÁN

De las 456 especies de aves registradas para Yucatán, son aproximadamente 235 las que se encuentran en la selva mediana subcaducifolia del sur del estado, de estas, 24 se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo, dos en peligro de extinción (e.g. *Onychorhynchus coronatus*), cuatro amenazadas (e.g. *Crax rubra*) y 17 bajo protección especial (e.g. *Amazona xantholora*) (Chablé-Santos et al. 2006).

2.7. ESPECIES BIOINDICADORAS

Son aquellas que por sus características (sensibilidad a las perturbaciones ambientales, distribución, entre otras) pueden ser usadas como estimadoras del estatus de otras especies o condiciones ambientales de interés que resultan difíciles o costosas de medir directamente (Heink y Kowarik, 2010). En este sentido, para que un taxón pueda considerarse como bioindicador debe cumplir con varias de las siguientes características: 1)

ser suficientemente sensible para detectar señales de cambio, 2) capaz de advertir del peligro que corre el mismo taxón y todo el ecosistema, 3) la intensidad del cambio del taxón se correlaciona con la intensidad del disturbio ambiental, 4) indicar directamente la causa del disturbio, 4) los cambios en el taxón ocurren poco después de la alteración del ambiente, 5) metodológicamente convincente, 6) sus abundancias permiten tomar muestras periódicamente sin afectar a la población, 7) ser de baja movilidad, 8) ser los suficientemente resistentes para su manipulación, 8) ser de amplia distribución, 9) ser fáciles de identificar, 10) los datos obtenidos de ellos sean fácil interpretación y 11) no se requiere equipo caro o complejo para su monitoreo (Holt y Miller 2011).

De acuerdo con el objetivo principal del estudio en cuestión, podemos utilizar distintos tipos de bioindicadores: *Indicadoras de biodiversidad*.- son aquellas que reflejan el número de taxones que viven en simpatria (Caro y O' Doherty 1999). *Indicadores ecológicos*.- son taxones sensibles a la presencia de estresores ambientales que permiten mediante su presencia o ausencia y fluctuaciones en el tiempo conocer el impacto de dichos estresores sobre los demás taxones que habitan la misma localidad (Dale y Beyeler 2001). *Indicadores ambientales*.- son organismos que responden de manera predecible a los disturbios ambientales y son usados para detectar perturbaciones ambientales mediante una respuesta específica a dichas perturbaciones (Pribadi et al. 2011).

Actualmente, las especies indicadoras son muy utilizados por grupos conservacionistas, instituciones gubernamentales o por investigadores para formular planes de manejo de recursos naturales. Sin embargo, a pesar de su utilidad muchas veces no se toman en cuenta aspectos relacionados con su biología y el manejo de los organismos a monitorear (Carignan y Villard 2002).

2.8. LAS AVES COMO GRUPO INDICADOR DE LAS CONDICIONES DEL AMBIENTE

Diversas especies o grupos de especies son de particular importancia y son utilizadas en programas de monitoreo, como indicadores de procesos o hechos, ya sea por su relación con el resto de la comunidad, la susceptibilidad a ser cazadas, como fuente de alimentos o como mascotas, su papel dentro del ecosistema o por su distribución restringida.

Las aves, por su estrecha relación con las condiciones de sus hábitats y el rol que estas desempeñan, presentan también importancia ecológica. En este sentido han sido utilizadas como indicadores ambientales (Cintra et al. 2006, Plexida y Sfougaris 2014, Vergara-Paternina 2015), debido a su fácil detección y manejo, entre otras características (González-Ortega et al. 2003). Algunos ejemplos de grupos de aves de especial interés son los pájaros carpinteros en los que se ha observado una relación positiva entre la riqueza específica de aves que hacen uso de troncos de árboles y la cantidad de especies de otras aves de bosque (Mikusinski et al. 2001, Wübbenhorst y Südbeck 2003). Otras evidencias sugieren que las especies insectívoras del interior de la selva pueden verse muy afectadas por la perturbación. Por el contrario, la perturbación puede aumentar las poblaciones de algunas especies como los papamoscas (Tyrannidae) y semilleros (Emberizidae) que prefieren hábitats más abiertos o hábitats de crecimiento secundario temprano (Anjos et al. 1997, Mezquida 2002, Milesi et al. 2002, González et al. 2014).

2.9. SUCESIÓN SECUNDARIA DE LAS SELVAS TROPICALES

Este proceso acontece después de algún disturbio en un medio natural, o bien, tras el abandono de comunidades (milpas, potreros, zonas de aprovechamiento forestal, etc.) donde la sucesión se desarrolla a partir del remanente orgánico que hayan dejado las comunidades preexistentes (Frangi et al. 2004, Chazdon et al. 2007). Este proceso conduce al desarrollo de selvas secundarias, que ahora son las que dominan los paisajes tropicales en todo el mundo (Aide et al. 2013).

Se sabe que existen diferencias en los procesos de sucesión entre selvas secas (SS) y las selvas tropicales húmedas (STH), sin embargo las STS han sido menos estudiadas que las STH, especialmente en cuanto a su resiliencia ante actividades agropecuarias a través de la

sucesión secundaria (Kennard 2002, Quesada et al. 2009, Dupuy et al. 2012). En la Península de Yucatán, se ha encontrado que las selvas secundarias pueden recuperar las comunidades vegetales indistinguiblemente de las selvas maduras en 25-30 años de regeneración (Turner et al. 2001). Al ser las SS más bajas en altura y de estructura más simple que las STH, tienen un mayor potencial de recuperación hasta un estado maduro más rápidamente, por lo que se consideran más resilientes (Ewel 1980, Murphy y Lugo 1986).

2.10. RELACION ENTRE LA AVIFAUNA Y LA ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN

La complejidad estructural de la vegetación, es un factor que regula la riqueza y diversidad de aves terrestres (Cousin y Phillips 2008, Tamaris- Turizo et al. 2017), por lo que realizar estudios que expliquen la relación de las aves con su hábitat son necesarios, ya que permitirían entender el efecto del impacto del desarrollo humano sobre la diversidad de las comunidades de aves (Heikkinen et al. 2004).

Primack et al. (2001) mencionan que cerca del 75 % de las especies de árboles y arbustos nativos dispersan sus semillas mediante animales, considerando a las aves el grupo faunístico con mayor capacidad de dispersión de semillas. Así, en áreas con más árboles grandes que son utilizados como percha por las aves habrá más depósitos de semillas, lo que permite la formación de núcleos de regeneración con especies leñosas de frutos carnosos, lo que fortalece así el ciclo de regeneración de bosques o selvas. Es por esto que la diversidad vegetal y la regeneración en ellos es sensible a cambios contundentes en la abundancia y composición de la comunidad de aves, esto se debe a que muchas especies de aves son frugívoras o incluyen frutos en su dieta por lo que cambios en las comunidades de aves tienen una influencia en la dispersión de semillas (Finegan et al. 2004). Entre los beneficios directos que las aves pueden ofrecer a la vegetación están la diseminación directa de semillas, germinación de éstas y la polinización (Guariguata y Ostertag 2001, Zaccagnini et al. 2011).

Por otro lado, aspectos de la estructura de la vegetación como la cobertura de dosel (vertical y horizontal), tamaño y forma del fragmento, diámetro a la altura del pecho (DAP) y la heterogeneidad del hábitat presentan una alta correlación con la riqueza y abundancia

de las aves (Sekercioglu 2002, Martínez-Morales 2005, Sáenz et al. 2006, Leyequién et al. 2014). De igual manera, Cárdenas (2002) menciona que mientras la riqueza de especies arbóreas incrementa en los diferentes hábitats, también aumenta de manera proporcional la riqueza y abundancia de aves. Por otro lado, Flores et al, (2001) encontraron que las selvas regeneradas atraen gran cantidad de aves y que las especies frugívoras juegan un papel importante en la regeneración de este ya que al dispersar las semillas determinan, junto con otros factores, la estructura y composición de las futuras selvas. A pesar de que existe información sobre el efecto de la estructura vegetal sobre las comunidades de aves de bosque, en México son pocos los trabajos que tratan de explicar la relación entre la riqueza y diversidad de especies de aves con aspectos estructurales de la vegetación (García et al. 1998, Smith et al. 2001, Moya 2002) y casi no se encuentran trabajos de esta índole en selvas medianas (Bojorges-Baños y López-Mata 2006, Leyequién et al. 2014).

3. OBJETIVOS

3.1. GENERAL

Evaluar la variación de la diversidad de aves e identificar especies indicadoras en diferentes estados de sucesión de una selva mediana subcaducifolia, en el sur del estado de Yucatán.

3.2. PARTICULARES

3.2.1. Estimar y comparar la diversidad (riqueza, abundancia, diversidad verdadera) y la composición de especies de aves en tres estados sucesionales de la selva mediana subcaducifolia.

3.2.3. Relacionar variables de la estructura de la vegetación (riqueza, abundancia, diversidad verdadera, Diámetro a la Altura del Pecho, altura de árboles, arbustos y herbáceas, cobertura de árboles y arbustos, porcentaje de cobertura de herbáceas) de cada estado sucesional con la diversidad alfa de la comunidad de aves.

3.2.4. Identificar especies de aves que funcionen como indicadoras potenciales de los diferentes estados sucesionales de estudio.

4. LITERATURA CITADA

- Aide, T, M Clark, H Grau, D López-Carr, M Levy, D Redo, M Bonilla-Moheno, Riner, M Andrade-Néñez y M Muñiz (2013) Deforestation and reforestation of Latin America and the Caribbean (2001–2010). *Biotropica* 45: 262–271.
- Anjos, L, K Schuchmann y R Berndt (1997) Avifaunal composition, species richness, and status in the Tibagi river basin, Parana state, southern Brazil. *Ornitol. Neotrop.* 8:145-174.
- Berlanga, H (2001) Conservación de las aves de América del Norte. CONABIO. *Biodiversitas* 38: 1-8.
- Bojorges-Baños, JC y L López Mata (2006) riqueza y diversidad de especies de aves en una selva mediana subperennifolia en el centro de Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana* 21(1): 1 -20.
- Cárdenas, G (2002) Cobertura arbórea y diversidad de aves en un paisaje fragmentado en Cañas, Costa Rica. Tesis de Maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Turrialba, Costa Rica.
- Carignan, V y MA Villard (2002) Selecting indicator species to monitor ecological integrity: a review. *Environmental Monitoring and Assessment* 78: 45-61.
- Caro, T y G O’Doherty (1999) On the use of surrogate species. *Conservation biology* 13: 805-814.

Ceballos, G, D Valenzuela, G Ceballos, L Martínez, A García y E Espinoza (2010) Diversidad ecológica y conservación de los vertebrados de latinoamérica. Pp 94-118 en K, Ceballos, L Martínez, A García, E Espinoza, J Bezaury y R Dirzo (eds.) Diversidad, amenazas y áreas protegidas para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México

Chablé-Santos, J y R Pasos-Enríquez (2010) Aves del Estado de Yucatán. Pp. 264-266 en R Durán y M Méndez (eds). *Diversidad Biológica del Estado de Yucatán*. CYC-CONABIO-SECOL.

Chablé-Santos, J, E Gómez-Uc y R Pasos-Enríquez (2006) *Aves comunes del sur de Yucatán*. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.

Chazdon, R, S Letcher, M Van Breugel, M Martínez-Ramos, F Bongers y B Finegan (2007) Rates of changes in tree communities of secondary neotropical forests following major disturbances. *Philosophical Transactions of the Royal Society Biological Sciences* 362: 273–289.

