



**INSTITUTO POTOSINO DE INVESTIGACIÓN  
CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA, A.C.**

**POSGRADO EN CIENCIAS APLICADAS**

**PATRONES DE DIVERSIDAD Y POTENCIAL DE CONSERVACIÓN  
DE AVES DE SOTOBOSQUE EN ESTADIOS SUCESIONALES TARDÍOS  
Y DOS TIPOS DE SELVA DE LA HUASTECA POTOSINA.**

Tesis que presenta

**VÍCTOR HUGO MENDOZA RODRÍGUEZ**

Para obtener el grado de

**Maestro en Ciencias Aplicadas**

En la opción de

**Ciencias Ambientales**

**Codirectores de Tesis:**

**Dr. Leonardo Chapa Vargas**

**Dr. Ernesto Iván Badano**

San Luis Potosí, S.L.P.

27 de septiembre de 2010



## Constancia de aprobación de la tesis

La tesis **“Patrones de diversidad y potencial de conservación de aves de sotobosque en estadios sucesionales tardíos y dos tipos de selva en la Huasteca Potosina”** presentada para obtener el Grado de de Maestro en Ciencias Aplicadas en la opción de Ciencias Ambientales fue elaborada por **Víctor Hugo Mendoza Rodríguez** y aprobada el **27 de septiembre de 2010** por los suscritos, designados por el Colegio de Profesores de la División de Ciencias Ambientales del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.

---

Dr. Leonardo Chapa Vargas  
Codirector de la tesis

---

Dr. Ernesto Iván Badano  
Codirector de la tesis

---

Dr. Octavio Cesar Rosas Rosas  
Asesor de la tesis



## **Créditos Institucionales**

Esta tesis fue elaborada en la División de Ciencias Ambientales del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., bajo la codirección de Dr. Leonardo Chapa Vargas y Dr. Ernesto Iván Badano.

Durante la realización del trabajo el autor recibió una beca académica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (221803)

Este proyecto pudo concretarse gracias al financiamiento del proyecto otorgado por los Fondos Mixtos del Estado de San Luis Potosí FOMIX: CONACYT-SLP-S-3239-C02-104322 y el proyecto Department of health and human services-S-3609



# Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.

## Acta de Examen de Grado

El Secretario Académico del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., certifica que en el Acta 038 del Libro Primero de Actas de Exámenes de Grado del Programa de Maestría en Ciencias Aplicadas en la opción de Ciencias Ambientales está asentado lo siguiente:

En la ciudad de San Luis Potosí a los 11 días del mes de octubre del año 2010, se reunió a las 16:00 horas en las instalaciones del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., el Jurado integrado por:

<b>Dr. Octavio Cesar Rosas Rosas</b>	<b>Presidente</b>	<b>CoIPos-SLP</b>
<b>Dr. Ernesto Iván Badano _</b>	<b>Secretario</b>	<b>IPICYT</b>
<b>Dr. Leonardo Chapa Vargas</b>	<b>Sinodal</b>	<b>IPICYT</b>

a fin de efectuar el examen, que para obtener el Grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS APLICADAS  
EN LA OPCION DE CIENCIAS AMBIENTALES**

sustentó el C.

**Víctor Hugo Mendoza Rodríguez**

sobre la Tesis intitulada:

***Patrones de Diversidad y Potencial de Conservación de Aves de Sotobosque en Estadios Sucesionales Tardíos y Dos Tipos de Selva de la Huasteca Potosina***

que se desarrolló bajo la dirección de

**Dr. Ernesto Iván Badano \_  
Dr. Leonardo Chapa Vargas**

El Jurado, después de deliberar, determinó

**APROBARLO**

Dándose por terminado el acto a las 17:30 horas, procediendo a la firma del Acta los integrantes del Jurado. Dando fe el Secretario Académico del Instituto.

A petición del interesado y para los fines que al mismo convengan, se extiende el presente documento en la ciudad de San Luis Potosí, S.L.P., México, a los 11 días del mes de octubre de 2010.

**Dr. Marcial Bonilla Marín**  
Secretario Académico

**Mtra. Ivonne Lizette Cuevas Vélez**  
Jefa del Departamento de Asuntos Escolares

*A mi abuela Margarita Arcos, que no pudo acompañarme  
físicamente al concluir esta etapa  
R.I.P. (1912-2009)*

## **Agradecimientos**

A mis padres por su apoyo incondicional durante todos los proyectos emprendidos en mi vida.

A mis amigos y compañeros del posgrado (Duls, Mariana, Ale, Rod, Ingrid) que me apoyaron desde el primer día e hicieron más amena esta etapa y con quien compartí tantos gratos momentos durante todo este tiempo; en especial Dulce y Mariana por ese gran empujón durante el prope y materias difíciles.

Al grupo de trabajo de campo, principalmente Rod que nos tuvimos que soportar TODAS las salidas y que siempre se aventó el pesado camino hasta la Huasteca; a Oly y Chuy que aliviaron mucho el gran esfuerzo que es soportar: moscos, garrapatas, alta humedad-temperatura, lluvias torrenciales y cargar el equipo. Y a Karina por estar siempre al pendiente, poner sazón a las salidas y siempre poner orden a estos “chanchos”.

A Leonardo por toda su confianza y fe depositada en mí y por la amistad y los consejos que me ha brindado.

A Ernesto que no se ha limitado a solo ser un asesor si no también un amigo y consejero.

A Joel que ha sido un gran apoyo como profesor y amigo durante estos 2 años.

## Contenido

Constancia de aprobación de la tesis	II
Créditos institucionales	III
Acta de examen	IV
Dedicatorias	V
Agradecimientos	VI
Lista de tablas	IX
Lista de figuras	X
Anexos	XI
Resumen	XII
Abstract	XIII
1. Introducción	1
1.1 Hipótesis	6
1.2 Objetivos	7
2. Metodología	8
2.1 Área de Estudio	8
2.2 Trabajo de Campo	12
2.3 Análisis de Datos	13
2.3.1 Atributos Comunitarios	13
2.3.2 Importancia Relativa de Conservación	16
3. Resultados	18
3.1 Especies Detectadas	18
3.2 Atributos Comunitarios por Estación Climática	19

3.2.1 Lluvias	19
3.2.2 Secas	20
3.2.3 Estimación Anual	21
3.3 Atributos comunitarios por estatus migratorio (sólo análisis anual)	22
3.3.1 Residentes	22
3.3.2 Migratorias	23
3.4 Importancia Relativa de Conservación	25
4. Discusión	26
5. Conclusión	33
Referencia	34



## Lista de tablas

1. Riqueza de especies observada en cada una de las comunidades vegetales estudiadas. 18
2. Valores de importancia de conservación estimados por cada tipo de vegetación, por estación climática, y para especies residentes y migratorias. SM=Selva mediana, SB= selva baja, VS= vegetación secundaria. 25
3. Valores de conservación para cada comunidad vegetal, considerando únicamente a las especies de aves endémicas, en alguna categoría de riesgo y con valores intermedios y altos de conservación. 25

## Lista de figuras

1. Área de Estudio	8
2. Curvas de rarefacción, representando la riqueza estimada de especies (S), índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), y dominancia (D) para el total de aves registrado durante la estación lluviosa en la región Huasteca de San Luis Potosí, México.	19
3. Curvas de rarefacción, representando riqueza (S); diversidad (H'), y dominancia (D) para el total de aves registrado durante la estación seca en la región Huasteca de San Luis Potosí.	20
4. Curvas de rarefacción, representando riqueza (S), diversidad (H'), y dominancia (D) para el total de especies de aves registradas (migratorias y residentes) para el estudio anual en la Huasteca, San Luis Potosí, México.	21
5. Curvas de rarefacción, representando riqueza (S), diversidad (H'), y dominancia (D). Solo se muestran los resultados obtenidos para las especies de aves residentes registradas para el estudio anual en la región Huasteca de San Luis Potosí.	22
6. Curvas de rarefacción, representando riqueza (S), diversidad (H'), y dominancia (D). Solo se muestran los resultados obtenidos para las especies de aves migratorias registradas para el estudio anual en la región Huasteca de San Luis Potosí.	24

## **Anexos**

1. Listado de Especies

40

## Resumen

Patrones de Diversidad y Potencial de Conservación de Aves de Sotobosque en Estadios Sucesionales Tardíos y Dos Tipos de Selva de la Huasteca Potosina

Palabras clave: Riqueza de especies, perturbación antropogénica, sensibilidad al disturbio

Los cambios en el uso de la tierra en la Huasteca Potosina, han generado un complejo mosaico en el paisaje, provocando que las comunidades vegetales naturales, se encuentren embebidas en una matriz de vegetación en diferentes estadios sucesionales. A razón de que la vegetación secundaria ha llegado a cubrir una superficie significativa de la Huasteca Potosina, se hace necesario evaluar su potencial para la conservación de la biodiversidad en relación con las selvas maduras (baja y mediana).

