



Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.

Posgrado en Ciencias Biológicas

**EFFECTOS DE LA ESTRUCTURA DEL PAISAJE
SOBRE LA RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE
DIFERENTES GREMIOS DE ALIMENTACIÓN DE
AVES, AL SUR DE YUCATÁN, MÉXICO.**

Tesis que presenta

WALDEMAR SANTAMARIA RIVERO

En opción al título de

MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
Opción Recursos Naturales



Mérida, Yucatán, México, Noviembre de 2011



RECONOCIMIENTO



Por medio de la presente, hago constar que el trabajo de tesis titulado **Efectos de la estructura del paisaje sobre la riqueza y abundancia de diferentes gremios de alimentación de aves, al sur de Yucatán, México** fue realizado en los laboratorios de **la Unidad de Recursos Naturales** del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. bajo la dirección de la **Dra. Eurídice Leyequién Abarca y Dr. José Luis Hernández Stefanoni**, dentro de la Opción **Recursos Naturales**, perteneciente al Programa de Posgrado en Ciencias Biológicas de este Centro.

Atentamente,

Dr. Oscar A. Moreno Valenzuela

Director Académico

Centro de Investigación Científica de Yucatán, AC.

Mérida, Yucatán, México; a 7 de noviembre de 2011

DECLARACIÓN DE PROPIEDAD

Declaro que la información contenida en la sección de Materiales y Métodos Experimentales, los Resultados y Discusión de este documento proviene de las actividades de experimentación realizadas durante el período que se me asignó para desarrollar mi trabajo de tesis, en las Unidades y Laboratorios del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., y que a razón de lo anterior y en contraprestación de los servicios educativos o de apoyo que me fueron brindados, dicha información, en términos de la Ley Federal del Derecho de Autor y la Ley de la Propiedad Industrial, le pertenece patrimonialmente a dicho Centro de Investigación. Por otra parte, en virtud de lo ya manifestado, reconozco que de igual manera los productos intelectuales o desarrollos tecnológicos que deriven o pudieran derivar de lo correspondiente a dicha información, le pertenecen patrimonialmente al Centro de Investigación Científica, A.C., y en el mismo tenor, reconozco que si derivaren de este trabajo productos intelectuales o desarrollos tecnológicos, en lo especial, estos se registrarán en todo caso por lo dispuesto por la Ley Federal del Derecho de Autor y la Ley de la Propiedad Industrial, en el tenor de lo expuesto en la presente Declaración.

Firma: _____



Nombre: Waldemar Santamaría Rivero

AGRADECIMIENTOS

A mis asesores Dra. Eurídice Leyequién Abarca y Dr. José Luis Hernández Stefanoni, por su paciencia, enseñanzas, y apoyo durante la realización de esta tesis que ha sido una ardua labor.

A los miembros de mi comité tutorial: Dr. Juan Manuel Dupuy Rada, Dr. Juan Chablé Santos, Dr. José Luis Hernández Stefanoni, Dra. Eurídice Leyequién Abarca y al Dr. Javier Bello Pineda por sus consejos, enseñanzas y por el tiempo que se han tomado en leer cada una de las versiones de la tesis.

A mi esposa Zuleyka, por su gran amor, cariño, comprensión y apoyo incondicional durante todo este tiempo, y en especial por tu paciencia y por darme una nueva motivación de que luchar con esmero y dedicación hacia los grandes desafíos de la vida con la llegada de nuestra hija Renata.

Al Centro de Investigación Científica de Yucatán y a la Unidad de Recursos Naturales, en especial al laboratorio de ecología, por haberme dado la oportunidad de realizar mis estudios de Maestría. De igual forma, agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada durante la realización de esta investigación.

A doña Bárbara MacKinnon de Montes, por sus consejos y comentarios incluidos en el documento y por su ayuda en la clasificación de las especies de aves en gremios de alimentación.

A los señores Víctor Marín Pérez, Ramiro Lara, Feliciano Pech por su apoyo en la realización de los censos de aves.

Al M. en C. Paul Wood, por su gran ayuda en la clasificación de las especies de aves en gremios de alimentación.

A los técnicos Filogonio May Pat, M.C. Fernando Tun Dzul, Biol. Rosalina Rodríguez Román y al Biol. Rodrigo Valle Huchín por su gran apoyo en la obtención de los datos de campo y en laboratorio, así como a sus consejos y compañía.

En especial a mi familia por su cariño, comprensión y apoyo incondicional durante todos mis años de estudio.

Un agradecimiento especial a mi suegro y suegra por sus consejos y apoyo incondicional.

A mis compañeros del laboratorio de ecología en especial a Jorge Aguilar, Oscar Yam y Arturo Alvarado.

Paginas	
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	v
RESUMÉN.....	1
ABSTRACT.....	3
CAPITULO I.....	5
INTRODUCCIÓN.....	5
ANTECEDENTES GENERALES.....	8
Las selvas tropicales.....	8
Las selvas tropicales secas.....	8
Selva mediana subcaducifolia.....	9
Factores biológicos y ecológicos de la sucesión.....	9
La ecología del paisaje.....	10
Mapas de cobertura del suelo.....	11
Estructura del paisaje.....	12
Importancia de las aves.....	14
Importancia de México para la migración de aves.....	15
Importancia de la península de Yucatán para las aves.....	16
Avifauna de la selva media subcaducifolia del sur de Yucatán.....	17
Clasificación de las aves en gremios de alimentación.....	18
Influencia de la estructura del paisaje sobre la riqueza y abundancia de la comunidad de aves.....	19
Efectos de la sucesión en las comunidades de aves.....	20
Algunos estudios con gremios de alimentación.....	21
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	23
HIPÓTESIS.....	24
OBJETIVOS.....	25
BIBLIOGRAFIA.....	26
CAPITULO II.....	33
INFLUENCIA DE LA EDAD SUCESIONAL Y LA ESTRUCTURA DEL PAISAJE SOBRE LA RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE AVES DE DIFERENTES GREMIOS DE ALIMENTACIÓN.....	33
INTRODUCCIÓN.....	33
MATERIALES Y METODOS.....	35
Área de estudio.....	35
Diseño del muestreo.....	36
Censos de aves.....	37
Clasificación de las aves en gremios de alimentación.....	38
Cálculo y selección de las métricas del paisaje.....	38
Análisis estadísticos.....	41
Curvas de rarefacción.....	41

Diferencias en la riqueza y abundancia de aves entre clases de vegetación.....	41
Influencia de la edad sucesional y la estructura del paisaje sobre la riqueza de especies y abundancia de aves de diferentes gremios de alimentación.....	42
RESULTADOS	42
Muestreo de la temporada migratoria.....	43
Análisis de la riqueza de especies y abundancia de las aves entre gremios de alimentación y clases de vegetación de la temporada migratoria.....	45
Relación entre la riqueza de los gremios de alimentación y la abundancia de las especies, con la edad sucesional y la estructura del paisaje de la temporada migratoria.....	50
Muestreo de la temporada reproductiva.....	52
Análisis de la riqueza de especies y abundancia de las aves entre gremios de alimentación y clases de vegetación de la temporada reproductiva.....	54
Relación entre la riqueza de los gremios de alimentación y la abundancia de las especies, con la edad sucesional y la estructura del paisaje de la temporada reproductiva.....	60
Diferencias y semejanzas entre las dos temporadas de muestreo (migratoria y reproductiva).....	62
DISCUSIÓN	63
Riqueza y abundancia de especies de aves en la temporada migratoria.....	64
Riqueza y abundancia de especies de aves en la temporada reproductiva.....	72
BIBLIOGRAFIA	79
CAPITULO III	85
DISCUSION GENERAL	85
CONCLUSIONES	86
RECOMENDACIONES	88
PERSPECTIVAS	89
BIBLIOGRAFIA	89
ANEXOS	91

INDICE DE FIGURAS

	Pagina
Figura 1. Ruta migratoria de las aves en color rojo se observa la ruta migratoria del Atlántico o golfo (Modificado de Eley <i>et al.</i> , 2005).	16
Figura 2. Mapa del sitio de estudio	35
Figura 3. Mapa de cobertura de suelo del área de estudio con la ubicación de los 274 puntos de conteo obtenida de una clasificación supervisada (Modificada de Hernández-Stefanoni <i>et al.</i> 2011)	36
Figura 4. Curva de rarefacción basada en individuos muestra la riqueza de aves por clases de vegetación de la temporada migratoria.	44
Figura 5. Curva de rarefacción basada en individuos por gremios de alimentación: Frugívoros de dosel (FD), Granívoros de sotobosque (GS), Insectívoros de corteza (IC), Insectívoros de dosel (ID), Insectívoros de dosel medios (IDM) e Insectívoros de sotobosque (IS), de la temporada migratoria.	44
Figura 6. Diferencias significativas en la riqueza de especies entre los gremios de alimentación ($F_{3, 271} = 252.36$, $P < 0.000$).	46
Figura 7. Diferencias significativas en la riqueza de especies entre las clases de vegetación en el gremio de insectívoros de corteza ($F_{3, 271} = 3.658$, $P < 0.013$).	47
Figura 8. Diferencias significativas en la abundancia entre las clases de vegetación de las siguientes especies: <i>Megarynchus pitangua</i> ($F_{3, 271} = 4.525$, $P < 0.004$); <i>Dives dives</i> ($F_{3, 271} = 3.739$, $P < 0.012$); <i>Thryothorus maculipectus</i> ($F_{3, 271} = 2.738$, $P < 0.044$).	48
Figura 9. Diferencias significativas en la abundancia entre las clases de vegetación de las siguientes especies: <i>Xiphorynchus flavigaster</i> ($F_{3, 271} = 2.795$, $P < 0.041$); <i>Euphonia affinis</i> ($F_{3, 271} = 6.235$, $P < 0.000$) y <i>c) Patagioenas flavirostris</i> ($F_{3, 271} = 4.155$, $P < 0.007$).	49
Figura 10. Curva de rarefacción basada en individuos muestra la riqueza de aves por clase de vegetación de la temporada reproductiva.	53
Figura 11. Curva de rarefacción basada en individuos para los gremios de alimentación: Frugívoros de dosel (FD), granívoros de sotobosque (GS), insectívoros de corteza (IC) insectívoros de dosel (ID), insectívoros de dosel medio (IDM) e insectívoros de sotobosque (IS), de la temporada reproductiva.	53

- Figura 12.** Diferencias significativas en la riqueza de especies entre las clases de vegetación ($F_{3, 271} = 4.95, P < 0.002$). 55
- Figura 13.** Diferencias significativas en la riqueza de especies entre los gremios de alimentación, ($F_{3, 271} = 186.77, P < 0.000$). Nota: Letras diferentes muestran que sí hubo diferencias. 56
- Figura 14.** Diferencias significativas en la riqueza de especies entre las clases de vegetación del gremio de insectívoros de dosel ($F_{3, 271} = 2.633, p < 0.05$), insectívoros de sotobosque ($F_{3, 273} = 2.777, p < 0.042$), e insectívoros de corteza ($F_{3, 273} = 11.04, p < 0.000$). 57
- Figura 15.** Diferencias significativas en la abundancia entre las diferentes clases de vegetación de las siguientes especies: *Myiarchus yucatanensis* ($F_{3, 271} = 2.892, P < 0.036$), *Megarynchus pitangua*, ($F_{3, 271} = 2.761, P < 0.043$), *Arremonops rufivirgatus* ($F_{3, 271} = 3.142, P < 0.026$). 58
- Figura 16.** Diferencias significativas en la abundancia entre las diferentes clases de vegetación de las siguientes especies: *Sittasomus griseicapillus* ($F_{3, 271} = 12.331, P < 0.000$) y *Xiphorynchus flavigaster* ($F_{3, 271} = 4.33, P < 0.005$) *Euphonia affinis* ($F_{3, 271} = 4.327, P < 0.005$). 59

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Descripción de las métricas usadas para cuantificar la estructura del paisaje y su importancia ecológica.	39
Cuadro 2. Modelos de regresión significativos para predecir la riqueza de aves en diferentes gremios de alimentación a partir de métricas de la estructura del paisaje, edad y altura de la vegetación en la temporada migratoria.	51
Cuadro 3. Modelos significativos para la predicción de la abundancia de las especies representativas de los gremios de alimentación a partir de métricas de la estructura del paisaje, edad y altura de la vegetación de la temporada migratoria.	51
Cuadro 4. Modelos significativos para la predicción de la riqueza de los gremios de alimentación con las variables a nivel de clase (métricas a nivel de clase) y con la edad y altura de la vegetación de la temporada reproductiva.	61
Cuadro 5. Modelos significativos para la predicción de la abundancia de las especies de los gremios de alimentación con las variables a nivel de clase (métricas a nivel de clase) y con la edad y altura de la vegetación de la temporada reproductiva.	61
Cuadro 6. Listado de las especies de aves observadas en el área de estudio por temporada	91
Cuadro 7. Listado de la clasificación de las especies de aves por gremio de alimentación y su abundancia por temporada y clase de vegetación.	94

RESUMEN

Los bosques tropicales secos actualmente se encuentran amenazados por los cambios de uso del suelo (agricultura y ganadería). Una de las estrategias para estudiar el grado de conservación de estos bosques es a través de especies indicadoras, en específico, las aves han sido utilizadas ampliamente a través del estudio de sus comunidades y de agrupaciones como los gremios de alimentación. El presente trabajo se realizó en una superficie de 22 x 16 Km², en el sur del estado de Yucatán, donde fueron seleccionados 23 paisajes de 1km², utilizando una imagen clasificada (Spot 5, del 2005) para seleccionar las clases de vegetación que fueron definidas basándonos en la edad sucesional y la posición topográfica. Se realizó un muestreo estratificado con un total de 274 sitios distribuidos entre las cuatro clases de vegetación, con 12 sitios en cada paisaje. Se muestreó la vegetación y la comunidad de aves en cada uno de los 274 sitios. Todas las aves vistas o escuchadas fueron registradas utilizando la técnica de doble observador con un radio fijo de 40 m, los muestreos se realizaron en dos temporadas (migratoria y reproductiva). Por otra parte, se midió la estructura y las variables florísticas de la vegetación, y se calcularon las métricas de tipo de parche para los 23 paisajes.

Se registraron 103 especies de aves de 22 familias, 83 especies residentes y 20 especies migratorias, con un total de 4,377 registros. Las especies fueron agrupadas en 6 gremios de alimentación (frugívoros de dosel, granívoros de sotobosque, insectívoros de corteza, insectívoros de dosel, insectívoros de dosel medio e insectívoros de sotobosque). La riqueza de especies fue mayor en la clase de vegetación 3 en la época reproductiva, asimismo la mayor riqueza de especies por gremio de alimentación fue para los insectívoros de dosel. Por otra parte, los gremios de insectívoros de corteza e insectívoros de dosel presentaron mayor riqueza en las clases de vegetación con mayor edad, mientras que los insectívoros de sotobosque presentaron mayor riqueza en las clases de vegetación con menor edad.

De los 6 gremios considerados solo los insectívoros de corteza e insectívoros de sotobosque se asociaron con las variables explicativas (Edad, Altura, PD, Shape_AM y TECI). Los resultados sugieren que la conservación de la conectividad entre los parches con diferentes edades sucesionales permitirá una mayor riqueza y abundancia de las aves, asimismo una disminución de la cobertura de bosques mayores de 15 años podría generar una disminución de la riqueza del gremio de insectívoros de corteza y de las especies especialistas del interior del bosque.

ABSTRACT

Tropical dry forests (TDF) are worldwide threatened due to human pressure, specifically because of land use changes such as agriculture and grazing lands. The use of indicator species to assess the conservation status of the TDF is a suitable strategy; specifically bird communities and their feeding guilds have been broadly used as indicators of habitat disturbance. In our study, located in the south of the Yucatan state (extent of 22 x 16 km²), we selected 23 landscapes of 1km². We used a supervised classification (Spot 5, 2005) to select vegetation classes that were defined based on their successional age. We carried out a stratified sampling with a total of 274 plots almost evenly distributed among the four vegetation classes, with 12 plots in each landscape. We sampled the vegetation and birds in the 274 plots. All birds seen or heard were registered, we used a modified double-observer technique with a fixed radius of 40 m, and we sampled during two seasons (i.e., reproductive and migratory). For plants, we measured structural and floristic variables. We calculated patch metrics for all the 23 landscapes.

We recorded 4,377 individuals over 103 bird species from 22 families, in which 83 were resident species and 20 migratory. We categorized the bird species into 6 feeding guilds (i.e., canopy frugivores, understorey granivores, bark insectivores, canopy insectivores, mid-canopy insectivores and understorey insectivores). Results showed that the bird species richness was higher in the vegetation class 3 during the reproductive season; moreover canopy insectivores presented the higher species richness. In addition, there were significant differences in the species richness of the bark insectivores, canopy insectivores and understorey insectivores among the vegetation classes. The bird community did not show an association with the explanatory variables. Two out of the 6 feeding guilds, i.e., bark insectivores and understorey insectivores, associated with the explanatory variables. Our results suggest that the maintenance and conservation of landscape connectivity among the vegetation patches with different successional age could allow high bird species. Moreover, an increase in the early successional forests could lead to a decrease in bark insectivores' species richness and specifically the forest interior specialists.

INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales ocupan el 7% de la vegetación terrestre, sin embargo, dentro de estos hábitats se localiza aproximadamente el 50% de la biodiversidad mundial (Núñez, 2008; Kricher *et al.*, 2006). A pesar de su importancia se encuentran sujetos a grandes transformaciones debido a la deforestación, fragmentación y cambios de uso de suelo (Chazdon *et al.*, 2005). Estas alteraciones del hábitat pueden tener efectos negativos o positivos en las comunidades vegetales y faunísticas (Brown y Lugo, 1990). El 42% de este tipo de ecosistema lo ocupan los bosques tropicales secos (Murphy y Lugo, 1986).

En México el 60% de la vegetación tropical es seca, con aproximadamente 181,461 Km² siendo uno de los cuatro tipos de vegetación con mayor superficie (Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa, 2010). Asimismo, en la península de Yucatán las selvas secas son el tipo de vegetación dominante (Martínez, 2008). La selva mediana subcaducifolia es considerada una selva seca y para el Estado de Yucatán representa una de las más importantes debido a la extensión que ocupan, que es de aproximadamente 29, 309 Km² (Flores y Espejel, 1994).

Las actividades humanas tales como la agricultura de roza-tumba y quema y la ganadería generan un paisaje conformado por un mosaico de parches de vegetación primaria y bosques secundarios (Raman *et al.*, 1998; Raman, 1996; Lynch, 1989), que pueden representar ambientes con diferente grado de hospitalidad para las especies faunísticas. Esto debido a la adaptación diferencial de estas especies a diferentes condiciones ambientales. Por otra parte, el aumento en la producción de alimentos para autoconsumo en comunidades rurales, la agricultura mecanizada y la ganadería han generado una mayor intensidad de cambios de uso del suelo originando bosques secundarios en diferentes etapas de sucesión (Vester y Calme, 2003).

En específico, para las aves se ha encontrado que algunas especies especialistas (p.ej. trepatroncos y carpinteros) son más sensibles a los cambios en la estructura de la vegetación, ya que requieren de árboles con mayor diámetro y altura para su alimentación y reproducción. En cambio las especies consideradas generalistas (p.ej. granívoros como palomas y tórtolas) pueden verse favorecidos por la fragmentación del hábitat, debido a que pueden adaptarse por ejemplo a los cultivos agrícolas (Gray *et al.*, 2007; Stouffer *et al.*, 2006). Por lo tanto, las comunidades de aves han sido usadas frecuentemente para evaluaciones de conservación y monitoreo (Almazán - Núñez *et al.*, 2009). En estas comunidades, existen respuestas y susceptibilidad diferencial de las especies ante alteraciones en el hábitat, tanto a nivel de sitio como a

nivel del paisaje; entre algunos de los factores que pueden determinar ésta susceptibilidad se encuentra la estrategia de alimentación (Raman y Sukumar, 2002).

Por otra parte, poco se sabe del valor ecológico potencial que los bosques sucesionales tienen sobre las comunidades animales (Smith *et al.*, 2001). Los cambios en la riqueza y abundancia en las comunidades animales que se generan a partir de un proceso de sucesión en la vegetación han sido poco estudiados en paisajes fragmentados (Raman, 1998). Algunos estudios han encontrado que la diversidad estructural de la vegetación, que tiende a incrementar a lo largo de la sucesión (Brady y Noske, 2009), puede proveer de un número mayor de micro-hábitats para las aves (Karr, 1980). Asimismo, otros estudios en áreas tropicales han encontrado un incremento en la diversidad de aves y en la especialización de sus gremios en relación al incremento en la edad del bosque, lo cual sugiere que las etapas sucesionales de mayor edad presentan más oportunidades de forrajeo que las etapas tempranas de sucesión (Smith *et al.*, 2001; Raman *et al.*, 1998; Andrade y Rubio-Torgler, 1994).

Por otro lado, diferentes estudios en los bosques tropicales, presentan evidencia de que la habilidad de las especies para sobrevivir en fragmentos depende no solamente del hábitat *per se*, sino también del tipo de parche (o tipo de hábitat) que lo rodea, es decir, de la composición y configuración del paisaje. Además, también depende de la forma en que estas especies usan los hábitats (Stouffer *et al.*, 2006; Raman, 2006; Renjifo, 2001).

La estructura de la comunidad de aves puede ser influenciada por la composición y estructura del (micro) hábitat, así como por el tamaño y la estructura de los parches donde se alimentan y reproducen (Cushman y MacGarigal, 2002). A nivel del paisaje las etapas sucesionales pueden proveer para algunas especies o grupos de especies un alto grado de conectividad, permitiendo la dispersión entre los parches de vegetación de diferentes edades sucesionales (Smith *et al.*, 2001; Finegan, 1996). Asimismo, la heterogeneidad en el paisaje produce un mosaico de distintos parches de vegetación con diferente composición y configuración espacial (Gutzwiller y Barrow, 2002), pudiendo alterar las funciones ecológicas del ecosistema para los diferentes organismos que alberga. Por otra parte los cambios de uso del suelo han contribuido a la reducción del tamaño de los parches con vegetación de mayor edad, incrementando la distancia entre estos, favoreciendo el efecto de borde¹, y creando nuevos hábitats

¹ definido como el conjunto de procesos asociados al incremento de la relación perímetro/área que se produce con el avance de la fragmentación del hábitat

mono-específicos y homogéneos (p.ej. la agricultura, ganadería y la urbanización) (Sirami *et al.*, 2009; Watson *et al.*, 2005).

El objetivo principal del presente trabajo es evaluar la influencia de la composición y configuración del paisaje, así como de la edad sucesional de la vegetación sobre la riqueza de especies de aves y sus abundancias, así como sobre la riqueza de especies en ciertos gremios de alimentación, y la abundancia de especies representativas de dichos gremios, en una selva mediana subcaducifolia del sur de Yucatán. Esto con el fin de evaluar la influencia de la edad sucesional y la estructura y configuración del paisaje sobre la riqueza de especies y abundancia de las aves en general, así como en los diferentes gremios de alimentación.

Contar con esta información nos permitirá identificar cuáles son los gremios de alimentación de la comunidad de aves más vulnerables a las modificaciones de su hábitat a nivel del paisaje. Con base en esto se pueden desarrollar indicadores del estado de conservación de las comunidades de aves en el área de estudio.

ANTECEDENTES GENERALES

LAS SELVAS TROPICALES

Las selvas tropicales son los ecosistemas con mayor diversidad de especies en el mundo, ocupan el 7% de la superficie terrestre y albergan el 50% de la biodiversidad mundial aproximadamente; aun conociendo su gran importancia están siendo destruidas por la degradación y la conversión a otras formas de uso del suelo, además menos del 5% de las selvas tropicales del mundo se encuentran protegidas en áreas naturales (Kricher *et al.*, 2006).

Desde tiempos antiguos las selvas tropicales han sufrido cambios originados por fenómenos naturales (huracanes e incendios forestales), actualmente la principal causa de disturbio son las actividades humanas tales como la agricultura mecanizada y la ganadería extensiva que se realizan para satisfacer las necesidades alimenticias de la creciente población humana (Hernández-Stefanoni, 2006). Dichas actividades conllevan a la pérdida y fragmentación de las selvas tropicales, lo cual tiene como principal consecuencia la pérdida de la biodiversidad (Vergara y Armesto, 2009).

En específico, en México gran parte de las selvas tropicales están siendo transformadas a un ritmo acelerado y alarmante debido a las actividades humanas que se realizan para satisfacer principalmente las necesidades de vivienda y alimentación (Ramírez, 2007). Las selvas tropicales, en su mayoría se encuentran inmersas en un mosaico de paisaje heterogéneo (p.ej. con áreas agrícolas y urbanas) con diferentes grados de fragmentación, mientras que su minoría se encuentra dentro de zonas protegidas (p.ej. áreas naturales protegidas) (Berlanga, 2001).

LAS SELVAS TROPICALES SECAS

A diferencia de las selvas tropicales húmedas, las selvas secas enfrentan durante varios meses del año una severa carencia de agua, ya que se localizan en regiones con periodos de sequía largos. En general, el clima en estas regiones es cálido (temperatura media anual superior a 17 °C), con lluvias moderadas (precipitación total anual de 600 a 1800 milímetros), y una temporada sin lluvia que dura entre dos y siete meses al año (Martínez, 2008). Los bosques tropicales secos ocupan un 42% de las selvas tropicales y subtropicales del mundo (Murphy y Lugo, 1986). Asimismo ocupan el 38% de las selvas secas del continente Americano mientras que para México ocupan

aproximadamente el 60% de la vegetación (Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa, 2010; Becerra, 2005).

Las selvas secas son actualmente uno de los ecosistemas más seriamente amenazados en el mundo debido a que históricamente han sido preferidos por sus características climáticas y edáficas siendo atractivos para los asentamientos y desarrollo humano de las comunidades rurales en los trópicos (Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa, 2010). Debido a dicho desarrollo, al uso irracional de la biodiversidad y a los cambios de intensidad y tipo de uso del suelo, estas selvas están sufriendo una rápida pérdida y fragmentación (Ramírez, 2007; Murphy y Lugo, 1986). En el Neotrópico, entre las actividades antropogénicas que afectan severamente a este tipo de vegetación están las prácticas agrícolas de roza-tumba y quema, la urbanización y la construcción de infraestructura, la tala selectiva, y la ganadería extensiva, entre otras de menor impacto (Martínez, 2008). Estas actividades originan la formación de paisajes heterogéneos con elementos de selvas en diferentes etapas sucesionales, áreas agrícolas y urbanas (Berlanga, 2001).

SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA

La selva mediana subcaducifolia en la Península de Yucatán se localiza principalmente en el Estado de Yucatán, con una pequeña superficie en los estados de Campeche y Quintana Roo, contando con una extensión total de 29, 309 km². Se distribuye principalmente en climas cálidos subhúmedos con lluvias en verano, la precipitación anual oscila entre los 600 y 1229 mm y la temperatura media anual es de 25.9 a 26.6 °C. Los árboles presentan una altura promedio de 10 a 20 metros en el estrato superior; asimismo el 50 al 70% de las especies pierden sus hojas en la época seca del año (Flores y Espejel, 1994).

Este tipo de selva es considerado uno de los más importantes para el Estado, por su extensión y alta biodiversidad, sin embargo se encuentra poco representado en los sistemas de reservas y áreas protegidas (Martínez, 2008).

FACTORES BIOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS DE LA SUCESIÓN

La sucesión secundaria en las comunidades vegetales es un proceso que comienza después de que una comunidad natural ha sufrido una perturbación a escalas mayores a 1 ha y se caracteriza por los cambios sucesivos en la composición de las especies y en la estructura de la comunidad vegetal (Martínez, 2008). En términos generales, la

sucesión se ve influenciada por eventos probabilísticos, la biología de las especies, las interacciones entre plantas y animales, y por los componentes abióticos (tipo de suelo, clima) del lugar (Guariguata y Ostertag, 2000). Diversos factores determinan la velocidad a la que ocurre la sucesión, como la intensidad y la duración de la alteración, la distancia a fuentes de semillas, las condiciones del área, tales como la topografía y el clima del sitio, las características del suelo, la disponibilidad de la luz, la naturaleza del banco de semillas en el suelo, la producción de frutos y la capacidad de rebrote de raíces (Finegan, 1996).