Cintra, R, AE Maruoka y LN Naka (2006) Abundance of two *Dendrocincla* woodcreepers (aves: Dendrocolaptidae) in relation to forest structure in Central Amazonia. *Acta Amazonica* 36(2): 209-219.

Clements, J, T Schulenberg, MJ Iliff, D Roberson, T Fredericks, B Sullivan y C Wood (2017) The eBird/Clements checklist of birds of the world: v2016. Descargado de <http://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/download/>.

- Cousin, J y R Phillips (2008) Habitat complexity explains species-specific occupancy but not species richness in a Western Australian Woodland. *Australian Journal Zoology* 56: 95-102.
- Dale, V y S Beyeler (2001) Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological indicators* 1: 3-10.
- DOF (Diario Oficial de la Federación) (2010) Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. 30 de diciembre de 2010, México. pp: 1-78.
- Dupuy, J, J Hernández-Stefanoni, R Hernández, F Juárez y F Pat. (2012) Efectos del cambio de uso del suelo en la biomasa y diversidad de plantas leñosas en un paisaje de bosque tropical seco en Yucatán. *Investigación Ambiental Ciencia y Política Pública* 4.
- Ewel, J (1980) Tropical succession: manifold routes to maturity. *Biotropica* 12: 2-9.
- Figueroa-Esquivel, E, A Navarro y C Pozo (1997) New distributional information on the birds of southern Quintana Roo, México. *Bulletin of British Ornithologists' Club* 118:32-35.
- Finegan, B (1996) Pattern and process in neotropical secondary rain forest: the first 100 years of succession. *Tree* 11: 119-124
- Finegan, B, J Hayes, D, Delgado y S Gretzinger (2004) Monitoreo ecológico del manejo forestal en el trópico: Una guía para operadores y certificadores con énfasis en Bosques de Alto Valor para la Conservación.

- Flores, B, D Rumiz y G Cox (2001) Avifauna del bosque semideciduo Chiquitano, Santa Cruz Bolivia, antes y después de un aprovechamiento forestal selectivo. *Ararajuba* 9 (1): 21-31.
- Flores-Guido, J, R Durán y J Ortiz-Díaz (2010) Comunidades vegetales terrestres. Pp. 125–129 en Durán, R y M Méndez (eds). *Ecosistemas y comunidades*. CICY,PPD-FMAM,Conabio,SEDUMA.
- Frangi, J, M Arturi, J Goya, S Vaccaro y G Pícolo (2004). La sucesión secundaria del bosque tropical y su importancia ecológica y agrícola en el centro y sur de Misiones en: *Ecología y Manejo de Bosques de Argentina*, Arturi, MF, JL.
- García, E (1973) Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (Para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana). 2a ed. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- García, S, D Finch y L Chávez (1998) Patterns of forest use and endemism in resident bird communities of north-central Michoacan, Mexico. *Forest Ecology Managy and Management* 110:151-171.
- García-Trejo, E y A Navarro (2004) Patrones biogeográficos de la riqueza de especies y el endemismo de la avifauna en el oeste de México. *Acta zoológica Mexicana* 20: 167-185.
- Gillespie, T y H Walter (2001) Distribution of bird species richness at a regional scale in tropical dry forest of Central America. *Journal of Biogeography* 28:651–662.

González, D, L Solari, A Cerezo, M Zaccagnini, y G Gavier-Pizarro (2014) Conservación en agroecosistemas: importancia de remanentes de vegetación de escala espacial fina para aves insectívoras de la región pampeana y espinal. Conferencia: Jornadas Nacionales de Ambiente. En prensa

González-Ortega, M, J Hernández, M Gómez y L Domínguez-Velázquez (2003) Un método para la selección de aves bioindicadoras con base en sus posibilidades de monitoreo. *Huitzil* 4: 10-16.

Guariguata, M y R Ostertag (2001) Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology and Management* 5292: 1-22.

Halfter, G y C Moreno (2005) Significado biológico de las diversidades Alfa, Beta y Gama. en Halfter, G, J Soberon, P Koleff Y A Melic (eds). Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades Alfa, Beta y Gama. CONABIO, SEA, CONACYT. Zaragoza, España.

Heikkinen, R, M Luoto, R Virkkala, K Rainio (2004) Effects of habitat cover, landscape structure and spatial variables on the abundance of birds in an agricultural–forest mosaic. *Journal of Applied Ecology* 41: 824–835.

Heink, U e I Kowarik (2010) What are indicators? On the definition of indicators in ecology and environmental planning. *Ecological Indicators* 10: 584-593.

Hernández-Ramírez, A y S García-Méndez (2015) Diversidad, estructura y regeneración de la selva tropical estacionalmente seca de la península de Yucatán, México. *Revista de Biología Tropical* 63(3): 603-616.

Holt, E y S Miller (2011) Bioindicadores: Using organisms to measure environmental impact.

Nature Education Knowledge 3:8.

Howell, S y S Webb (2010) *The Birds of Mexico and Central America*. 10ma edición. Oxford

University Press. EUA.

Isasi-Catalá, E (2011) Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves:

su uso y abuso en ecología de la conservación. *Interciencia* 36(1): 31-38.

Kennard, D (2002) Secondary forest succession in a tropical dry forest: patterns of

development across a 50-year chronosequence in lowland Bolivia. *Journal of*

Tropical Ecology 18: 53-66.

Krebs, C (1972) *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance*. Harper &

Row, Publishers. EU.

Kricher, J, Á Jaramillo y L Segura (2006) *Un compañero neotropical; una introducción a los*

animales, plantas y ecosistemas del trópico del nuevo mundo. 2° ed. Pp. 1-14 y 249-

290. *American Birding Association*, California.

Leyequién, E, J Hernández-Stefanoni, W Santamaría-Rivero, J Dupuy-Rada y J Chablé-Santos

(2014) Effects of Tropical Successional Forests on the Bird feeding Guilds. Pp 177-

202 en Nakagoshi, N y JA Mabuhay (eds). *Designing Low Carbon Societies in*

landscapes, Ecological Research Monography.

Lott E, SH Bullock y A Solís-Magallanes (1987) Floristic diversity structure of upland and

arroyo forests of Coastal Jalisco. *Biotropica* 19:228-235.

- Lynch, J y D Whigham (1995) The role of habitat disturbance in the ecology of overwintering migratory birds in the Yucatan Peninsula. Pp 199-214 en Wilson, M y S Sader (eds). Conservation of neotropical migratory birds in Mexico. UNAM-U Maine-USFWS/NBS.
- Mackinnon, B (2017) Sal a pajarear Yucatán 2ª ed. La vaca Independiente S. A. de C. V. México.
- Martinez-Morales, MA (2005) Landscape patterns influencing bird assemblages in a fragmented neotropical cloud forest. *Biological Conservation* 121: 117–126.
- Mezquida, E (2002) Nidificación de ocho especies de Tyrannidae en la Reserva de Ñacuñán, Mendoza, Argentina. *El Hornero* 17(01): 031-040.
- Mikusiński, G, M Gromadzki y P Chylarecki (2001) Woodpeckers as indicators of forest bird *Diversity Conservation Biology* 15(1): 208-217.
- Milesi, F, L Marone, J Lopez de Casenave, VR Cueto y E Mezquida (2002) Gremios de manejo como indicadores de las condiciones del ambiente: un estudio de caso con aves y perturbaciones del hábitat en el Monte central, Argentina. *Ecología austral* 12(2): 149-161.
- Moreno, C (2001) Métodos para medir la biodiversidad. M&T. Manuales y Tesis SEA, 84p. Volumen 1. Zaragoza.
- Moreno, C, C Barragán, F Pineda y NP Pavón (2011) Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 1249-1261.

- Moya, M (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. 96 pp. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Murphy, P, y A Lugo (1986) Ecology of tropical dry forest. *Annual Review Ecology, evolution, and Systematics* 17: 67–88.
- Navarro-Sigüenza, A, M Rebón-Gallardo, A Gordillo-Martínez, A Townsend-Peterson, H Berlanga-García y L Sánchez-González (2014) Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad Supl.* 85: S476-S495.
- Pennington, R, M Lavin y A Oliveira-Filho (2009) Woody Plant Diversity, Evolution, and Ecology in the Tropics: Perspectives from seasonally Dry Tropical Forests. *Annual Review of ecology, evolution, and Systematics* 40: 437-457.
- Pennington, T y J Sarukhán (2005) Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies, 3a ed. Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo de Cultura Económica, México.
- Plexida, S y A Sfougaris (2014) Human impact on avian diversity in rural Mediterranean areas. *Journal of Natural History* 49(5-8): 429-449.
- Pribadi, T, R RaYundin e I Harahap (2011) Termite Community as Environmental Bioindicator in Highlands: A Case Study in Eastern Slopes of Mount Slamet, Central Java. *Biodiversitas* 12: 235-240.
- Primack, R, R Rozzi, P Feinsinger, R Dirzo y F Massardo (2001) Fundamentos de conservación biológica: Perspectivas Latinoamericanas. 797 pp. Fondo de Cultura Económica, México D.F.

- Quesada, M, GA Sánchez-Azofeifa, M Álvarez-Añorve, K Stoner, L Ávila-Cabadilla, J Calvo-Alvarado, A Castillo, M Espírito-Santo, M Fagundes (2009) Succession and management of tropical dry forests in the Americas: review and new perspectives. *Forest Ecology Management* 258: 1014–1024.
- Rojas-Soto, O y A Bocanegra (2000) Record of the hooded Merganser (*Lophodytes cucullatus*) in “Los Petenes” Northwestern Campeche, Mexico. *Ornitología Neotropical* 13:85-86.
- Sáenz, J, F Villatoro, M Ibrahim, D Fajardo y M Pérez (2006) Relación entre las comunidades de aves y la vegetación en agropaisajes dominados por la ganadería en Costa Rica, Nicaragua y Colombia. *Agroforestal en las Américas* 45: 37-48.
- Sekercioglu, C (2002) Effects of forestry practices on vegetation structure and bird community of Kibale National Park, Uganda. *Biological Conservation* 107: 229-240.
- Smith, A, J Salgado y R Robertson (2001) Distribution patterns of migrant and resident birds in un successional forest of the Yucatan Peninsula. *Biotropica* 33:153-170.
- Tamaris-Turizo, DP, HF López-Arévalo y N Romero-Rodríguez (2017) Efecto de la estructura del cultivo de palma de aceite *Elaeis guineensis* (Arecaceae) sobre la diversidad de aves en un paisaj de la Orinoquía colombiana. *Revista de Biología Tropical* 65 (4): 1569-1581.
- Trejo, I y R Dirzo (2002) Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity and Conservation* 11: 2063–2048.