En el presente trabajo se llevaron a cabo capturas con redes ornitológicas en la selva baja, mediana y estados sucesionales en etapa arbórea de estos tipos de vegetación para, con base en la información generada evaluar el potencial de estos hábitats para la conservación de las comunidades avifaunísticas de sotobosque. Para lograr este objetivo, se estimaron los patrones espacio-temporales para los atributos comunitarios de riqueza de especies, diversidad relativa y dominancia de especies; además se calculó un índice de importancia relativa de conservación.

Los atributos comunitarios estimados, sugieren que la vegetación secundaria tardía es importante para la conservación por contener una alta riqueza y diversidad de aves de sotobosque. No obstante que la selva baja tuvo el mayor potencial de conservación para las aves de sotobosque de la región; ambos tipos de selva fueron trascendentes por poseer especies sensibles al disturbio humano (ej. *Turdus assimilis* y *Thryothorus ludovicianus*) y bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059 (*Accipiter striatus*) que no se presentaron en la vegetación secundaria. Por lo tanto, la implementación de planes de conservación en la región deberían integrar los tres tipos de vegetación aquí considerados.

Para la Huasteca Potosina, aun es necesario generar conocimiento acerca de las comunidades ornitológicas, integrando información de otras comunidades vegetales presentes en la región y a las especies de los estratos vegetales intermedios y altos, y se consideren las dinámicas poblacionales e interacciones ínterespecíficas de las aves.

## **Abstract**

Diversity patterns and conservation potential of understory birds in late successional stages and two tropical forests at the Huasteca region of San Luis Potosi.

Key words: species richness, antropic disturbance, disturbance sensibility

In recent years, the Huasteca region of San Luis Potosí, Mexico has experienced major changes in land use, leading to a complex landscape mosaic, where the native vegetation is embedded in a heterogeneous successional matrix. Because secondary growth vegetation covers a significant portion of the Huasteca region, it is necessary to evaluate its potential for biodiversity conservation in relation to mature short and medium tropical forest.

I carried out mist netting, to assess the understory bird communities in short and medium tropical moist forest, and in late successional vegetation at the Huasteca region. Then, I calculated species richness, relative diversity, species dominance and a relative conservation importance index for each of these three habitats.

Late successional vegetation had the highest estimated values of species richness and diversity. However, short tropical moist forests had the highest conservation potential for understory birds in the region. Both, short and medium tropical moist forests are also important for bird conservation as they contain sensitive species including the White-throated thrush, and the Carolina wren, as well as a protected species, the Sharp-shinned hawk. None of these three species were recorded in second growth habitats. Therefore, conservation strategies, should consider setting aside tracts of all three habitats.

For the Huasteca region of San Luis Potosí, there are still substantial information gaps related to its avifauna. Specifically, bird communities associated to other vegetation types, as well as birds from the midstory and canopy should be investigated. Furthermore, information related to population dynamics, and interspecific interactions are also lacking.

## 1. INTRODUCCIÓN

En años recientes se ha registrado una disminución en los tamaños poblacionales de algunas especies de aves migratorias neotropicales que anidan en Norteamérica y migran en el período invernal hacia el neotrópico (Peterjhon *et al.*, 1995). No obstante, debido a la escala global que comprende la distribución de estos organismos, es difícil identificar algún factor que explique de manera consistente las causas regionales o temporales de estos declives (Sherry y Holmes, 1996). Por otro lado, muchas de especies de aves residentes de los neotrópicos son sensibles a cambios de origen natural o antrópico en la estructura y composición florística de los hábitats que utilizan (Corcuera y Zavala-Hurtado, 2006). Estas especies son particularmente vulnerables a las perturbaciones debido a que tienden a ser “especialistas de hábitat”, desarrollando completamente su ciclo de vida en algunos micro-hábitats muy específicos que ocurren, principalmente, en comunidades vegetales clímax (Bierregaard *et al.*, 1992, Wilson *et al.*, 1994). Es por esto que las perturbaciones antrópicas que afectan grandes extensiones pueden conducir a desplazamientos de sus rangos biogeográficos o, inclusive, su extinción local. Esto ha generado que muchas de estas especies se encuentren dentro de alguna categoría de riesgo según normas nacionales e internacionales.

México es un país con grandes áreas de importancia para la conservación de aves, tanto residentes del neotrópico, como migratorias neotropicales (Arizmendi y Márquez, 2000). Éstas últimas de climas templados de Norteamérica, pero aprovechan, de manera transitoria, el alimento y el refugio que les brindan los ecosistemas tropicales durante el invierno (Hobson y Wassenaar, 1997). Por otro

lado, la gran variedad de microclimas y microhábitats presentes en México proveen recursos de manera permanente para las aves residentes altamente especializadas.

Algunos trabajos especulan que posiblemente una de las principales amenazas que enfrentan las poblaciones de aves migratorias neárticas-neotropicales es la pérdida de bosques tropicales, ya que reduce la disponibilidad de hábitats y recursos durante el período invernal (Petit *et al.*, 1999 Sherry y Holmes, 2001). Por otro lado, algunas especies residentes presentan caracteres intrínsecos, como la endémicidad, distribución restringida ó una alta especialización de hábitat, que las hacen muy sensibles a los efectos de las perturbaciones antrópicas (Stotz *et al.*, 1996).

Las tendencias hacia el declive en algunas poblaciones de aves residentes y migratorias han creado la necesidad de determinar prioridades de conservación, las cuales deben estar basadas en el conocimiento científico de sus distribuciones y abundancias. Para considerar que una región es importante para su conservación, es necesario evaluar la calidad de los diferentes hábitats que están potencialmente disponibles para estas aves (Stotz *et al.*, 1996). Para esto se puede utilizar un enfoque desde la ecología de comunidades; estos estudios, a diferencia de los que se centran en la conservación especies clave o de grandes rangos de actividad, permiten maximizar la protección de la diversidad de una región determinada (Caringnan y Villard, 2001). Por lo tanto, para evaluar la problemática que enfrentan las aves y así mismo conocer la relevancia de éstas dentro de las comunidades neotropicales, es necesario documentar y comparar su

diversidad y ocurrencia en los distintos hábitats de una región (Gram y Faarborg, 1997).

Se estima que el estado de San Luis Potosí alberga una diversidad biológica excepcional debido a la gran variedad de hábitats que presenta dentro de su superficie. Estos incluyen desde selvas lluviosas en la Región de la Huasteca hasta ecosistemas semiáridos en la Región del Altiplano (Rzedowski, 1966, Palacio-Prieto *et al.*, 2000, Flores *et al.*, 2008). Sin embargo, no existen inventarios taxonómicos completos y actualizados para sus diferentes ecosistemas en cuanto a la flora y la fauna (Flores *et al.*, 2008). Desafortunadamente, en las últimas décadas del siglo XX, los recursos naturales de San Luis Potosí han estado sujetos a una fuerte explotación. En este período se ha observado una intensa extracción de ejemplares animales y vegetales para su comercialización, principalmente ilegal (Fitzgerald *et al.*, 2004), y se han producido grandes cambios en el uso de la tierra como consecuencia de una creciente demanda de alimentos por parte de la población humana. En este último aspecto, en el año 2000 las tierras agrícolas y ganaderas de la Huasteca Potosina ya representaban el 30% de su superficie original, lo sugiere que una creciente tasa de deforestación y pérdida de hábitat en la zona que pone en riesgo a las selvas y bosques nativos (Granados-Ramirez *et al.*, 2008).

La práctica de roza-tumba-quema ha propiciado el reemplazo de grandes extensiones de vegetación nativa (principalmente selvas) por tierras de pastoreo y cultivo (Hernández *et al.*, 2005; Flores *et al.*, 2008). Una vez que estos campos son abandonados se inician procesos de sucesión vegetal, generando un complejo mosaico sucesional en las selvas tropicales de la Huasteca. Esto



provoca que las comunidades clímax, con un estado de conservación relativamente bueno, se encuentren embebidas en una matriz heterogénea con vegetación en diferentes estadios sucesionales (Ochoa-Gaona *et al.*, 2010). La vegetación secundaria en estados intermedios de la sucesión, actualmente cubre mayor superficie que las comunidades clímax en la región Huasteca (Rzedowski, 2006). En cuanto a las aves, para algunas regiones neotropicales se ha indicado que estos estados sucesionales intermedios son el tipo de vegetación más utilizado por especies migratorias y por especies generalistas residentes (Hutto, 1980, 1989; Petit *et al.*, 1993).