Por otra parte, debido a la reducción del área de los bosques maduros y al incremento del área de los bosques secundarios en el trópico, éstos juegan un papel cada vez más importante en el mantenimiento de las comunidades de aves (Smith *et al.*, 2001). Las diferentes etapas sucesionales conllevan a cambios florísticos y estructurales del hábitat, y por lo tanto impactan sobre la comunidad de aves de distintas formas (Brawn *et al.*, 2001). En términos generales, conforme avanza el proceso de sucesión en la vegetación, su diversidad estructural aumenta lo cual puede proveer de un mayor número de microhábitats para distintas especies de aves (Karr, 1980). Se ha reportado que en las etapas tardías de los bosques secundarios tropicales hay una mayor diversidad de aves así como una mayor especialización en sus gremios de alimentación (Raman, 2006; Raman *et al.*, 1998; Hutto *et al.*, 1986). Además, en las etapas tempranas de la sucesión, el éxito reproductivo no está garantizado debido a una posible falta de sitios para la anidación, y las aves especialistas o dependientes del bosque se pueden ver afectadas negativamente por falta de fuentes de alimentación o de sitios de descanso (Smith *et al.*, 2001). Asimismo, en los trópicos las aves residentes tienden a ser más especializadas en el hábitat que sus contrapartes migratorias. También, otros factores como la baja capacidad de dispersión o rango de distribución restringido de las aves contribuyen a excluir a ciertas especies de las etapas tempranas de bosque secundario (Stouffer *et al.*, 1995).

LA ECOLOGÍA DEL PAISAJE

La ecología del paisaje estudia la relación entre patrones y procesos ecológicos en diferentes escalas espaciales y temporales y en diversos niveles de organización (Vila *et al.*, 2006; Wu *et al.*, 2002). Forman y Godron (1986), definen el paisaje como un área geográfica espacialmente heterogénea integrada por un solo ecosistema o

conjunto de ecosistemas en donde las unidades del paisaje interactúan entre sí (citado de Vila *et al.*, 2006).

La definición e identificación de los diferentes elementos que componen un paisaje es el primer paso esencial en cualquier investigación de ecología del paisaje, lo cual es un requisito del proceso para cuantificar los patrones de composición y configuración del paisaje (MacGarigal *et al.*, 2002). Esta parte del proceso se puede realizar obteniendo mapas de coberturas de suelo.

MAPAS DE COBERTURA DEL SUELO

El proceso de mapeo de la cobertura del suelo es la transformación de datos de imágenes multiespectrales (imágenes de satélite) en información temática donde se especifiquen las diferentes coberturas del suelo (Jensen, 1996). Este proceso consiste en la asignación de píxeles o grupos de píxeles a tipos de clases que representan objetos en la superficie terrestre (p.ej. agua, zona urbana, clases de vegetación) a través del uso de una variedad de algoritmos (De Jong y Van der Meer, 2004).

Dos de los principales métodos usados para crear mapas de cobertura del suelo son la clasificación no supervisada y la supervisada (Gómez y Gobbo, 2002, Jensen, 1996).

La clasificación no supervisada busca agrupar las propiedades espectrales de los píxeles asignando cada píxel a una clase espectral determinada. Una vez terminada la clasificación se pueden asignar nombres a las clases espectrales (p.ej. agua, área urbana, tipo de vegetación) Las principales ventajas de este método es que es menos laborioso y tiene un bajo costo, no se requiere de un conocimiento detallado de la región antes del análisis, los errores humanos son minimizados y las clases únicas son reconocidas como unidades distintas. Las principales desventajas son que se limita a agrupar conjuntos de objetos en clases a través del uso de técnicas computarizadas (software) o estadísticas digitales, y por lo tanto no existe un control sobre el menú de clases y su identificación específica (Arango *et al.*, 2005; Gómez y Gobbo, 2002).

La clasificación supervisada, por otra parte, requiere de información de campo del área de estudio, en este caso el investigador es el que define el número de clases (Gómez y Gobbo, 2002; Jensen, 1996). Esta clasificación consiste en transformar datos de imágenes multiespectrales en información temática definida *a priori* (Gómez y Gobbo, 2002). En la clasificación supervisada se requiere conocer inicialmente la identidad y ubicación de algunos tipos de cobertura del suelo (p.ej. áreas urbanas, agricultura, cuerpos de agua o tipos de vegetación), esto puede ser a través de la

combinación de trabajo de campo, fotografías aéreas y de la experiencia personal del investigador (Araya, 2009; Jensen, 1996). Algunas de las ventajas de este método es que los investigadores controlan el menú de clases de información o categorías a la medida, con propósitos específicos y regiones específicas, las categorías de información están ligadas a áreas con identidad conocida, y se pueden evaluar los resultados con sitios de entrenamiento adicionales. Entre las desventajas más comunes cabe mencionar que la definición de sitios de entrenamiento que se basa en categorías de información que no necesariamente corresponden con propiedades espectrales, la selección de áreas de entrenamiento es costosa en tiempo y labor de trabajo, los sitios de entrenamiento pueden no ajustarse a las clases de información y presentarse como categorías únicas (Ayala *et al.*, 2001).

ESTRUCTURA DEL PAISAJE

La estructura del paisaje está compuesta de: parches (unidad ecológica relativamente homogénea), corredores (conexiones entre los parches, funcionan como hábitats, conductos de dispersión, barreras y filtros) y matriz (área relativamente más grande, más conectada que juega un rol dominante en la dinámica del paisaje). La relación entre estos componentes del paisaje, se pueden diferenciar en dos conceptos fundamentales: la composición del paisaje (variedad y abundancia de los elementos en un paisaje) y la configuración del paisaje (características espaciales y de distribución de los elementos en un paisaje) (Vila *et al.*, 2006; Armenteras *et al.*, 2005). Por lo tanto, la descripción de grandes áreas heterogéneas es compleja, sin embargo el uso de la percepción remota (PR) puede auxiliar en la identificación y discriminación de los componentes del paisaje. Con la PR es posible distinguirlos con base en la forma, el tamaño, el tipo de borde y la relación con polígonos de otras categorías. Estas variables se resumen en los llamados índices de paisaje o métricas de la estructura del paisaje, que permiten cuantificar las relaciones espaciales de y entre los elementos de un mosaico (polígonos del mapa o parches de hábitat) de modo que una larga descripción verbal puede reemplazarse por un conjunto de valores numéricos sintéticos (Matteucci *et al.*, 2005).

Desde la década de 1980, cuando la ecología del paisaje comenzó a popularizarse y a adoptarse por ecólogos y planificadores, se han generado nuevos índices o métricas; existen dos categorías básicas de métricas que cuantifican la estructura del paisaje, las de composición (sin referencia a los atributos espaciales) y las de configuración (requiere de información espacial); estas métricas pueden ser a nivel de parche

(representan la característica espacial y el contexto de un parche individual), clase de parche (representan la cantidad y distribución espacial de un tipo de parche particular y pueden ser interpretados como índices de fragmentación) o de paisaje (representan el patrón espacial de todo el mosaico del paisaje y pueden ser interpretados generalmente como los índices de la heterogeneidad del paisaje porque estos miden la estructura del paisaje en general). Entre las métricas más utilizadas se encuentran las que miden el área, la forma, el borde, el contraste, la proximidad, entre otros (Neel *et al.*, 2004; MacGarigal *et al.*, 2002; McGarigal y McComb, 1995).

Las métricas han sido empleadas con el propósito de encontrar las asociaciones entre patrones y procesos, para evaluar los cambios en la cobertura y uso del suelo, y para describir y comparar territorios, principalmente (Matteucci *et al.*, 2005). Sin embargo, ha surgido una fuerte crítica por la redundancia de las métricas, debido a que la mayoría de éstas tienen un alto grado de correlación, esto se debe a que la mayoría de las métricas se calculan únicamente con dos variables (p.ej. longitud del polígono y superficie del polígono de cada parche dentro del paisaje) (MacGarigal *et al.*, 2002).

Sin embargo, existen varios argumentos para no descartar *a priori* las métricas debido a su redundancia, el principal argumento es el grado de sensibilidad a factores independientes de cada una de ellas, aun cuando estén fuertemente correlacionadas. Baldwin *et al.* (2004) demostraron la gran variación de la sensibilidad de las métricas en relación con la extensión, el grano y la cantidad de categorías en el mapa. Aún en igualdad de escala (grano y extensión) y de la cantidad de clases, las métricas muestran diferencias en sensibilidad a las variaciones de factores independientes, como las variables funcionales, ecológicas o sociales, con las cuales se contrastan para hallar las relaciones patrón-proceso. En términos generales, no existe una forma de seleccionar métricas que sea objetiva y tenga en cuenta su capacidad discriminadora (Vila *et al.*, 2006; McGarigal y McComb, 1995).

Se ha encontrado que las diferentes métricas de configuración y composición del paisaje son predictores importantes de la distribución de las especies. La configuración y la cobertura del bosque (composición) son predictores de la presencia de las especies (Villard *et al.*, 1999). La distribución de un tipo de hábitat específico dentro de un determinado paisaje puede ejercer una fuerte influencia en la abundancia, distribución y dinámica de las poblaciones de los vertebrados; sin embargo, los patrones de movimientos individuales, inter e intraespecífica, y la interacción de los individuos de cada una de las especies con las variables del paisaje puede variar (McGarigal y McComb, 1995).

Se pueden obtener las métricas del paisaje para parches individuales, para grupos de parches con estrechas similitudes ecológicas (clases) y para todo el paisaje. Las métricas proporcionan información analizable y comparable de manera sistemática y estandarizada, permitiendo evaluar la composición y configuración del paisaje, los cuales, a su vez se pueden relacionar de forma cuantitativa con la riqueza y abundancia de las poblaciones de vertebrados (Matteucci *et al.*, 2005).

IMPORTANCIA DE LAS AVES

Las aves son importantes por sus interacciones ecológicas como polinizadoras, controladores de plagas, dispersores y depredadores de semillas, así como por su contribución a la limpieza del ambiente alimentándose de desperdicios y animales muertos. También gozan de gran importancia por su valor económico como por ejemplo en las actividades de cacería y el comercio de mascotas, así como también para el ecoturismo (p.ej. observación de aves por aficionados) (Berlanga, 2001).

Además las aves son buenas indicadores del estado de conservación de un sitio, debido a que permiten comprender mejor los cambios estructurales del hábitat que afectan a los diferentes ecosistemas, a través del estudio de su abundancia, composición y riqueza de especies en un área determinada (Guerrero, 2002). Finegan (1996) señala que las aves, cumplen una serie de funciones ecológicas claves para el mantenimiento de la integridad de los ecosistemas forestales, siendo la principal el proceso de dispersión de semillas.

Por otra parte Primack *et al.* (2001) manifiestan que aproximadamente el 75 % de las especies de árboles y arbustos nativos de las selvas tropicales son dispersados por animales, siendo las aves el grupo faunístico con mayor capacidad de dispersión de semillas. Entre los beneficios que las especies frugívoras pueden ofrecer a las plantas están: 1) la diseminación directa de semillas a sitios seguros en el caso de plantas que tienen requerimientos de germinación y establecimiento muy especiales; 2) algunas aves y mamíferos pueden ayudar a la germinación de semillas cuando éstas pasan por el tracto digestivo (Núñez, 2008). A su vez, las aves insectívoras evitan que diversas especies de insectos se conviertan en plaga al alimentarse de ellos, mientras que las aves carroñeras al alimentarse de animales muertos limpian el ambiente cumpliendo una importante función ecológica completando la cadena trófica y evitan la difusión de enfermedades. Las aves que se alimentan del néctar de las flores

contribuyen a la polinización al pasar de flor en flor en busca de néctar (Kricher *et al.*, 2006; MacKinnon, 2005).

IMPORTANCIA DE MÉXICO PARA LA MIGRACIÓN DE AVES

México ocupa el décimo lugar en diversidad de aves con 1,085 especies, de éstas 70% son especies residentes, cerca del 16% (100 especies) son endémicas o cuasi endémicas del país, y aproximadamente 30% son consideradas migratorias Neotropicales (MacKinnon, 2005). Asimismo 316 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010).

En México se reconocen 4 rutas migratorias de las aves Neotropicales provenientes de Estados Unidos y Canadá principalmente: 1) ruta migratoria del golfo; se ubica a lo largo del Golfo de México, incluyendo los estados de Veracruz y Tabasco hasta las lagunas de Campeche y Yucatán, 2) ruta migratoria del centro, 3) ruta migratoria del Pacífico y 4) ruta migratoria del Atlántico desde el Estado de la Florida cruzando el Golfo de México por Cuba y llegando al Estado de Yucatán, en la **Figura 1** se puede observar la ruta 1 y 4 de la migración de aves (Eley *et al.*, 2005).

El Golfo de México es un obstáculo natural el cual es enfrentado por miles de aves que deben cruzarlo o rodearlo cada primavera y otoño durante su viaje para poder reproducirse y para invernar. El hábitat que rodea el golfo es habitado por más de 800 especies de aves. Alrededor de 300 de esas especies son migratorias neoárticas-neotropicales que dependen de este hábitat para su supervivencia como zonas de descanso y reabastecimiento durante su ruta migratoria (MacKinnon y Flores, 2005; Greenberg, 1990). La región del Golfo de México constituye el hábitat más importante del hemisferio para las aves migratorias, pero su mayor parte está amenazada por la expansión urbana, el desarrollo turístico destructivo y otras actividades de transformación del territorio (Eley *et al.*, 2005; Berlanga, 2001; Smith *et al.*, 2001).

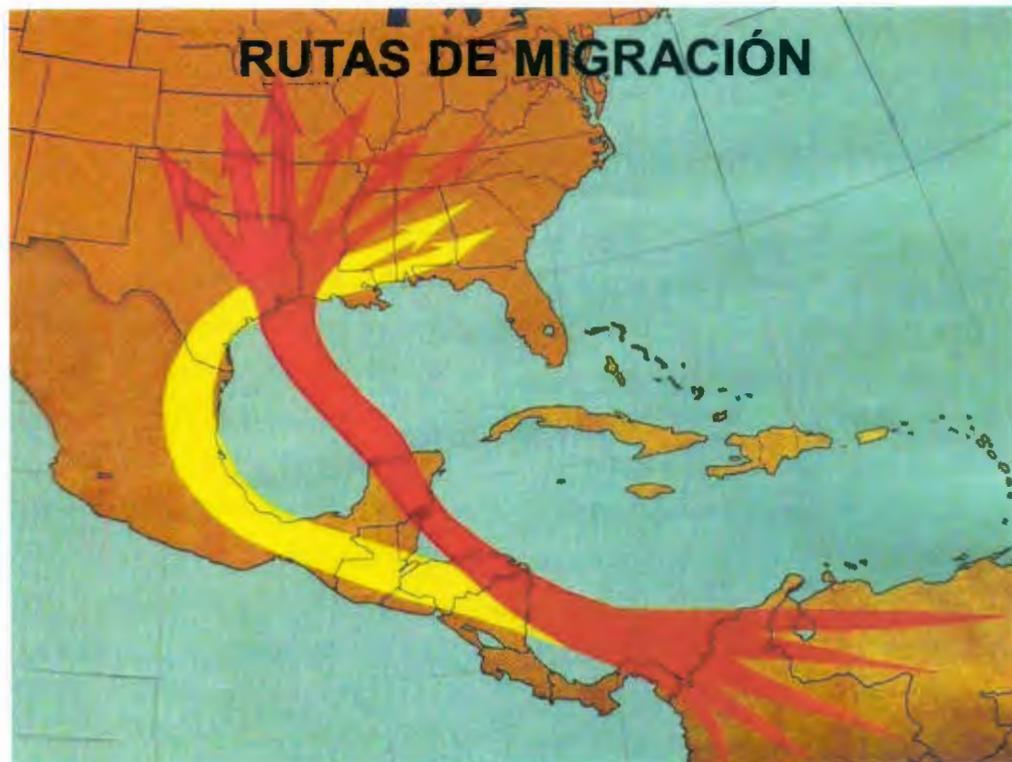


Figura 1. Rutas de migración de las aves en color rojo se observa la ruta migratoria del Atlántico o Golfo (Modificado de Eley *et al.*, 2005).

IMPORTANCIA DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN PARA LAS AVES

La Península de Yucatán ha sido considerada como un área de importancia para la conservación de la diversidad de aves, ya que funciona como una importante área para las especies invernales, así como para las que usan esta ruta migratoria de paso (MacKinnon, 2005). También tiene una gran riqueza de especies residentes y endémicas (Chablé *et al.*, 2007).

Se han registrado un total de 553 especies de aves de 75 familias, representando el 51% de las especies de aves en México; de estas, 230 son consideradas migratorias neotropicales que llegan del norte (Estados Unidos de América y Canadá) a la Península, 46 de estas se consideran vagabundas y visitantes ocasionales, y 129 pasan toda la temporada invernal, incluyendo aquellas que tienen poblaciones residentes todo el año. Un grupo de 54 especies norteñas son consideradas de paso, puesto que únicamente descansan y se alimentan antes de continuar su viaje hacia Suramérica (MacKinnon, 2005 y MacKinnon *et al.*, 2009).

El estado de Yucatán cuenta con una lista de 457 especies y 2 subespecies (*Dendroica petechia erithachorides* y *Stelgidopteryx ridgwayi*) de aves, de estas 11 especies son endémicas de la Península de Yucatán: Pavo ocelado (*Meleagris ocellata*), Loro Yucateco (*Amazona xantholora*), Tapacamino yucateco (*Nyctiphrynus yucatanicus*), Tapacamino huil (*Caprimulgus badius*), Carpintero yucateco (*Melanerpes pygmaeus*), Papamoscas yucateco (*Myiarchus yucatanicus*), Chara yucateca (*Cyanocorax yucatanicus*), Matraca yucateca (*Campylorhynchus yucatanicus*), Maullador negro (*Melanoptila glabrirostris*), Tangara yucateca (*Piranga roseogularis*), Bolsero yucateco (*Icterus auratus*). Así como dos especies quasi-endémicas como son la Codornís yucateca (*Colinus nigrogularis*), y el Colibrí cola de tijera (*Doricha eliza*) (MacKinnon, 2007; 2011).

AVIFAUNA DE LA SELVA MEDIA SUBCADUCIFOLIA DEL SUR DE YUCATÁN

Las selvas secas son de gran importancia para la diversidad biológica mundial por su riqueza específica y abundancia, así como su alta concentración de endemismos (Vázquez *et al.*, 2009). De las 457 especies de aves registradas para el estado de Yucatán, 235 especies se pueden encontrar en la selva mediana subcaducifolia del sur (MacKinnon, 2011; Chablé *et al.*, 2007). Asimismo, las aves migratorias encuentran condiciones idóneas y recursos alimenticios disponibles durante su llegada, por lo cual algunas especies (p.ej. chipes, mosqueros y semilleros) permanecen allí durante toda la temporada migratoria y otras las utilizan por unos pocos días para reponer energía y continuar su viaje hacia el sur o de regreso hacia el norte (Eley *et al.*, 2005; Berlanga, 2001; Smith *et al.*, 2001).

La avifauna de la región sur del estado cuenta con una lista de 235 especies de aves de 49 familias, de estas 21 especies se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 dos en peligro de extinción (*Cairina moschata* y *Ornithorhynchus coronatus*), cuatro amenazadas (*Crax rubra*, *Meleagris ocellata*, *Bubo virginianus* y *Ramphastos sulfuratus*) y 15 bajo protección especial, además se han registrado 10 de las 14 especies endémicas de la Península de Yucatán (Chablé *et al.*, 2007).

CLASIFICACIÓN DE LAS AVES EN GREMIOS DE ALIMENTACIÓN

En 1967, Richard Root definió formalmente los gremios como un grupo de especies que explotan la misma clase de recursos ambientales de una manera similar, sin importar el grupo taxonómico. Las agrupaciones de las especies en gremios pueden ser muy específicas dependiendo de los objetivos de estudio (Colorado, 2004; Milesi *et al.*, 2002; López, 2001).

A las aves se les puede clasificar en gremios de alimentación por el alimento y por el estrato de la vegetación donde viven y se alimentan. Algunas de las clasificaciones más comunes son: 1) **Granívoros de suelo**; aquellos que se alimentan fundamentalmente de semillas del suelo (hojarasca) o de plantas herbáceas de baja altura, 2) **Insectívoros de suelo**; los que se alimentan de insectos del suelo, 3) **Insectívoros de follaje**; se alimentan de insectos en el follaje de árboles y arbustos, 4) **Insectívoros de corteza**; se alimentan de insectos que viven debajo de la corteza 5) **Insectívoros de vuelo largo**; desde perchas y con vuelos largos atrapan insectos en el aire o en el suelo, 6) **Herbívoros de follaje**; se alimentan de hojas y frutos de árboles y arbustos, 7) **Nectarívoros**; los que se alimentan de néctar de herbáceas, arbustos y árboles, 8) **Carnívoros**, se alimentan de carne y 9) **Omnívoros**; los que se alimentan de néctar, semillas, insectos, carne (de cualquier recurso disponible); esta última categoría no proporciona información sobre las características del hábitat ya que sus miembros son altamente adaptables a cualquier hábitat (López, 2001).

Asimismo, las especies de aves se pueden alimentar de un mismo recurso en proporciones similares, o en algunas ocasiones, a falta del recurso primario, pueden cambiar de alimento (ejemplo, de Insectívoros a granívoros) (Leyequién *et al.*, 2010; Poulin *et al.*, 1994). Es muy difícil poder estudiar a todas las especies de la comunidad de aves principalmente en los trópicos debido a su alta riqueza, por lo que distinguir un número reducido de grupos de especies funcionalmente relacionados dentro de una comunidad facilita los estudios comparativos de comunidades, los gremios de alimentación también han sido empleados como un elemento de predicción del estado de los recursos (p.ej. indicadores), en el estudio de ambientes sujetos a perturbaciones humanas (Milesi *et al.*, 2002; López, 2001).

INFLUENCIA DE LA ESTRUCTURA DEL PAISAJE SOBRE LA RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE LA COMUNIDAD DE AVES

Se ha sugerido que la estructura del paisaje (composición y configuración), explica menos del 50% de la variación en la abundancia de las especies de aves en un paisaje, en donde comúnmente los paisajes más heterogéneos tienen mayor abundancia y riqueza de aves (MacGarigal y McComb, 1995). También se ha propuesto que el mantenimiento de la heterogeneidad y un área mayor ocupada por vegetación de más edad y sin perturbaciones humanas en un paisaje, promueve la conservación de una gran diversidad de especies de aves y de la fauna en general (Leyequién *et al.*, 2010).

La fragmentación del paisaje puede tener tres principales efectos, 1) degradación de la calidad y cantidad de hábitat, 2) separación de fragmentos de hábitat de la misma clase; 3) incremento en la intensidad del efecto de borde (Arriaga-Weiss *et al.*, 2008).

McGarigal y McComb (1995) compararon la influencia relativa de las métricas de composición y de configuración del paisaje en la abundancia de las especies de aves a nivel de paisaje, encontrando que la abundancia de las especies se ve afectada mayormente por las métricas de composición que por las métricas de configuración. Sirami *et al.* (2009) encontraron que a escala de paisaje la dinámica temporal y espacial en la distribución de las especies pueden estar influenciados por la distancia entre sus hábitat preferidos para alimentación, reproducción, anidación y refugio.

Asimismo, utilizando las métricas de composición, Askins *et al.* (1987) encontraron que cuando en un paisaje la mayor cantidad de área es ocupado por vegetación de bosque maduro se favorece positivamente la abundancia de especies de aves dependientes de bosque, y cuando en el paisaje el bosque maduro ocupa solamente los parches pequeños la abundancia de las especies de aves dependientes del bosque disminuye, debido principalmente a la poca movilidad de las especies.

Utilizando las métricas de configuración Vergara y Armesto (2009) encontraron, en un bosque templado de Chile, que existe una fuerte relación con las variables de configuración a nivel de paisaje (distancia entre parches del mismo hábitat) que explican la abundancia de la familia Troglodytidae, sin embargo, cuando se analizó a nivel de sitio no encontraron relación de las variables de configuración con la presencia o ausencia de dicha familia. Asimismo, se ha sugerido que la respuesta de las especies de aves a la fragmentación del hábitat a diferentes escalas se debe principalmente a sus rasgos ecológicos (abundancia, capacidad de dispersión,

tamaño de territorio, entre otros), y a sus rasgos de su historia de vida (estilos de vida sedentaria, preferencia por bosque maduros, tamaño del cuerpo y dieta) (Vergara y Armesto, 2009; Arriaga-Weiss *et al.*, 2008).

Por su parte Villard *et al.* (1999) demostraron que la fragmentación del hábitat influye sobre la abundancia, los movimientos y la persistencia de muchas especies de aves; también demostraron que la estructura del paisaje (composición y configuración) son predictores importante de la distribución y persistencia de las aves.

Con base en esta revisión bibliográfica, en el presente trabajo se emplearon las métricas de composición y de configuración del paisaje, para determinar la influencia que tiene la fragmentación del hábitat en la riqueza y abundancia de las aves.

EFFECTOS DE LA SUCESIÓN EN LAS COMUNIDADES DE AVES

La riqueza y diversidad de la comunidad de aves incrementa cuando la edad sucesional del bosque es mayor debido principalmente al aumento de los estratos verticales en la vegetación, una mayor altura de los árboles y a una mayor cobertura de dosel, lo cual permite la incorporación de nuevas especies a la comunidad de aves (Brady y Noske, 2009; Bowman *et al.*, 1990).

Los disturbios antropogénicos naturales que afectan los estados tardíos de bosques sucesionales pueden dramáticamente afectar la composición de especies de la comunidad de aves sin eliminarlos totalmente del área afectada pero si originan el reemplazo de algunas especies por otras y causan cambios en la abundancia y composición de especies de la comunidad de aves (Conner y Dickson, 1997).

Un estudio realizado por Brady y Noske (2009) en parcelas de diferente edad de abandono después de minería (Cronosecuencias) observaron que la riqueza de especies y la abundancia de las aves aumenta de manera significativa a medida que se incrementa la edad de la vegetación, por otro lado los análisis de similitud indicaron que la riqueza de especies en las áreas de sucesión en rehabilitación son distintos a las áreas de bosque nativo lo cual indica que la sucesión en rehabilitación no sigue una trayectoria directa de recuperación como los bosques nativos.

Por su parte Smith *et al.* (2001) encontraron en un estudio realizado en el estado de Campeche durante la temporada migratoria que en diferentes edades de sucesión la composición de la comunidad de aves fue muy similar y no presentaron diferencias en abundancia y diversidad, sin embargo la mayoría de las especies especialistas eran

más comunes en etapas de sucesión con mayor edad, mientras que las especies migratorias no presentaron diferencias entre las edades sucesionales.

Por último Andrade y Rubio-Torgler (1994) en un estudio realizado en la Amazonia Colombiana en vegetación sucesional de 1 a 17 años de abandono después de agricultura migratoria y en sotobosque con vegetación conservada no encontraron diferencias en la riqueza de especies y abundancia de individuos de aves, asimismo la comparación entre índices de diversidad no presentó diferencias entre los sitios, sin embargo, la riqueza de especies y abundancia de individuos en las etapas de sucesión temprana (1 a 10 años) fue menor, mientras que las etapas de sucesión 13 a 17 años presentaron una diversidad de aves similar a las áreas de vegetación conservada.

ALGUNOS ESTUDIOS CON GREMIOS DE ALIMENTACIÓN

Hutto (1985; citado por Corcuera, 2001) da ejemplos de la relación causal entre la disponibilidad de alimento y la densidad de especies de aves nectarívoras e insectívoras. Por su parte, Stouffer *et al.* (1995) encontraron que en los bosques amazónicos, la riqueza y abundancia del gremio de insectívoros de sotobosque disminuye dramáticamente después del aislamiento entre fragmentos que se encuentran separados de bosques continuos por solamente 70 – 650 metros. También observaron que la vegetación secundaria de los alrededores de los fragmentos afecta fuertemente el uso de estos fragmentos por parte de las aves después del aislamiento de los mismos.

Asimismo, Gray *et al.* (2007) encontraron que los gremios de alimentación presentan respuestas diferentes a la perturbación, así como también la respuesta de ciertos gremios puede estar influenciada por las características ecológicas (abundancia, capacidad de dispersión, tamaño de territorio, entre otros) y los rasgos evolutivos de las especies (forma del pico, patas, capacidad de vuelo, por mencionar algunos); también encontraron que la abundancia de granívoros incrementa significativamente y la abundancia de insectívoros y frugívoros disminuyen después de una perturbación en los bosques tropicales (p.ej. cambios que ocurren en las características del hábitat por actividades humanas o fenómenos naturales, que incrementan la fragmentación y pérdida de un área).

Por otro lado, Arriaga-Weiss *et al.* (2008) demostraron que en fragmentos grandes de vegetación la abundancia de insectívoros de corteza es mayor en comparación con fragmentos pequeños de vegetación, asimismo, que los frugívoros de dosel dependen

más de la presencia de árboles grandes y de sitios con poca fragmentación, y la abundancia de insectívoros de sotobosque disminuye cuando aumenta la fragmentación del hábitat.