- Turner, B, S Villard, SC Foster, D Geoghegan, E Keys y P Klepeis (2001) Deforestation in the southern Yucatan Peninsular Region: An integrative approach. *Forest Ecology Management*. 154: 353–370.
- Vergara-Paternina, J (2015) Caracterización de la degradación y los cambios de usos de suelo en fincas ganaderas y su relación con la diversidad de aves en el Valle del Río Cesar, Colombia. Tesis de maestría, Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Enseñanza (CATIE), Turrialba. Costa Rica.
- Whittaker, R (1972) Evolution and measurement os species diversity. *Taxon* 21: 213-251.
- Wübbenhorst, J y P Südbeck (2003) Woodpeckers as indicators for sustainable forestry. Paper presented at the First results of a study from Lower Saxony *en* International Woodpecker Symposium. Proceedings, Eds. P. Pechacek, W. D’Oleire-Oltmanns–Forschungsbericht.
- Zaccagnini, M, J Thompson, J Bernardos, N Calamari, A Gojiman y S Canavelli (2011) Riqueza, ocupación y roles funcionales potenciales de las aves en relación los usos de la tierra y la productividad de los agroecosistemas : un ejemplo en la ecorregión pampeana. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Disponible de/Available from https://ced.agro.uba.ar/ubatic/sites/default/files/files/libro_serv_ecosist/pdf/Capitulo_08.pdf [Consultado el 20 de septiembre de 2017/Assessed 20 september 2017].
- Zamora, P, G García, J Flores y J Ortíz (2008) Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia en el sur del estado de Yucatán, México. *Polibotánica* 26: 39-66.

5. ARTÍCULO CIENTÍFICO

DIVERSIDAD DE AVES Y ESPECIES INDICADORAS EN DIFERENTES ESTADOS SUCESIONALES DE UNA SELVA MEDIANA AL SUR DEL ESTADO DE YUCATÁN

Alan Soberanis-Vega, Juan Chablé-Santos, Virginia Meléndez Ramírez

El presente trabajo será enviado a la revista *ORNITOLOGÍA NEOTROPICAL* por lo que el formato presentado sigue los lineamientos descritos en las instrucciones para autores de dicha revista

DIVERSIDAD DE AVES Y ESPECIES INDICADORAS EN DIFERENTES ESTADOS SUCESIONALES DE UNA SELVA MEDIANA AL SUR DEL ESTADO DE YUCATÁN

Alan Soberanis-Vega ^{1,2} Juan Chablé-Santos ¹ Virginia Meléndez Ramírez¹

¹*Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Depto. De Zoología, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán.* ²*alsv287@gmail.com*

Resumen. Comprender la estructura de las comunidades de aves y sus relaciones con la vegetación puede ayudar a identificar elementos que permitan sugerir estrategias con implicaciones significativas para su conservación. Este estudio evaluó la variación de la diversidad de aves e identificó especies indicadoras de los diferentes estados sucesionales de una selva mediana subcaducifolia del sur de Yucatán. El trabajo se realizó en el municipio de Oxkutzcab, Yucatán. Para los registros de aves se establecieron 10 puntos de conteo con un radio fijo de 20 m, en nueve sitios representativos de tres estados sucesionales de la vegetación, selva madura, selva secundaria y selvas perturbadas. De junio a diciembre de 2016 se observaron en total 146 especies de aves pertenecientes a 38 familias y 16 órdenes taxonómicos. Las selvas maduras presentaron la mayor diversidad siendo 1.1 veces más diverso que las selvas secundarias y 1.8 veces más diverso que las selvas perturbadas. El área de estudio se encuentra representando el 32% de las aves de Yucatán resaltando su importancia para la conservación de la ornitofauna regional. De este modo, se proponen 11 especies indicadoras para las selvas medianas subcaducifolias, con el fin de proporcionar una herramienta que sirva como medida para evaluar el estado de conservación de este tipo de selvas y para el monitoreo de la avifauna regional.

Palabras clave: Aves; Diversidad, Estado sucesional, Selva mediana, Especies indicadoras.

Abstract. BIRDS DIVERSITY AND INDICATOR SPECIES IN DIFFERENT SUCCESSIONAL STAGES OF TROPICAL DRY FOREST IN YUCATÁN

Understanding the structure of bird communities and their relationships with vegetation can help identify elements that allow you to obtain strategies for their conservation. This study evaluates the variation of bird diversity and identified indicator species of the different successional stages of a medium forest in the southern Yucatán. For bird records, 10 counting points were established with a fixed radius of 20 m, in nine sites representative of three successional stages of vegetation, mature forest, secondary forest and disturbed forest. From June to December 2016, a total of 146 species of birds belonging to 38 families and 16 taxonomic orders were observed. Mature forests have the greatest diversity being 1.1 times more diverse than secondary forests and 1.8 times more diverse than disturbed forest. The study area is representing 32% of the birds of Yucatan highlighting its importance for the conservation of the regional ornithofauna. 11 indicator species are proposed for this type of forests, in order to provide a tool that serves as a measure to evaluate the conservation status of the regional avifauna.

Key words: Birds; Diversity, Successional stages, tropical dry forest, Indicator species.

INTRODUCCIÓN

La selva mediana subcaducifolia es una de las comunidades vegetales con mayor representatividad en el estado de Yucatán, sin embargo, debido al fuerte impacto de las actividades humanas este tipo de selva ha sido fragmentada y sustituida por otros usos de suelo (e.g. cultivos de maíz y cítricos) (Flores Guido et al. 2010). Actualmente, estos cambios se están dando de manera más acelerada, por lo que existe una necesidad de contar con métodos más eficientes para evaluar la biodiversidad que mantienen estas selvas y que contribuyan a establecer áreas prioritarias para su conservación (Isasi-Catalá 2011).

La forma más empleada para evaluar a las comunidades es la diversidad alfa puntual (riqueza específica) ya que no toma en cuenta el valor de importancia de las especies (i.e. abundancia). Sin embargo, la riqueza de especies no refleja adecuadamente su diversidad, para ello se tiene que considerar también la abundancia, lo que permite identificar especies que por su bajo número en la comunidad son sensibles a perturbaciones. Así, se puede considerar que una comunidad es más compleja mientras mayor sea la riqueza específica y menor la dominancia presente (Moreno 2001, Halffter y Moreno 2005, Moreno et al. 2011).

Además de evaluar la diversidad, el uso de especies indicadoras para medir las condiciones ambientales de un ecosistema, ha sido una herramienta ampliamente utilizada en biología de la conservación, ya que estas permiten evaluar las condiciones de un hábitat de manera rápida y precisa. Las aves han sido utilizadas como indicadoras ambientales debido a su estrecha relación con las condiciones de sus hábitats y el rol que desempeñan en estos (polinización, dispersión de semillas, etc.), así como por su fácil detección y manejo, entre otras características (Holt y Miller 2011). Es debido a estas características que las aves de la Península de Yucatán han sido ampliamente estudiadas, siendo reconocida como un área de importancia para la diversidad de aves, tanto por su situación estratégica como zona de paso o estancia de un gran número de aves migratorias y por la riqueza de especies residentes y endemismos (Chablé-Santos y Pasos-Enríquez, 2010).

Uno de los factores que regula la riqueza y diversidad de aves terrestres es la complejidad estructural de la vegetación (Cousin y Phillips 2008, Tamaris- Turizo et al. 2017). Varios estudios han indicado que algunos aspectos de la estructura de la vegetación como la cobertura de dosel,

tamaño y la heterogeneidad del hábitat presentan una fuerte correlación con la riqueza y abundancia de aves (Sekercioglu 2002, Martínez-Morales 2005). Por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar la variación de la diversidad de aves e identificar especies indicadoras en diferentes estados de sucesión de una selva mediana subcaducifolia, en el sur del estado de Yucatán.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El área de estudio se localiza en el Municipio de Oxkutzcab, estado de Yucatán, México (20°01'7" - 20°09'36" N, 89°35'59" - 89°23'31" W; WGS 84), (Figura 1). El clima de la región es cálido-subhúmedo (AW0) con lluvias en verano (mayo-octubre), una estación seca de noviembre-abril y con 10% de lluvia invernal. La temperatura media anual es de 26°C y la precipitación media anual de 1000 a 1100 (Flores-Guido y Espejel-Carbajal, 1994). La zona presenta lomeríos con pendientes moderadas (10°-25°) y planicies, generando rangos de elevación que van de 60 a 180 msnm. El paisaje está dominado por selvas secundarias con diferentes edades de abandono, parcelas de áreas agrícolas (principalmente bajo cultivo desplazable de roza y quema, es decir, milpa) y asentamientos rurales (Dupuy et al. 2012).

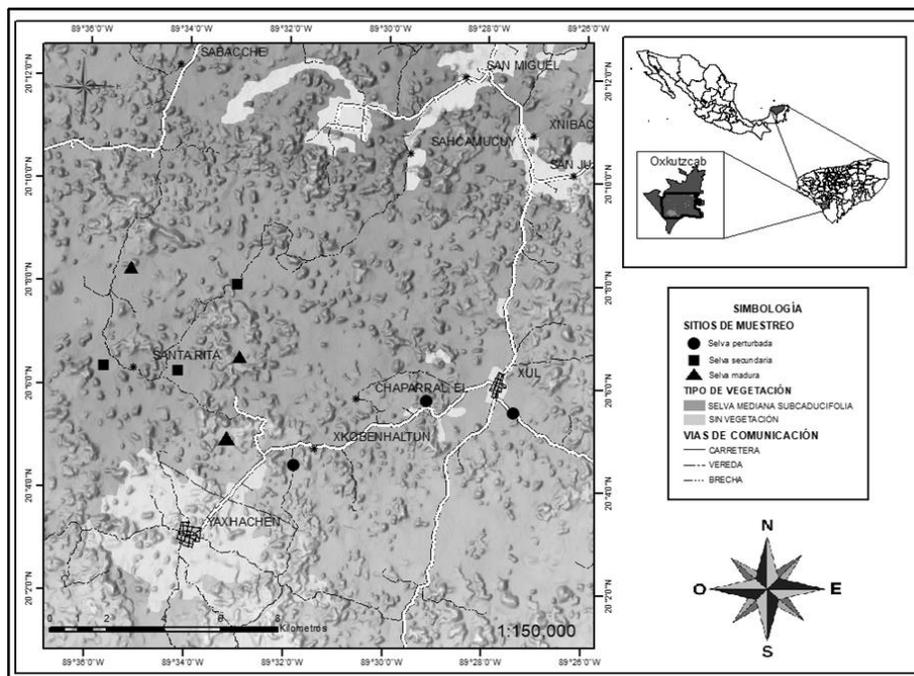


Figura 1. Ubicación del área de estudio en el sur de Yucatán México y sitios de muestreo. Selvas perturbadas (círculos), selva secundaria (cuadros), y selva madura (triángulos).

Estados sucesionales. Se seleccionaron nueve cuadrantes representativos de cada estado sucesional de 1 km² aproximadamente (tres replicas por estado sucesional). Para identificar cada sitio, se utilizó un mapa de la zona que muestra la distribución de la densidad de carbono en la biomasa leñosa por encima del suelo en las selvas de México (MREDD+ Alliance 2013) ya que este mapa permite identificar áreas con vegetación madura según la cantidad de carbono capturado. Posteriormente se realizó una caracterización de los sitios seleccionados y por medio de entrevistas informales con la gente local se corroboraron los años de abandono de los fragmentos de vegetación. Las características principales de los sitios seleccionados fueron las siguientes: *Selvas maduras* (SMad).- son parches de vegetación de 40 años o más de abandono en los que se pueden encontrar árboles que alcanzan de 15 a 18 metros de altura, son los sitios con menor porcentaje de cobertura herbácea y los que mayor cobertura de dosel presentan (hasta 5 m). Entre las especies vegetales características de este estado sucesional se encuentran: *Eugenia axillaris*, *Luehea speciosa*, *Neomillspaughia emarginata*, *Psidium sartorianum*, *Bauhinia unguolata*, *Mimosa bahamensis* y *Sabal yapa* (Caamal-Sosa et al., 2016). *Selva secundaria* (SSec).- son parches que van de los 15 hasta los 25 años de abandono. La composición de especies vegetales este estado sucesional es muy similar a los sitios de selva madura, pero el sotobosque cuenta con una mayor cobertura de herbáceas y plántulas. La altura promedio de los árboles oscila entre los 5.6 y 7.6 metros. Estos sitios se encuentran en suelos planos y lomeríos bajos, con remanentes de selva madura alrededor (Hernández-Stefanoni et al. 2011). *Selvas perturbadas* (SPer).- son parches con vegetación impactada que no supera los 10 años en los que la altura máxima de los árboles es de 7 metros de altura con presencia de cultivos de maíz (*Zea mays*), calabaza (*Cucurbita sp.*) y jícama (*Pachyrhizus erosus*) principalmente, así como espacios en donde se practica la apicultura, están ubicados en suelos planos, con presencia de algunos lomeríos que no son utilizados para la agricultura, debido a la pendiente que presentan. Los fragmentos de vegetación secundaria presentes no superan los 10 años y dominan las herbáceas y los arbustos (e.g., *Passiflora foetida*, *Waltheria indica*, *Galactia striata*, *Commelina diffusa*, *Viguiera dentata*).