La Región Huasteca, es una zona de importancia para la biodiversidad en el país, ya que alberga una alta riqueza de especies animales y vegetales. Esto se debe a que se ubica en el punto de convergencia de las regiones templadas neárticas y las regiones cálidas neotropicales, presentando un gran contraste entre sus hábitats (Rzedowski, 1991). Según Rzedowski (1966) y Puig (1991), las comunidades vegetales características de esta región son: (1) Selva Mediana Subperennifolia; (2) Selva Baja Caducifolia; (3) Encinares Tropicales; y (4) Humedales (para más detalles ver Área de Estudio). Como consecuencia de esta gran variedad de hábitats, la diversidad de los diferentes grupos faunísticos asociados también es notable en la Huasteca Potosina. Para el caso de las aves, se estima que la riqueza de especies en esta región supera a las 400 (Escalante *et al.*, 1993; Howell & Webb, 1995), incluyéndose varios endemismos y especies bajo alguna categoría de riesgo (SEMARNAT, 2001), e incluso especies de importancia internacional (USFWS, 2009). Esta riqueza sólo es superada en México por la región de los Tuxtlas, en Veracruz, y El Petén, en Campeche.

Irónicamente, el conocimiento de la avifauna de la Huasteca Potosina es muy limitado, ya que está restringido a listados puntuales. Por tanto no hay información sistemática actualizada que considere a la región como un todo. Por ejemplo, los últimos trabajos realizados en este aspecto fueron los de Sutton y Burleigh (1940a y b), en Cd. Valles y Tamazunchale, y los de Lowery & Newman (1951) y de Davis (1952), llevados a cabo en Xilitla. Así, resulta evidente la necesidad de elaborar estudios con muestreos sistemáticos que permitan generar información actualizada, que refleje la situación de la diversidad avifaunística de la Huasteca Potosina y que sienten bases científicas sólidas para su conservación. De allí, para el presente trabajo se plantearon las siguientes preguntas: (1) ¿Cuál es la importancia de los bosques tropicales de la Huasteca Potosina para la conservación de aves de sotobosque?; (2) ¿Se maximizan los esfuerzos de conservación de la avifauna de sotobosque regional al preservarse un sólo tipo de bosque tropical ó es necesaria la preservación de varios tipos de vegetación para lograr este propósito?; y (3) ¿Qué importancia tienen los estadios intermedios de la sucesión vegetal que ocurre luego de una perturbación para las aves de sotobosque y su conservación?

## 1.1 HIPÓTESIS

1. El sotobosque de la vegetación secundaria, en estados relativamente avanzados de la sucesión, presentará mayores valores de riqueza y diversidad de aves porque es el tipo de vegetación más utilizado por especies migratorias y generalistas, así como por algunas especies residentes especialistas. No obstante, las especies más sensibles a las perturbaciones del hábitat se encontrarán exclusivamente en las comunidades vegetales clímax y, por lo tanto, estas comunidades presentarán los valores más altos de conservación.
2. Debido a que la estructura de las comunidades vegetales a estudiar, se espera que exista una alta complementariedad entre ellas.
3. Se observará una variación estacional en la riqueza y diversidad de aves, especialmente en función de las especies migratorias, ya que estas están presentes únicamente en un periodo definido del año.

## 1.2 OBJETIVOS

- Determinar los patrones de diversidad de aves de sotobosque en la Huasteca Potosina:
  - Espaciales: en función de la comparación de tres tipos de vegetación (selva baja caducifolia, selva mediana subperennifolia y estadios tardíos de vegetación secundaria).
  - Temporales: como consecuencia de la presencia de aves migratorias en un período del año.
- Determinar el potencial para la conservación de aves de la vegetación secundaria tardía y dos comunidades vegetales clímax (Selva Mediana y Selva Baja).

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Área de Estudio

La Región Huasteca (Fig. 1) se localiza en la porción oriental del estado de San Luis Potosí. Comprende un área aproximada de 10,000 km<sup>2</sup> y representa el 17.3% de la superficie total estatal. Su relieve es levemente ondulado con altitudes que oscilan aproximadamente entre los 50 y los 3000 m.s.n.m. Su clima es considerado semicálido húmedo a cálido subhúmedo. La temperatura media anual es de 24°C y la precipitación anual puede superar los 2000 mm (Cabrera y Betancourt, 2002).

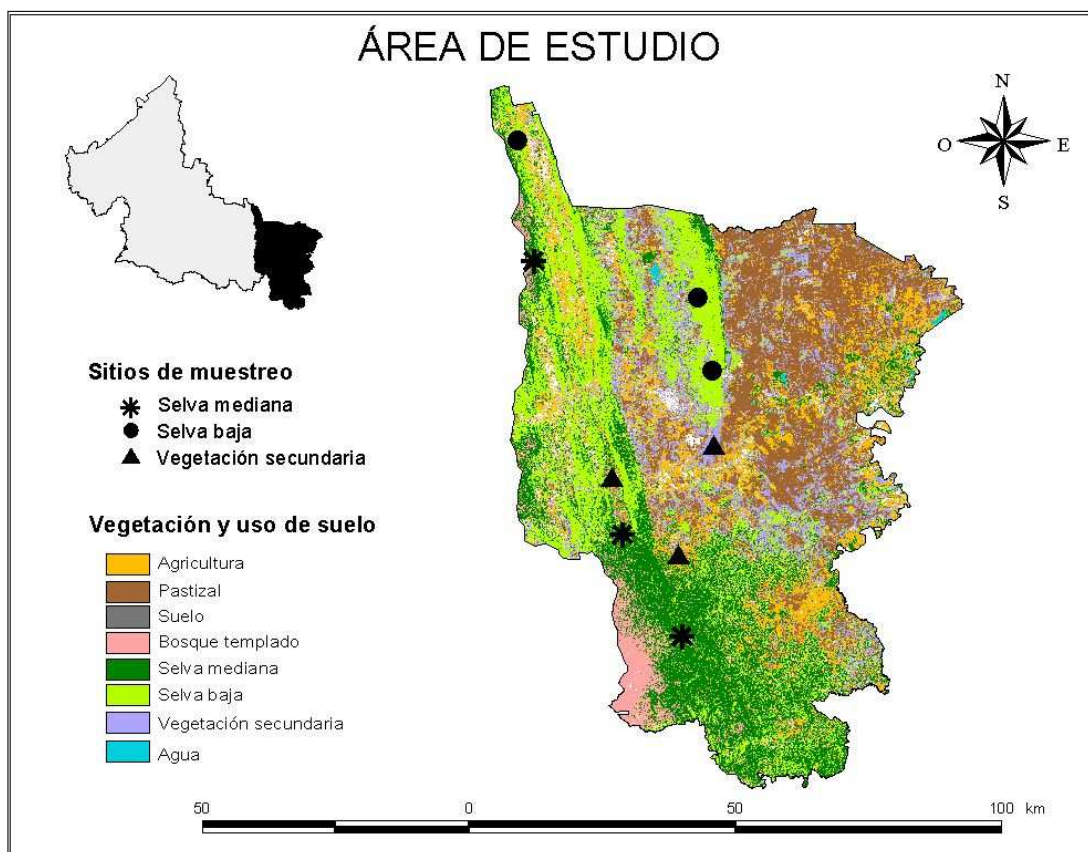


Fig. 1 Área de estudio.

Es una región predominantemente rural, donde se desarrollan la ganadería y la agricultura extensivas. Los principales cultivos son la caña de azúcar, el café, el mango y los cítricos (Cabrera y Betancourt, 2002). Los principales tipos de vegetación nativa en la región son:

(1) Selva Mediana Subperennifolia, caracterizada por doseles de entre 25 y 35 m de altura; en este tipo de vegetación se distinguen tres estratos arbóreos, de 4 a 12m, de 12 a 22m y de 22 a 35m; dentro de las especies vegetales más conspicuas se encuentra *Brosimum alicastrum* Sw. (Moraceae) (Rzedoswki, 1966; Puig, 1991).

(2) Selva Baja Caducifolia, con doseles entre los 4 a 10m, y eventualmente hasta los 15m; el estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar durante la temporada de lluvias; está dominada esencialmente por *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (Burseraceae) (Rzedoswki 1966; Puig1991).

(3) Encinares Tropicales, localizados en las pendientes de exposición este de la Sierra Madre Oriental, por encima de los 600 msnm; están dominados por *Quercus oleoides* Schltdl. & Cham. (Fagaceae) (Rzedoswki 1966; Puig1991).