Finalmente Conner y Dickson (1997) reportaron en un estudio realizado en la llanura costera del golfo de Texas que todas las especies de los diferentes gremios presentaron mayor abundancia en las etapas de sucesión con vegetación secundaria de mayor edad, sin embargo algunos gremios como los insectívoros de corteza fueron frecuentemente encontrados tanto en vegetación sucesional joven como en vegetación sucesional de mayor edad pero algunas especies como las del genero *Xiphorhynchus* fueron más frecuentemente capturadas en vegetación secundaria de mayor edad. Los insectívoros de sotobosque no presentaron diferencias entre los tipos de hábitat estudiados, por lo tanto los frugívoros e insectívoros de sotobosque fueron más abundantes en vegetación de crecimiento secundario joven, asimismo la abundancia de las especies en la vegetación de crecimiento secundario con mayor edad fue similar a la vegetación madura.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1) ¿La edad sucesional tiene alguna influencia sobre la riqueza de especies y la abundancia de las aves?

2) Si la edad sucesional tiene alguna influencia sobre la riqueza de especies y la abundancia de las aves, ¿dicha influencia varía entre los gremios de alimentación?

3) ¿La temporada migratoria y la reproductiva presentan patrones similares de asociación entre la edad sucesional y la riqueza de especies y abundancia de individuos de los diferentes gremios de alimentación?

4) ¿Cuál es la influencia que tienen la estructura de la vegetación y la configuración del paisaje sobre la riqueza de especies y la abundancia de individuos de los diferentes gremios de alimentación?, ¿Existen diferencias en estas relaciones entre las dos temporadas estudiadas?

HIPÓTESIS

1) Se espera que la riqueza total de la comunidad de aves difiera entre las diferentes edades sucesionales de la vegetación (p.ej. entre las etapas sucesionales tempranas y tardías), debido a que en bosques de mayor edad sucesional existe una mayor cantidad de nichos por presentar diferentes estratos y por consiguiente mayor disponibilidad de recursos alimenticios.

2) Se espera que la riqueza de especies de los gremios de insectívoros de dosel, insectívoros de sotobosque, insectívoros de corteza y en los frugívoros de dosel difieran entre las edades sucesionales, debido a que dependen de la estructura del bosque, (disponibilidad de dosel, corteza, y frutos). Asimismo, no se esperan diferencias en los gremios de granívoros debido a que no dependen de la estructura del bosque; se les asocia más a los campos abiertos y a los cultivos agrícolas.

3) Se espera que las diferencias en la riqueza de especies entre las clases de vegetación de los diferentes gremios de alimentación sean mayores en la temporada reproductiva que en la migratoria debido a que en la temporada reproductiva las especies presentan mayor actividad y movimientos en busca de pareja y sitios para anidar siendo mayor su detectabilidad.

4) Se espera que en los gremios de insectívoros de corteza y frugívoros del dosel, la edad de la vegetación sea más importante que la configuración del paisaje, debido a que requieren de árboles con mayor diámetro y dosel para buscar alimento y construir sus nidos; asimismo que en los insectívoros de sotobosque sea más importante la configuración del paisaje que la edad de la vegetación, debido a que dependen de la continuidad de los parches por su baja capacidad de vuelo para poder desplazarse de un sitio a otro.

5) Se esperaría que hubiera un mayor grado de asociación con la edad de la vegetación por parte de los insectívoros de corteza, insectívoros de dosel y frugívoros del dosel en la temporada reproductiva, debido a que se encuentran en busca de sitios para anidar.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar la influencia de la composición y configuración del paisaje, así como de la edad sucesional de las clases de la vegetación sobre la riqueza de especies y la abundancia de individuos de la comunidad de aves, la de ciertos gremios de alimentación y la abundancia de especies representativas de los gremios de alimentación, en una selva mediana subcaducifolia del sur de Yucatán.

Objetivos Específicos.

Determinar y comparar la riqueza y la abundancia de la comunidad de aves, de sus gremios de alimentación, y de especies representativas de cada gremio entre las diferentes clases de vegetación que representan diferentes edades sucesionales y posiciones topográficas en una selva mediana subcaducifolia del sur de Yucatán.

Caracterizar la estructura del paisaje del área estudiada utilizando diferentes métricas de composición y configuración del paisaje.

Estimar la dirección y magnitud de la relación de variables de la composición y configuración del paisaje así como la edad de sucesión de las diferentes clases de vegetación con la riqueza de los diferentes gremios de alimentación y con la abundancia de algunas especies representativas de cada gremio de alimentación.

BIBLIOGRAFIA

- Almazán, C., F. Puebla y A. Almazán (2009). Diversidad de aves en bosques de pino-encino del centro de Guerrero, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 25, 123-142.
- Andrade, G. y H. Rubio-Torgler (1994). Sustainable Use of the Tropical Rain Forest: Evidence from the Avifauna in the Shifting-Cultivation Habitat Mosaic in the Colombian Amazon. *Conservation Biology*, 8, 545-554.
- Arango M., John B. y Verónica B (2005). Clasificación no supervisada de coberturas vegetales sobre imágenes digitales de sensores remotos: "Landsat – ETM+". *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 58, 2611-2634.
- Araya, J. (2009). *Manual de procesos en fotografías aéreas e imágenes de satélite*. Documento técnico No. 11. Área: evaluación de tierras. San José, Costa Rica, 14p.
- Arreaga-Weiis, S., S. Calme y C. Kampichler (2008). Bird communities in rainforest fragments: guild responses to habitat variables in Tabasco, México. *Biodiversity and Conservation*, 17, 173-190.
- Armenteras, D., D.P. Ramírez, E. Cabrera, M. Morales y N. Bernal. (2005). *Análisis preliminar de patrones del paisaje en paisajes rurales ganaderos*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos, Alexander Von Humboldt. Bogota, Colombia, 175 p.
- Askins, R., M. Philbrick y D. Sugeno (1987). Relationship between the regional abundance of forest and the composition of forest bird communities. *Biological Conservation*, 39, 129-152.
- Ayala, R.M. y M. Menenti (2001). Metodología para la búsqueda del mejor clasificador de imágenes de satélite. *Teledetección, Medio Ambiente y Cambio Global*. 469-472.
- Baldwin, A.E., M.N. Marchand y J.A. Litvaitis (2004). Terrestrial habitat use by nesting painted turtles in landscape with different levels of fragmentation. *Northeastern Naturalist*, 11, 41-48.
- Becerra, J (2005). Timing the origin and expansion of Mexican tropical dry forest. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102, 10919-10923.
- Berlanga, H (2001). Conservación de las aves de América del Norte. *Biodiversitas*, Boletín bimestral de la comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad, 38, 1-16.

- Bowman, D.M.J.S., J.C.Z. Woinarski, D.P.A. Sands, A. Wells y V.J. McShane (1990). Slash and Burn Agriculture in the wet coastal lowlands of Papua New Guinea: Response of birds, butterflies and reptiles. *Biogeography*, 17, 227-239.
- Brady, C. y R. Noske (2009). Succession in Bird and Plant Communities over a 24-Year Chronosequence of Mine Rehabilitation in the Australian Monsoon Tropics. *Restoration Ecology*, 1-10.
- Brawn, J., S. Robinson y F. Thompson (2001). The Role of Disturbance the Ecology and Conservation of Birds. *Ecology and Systematics*, 32, 251-276.
- Brown, S. y A. Lugo (1990). Tropical Secondary Forests. *Journal Tropical of Ecology*, 6, 1-32.
- Chablé, J., E. Gómez y R. Pasos. (2007). *Aves comunes del sur de Yucatán*. Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, 137 p.
- Chazdon, R., A. Redondo y B. Vilchez (2005). Effects of climate and stand age on annual tree dynamics in tropical second-growth rain forests. *Ecology* 86, 1808-1815.
- Colorado, G (2004). Relación de la morfometría de aves con gremios alimenticios. *Boletín SAO*, 16, 25-32.
- Conner, R. y J. Dickson (1997). Relationships between bird communities and forest age, structure, species composition and fragmentation in the west gulf coastal plain. *Texas J. SCI* 49 Supplement, 123-138.
- Corcuera, P (2001). The abundance of four bird guilds and their use of plants in a Mexican dry forest-oak woodland gradient in two contrasting seasons. *Departamento de Biología, Universidad Autónoma de México, Huitzil*, 2, 1-12.
- Cushman S. y K. MacGarigal (2002). Hierarchical, Multi-scale decomposition of species-environment relationships. *Landscape Ecology*, 17, 637-646.
- De Jong, S.M. y F.D. van der Meer (2004). Eds. *Remote Sensing Image Analysis: Including the Spatial Domain*. Kluwer Academic Publishers, Boston, 359 p.
- Eley, B., I. Hartzler y C. Riley. (2005). *The site partners Sourcebook, Gulf Coast Bird Observatory*. publication number GCBO-001. Lake Jackson, Texas, 60 p.
- Finegan, B (1996). Pattern and process in neotropical secondary rain forests: the first 100 years of succession. *Tree*, 11, 119-124.
- Flores, J. y I. Espejel. (1994). *Etnoflora yucatanensis, Tipos de vegetación de la Península de Yucatán*. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, 135 p.

- Gómez, J.C. y E. Gobbo. (2002). *Er Mapper*. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de la Planta, Argentina, 505 p.
- Gray, M., S. Baldauf, P. Mayhew y J. Hill (2007). The Response of Avian Feeding Guilds to Tropical Forest Disturbance. *Conservation Biology*, 21, 133-141.
- Greenberg, R. (1990). *El sur de México: Cruce de camino para los pájaros migratorios*. Smithsonian Migratory Bird Center. National Zoological Park, Washington, 32 p.
- Guariguata, M. y R. Ostertag (2000). Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology and Management*, 5292, 1-22.
- 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, 56 p.
- Gutzwiller, J.K. y W.C. Barrow (2002). Does bird community structure vary with landscape patchiness? A Chihuahuan Desert perspective. *Oikos*, 98, 284-298.
- Hernández-Stefanoni, J.L (2006). The role of landscape patterns of habitat types on plant species diversity of a tropical forest in Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 15, 1441-1457.
- Hutto, L.R., S.M. Pletschet y P. Hendricks (1986). A fixed-radius point count method for nonbreeding and breeding season use. *The Auk*, 103, 593-602.
- Jensen, J. (1996). *Introductory Digital Image Processing a Remote Sensing Perspective*. Second Edition. Prentice Hall. New Jersey, pp. 197-240.
- Karr, J (1980). Geographical variation in the avifaunas of tropical forest undergrowth. *The Auk*, 97, 283-293.
- 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° edición. American Birding Association. California, pp. 1-14 y 249-290.
- Leyequién, E., F.W. de Boer y V.M. Toledo (2010). Bird Community Composition in a Shaded Coffee Agro-ecological Matrix in Puebla, Mexico: The Effects of Landscape Heterogeneity at Multiple Spatial Scales. *Biotropica*, 42, 236-245.
- López, J (2001). Estructura Gremial y organización de un ensamble de aves del desierto del monte. Tesis de doctorado. Universidad de Buenos Aires, Facultad de ciencias exactas y naturales, 105 p.

- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental- Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre- Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión – Exclusión o Cambio – Lista de Especies en Riesgo.
- Núñez M.A (2008). Evaluación de la comunidad de aves en bosques secundarios restaurados en potreros abandonados ubicados en la cuenca del Rio Zapotal Hojanca, Costa Rica. Tesis de Maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica, 73 p.
- Portillo-Quintero, C.A. y G.A. Sánchez-Azofeifa (2010). Extend and conservation of tropical dry forest in the Americas. *Biological Conservation*, 143, 144-155.
- Poulin, B., G. Lefebvre y R. McNeil (1994). Characteristics of Feeding Guilds and Variation in Diets of Bird Species of Three Adjacent Tropical Sites. *Biotropica*, 26, 187-197.
- Primack, R.R., R. Feisinger, P. Dirzo y F. Massardo (Eds). 2001. *Fundamentos de Conservación Biológica, Perspectivas Latinoamericanas*. Fondo de Cultura Económica, México. Caps. I-V, XIV-XVIII, pp. 35-181, 421-557.
- Raman, S (1996). Impact of Shifting cultivation of diurnal squirrels and primates in Mizoram, northeast India: a preliminary study. *Current Science*, 70, 747-750.
- Raman, S (2006). Effects of habitat structure and adjacent habitats on birds in tropical rainforest fragments and shaded plantations in the Western Ghats, India. *Biodiversity and Conservation*, 15, 1577-1607.
- Raman, S. y R. Sukumar (2002). Responses of tropical rainforest birds to abandoned plantations, edges and loggess forest in the Western Ghats, India. *Animal Conservation*, 5, 201-216.
- Raman, S., G. Rawat y J. Johnsingh (1998). Recovery of tropical rainforest avifauna in relation to vegetation succession following shifting cultivation in Mizoram, North-east India. *Applied Ecology*, 35, 214-231.
- Ramírez, A.J (2007). Variación en la composición de comunidades de aves en la Reserva de la Biosfera Montes Azules y áreas adyacentes, Chiapas, México. *Biota Neotropical*, 6, 1-19.
- Renjifo, L. M (2001). Effect of natural and anthropogenic landscape matrices on the abundance of subandean bird species. *Ecological Applications*, 11, 14-31.
- Sirami, C., L. Brotons y J.L. Martin (2009). Do bird spatial distribution patterns reflect population trends in changing landscapes? *Landscape Ecology*, 24, 893-906.

- Smith, A., J. Salgado y R. Robertson (2001). Distribution patterns of migrant and resident birds in successional forests of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Biotropica*, 33, 153-170.
- Stouffer, P. y R.O. Bierregaard (1995). Use de Amazonian Forest Fragments by Understory Insectivorous Birds. *Ecology*, 76, 2429-2445.
- Stouffer, P., R.O. Bierregaard, C. Strong y T. Lovejoy (2006). Long-Term Landscape Change and Bird Abundance in Amazonian Rainforest Fragments. *Conservation Biology*, 20, 1212-1223.
- Vázquez, L., H. Moya y M.C. Arismendi (2009). Avifauna de la selva baja caducifolia en la cañada del río Sabino, Oaxaca. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80, 535-549.
- Vergara, P. y J. Armesto (2009). Responses of Chilean forest birds to anthropogenic hábitat fragmentation across spatial scales. *Landscape Ecology*, 24, 25-38.
- Vester, H. y S. Calmé (2003). Los Ecosistemas Terrestres de la Península de Yucatán: Estado Actual de los Paisajes, Vegetación, Flora y Fauna. En *Naturaleza y Sociedad en el Área Maya, Pasado, Presente y Futuro*. AMC-CICY, pp. 159-173.
- Vila, J.V., D. Llausás y A. Ribas (2006). Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (Landscape ecology). Una interpretación desde la geografía. *Universidad de Girona*, 48, 151-166.
- Villard, M.-A., M.K. Trzcinski y G. Merriam (1999). Fragmentation Effects on Forest Birds: Relative Influence of Woodland Cover and Configuration on Landscape Occupancy. *Conservation Biology*, 13, 774-783.
- Watson, J.E.M., R.J. Whittaker y D. Freudenberger (2005). Bird community responses to habitat fragmentation: how consistent are they across landscapes?. *Biogeography*, 32, 1353-1370.
- Wu, J., W. Shen, W. Sum y P. T. Tueller (2002). Empirical patterns of the effects of changing scale on landscape metrics. *Landscape Ecology*, 17, 761-782.

depredadores (Calamari *et al.*, 2007; Cayuela *et al.*, 2006). Dichos cambios afectan fuertemente a las comunidades de aves a través de la alteración del hábitat (Andrén, 1994), lo cual influye en la abundancia, movimientos, persistencia y distribución de las especies en el paisaje (Villard *et al.*, 1999).

El arreglo espacial de los parches de vegetación en el paisaje tiene implicaciones importantes en la estructura de las comunidades de aves silvestres, en particular sobre la abundancia y distribución de especies de aves que son dependientes de bosque maduro (Pavlacky *et al.*, 2007; Dolma *et al.*, 2007). Por otra parte, la riqueza y la abundancia de la comunidad de aves son un indicador idóneo para estudiar el efecto de la estructura del hábitat a nivel del paisaje, dadas sus características de conspicuidad, facilidad de estudio y número elevado de especies (López, 2001). Adicionalmente, el agrupar a las especies en grupos funcionales, por ejemplo en gremios de alimentación, nos puede proporcionar indicaciones mucho más concluyentes acerca de cuáles son los factores que afectan la persistencia y distribución de las especies de aves (Colorado, 2004). El distinguir un número reducido de grupos de especies funcionalmente relacionados dentro de una comunidad facilita los estudios comparativos de comunidades, permitiendo que sean utilizados como un elemento de predicción del estado de los recursos (p.ej. indicadores), en especial en aquellos ambientes sujetos a perturbaciones humanas (Milesi *et al.*, 2002; López, 2001).

Por lo anteriormente mencionado, el comprender como pueden ser influenciadas la riqueza de especies y la abundancia de las aves por la edad sucesional y por la composición y configuración del paisaje, puede ayudar a entender la importancia del manejo tradicional de las selvas del área de estudio por las comunidades locales. Además de proporcionar información que permita sugerir estrategias de conservación en los bosques tropicales secos (Bojorges y López, 2005), en donde existen pocos estudios que documenten la riqueza de las aves terrestres residentes y migratorias.

MATERIALES Y METODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se localiza en el municipio de Oxkutzcab al sur del estado de Yucatán ($20^{\circ}01'21''$ – $20^{\circ}09'50''$ Latitud Norte y $89^{\circ}23'06''$ – $89^{\circ}36'32''$ Longitud Oeste, **(Figura 2)**, ocupa una superficie de $22 \times 16 \text{ Km}^2$ (35,200ha) dentro de un mosaico heterogéneo de diferentes coberturas de suelo: bosque tropical seco estacional (selva mediana subcaducifolia) en diferentes edades sucesionales, áreas agrícolas (agricultura tradicional de roza-tumba y quema y mecanizada), y asentamientos humanos. El clima que predomina en la región según el sistema de clasificación de Köppen modificado por (García, 1973) es el tipo Aw, denominado cálido subhúmedo con lluvias en verano y una marcada sequía que va de mediados a finales de la primavera. Este tipo de clima presenta tres subgrupos Aw0, Aw1 y Aw2, dominando en el área de estudio el subtipo Aw1 (Cálido subhúmedo intermedio). La temperatura media anual en la región es de 26°C , y la precipitación anual oscila entre los 800 y 1440mm (Brito-Castillo, 2004). El área también se caracteriza por la presencia de lomeríos con una altura mínima de 62 m, alcanzando una altura máxima de 196 m (Martínez, 2008).

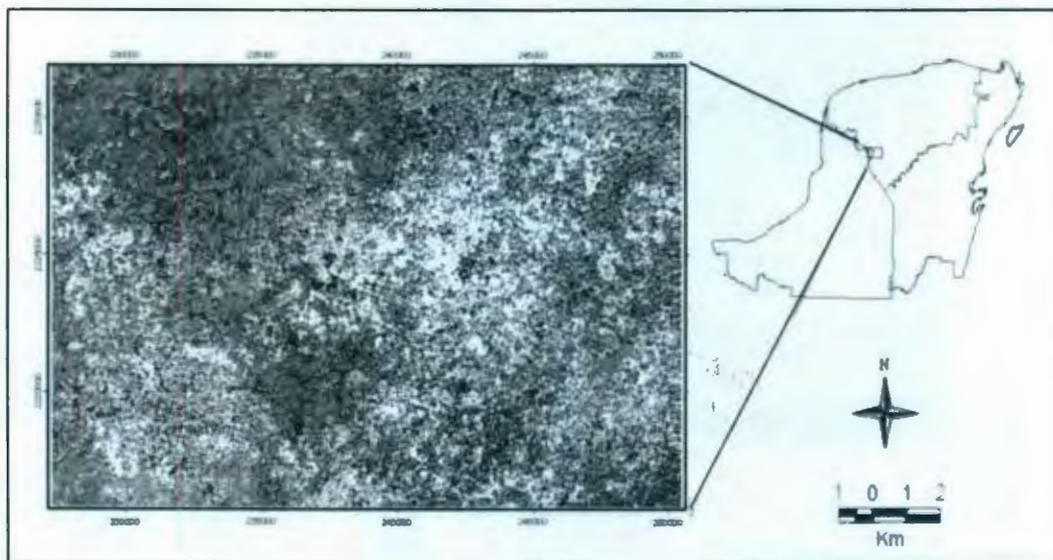


Figura 2. Mapa del sitio de estudio.

DISEÑO DEL MUESTREO

Se utilizó un mapa de la cobertura del suelo, obtenido a partir de la clasificación supervisada de una imagen de satélite Spot 5 con una resolución espacial de 10m del año 2005 (Hernández-Stefanoni *et al.*, 2011). Se seleccionaron 23 paisajes de 1 Km², dichos paisajes representan un gradiente con diferentes niveles de fragmentación. Se consideraron 4 diferentes clases de vegetación: clase 1 (3 a 8 años de abandono después de milpa con altura promedio de 6.2m), clase 2 (9 a 15 años de abandono después de milpa con altura promedio de 8.7m), clase 3 (mayores a 15 años de abandono después de milpa en terreno plano y altura promedio de 12.7m) y la clase 4 (mayores a 15 años de abandono después de milpa en cerro y altura promedio de 10.4m). Las coberturas de vegetación con edades entre 3 y 15 años (clases 1 y 2) se ubicaron predominantemente en superficies planas, debido a que en el área de estudio los campesinos las prefieren para sembrar sus cosechas. Dentro de cada paisaje de 1 Km² se realizó un muestreo estratificado para cada clase de vegetación en donde se ubicaron un total 12 sitios de muestreo, (idealmente, 3 por cada clase de vegetación), con la excepción del paisaje 10 donde únicamente se ubicaron 10 puntos (**Figura 3**).

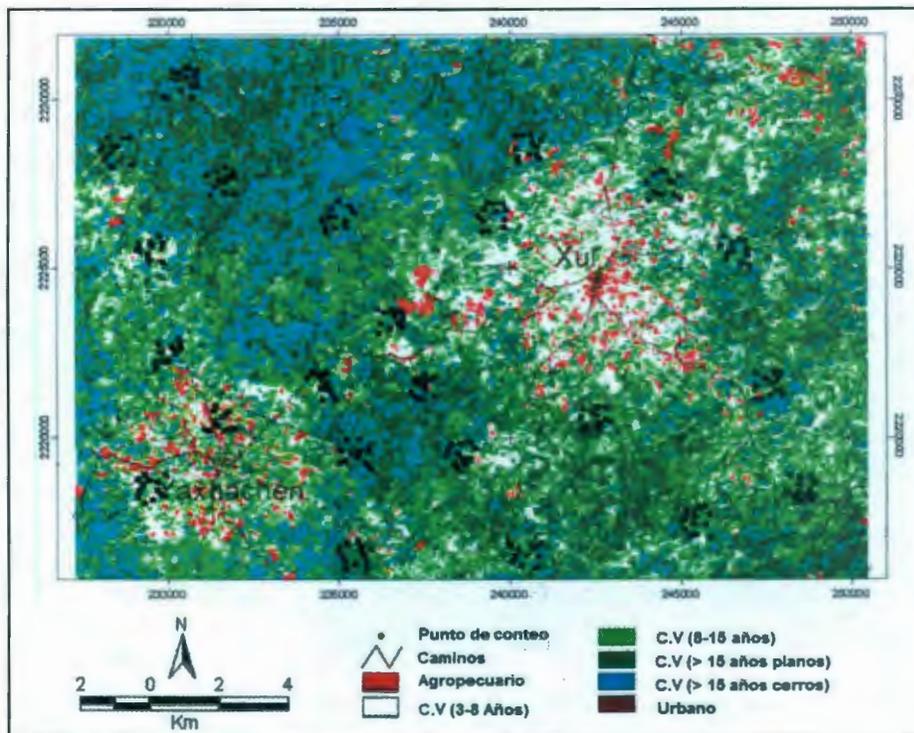


Figura 3. Mapa de cobertura de suelo del área de estudio con la ubicación de los 274 puntos obtenida de una clasificación supervisada (modificado de Hernández-Stefanoni *et al.*, 2011).

CENSOS DE AVES

En total se incluyeron en el análisis 274 puntos para el censo de la avifauna, debido a que se excluyeron 2 puntos que estuvieron ubicados en área de milpa. Del total de los puntos ubicados, 47 correspondieron a la clase de vegetación 1, 76 puntos a la clase 2, 87 puntos a la clase 3, y 64 puntos a la clase 4.

Los conteos por puntos para la comunidad de aves se establecieron a una distancia mínima de 200 m entre punto y punto, para evitar contar dos veces a un mismo individuo entre los diferentes puntos, asimismo se utilizó la técnica de doble observador (Vergara y Armesto, 2009; Ralph *et al.* 1996; Hutto *et al.*, 1986). Los puntos de conteo tuvieron un radio fijo de 40m, la selección del tamaño de radio se hizo con base en los siguientes criterios: (a) tener una alta probabilidad de detectar especies con patrones de distribución amplios, tales como especies terrestres y frugívoros grandes (e.g. las familias Psittacidae, Picidae, Trogonidae, Furnaridae, Corvidae, Troglodytidae) (Vergara y Armesto, 2009; MacGarigal y McComb, 1995; Hutto *et al.*, 1986); (b) tener una alta probabilidad de registro de especies de aves de tamaño medio (16-20cm) las cuales son relativamente fáciles de escuchar a grandes distancias (e.g. *Tyrannus melancholicus*, *Elaenia flavogaster*, *Attila spadiceus*, algunas especies de la familia Icteridae, entre otras especies); y (c) tener una alta probabilidad de registrar a aquellas especies que se alejan cuando los observadores llegan al punto (Villareal, 1999; Howell y Webb, 1995; Hutto *et al.*, 1986). Para disminuir el doble conteo en los puntos, cada individuo visto o escuchado fue ubicado dentro de la circunferencia del área de estudio tomando como referencia el norte y las manecillas del reloj, por otro lado, los dos observadores² fueron los mismos durante todas las temporadas de muestreo con el fin de minimizar los errores de estimación.

Los conteos se iniciaron 10 minutos después del amanecer; y el conteo en cada punto se inició 5 minutos después de la llegada de los observadores al sitio para minimizar el efecto del disturbio ocasionado, y el tiempo total de conteo fue de 12 minutos. Los datos que se tomaron fueron: 1) número de individuos de cada especie observada o escuchada, y 2) estrato de la vegetación en la que se registraron los individuos observados (p.ej. sotobosque, dosel medio y dosel) (Volpato *et al.*, 2009; Ralph *et al.*, 1996; Hamel *et al.*, 1996; Hutto *et al.*, 1986). Se utilizaron binoculares de 8 x 42 para registrar a todos los individuos observados y las guías de campo de National

² Los censos de aves fueron realizados por los señores: Víctor Marín y Ramiro Lara, cada uno cuenta con más de 10 años de experiencia en monitoreo y observación de aves.

Geographic (2006); Sibley, (2005); Dunn *et al.* (1997) Howell y Webb (1995) y para auxiliar en la identificación visual; asimismo se utilizaron Cd's con cantos y vocalizaciones de aves (p.ej. MacKinnon *et al.*, 2009 y Peter Boesman, Collection) para auxiliar en la identificación auditiva. Los censos no se realizaron bajo condiciones de lluvia, niebla o con ráfagas de viento muy fuerte (Vergara y Armesto, 2009; Arriaga-Weiss *et al.*, 2008; Ralph *et al.*, 1996). Todos los registros dudosos fueron eliminados de la base de datos.

Los censos de la comunidad de aves fueron realizados en dos temporadas (migratoria y reproductiva), cada punto de conteo fue visitado una sola vez por temporada de muestreo. Se muestrearon los primeros 14 paisajes (1-14) en noviembre 2008 y mayo del 2009, mientras que los 9 paisajes restantes (15-23) se muestrearon en noviembre del 2009 y mayo del 2010.

CLASIFICACIÓN DE LAS AVES EN GREMIOS DE ALIMENTACIÓN

Las especies registradas durante los muestreos se clasificaron en gremios de alimentación siguiendo los siguientes criterios: (a) Tipo de alimentación primaria (insectívoros, frugívoros y granívoros), y (b) por el estrato donde forrajean (corteza, dosel, dosel medio y sotobosque) (Bárbara MacKinnon y Paul Wood, Com. Per. 2009; Arriaga-Weiss *et al.*, 2008; Gray *et al.*, 2007; Milesi *et al.*, 2002 y observaciones directas en campo). Con base en lo anterior se clasificaron a las especies en los siguientes gremios seleccionados: 1) frugívoros de dosel, 2) granívoros de sotobosque, 3) insectívoros de corteza, 4) insectívoros de dosel, 5) insectívoros de dosel medio y 6) insectívoros de sotobosque. Cabe mencionar que no se incluyeron más gremios de alimentación por que presentaron pocas especies con bajos registros como fue el caso de los frugívoros de dosel medio, frugívoros de sotobosque, granívoros de dosel medio y granívoros de dosel.

CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LAS MÉTRICAS DEL PAISAJE

Para el cálculo de las métricas del paisaje se utilizó el Software FRAGSTATS versión 3.2 (MacGarigal y Cushman, 2002). El cálculo de las métricas de composición y configuración del paisaje se hizo para cada clase de vegetación en cada uno de los 23 paisajes, para ello se utilizó el mapa de cobertura del suelo obtenido en Hernández-Stefanoni *et al.* (2011).