MUESTREO

Muestreo de aves. Los muestreos se realizaron de junio a diciembre de 2017 (incluyendo la época reproductiva de las especies residentes y la presencia de las especies migratorias) en horario matutino (6:30 a 10:30 am aproximadamente). Dentro de cada sitio representativo de los estados sucesionales se establecieron 10 puntos de conteo con radio fijo de 20 m (Hutto et al. 1986, Bibby et al. 1993, Ralph et al. 1996) y distanciados por 250 m. El registro de aves tuvo una duración de 10 minutos por punto, anotando tanto aquellas especies verificadas dentro del radio de observación como fuera del mismo. Las aves detectadas durante los desplazamientos entre puntos, se incluyeron para al listado final de especies, pero no se utilizaron en los análisis de diversidad. Así mismo, la determinación de las especies se realizó con el apoyo de binoculares Eagle Optics (8x52) y guías de campo especializadas (National Geographic Society 2006, Sibley 2009, Howell y Webb 2010). El arreglo sistemático se basó en lo propuesto por la American Ornithologists' Union (2017) y sus suplementos. Las aves se agruparon de acuerdo estatus de residencia (Howell y Webb 2010). Adicionalmente a los puntos de conteo, se registraron todas las especies observadas durante la permanencia en el campo para el listado general de especies presentes en el área de estudio.

Muestreo de la vegetación. Dentro de cada cuadrante representativo de los estados sucesionales, se midió la riqueza, abundancia y diversidad de árboles, Diámetro a la Altura del Pecho (DAP), la altura promedio (árboles, arbustos y herbáceas), cobertura vegetal (árboles, arbustos y herbáceas) así como, el porcentaje de cobertura (herbáceas). Para ello se delimitaron 18 subcuadrantes de 10 x 25 m en los que se registraron todas las especies vegetales presentes con un DAP (diámetro a la altura del pecho) de ≥ 3 cm, también se registraron datos como altura y cobertura de cada individuo mediante estimación visual. Para las herbáceas se midió la altura y se calculó de manera visual el porcentaje de cobertura dentro del subcuadrante. Para evitar el efecto de borde, los subcuadrantes se ubicaron en un punto central de los cuadrantes representativos de los estados sucesionales (Mostacedo y Fredericksen 2000).

ANÁLISIS DE DATOS

Diversidad de la avifauna. Los análisis correspondientes a los objetivos de este trabajo se realizaron considerando solo los datos obtenidos dentro de los puntos de conteo. Así mismo, se corroboró la representatividad de los muestreos a través de los estimadores no paramétricos ACE (Abundance-based Coverage Estimator) y Chao 1 a través del programa EstimateS 9.1 (Colwell 2013). Estos estimadores, fueron utilizados por estar basados en la abundancia de las especies (Jiménez-Valverde y Hortal 2003).

Diversidad verdadera. Para este trabajo se consideraron tres medidas de diversidad verdadera, la diversidad de orden 0 (D0), cuyo valor equivale simplemente a la riqueza de especies, la diversidad de orden 1 (D1), en la que todas las especies son ponderadas de manera proporcional según su abundancia en la comunidad y la diversidad de orden 2 (D2), que le da más peso a las especies muy abundantes (Hill 1973, Jost 2006, Jost y González-Oreja 2012, Tuomisto 2010a, 2010b; Moreno et al. 2011, García-Morales et al. 2011). El valor de diversidad (D1) se obtiene con el exponencial del índice de entropía de Shannon (eH), Mientras que el de D2 se obtiene con el inverso del índice de Simpson: $(1/D)$ (Jost 2006, Moreno 2011). Así mismo, para evaluar si existen diferencias significativas entre los valores de riqueza (D0), abundancia y diversidad (D1 y D2) entre los cuadrantes representativos de cada estado sucesional, tanto para aves como para la vegetación, se empleó la prueba de Kruskal-Wallis, a través del software Past 3.05 (Hammer 2015, Coria et al. 2016), debido a que los datos no presentaron normalidad.

Composición de la comunidad de aves. Para probar diferencias entre la composición de la comunidad de aves se utilizaron dos técnicas de análisis multivariado: Escalamiento Multidimensional no Métrico (NMS) y el análisis de similitud no paramétrico (ANOSIM). La técnica NMS se utilizó para el ordenamiento de las unidades de muestreo (puntos de conteo) según las abundancias de las aves y las variables de vegetación, en las que se consideraron como unidades de muestreo a los cuadrantes correspondientes a cada estado sucesional. El NMS es un procedimiento iterativo que minimiza la diferencia (“estrés”) entre la distancia en la matriz original y la distancia en el espacio de ordenación reducido; el número óptimo de ejes en una solución es determinado a través del mínimo estrés y la prueba de significación de Monte Carlo (Clarke y Warwick 2001, McCune et al. 2002). La técnica es robusta para ordenar datos de

comunidades ecológicas (Ludwig y Reynolds 1998, Clarke y Warwick 2001, McCune et al. 2002). El coeficiente de similitud de Bray-Curtis fue utilizado como base del ordenamiento.

Posteriormente se empleó la técnica ANOSIM de un factor para evaluar diferencias significativas en la composición de la comunidad de aves. Para esto se consideraron las abundancias por especie como variable dependiente. Esta técnica utiliza el estadístico R (oscila entre 1 y -1), los valores positivos indican disimilitud entre grupos (McCune et al. 2002). El coeficiente de similitud de Bray-Curtis fue utilizado como base del ANOSIM. Así mismo, Se utilizó test de comparaciones múltiples dado que hubieron diferencia significativas entre hábitats y en todas las pruebas se estableció $\alpha = 0.05$. Se utilizó el Software PAST versión 3.05 (Hammer 2015).

Diversidad de aves y estructura de la vegetación. Se obtuvieron los promedios de 10 variables para la vegetación por cada cuadrante representativo de los estados sucesionales: 1) riqueza 2) abundancia y 3) diversidad (D1) de árboles, 4) Diámetro a la Altura del Pecho (DAP), 5) altura de árboles, 6) arbustos y 7) herbáceas, 8) cobertura de árboles y 9) arbustos y 10) porcentaje de cobertura de herbáceas. Del mismo modo, como variables de la diversidad alfa de aves, se consideró 1) la riqueza (N0), 2) abundancia y 3) diversidad (D1). Igualmente, se evaluó la correlación entre las variables de la comunidad de aves y la estructura de la vegetación para cada cuadrante mediante el coeficiente de correlación de rangos de Spearman r_s . Para evaluar la fortaleza de la relación entre variables se utilizó la escala de Fowler y Cohen (1990): Muy débil ($r_s = 0-0,19$), Débil ($r_s = 0,20-0,39$), Moderada ($r_s = 0,40-0,69$), Fuerte ($r_s = 0,70-0,89$) y Muy Fuerte ($r_s = 0,90-1$), a una significancia de 0.05. Se utilizó el Software PAST versión 3.05 (Hammer 2015 y Coria et al. 2016).

Especies indicadoras. La determinación de especies indicadoras para cada estado sucesional, se llevó a cabo a través del método del valor indicador (IndVal) utilizando el programa PCOrt 4.0. Este método permite distinguir aquellas especies que tienen la mayor afinidad por los diferentes hábitats presentes en un territorio bajo estudio. La herramienta InVal permite identificar a aquellos taxa asociados con mayor peso a las diferentes unidades que configuran el paisaje. Las especies consideradas como características (indicadoras) de algún estado sucesional fueron aquellas con $\text{InVal} \geq 70\%$ (Tejeda-Cruz et al. 2008).

RESULTADOS

Comunidad de aves. En total se registraron 146 especies pertenecientes a 38 familias y 16 órdenes taxonómicos. Las familias mejor representadas de acuerdo con su número de especies fueron: Tyrannidae, Parulidae e Icteridae (con 23, 14 y 10 especies respectivamente). De acuerdo a la estacionalidad, el grupo de aves residentes fue el mejor representado con 121 especies, seguido por las residentes de invierno con 22 y tres visitantes de verano (ej. *Myiodinastes maculatus*). Los estimadores de riqueza mostraron que en SMad se obtuvieron en promedio entre el 87.3 y 89.2% de la avifauna estimada (Chao1 y ACE respectivamente), en SSec el 87% y 81%, y en SPer se obtuvo el 79 y 73% (Cuadro 1).

Diversidad de aves. La mayor riqueza y abundancia se registró en SMad con 88 especies y 715 individuos (Cuadro 1), además, en este mismo estado sucesional se presentaron 14 especies exclusivas (ej. *Eucometis penicillata*), en SSec 10 (ej. *Antrosthomus badius*), y en las SPer se registraron 16 (ej. *Volatinia jacarina*) (Anexo). Se obtuvo que 89 especies se comparten entre los tres estados sucesionales. Las especies más abundantes en SMad fueron *Habia fuscicauda* y *Pachysylvia decurtatata* con 87 y 85 individuos respectivamente, en SSec fue *Uropsila leucogastra* con 112 individuos mientras que en SPer fue *Leptotila verreauxi* con 203 (Figura 2).

Los valores de diversidad (D1 y D2) más altos se obtuvieron en SMad (53.9 y 41.8 especies efectivas), mientras que en SPer se registraron los valores más bajos con 30.07 y 21.9 especies efectivas. En promedio, los sitios de selva maduras son 1.2 veces más diversos que los de las selvas secundarias y 1.8 veces más que las selvas perturbadas. Se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre la riqueza (D0) y entre los valores de diversidad (D1 y D2) de cada estado sucesional, sin embargo, al comparar las abundancias, no hubo diferencias ($p > 0.05$) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Valores de diversidad alfa y riqueza esperada en los estados sucesionales de la selva mediana subcaducifolia en el sur de Yucatán, México.

Estado sucesional	Diversidad alfa			Riqueza (D0) Estimada		
	Abundancia	Riqueza (D0)	Diversidad (D1)	Diversidad (D2)	ACE	Chao 1
SMad 1	577a	79a	53.91a	42.11a	84.3	82
SMad 2	706a	88a	55.77a	42.82a	97.7	96
SMad 3	715a	77a	50.94a	40.53a	85.8	85.5
Ssec 1	629a	75b	47.8b	35.17b	84.2	93.8
Ssec 2	601a	72b	47.24b	36.88b	82.5	90.8
Ssec 3	481a	67b	44.21b	33.96b	75.1	75.5
SPer 1	570a	64c	36.77c	26.12c	74.1	76.3
SPer 2	565a	56c	30.07c	19.5c	65.9	65
SPer 3	670a	64c	30.84c	20.14c	79.2	96.74

SMad= Selva Madura, Ssec=Selva secundaria y SPer= Selva perturbada. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre sitios.