(4) Bosques Templados-Fríos, este tipo de vegetación incluye bosques de pino (*Pinus sp.*) y bosque mesófilo de montaña:

- Bosque Mesófilo de Montaña, ocupa una pequeña extensión de la región, por lo que está considerado como hábitat vulnerable y prioritario para la conservación a nivel nacional; el estrato arbóreo puede superar los 35m y las principales especies son *Liquidambar styraciflua* L. (Hamamelidaceae),

*Magnolia grandiflora* (Magnoliaceae), *Cletra mexicana* DC.

(Clethraceae) y algunas especies del género *Quercus*.

(5) Matorral Submontano, dominado por arbustos altos y arboles bajos de hasta 6m de altura; su composición florística es neotropical y muchos de sus elementos son similares a los encontrados en las selvas bajas; se encuentra en las laderas de exposición oeste de la Sierra Madre Oriental, entre los 800 y 1700 msnm; las especies dominantes son *Cordia boissieri* A.DC. (Boraginaceae), *Pithecellobium brevifolium* Benth. (Fabaceae) y *Mimosa sp.* (Fabaceae) (Rzedowski, 1966; Puig, 1991).

(6) Vegetación Secundaria, son comunidades vegetales producto de los procesos de sucesión que actuaron después del abandono de tierras de cultivo o pastoreo; cuando estas áreas no son nuevamente perturbadas, pueden tender al estado original o bien presentar un aspecto y composición florística diferente; para su clasificación se consideran sus diferentes etapas sucesionales (CONAFOR, 2010):

- *Herbacéa*: sucede inmediatamente al desmonte original y, en zonas tropicales, es relativamente breve; su composición de especies está representada principalmente por las familias Poaceae, Asteraceae y Fabaceae.
- *Arbustiva*: ocurre pocos años después de la perturbación original; su composición florística es muy variada y generalmente compuesta por muchas especies; para la región, Rzedowski (1991) reporta en este estadio matorrales dominados por *Acacia amentace* DC (Fabaceae), *Croton niveus* Jacq. (Euphorbiaceae),

*Guazuma ulmifolia* Lam (Sterculiaceae) y *Piscidia piscipula* (L) Sarg. (Fabaceae).

- *Arbórea*: se considera que este estadio ocupa una extensión mucho mayor que el bosque nativo en la región; se desarrolla después de las etapas herbácea y arbustiva, y sus comunidades están caracterizadas por el establecimiento de árboles de rápido crecimiento y de madera blanda; en las comunidades vegetales tropicales esta etapa antecede por muchos años a los elementos propios del clímax; en esta etapa los elementos dominantes pertenecen al género *Bursera*, *Guazuma* y *Swietenia* (Rzedowski, 2006).



## 2.2 Trabajo de Campo

El muestreo de la avifauna se restringió únicamente a especies de sotobosque. Se llevaron a cabo muestreos en los tipos de vegetación más abundantes de la región Huasteca de San Luis Potosí por un periodo de un año, de julio de 2009 a junio de 2010. Los tipos de vegetación seleccionados fueron: Selva Baja Caducifolia, Selva Mediana Subperennifolia y estadios tardíos (etapa arbórea) de la vegetación secundaria. No se incluyeron bosques templados debido a la escasa superficie que cubren en la región.

Para determinar si la riqueza y diversidad de aves varía entre las diferentes comunidades vegetales, para cada una de estas se seleccionaron tres sitios de manera aleatoria, los cuales fueron muestreados en dos ocasiones: una vez durante la estación de lluvias y otra durante el periodo de estiaje. En cada sitio de muestreo se colocaron 16 redes de niebla (2.5m x 12m) que operaron durante tres días consecutivos. Cada red fue colocada de manera aleatoria dentro del sitio de estudio con la restricción de que estuvieran a una distancia no menor a 300m del borde de cualquier otro tipo de vegetación para evitar posibles efectos de borde (Lindell *et al.*, 2007). Las redes operaron desde el amanecer local (aprox. a las 0700 hrs.) hasta la puesta del sol (aprox. a las 1900 hrs.), siendo revisadas cada hora. Para cada uno de los muestreos realizados se acumuló un total de 570 h/red por sitio de muestreo en cada uno de los muestreos estacionales. Cada uno de los individuos capturados fue determinado hasta el nivel de especie con ayuda de guías de campo (Howell y Webb, 1995; Sibley, 2000). Para evitar sesgos por las condiciones climáticas, se evitó trabajar bajo fuertes vientos o lluvia intensa.

## 2.3 Análisis de Datos

### 2.3.1 Atributos comunitarios.

Para determinar si la diversidad de aves variaba entre comunidades vegetales se estimó la riqueza de especies ( $S$ ), el índice de diversidad proporcional de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y un índice de dominancia ( $D$ ) por tipo de vegetación. Estos cálculos fueron realizados separadamente para secas y lluvias y, posteriormente, se estimaron para el período completo (estimación anual). En cada uno de estos análisis (secas, lluvias y anual) se incluyó también una estimación de los atributos comunitarios mencionados incluyendo las aves de todos los tipos de vegetación (estimación total); así, si algún tipo de vegetación presenta valores similares a los de las estimaciones totales, se puede asumir que esa comunidad vegetal contiene la diversidad y composición de especies de los demás hábitats disponibles para las aves. Finalmente, se realizaron análisis similares de diversidad tomando en cuenta de manera separada las especies residentes y las especies migratorias, pero este análisis sólo consideraron el período anual.

Con el objeto de realizar una comparación estadística válida de estos atributos comunitarios, los valores de  $S$ ,  $H'$  y  $D$ , fueron calculados utilizando técnicas de rarefacción (re-muestreo MonteCarlo) con base en el número de individuos (Gotelli y Colwell, 2001). Estos análisis fueron realizados con el software EcoSim V7.72 (Gotelli y Entsminger, 2006). Aquí, los atributos comunitarios son estimados a medida que el tamaño muestral, determinado por el número de individuos ( $n$ ) que se incluyen en la re-muestra, disminuye desde un número máximo de individuos ( $N$ ) (Gotelli y Colwell, 2001). Así, cada valor de  $S$ ,  $H'$

y  $D$  es estimado de manera inversa desde  $N$  hasta 1. Las comparaciones de  $S$ ,  $H'$  y  $D$ , sin embargo, sólo es posible realizarla sobre valores de  $n$  iguales. Así, para comparar varios sitios, se toma como referencia de  $N$  el número total de individuos detectados en el sitio con menor número de registros. En los análisis de rarefacción, todos los valores de  $S$ ,  $H'$  y  $D$  fueron estimados 1,000 veces para cada tamaño de muestra  $n$  (1,000 re-muestras por cada valor de  $n$ ); luego, los 1,000 valores de  $S$  para cada tamaño  $n$  fueron promediados. El índice  $H'$  para cada una de las 1,000 re muestras de tamaño  $n$  se estimó como:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i * \ln(p_i)$$

donde  $p_i$  es la proporción de individuos de la especie  $i$  con respecto al número total de individuos incluidos en la re-muestra de tamaño  $n$  y  $S$  es su riqueza respectiva; esos 1,000 valores fueron posteriormente promediados para el tamaño  $n$  correspondiente. El índice  $D$  se calculó como la fracción de la re-muestra ( $n$ ) que está representada por la especie más abundante (Gotelli y Entsminger, 2006); así, con los 1,000 valores de  $D$  obtenidos para cada tamaño muestral  $n$  se procedió de igual manera que con el índice  $H'$ . Todos los valores estimados de  $S$ ,  $H'$  y  $D$  fueron representados gráficamente en función de sus respectivos valores de  $n$ ; esto permite observar variaciones en los atributos comunitarios a medida que el número de individuos disminuye desde  $N$ , que es lo que se conoce como curvas de rarefacción (Gotelli y Colwell, 2001). Para determinar diferencias estadísticas entre sitios, se calcularon los intervalos 95% de confianza de  $S$ ,  $H'$  y  $D$  a cada tamaño muestral  $n$  como:

$$\bar{x} \pm \left[ \frac{\sqrt{s^2}}{\sqrt{n}} * 1.96 \right]$$

donde  $\bar{x}$  es el valor promedio de  $S$ ,  $H'$  o  $D$  para un dado nivel de  $n$ , y  $s^2$  es su varianza asociada. Así, se asume que hay diferencias significativas si los intervalos de confianza de  $S$ ,  $H'$  o  $D$  no se solapan a un mismo valor de  $n$ ...

Estos tres atributos comunitarios son estimados en conjunto porque existe una fuerte interrelación entre ellos. Específicamente, el índice de diversidad relativa Shannon-Wiener es sensible a modificaciones en la riqueza de especies y dominancia. Incrementos de riqueza de especies repercuten en valores más altos de diversidad, mientras que una mayor dominancia provocaría una disminución en la diversidad.