Las métricas a nivel de clase pueden ser consideradas como índices de fragmentación porque miden la configuración de un tipo de parche en particular. Sin embargo, muchas métricas del tipo de parche son redundantes o representan una formulación alternativa de la misma información, por tal motivo se seleccionó entre un grupo de métricas eliminando de los análisis aquellas con alto grado de correlación, para lo cual se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson (Hernández-Stefanoni, 2006). También se incluyeron en los análisis métricas que cuantifican diferentes aspectos de la configuración del paisaje que son relevantes para los diferentes gremios de alimentación de las aves seleccionadas (aislamiento/proximidad de parches, densidad de borde de los parches, contraste de borde, complejidad de la forma de los parches). En total, se incluyeron 7 métricas en los análisis, para las cuales se ha reportado que tienen una relación con la riqueza y abundancia de la avifauna; estas variables con sus respectivos códigos son: proporción de área/borde (métricas: porcentaje de paisaje, PLAND; densidad de bordes, ED; densidad de parches, PD), forma (índice de forma promedio ponderado por área, SHAPE_AM), aislamiento/proximidad (media del índice de proximidad ponderado por área, PROXI_AM), y contraste (índice de contraste de borde total, TECI). En el **cuadro 1** se describe cada una de las métricas.

Cuadro 1. Descripción de las métricas usadas para cuantificar la estructura del paisaje y su importancia ecológica.

CODIGO	METRICA	DESCRIPCIÓN	IMPORTANCIA ECOLÓGICA
PLAND Variable de Composición	Porcentaje de área ocupada en el paisaje	Calcula la suma del área de todos los parches del mismo tipo dentro del paisaje (m ²), dividido por el área total del paisaje (m ²) y multiplicado por 100 (para calcular el porcentaje).	Valor altos de este índice indican que el paisaje es dominado por un tipo de parche, lo cual puede favorecer la abundancia de las especies generalistas (Arriaga-Weiss <i>et al.</i> , 2008)
PD Variable de Composición	Densidad de parche	Calcula el número de parches de un tipo de parche (hábitat) en particular y lo divide por el área total del paisaje (m ²), esta métrica representa el número de parches por unidad de área base, que facilita la comparación entre paisajes de diferentes tamaños.	Si la densidad de los parches es alta, esto significa que hay muchos parches que pueden ser de tamaño pequeño. Esto implica que las especies del interior del bosque (especialistas), y de grandes territorios pueden desaparecer o disminuir sus poblaciones

			(MacGarigal y McComb, 1995).
ED Variable de Configuración	Densidad de borde	Calcula la suma de la longitud (m) de todos los segmentos de borde que participa en un tipo de parche, dividido por el área del paisaje total (m ²) y multiplicado por 10,000 (para convertirlo a hectáreas). ED es la medición de la longitud total de borde de todos los tipos de parches basados por unidad de área que facilita la comparación entre paisajes de varios tamaños.	Valores altos de este índice indican una mayor densidad del área de borde, el cual puede favorecer la abundancia de las especies generalistas y afectar negativamente a las especies especialistas (Stouffer <i>et al.</i> , 2006; Idrobo y Gallo, 2003).
SHAPE_AM Variable de Configuración	Área media ponderada del índice de forma	Es la suma del índice de forma de todos los parches correspondientes a un tipo de clase de vegetación dividido entre el área total del tipo de parche. El índice de forma es calculado como el perímetro de un parche (m) y dividido por la raíz cuadrada del área del parche (m ²), además esta métrica es una medida de la complejidad de la forma de un parche comparado con una forma estándar (cuadrado) de algún tamaño.	Los parches de formas irregulares, contribuyen a un aumento del área de borde, lo cual podría afectar negativamente a las especies del interior del bosque (especialistas) (Stouffer <i>et al.</i> , 1995).
SIMI_AM Variable de Configuración	Índice de similitud medio ponderado por el Área	El índice de similitud considera el tamaño y proximidad de todos los parches independientemente de la clase. En resumen el índice de similitud cuantifica el contexto espacial de un (hábitat) parche en relación a sus vecinos de alguna clase similar.	Un valor alto de este índice, indica una mayor conectividad y menor fragmentación del paisaje favoreciendo la riqueza de especies de los gremios del interior del bosque, por ej. Los insectívoros y frugívoros de dosel (Arriaga-Weiss <i>et al.</i> , 2008; Smith <i>et al.</i> , 2001)
PROXI_AM Variable de Configuración	Índice ponderado de proximidad	El índice de proximidad considera el tamaño y proximidad de todos los parches de una misma clase.	En general un mayor aislamiento entre parches (menor valor de este índice) implica una reducción de las posibilidades de albergar o mantener un mayor grado de diversidad biológica (Oliver <i>et al.</i> , 2010; Villard <i>et al.</i> , 1999).
TECI	Índice de	Es la suma de la longitud (m) de	Valores altos de este

Variable de Configuración	contraste de borde total	cada uno de los segmentos de borde de todos los parches de la misma clase o similar; Mide el contraste de borde, como porcentaje máximo posible, aplicado a todo el borde del tipo de parche correspondiente.	índice indican una mayor fragmentación del paisaje, favoreciendo la abundancia de especies generalistas y afectando de manera negativa a las especies (Stouffer <i>et al.</i> , 2006)
---------------------------	--------------------------	---	---

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Se utilizaron dos bases de datos, la primera contiene a las especies registradas en la temporada migratoria incluyendo especies migrantes y residentes, y la segunda base de datos contiene a las especies registradas durante la temporada reproductiva, incluyendo solamente especies residentes. Para ambas bases de datos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa estadístico SPSS (ver. 11.5).

CURVAS DE RAREFACCIÓN

Se utilizó el programa EcoSim700 para calcular las curvas de rarefacción por temporada de muestreo (reproductiva y migratoria), basado en número de individuos de aves por clase de vegetación, con el fin de evaluar la riqueza observada, la riqueza estimada, el esfuerzo de muestreo por temporada y por gremio de alimentación.

DIFERENCIAS EN LA RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE AVES ENTRE CLASES DE VEGETACIÓN

Se utilizó el análisis de varianza ANOVA de una y de dos vías, para determinar si existen diferencias significativas en la riqueza y abundancia total de la comunidad de aves entre las cuatro clases de vegetación, así como si existen diferencias significativas en la riqueza y abundancia de los gremios de alimentación. En todos los análisis se corroboró que se cumplieran los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza. En aquellos casos en donde se encontraron diferencias significativas se llevó a cabo la prueba Post Hoc de Tukey ($P < 0.05$) para investigar cuáles grupos difieren entre sí.

INFLUENCIA DE LA EDAD SUCESIONAL Y LA ESTRUCTURA DEL PAISAJE SOBRE LA RIQUEZA DE ESPECIES Y ABUNDANCIA DE AVES DE DIFERENTES GREMIOS DE ALIMENTACIÓN

Se utilizó el análisis de regresión lineal múltiple para identificar las relaciones entre la estructura del paisaje, la edad sucesional y la riqueza de especies y abundancia de aves en los diferentes gremios de alimentación. Las variables dependientes fueron la riqueza de los gremios de frugívoros de dosel, granívoros de sotobosque, insectívoros de corteza, insectívoros de dosel, insectívoros de dosel medio e insectívoros de sotobosque, además de la abundancia de especies representativas de estos gremios de alimentación. Mientras que las variables explicativas fueron: edad de sucesión, altura (promedio) de cada clase de vegetación y las métricas de la estructura del paisaje a nivel de tipo de parche (PLAND, PD, ED, SHAPE_AM, PROXI_AM, SIMI_AM, TECI, para más detalles ver **Cuadro 1**). Ambos grupos de variables fueron transformados con Ln (logaritmo natural), LG10 (logaritmo base diez) o SQRT (al cuadrado), cuando fue necesario para cumplir con los supuestos de linealidad.

Para conocer la contribución parcial de cada variable explicativa se calculó la semicorrelación parcial (Sr^2). En todos los análisis se corroboró que se cumplieran los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, así como que no exista multicolinealidad entre las variables explicativas.

RESULTADOS

Para el presente trabajo se incluyeron, considerando ambas temporadas de muestreo, un total de 103 especies de aves, pertenecientes a 22 familias, 83 especies residentes y 20 especies migratorias, con un total de 4,377 registros, en donde el 81.6% fueron registros auditivos y el 18.4% fueron registros visuales. Las familias con mayor riqueza de especies fueron: Tyrannidae (18 especies), Parulidae (13 especies) e Icteridae (9 especies). Las especies con mayor número de registros fueron: *Cyanocorax yucatanicus* (300 registros), *Cyclarhis gujanensis* (233 registros) y *Vireo pallens* (197 registros). Las 103 especies se clasificaron dentro de uno de los 6 gremios de alimentación. El número de especies por gremio de alimentación fue: frugívoros de dosel (FD) con 9, granívoros de sotobosque (GS) con 10, insectívoros de corteza (IC) con 10, insectívoros de dosel (ID) con 38, insectívoros de dosel medio (IDM) con 20 especies y los insectívoros de sotobosque (IS) con 15.

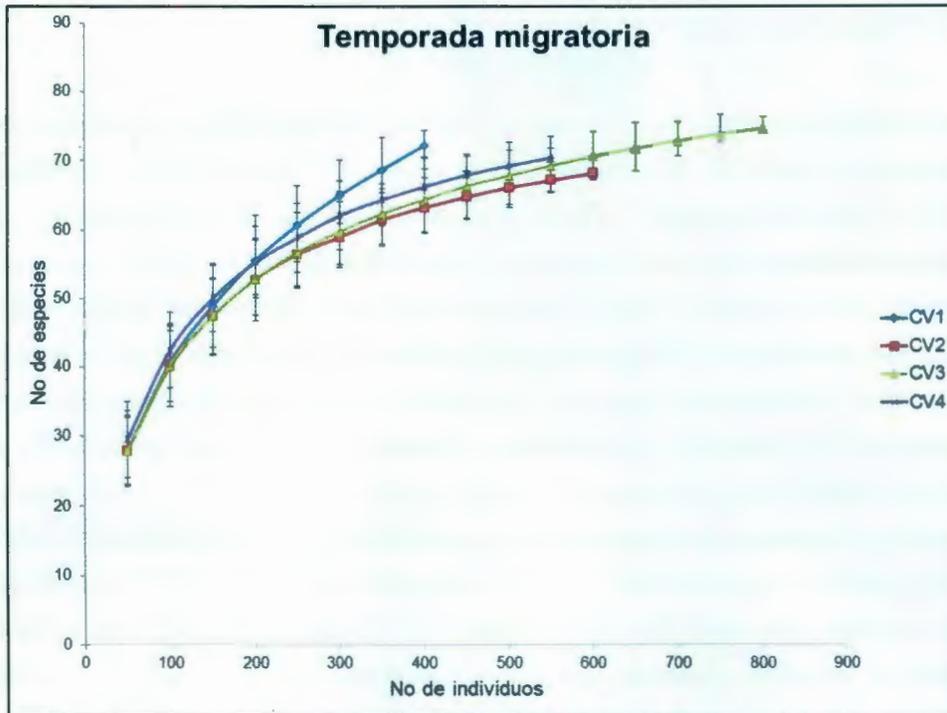


Figura 4. Curva de rarefacción basada en individuos muestra la riqueza de las especies de aves por clase de vegetación, durante la temporada migratoria.

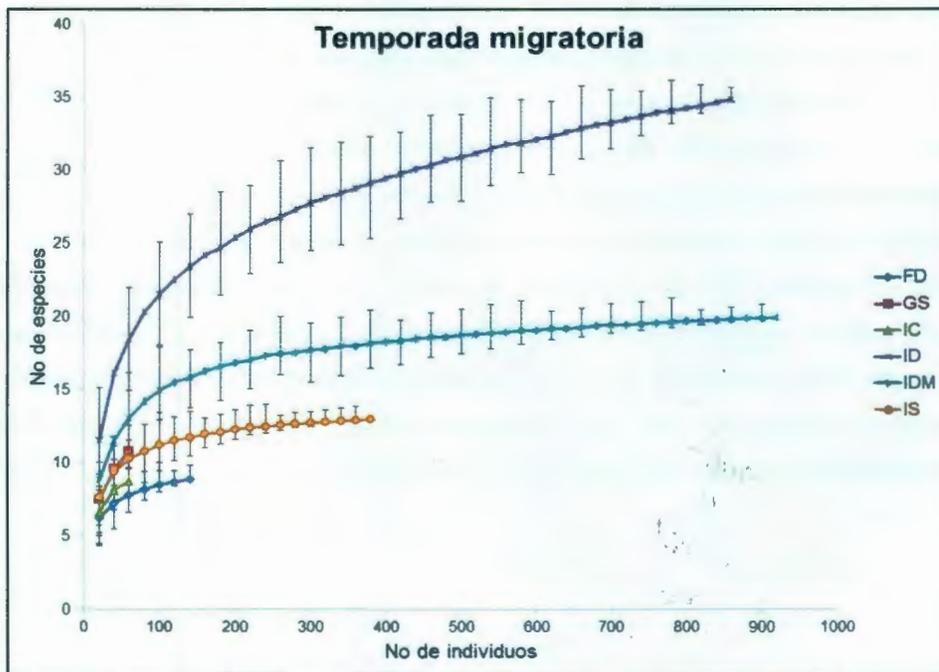


Figura 5. Curva de rarefacción basada en individuos para los gremios de alimentación: Frugívoros de dosel (FD), granívoros de sotobosque (GS), insectívoros de corteza (IC), insectívoros de dosel (ID), insectívoros de dosel medio (IDM) e insectívoros de sotobosque (IS).

ANÁLISIS DE LA RIQUEZA DE ESPECIES Y ABUNDANCIA DE LAS AVES ENTRE GREMIOS DE ALIMENTACIÓN Y CLASES DE VEGETACIÓN DE LA TEMPORADA MIGRATORIA

Los resultados muestran, a través del uso del análisis de varianza de 2 vías ($F_{3, 1644} = 1.845$, $P < 0.137$), que no existen diferencias significativas en la riqueza de especies entre las clases de vegetación. De la misma manera, la riqueza de especies si presenta diferencias significativas ($F_{5, 1644} = 274.31$, $P < 0.000$) entre los gremios de alimentación. La prueba Post Hoc de Tukey revela que existen diferencias significativas entre la riqueza de especies del gremio de insectívoros de sotobosque con los demás gremios, la mayor riqueza de especies se presenta en los gremios de insectívoros de dosel e insectívoros de dosel medio, asimismo en los gremios de frugívoros de dosel, granívoros de sotobosque e insectívoros de corteza no se presentaron diferencias significativas (**Figura 6**). Por otro lado los resultados indican que no existe una interacción entre las clases de vegetación y los gremios de alimentación ($F_{15, 1644} = 0.861$, $P < 0.609$), por lo que durante esta temporada las especies no presentaron preferencias por ninguna clase de vegetación.

Los análisis de ANOVA de 1 vía realizados para cada gremio únicamente mostraron diferencias significativas en la riqueza del gremio de insectívoros de corteza entre las diferentes clases de vegetación (**Figura 7**).

Los resultados de los análisis de datos de la abundancia de especies representativas de los gremios de alimentación de insectívoros de dosel e insectívoros de sotobosque (**Figura 8**), mostraron que para el gremio de insectívoros de dosel existen diferencias significativas en la abundancia de dos especies entre las clases de vegetación; i.e. *Megarynchus pitangua* y *Dives dives*. En específico, *M. pitangua* presentó una mayor abundancia en la clase de vegetación 4, en relación con las clases 1 y 2; mientras que *D. dives* presentó la mayor abundancia en las clases con menor edad (clase 1 y 2) encontrando diferencias significativas con la clase 3, pero no con la clase 4. En el gremio de insectívoros de sotobosque solo una especie, *Thryothorus maculipectus*, presentó diferencias significativas entre las clases de vegetación, en específico, la mayor abundancia se registró en las clases de vegetación con menor edad (clases 1 y 2) en relación con las clases de mayor edad (clase 3 y 4).

Asimismo, para los gremios de alimentación de insectívoros de corteza y frugívoros de dosel (**Figura 9**), se observa que para los insectívoros de corteza solo la especie *Xiphorynchus flavigaster* presentó diferencias significativas entre la clase de

vegetación 3 con la clase 2 y 4, la mayor abundancia se registró en la clase 3, mientras que en la clase de vegetación 1 no se registró la presencia de la especie; para el gremio de frugívoros del dosel las especies *Euphonia affinis* y *Patagioenas flavirostris* presentaron diferencias significativas en los valores de abundancia, *E. affinis* presentó mayor abundancia en la clase de vegetación 3, en relación con las demás clases 1, 2 y 4; y para la especie *P. flavirostris* la mayor abundancia se registró en la clase de vegetación 4, presentando diferencias significativas con las otras tres clases. Finalmente, en los gremios de insectívoros de dosel medio y los granívoros de sotobosque no se encontraron diferencias significativas entre las especies representativas de cada grupo.

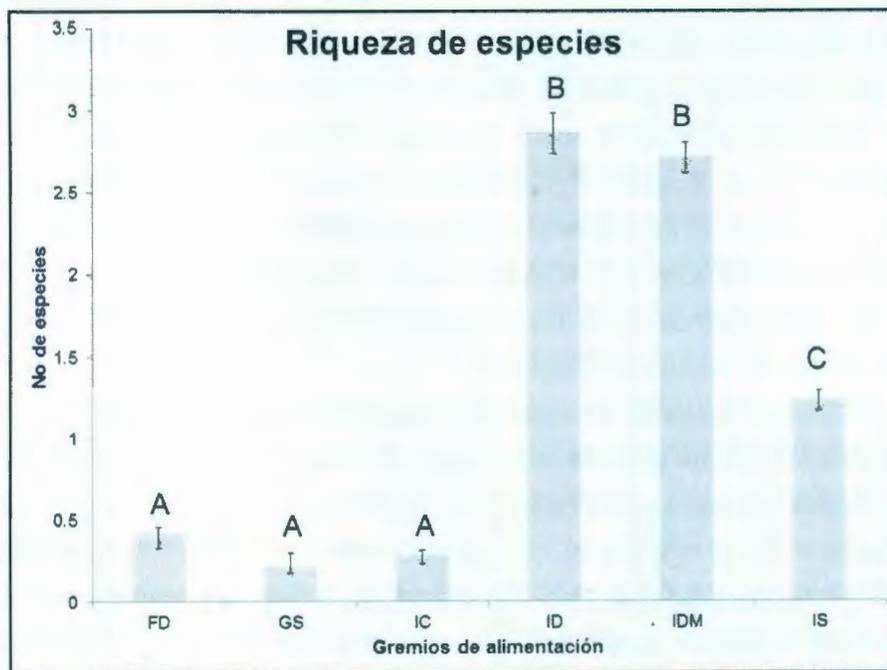


Figura 6. Diferencias en la riqueza de especies entre los gremios de alimentación ($F_{3, 271} = 252.36$, $P < 0.000$). Nota: Letras diferentes muestran que si hubo diferencias.

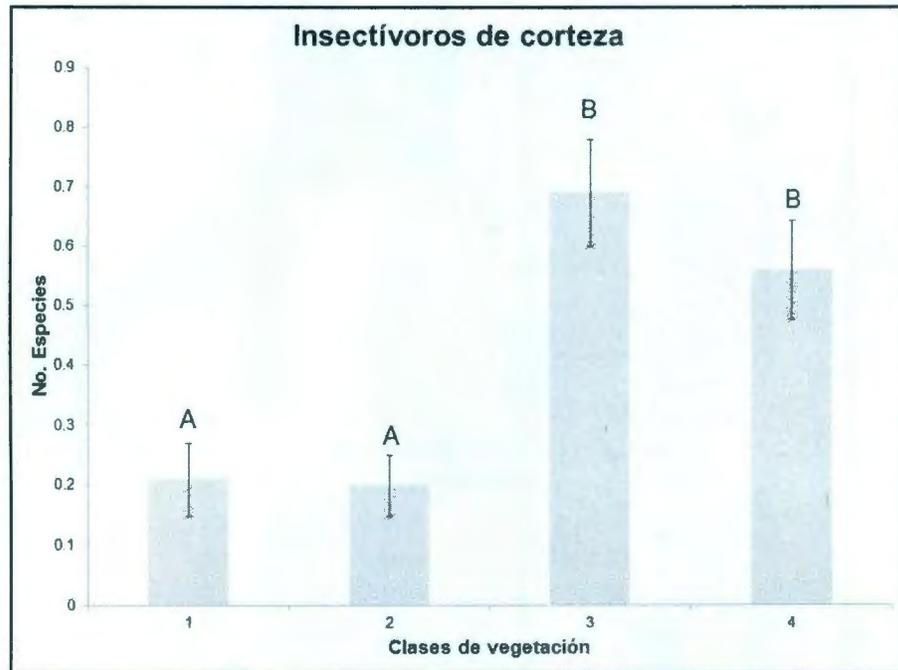


Figura 7. Diferencias significativas en la riqueza de especies entre las clases de vegetación en el gremio de insectívoros de corteza ($F_{3, 271} = 3.658$, $P < 0.013$).

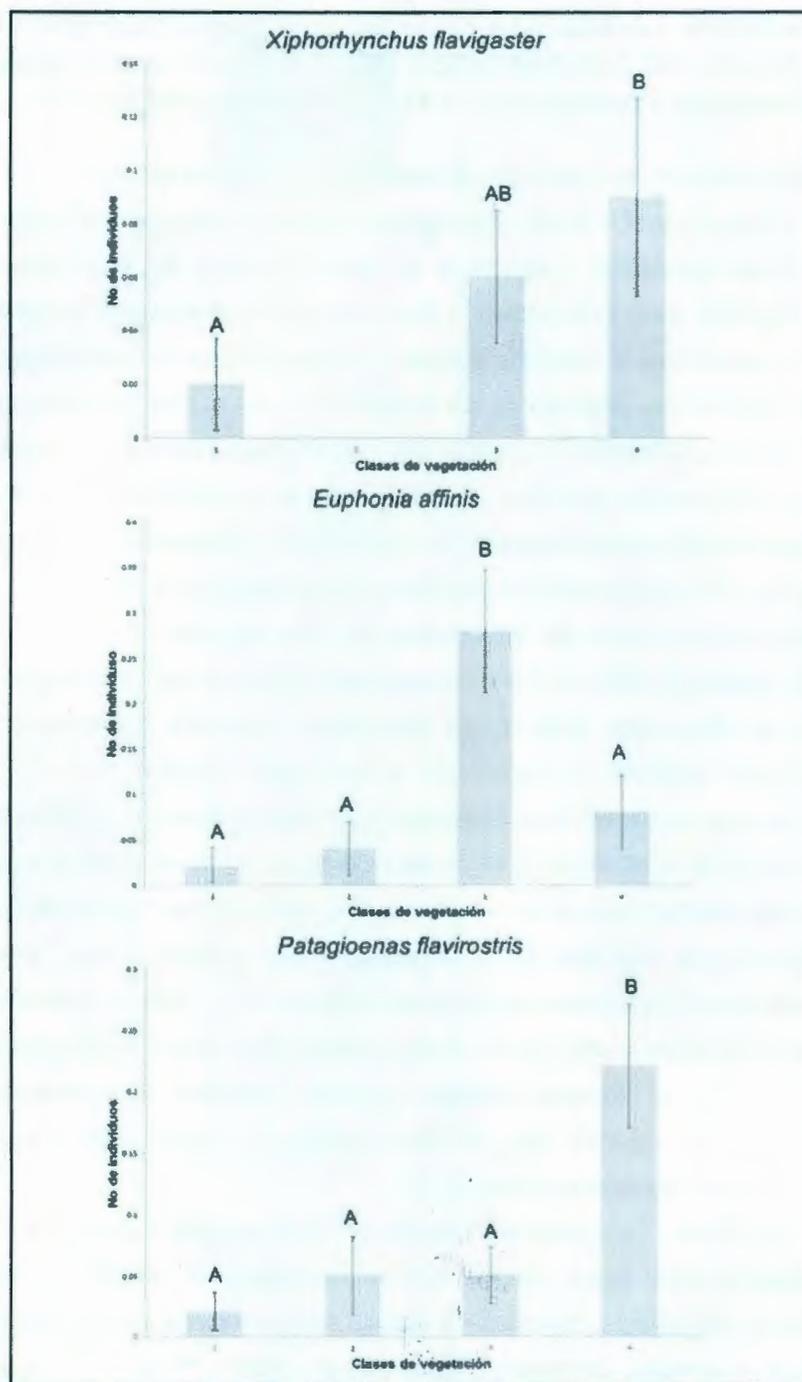


Figura 9. Diferencias en la abundancia entre las clases de vegetación de las siguientes especies: *Xiphorhynchus flavigaster* ($F_{3, 271} = 2.795$, $P < 0.041$) del gremio de insectívoros de corteza; *Euphonia affinis* ($F_{3, 271} = 6.235$, $P < 0.000$) y *Patagioenas flavirostris* ($F_{3, 271} = 4.155$, $P < 0.007$), ambas del gremio de frugívoros del dosel.

RELACIÓN ENTRE LA RIQUEZA DE LOS GREMIOS DE ALIMENTACIÓN Y LA ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES, CON LA EDAD SUCESIONAL Y LA ESTRUCTURA DEL PAISAJE DE LA TEMPORADA MIGRATORIA

Los resultados indican que para la temporada migratoria sólo el gremio de insectívoros de corteza presentó una relación significativa con las variables explicativas edad sucesional de la vegetación y contraste de borde (**Cuadro 2**). Los resultados del análisis de regresión para la abundancia de cada una de las especies representativas de los diferentes gremios de alimentación se asociaron (positiva o negativamente) con las variables explicativas (**Cuadro 3**). En específico, para los insectívoros del dosel, la especie *Cyclarhis gujanensis* se asoció de manera negativa con las variables de similitud y de contraste de borde, asimismo, *Megarynchus pitangua* presentó una relación positiva con la altura promedio de los árboles y la densidad de borde, y una relación negativa con la densidad de parche y la complejidad de la forma del parche.

En el gremio de insectívoros de sotobosque, las dos especies de *Arremonops sp.* y una especie migratoria *Wilsonia citrina* presentaron una asociación con las variables explicativas, en específico *Arremonops chloronotus* presentó preferencias por las áreas con mayor cantidad de vegetación y con mayor similitud entre los parches vecinos por lo que se espera que mientras mayor sea el área de una sola clase de vegetación entonces la abundancia de la especie será mayor, además otras variables que influyen de manera positiva en su abundancia son la forma regular de un tipo de parche y las edades mayores de la vegetación. De manera similar, *Arremonops rufivirgatus* se asoció de manera negativa con el índice SIMI_AM, en otras palabras la abundancia se incrementa cuando el paisaje presenta una mayor heterogeneidad, así mismo, se asoció de manera positiva con las variables explicativas edad y SHAPE_AM, lo cual significa que en los parches de mayor edad y con menor fragmentación la abundancia será mayor.

Por último *W. citrina* se asoció de manera positiva con los índices de PLAND y SIMI_AM, esto significa que a medida que se incrementa el tamaño del parche se incrementara la abundancia, también se asoció negativamente con el índice de PD, indicando que en paisajes con menor fragmentación habrá una menor abundancia.

Para los frugívoros del dosel, *Euphonia affinis* presentó una asociación positiva con los árboles de mayor altura, parches grandes y sin fragmentación. Finalmente las especies que forman el gremio de insectívoros de corteza, insectívoros de dosel medio y los granívoros de sotobosque no presentaron asociación con las variables explicativas.

Cuadro 2. Modelos de regresión significativos para predecir la riqueza de aves en diferentes gremios de alimentación a partir de métricas de la estructura del paisaje, edad y altura de la vegetación en la temporada migratoria.

Gremio de Alimentación	Variable Dependiente	Variables Explicativas	Coefficientes Estandarizados	Sr ²	r ² modelo
Insectívoros de corteza	RIQUEZA	EDAD	0.376*	0.12	0.145
		TECI	-.182**	0.02	
		Compartido		0.005	
Variables incluidas en el modelo con p < 0.05* y p < 0.1.**					

Cuadro 3. Modelos significativos para la predicción de la abundancia de las especies representativas de los gremios de alimentación a partir de métricas de la estructura del paisaje, edad y altura de la vegetación de la temporada migratoria.