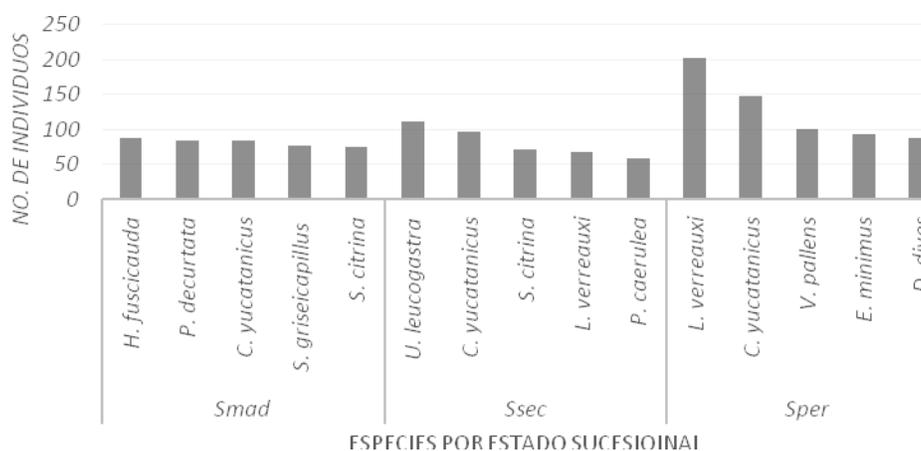


Figura 2. Especies más abundantes por estado sucesional de la selva mediana subcaducifolia en el sur de Yucatán, México.

Composición de la avifauna. El análisis NMS realizado con las abundancias de aves resultó en una solución óptima de un solo eje (Figura 3). La solución redujo el estrés por encima de lo esperado (Stress= 0.04) e igualmente resultó “bastante satisfactorio” (McCune et al. 2002).

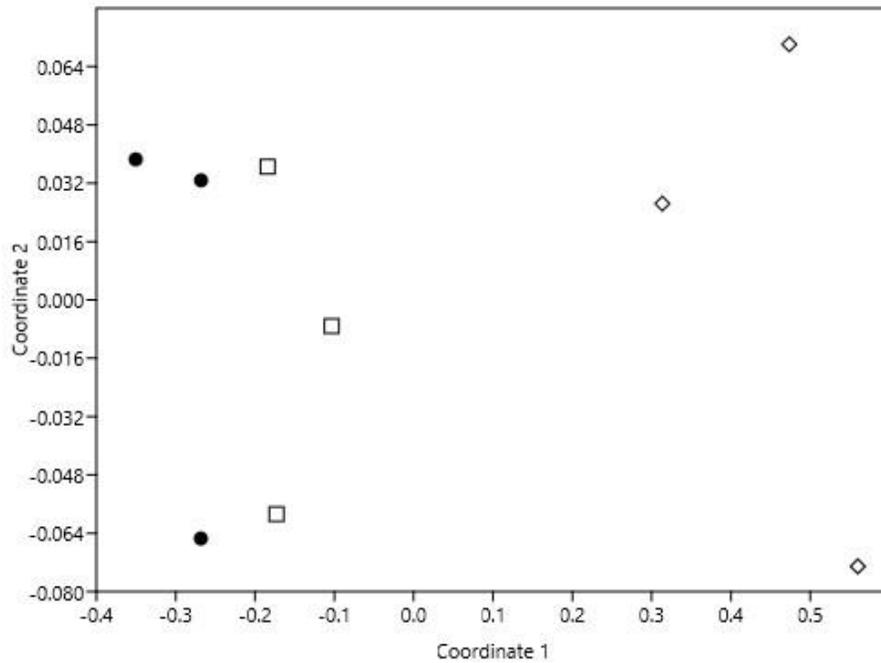


Figura 3. Diagrama de ordenación NMDS composición de la comunidad de aves en áreas perturbadas (rombos), selva secundaria (cuadros), y selva madura (puntos negros).

Por otra parte el análisis de similitud ANOSIM mostró un valor global de $R = 0.78$ ($p < 0.05$). De manera pareada SMad y SSec muestran una similitud intermedia (0.62), mientras que en SPer difirieron de los otros dos estados sucesionales (SMad y SSec) ya que presentaron un valor de $R=1$.

Estructura de la vegetación y diversidad alfa de aves. Tanto la altura y cobertura de árboles, altura de arbustos y el DAP, presentaron los valores más altos en los sitios de SMad, mientras que en SPer se registraron los valores más bajos. Igualmente, las variables de riqueza (D0), abundancia y diversidad (D1) fueron mayores en SSec. Por otro lado, SPer presentó los valores más bajos de riqueza (D0), abundancia y diversidad (D1) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Promedios de las variables de la vegetación por estado sucesional

Estado sucesional	Riqueza (D0)	Abundancia	Diversidad (D1)	DAP	Altura arboles (m)	Altura arbustos (m)	Altura herbáceas (m)	Cobertura arboles (m)
SMad	38.6	132	24.3	29	7.51	6.6	0.4	5.6
SSec	44.3	177.3	30.6	20	5.95	4.4	0.8	4.5
APer	19.6	74	12.6	17.7	3.6	2.99	0.6	3.7

SMad= Selva Madura, SSec=Selva secundaria y APer= Áreas perturbadas.

En general, SMad y SPer, casi siempre presentaron el rango completo de estratos medidos (herbáceo, arbustivo y arbóreo), en cuanto a los sitios perturbados algunas áreas carecían del estrato arbóreo o fue muy escaso. Los valores de diversidad alfa de la comunidad de aves decrecieron conforme la edad sucesional fue menor, siendo los ambientes conservados los que mostraron valores más altos de riqueza, abundancia y diversidad (D1 y D2). Con base a los análisis de correlación de rangos de Spearman r_s , se obtuvo que tres variables de la estructura de la vegetación (DAP, altura y cobertura de árboles) mostraron una correlación significativa con la riqueza y diversidad (D1) de aves (Cuadro 3).

Cuadro 3. Coeficiente de correlación de rangos de Spearman r_s entre las variables de la vegetación y valores de diversidad alfa de la comunidad de aves de la selva mediana subcaducifolia en el sur de Yucatán, México.

Variables vegetación/variables de aves	Abundancia de aves	Riqueza (D0) aves	Diversidad (D1) aves
Riqueza (D0) vegetación	0.27	0.48	0.5
Abundancia vegetación	0.50	0.38	0.38
Diversidad (D1) vegetación	0.07	0.39	0.42
DAP	0.13	0.71*	0.70*
Altura arboles	0.29	0.89*	0.90*
Altura arbustos	0.13	0.44	0.48
Altura herbáceas	-0.01	-0.31	-0.35
Cobertura arboles m	0.43333	0.74478*	0.71667*
Cobertura Arbusto m	-0.51667	-0.3431	-0.35
% herbáceas	0.27615	0.054622	0.066946

* $P < 0.05$)

Especies indicadoras. Como resultado del análisis InVal se proponen 11 especies indicadoras, cuatro para SMad (ej. *Crypturellus cinnamomeus*) y siete para SPer (ej. *Dives dives*) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Especies indicadoras con valor INDVAL en tres estados sucesional de una selva mediana en el sur de Yucatán, México.

Especies	INDVAL	Valor de P	Estado sucesional
<i>Colinus nigrogularis</i>	71.4	0.002	SPer
<i>Columbina passerina</i>	85.7	0.001	SPer
<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	74.0	0.003	SMad
<i>Dendrocincla anabatina</i>	81.6	0.001	SMad
<i>Dives dives</i>	94.6	0.001	SPer
<i>Pachysylvia decurtata</i>	77.3	0.001	SMad
<i>Pitangus sulphuratus</i>	79.1	0.005	SPer
<i>Quiscalus mexicanus</i>	100.0	0.001	SPer
<i>Trogon caligatus</i>	72.5	0.003	SMad
<i>Vireo pallens</i>	82.6	0.001	SPer
<i>Volatinia jacarina</i>	71.4	0.008	SPer

Estados sucesionales: (SMad) selvas maduras y (SPer) selvas perturbadas.

DISCUSIÓN

Diversidad de aves. Los resultados obtenidos en este trabajo indican que el área de estudio contiene el 32% de las aves del estado de Yucatán (Chablé-Santos y Pasos-Enríquez 2010) así como el 26% de las aves de la Península de Yucatán (Mackinnon 2017). Igualmente cuenta con el 91.6% de las aves endémicas de la Provincia Biótica Península de Yucatán (Howell y Webb 2010). Los estimadores de riqueza muestran que en promedio se observó el 88 y 85% de las especies que podrían estar en el área de estudio. De acuerdo con Clench (1979), un porcentaje sugerido para considerar un inventario completo es del 94%, sin embargo al incluir a las especies reportadas históricamente en el área estudiada, este porcentaje es aún mayor (De hasta 25 especies más) (Leyequién et al. 2014).

El grupo de aves residentes fue el mejor representado (83%), mientras que las especies visitantes de invierno (migratorias) sólo aportaron el 15% a la riqueza total (Anexo). Estos resultados concuerdan con otros estudios de comunidades de aves en México (Ramírez-Albores y Ramírez-Cedillo 2002, Almanza-Núñez y Navarro 2006, Ramírez-Albores 2007, Bojorges-Baños 2009 y Chablé-Santos 2009). Se sabe que las aves migratorias pueden influir en cambios de la composición de la comunidad de aves en ambientes tropicales (Rappole et al. 1993). Sin embargo el porcentaje de especies visitantes de invierno registrado en este trabajo (15%) es menor que lo reportado para la Península de Yucatán (27%), (Waide et al. 1980). Igualmente se observó la ausencia de aves migratorias durante junio y julio. Estos resultados ya se han documentado por Guerrero (2002) en una selva mediana subcaducifolia del sur de Yucatán, por lo tanto la ausencia de aves migratorias durante junio aparentemente es común en las aves migratorias de estas selvas, aunque son necesarios más estudios para corroborarlo.

Diversidad de aves por estado sucesional. La riqueza (D0), abundancia y Diversidad (D1 y D2) de aves, fue mayor en los sitios de selva madura y disminuyó cuando el tiempo de abandono de las selvas fue menor. Esta variación de la diversidad alfa de aves entre estados sucesionales es consistente con Cousin y Phillips (2008) y Tamaris- Turizo et al. (2017), quienes mencionan que la complejidad estructural de la vegetación es un factor que regula la riqueza y diversidad de aves terrestres ya que estos hábitats más complejos proveen diversas maneras de explotar los recursos

ambientales. Otros trabajos realizados en selvas medianas (Bojorges-Baños y López-Mata 2006, Guerrero 2002, Leyequién et al. 2014) reportan resultados que apoyan que los ambientes selváticos presentan los valores de diversidad alfa más altos, mientras que las selvas perturbadas o con menor edad sucesional son los menos diversos.