### 2.3.2 Importancia Relativa de Conservación

Para identificar qué tipo de comunidad vegetal tiene mayor potencial para la conservación de aves, a cada especie de ave se le asoció su valor de vulnerabilidad, entre 1 al 3. Estos valores representan su nivel de sensibilidad al disturbio (bajo, medio y alto, respectivamente) de acuerdo a los criterios definidos por Stotz *et al.* (1996). Para identificar la importancia relativa de conservación de cada hábitat se utilizó el índice de valor de conservación propuesto en Petit y Petit (2003):

$$I_j = \sum_{i=1}^n v_i p_{ij}$$

donde  $I$  es la importancia relativa de conservación del hábitat  $j$ ,  $v$  es el valor de vulnerabilidad de la  $i$ -ésima especie en el hábitat  $j$ , y  $p_{ij}$  (expresada con un intervalo entre 0 y 1) es la “preferencia” de la especie  $i$  por el hábitat  $j$ . Esta preferencia está dada por la abundancia relativa de cada especie en cada hábitat (Petit y Petit, 2003). Así, entre más alto sea el valor del índice, mayor es el valor de conservación del hábitat respectivo. El valor de conservación de cada comunidad vegetal se realizó de manera global, incluyendo especies de secas y lluvias, y también para cada estación del año separadamente. Además, también se realizaron estos cálculos incluyendo únicamente las especies residentes y otro cálculo exclusivo para las especies migratorias.

De manera adicional, el valor de conservación se estimó para cada uno de los puntos mencionados anteriormente, pero considerando únicamente a las especies de mayor sensibilidad, endémicas, o que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo. Al considerar únicamente estas especies, es posible

identificar sitios con un alto valor de conservación por contener en su mayoría elementos (especies) prioritarios. Adicionalmente, se evita incrementar el valor de conservación para hábitats con un elevado número de especies de baja sensibilidad.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Especies detectadas:

Se registró un total de 84 especies de aves de sotobosque (Anexo 1), pertenecientes a 24 familias; 61 para la estación de lluvias y 68 durante la estación seca. Las especies más abundantes fueron: *Arremonops rufivirgatus*, *Turdus grayi* y *Basileuterus culicivorus*. La mayor riqueza de especies observada (tabla 1), se registró siempre en la vegetación secundaria. La riqueza total para todo el periodo de estudio en esta comunidad vegetal fue de 58 especies, mientras que la menor riqueza correspondió a la Selva Mediana, donde se registró un total de 40 especies.

Tabla 1. Riqueza de especies observada en cada una de las comunidades vegetales estudiadas. Se muestra el total global para cada una de las estaciones comprendidas durante el periodo de estudio, y el total considerando únicamente las especies residentes y las especies migratorias.

	Selva Mediana	Selva Baja	Vegetación Secundaria
Lluvias	25	32	36
Secas	29	36	46
Residentes	35	34	42
Migratorias	5	15	16
Total	40	49	58

### 3.2 Atributos comunitarios por estación climática:

#### 3.2.1 Lluvias

Para esta estación del año no se alcanzaron las asíntotas de riqueza y diversidad en ninguna de las comunidades vegetales estudiadas (Fig. 2). No obstante, la mayor riqueza y diversidad avifaunística correspondieron a la vegetación secundaria, y la menor a la selva baja. Los índices de dominancia tuvieron valores bastante bajos (inferiores al 20%), sin detectarse diferencias entre comunidades vegetales. La falta de asíntotas en las curvas de rarefacción indica que el esfuerzo de muestreo no fue suficiente para detectar todas las especies potencialmente presentes en esta estación, lo que causó que los estimadores totales de riqueza y diversidad relativa ( $H'$ ) sean menores que los de la vegetación secundaria (Fig. 2).

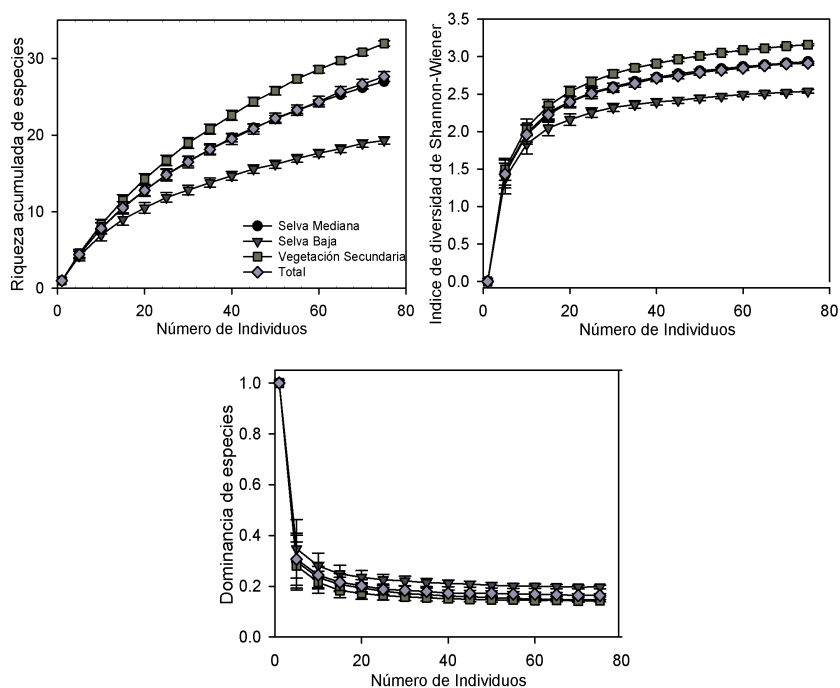


Figura 2. Curvas de rarefacción, representando la riqueza estimada de especies ( $S$ ), índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), y dominancia ( $D$ ) (intervalos de confianza de  $\pm 95\%$ ) para el total de aves registrado durante la estación lluviosa en la región Huasteca de San Luis Potosí, México.



### 3.2.2 Secas

Durante la estación seca la mayor riqueza y diversidad estimadas de aves de sotobosque se registraron en la selva baja. Estos valores no fueron diferentes a los estimados combinando todas las comunidades vegetales (Fig. 3). Sin embargo, la riqueza y diversidad relativa fueron menores para la selva mediana. Los valores de dominancia para las comunidades de aves fueron bajos (inferiores al 20%) y no difirieron entre comunidades vegetales.

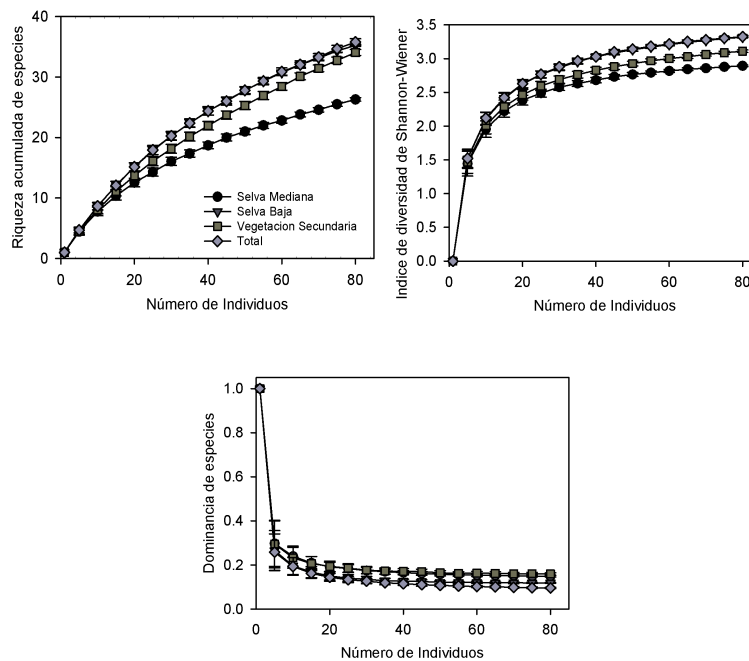


Figura 3. Curvas de rarefacción, representando riqueza (S); diversidad ( $H'$ ), y dominancia (D) (intervalos de confianza de  $\pm 95\%$ ) para el total de aves registrado durante la estación seca en la región Huasteca de San Luis Potosí.

### 3.2.3 Estimación anual

Al combinar las especies de las dos estaciones muestreadas, la mayor riqueza de aves de sotobosque correspondió a la vegetación secundaria, mientras que el valor más pequeño fue registrado para la selva mediana (Fig. 4). No hubo evidencia de diferencias en riqueza entre la vegetación secundaria y los valores que se estimaron combinando todas las comunidades vegetales. Tampoco se registraron diferencias en diversidad relativa entre la selva baja y la selva mediana, pero la diversidad fue mayor en la vegetación secundaria. Finalmente, el índice de dominancia de aves estimado no difirió entre comunidades vegetales.