Gremio de Alimentación	Variable Dependiente	Variables Explicativas	Coefficientes Estandarizados	Sr ²	r ² modelo
Insectívoro de dosel	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	SIMIAM	-0.301*	0.09	0.129
		TECI	-0.184**	0.03	
		Compartido		0.009	
Insectívoros de sotobosque	<i>Megarynchus pitangua</i>	PD	-0.324**	0.04	0.129
		ED	0.392**	0.03	
		SHAPEAM	-0.293**	0.03	
		ALTURAPR	0.222**	0.02	
		Compartido		0.009	
Insectívoros de sotobosque	<i>Arremonops chloronotus</i>	EDAD	0.366**	0.03	0.225
		PLAND	-0.87*	0.04	
		SHAPEAM	0.7*	0.05	
		PROXIAM	0.318*	0.04	
	Compartido		0.065		
	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	EDAD	0.195**	0.02	0.182
		SHAPEAM	0.205**	0.02	
		SIMIAM	-0.362*	0.09	
	Compartido		0.052		
<i>Wilsonia citrina</i>	PLAND	0.072**	0.004	0.106	
	PD	-0.084**	0.006		
	SIMIAM	0.257*	0.05		
Compartido		0.046			
Frugívoros de dosel	<i>Euphonia affinis</i>	PD	0.26*	0.03	0.185
		TECI	-.0240**	0.02	
		ALTURAPR	0.437*	0.13	
Compartido		0.005			
Variables incluidas en el modelo con p < 0.05* y p < 0.1.**					

MUESTREO DE LA TEMPORADA REPRODUCTIVA

En los censos de la temporada reproductiva se registraron un total de 1,904 individuos pertenecientes a 76 especies de aves residentes, de 22 familias. Las familias con mayor riqueza de especies fueron: Tyrannidae (15 especies), Icteridae (9 especies), y Picidae (6 especies). Las tres especies con mayor número de registros fueron: *Vireo pallens* (114 registros), *Cyanocorax yucatanicus* (112 registros) y *Cyclarhis gujanensis* (105 registros). La curva de rarefacción basada en individuos (**Figura 10**) nos muestra que en general el esfuerzo de muestreo fue suficiente para las clases de vegetación 2, 3 y 4, e insuficiente para la clase 1, debido a que la curva aún está lejos de alcanzar su asíntota. A un nivel de esfuerzo con 250 individuos se puede observar que no existen diferencias significativas en la riqueza de especies de aves entre las clases de vegetación. Asimismo, se puede observar (**Figura 11**) que el esfuerzo de muestreo para cada gremio de alimentación fue suficiente para los frugívoros dosel, insectívoros de dosel, insectívoros de dosel medio e insectívoros de sotobosque, pero fue insuficiente para los gremios de granívoros de sotobosque e insectívoros de corteza. A un nivel de esfuerzo de 50 individuos se puede observar que existen diferencias significativas en la riqueza del gremio de insectívoros de dosel con los otros 5 gremios de alimentación, asimismo, con un esfuerzo de muestreo de 150 individuos se observaron diferencias significativas entre los gremios de insectívoros de sotobosque, insectívoros de dosel medio e insectívoros de dosel en un orden de menor a mayor riqueza respectivamente.

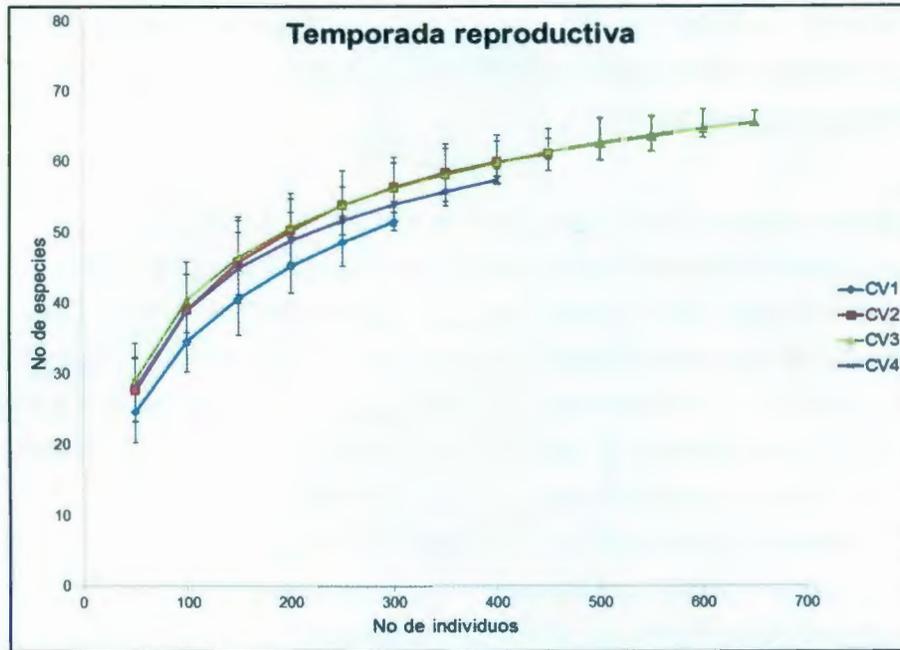


Figura 10. Curva de rarefacción basada en individuos muestra la riqueza de las especies de aves por clase de vegetación, durante la temporada reproductiva.

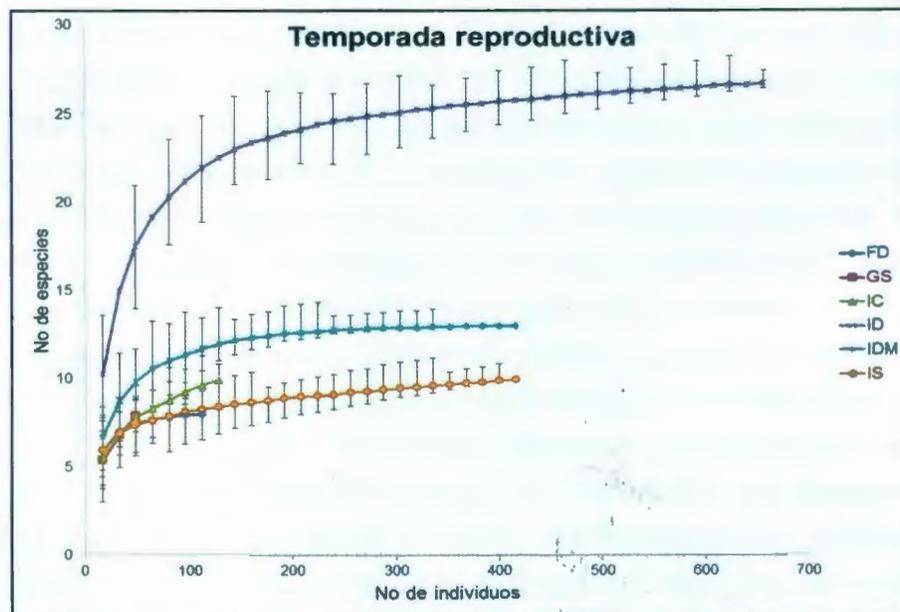


Figura 11. Curva de rarefacción basada en individuos para los gremios de alimentación: Frugívoros de dosel (FD), granívoros de sotobosque (GS), insectívoros de corteza (IC) insectívoros de dosel (ID), insectívoros de dosel medio (IDM) e insectívoros de sotobosque (IS).

ANÁLISIS DE LA RIQUEZA DE ESPECIES Y ABUNDANCIA DE LAS AVES ENTRE GREMIOS DE ALIMENTACIÓN Y CLASES DE VEGETACIÓN DE LA TEMPORADA REPRODUCTIVA

Los resultados muestran, a través del uso del ANOVA de 2 vías, ($F_{3, 1644} = 2.645$, $P < 0.042$), que existen diferencias significativas en la riqueza de especies entre las clases de vegetación (**Figura 13**). En específico, en la clase de vegetación 3 se presenta la mayor riqueza de especies en relación con las clases 1,2 y 4. Asimismo, con un valor de ($F_{5, 1644} = 163.54$, $P < 0.000$) muestran diferencias significativas en la riqueza de especies entre los gremios de alimentación; particularmente entre el gremio de alimentación de insectívoros de dosel, con los otros 5 gremios, siendo mayor la riqueza de especies en el gremio de ID (**Figura 13**). Finalmente, indican con un valor de ($F_{15, 1644} = 3.197$, $P < 0.000$) que los patrones de respuesta de los diferentes gremios de alimentación varían entre las clases de vegetación, en cuanto a la riqueza de especies de aves.

El análisis ANOVA de 1 vía realizado para cada gremio mostró diferencias significativas en la riqueza de especies entre las diferentes clases de vegetación (**Figura 14**). Los resultados muestran que hay diferencias significativas en la riqueza de especies del gremio de insectívoros de dosel entre las clases de vegetación, en específico, entre la clase de vegetación 1 con la clase 3, siendo mayor la riqueza de especies de aves en esta última. Asimismo, el gremio de insectívoros de sotobosque presentó diferencias significativas en la riqueza de especies entre las clase de vegetación 1 con la clase 4, siendo mayor la riqueza de especies en la clase 1. Finalmente, los insectívoros de corteza presentaron diferencias significativas en la riqueza de especies entre las clases de vegetación, presentando mayor riqueza de especies en las clases de vegetación con más edad (clase 3 y 4) en comparación con las clases de vegetación con menor edad (clase 1 y 2).

Los resultados del análisis de los datos sobre la abundancia de especies representativas de cada gremio de alimentación (**Figura 15**), mostraron que para los insectívoros de dosel hay dos especies (*Myiarchus yucatanensis* y *Megarynchus pitangua*) que presentan diferencias estadísticamente significativas en su abundancia entre las clases de vegetación. En específico, *Myiarchus yucatanensis*, registró una mayor abundancia en la clase de vegetación con menor edad (clase 1) en comparación con las clases de mayor edad (clase 2, 3 y 4); para *Megarynchus pitangua*, registró la mayor abundancia en la clase de vegetación 3, siendo

significativamente diferente de las clases 2 y 4, pero no de la clase 1. En el gremio de insectívoros de sotobosque solo se encontraron diferencias significativas en la abundancia de *Arremonops rufivirgatus*, presentando la menor abundancia en la clase de vegetación 4, siendo significativamente diferente de las clases 1, 2 y 3.

Para los gremios de insectívoros de corteza (**Figura 16**), la especie *Sittasomus griseicapillus*, presentó diferencias significativas, en específico, fue más abundante en las clases con mayor edad (clase 3 y 4) que en las clases con menor edad (clase 1 y 2), y *Xiphorhynchus flavigaster*, fue más abundante en la clase de vegetación 3, presentando diferencias significativas con las clases de vegetación 2 y 4, mientras que en la clase de vegetación 1 no se registró ningún individuo. Finalmente, en el gremio de frugívoros del dosel, la especie *Euphonia affinis*, presentó diferencias significativas entre la clase de vegetación 3, con las clases 1, 2 y 4, siendo mayor su abundancia en la clase 3.

Por último, en los gremios de insectívoros de dosel medio y granívoros de sotobosque no se encontraron diferencias significativas entre las clases de vegetación en la abundancia de las especies representativas.

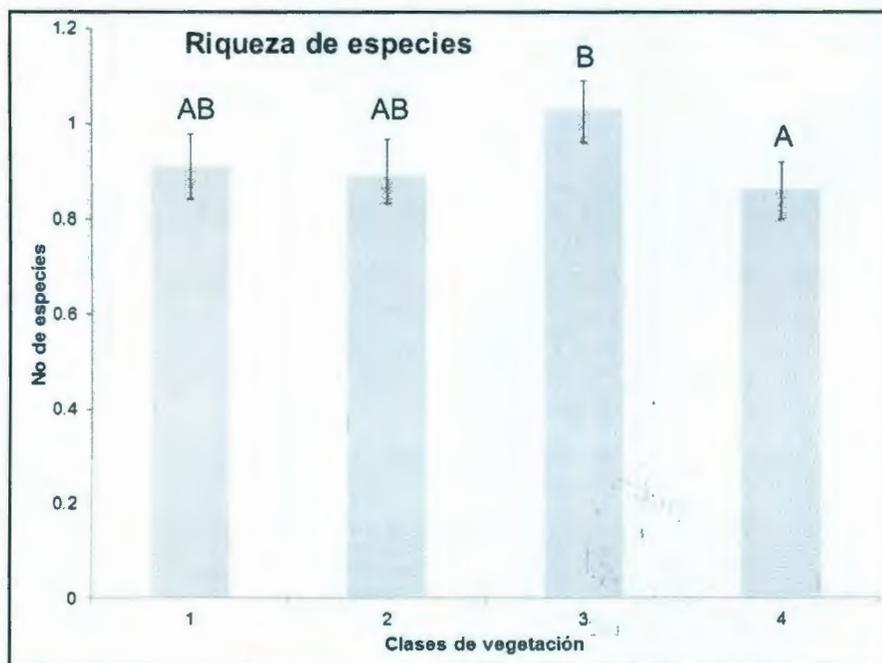


Figura 12. Diferencias significativas en la riqueza de especies entre las clases de vegetación ($F_{3, 271} = 4.95$, $P < 0.002$).

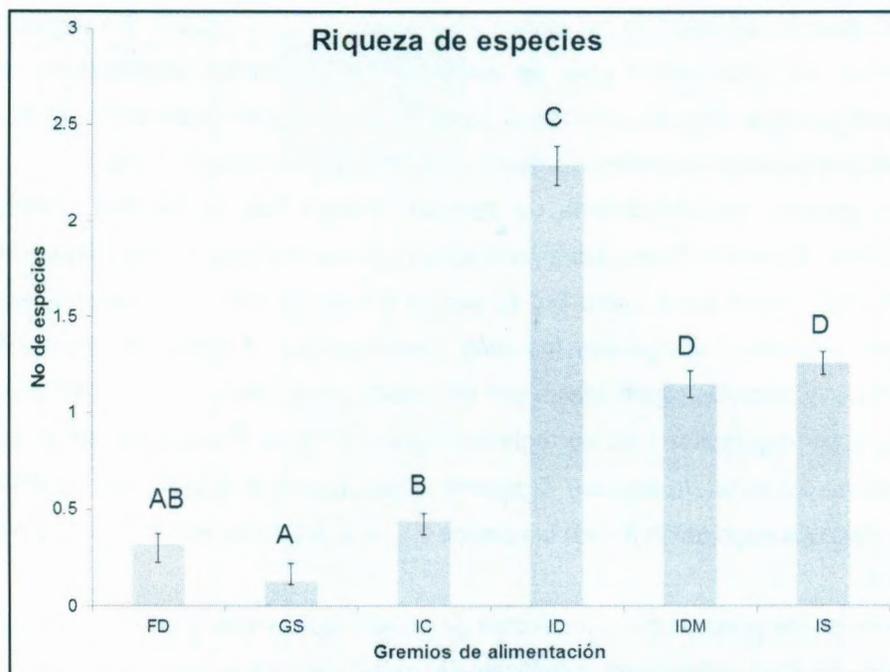


Figura 13. Diferencias significativas en la riqueza de especies entre los gremios de alimentación, ($F_{3, 271} = 186.77, P < 0.000$). Nota: Letras diferentes muestran que sí hubo diferencias.

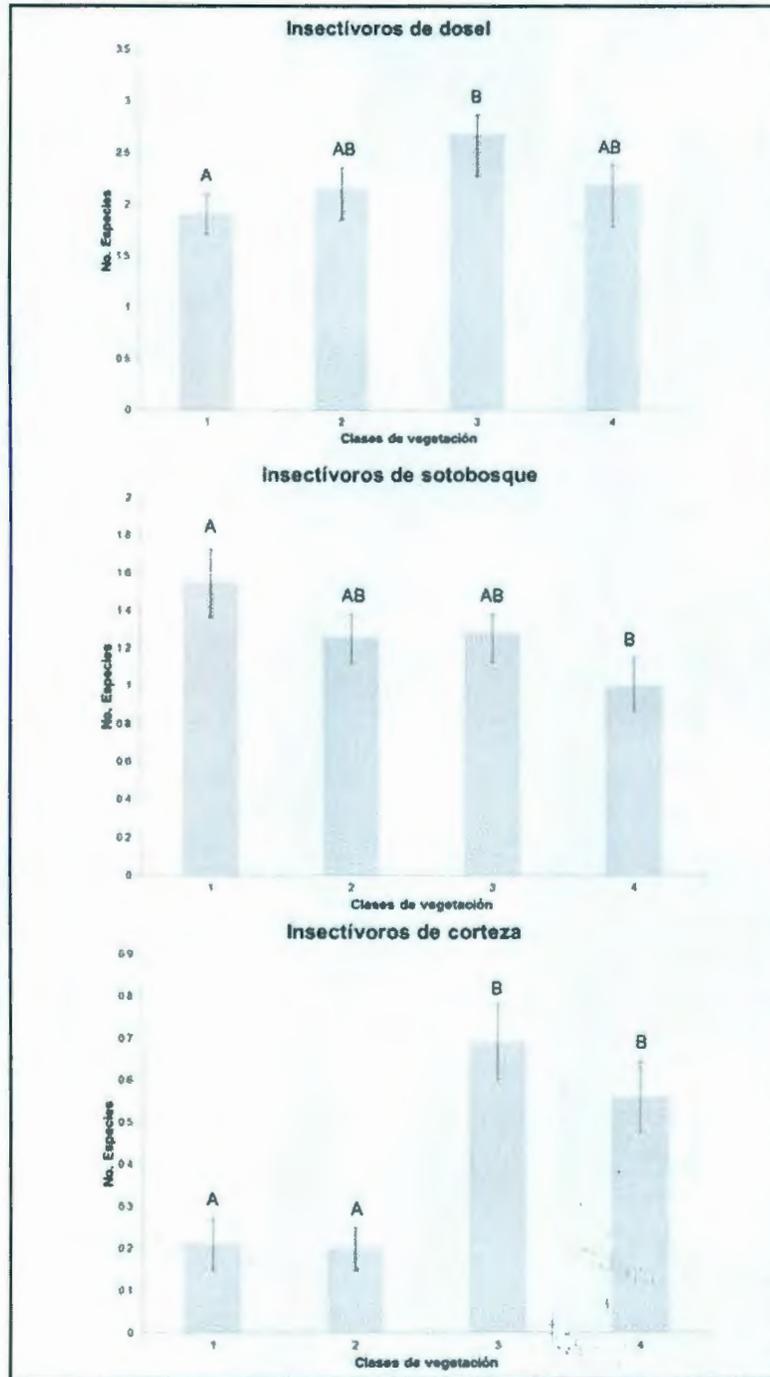


Figura 14. Diferencias significativas en la riqueza de especies entre las clases de vegetación del gremio de insectívoros de dosel ($F_{3, 271} = 2.633$, $p < 0.05$), insectívoros de sotobosque ($F_{3, 273} = 2.777$, $p < 0.042$), e insectívoros de corteza ($F_{3, 273} = 11.04$, $p < 0.000$).

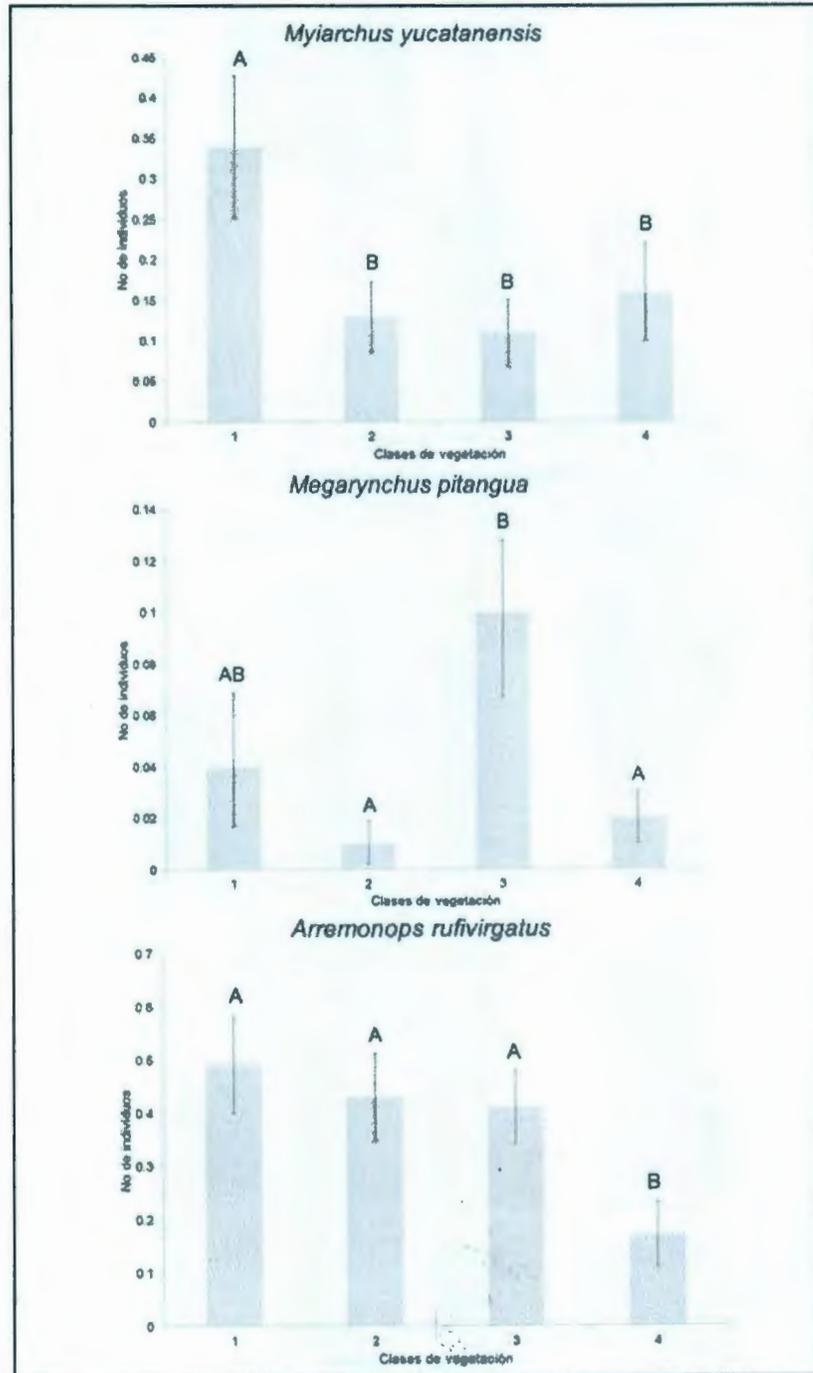


Figura 15. Diferencias significativas en la abundancia entre las diferentes clases de vegetación de las siguientes especies: *Myiarchus yucatanensis* ($F_{3, 271} = 2.892$, $P < 0.036$), *Megarynchus pitangua*, ($F_{3, 271} = 2.761$, $P < 0.043$), ambas especies del gremio de insectívoros de dosel; *Arremonops rufivirgatus* ($F_{3, 271} = 3.142$, $P < 0.026$), del gremio de insectívoros de sotobosque.

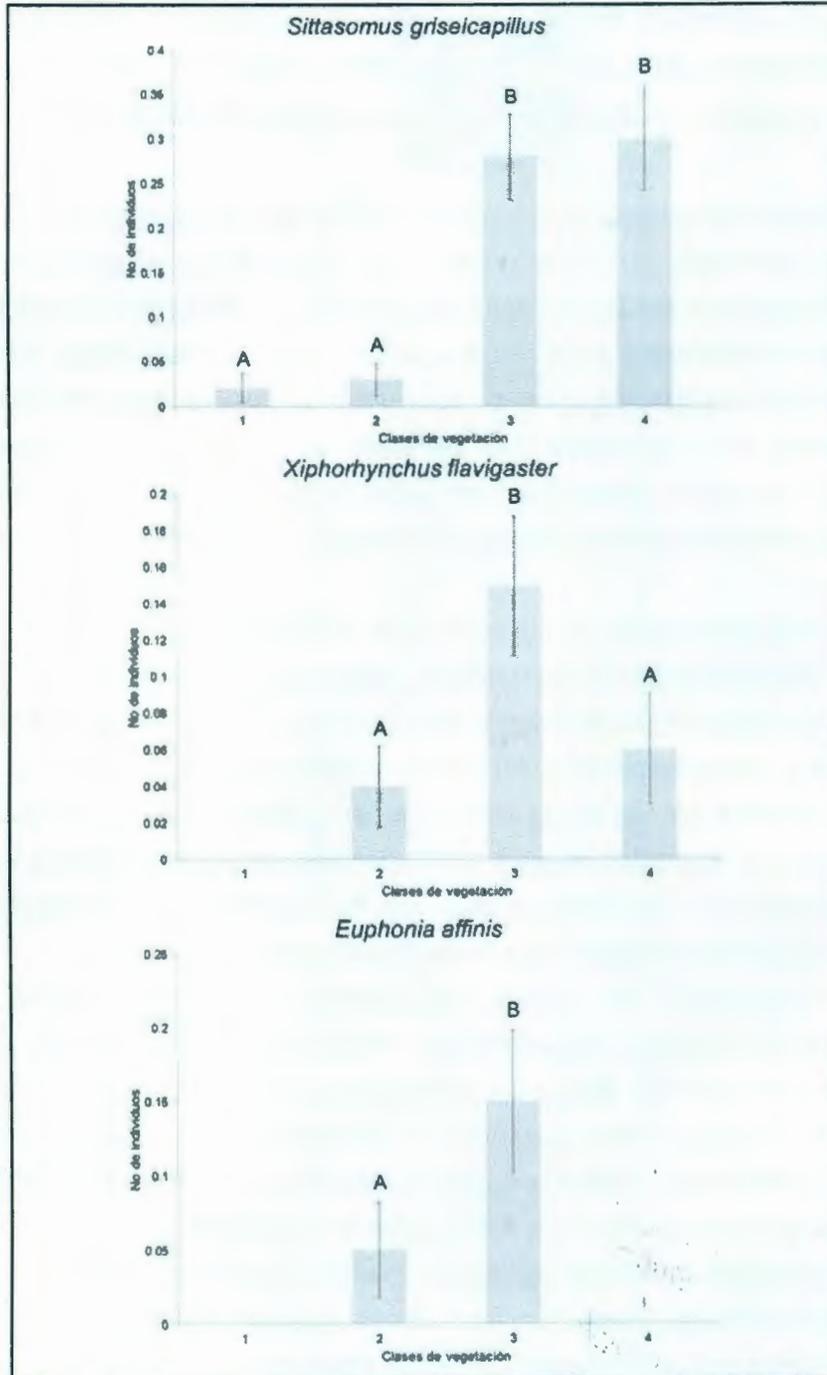


Figura 16. Diferencias significativas en la abundancia entre las diferentes clases de vegetación de las siguientes especies: *Sittasomus griseicapillus* ($F_{3, 271} = 12.331, P < 0.000$) y *Xiphorhynchus flavigaster* ($F_{3, 271} = 4.33, P < 0.005$) ambos del gremio de insectívoros de corteza; y por último *Euphonia affinis* ($F_{3, 271} = 4.327, P < 0.005$) del gremio de frugívoros del dosel.

RELACIÓN ENTRE LA RIQUEZA DE LOS GREMIOS DE ALIMENTACIÓN Y LA ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES, CON LA EDAD SUCESIONAL Y LA ESTRUCTURA DEL PAISAJE DE LA TEMPORADA REPRODUCTIVA

Los resultados del análisis de regresión indican que la riqueza del gremio de insectívoros de sotobosque e insectívoros de corteza se asoció con las variables explicativas durante la temporada reproductiva (**Cuadro 4**). En específico, el gremio de insectívoros de sotobosque presenta una relación negativa con la densidad de borde y con la altura de la vegetación, asimismo presenta una relación positiva con la densidad de parches y con las formas más regulares de los parches (cuadrado). Los insectívoros de corteza presentaron una fuerte relación positiva con la edad de la vegetación sucesional, pero no presentaron una relación significativa con las variables del paisaje.

Los resultados del análisis de regresión para la abundancia de cada una de las especies representativas de los diferentes gremios de alimentación mostraron para algunas especies una asociación significativa con las variables predictivas (**Cuadro 5**). En específico, en los insectívoros del dosel la especie *Piranga roseogularis*, presentó una fuerte relación positiva con la proximidad de los parches de la misma clase de vegetación y una asociación negativa con la densidad de borde, y la especie *Icterus gularis* presentó una asociación positiva con los árboles de mayor altura, y una asociación negativa con el porcentaje de área y la densidad de parches.

Para los insectívoros de corteza dos especies (*Sittasomus griseicapillus* y *Xiphorhynchus flavigaster*) presentaron una relación significativa con las variables predictivas. En específico, *Sittasomus griseicapillus* se relacionó positivamente con la altura de la vegetación y negativamente con la densidad de borde, la otra especie *Xiphorhynchus flavigaster* presentó una relación positiva con la densidad de borde y con la distancia a parches vecinos de la misma clase de vegetación.

Para los frugívoros del dosel las especies *Icterus auratus* y *Euphonia affinis* se relacionaron significativamente con las variables predictivas. En específico, *Icterus auratus* presentó una relación negativa con las áreas grandes de vegetación y con los bordes de un mismo hábitat, mientras que la especie *Euphonia affinis*, se asoció de manera positiva con el índice de contraste de borde y con la altura de la vegetación.