Considerando a las cinco especies más abundantes de cada estado sucesional, en SMad y SSec representaron el 20 y 24% respectivamente de la abundancia. Mientras que en SPer representaron el 58%, esto indica que hay una elevada dominancia de especies en estas selvas (e.j. *L. verreauxi* y *Cyanocorax yucatanicus*), lo que se explica al registrar los valores de diversidad (D2) más bajos. Estos valores indican que hay una menor equidad en la comunidad de aves de los sitios perturbados, debido a que las especies dominantes son más tolerantes a cambios en el ambiente y se ven beneficiadas por las condiciones del hábitat, por lo que no tener mucha competencia ocupan los recursos y espacios disponibles en estos ambientes modificados (Magurran 1988).

Por otro lado, las diferencias significativas entre la riqueza (D0) y entre la diversidad (D1 y D2) de cada estado sucesional pero no entre las abundancias, indica que los cambios en los valores de diversidad de las especies puede estar más influenciada por la riqueza particular de aves en cada estado sucesional, por lo que las especies exclusivas de cada sitio juegan un papel fundamental en la estructura de la diversidad de aves. En general se considera que son esas pocas especies (raras) las que ejercen una mayor influencia en las diferencias de la comunidad entre ambientes, ya sea por su abundancia o actividad (Krebs 1972).

Composición de la avifauna por estado sucesional. El elevado número de especies compartidas (60 especies), puede ser el resultado de una gran conectividad entre los sitios de estudio y a que son un grupo biológico de gran movilidad por lo que es fácil que tengan presencia en los fragmentos de vegetación cercanos. Otro factor puede deberse al elevado número de especies generalistas tales como *Uropsila leucogastra* o *Cyanocorax yucatanicus*, ya que debido a su tipo de dieta y/o a que no requieren de condiciones particulares de su hábitat, son especies que suelen ser abundantes y están presentes en diferentes tipos de ambientes (Chablé et al. 2006, Howell y Webb 2010, MacKinnon 2017.). Gastón (1996), menciona que son precisamente las especies

localmente más abundantes las que tienden a presentar distribuciones más amplias mientras que las especies raras tienden a estar más restringidas en su distribución.

La elevada similitud registrada en la comunidad aves entre SMad y SSec se puede deber principalmente a la alta resiliencia (recuperación de la selvas) de las selvas de la Península de Yucatán, ya que en el proceso de recuperación de la vegetación, las selvas requieren entre 25 y 30 años de abandono para alcanzar características de una selva madura (Turner et al. 2001). Adicionalmente, se ha señalado que hábitats de selvas con similares alturas y diversidad de altura presentan poca variación en sus riquezas de especies (MacArthur y MacArthur 1961). Así, estos estados sucesionales presentaron mayor número de especies compartidas (ej. *Dactylorhynchus thoracicus* y *Colaptes rubiginosus*). Sin embargo los resultados que arrojó el ANOSIM muestran que estos dos estados sucesionales presentan ciertas diferencias, las cuales posiblemente se deban a las abundancias de algunas de las especies compartidas como *Trogon caligatus*, *Dendrocincla anabatina*, y *Pachysylvia decurtata*, con presencia en selvas secundarias pero poco abundantes. Otro aspecto que puede influir en estas diferencia está relacionada con las especies exclusivas, ya que a pesar de las similitudes en la estructura de la vegetación de ambas estados sucesionales, se pueden observar especies como *Picoides fumigatus* y *Eucometis penicilata* exclusivas de selva madura y que se reportan como sensibles a cambios en el ambiente, mientras que en las selvas secundarias se registraron especies exclusivas que podrían asociarse a selvas en regeneración como *Ramphocaenus melanurus*, especie frecuentemente observada en bordes y ecotonos, sitios en donde la vegetación suele presentar características más marcadas de este estado sucesional (Selva secundaria).

Por otro lado, las diferencias en la composición de la avifauna entre áreas perturbadas con las selvas maduras y secundarias se debe a las modificaciones del hábitat de la selvas a consecuencia de la agricultura. Los cambios tienden a simplificar la estructura de la vegetación al suprimir los árboles de dosel y favorecer a los árboles pioneros de porte más bajo, con lo que aumenta el espaciamiento entre un árbol lo que hace que disminuya la cobertura y densidad forestal (González-Valdivia et al. 2011).

Estructura de la vegetación y diversidad de la avifauna. Tanto la riqueza (D0) y diversidad (D1) de aves estuvo fuertemente asociada únicamente con aspectos de la estructura vertical de la vegetación, como DAP, altura y cobertura de árboles. Diferentes trabajos demuestran la importancia de la variedad de estratos vegetales en el incremento de la diversidad de aves (González y Torre-Cuadros 2000, Cárdenas et al. 2003, Lang et al. 2003, Sáenz et al. 2006, Zaccagnini et al. 2006). Sin embargo, los resultados de este estudio difieren a lo reportado por Bojorges-Baños y López-Mata (2006), Roth (1976) y Rotenberry (1985), en los que la estructura horizontal de la vegetación (riqueza y abundancia) fue la que explicó la variación entre los valores de diversidad de las aves. Esto puede deberse principalmente a que el tamaño de sus sitios de estudio no fue homogéneo, lo que da lugar a esa variación en sus valores de diversidad ya que aspectos de la estructura de la vegetación (horizontal y vertical) se ven afectados por el tamaño del parche (Newmark 1991, Adler 1994).

Especies indicadoras (Indval). Las selvas maduras y selvas perturbadas fueron los estados de sucesión que presentaron especies indicadoras. En las selvas maduras, el tinamú canelo (*C. cinnamomeus*) es una ave frugívora de sotobosque bajo (González-Salazar et al. 2014) considerada oportunista ya que aprovecha las frutas, bayas y semillas que hay en el suelo, así como pequeños animales y algunos insectos (Chablé et al. 2006, McKinnon 2017). A pesar de que se puede encontrar en ambientes de selva secundaria, en el área de estudio fue más frecuente en selvas con edades sucesionales mayores. Diversos autores mencionan que las aves de sotobosque que se alimentan sobre la hojarasca, están asociadas a la altura de dosel, así como, al número de estratos de vegetación (Vielliard 2000, Vereá y Solórzano 2001, Hill y Hamer 2004, Donnelly y Marzluff 2006).

Por otra parte, se ha reportado que algunas especies del género *Dendrocincla* tienen una fuerte relación con la estructura vertical de las selvas tropicales (Cintra et al. 2006). El trepatronco sepia (*D. anabatina*), es una especie que forma parte de la red trófica de las selvas, principalmente como insectívoro (Stiles y Skutch 1995) y se le asocia a las selvas altas ya que es sensible a cambios en el ambiente principalmente por los requerimientos de anidación que presenta. Igualmente ha

sido reportada como indicadora de la selva tropical perennifolia de tierras bajas de la región de la vertiente del Caribe (Parker III et al. 1996).

Otra especie con valor indicador significativo fue el vireoncillo cabeza gris (*Pachysylvia decurtata*), esta especie no había sido propuesta como indicadora de alguna condición del hábitat, sin embargo al ser insectívoro de dosel (González-Salazar et al. 2014), es común observarla en estratos superiores de la vegetación (Mackinnon 2017). Esta especie estuvo mejor representada en las selvas maduras aunque también se compartió con selvas secundarias, por lo que sus abundancias pueden estar relacionadas con la estructura vertical de las selvas.

De igual manera la coa violácea norteña (*Trogon calligatus*) no había sido propuesta como especie indicadora de selvas secas maduras. Esta especie estuvo mejor representada en los ambientes de selva madura, posiblemente por la disposición de los sitios para anidar, ya que estas aves necesitan arboles grandes con cavidades para anidar y al ser una especie frugívora de dosel requieren de mayor cobertura de dosel (González-Salazar et al. 2014). Por otro lado, especies indicadoras de áreas perturbadas como *Quiscalus mexicanus* son especies ya reportadas como asociadas a ambientes perturbados. Arriaga-Weiss et al. (2008) y González-Valdivia et al. (2011) encontraron que especies como *Crotophaga sulcirostris* y *Quiscalus mexicanus* obtuvieron un valor INDVAL mayor al 70% en potreros. Este grupo de especies generalistas se ve beneficiado por los cambios en los hábitats favoreciendo sus abundancias y rezagando a otras especies que no son tan tolerantes, estableciéndose en estos ambientes como especies dominantes.

La ausencia de especies indicadoras en las selvas secundarias puede deberse principalmente a la similitud que hay entre este estado sucesional con las selvas maduras, ya que a pesar de registrar especies exclusivas estas no presentan una afinidad clara con este estado sucesional y el resto de las especies compartidas estuvieron presentes en los demás estados sucesionales en igual o mayor proporción.

Avifauna de las selvas medianas de Yucatán y su importancia para la conservación.

Es evidente la importancia de los remanentes de selva madura, y las selvas con vegetación secundaria para mantenimiento de la avifauna regional de las selvas medianas subcaducifolias, ya que al compararse con las selvas perturbadas se registra una pérdida del 61% de la diversidad

de aves. Estos resultados sugieren que aspectos de la estructura vertical de la vegetación tienen una mayor influencia en la composición de la comunidad de aves de las selvas medianas subcaducifolias. Por otro lado, el área de estudio destaca en cuanto al número de endemismos, ya que cuenta con un porcentaje elevado (92%) de las especies endémicas de la provincia biótica de Península de Yucatán así como 10 especies catalogadas bajo alguna categoría de riesgo según la normatividad mexicana (DOF 2010). Igualmente, de acuerdo a los resultados se proponen 11 especies indicadoras para las selvas maduras y las selvas perturbadas, con el fin de proporcionar un recurso que sirva como parámetro para evaluar el estado de conservación de este tipo de selvas, así como para el monitoreo de la avifauna regional.

AGRADECIMIENTOS

Este documento ha sido posible gracias al generoso apoyo de la Fundación Claudia y Roberto Hernández y la Fundación Alfredo Harp Helú, a través de KAXIL KIUIIC A.C. en contribución al Programa de Reducción de Emisiones de la Deforestación y Degradación de los Bosques de México MREDD+ implementado por The Nature Conservancy y sus socios (Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable A.C., Rain forest Alliance y Woods Hole Research Center) bajo los términos del acuerdo de cooperación número AID-523-A-11-00001, financiado principalmente a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). El contenido y opiniones expresados son responsabilidad del programa de Reducción de Emisiones de la Deforestación y Degradación de los Bosques México y no necesariamente reflejan los puntos de vista de la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, el gobierno de los Estados Unidos o The Nature Conservancy y sus socios.

6. CONCLUSIONES GENERALES

La comunidad de aves de la selva mediana subcaducifolia al sur de Yucatán estuvo compuesta principalmente por aves residentes (83%) o aquellas que hacen uso permanente de los recursos en los diferentes estados sucesionales.

La selva madura fue el estado sucesional con mayor riqueza y diversidad, mientras que la mayor abundancia se encontró en las selvas perturbadas.

Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la riqueza y diversidad de aves entre estados sucesionales, sin embargo la abundancia no fue estadísticamente diferente.

Las variables de la estructura vertical (Altura, Diámetro a la Altura del Pecho y cobertura de árboles) de la vegetación presentaron correlación fuerte y significativa con la riqueza y diversidad (D1 y D2) de aves.

Se identificaron 11 especies con potencial indicador de los cuales cuatro son para las selvas maduras y siete para las selvas perturbadas.

7. LITERATURA CITADA

Adler, G (1994) Avifaunal diversity and endemism on tropical Indian Ocean islands. *Journal of Biogeography* 21:85-95.

Almanza-Nuñez, R y A Navarro (2006) Avifauna de la subcuenca del río San Juan, Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77:103-114.