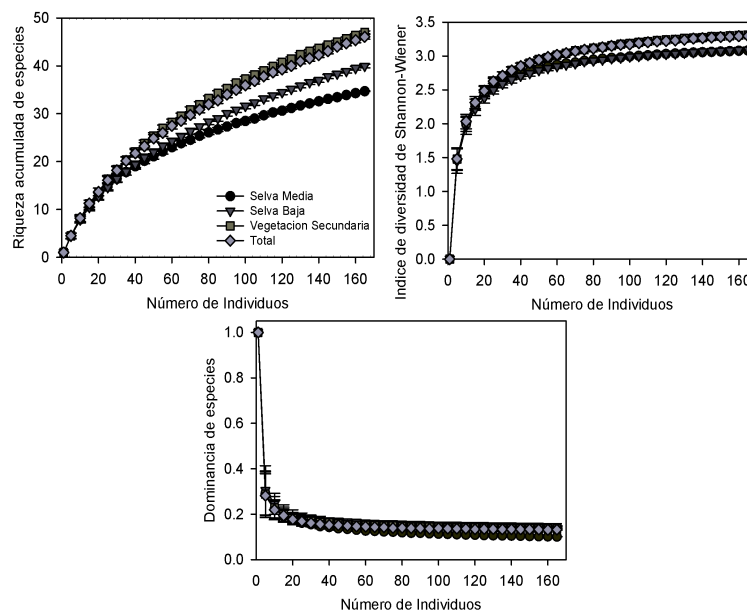


Figura 4. Curvas de rarefacción, representando riqueza (S), diversidad ( $H'$ ), y dominancia (D) (intervalos de confianza de  $\pm 95\%$ ) para el total de especies de aves registradas (migratorias y residentes) para el estudio anual en la Huasteca, San Luís Potosí, México.

### 3.3 Atributos comunitarios por estatus migratorio (sólo análisis anual):

#### 3.3.1 Residentes

Los valores más altos de riqueza para aves residentes de sotobosque, incluyendo el período anual, correspondieron a la vegetación secundaria, los cuales difirieron estadísticamente de los estimados para las Selvas Baja y Mediana (Fig. 5). De hecho, la riqueza estimada para la vegetación secundaria fue similar a la obtenida al combinar todas las comunidades vegetales sugiriendo que este tipo de vegetación contiene a todas las aves residentes de las selvas (Fig. 5). Por otro lado, no se registraron diferencias en la diversidad y dominancia de aves estimadas entre comunidades vegetales.

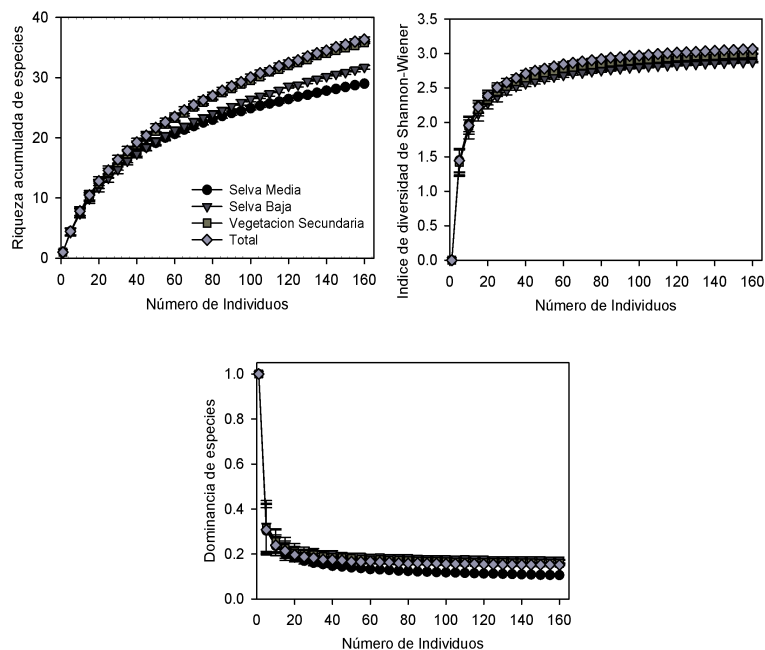


Figura 5. Curvas de rarefacción, representando riqueza (S), diversidad ( $H'$ ), y dominancia (D) (intervalos de confianza de  $\pm 95\%$ ). Solo se muestran los resultados obtenidos para las especies de aves residentes registradas para el estudio anual en la región Huasteca de San Luis Potosí.

### **3.3.2 Migratorias**

Incluyendo las aves registradas durante todo el muestreo, en la selva mediana sólo se registraron nueve especies de aves migratorias de sotobosque; debido a este bajo número de individuos, esta comunidad vegetal se excluyó de los análisis. La riqueza y diversidad de aves migratorias fueron mayores en la vegetación secundaria que en la selva baja (Fig. 6). En cuanto a la riqueza, no se encontraron diferencias entre la vegetación secundaria y las dos comunidades combinadas; indicando que la vegetación secundaria contiene a todas, o casi todas, las aves migratorias registradas en la Selva Baja. La diversidad de la vegetación secundaria, sin embargo, fue substancialmente mayor a la total, lo que podría deberse a que el bajo número de aves migratorias registrado en la selva baja deprime los valores de diversidad relativa cuando a bajos número de individuos. La mayor dominancia de aves migratorias se registró en la vegetación secundaria, lo que también podría estar ligado a la depresión de la diversidad total (Fig. 6).

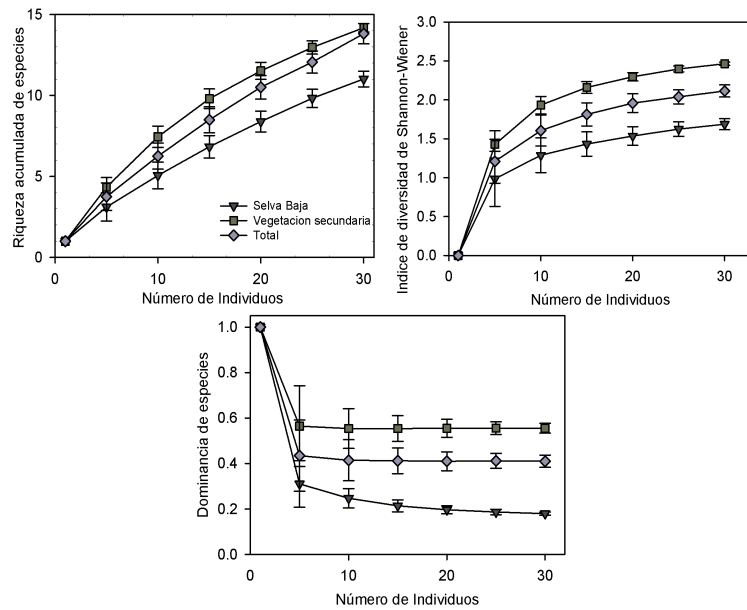


Figura6. Curvas de rarefacción, representando riqueza (S), diversidad (H'), y dominancia (D) (intervalos de confianza de  $\pm 95\%$ ). Solo se muestran los resultados obtenidos para las especies de aves migratorias registradas para el estudio anual en la región Huasteca de San Luis Potosí.

### 3.4 Importancia relativa de conservación

El valor de conservación más alto se obtuvo para la vegetación secundaria. Este resultado fue consistente entre estaciones climáticas y estatus migratorio de las aves (Tabla 2). Considerando únicamente a las especies migratorias, el valor de conservación es despreciable, como consecuencia de una baja captura de estas aves en las comunidades vegetales.

Tabla 2: Valores de importancia de conservación estimados por cada tipo de vegetación, por estación climática, y para especies residentes y migratorias. SM=Selva mediana, SB= selva baja, VS= vegetación secundaria.

Tipo de Vegetación	Valor de Conservación		
	SM	SB	VS
Lluvias	19.7	30.17	32.14
Secas	20.85	37.28	37.86
Residentes	19.44	33.91	29.66
Migratorias	2.73	16.89	13.38
Total	22.16	50.80	43.04

Considerando únicamente las especies endémicas, en alguna categoría de riesgo y aquellas con valores de sensibilidad intermedios y altos, el valor de conservación más alto los obtuvo consistentemente para la selva baja, seguida por la vegetación secundaria (Tabla 3).