Finalmente la abundancia de ninguna de las especies de los gremios de granívoros de sotobosque, insectívoros de dosel medio e insectívoros de sotobosque presentó una relación significativa con las variables explicativas durante esta época de muestreo.

Cuadro 4. Modelos significativos para la predicción de la riqueza de los gremios de alimentación con las variables a nivel de clase (métricas a nivel de clase) y con la edad y altura de la vegetación de la temporada reproductiva.

Gremio de Alimentación	Variable Dependiente	Variabes Explicativas	Coefficientes Estandarizados	Sr ²	r ² medelo
Insectívoros de sotobosque	RIQUEZA	PD	0.23**	0.03	0.185
		SHAPE_AM	0.192**	0.03	
		TECI	-0.325*	0.05	
		ALTURAPRO	-0.268*	0.04	
		Compartido		0.035	
Insectívoros de corteza	RIQUEZA	EDAD	0.415*	0.172	0.172

Variables incluidas en el modelo con p < 0.05* y p < 0.1**

Cuadro 5. Modelos significativos para la predicción de la abundancia de las especies de los gremios de alimentación con las variables a nivel de clase (métricas a nivel de clase) y con la edad y altura de la vegetación de la temporada reproductiva.

Gremio de Alimentación	Variable Dependiente	Variabes Explicativas	Coefficientes Estandarizados	Sr ²	r ² medelo
Insectívoro de dosel	<i>Piranga roseogularis</i>	ED	-.159**	0.02	0.412
		PROXIAM	0.693*	0.38	
		Compartido		0.012	
	<i>Icterus gularis</i>	PLAND	-0.661*	0.06	0.288
		PD	-.321**	0.02	
		ALTURAPRO	1.33	0.14	
		Compartido		0.068	
Insectívoros de corteza	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	TECI	-0.211**	0.03	0.214
		ALTURA	0.493*	0.18	
		Compartido		0.004	
	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	ED	0.309*	0.08	0.176
		SIMIAM	0.212*	0.04	
		Compartido		0.056	
Frugívoro de dosel	<i>Icterus auratus</i>	SIMIAM	-0.206*	0.04	0.097
		TECI	-0.225*	0.04	
		Compartido		0.017	
	<i>Euphonia affinis</i>	EDAD	0.223*	0.04	0.124
		TECI	0.228*	0.05	
		Compartido		0.034	

Variables incluidas en el modelo con p < 0.05* y p < 0.1**

DIFERENCIAS Y SEMEJANZAS ENTRE LAS DOS TEMPORADAS DE MUESTREO (MIGRATORIA Y REPRODUCTIVA)

Durante la temporada migratoria se obtuvo una riqueza de especies de 97, mientras que en la temporada reproductiva se obtuvo una riqueza de 76 especies, esta diferencia se debe principalmente a la presencia de las especies migratorias durante la primera temporada de muestreo que constó de 20 especies. En ambas temporadas el número de familias fue de 22.

El esfuerzo de muestreo por clase de vegetación fue insuficiente para la clase de vegetación 1 para ambas temporadas, asimismo, para los gremios de alimentación en la temporada migratoria el esfuerzo de muestreo fue insuficiente para los granívoros de sotobosque e insectívoros de corteza, mientras que en la temporada reproductiva solo el gremio de granívoros de sotobosque fue insuficiente, en los demás gremios el esfuerzo de muestreo fue suficiente en las dos temporadas.

Mediante el análisis de ANOVA de 2 vías, se obtuvo que la riqueza de especies presentó diferencias significativas entre los gremios de alimentación para ambas temporadas de muestreo. Asimismo, encontramos una respuesta diferencial de la riqueza de aves de los gremios de alimentación entre las clases de vegetación, únicamente en la temporada reproductiva.

Por otro lado, únicamente los insectívoros de corteza presentaron diferencias significativas en su riqueza en ambas temporadas de muestreo, mientras que los insectívoros de dosel e insectívoros de sotobosque solo presentaron diferencias significativas en su riqueza entre las diferentes clases de vegetación durante la temporada reproductiva. Asimismo los insectívoros de dosel fueron los que presentaron la mayor riqueza de especies y los granívoros de sotobosque presentaron la menor riqueza de especies en las dos temporadas de muestreo.

En cuanto a la abundancia de las especies representativas de los gremios de alimentación, las especies que presentaron diferencias significativas entre las clases de vegetación en ambas temporadas fueron: *Megarynchus pitangua*, *Xiphorhynchus flavigaster* y *Euphonia affinis*; en la temporada migratoria fueron: *Dives dives*, *Thryothorus maculipectus* y *Patagioenas flavirostris*. Mientras que en la temporada reproductiva las especies fueron: *Myiarchus yucatanensis*, *Arremonops rufivirgatus*, y *Sittasomus griseicapillus*. En los insectívoros de dosel medio y los granívoros de sotobosque ninguna especie representativa presentó diferencias significativas en las dos temporadas de muestreo.

Los análisis de regresión mostraron que en la temporada migratoria solo el gremio de insectívoros de corteza presentó relación con las variables explicativas, mientras que en la temporada reproductiva los gremios de alimentación de insectívoros de corteza e insectívoros de sotobosque se asociaron con las variables explicativas. En la abundancia de las especies representativas de cada gremio de alimentación las especies que presentaron diferencias significativas en la temporada migratoria fueron: *Cyclarhis gujanensis*, *Megarynchus pitangua*, *Arremonops chloronotus*, *A. rufivirgatus*, *Wilsonia citrina* y *Euphonia affinis*. En la temporada reproductiva las especies fueron: *Piranga roseogularis*, *Icterus gularis*, *Sittasomus griseicapillus*, *Xiphorynchus flavigaster*, *Icterus auratus* y *Euphonia affinis*. La abundancia de las especies representativas de los gremios de insectívoros de dosel medio y granívoros de sotobosque no presentaron relación con las variables predictivas en ambas temporadas, asimismo para el gremio de insectívoros de corteza no se encontró ninguna relación con las variables predictivas en la temporada migratoria y para el gremio de insectívoros de sotobosque no presentó relación con las variables explicativas en la temporada reproductiva.

DISCUSIÓN

La riqueza total de las especies registradas en el área de estudio fue de 103, similar al reportado en el sur de Yucatán con 103 especies (Guerrero, 2002) y a las 100 especies encontradas en sitios con diferentes edades sucesionales en Yucatán (Guerrero, 2007) pero fue superior a la encontrada en sitios de selva mediana subcaducifolia con perturbación antropogénica al sur de Campeche con 89 especies (Smith *et al.*, 2001). Cabe mencionar que esta riqueza no considera a los gremios de carnívoros y nectarívoros.

La riqueza de especies encontrada en este estudio representa el 10% de la riqueza del País, y el 19% de las especies de la Península de Yucatán, por otro lado el 19% de la riqueza total de especies fueron migratorias (MacKinnon, 2005), la presencia de un alto número de especies migratorias se debe a la ubicación geográfica de la Península que es utilizada como sitio de parada, paso e invernación (Francois y Correa, 2000; Howell y Webb, 1995).

La familia con mayor riqueza de especies fue Tyrannidae que está representada por especies que prefieren áreas abiertas y secas que les permitan tener mayor visibilidad

y movimiento (Guerrero, 2007), seguida por la familia Parullidae básicamente conformada por especies migratorias.

El esfuerzo de muestreo de la comunidad de aves entre las clases de vegetación y entre los diferentes gremios de alimentación fue suficiente en la mayoría de los casos, por lo que realizar las comparaciones estadísticas entre gremios y clases de vegetación es adecuado. Con respecto a los gremios de insectívoros de corteza y granívoros de sotobosque se tuvo un particular cuidado en los resultados obtenidos debido a que el esfuerzo de muestreo no fue suficiente para ambos, posiblemente debido al método de muestreo empleado.

Con el fin de conocer si existe variabilidad en el comportamiento y selección de hábitat de la comunidad de aves y de sus gremios de alimentación, los análisis estadísticos fueron realizados por temporada de muestreo, con base en esto se discuten los resultados obtenidos por temporada.

RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE ESPECIES EN LA TEMPORADA MIGRATORIA

Los datos en esta temporada de muestreo indican que existe una alta diversidad de especies de aves, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en la riqueza de especies entre las clases de vegetación. A pesar de que los sitios con mayor edad sucesional parecen ser más atractivos para la comunidad de aves por presentar ambientes y estratos de vegetación más diversos que los sitios con edades sucesionales de menores (Guerrero, 2007), los resultados no reflejaron esta tendencia (ver análisis de ANOVA de 2 vías y las curvas de rarefacción). De acuerdo con otros estudios se ha reportado también que tanto la riqueza de especies como su abundancia pueden ser similares entre etapas de sucesión tempranas y tardías (Smith *et al.*, 2001; Petit *et al.*, 1995). Esto puede deberse primero a que durante esta época del año las especies generalmente se encuentran ampliamente distribuidas en busca de alimento (Smith *et al.*, 2001, Howell y Webb, 1995), asimismo la presencia de las especies migratorias, que se desplazan en busca de mejores condiciones alimentarias y climáticas, ocasionan cambios en los hábitos de las especies residentes al competir por alimento, sitios de descanso y dormitorios (Greenberg, 1990). Incluso en algunos casos las especies pueden cambiar su rango de distribución al tener mayor competencia en la búsqueda de recursos alimenticios (Ramírez, 2006; Deppe y Rotenberry, 2005). Este hecho es particularmente importante debido a que el sureste

de México alberga una gran cantidad de aves migratorias y abastece de alimento a una gran proporción del total de la población de ciertas especies migrantes como son: *Wilsonia citrina* y *Vireo griseus* (Greenberg, 1990).

Por otra parte, la capacidad de dispersión de las especies de aves es otro factor importante para explicar su presencia en la vegetación de diferentes clases de edad sucesional. La movilidad de las aves depende, entre otros factores, de la interacción de la estructura del paisaje con características específicas de cada especie como pueden ser: sus hábitos de forrajeo, requerimientos particulares de hábitat, y la escala en la que los individuos utilizan y perciben el paisaje (Ralph y Timewell, 2005; Idrobo y Gallo, 2003). Un ejemplo de cómo las aves utilizan y perciben el paisaje se puede ver en que algunas especies del gremio de insectívoros de sotobosque tales como *Thamnophilus doliaetus* y *Eucometis penicilata*, se desplazan realizando vuelos cortos y a baja altura del suelo, mientras que algunas especies del gremio de granívoros de dosel tales como *Amazona albifrons* y *Patagioenas flavirostris* pueden realizar vuelos largos sin parar, incluso *Amazona albifrons* puede permanecer sobrevolando sobre la vegetación en círculos por periodos largos de tiempo (Chablé y Pasos, 2010; Arriaga-Weiss *et al.*, 2008). Por otro lado, también se observó durante esta temporada de muestreo que algunas especies cambian de alimentación o de hábitos de forrajeo (de insectos a frutos o semillas); tal es el caso de las especies de la familia Vireonidae, en específico el Vireo de ojo blanco (*Vireo griseus*) que fue observado alimentándose de frutos de chacá (*Bursera simaruba*), mientras que en sus zonas de anidación se alimenta exclusivamente de insectos (Blake y Loiselle, 2001). Además, en el área de estudio las edades sucesionales tempranas ocupan una superficie menor mientras que las edades sucesionales tardías ocupan la mayor superficie formando un mosaico del paisaje entremezclado y heterogéneo (Hernández-Stefanoni *et al.*, 2011), lo cual favorece la dispersión de las aves por toda el área de estudio (Smith *et al.*, 2001; Villard *et al.*, 1999) y una diversidad de diferentes tipos de hábitat con diferentes características.

De manera interesante, los resultados mostraron diferencias significativas en la riqueza de especies entre los gremios de alimentación siendo mayor la riqueza de especies en el gremio de insectívoros de dosel lo cual se debe principalmente a la presencia de ocho especies migratorias que pertenecen a este gremio que en conjunto con sus homologas residentes representan el 36% de la riqueza total de especies estudiadas; asimismo y de manera general las especies insectívoras (dosel, dosel medio, sotobosque y corteza) representaron el 79% de la riqueza total y el 91% de los

registros. En concordancia con nuestros resultados, Ibarra (2001) reportó que el gremio alimenticio de los insectívoros representó el 68% de la riqueza total de especies y el 82% de los registros en dos plantaciones de cacao en el estado de Chiapas. De igual manera, la diversidad de diferentes tipos de hábitat puede contribuir a las diferencias en la riqueza de especies entre los gremios de alimentación.

Por ejemplo, las plantaciones agrícolas (principalmente maíz, calabaza y chile) al realizarse en pequeñas escalas y estar rodeados de vegetación con diferentes edades sucesionales no necesariamente tienen un efecto negativo sobre la comunidad de aves, ni en sus gremios de alimentación (Lentijo y Kattan, 2005; Ibarra, 2001). El crecimiento de la vegetación nativa del sotobosque dentro de los cultivos y en los bordes favorece positivamente a la comunidad de aves al ser una fuente rica en recursos alimenticios. Bojorges y López (2005) mencionan que la altura y la edad de la vegetación no presentan una asociación con la riqueza de especies en la comunidad de aves en una selva mediana subperenifolia.

La utilización de un método de muestreo que permita registrar a las especies del interior del bosque las cuales no se encuentran realizando cantos o llamados, como es el caso del uso de redes de niebla permitiría detectar diferencias que el uso solamente de conteos por puntos no favorece (Derlindati y Caziani, 2005; Rappole *et al.*, 1998).

Por otro lado, los análisis de varianza realizados para probar las diferencias en la riqueza y abundancia de especies entre las clases de vegetación, mostraron que solo el gremio de insectívoros de corteza presentó diferencias entre las clases de vegetación, siendo mayor la riqueza en las clases de vegetación con mayor edad sucesional. Esta mayor riqueza en la vegetación con edades sucesionales tardías se debe principalmente a los hábitos de forrajeo de las especies de este grupo, los cuales se encuentran asociados a árboles con mayor superficie de corteza, es decir, árboles más grandes, (MacKinnon *et al.*, 2009), este gremio en particular estuvo formado únicamente de dos familias Picidae y Furnariidae. Solo una especie de Carpintero (*Melanerpes aurifrons*) es conocida como especie generalista que se puede encontrar en todos los hábitat, mientras que las otras 8 especies son especialistas del interior de las selvas; cabe mencionar que entre las especies migratorias presentes en el área de estudio no se registró la presencia de ninguna especie perteneciente a este gremio. Resultados similares han sido reportados por otros investigadores, por ejemplo Arriaga-Weiss *et al.* (2008) encontraron que áreas de gran extensión con vegetación de bosque maduro favorecen positivamente la riqueza y abundancia de los

insectívoros de corteza, y que de igual manera este gremio se encuentra pobremente representado en áreas de vegetación secundaria joven.

Entre las especies representativas por gremio de alimentación que se analizaron, las que mostraron diferencias en la abundancia entre las clases de vegetación fueron: *Megarynchus pitangua*, *Dives dives*, *Thryothorus maculipectus*, *Xiphorynchus flavigaster*, *Euphonia affinis* y *Patagioenas flavirostris*. La primera, *M. pitangua*, es considerada una especie común de la Península de Yucatán que se le observa generalmente en los árboles más altos e inclusive en la punta de los postes de electricidad de los pueblos (Chablé *et al.*, 2007; Guerrero, 2002). Como era de esperarse, esta especie presentó la mayor abundancia en la clase de vegetación con mayor edad sucesional mientras que en la clase de vegetación con menor edad no se presentó registro de esta especie, lo cual se encuentra relacionado básicamente a sus hábitos de forrajeo que consisten en percharse en el dosel de la vegetación en espera de los insectos que pasan cerca para capturarlos en el aire y después regresar a su percha a la espera de otro insecto.

Por otro lado, *D. dives* es considerada comúnmente como plaga en los cultivos agrícolas, debido a que se alimentan de los frutos, semillas y tallos tiernos (Chablé *et al.*, 2007), sin embargo, Wood (2010) y MacKinnon *et al.* (2009), consideran que en su hábitat natural se alimenta principalmente de insectos. En el presente trabajo se registró la mayor abundancia de esta especie en las clases de vegetación con menor edad, una de las principales razones puede ser una mayor disponibilidad de insectos en esta clase o la presencia de semillas y frutos de los cultivos agrícolas en la vegetación con menor edad sucesional.

T. maculipectus es una especie con amplia distribución en la región y es exclusiva del sotobosque de selvas conservadas y selvas secundarias (MacKinnon *et al.*, 2009; Chablé *et al.*, 2007). En un estudio realizado en los Tuxtlas la especie ha sido asociada con el interior y bordes de bosque, vegetación secundaria y zonas arbustivas con un sotobosque denso, en donde el número de capturas se explica primariamente por la densidad de tallos (Vega *et al.*, 2003). En nuestro estudio, su mayor abundancia se registró en las clases de vegetación con menor edad lo cual puede estar asociado a que en las clases de vegetación con mayor edad la presencia de arbustos es menos densa causando que los individuos sean visibles a sus depredadores, además existe una mayor cantidad de insectos en las edades sucesionales tempranas (Corcuera y Jiménez, 2005).

Con respecto a *X. flavigaster*, la cual es la especie de trepatroncos más común y grande de la región, en nuestro estudio su mayor abundancia se registró en las clases de vegetación con mayor edad, lo cual se debe principalmente a sus hábitos de forrajeo en la corteza de los árboles, lo cual también fue encontrado en otro estudio en donde la especie prefiere los hábitat secundarios con avanzado estado de recuperación (Guerrero, 2007).

De manera similar *E. affinis*, se alimenta de frutos del dosel, generalmente se les observa en los árboles sobresalientes de la vegetación (MacKinnon *et al.*, 2009), en el presente trabajo la mayor abundancia de la especie se registró en la clase de vegetación con mayor edad (clase 3). Es importante considerar también la topografía del terreno debido a que en los cerros (clase de vegetación 4) se registró una baja presencia de la especie, por otra parte, la composición de especies vegetales difiere entre las áreas planas y los cerros (Hernández-Stefanoni *et al.*, 2011), lo cual también podría ayudar a explicar este resultado.

Por último, *P. flavirostris* presentó la mayor abundancia en la clase de vegetación con mayor edad sucesional en los cerros (clase 4), mientras que en las clases de vegetación de menor edad se obtuvieron pocos registros. Es común de observar en zonas arboladas (MacKinnon *et al.*, 2009), sin embargo otros autores reportan para la región sur del estado de Yucatán una alta abundancia en las zonas de cultivos agrícolas donde bajan para alimentarse de semillas, debido a que existe una mayor disponibilidad de recursos alimenticios en comparación con las edades sucesionales mayores, (Chablé *et al.*, 2007).

En la temporada migratoria sólo el gremio de insectívoros de corteza presentó relación con la edad sucesional y la estructura del paisaje con base en los resultados del análisis de regresión. De acuerdo con la literatura y las observaciones hechas en campo, la forma de forrajear de las especies de este gremio se relaciona positivamente con la edad de la vegetación, esto se debe a que a mayor edad en la vegetación se incrementan los nichos de forrajeo (Lentijo y Kattan, 2005) y por tal razón se aumenta la riqueza de especies del gremio. Otro factor que puede contribuir a esta relación es que este grupo de especies se alimenta realizando vuelos cortos o brincando entre la corteza de los árboles vecinos (Howell y Webb, 1995), por lo tanto se espera que una mayor fragmentación en el área de estudio cause una disminución en la riqueza de especies del gremio.

En el caso del gremio de frugívoros de dosel no se encontró relación con la edad del bosque, lo cual puede deberse a la fluctuación estacional de la disponibilidad de frutos

en el dosel sin importar la altura o la edad de la vegetación. Por otra parte, tampoco presentó relación con la estructura del paisaje. Una de las principales causas puede ser la alta capacidad de dispersión de las especies de este grupo que les permite desplazarse en el dosel de todos los parches de vegetación en busca de recursos alimenticios. Los análisis de ANOVA de una vía confirman que las especies frugívoras usan todas las clases de vegetación en nuestro sitio de estudio. En concordancia, Ortiz *et al.* (2000) mencionan que la similitud de la avifauna frugívora es alta entre tipos de vegetación (selva mediana y baja, pastizal y matorrales) en un paisaje fragmentado de Veracruz, pudiendo ser la causa principal la conexión que existe entre los tipos de vegetación. Por su parte, Pejchar *et al.* (2008) no encontraron relación de las aves frugívoras con el tamaño del parche, con la similitud entre parches ni con la cobertura total de la vegetación en Costa Rica.

Asimismo, el gremio de insectívoros de sotobosque no presentó relación alguna con ninguna de las variables de la estructura del paisaje ni con la edad del bosque. El principal motivo que podría explicar este resultado es la presencia de 5 especies migratorias que representan el 38% de la riqueza del gremio, las cuales podrían hacer que las especies residentes amplíen y modifiquen su rango y hábitos de forrajeo al tener más competencia por los recursos alimenticios (Greenberg, 1990). En particular las especies *Wilsonia citrina* y *Seiurus aurocapilla* defienden su territorio de alimentación durante el invierno alimentándose principalmente de insectos en las partes bajas de la vegetación (Guerrero, 2007). Un estudio realizado en una selva mediana subcaducifolia en el oriente del estado de Yucatán encontró que sólo el 25% de los individuos logran defender su territorio durante el invierno y estos excluyen al otro 75%, que forman poblaciones flotantes sin dirección permanente y generalmente no sobreviven como los territoriales (Wood, 2010).

Por otra parte, el gremio de insectívoros de dosel no tuvo relación con las variables explicativas. Esto podría deberse a la alta capacidad de dispersión de estas especies, la cual les permite moverse por todo el área de estudio. Asimismo, 10 de las 35 especies que forman este gremio corresponden al 75% de los registros que en su mayoría fueron especies generalistas que se registraron en todas las clases de vegetación, además el 23% de la riqueza de este gremio estuvo conformada por aves migratorias.

Del mismo modo los insectívoros de dosel medio no mostraron relación con las variables explicativas; la presencia de 6 especies migratorias que representa el 30% de la riqueza del gremio y el 46% de los registros, pudo ser la principal causa de este

resultado, debido a que las aves migrantes compiten por los recursos alimenticios y sitios de descanso con las especies residentes, además se adaptan a una variedad de hábitats incluyendo los modificados por el hombre como los campos agrícolas (Greenberg *et al.*, 1997).

Finalmente, el gremio de granívoros de sotobosque no se asoció con las variables explicativas, la mayoría de las especies de este gremio son más abundantes en paisajes modificados por el hombre, como el caso de la tortolita (*Columbina passerina*) que se asocia a los campos agrícolas y los semilleritos (*Sporophila torqueola*, *Volatinia jacarina* y *Tiaris olivaceus*) que son más abundantes en las áreas de pastizal. Cabe mencionar que estos tipos de uso de suelo no fueron incluidos en el muestreo, lo cual explica el bajo número de registros (64).

En lo referente a la abundancia de las especies representativas de cada gremio de alimentación los resultados indicaron que dos especies del gremio de insectívoros de dosel presentaron una asociación con las variables explicativas; la primera especie, *Cyclarhis gujanensis*, es relativamente común de observar en una variedad de ambientes en la península de Yucatán, pero es más abundante en hábitats con vegetación heterogénea (MacKinnon *et al.*, 2009; Chablé *et al.*, 2007 y Guerrero, 2007). Nuestros resultados confirman las preferencias de hábitat de la especie, al presentar una asociación negativa entre la abundancia y la similitud de parches vecinos, por lo tanto una mayor heterogeneidad del hábitat favorecerá una mayor abundancia de la especie.

Otra especie de este gremio, *Megarynchus pitangua*, la cual comúnmente se le observa perchada en la copa de los árboles más altos en espera de insectos para alimentarse a través de vuelos cortos (MacKinnon *et al.*, 2009), se asoció positivamente con la altura de la vegetación. Esto puede ser explicado precisamente por sus hábitos de forrajeo. Por otro lado, esta especie presentó una relación negativa con la densidad de parches, lo cual indica que es más abundante en hábitats fragmentados (Ramírez, 2006), esta especie presenta una mayor abundancia cuando existen árboles de mayor altura en parches pequeños, cuando la forma de los parches es más irregular y cuando el contraste de borde es mayor.

Arremonops chloronotus, es una especie de los insectívoros del sotobosque que prefiere los hábitats de selvas húmedas, incluyendo los petenes y zonas semi caducifolias incluyendo algunos matorrales, y se distribuye en la región sur y oriente del estado de Yucatán en los límites con el estado de Quintana Roo (MacKinnon *et al.*, 2009). La abundancia de esta especie se asocia positivamente con la edad de la

vegetación, con el índice de similitud de parches y con el índice de forma. En otras palabras esto significa que *A. chloronotus* es más abundante en sitios con vegetación madura, y donde los parches se encuentran conectados y la forma de los mismos es más regular. La cercanía del sitio de estudio con vegetación de selva mediana húmeda, puede ser la principal causa de que se registre la especie en vegetación de selvas secas, asimismo ha sido reportada en las selvas secas del sur (Chablé *et al.*, 2007 y Guerrero, 2002) y en las selvas secas del oriente (Wood, 2010) del Estado de Yucatán.

Otra especie fue *Arremonops rufivirgatus*, la cual presenta una amplia distribución en todo el estado y se le observa comúnmente entre las malezas densas, zonas arbustivas y de pastizales, en los bajos de selvas subcaducifolias y semi húmedas, selva caducifolia, selva baja espinosa y manglar, entre otros (MacKinnon *et al.*, 2009). En la región sur del estado se encuentra durante todo el año presentando una mayor actividad en los meses de abril y mayo (Chablé *et al.*, 2007). Se asoció negativamente con el índice SIMI_AM, lo cual indica que mientras más heterogéneo sea el área mayor será su abundancia, debido a que se alimentan generalmente sobre el suelo o a muy baja altura del piso, esta estrategia de forrajeo les ha permitido adaptarse a la mayoría de los hábitats incluso a los modificados por el hombre.

Por último, *Wilsonia citrina*, permanece durante toda la temporada migratoria de septiembre a marzo en la Península de Yucatán (MacKinnon, 2005), así como en la región sur del estado de Yucatán (Guerrero, 2002), otros estudios reportan una mayor abundancia de la especie en las áreas con mayor tiempo de recuperación (edades sucesionales mayores) (Guerrero, 2007 y Smith *et al.*, 2001). Asimismo, Wood (2010), reporta en su estudio realizado en el oriente del estado de Yucatán en hábitats de ecotonos entre selva media húmeda y selva mediana subcaducifolia una alta captura de *W. citrina* durante toda la temporada migratoria, en su mayoría machos. En el presente trabajo se observa una asociación positiva con los parches vecinos similares, y con la cantidad de vegetación dentro del paisaje, lo cual indica que la especie prefiere las zonas con menor fragmentación y con vegetación madura.

Finalmente, *Euphonia affinis* pertenece al gremio de los frugívoros de dosel y es un ave muy pequeña, más fácil de escuchar que de ver (Howell y Webb, 1995). Los factores que tienen mayor influencia en la abundancia de esta especie son: la altura de la vegetación y la densidad de parches, esto se debe principalmente a sus hábitos de forrajeo, pues es comúnmente observado en las selvas maduras, en bosques sucesionales de edad avanzada, en los árboles de las orillas de los caminos de tierra,

y en áreas abiertas con árboles dispersos (MacKinnon *et al.*, 2009), esto indica que en los paisajes con mayor fragmentación, pero con presencia de árboles altos será favorecida la abundancia de *E. affinis*.

RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE ESPECIES DE AVES EN LA TEMPORADA REPRODUCTIVA

Los resultados obtenidos en la temporada reproductiva revelan que la riqueza de especies de aves fue menor en comparación con la temporada migratoria, esto se debe principalmente a la ausencia de las especies migratorias. En esta temporada la riqueza de especies fue de 76, mientras que en la migratoria la riqueza de especies fue de 96, en donde 20 fueron migratorias, por lo que sin considerar estas últimas prácticamente la riqueza de especies sería la misma en ambas temporadas.

Las curvas de rarefacción indican que el esfuerzo de muestreo por clase de vegetación fue suficiente en la mayoría de las clases de vegetación, excepto en la clase 1 (vegetación secundaria de 3-8 años de edad) la principal causa pudo ser la baja superficie cubierta por esta clase de vegetación en la cual solo se ubicaron 47 puntos de conteo. En cuanto al esfuerzo de muestreo por gremio de alimentación fue suficiente para la mayoría de los gremios entre los que se encuentran: los frugívoros de dosel, insectívoros de corteza, insectívoros de dosel, insectívoros de dosel medio e insectívoros de sotobosque, mientras que para los granívoros de sotobosque fue insuficiente debido a que la mayoría de las especies que forman este gremio anidan a baja altura y no realizan llamados para no atraer a sus depredadores cerca de su nido, pasando desapercibidos para el método de muestreo empleado. Por otra parte, el empleo de otro método de muestreo como las redes de niebla podría ayudar a incrementar el número de registros.