American Ornithologist Union (2017) Fifty-seventh supplement To the American Ornithologist Union Check list of North American Birds. Disponible de/Available from <http://checklist.aou.org> [Consultado el 03 de julio de 2017/Assessed 03 July 2017].

Arriaga-Weiss, S, S Calmé y C Kampichler (2008) Bird communities in rainforest fragment: guild responses to habitat variables in Tabasco, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 17: 173-190.

Bibby, C, N Burgess y D Hill (1993) Bird Census Techniques. Academic Press Limited. San Diego, CA.

Bojorges-Baños, J (2009) Amenazando la biodiversidad: urbanización y sus efectos en la avifauna. *Ciencia y Mar* 13:61-65.

Bojorges-Baños, J y L López-Mata (2006) Riqueza y diversidad de especies de aves en una selva mediana subperennifolia en el centro de Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana* 21(1): 1 -20.

Cárdenas, G, C Harvey, M Ibrahim, B Finegan (2003) Diversidad y riqueza de aves en diferentes hábitats en un paisaje fragmentado en cañas Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10(39-40): 78-85.

- Chablé-Santos, J y R Pasos-Enríquez (2010) Aves del Estado de Yucatán. Pp. 264-266 en R Durán y M Méndez (eds). *Diversidad Biológica del Estado de Yucatán*. CYCI-CONABIO-SECOL.
- Chablé-Santos, J, E Gómez-Uc y R Pasos-Enríquez (2006) *Aves comunes del sur de Yucatán*. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.
- Chablé-Santos, J (2009) Composición y distribución de la avifauna de la reserva estatal El Palmar, Yucatán, México. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Nuevo Leon. Facultad de Ciencias Biológicas. México.
- Cintra, R, A Maruoka y L Naka (2006) Abundance of two *Dendrocincla* woodcreepers (aves: Dendrocolaptidae) in relation to forest structure in Central Amazonia. *Acta Amazonica* 36(2): 209-219.
- Clarke, K y R Warwick (2001) Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 2th ed. PRIMER-E, Plymouth, UK.
- Clench, H (1979) How to make regional list of butterflies: Some thoughts. *Journal of Lepidopterology Society* 33:216-231.
- Colwell, R (2013) EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 8.2. Disponible de/Availabel from viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS/index.html [Consultado el 14 de Abril de 2017/Assessed 14 April 2017].
- Coría, R, O Coria y C Kunst (2016) Diversidad y composición de especies de aves en un gradiente Bosque-Arbustal-Sabana del Chaco semiárido, Argentina. *Ornitología Neotropical* 27: 1-15

- Cousin, J y R Phillips (2008) Habitat complexity explains species-specific occupancy but not species richness in a Western Australian Woodland. *Australian Journal Zoology* 56: 95-102.
- Donnelly, R y J Marzluff (2006). Relative importance of habitat quantity, structure, and spatial pattern to birds in urbanizing environments. *Urban Ecosystems* 9: 99-117.
- DOF (Diario Oficial de la Federación) (2010) Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. 30 de diciembre de 2010, México. pp: 1-78.
- Dupuy, J, J Hernández-Stefanoni, R Hernández, F Juárez y F Pat. (2012) Efectos del cambio de uso del suelo en la biomasa y diversidad de plantas leñosas en un paisaje de bosque tropical seco en Yucatán. *Investigación Ambiental Ciencia y Política Pública* 4.
- Flores-Guido, J, R Durán y J Ortiz-Díaz (2010) Comunidades vegetales terrestres. Pp. 125–129 en Durán, R y M Méndez (eds). *Ecosistemas y comunidades*. CICY,PPD-FMAM,Conabio,SEDUMA.
- Flores-Guido, J. S., y I. Espejel-Carvajal, 1994. Tipos de Vegetación de la Península de Yucatán. *Etnoflora Yucatanense*. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México. Fascículo 3(10).
- Fowler, J y L Cohen (1990) *Practical statistics for field biology*. John Wiley & Sons, New York, New York, USA.

García-Morales, R, C Moreno y J Bello-Gutiérrez (2011) Renovando las medidas para evaluar la diversidad en comunidades ecológicas: el número de especies efectivas de murciélagos en el sureste de Tabasco, México. *Therya* 2(3): 205-215.

Gaston, J (1996) Biodiversity-congruence. *Progress in Physical Geography* 20(1): 105-112.

Gillespie, T y H Walter (2001) Distribution of bird species richness at a regional scale in tropical dry forest of Central America. *Journal of Biogeography* 28:651–662.

Gonzáles, O y M Torre-Cuadros (2000) Análisis del hábitat del Fringilo Apizarrado (*Xenospingus concolor*) en la costa sur del Perú. *Ornitología Neotropical* 12 (2): 153–163, USA.

Gonzáles-Salazar, C, E Martínez-Meyer y G López-Santiago (2014) A hierarchical classification of trophic guilds for North American birds and mammals. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85:931-941.

Gonzáles-Valdivia, N, S Ochoa-Gaona, C Pozo, B Ferguson, L Rangel-Ruiz, SL Arriaga-Weiss, A Ponce-Mendoza y C Kampichler (2011) Indicadores ecológicos de hábitat y biodiversidad en un paisaje neotropical: perspectiva multitaxonómica. *Revista de Biología Tropical* 59(3): 1433-1451.

Guerrero, L (2002) Estructura de la comunidad de aves en una selva mediana subcaducifolia en el sur de Yucatán, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, México.

Halfter, G y C Moreno (2005) Significado biológico de las diversidades Alfa, Beta y Gama. *en* Halfter, G, J Soberon, P Koleff Y A Melic (eds). *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades Alfa, Beta y Gama*. CONABIO, SEA, CONACYT. Zaragoza, España.

- Hammer (2015) PAST. *Paleontological statistics. Version 3.05. Reference manual*. Natural History Museum, Univ. of Oslo, Oslo, Norway.
- Hernández-Stefanoni, J, J Dupuy, F Tun-Dzul y F May-Pat (2011) Influence of landscape structure and stand age on species density and biomass of a tropical dry forest across spatial scales. *Landscape Ecology* 26: 355-370.
- Hill, M (1973) Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology* 54: 427- 432.
- Hill, J y Hamer K (2004) Determining impacts of habitat modification on diversity of tropical forest fauna: the importance of spatial scale. *Journal of Applied Ecology* 41(4): 744-754.
- Holt, E y S Miller (2011) Bioindicators: Using organisms to measure environmental impact. *Nature Education Knowledge* 3:8.
- Howell, S y S Webb (2010) *The Birds of Mexico and Central America*. 10ma edición. Oxford University Press. EUA.
- Hutto, R, S Pletschet y P Hendricks (1986) A fixed-radius point count method for nonbreeding and breeding season use. *Auk* 103: 593-602.
- Isasi-Catalá, E (2011) Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: su uso y abuso en ecología de la conservación. *Interciencia* 36(1): 31-38.
- Jiménez-Valverde, A y J Hortal (2003) Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8: 151-161.
- Jost, L (2006) Entropy and diversity. *Oikos* 113:363–375.

- Jost, L y JA González-Oreja (2012) Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. *Acta Zoologica Lilloana* 56 (1-2): 3-14.
- Krebs, C (1972) *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance*. Harper & Row, Publishers. EU.
- Lang, I, L Gomerley, C Harvey y F Sinclair (2003) Composición de la comunidad de aves en cercas vivas de Río Frío, Costa Rica. Disponible de/ Available from <ftp://ftp.fao.org/docrep/nonfao/lead/x6381s/x6381s00.pdf> [Consultado el 13 de Diciembre de 2017/ Assessed 13 December 2017].
- Leyequién, E, J Hernández-Stefanoni, W Santamaría-Rivero, J Dupuy-Rada y J Chablé-Santos (2014) Effects of Tropical Successional Forests on the Bird feeding Guilds. Pp 177-202 en Nakagoshi, N y JA Mabuhay (eds). *Designing Low Carbon Societies in landscapes, Ecological Research Monography*.
- Ludwig, J y J Reynolds (1998) *Statistical ecology: a primer on methods and computing*. John Wiley y Sons, New York, New York, USA.
- MacArthur, R y J Mc Arthur (1961) On bird species diversity. *Ecology* 42:594-598.
- Mackinnon, B (2017) *Sal a pajarear Yucatán. La vaca Independiente S. A. de C. V. México*.
- Magurran, A (1988) *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University
- Martinez-Morales, MA (2005) Landscape patterns influencing bird assemblages in a fragmented neotropical cloud forest. *Biological Conservation* 121: 117–126.
- McCune, B, J Grace y D Urban (2002) *Analysis of ecological communities*. MjM Software Design, Glenden Beach, Oregon, USA.

Moreno, C (2001) Métodos para medir la biodiversidad. M&T. Manuales y Tesis SEA, 84p.
Volumen 1. Zaragoza.

Moreno, C, C Barragán, F Pineda y N Pavón (2011) Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 1249-1261.

Mostacedo, B y T Fredericksen (2000) Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Santa Cruz, Bolivia.

MREDD+ Alliance (2013) Map and database on the distribution of above ground carbon stocks in woody vegetation in Mexico. Version 1.0. Woods Hole Research Center, USAID, CONAFOR, CONABIO, Proyecto Mexico Norway, Mexico.

National Geographic Society (2006) Field guide to the birds of North America, tercera edición. National Geographic Society, Washington, D.C. EUA.

Newmark, W (1991) Tropical forest fragmentation and the local extinction of understory birds in the eastern Usambara Mountains, Tanzania. *Conservation Biology* 5: 67–78.

Parker III, AT, DF Stotz y WJ Fitzpatrick (1996) Ecological and Distributional Database for Neotropical Birds. *en* Neotropical birds. Ecology and conservation. The University of Chicago Press. Chicago, Illinois. E.U.A.

Ralph, J, G Geupel, P Pyle, T Martin, D DeSante y B Milá (1996) Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture. 44 p.

- Ramírez-Albores, J y M Ramírez-Cedillo (2002) Avifauna de la región oriente de la sierra de Huautla, Morelos, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoológica* 73:91-111.
- Ramírez-Albores, J (2007) Avifauna de cuatro comunidades del oeste de Jalisco, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78: 439-457.
- Rappole, J, E Morton, T Lovejoy III y J Rous (1993) Aves migratorias neárticas en los neotrópicos. Conservation and research Center, National Zoological Park, Smithsonian Institution. Washington, D.C.
- Rotenberry J (1985) The role of habitat in avian community composition: physiognomy or floristics. *Oecologia* 67:213-217.
- Roth, R (1976) Spatial heterogeneity and bird species diversity. *Ecology* 57:773-782.
- Sáenz, J, F Villatoro, M Ibrahim, D Fajardo y M Pérez (2006) Relación entre las comunidades de aves y la vegetación en agropaisajes dominados por la ganadería en Costa Rica, Nicaragua y Colombia. *Agroforestería en las Américas* 45: 37-48.
- Sekercioglu, C (2002) Effects of forestry practices on vegetation structure and bird community of Kibale National Park, Uganda. *Biological Conservation* 107: 229-240.
- Sibley, D (2009) The Sibley field guide to birds of Eastern North America. 5ta edición. National Audubon Society. Alfred A. Knopf. New York. EUA.
- Stiles, F y A Skutch (1995) Guía de aves de Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio).