Tabla 3. Valores de conservación para cada comunidad vegetal, considerando únicamente a las especies de aves endémicas, en alguna categoría de riesgo y con valores intermedios y altos de conservación.

	Selva Mediana	Selva Baja	Vegetación Secundaria
Lluvias	12.95	18.54	13.51
Secas	12.88	25.61	18.51
Migratorias	0.454	10.75	3.79
Residentes	10.83	17.42	14.75
Total	13.35	33.03	19.62

#### 4. DISCUSIÓN

En general, la riqueza y diversidad de especies de aves de sotobosque en la región Huasteca de San Luis Potosí, fueron consistentemente mayores en la vegetación secundaria que en las selvas bajas y medianas. En cambio, los valores de dominancia en general fueron bajos en todos los sitios y no difirieron entre comunidades vegetales. Sobre esta base se podría sugerir que, si lo que se desea conservar es un mayor número y/o diversidad de especies, la elección obvia sería la vegetación secundaria. Sin embargo, los valores de conservación tomando en cuenta únicamente especies que tienen algún tipo de prioridad de conservación (especies vulnerables, en alguna categoría de riesgo, o endémicas) siempre fueron mayores en la selva baja que en la vegetación secundaria. Esto genera un dilema entre conservar unas pocas especies clave, vulnerables al impacto antropogénico, o un mayor número de especies.

El total de especies registradas en este trabajo (84) es similar al reportado para hábitats similares de otras regiones del neotrópico, en donde la riqueza fluctúa entre 64 y 74 especies por comunidad vegetal (Orians, 1969; Terborgh y Faarborg, 1980; Karr *et al.*, 1982; Vereá *et al.*, 1997). En general las comunidades de aves en los neotrópicos se encuentran entre las más diversas en el planeta, y por lo tanto su conservación debe ser de alta prioridad. Por comunidad vegetal, los valores obtenidos de riqueza son menores que los reportados anteriormente, lo cual se debe a tres potenciales causas; (a) en el presente estudio la mayoría de las especies que utilizan el dosel no fueron detectadas, solo se obtuvieron algunos registros de estas especies en bajos números (b) la lejanía entre la zona de estudio y el ecuador, y (c) la ausencia de asíntotas en el número de especies.

La ausencia de asíntotas en las curvas de riqueza de especies y diversidad posiblemente son un reflejo de que más del 75% de las especies registradas en cada una de las comunidades vegetales muestreadas, representan de manera individual menos del 2% de las capturas totales por hábitat. Tal es el caso de especies como *Accipiter striatus*, *Piculus aeruginosus* y *Myiodinastes maculatus*. La obtención de muchos de estos registros simples, tal como señalan Karr *et al.* (1982), es consecuencia de la captura de especies que generalmente utilizan los estratos superiores y normalmente no son capturadas en las redes. Este alto número de registros simples también responde a que se observe una baja dominancia de especies en las comunidades vegetales. La presencia de un alto número de especies raras con base en su baja abundancia es considerada como una propiedad de los ambientes tropicales (Verea-Solorzano, 1998).

Los resultados obtenidos para el caso de la diversidad y riqueza son consistentes con nuestra hipótesis original de que los valores más altos serían obtenidos para la vegetación secundaria. Así, vemos que la vegetación secundaria tardía es importante para la conservación de las aves de la Huasteca ya que constituye hábitat para un gran número de especies de aves residentes y migratorias. Cabe destacar que en esta comunidad vegetal se registró la mayor riqueza de especies migratorias.

Los diferentes análisis de la diversidad de comunidades avifaunísticas de sotobosque en la región Huasteca podrían indicar una influencia por la altura del dosel. Ya que los atributos comunitarios utilizados en este estudio ( $S$ ,  $H'$  y  $D$ ) muestran una disminución en la diversidad de especies de sotobosque a medida



que se incrementa la altura del dosel. Por lo que los bajos valores de riqueza, diversidad y dominancia obtenidos para la selva mediana, podrían ser consecuencia de que un menor número de especies dependen del sotobosque en esta comunidad vegetal. El dosel más alto en la selva mediana podría ser un hábitat único utilizado por un número de especies que no fueron registradas y cuya viabilidad poblacional depende de la presencia de esta comunidad vegetal. Por lo tanto sería riesgoso subestimar la importancia de la selva mediana únicamente con base en los resultados que se reportan en el presente trabajo.

Aunque en algunos ambientes tropicales las aves migratorias son capaces de producir cambios relevantes en la composición de las comunidades avifaunísticas (Karr *et al.* 1982), llegando a representar hasta el 66% del total de especies de una comunidad (Terborgh y Faaborg, 1980), para este trabajo en la Huasteca Potosina las especies migratorias aparentemente representan un cambio menor para la comunidad de aves ya que únicamente el 28 % de las especies registradas fueron migratorias neotropicales. No obstante, por la técnica de muestreo utilizada, se carece de las especies de dosel. Además Hutto (1989) reporta que entre estadios tardíos e intermedios de bosques tropicales en el occidente de México, la composición y abundancia de especies migratorias presenta cambios significativos, por lo que es necesario llevar a cabo estudios en otros estadios sucesionales para la región Huasteca para conocer el comportamiento de las aves de la región.

Estos resultados obtenidos para especies migratorias concuerdan con lo reportado en otros estudios realizados en diferentes áreas del Neotropico; en “La Selva” en Costa Rica donde solo el 21% de especies registradas corresponden a migratorias (Stiles, 1983; Blake *et al.*, 1990), y Barro Colorado en Panamá, con un 22% de aves migratorias (Karr, 1990; Robinson *et al.*, 2000). Para Los Tuxtlas, Veracruz, se tienen registros de un 15% de migratorias (Estrada *et al.*, 1997; 2000) y 20% para la región de Montes Azules en Chiapas (Ramírez-Albores *et al.*, 2006).

Previamente se ha observado que las especies migratorias neotropicales tienen preferencia por ambientes perturbados, semi-abiertos y con una estructura sencilla, en sus tierras invernales (Hutto 1980, 1989; Petit *et al.*, 1993; 1995; 1999). Los resultados del presente estudio concuerdan con estas observaciones, ya que la mayor parte de los individuos migrantes se encontraron en la vegetación secundaria y podría una de las causas del bajo número de registros para la selva mediana, donde se aprecia una estructura compleja y un dosel cerrado (Rzedowski, 1991); no obstante es necesario evaluar la estructura de la vegetación de cada uno de los hábitat comprendidos en este estudio para determinar si existe algún efecto entre la estructura del hábitat y la riqueza y diversidad de especies; así mismo el integrar información de especies en el dosel.

En el caso de los valores de conservación, la hipótesis planteada no se verificó completamente, ya que se esperaba que ambas comunidades de vegetación clímax presentaran los valores más altos, por poseer las especies más sensibles al disturbio. La selva baja presentó los valores de conservación más altos cuando se realizó el análisis retirando las especies de baja sensibilidad. Lo

que indica que es un hábitat importante para especies de sensibilidad intermedia. Se presentaron 6 especies exclusivas a este hábitat, tres de las cuales (*Sittasomus griseicapillus*, *Myadestes occidentalis* y *Otus guatemalae*) tienen sensibilidad intermedia, además de una especie endémica (*Piculus aeruginosis*). Adicionalmente, algunas especies residentes de sensibilidad intermedia, que estuvieron presentes en los tres tipos de vegetación, presentan una mayor abundancia relativa en la selva baja: tales como *Arremonops rufivirgatus*, *Basileuterus culicivorus*, *Campylopterus curvipennis* y *Cyanocopsa parellina*. De manera similar, *Rhodothraupis celaeno*, especie endémica de la región, también alcanzó su mayor abundancia en esta comunidad vegetal; lo que podría sugerir que este es el hábitat más adecuado para esta comunidad vegetal.

Nuestros resultados contrastan con lo encontrado por Petit y Petit (2003) ya que ellos reportan a las comunidades clímax como las de mayor valor de conservación, no obstante, en esas comunidades registraron el mayor número de especies, lo que podría explicar por qué se presentó el valor más alto en esos hábitats. En ese sentido, el hábitat con que registró el mayor número de especies en nuestro estudio, la vegetación secundaria también obtuvo el mayor valor de conservación antes de excluir a las especies menos prioritarias del análisis. Los estadios sucesionales tardíos en nuestra zona de estudio, juegan un papel importante para la conservación de las aves; ya que, a pesar de que la mayoría de las especies exclusivas de este hábitat fueron generalistas de sensibilidad baja (ej. *Quiscalus mexicanus*, *Myozetetes similis*, *Crotophaga sulcirostris*) se presentó una especie residente de sensibilidad intermedia

exclusiva de este tipo de vegetación (*Henicorhina leucophrys*), así como algunas otras especies de sensibilidad intermedia, que comparte con las selvas, incluyendo a *Trogon elegans*, *Uropsila leucogastra* y *Euthlypis lachrymosa*. En el caso de la selva mediana, a pesar del bajo número de registros, que podría ser una de las principales causas de que presente los valores de conservación más bajos, hubo dos especies de sensibilidad intermedia que fueron exclusivas a esta comunidad (*Selasphorus heloisa* y *Eugenes fulgens*). Para la selva mediana, la integración de información de especies de dosel debería arrojar resultados distintos.