La mayor riqueza de especies encontrada en selvas con mayor edad podría deberse a que la mayoría de las especies necesitan sitios adecuados para anidar, asimismo la mayoría de las especies durante esta época generalmente anidan en la copa de los árboles o en zonas con poca visibilidad para sus depredadores, por lo tanto las aves prefieren la vegetación con mayor edad sucesional debido a que ésta presenta árboles más grandes, un dosel más alto y mayor complejidad estructural. Volpato *et al.* (2009) mencionan que en la época reproductiva las aves se encuentran generalmente en el tipo de hábitat idóneo para la construcción de sus nidos y no se encuentran dispersos entre los diferentes hábitats del paisaje como ocurre en otras estaciones del año.

De igual manera se registraron diferencias en la riqueza de especies entre gremios de alimentación, siendo mayor la riqueza del gremio de insectívoros de dosel (27 especies) representando el 35% de la riqueza total de la temporada, mientras que la menor riqueza fue para los gremios de frugívoros de dosel y granívoros de sotobosque ambos con 8 especies y representando cada uno el 10% de la riqueza total. Varios estudios han reportado que la mayor riqueza de especies en los bosques tropicales corresponden a los insectívoros (Bojorges y López, 2005; Corcuera y Jiménez, 2005). Los resultados indican que los gremios de alimentación responden de manera diferente a las clases de vegetación en cuanto a la riqueza de especies durante esta temporada, debido principalmente a los diferentes nichos de anidación empleados por cada gremio, de manera particular el gremio de granívoros de sotobosque tuvo un bajo número de registros debido posiblemente al método de muestreo utilizado.

Los resultados de los análisis de ANOVA de una vía, mostraron diferentes patrones entre los diferentes gremios en la riqueza de especies por clase de vegetación. En primer lugar, el gremio de insectívoros de dosel presentó mayor riqueza en la clase de vegetación 3, comparada con la clase 1, lo cual puede explicarse debido a que durante esta temporada las especies que forman este gremio se encuentran en busca de pareja y zonas de anidación, en construcción de nidos, o en fase de incubación (Volpato *et al.*, 2009), por lo que se esperaría que la mayoría se encontraran en las clases de vegetación con más edad, las cuales les proporcionan mayores áreas de dosel para construir sus nidos sin ser visibles para los depredadores (MacKinnon *et al.*, 2009). En la época migratoria el mismo gremio se comportó de manera diferente, lo cual puede estar asociado a la presencia de las aves migratorias que compiten por los recursos alimenticios.

En el gremio de insectívoros de sotobosque se observó una mayor riqueza en la clase de vegetación con menor edad (clase de vegetación 1), comparado con la clase de vegetación 4, esto podría deberse a que en la vegetación secundaria con mayor edad en los cerros la riqueza y abundancia de especies vegetales del sotobosque es escasa debido a que el suelo es muy pedregoso. Asimismo, de las 10 especies que forman este gremio, tres especies (*Arremonops rufivirgatus*, *Thryothorus maculipectus* y *Thryothorus ludovicianus*) son consideradas generalistas por presentar una amplia distribución y abundancia en todos los hábitat del estado de Yucatán y en específico en hábitats modificados por el hombre (MacKinnon *et al.*, 2009; Guerrero, 2007; Vega *et al.*, 2003), estas especies representaron el 66% del total de los registros. Las 7 especies restantes del gremio son consideradas como especialistas del interior del

bosque que dependen de vegetación con mayor grado de conservación, incluso *Eucometis penicillata* es considerada una especie altamente susceptible a las perturbaciones del hábitat, como menciona (Guerrero, 2002), en su estudio realizado en el sur del estado de Yucatán. Por otro lado esta especie se encuentra dentro de la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especie protegida. En el presente trabajo solo fue registrado 5 veces durante la temporada reproductiva en las clases de vegetación con mayor edad (clase 3 y 4), esto sugiere que esta especie no tolera los ambientes perturbados por el hombre.

El gremio de insectívoros de corteza mostró la mayor riqueza en las clases de vegetación con mayor edad sucesional, siendo significativamente diferente de las clases de menor edad, esto se debe a los hábitos de forrajeo y a las necesidades de anidación de las especies que forman este gremio (Arriaga-Weiss *et al.*, 2008), de manera general todos dependen de los tallos de los árboles con mayor diámetro para buscar sus recursos alimenticios.

Finalmente, los gremios de frugívoros y granívoros no presentaron diferencias entre las clases de vegetación. Las especies del gremio de frugívoros de dosel anidan en el dosel de la vegetación madura, por ejemplo: *Amazona albifrons* anida en cavidades de troncos secos en pie (MacKinnon *et al.*, 2009; Arriaga-Weiss *et al.*, 2008; Chablé *et al.*, 2007) los cuales son comunes de observar en todo el área de estudio; sin embargo en el presente trabajo no se encontraron diferencias significativas entre las diferentes clases de vegetación, lo cual se puede deber a que la mayoría de las especies de este gremio son gregarias y durante la época de reproducción se encuentran activas en busca de sitios para anidar dispersándose por todo el paisaje. Para el caso de los granívoros de sotobosque los registros obtenidos son muy pocos (49), debido a los hábitos de forrajeo de las especies de caminar sobre el suelo y a que generalmente cuando los individuos andan en pareja no realizan llamados o cantos para no llamar la atención de los depredadores al estar en construcción de nidos o incubando los huevos (MacKinnon *et al.*, 2009), pasando desapercibidos para el método de conteo por puntos. Debido al sub-muestreo de este gremio, no hay suficientes datos para observar patrones robustos.

Los resultados de los análisis de las especies representativas por gremio de alimentación en la temporada reproductiva mostraron que para el gremio de insectívoros de dosel *Myiarchus yucatanensis* presentó mayor abundancia en la clase de vegetación 1, siendo significativamente mayor que en las otras tres clases. *M. yucatanensis* es una especie endémica de la Península de Yucatán (MacKinnon,

2005), se encuentra ampliamente distribuida en su rango de distribución y habita en las selvas húmedas, semi áridas y en vegetación secundaria, aunque no es muy fácil de observar porque se percha discretamente entre la vegetación saliendo repentinamente tras algún insecto. Además se puede confundir con *Myiarchus tuberculifer* o con *Myiarchus tyrannulus*, la forma más segura de identificarlo es por su canto (MacKinnon *et al.*, 2009, Howell y Webb, 2005). En contraste con nuestro estudio, otros autores en la región sur del estado de Yucatán registraron la presencia del Papamoscas yucateco en todos los ambientes, desde vegetación con pocos años de recuperación hasta vegetación con avanzado estado de conservación (Chablé *et al.*, 2007). Por su parte, Smith *et al.* (2001) consideraron al Papamoscas yucateco como una especie restringida a las etapas de sucesión con mayor tiempo de recuperación (selva mediana con más de 50 años), en un estudio realizado en sitios con diferentes edades sucesionales en la región sur de Campeche, en donde la edad y el grado de conservación del sitio pueden ser los factores que favorecieron la abundancia de la especie, así como el método y la época del muestreo (de enero a marzo). En nuestro estudio la abundancia mayor en la etapa temprana de sucesión se puede deber a un submuestreo de la especie por la dificultad de registrarla, y por sus hábitos de forrajeo asociados a los campos abiertos.

La otra especie que presentó diferencias entre las clases de vegetación para este mismo gremio fue *Megarynchus pitangua*, registrando la mayor abundancia en la clase de vegetación 3, la cual fue estadísticamente diferente de las clases 2 y 4 pero no de la clase 1. Sin embargo, en la temporada migratoria esta especie se encuentra distribuida con mayor abundancia en la clase de vegetación 4, sin presentar registros en la clase de vegetación 1, este cambio en la abundancia del *M. pitangua* podría deberse a sus necesidades de anidación en árboles sobresalientes de la vegetación (MacKinnon *et al.*, 2009).

En el gremio de insectívoros de sotobosque *Arremonops rufivirgatus* presentó la mayor abundancia en la clase de vegetación 1, presentando diferencias significativas únicamente con la clase de vegetación 4. En particular se sabe que las especies de la familia Emberizidae buscan su alimento cerca del suelo y en la vegetación baja de sitios abiertos y secos (Anjos *et al.*, 1997); observaciones personales en el área de estudio sobre *A. rufivirgatus* permitieron la identificación de dos nidos colocados sobre el suelo. El terreno pedregoso y la baja abundancia de especies vegetales del sotobosque en la clase de vegetación 4 puede ser el principal factor que disminuye la presencia y abundancia de la especie.

Para el gremio de insectívoros de corteza, *Sittasomus griseicapillus* fue más abundante en las clases de vegetación con más edad (3 y 4). La disponibilidad de árboles con tallos de mayor diámetro en las edades sucesionales tardías proporciona más espacios para que *S. griseicapillus* coloque su nido, además de ofrecer mayor área de forrajeo favoreciendo de este modo su abundancia. Fue notorio el aumento en el número de registros durante la temporada reproductiva en comparación con los censos realizados en la temporada migratoria, este aumento puede estar relacionado con una mayor movilidad de los individuos lo cual permite un mayor registro.

Por otra parte, *Xiphorhynchus flavigaster* presentó la mayor abundancia en la clase de vegetación 3. Este gran trepatroncos se reproduce de marzo a junio en las cavidades de los árboles (MacKinnon *et al.*, 2009 y Chablé *et al.*, 2007). La disponibilidad de árboles con tallos de mayor diámetro en las clases de vegetación con más edad, es el principal factor que incrementa la abundancia de *X. flavigaster* debido principalmente a sus hábitos de forrajeo y a sus necesidades de anidación, sin embargo un dato importante de considerar es que la mayor abundancia de la especie fue en la clase de vegetación 3, aun cuando presenta la misma edad que la clase de vegetación 4. Estudios de vegetación realizados en el área de estudio (Dupuy *et al.*, 2011; Hernández-Stefanoni *et al.*, 2011) indican que la densidad de especies vegetales es mayor en la clase de vegetación 4, mientras que el diámetro en los tallos de los árboles es menor, asimismo, la biomasa de los árboles es mayor en la clase 3, por lo tanto los tallos en esta clase son mayores, motivo por el cual existe una mayor presencia del *X. flavigaster*.

Finalmente, en el gremio de frugívoros de dosel *Euphonia affinis* presentó mayor abundancia en la clase de vegetación 3, en las clases 1 y 4 no se registró la presencia de la especie lo cual se explica debido principalmente a sus hábitos de forrajeo, ya que utiliza principalmente el dosel de la selva y de vegetación secundaria tardía para alimentarse y construir sus nidos (Chablé *et al.*, 2007).

Durante la temporada reproductiva, solamente dos gremios presentaron relación con las variables explicativas en los análisis de regresión, el gremio de insectívoros de corteza se asoció positivamente con la edad de la vegetación, como se esperaba en este estudio, lo cual se debe principalmente a los hábitos de forrajeo de las especies que la constituyen y a sus necesidades de anidación, las 10 especies que forman este gremio anidan en las cavidades de árboles vivos o muertos en pie.

En cuanto a los insectívoros de sotobosque, los factores que presentaron mayor influencia en la riqueza son: el contraste de borde y la altura de la vegetación

presentando una asociación negativa, esto significa que a mayor fragmentación del paisaje menor será la riqueza. Debido a las estrategias de forrajeo, la mayoría de las especies tiene las patas largas y fuertes y las alas pequeñas, se alimentan a baja altura o caminando sobre el suelo, además tienen una baja capacidad de dispersión. Diversos estudios mencionan que este gremio prefiere los hábitats abiertos o con vegetación de baja altura (MacKinnon *et al.*, 2009 y Guerrero, 2007), nuestro estudio confirma este patrón al asociarse negativamente con la altura de la vegetación, asimismo confirma que la mayor riqueza de este gremio se presentó en las clases de vegetación con menor edad (Análisis de ANOVA de una vía). Sin embargo, estudios realizados en la Amazonia de Brasil y en selvas Colombianas mencionan que este gremio es altamente susceptible a la fragmentación y al aislamiento del hábitat, prefiriendo los hábitats conservados; además, debido a su alta especificidad de hábitat y a su baja movilidad está más confinado a vivir en el interior del bosque (Idrobo y Gallo, 2003 y Stouffer *et al.*, 1995).

En nuestro estudio la razón por la cual este gremio se asocia más a las áreas de vegetación con etapas tempranas de sucesión se puede deber principalmente a la composición de especies, ya que de las 10 especies registradas en este gremio solo 3 (*Eucometis penicillata*, *Platyrinchus camcrominus* y *Dromococcyx fasianellus*) son especialistas del interior del bosque y de áreas con buen estado de conservación (MacKinnon *et al.*, 2009; Guerrero, 2007; Skutch, 1954), estas especies representaron el 1.7% de los registros, mientras que las otras 7 especies fueron comunes de observar en una variedad de hábitats.

Las especies representativas por gremio de alimentación que se asociaron con la estructura del paisaje fueron para los insectívoros de dosel: *Piranga roseogularis*, endémica de la Península de Yucatán, y de la que actualmente no existen estudios sobre su biología y ecología. Habita en las selvas subcaducifolias semi-húmedas y selvas húmedas con vegetación madura y selvas secundarias con alto grado de recuperación, en el Estado de Yucatán tiene una reducida distribución de sur a oriente en el límite con el estado de Quintana Roo y Campeche (MacKinnon *et al.*, 2009; Howell y Webb, 1995). La abundancia de esta especie incrementó a medida que el índice SIMI_AM presentó valores mayores. Esto significa que esta especie prefiere hábitats con mayores superficies de una misma clase de vegetación. Adicionalmente, la abundancia de esta especie se asocia de manera negativa con el índice (ED), indicando que es vulnerable a la fragmentación del hábitat. *P. roseogularis* es especialista asociada a hábitats con alto grado de conservación y puede ser

considerada como especie indicadora de perturbación. Chablé *et al.* (2007) reportan para la región sur del estado de Yucatán la presencia de la especie en selva mediana subcaducifolia con avanzado estado de conservación y sin perturbación, así mismo en sitios con cultivos agrícolas, ganadería y presencia humana no registraron la presencia de esta especie.

La otra especie perteneciente a este gremio fue *Icterus gularis*, la más grande y común del género, *Icterus* habita en selvas abiertas y vegetación secundaria, durante la temporada de reproducción coloca sus nidos en la punta de las ramas de los árboles más altos (MacKinnon *et al.*, 2009; Chablé *et al.*, 2007; MacKinnon, 1989). Por lo tanto, cuando incrementa la altura de la vegetación incrementa la abundancia; además es sensible a la fragmentación, en nuestro estudio se asoció negativamente con los índices PLAND y ED. Esta tendencia confirma que prefiere las áreas de vegetación secundaria de mayor edad sucesional (clases 3 y 4).

Para los insectívoros de corteza dos especies de trepatroncos presentaron relación con las variables predictivas, en primer lugar *Sittasomus griseicapillus* se asoció positivamente con la altura de la vegetación ya que a mayor área de forrajeo y de sitios para anidar se espera un incremento en la abundancia. De manera similar, *Xiphorhynchus flavigaster*, a pesar de ser una especie relativamente común de observar en una variedad de hábitats (MacKinnon *et al.*, 2009; Guerrero, 2002), en este estudio se encontró que los factores que tienen mayor influencia en la abundancia son: la densidad de borde y los parches similares, lo cual indica que es más abundante en parches grandes de vegetación de un solo tipo de hábitat. El análisis de ANOVA de una vía confirma que la mayor abundancia se presentó en la clase de vegetación 3, la cual le proporciona mayor área para forrajear o hacer su nido.

Por otro lado, en los frugívoros de dosel, *Icterus auratus* es la única especie del género *Icterus* que se alimenta principalmente de frutos (Wood, 2010), es endémica de la Península de Yucatán (MacKinnon, 2005), habita tanto en selvas húmedas como secas, durante la época de reproducción (abril a agosto), se agrupan en colonias y colocan sus nidos cerca de cuerpos de agua (MacKinnon *et al.*, 2009; Howell y Webb, 1995). Se asocia negativamente con los índices de SIMI_AM y TECI, esto significa que prefiere los paisajes más heterogéneos y con poca fragmentación, asimismo una alta conectividad de los diferentes parches favorecerá la abundancia. También presentó una distribución en toda el área de estudio.

Por último *Euphonia affinis* se asoció positivamente con la edad y el contraste de borde, los análisis nos indican que durante la temporada reproductiva la especie

prefiere las áreas con vegetación arbolada (clase de vegetación 3) debido principalmente a los requerimientos de anidación y a los hábitos de forrajeo (MacKinnon *et al.*, 2009), sin embargo, a pesar de que la clase de vegetación 4 presenta la misma edad que la clase 3 no se encontró ningún registro, la mayor densidad de árboles de la clase 4 (Dupuy *et al.*, 2011) y la menor biomasa y por lo tanto, menor tamaño de los árboles (Hernández-Stefanoni *et al.*, 2011) pueden ser el principal factor que influye en la presencia y abundancia de la especie.

BIBLIOGRAFIA

- Andrade, G. y H. Rubio-Torgler (1994). Sustainable Use of the Tropical Rain Forest: Evidence from the Avifauna in the Shifting-Cultivation Habitat Mosaic in the Colombian Amazon. *Conservation Biology*, 8, 545-554.
- Andrén, H (1994). Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscape with different proportions of suitable habitat, *Oikos*, 71, 355-366.
- Anjos, L., K.L. Schuchmann y R. Berndt (1997). Avifaunal composition, species richness, and status in the Tibagi river basin, Parana state, Southern Brazil. *Ornitología neotropical*, 8, 145-174.
- Blake, J. y B. Loiselle (2001). Bird assemblages in second-growth and old-growth forests, Costa Rica: perspectives from mist nets and point counts. *Te Auk*, 118, 304-326.
- Bojorges Baños, J. y L. López (2005). Asociación de la riqueza y diversidad de especies de aves y estructura de la vegetación en una selva mediana subperennifolia en el centro de Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 77, 235-249.
- Boesman, P (2000). Cd Collection; Cantos de aves de México.
- Brito-Castillo, L.F (1994). (Inédito) Manifestación de impacto ambiental del predio Micas Kiuic Venture A.C.
- Calamari N.C. y M.E. Zaccagnini (2007). *Respuesta de las aves a la fragmentación del monte nativo entrerriano: Implicancias para la Conservación y la Agricultura Sustentable*. Ediciones INTA, Buenos Aires, 232 p.
- Cayuela, L (2006). Deforestación y Fragmentación de Bosques Tropicales Montanos en los altos de Chiapas, México. Efectos sobre la Diversidad de Árboles. *Ecosistemas*, 15, 192-198.

- Chablé, J., E. Gómez y R. Pasos (2007). *Aves comunes del sur de Yucatán*. Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, 137 p.
- Chablé, J. y R. Pasos. (2010). Aves. (Ed). *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. CICY. PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA, Mérida, pp. 264-266.
- Colorado, G (2004). Relación de la morfometría de aves con gremios alimenticios. *Boletín SAO*, 16, 25-32.
- Corcuera, P. y C. Giménez (2005). Relación entre el alimento y la abundancia de pájaros insectívoros del follaje. Departamento de Biología, Universidad Autónoma de México. *Huitzil*, 2, 1-12.
- Deppe, J. y J.T. Rotenberry (2005). Temporal Patterns in Fall Migrant Communities in Yucatan, México. *The Condor*, 107, 228-243.
- Derlindati, E. y S. Caziani (2005). Using Canopy and Understory Mist Nets and Point Counts to Study Bird Assemblages in Chaco Forest. *Wilson Bulletin*, 117, 92-99.
- Dolman P.M., S.A. Hinsley., P.E. Bellamy y K. Watts (2007). Woodland birds in patchy landscapes: the evidence base for strategic network. *Ibis*, 149, 146-160.
- Dunn, J. y K. Garrett. (1997). *A Field Guide to Warblers of North America*. The Peterson Field Guide Series. New York. 656 p.
- Dupuy, J.M., J.L. Hernández-Stefanoni, R.A. Hernández-Juárez, E. Tetetla-Rangel, J.O. López-Martínez, E. Leyequién-Abarca, F. Tun-Dzul y F. May Pat (2011) en línea. Patterns and correlates of tropical dry forest structure and composition in a highly replicated chronosequence in Yucatan, Mexico. *Biotropica*. doi: 10.1111/j.1744-7429.2011.00783.x
- Francois, J. y J. Correa (2000). Análisis de la fragmentación del paisaje en el área protegida "Los Petenes" Campeche, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 43, 42-59.
- Gray, M., S. Baldauf, P. Mayhew y J. Hill (2007). The Response of Avian Feeding Guilds to Tropical Forest Disturbance. *Conservation Biology*, 21, 133-141.
- Greenberg, R. (1990). *El sur de México: Cruce de camino para los pájaros migratorios*. Smithsonian Migratory Bird Center. National Zoological Park, Washington, 32 p.
- Greenberg, R., P. Bichier y J. Sterling (1997). Acacia, Cattle and Migratory birds in Southeastern Mexico. *Biological Conservation*, 80, 235-247.

- 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, 56 p.
- Guerrero, L (2007). Diversidad de aves y su potencial como grupo indicador en la Reserva Estatal de Dzilam, Yucatán, México. Tesis de maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán, 76 p.
- Hamel, P., W. Smith, D. Twedt, J. Woehr, E. Morris, R. Hamilton y R. Cooper .(1996). *A Lands Managers Guide to Point Counts of Birds in the Southeast*. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. New Orleans, 39 p.
- Hernández-Stefanoni, J. L (2006). The role of landscape patterns of habitat types on plant species diversity of a tropical forest in Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 15, 1441-1457.
- Hernández-Stefanoni, J.L., J.M. 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.
- Howell, S. y S. Webb (1995). *A guide to the birds of México and Northern Central America*. Oxford University Press. Nueva York, 851 p.
- Hutto, L., S.M. Pletschet y P. Hendricks (1986). A fixed-radius point count method for nonbreeding and breeding season use. *The Auk*, 103,593-602.
- Ibarra, A., S. Arriaga-Weiss y A. Estrada (2001). Avifauna asociada a dos cacaotales tradicionales en la región de la Chontalpa, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia*, 17, 1-12.
- Idrobo-Medina, C. y E. Gallo-Cajiao (2003). Movilidad de aves de sotobosque entre fragmentos de bosque subandino en los Andes Colombianos. *Memorias: Manejo de Fauna Silvestre en Amazonía y Latinoamérica*, Cartagena, Colombia, 195-201.
- Lentijo, G. y G. Kattan (2005). Estratificación vertical de las aves en una plantación monoespecífica y en bosque nativo en la cordillera central de Colombia. *Ornitología Colombiana*, 3, 51-61.
- López, J (2001). Estructura Gremial y organización de un ensamble de aves del desierto del monte. Tesis de doctorado. Universidad de Buenos Aires, Facultad de ciencias exactas y naturales, 105 p.
- McGarigal, K. y W. McComb (1995). Relationships between landscape structure and breeding birds in the Oregon coast range. *Ecological Monographs*, 63, 235-260.

- MacGarigal, K. y S. Cushman (2002). Comparative Evaluation of Experimental Approaches to the Study of Habitat Fragmentation Effects. *Ecological Applications*, 12, 335-345.
- MacKinnon, B. (1989). *100 Common Birds of the Yucatan Peninsula*. Publicado por Amigos de Sian Ka'an A.C. Cancún, 220 p.
- MacKinnon, B. (2005). *Aves y reservas de la Península de Yucatán*. Publicado por Amigos de Sian Ka'an A.C. Cancún, 76 p.
- MacKinnon, B., A. Hidalgo y M. Grosselet. (2009). *200 Aves de la Península de Yucatán*. Dos Cd-Roms Interactivos.
- Martínez, Y (2008). Análisis de la estructura poblacional de especies arbóreas, en diferentes categorías de edad sucesional, en una selva mediana subcaducifolia en Yucatán, México. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica de Yucatán, 132 p.
- May, P.J (1982). Secondary succession and breeding bird community structure: Patterns of Resource Utilization. *Oecologia*, 55, 208-216.
- Milesi, F., L. Marone, J. López, V. Cueto y E. Mezquida (2002). Gremios de manejo como indicadores de las condiciones del ambiente: un estudio del caso con aves y perturbaciones del hábitat en el monte central de Argentina. *Ecología Astral*, 12, 149-161.
- National Geographic Society. (2006). *Field guide to the birds of North America*. 5ª edición, National Geographic Society. Washington, 503 p.
- Nocedal, J (1984). Estructura y utilización del follaje de las comunidades de pájaros en bosque templados del valle de México. *Acta Zoológica Mexicana*, 6, 1-45.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental- Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre- Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión – Exclusión o Cambio – Lista de Especies en Riesgo.
- Oliver, T., D. Roy, J. Hill, T. Brereton y C. Thomas (2010). Heterogeneous Landscape Promote Population Stability. *Ecology Letters*, 13, 473-484.
- Ortiz-Pulido, J., J. Laborde y S. Guevara (2000). Frugivoría por Aves en un Paisaje Fragmentado: Consecuencias en la Dispersión de Semillas. *Biotropica*, 32, 473-488.

- Pavlacky, D. y S. Anderson (2007). Does avian species richness in natural patch mosaics follow the forest fragmentation paradigm? *Animal Conservation*, 10, 57-68.
- Pejchar, L., R. Pringlea, J. Ranganathana, J. Zookb, G. Duranc, F. Oviedoc y G. Dailya (2008). Birds as agents of seed dispersal in a human-dominated landscape in southern Costa Rica. *Biological Conservation*, 141, 536-534.
- Petit, D., J. Lynch, R. Hutto, J. Blake y R. Waide (1995). Habitat use and conservation in the Neotropics. *Ecology and management of Neotropical migratory birds: a synthesis and review of critical issues*, 145-197.
- Ralph, M.N. y C.A.R. Timewell (2005). Resource Availability Controls Bird-Assemblage Composition Through Interspecific Aggression. *The Auk*, 122, 1097-1111.
- Ralph, J., G.G. Geupel, P. Pale, T. Martin, D. Desante y B. Mila. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. United State Department of Agriculture. California, 43 p .
- Raman, S (2006). Effects of habitat structure and adjacent habitats on birds in tropical rainforest fragments and shaded plantations in the Western Ghats, India. *Biodiversity and Conservation*, 15, 1577-1607.
- Raman, S., G. Rawat y J. Johnsingh. (1998). Recovery of tropical rainforest avifauna in relation to vegetation succession following shifting cultivation in Mizoram, North-east India. *Applied Ecology*, 35, 214-231.
- Ramírez A.J (2006). Variación en la composición de comunidades de aves en la Reserva de la Biosfera Montes Azules y áreas adyacentes, Chiapas, México. *Biota Neotropical*, 6, 1-19.
- Rappole, J., K. Winker y G. Powell (1998). Migratory bird habitat use in southern Mexico. Mist Nets versus point counts. *Field ornithol*, 69, 635-643.
- Robinson, S. y J. Terborgh (1997). Bird community dynamics along primary successional gradients of an amazonian whitewater river. *Ornithological monographs*, 48, 641-672.
- Sibley, D. (1993). *The Sibley Field Guide to Birds of Eastern North America*. National Audubon Society. Alfred A. Knopf, Inc. New York, 431 p.
- Skutch, A.F. (1954). *Life Histories of Central American Birds*. Cooper Ornithological Society, Pacific Coast Avifauna No. 31, Berkeley, CA, 448 p.

- Smith, A., J. Salgado y R. Robertson (2001). Distribution patterns of migrant and resident birds in successional forests of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Biotropica*, 33, 153-170.
- Arriaga-Weiss, S., S. Calme y C. Kampichler (2008). Bird communities in rainforest fragments: guild responses to habitat variables in Tabasco, México. *Biodiversity and Conservation*, 17, 173-190.
- Stouffer, P. y R.O. Bierregaard Jr (1995). Use de Amazonian Forest Fragments by Understory Insectivorous Birds. *Ecology*, 76, 2429-2445.
- Stouffer, P., R.O. Bierregaard, C. Strong y T. Lovejoy (2006). Long-Term Landscape Change and Bird Abundance in Amazonian Rainforest Fragments. *Conservation Biology*, 20, 1212-1223.
- Vega, J., J. Rappole y P. Escalante (2003). Identificación del hábitat de ocho especies de aves tropicales mediante análisis de regresión, en los Tuxtlas, Veracruz, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México, serie Zoología*, 74, 195-201.
- Vergara, P. y J. Armesto (2009). Responses of Chilean forest birds to anthropogenic hábitat fragmentation across spatial scales. *Landscape Ecology*, 24, 25-38.
- Villard, M.A., M.K. Trzcinski y G. Merriam (1999). Fragmentation Effects on Forest Birds: Relative Influence of Woodland Cover and Configuration on Landscape Occupancy. *Conservation Biology*, 13, 774-783.
- Villareal, J (1999). *Alternativas para el manejo de la paloma collarera Columba fasciata en el área de conservación Amistad Pacífico*. (Ministerio del Ambiente y Energía), Asociación Costarricense de Pesca, Tiro y Caza, Instituto Nacional de Biodiversidad. San José, Costa Rica, 33 p.
- Volpato, G., E.V. López, L.B. Mendonca, R. Bocon, M.B. Bisheimer, P.P. Serafini y L.D. Anjos (2009). The use of the point count method for bird survey in the Atlantic forest. *Zoología*, 26, 74-78.
- Wood, P. (2010). *Aves de tres mundos*. Editado por Pronatura Peninsula de Yucatán A.C. Mérida, 34 p.