- Tamaris-Turizo, D, H López-Arévalo y N Romero-Rodríguez (2017) Efecto de la estructura del cultivo de palma de aceite *Elaeis guineensis* (Arecaceae) sobre la diversidad de aves en un paisaj de la Orinoquía colombiana. *Revista de Biología Tropical* 65 (4): 1569-1581.
- Tejeda-Cruz, C, K Mehlreter y VJ Sosa (2008) Indicadores ecológicos multitaxonómicos. Pp. 271-278. *en* Manson, R, V Hernández-Ortiz, S Gallina y K Mehlreter (eds). Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: Biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología e Instituto Nacional de Ecología. México.
- Tuomisto, H (2010a) A diversity of beta diversities: straightening up a concept gone awry. Part 1. Defining beta diversity as a function of alpha and gamma diversity. *Ecography* 33:2–22.
- Tuomisto, H (2010b) A consistent terminology for quantifying species diversity? Yes, it does exist. *Oecologia* 164:853–860.
- Turner, B, S Villard, SC Foster, D Geoghegan, E Keys y P Klepeis (2001) Deforestation in the southern Yucatan Peninsular Region: An integrative approach. *Forest Ecology and Management* 154: 353–370.
- Verea, C y A Solórzano (2001) La comunidad de aves del sotobosque de un bosque deciduo tropical en Venezuela. *Ornitología Neotropical* 12: 235-253.
- Vielliard, J (2000) Bird community as an indicator of biodiversity: results from quantitative surveys in Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro* 72 (3): 323-330.
- Waide, R, J Emlen y E Tramer (1980) Distribution of migrant birds in the Yucatán Península: A survey. *en* keast, A y E Morton (eds). Neotropics: Ecology, beaviour, distribution and conservation. Smithsonian Institution Press. EU.

Zaccagnini, M, J Decarre, A Goijman, L Solari, R Suárez y F Weyland (2006) Efecto de la heterogeneidad espacial sobre la biodiversidad animal en agroecosistemas de Entre Ríos. Pp. 139. Libro de Resúmenes II Congreso Nacional de la Conservación de la Biodiversidad. Buenos Aires, Argentina, 22 al 24 de Noviembre.

ANEXO. LISTADO DE AVES VERIFICADAS DURANTE EL PERIODO JUNIO-DICIEMBRE 2016 DE LA SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA EN EL SUR DE YUCATÁN, MÉXICO

Orden/Familia/Especie	Estacionalidad	NOM 059/ENDÉMICA	IUCN
Tinamiformes			
Tinamidae			
<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	R		LC
Galliformes			
Cracidae			
<i>Ortalis vetula</i>	R		LC
Odontophoridae			
<i>Colinus nigrogularis</i>	R	e	LC
<i>Dactylortyx thoracicus</i>	R	Pr	LC
Phasianidae			
<i>Meleagris ocellata</i>	R	A, e	NT
Cathartiformes			
Cathartidae			
<i>Coragyps atratus</i>	R		LC
<i>Cathartes aura</i>	R-VI		LC
Accipitriformes			
Accipitridae			
<i>Geranospiza caeruleascens</i>	R	A	LC
<i>Rupornis magnirostris</i>	R		LC
<i>Buteo plagiatus</i>	R		LC
Columbiformes			
Columbidae			

<i>Patagioenas flavirostris</i>	R		LC
<i>Columbina passerina</i>	R		LC
<i>Columbina talpacoti</i>	R		LC
<i>Leptotila verreauxi</i>	R		LC
<i>Leptotila jamaicensis</i>	R		LC
<i>Zenaida asiatica</i>	R-VI		LC
Cuculiformes			
Cuculidae			
<i>Piaya cayana</i>	R		LC
<i>Dromococcyx phasianellus</i>	R		LC
<i>Geococcyx velox</i>	R		LC
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	R		LC
Strigiformes			
Tytonidae			
<i>Tyto alba</i>	R		LC
Strigidae			
<i>Megascops guatemalae</i>	R		LC
<i>Bubo virginianus</i>	R		LC
<i>Glaucidium brasilianum</i>	R		LC
<i>Ciccaba virgata</i>	R		LC
Caprimulgiformes			
Caprimulgidae			
<i>Chordeiles acutipennis</i>	R		LC
<i>Antrostomus badius</i>	R	e	LC
Nyctibiiformes			
Nyctibiidae			

<i>Nyctibius jamaicensis</i>	R		LC
Apodiformes			
Apodidae			
<i>Chaetura vauxi</i>	R		LC
Trochilidae			
<i>Anthracothorax prevostii</i>	R		LC
<i>Archilochus cholubris</i>	VI		LC
<i>Chlorostilbon canivetii</i>	R		LC
<i>Campylopterus curvipennis</i>	R		LC
<i>Amazilia candida</i>	R		LC
<i>Amazilia yucatanensis</i>	R	e	LC
<i>Amazilia rutila</i>	R		LC
Trogoniformes			
Trogonidae			
<i>Trogon melanocephalus</i>	R		LC
<i>Trogon caligatus</i>	R		LC
<i>Trogon collaris</i>	R	Pr	LC
Coraciiformes			
Momotidae			
<i>Momotus coeruliceps</i>	R		LC
<i>Eumomota superciliosa</i>	R		LC
Piciformes			
Picidae			
<i>Melanerpes aurifrons</i>	R		LC
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	R	e	LC
<i>Picoides sacalis</i>	R		LC

<i>Colaptes rubiginosus</i>	R		LC
<i>Dryocopus linneatus</i>	R		LC
<i>Campephilus guatemalensis</i>	R	Pr	LC
Falconiformes			
Falconidae			
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	R		LC
<i>Micrastur semitorquatus</i>	R	Pr	LC
<i>Falco sparverius</i>	VI		LC
<i>Falco rufigularis</i>	R		LC
Psittaciformes			
Psittacidae			
<i>Eupsittula nana</i>	R	Pr	NT
<i>Amazona albifrons</i>	R	Pr	LC
<i>Amazona xantholora</i>	R	A, e	LC
Passeriformes			
Thamnophilidae			
<i>Tamnophilus doliatus</i>	R		LC
Formicariidae			
<i>Formicarius analis</i>	R		LC
Furnariidae			
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	R		LC
<i>Dendrocicla homochroa</i>	R		LC
<i>Dendrocicla anabatina</i>	R	Pr	LC
<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	R		LC
Tyranidae	R		LC
<i>Camptostoma imberbe</i>	R		LC

<i>Myiopagis viridicata</i>	R		LC
<i>Mionectes oleagineus</i>	R		LC
<i>Oncostoma cinereigulare</i>	R		LC
<i>Poecilotriccus sylvia</i>	R		LC
<i>Rhynchocyclus brevirostris</i>	R		NE
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	R		LC
<i>Onychorhynchus coronatus</i>	R	P	LC
<i>Myiobius sulphureipygius</i>	R		LC
<i>Contopus virens</i>	T		LC
<i>Contopus cinereus</i>	R		LC
<i>Empidonax minimus</i>	VI		LC
<i>Attila spadiceus</i>	R		LC
<i>Myiarchus yucatanensis</i>	R	e	LC
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	R		LC
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	R		LC
<i>Megarynchus pitangua</i>	R		LC
<i>Myiozetetes similis</i>	R		LC
<i>Myiodinastes maculatus</i>	RV		LC
<i>Legatus leucophaeus</i>	RV		LC
<i>Pitangus sulphuratus</i>	R		LC
<i>Tyrannus melancholicus</i>	R		LC
<i>Tyrannus couchii</i>	R		LC
Tytiridae			
<i>Tytira semifasciata</i>	R		LC
<i>Pachyramphus aglaiae</i>	R		LC
Vireonidae			
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	R		LC

<i>Pachysylvia decurtata</i>	R		LC
<i>Vireo griseus</i>	VI		LC
<i>Vireo pallens</i>	R	Pr	LC
<i>Vireo flavoviridis</i>	RV		LC
Corvidae			
<i>Psilorhinus morio</i>	R		LC
<i>Cyanocorax yncas</i>	R		LC
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	R	e	LC
Hirundinidae			
<i>Petrochelidon fulva</i>	R		LC
<i>Stelgidopteryx ridgwayi</i>	R		LC
Troglodytidae			
<i>Thryothorus ludovicianus</i>	R		LC
<i>Pheugopedius maculipectus</i>	R		LC
<i>Uropsila leucogastra</i>	R		LC
Poliophtilidae			
<i>Ramphocaenus melanurus</i>	R		LC
<i>Poliophtila caerulea</i>	R-VI		LC
Turdidae			
<i>Catharus ustulatus</i>	VI		LC
<i>Hylocichla mustellina</i>	VI		LC
<i>Turdus grayi</i>	R		LC
Mimidae			
<i>Melanoptila glabrirostris</i>	R	e	NT
<i>Dumetella carolinensis</i>	VI		LC
<i>Mimus gilvus</i>	R		LC
Parulidae			

<i>Seiurus aurocapilla</i>	VI		LC
<i>Parkesia noveboracensis</i>	VI		LC
<i>Mniotilta varia</i>	VI		LC
<i>Geothlypis poliocephala</i>	R		LC
<i>Geothlypis trichas</i>	VI		LC
<i>Setophaga citrina</i>	VI		LC
<i>Setophaga ruticilla</i>	VI		LC
<i>Setophaga americana</i>	VI		LC
<i>Setophaga magnolia</i>	VI		LC
<i>Setophaga fusca</i>	VI		LC
<i>Setophaga pinus</i>	A		LC
<i>Setophaga virens</i>	VI		LC
<i>Basileuterus culicivorus</i>	R		LC
<i>Icteria virens</i>	VI		LC
Thraupidae			
<i>Volatinia jacarina</i>	R		LC
<i>Eucometis penicillata</i>	R	Pr	LC
<i>Tiaris olivaceus</i>	R		LC
<i>Saltator atriceps</i>	R		LC
<i>Saltator coerulescens</i>	R		LC
Emberizidae			
<i>Arremonops chloronotus</i>	R		LC
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	R		LC
Cardinalidae			
<i>Piranga roseogularis</i>	R	e	LC
<i>Habia fuscicauda</i>	R		LC
<i>Piranga rubra</i>	VI		LC

<i>Cardinalis cardinalis</i>	R		LC
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	VI		LC
<i>Granatellus sallaei</i>	R		LC
<i>Cyanocompsa parellina</i>	R		LC
<i>Passerina cyanea</i>	VI		LC
Icteridae			
<i>Dives dives</i>	R		LC
<i>Quiscalus mexicanus</i>	R		LC
<i>Molothrus aeneus</i>	R		LC
<i>Icterus prothemelas</i>	R		LC
<i>Icterus spurius</i>	VI		LC
<i>Icterus cucullatus</i>	R		LC
<i>Icterus mesomelas</i>	R		LC
<i>Icterus auratus</i>	R	e	LC
<i>Icterus gularis</i>	R		LC
<i>Amblycercus holosericeus</i>	R		LC
Fringillidae			
<i>Euphonia affinis</i>	R		LC
<i>Euphonia hirundinacea</i>	R		LC
<i>Spinus psaltria</i>	R		LC

Estatus de residencia: R= especie residente; VI= visitante de invierno (migratoria); RV= migratoria con población reproductora en verano. NOM (NOM-059-SEMARNAT-2010): P= especie en peligro de extinción; A= especie Amenazada; Pr= especie sujeta a Protección especial. e= especie endémica de la Provincia Biótica Península de Yucatán. IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza): LC= preocupación menor; NT= casi amenazada, NE= no evaluada.