DISCUSIÓN GENERAL

La estructura de la comunidad de aves presentó patrones distintos entre la temporada migratoria y la reproductiva, una de las principales razones es la búsqueda de sitios adecuados para anidar, siendo las aves más selectivas en los requerimientos de hábitat durante la temporada reproductiva (Bishop y Myers, 2005). Por otra parte, de los 6 gremios definidos en este estudio, los frugívoros de dosel, granívoros de sotobosque e insectívoros de dosel medio no presentaron relación con las variables estructurales del paisaje ni con la vegetación, una causa probable es el submuestreo de los gremios de frugívoros de dosel e insectívoros de dosel medio influenciado por la alta capacidad de dispersión de la mayoría de las especies que forman estos gremios. En cuanto al gremio de granívoros de sotobosque la baja capacidad de dispersión y sus hábitos de caminar sobre el suelo sin hacer ruido ocasiona que la mayoría de los individuos pasen desapercibidos con el método de muestreo utilizado en este estudio. El gremio de insectívoros de corteza presentó la mayor riqueza de especies en las dos temporadas de muestreo en los sitios de mayor edad sucesional (clases 3 y 4). De manera interesante la relación de la riqueza de especies de este gremio con la edad sucesional explicó el 12% de la variabilidad en la temporada migratoria, mientras que en la temporada reproductiva la variable edad explicó el 17% de la variabilidad en la riqueza de especies; un factor importante que influye sobre este patrón es la estrategia de anidación de las especies de este gremio que utilizan las cavidades de los árboles vivos o muertos en pie lo cual puede tener un efecto sobre la probabilidad de detección de las especies en las distintas temporadas (Boulinier *et al.*, 1998). El gremio de insectívoros de sotobosque se asoció de manera positiva con las variables explicativas: densidad de parche y forma, mientras que con el contraste y la altura de la vegetación se asoció negativamente en la temporada reproductiva; esto se debe principalmente a las necesidades de anidación de las especies de este gremio que generalmente construyen sus nidos a baja altura en arbustos y árboles de tallos delgados, incluso *Arremonops rufivirgatus* construye su nido sobre el suelo. Durante la temporada migratoria la presencia de las especies migrantes hace que las especies residentes modifiquen sus hábitos de forrajeo (Greenberg, 1990), siendo menos selectivos en sus requerimientos de hábitat, localizándose entre las diferentes clases de vegetación, por otra parte durante esta época la mayoría de las especies residentes son solitarias presentando un menor número de registros.

Finalmente, la abundancia de las especies representativas de cada gremio presentó diferencias entre las clases de vegetación en cada temporada de muestreo, asimismo solo la Eufonia garganta negra (*Euphonia affinis*) se asoció con las variables explicativas en ambas temporadas, en la temporada reproductiva se asoció con la edad de manera positiva debido a sus necesidades de anidación en áreas de vegetación con mayor edad, mientras que en la temporada migratoria su mayor abundancia fue explicada por la altura, originado principalmente por sus hábitos de forrajear en los árboles de mayor altura, aun cuando son arboles solitarios en campos abiertos o cercanos a las comunidades rurales (MacKinnon *et al.*, 2009).

CONCLUSIONES

El área de estudio está caracterizada por una alta heterogeneidad y conectividad entre los parches de vegetación con diferentes edades sucesionales, lo cual sustenta una alta diversidad de especies de aves en el paisaje. Por otra parte los parches de vegetación de mayor edad ocupan la mayor superficie en el paisaje estudiado, presentando la mayor riqueza de especies de aves tanto en la temporada reproductiva como en la migratoria, debido a que proporcionan un hábitat con diferentes estratos en la vegetación lo cual facilita la supervivencia y reproducción de un gran número de aves, en específico aquellas especies más sensibles a las perturbaciones del hábitat. Asimismo, las áreas con vegetación más joven no son óptimas para albergar a las especies dependientes del bosque ni a las especies especialistas, además de que presentan un menor número de especies de aves en comparación con las áreas de mayor edad sucesional.

La riqueza total de especies no presentó una relación con la edad y la estructura del paisaje, sin embargo entre los diferentes gremios de alimentación sí se encontraron asociaciones con la edad y la estructura del paisaje, el agrupar a las especies que explotan la misma clase de recurso ambiental de manera similar en gremios de alimentación permitió tener mayor asociación con las variables predictivas, debido a que se reduce la variabilidad en el uso de los recursos y el hábitat en comparación a toda la comunidad de aves.

En específico, el gremio de insectívoros de corteza se asoció de manera positiva con la edad de la vegetación y de manera negativa con la fragmentación. Por lo tanto, la conservación de áreas de vegetación con edades sucesionales mayores es primordial para la estabilidad de las poblaciones de aves que forman este gremio, asimismo una

alta abundancia de las especies de este gremio pueden indicar un buen estado de conservación. De manera similar el gremio de insectívoros de sotobosque se asocia positivamente con la heterogeneidad del paisaje y negativamente con la fragmentación y con la altura de la vegetación, la alta conectividad entre los parches de vegetación permite la movilidad de las especies de este gremio, asimismo en los parches de vegetación con mayor altura la densidad de especies vegetales del sotobosque es menor originando una mayor susceptibilidad de las especies de este gremio a sus depredadores. Una baja abundancia o ausencia de las especies que forman este gremio puede ser considerado como indicador de un alto grado de fragmentación debido a su baja capacidad de movimiento.

Por otra parte la abundancia de 11 especies representativas distribuidas entre los diferentes gremios de alimentación presentó una asociación con la estructura del paisaje, en donde 6 de estas especies también se asociaron con la edad y altura de la vegetación, la combinación de variables explicativas de vegetación y de las métricas de la estructura del paisaje permitió obtener mejores resultados en los análisis de la abundancia de las especies, debido a que cada especie en particular presenta requerimiento específicos de hábitat, indicando que el mantenimiento de paisajes con diferentes edades sucesionales favorecerá la diversidad de especies de aves. Por otra parte *Eucometis penicillata* puede ser considerada como una especie indicadora de conservación al estar ausente en las edades sucesionales de menor edad, del mismo modo una mayor abundancia de *Piranga roseogularis* puede indicar un alto grado de conservación del área debido a que presentó una mayor abundancia cuando los parches de edades sucesionales con más edad son mayores y cercanos entre sí.

Durante la temporada reproductiva la riqueza de especies total y los gremios de alimentación de insectívoros de corteza e insectívoros de dosel presentaron más relación con las edades sucesionales mayores debido a sus hábitos de forrajeo y a sus necesidades de anidación principalmente, mientras que el gremio de insectívoros de sotobosque presentó mayor relación con las edades sucesionales menores, asimismo, se asociaron mejor con las variables explicativas, en comparación con la temporada migratoria, debido a que durante la temporada reproductiva las especies son más selectivas con los hábitats adecuados para anidar, además al estar en época de reproducción las especies son más activas y más fáciles de detectar. Los muestreos por temporada ayudan a entender mejor los patrones de distribución local y requerimientos de hábitats de la comunidad de aves ya que estos pueden variar por estación del año.

La conservación de paisajes con parches de vegetación de diferentes edades sucesionales y una alta conectividad entre estos permitirá una mayor riqueza de especies y abundancia de las aves, por lo que se considera que las prácticas tradicionales agrícolas realizadas por las comunidades, las cuales son de bajo impacto, pequeña escala espacial y baja frecuencia temporal, pueden incrementar la diversidad de aves del área de estudio.

RECOMENDACIONES

En este estudio la clase de vegetación 1 y el gremio de frugívoros de sotobosque presentaron un esfuerzo de muestreo insuficiente, una forma adecuada para aumentar el número de registros para la comunidad de aves y para este gremio en particular es a través del empleo de redes de niebla; esta técnica permite capturar a las especies que se encuentran caminando sobre el suelo y que ocasionalmente realizan vuelos cortos cuando escuchan ruido, son perturbadas o simplemente se encuentran desplazándose de un sitio a otro para forrajear. Esta técnica permitiría tener una mayor tasa de captura de individuos de las especies del interior del bosque, lo cual puede complementar ayudando a aumentar el número de registros, en especial de aquellas especies gregarias como *Dactylortyx thoracicus* o de las palomas *Leptotila jamaicensis* y *Leptotila verreauxi*, entre otras que comúnmente caminan sobre el suelo sin hacer ruido. Asimismo, en los hábitos de estas tres especies está el colocar sus nidos sobre el suelo o a pocos metros de altura (Howell y Webb, 1995) lo que resulta en bajos o nulos registros al utilizar el método de conteo por puntos. Otro aspecto importante de considerar es que las especies que se encuentran incubando los huevos no realizan ningún tipo de ruido para no atraer a sus depredadores (MacKinnon, 2005). En un estudio realizado por Blake y Loiselle (2001), en donde compararon la efectividad de ambos métodos de conteo (puntos de conteo y redes de niebla) entre hábitats de vegetación madura y vegetación sucesional, determinaron que la efectividad de las redes de niebla es mejor en la vegetación madura y los puntos de conteo en vegetación sucesional. Sin embargo, la composición de especies registrada con ambos métodos es diferente, las redes de niebla detectaron el 62% de la avifauna terrestre y los conteos por puntos detectaron el 68%, con lo cual concluyeron que ambos métodos son adecuados para el muestreo de la avifauna, pero la combinación de los dos métodos mejora la calidad de los resultados. Por su parte Rappole *et al.* (1998) en su estudio realizado en selva madura y vegetación secundaria en Veracruz

demonstraron que 3 especies registradas en los conteos por puntos no fueron capturadas por las redes, debido a sus hábitos de forrajear en el dosel, mientras que 9 especies capturadas en las redes pasaron desapercibidas en los conteos por puntos debido a su baja densidad, por tal motivo las debilidades de un método son cubiertas por el otro, por lo cual se recomienda utilizar ambos métodos de manera combinada para el muestreo de la avifauna.

PERSPECTIVAS

La topografía del área de estudio es un factor que debe de ser considerado como una variable explicativa en los análisis de la comunidad de aves y de los gremios de alimentación, pero sobre todo en la abundancia de algunas especies.

Las aves generalmente se alimentan de una variedad de recursos (insectos, frutos y semillas) al mismo tiempo o por estacionalidad del año, por lo que se sugiere realizar nuevas agrupaciones de los gremios de alimentación considerando cuando menos los dos recursos alimenticios principales de cada especie.

La obtención de nuevas imágenes de satélite con fechas más acordes a las temporadas de muestreo de la avifauna, podría mejorar la asociación de las variables explicativas con la comunidad de aves y con sus gremios de alimentación.

Incorporar todos los gremios de alimentación posibles, como los frugívoros de sotobosque y los nectarívoros podría brindar información más completa acerca de la comunidad de aves.

Finalmente, realizar los análisis estadísticos de los gremios de alimentación separando a las especies generalistas y especialistas podría brindar información más completa acerca de la comunidad de aves.

BIBLIOGRAFIA

- Bishop, J. y W. Myers (2005). Associations between avian functional guild response and regional landscape properties for conservation planning. *Ecological Indicators*, 5, 33-48.
- Blake, J. y B. Loiselle (2001). Bird assemblages in second-growth and old-growth forests, Costa Rica: perspectives from mist nets and point counts. *The Auk*, 118, 304-326.

Boulinier, T., J.D. Nichols, J.R. Sauer, J.E. Hines y K.H. Pollock (1998). Estimating Species Richness: The Importance of Heterogeneity in Species Detectability. *Ecology*, 79, 1018-1028.

Howell, S. y S. Webb (1995). *A guide to the birds of México and Northern Central America*. Oxford University Press. Nueva York, 851 p.

MacKinnon, B. (2005). *Aves y reservas de la Península de Yucatán*. Publicado por Amigos de Sian Ka'an A.C. Cancún, 76 p.

MacKinnon, B., A. Hidalgo y M. Grosselet. (2009). *200 Aves de la Península de Yucatán*. Dos Cd-Roms Interactivos.

Rappole, J., K. Winker y G. Powell (1998). Migratory bird habitat use in southern Mexico. Mist Nets versus point counts. *Field ornithol*, 69, 635-643.

ANEXOS

Cuadro 6. Listado de las especies de aves observadas en el área de estudio por temporada.

No.	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	ESTATU S/NOM	TEMPORADA	
					MIGRA	REPRO
1	Galliformes	Odontophoridae	<i>Dactylortyx thoracicus</i>	R	X	X
2	Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas flavirostris</i>	R	X	X
3		Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	R	X	
4		Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	R	X	X
5		Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	R	X	X
6		Columbidae	<i>Leptotila jamaicensis</i>	R	X	X
7	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Aratinga nana</i>	R/Pr	X	
8		Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	R	X	X
9	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	R	X	X
10		Cuculidae	<i>Dromococcyx phasianellus</i>	R		X
11	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon melanocephalus</i>	R	X	X
12		Trogonidae	<i>Trogon violaceus</i>	R	X	
13	Coraciiformes	Momotidae	<i>Momotus momota</i>	R	X	X
14		Momotidae	<i>Eumomota superciliosa</i>	R	X	X
15	Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	R/e	X	X
16		Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	R	X	X
17		Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	R		X
18		Picidae	<i>Veniliornis fumigatus</i>	R		X
19		Picidae	<i>Colaptes rubiginosus</i>	R	X	X
20		Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	R	X	X
21	Passeriformes	Furnaridae	<i>Dendrocincla anabatina</i>	R/Pr	X	X
22		Furnaridae	<i>Dendrocincla homochroa</i>	R	X	X
23		Furnaridae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	R	X	X
24		Furnaridae	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	R	X	X
25		Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>	R	X	X
26		Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	R	X	X
27		Tyrannidae	<i>Myiopagis viridicata</i>	R	X	X
28		Tyrannidae	<i>Elaenia flavogaster</i>	R		X
29		Tyrannidae	<i>Oncostoma cinereigulare</i>	R	X	X
30		Tyrannidae	<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	R	X	X
31		Tyrannidae	<i>Platyrinchus cancrominus</i>	R/Pr	X	X
32		Tyrannidae	<i>Contopus virens</i>	T	X	
33		Tyrannidae	<i>Contopus cinereum</i>	R	X	X
34		Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	M	X	
35		Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	R	X	X
36		Tyrannidae	<i>Myiarchus yucatanensis</i>	R/e	X	X

Continuación cuadro 6

37	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	R	X	X
38	Tyrannidae	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	R	X	X
39	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	R	X	X
40	Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	R	X	X
41	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	R	X	X
42	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	R	X	
43	Tyrannidae	<i>Tyrannus couchii</i>	R	X	X
44	Cotingidae	<i>Pachyramphus major</i>	R		X
45	Cotingidae	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	R	X	X
46	Cotingidae	<i>Tityra semifasciata</i>	R	X	X
47	Cotingidae	<i>Tityra inquisitor</i>	R	X	
48	Vireonidae	<i>Vireo griseus</i>	M	X	
49	Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	R	X	X
50	Vireonidae	<i>Vireo flavifrons</i>	I	X	
51	Vireonidae	<i>Hylophilus decurtatus</i>	R	X	X
52	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	R	X	X
53	Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>	R	X	X
54	Corvidae	<i>Cyanocorax yuctanicus</i>	R	X	X
55	Corvidae	<i>Psilorhinus moño</i>	R	X	X
56	Troglodytidae	<i>Thryothorus maculipectus</i>	R	X	X
57	Troglodytidae	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	R	X	X
58	Troglodytidae	<i>Uropsila leucogastra</i>	R	X	X
59	Poliptilidae	<i>Rhamphocaenus melanurus</i>	R		X
60	Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>	RI	X	X
61	Poliptilidae	<i>Poliptila plumbea</i>	R/Pr		X
62	Turdidae	<i>Hylocichla mustelina</i>	I	X	
63	Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	R	X	X
64	Mimidae	<i>Dumetella carolinensis</i>	I	X	
65	Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	R	X	X
66	Parulidae	<i>Vermivora cyanoptera</i>	I	X	
67	Parulidae	<i>Oreothlypis peregrina</i>	Ti	X	
68	Parulidae	<i>Parula americana</i>	I	X	
69	Parulidae	<i>Dendroica magnolia</i>	M	X	
70	Parulidae	<i>Dendroica caerulescens</i>	I	X	
71	Parulidae	<i>Dendroica virens</i>	I	X	
72	Parulidae	<i>Dendroica dominica</i>	M	X	
73	Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	M	X	
74	Parulidae	<i>Setophaga ruticilla</i>	I	X	
75	Parulidae	<i>Seiurus aurocapilla</i>	I	X	
76	Parulidae	<i>Geothlypis trichas</i>	I	X	
77	Parulidae	<i>Wilsonia citrina</i>	I	X	

Continuación cuadro 6

78		Thraupidae	<i>Eucometis penicillata</i>	R/Pr		X
79		Thraupidae	<i>Habia fuscicauda</i>	R	X	X
80		Thraupidae	<i>Piranga roseogularis</i>	R/e	X	X
81		Thraupidae	<i>Piranga rubra</i>	I	X	
82		Thraupidae	<i>Cyanerpes cyaneus</i>	RV i	X	
83		Emberizidae	<i>Volatinia jacarina</i>	R	X	
84		Emberizidae	<i>Sporophila torqueola</i>	R	X	X
85		Emberizidae	<i>Tiaris olivaceus</i>	R	X	X
86		Emberizidae	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	R	X	X
87		Emberizidae	<i>Arremonops chloronotus</i>	R	X	X
88		Cardinalidae	<i>Cyanocopsa parellina</i>	R	X	X
89		Cardinalidae	<i>Saltator coerulescens</i>	R	X	X
90		Cardinalidae	<i>Saltator atriceps</i>	R	X	X
91		Cardinalidae	<i>Passerina cyanea</i>	M	X	
92		Cardinalidae	<i>Granatellus sallaei</i>	R	X	X
93		Icteridae	<i>Dives dives</i>	R	X	X
94		Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	R	X	X
95		Icteridae	<i>Icterus prosthemelas</i>	R	X	X
96		Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	R	X	X
97		Icteridae	<i>Icterus mesomelas</i>	R	X	X
98		Icteridae	<i>Icterus chrysater</i>	R	X	X
99		Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	R/e	X	X
100		Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	R	X	X
101		Icteridae	<i>Amblycercus holosericeus</i>	R	X	X
102		Fringillidae	<i>Euphonia affinis</i>	R	X	X
103		Fringillidae	<i>Euphonia hirundinacea</i>	R	X	X

R	Se reproduce, residente permanente
I	Residente de invierno, se encuentra en mayor número durante su migración
Ti	Trasuyente, población pequeña de invierno
T	Mayormente trasuyente
RI	Residente permanente, también existe una población migratoria.
RV i	Se reproduce, residente.
Pr	Protegida
e	Endémica

Cuadro 7. Listado de la clasificación de las especies de aves por gremio de alimentación y su abundancia por temporada y clase de vegetación.

NOMBRE CIENTIFICO	GREMIO	ESTRATO	MIGRATORIA				REPRODUCTIVA			
			CV 1	CV2	CV3	CV4	CV 1	CV2	CV3	CV4
<i>Dactylortyx thoracicus</i>	Granívoro	Sotobosque		3		2	1	1		
<i>Patagioenas flavirostris</i>	Frugívoros	Dosel	1	4	4	14	1	2	3	
<i>Columbina passerina</i>	Granívoro	Sotobosque	3	1	1					
<i>Columbina talpacoti</i>	Granívoro	Sotobosque	1				1			
<i>Leptotila verreauxi</i>	Granívoro	Sotobosque	2	3	5	7		3	2	1
<i>Leptotila jamaicensis</i>	Granívoro	Sotobosque			1				1	
<i>Aratinga nana</i>	Frugívoros	Dosel	1			1				
<i>Amazona albifrons</i>	Frugívoros	Dosel		17	2	2		4	3	2
<i>Piaya cayana</i>	Insectívoros	Dosel	1	6	2	3			1	1
<i>Dromococcyx phasianellus</i>	Insectívoros	Sotobosque							1	
<i>Trogon melanocephalus</i>	Insectívoros	Dosel medio	2	2		2			1	1
<i>Trogon violaceus</i>	Insectívoros	Dosel medio			3					
<i>Momotus momota</i>	Insectívoros	Dosel medio	2	4	3	2		1	1	2
<i>Eumomota superciliosa</i>	Insectívoros	Dosel medio	4	2	4	3	2	5	1	1
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Insectívoros	Corteza	1		1		2	2	5	4
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Insectívoros	Corteza	4	4	5	10	9	4	12	10
<i>Picoides scalaris</i>	Insectívoros	Corteza		1	1			1		
<i>Veniliornis fumigatus</i>	Insectívoros	Corteza					1	1	2	1
<i>Colaptes rubiginosus</i>	Insectívoros	Corteza	1	1		1			2	
<i>Dryocopus lineatus</i>	Insectívoros	Corteza	2		4	3			1	
<i>Dendrocicla anabatina</i>	Insectívoros	Corteza			2					2
<i>Dendrocicla homochroa</i>	Insectívoros	Corteza		3	2	1		3	3	1
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Insectívoros	Corteza	1	4	10	5	1	2	24	19
<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Insectívoros	Corteza	1		5	6		3	13	4
<i>Thamnophilus doliatus</i>	Insectívoros	Sotobosque	6	3	3	4	4	4	3	
<i>Campostoma imberbe</i>	Insectívoros	Dosel	1		1		2	4	9	2
<i>Myiopagis viridicata</i>	Insectívoros	Dosel medio	1	5	18	8	5	7	17	5
<i>Elaenia flavogaster</i>	Insectívoros	Dosel						2	2	2
<i>Oncostoma cinereigulare</i>	Insectívoros	Dosel medio	4	11	15	9	5	13	9	1
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	Insectívoros	Dosel	13	18	30	11	19	22	27	16
<i>Platyrinchus cancrominus</i>	Insectívoros	Sotobosque			1	2				1
<i>Contopus virens</i>	Insectívoros	Dosel medio			1					
<i>Contopus cinereum</i>	Insectívoros	Dosel medio	5	6	7	4	2	4	11	6
<i>Empidonax minimus</i>	Insectívoros	Dosel medio	22	38	42	34				
<i>Attila spadiceus</i>	Insectívoros	Dosel	3	9	12	14	4	9	13	7
<i>Myiarchus yucatanensis</i>	Insectívoros	Dosel	5	7	10	8	15	11	10	10
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Insectívoros	Dosel	13	29	40	17	7	17	26	17
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Insectívoros	Dosel	2	5	11	6			5	3
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Insectívoros	Dosel	3	1	2	4		1		

Continuación cuadro 7

<i>Megarynchus pitangua</i>	Insectívoros	Dosel		6	13	15	2	1	9	1
<i>Myiozetetes similis</i>	Insectívoros	Dosel	12	27	36	14	3	10	21	5
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Insectívoros	Dosel	4	4	5	3				
<i>Tyrannus couchii</i>	Insectívoros	Dosel	4	17	13	14	5	11	19	9
<i>Pachyramphus major</i>	Insectívoros	Dosel					1	4	4	5
<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Insectívoros	Dosel			1		3	11	26	17
<i>Tityra semifasciata</i>	Frugívoros	Dosel	1	2		3	1	3	5	6
<i>Tityra inquisitor</i>	Insectívoros	Dosel		1						
<i>Vireo griseus</i>	Insectívoros	Dosel medio	28	42	55	39				
<i>Vireo pallens</i>	Insectívoros	Dosel medio	34	12	22	15	46	43	14	11
<i>Vireo flavifrons</i>	Insectívoros	Dosel			1	2				
<i>Hylophilus decurtatus</i>	Insectívoros	Dosel	1		1		1	4	7	2
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Insectívoros	Dosel	28	33	39	28	15	36	27	27
<i>Cyanocorax yncas</i>	Insectívoros	Dosel medio	5	5	7	17		9	3	3
<i>Cyanocorax yuctanicus</i>	Insectívoros	Dosel medio	27	54	70	37	19	23	41	29
<i>Psilorhinus morio</i>	Insectívoros	Dosel			1	3	2		1	7
<i>Thryothorus maculipectus</i>	Insectívoros	Sotobosque	25	36	25	18	17	18	20	14
<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Insectívoros	Sotobosque	2	6	9	5	22	23	35	24
<i>Urosila leucogastra</i>	Insectívoros	Dosel medio	5	12	18	8	10	12	21	9
<i>Rhamphocaelus melanurus</i>	Insectívoros	Dosel medio					1	2	1	
<i>Polioptila caerulea</i>	Insectívoros	Dosel	1	5	6	2	8	12	20	12
<i>Polioptila plumbea</i>	Insectívoros	Dosel					1	1		1
<i>Hylocichla mustelina</i>	Insectívoros	Sotobosque	2		2	1				
<i>Turdus grayi</i>	Insectívoros	Dosel	12	4	13	6	2	6	20	3
<i>Dumetella carolinensis</i>	Insectívoros	Sotobosque	7	6	8	3				
<i>Melanoptila glabrirostris</i>	Insectívoros	Dosel medio	5	3	3	2	2	3	4	3
<i>Vermivora cyanoptera</i>	Insectívoros	Dosel				1				
<i>Oreothlypis peregrina</i>	Insectívoros	Dosel			1					
<i>Parula americana</i>	Insectívoros	Dosel	1	3	8	3				
<i>Dendroica magnolia</i>	Insectívoros	Dosel medio	8	25	41	26				
<i>Dendroica caerulescens</i>	Insectívoros	Dosel			1					
<i>Dendroica virens</i>	Insectívoros	Dosel	2		3	3				
<i>Dendroica dominica</i>	Insectívoros	Dosel medio	1	1						
<i>Mniotilta varia</i>	Insectívoros	Dosel medio	1	5	7	6				
<i>Setophaga ruticilla</i>	Insectívoros	Dosel	4	13	20	20				
<i>Seiurus aurocapilla</i>	Insectívoros	Sotobosque		2	2					
<i>Geothlypis trichas</i>	Insectívoros	Sotobosque	1							
<i>Wilsonia citrina</i>	Insectívoros	Sotobosque	6	7	16	12				
<i>Eucometis penicillata</i>	Insectívoros	Sotobosque							4	1
<i>Habia fuscicauda</i>	Insectívoros	Sotobosque	13	21	29	18	10	13	19	10
<i>Piranga roseogularis</i>	Insectívoros	Dosel	1	2	1	1	1	1	10	4
<i>Piranga rubra</i>	Insectívoros	Dosel		1						

Continuación cuadro 7

<i>Cyanerpes cyaneus</i>	Insectívoros	Dosel					1				
<i>Volatinia jacarina</i>	Granívoro	Sotobosque	2	2							
<i>Sporophila torqueola</i>	Granívoro	Sotobosque	1	1			1				
<i>Tiaris olivaceus</i>	Granívoro	Sotobosque	1				5	2			
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Insectívoros	Sotobosque	11	11	9	11	22	34	36	11	
<i>Arremonops chloronotus</i>	Insectívoros	Sotobosque	1		6	1	10	11	12	10	
<i>Cyanocompsa parellina</i>	Granívoro	Sotobosque	1	1	7		2	4	5	6	
<i>Saltator coerulescens</i>	Frugívoros	Dosel				1			1	1	
<i>Saltator atriceps</i>	Frugívoros	Dosel	9	14	9	9	4	14	9	17	
<i>Passerina cyanea</i>	Granívoro	Sotobosque	7	7	3						
<i>Granatellus sallaei</i>	Insectívoros	Dosel medio		1			5	2	3		
<i>Dives dives</i>	Insectívoros	Dosel	17	18	7	12	7	3	2	11	
<i>Molothrus aeneus</i>	Granívoro	Sotobosque	2				1	1	8	4	
<i>Icterus prosthemelas</i>	Insectívoros	Dosel	1	1		2	1	5	6	5	
<i>Icterus cucullatus</i>	Insectívoros	Dosel	6	6	9	4	1	3	3		
<i>Icterus mesomelas</i>	Insectívoros	Dosel	1					1			
<i>Icterus chrysater</i>	Insectívoros	Dosel		2		1		3	2	5	
<i>Icterus auratus</i>	Frugívoros	Dosel	2	7	6	7	6	4	8	6	
<i>Icterus gularis</i>	Insectívoros	Dosel	7	14	5	9	4	9	16	14	
<i>Amblycercus holosericeus</i>	Insectívoros	Sotobosque	10	7	7	7	4	10	9	6	
<i>Euphonia affinis</i>	Frugívoros	Dosel	1	3	24	5		4	13		
<i>Euphonia hirundinacea</i>	Frugívoros	Dosel	1		2	1	1	4	1		