Las especies *Turdus assimilis* y *Thryothorus ludovicianus* solo fueron registradas para las selvas. *T. ludovicianus* es considerada como de baja sensibilidad al disturbio. La ausencia de registros para la vegetación secundaria de estas dos especies sugiere que estas especies posiblemente dependen exclusivamente de las comunidades clímax, no obstante es necesario realizar estudios demográficos para corroborarlo.

Para lograr un registro más completo de la riqueza avifaunística presente en la región, es necesario un trabajo de campo más intensivo dentro de cada una de las comunidades vegetales comprendidas en este estudio; principalmente durante el periodo en que están presentes las especies migratorias (septiembre-marzo). Esto permitiría alcanzar las asíntotas en las curvas de riqueza de especies y de diversidad, y a la vez realizar comparaciones de abundancias relativas de las especies.

También es necesario que el esfuerzo de muestreo sea complementado con el uso de métodos que permitan la detección de las especies de dosel (conteos puntuales, e.j. Buckland et al. 2001), primordialmente en las selvas medianas, ya que como consecuencia del uso de redes y la altura del dosel en este hábitat, su comunidad avifaunística ésta subrepresentada.

Para un mejor conocimiento de la región también es necesario incluir en estudios futuros otras comunidades vegetales, como los bosques templados, vegetación acuática, tierras de cultivo y estadios sucesionales intermedios y tempranos.

Dentro de la implementación de estrategias de manejo y conservación es recomendable un mayor control y mejor manejo de las actividades productivas, principalmente la ganadería, con el fin de disminuir la pérdida de la vegetación nativa. Otra opción sería el recurrir a actividades de bajo impacto, como el ecoturismo o el pago por servicios ambientales.

Además, es necesaria la estimación de parámetros poblacionales como densidad, estructura poblacional por sexos y edades, tasas reproductivas y de mortalidad, y posiblemente algunos parámetros relacionados con la salud de los individuos y como ésta se ve afectada por los impactos derivados de las actividades humanas por ej. el uso de agroquímicos.

## **5. CONCLUSIÓN**

Con base en los resultados obtenidos en este trabajo, la selva baja caducifolia y mediana subperennifolia de la Huasteca Potosina demostraron ser importantes para la conservación de las aves de sotobosque, ya que algunas especies dependen primordialmente de estos hábitats. La información aquí obtenida para la selva mediana, no permite conocer del todo su relevancia para la conservación de las aves ya que debido al desconocimiento de los elementos del dosel su avifauna esta subrepresentada y la emisión de un juicio al respecto podría ser aventurada.

En el caso de los estadios sucesionales tardíos en la Huasteca Potosina, son relevantes para las aves ya que en ellos se presentó la mayor riqueza y diversidad y son el hábitat más utilizado por las especies migratorias.

Para la conservación de las aves de sotobosque a nivel regional, lo más idóneo es preservar los tres tipos de vegetación aquí considerados, ya que cada uno de los hábitats posee características particulares que lo hacen relevantes para las especies de aves, tanto residentes como migratorias.

Aun es necesario un mayor conocimiento de la avifauna presente en las distintas comunidades de vegetación de la región Huasteca, sus dinámicas intra e ínterespecíficas y evaluar el impacto de las actividades humanas sobre sus poblaciones.

## REFERENCIAS

- Arizmendi M.C. y L. Marquez (eds.) (2000) *Áreas de Importancia para la conservación de las Aves en México*. CONABIO.
- Bierregaard Jr. R.O., Lovejoy T.E., Kapos V., A.A. dos Santos and R.W. Hutchings (1992) The biological dynamics of tropical rainforest fragments: A prospective comparison of fragments and continuous forest. *BioScience*. **42:11**, 859-866.
- Blake J.G. and B.A. Loiselle (1991) Variation in resource abundance affects capture rates of birds in three low-land habitats in Costa Rica. *The Auk*. **108**, 114-130.
- Buckland S.T., D.R. Anderson, K.P. Burham and J.L. Laake (2001) *Distance sampling: estimating abundance of biological populations*. Oxford Univ. Press
- Cabrera, A.J. y I. Betancourt (2002) *La huasteca potosina: ligeros apuntes sobre este país*. Centro de Investigaciones y Estudios superiores en Antropología Social-El Colegio de San Luís.
- CONABIO, 1998. *La diversidad biológica de México: Estudio de país, 1998* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. (Edición digital: CONABIO 1998).
- Caringnan V. and M. Villard (2001) Selecting indicator species to monitor ecological integrity: A review. *Environmental Monitoring and Assessment*. **78**, 45-61
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2010) *Tipos de Vegetación Forestal y de suelos*. En línea:[http://148.223.105.188:2222/gif/snifportal/index.php?option=com\\_content&task=view&id=12&Itemid=7](http://148.223.105.188:2222/gif/snifportal/index.php?option=com_content&task=view&id=12&Itemid=7)

- Corcuera P. and A. Zavala-Hurtado (2006) The Influence of vegetation on bird distribution in dry forests and oak woodlands of western Mexico. *Rev. de Biol. Tropical.* **54: 002**, 657-672
- Davis L.I. (1952) Winter bird census at Xilitla, San Luis Potosí, México. *the Condor.* **54**, 345-355
- Escalante, P., A.G. Navarro, and A.T. Peterson. 1993. A geographic, ecological and historical analysis of land bird diversity of Mexico. Pp. 281-307 in T.P. Ramamorthy, R. Bye, A. Lot, and J.Fa (ed). *Biological diversity of Mexico: origins and distributions*. Oxford University Press, New York
- Fitzgerald L.A., C.W. Painter, A. Reuter and C. Hoover (2004) *Collection, trade, and regulation of reptiles and amphibians of the Chihuahuan desert ecoregion*. TRAFFIC North America. Washington D.C.:World Wildlife Fund.
- Flores J.D., R. Mireles, J.A. Alberto, B.M. Gonzales y L. Chapa (2008) *Programa Estratégico Forestal del Estado de San Luís Potosí (PEFE-SLP) 206-2025*. Vol. 1. Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos-Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C..
- Gram W.K. and J. Faaborg (1997) The Distribution of Neotropical Migrant Birds Wintering in the El Cielo Biosphere Reserve, Tamaulipas, Mexico. *The Condor.* **99: 3**, 658-670
- Granados-Ramírez R., M.G. Galindo-Mendoza, C. Contreras-Servin, M.E. Hernandez-Cerda and G. Valdez-Madero (2008) Monitoring land cover and land use using NOAA-AVHRR data in the Huasteca Potosina, Mexico. *Geocarto International.* **23 (4)**, 273-285.
- Gotelli, N.J. and Colwell, R.K. (2001) quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of richness. *Ecology Letters.* **4**, 379-391.



Gotelli, N.J. & G.L. Entsminger (2001) *Ecosim: Null Models Software for Ecology*, Version 7.0. Acquired Intelligence Inc, & Kesy-Bear <http://homepages.together.net/gentsmin/ecosim.htm>

Hernández, H.R., M. Aguilar, J.R. Aguirre, I. Trejo (2005) *Cambios en la cubierta vegetal y uso de suelo en el área del proyecto Pujal-Coy, San Luis Potosí, México, 1973-2000*. Investigaciones geográficas, boletín del instituto de geografía, UNAM. 59 pp 26-42.

Hobson K.A. and L.I. Wassenaar (1997) Linking breeding and wintering grounds of neotropical migrant songbirds using stable hydrogen isotopic analysis of feathers. *Oecologia*. **109 (1)**, 142-148

Holmes R.T. and T.W. Sherry (2001) Thirty-Year Bird population trends in an unfragmented temperate deciduous forest: importance of habitat change. *The Auk* .**118 (3)**, 589-609

Howell, S.N. and S. Webb (1995) *A field guide to the birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press

Hutto R.L. (1980) Winter habitat distribution of migratory land birds in western Mexico, with special reference to small foliage-gleaning insectivores. Pp. 181-203 In: Keast and Morton (eds) *Migrant birds in the Neotropics: ecology, behavior, distribution, and conservation*. Smithsonian Institution Press.

Hutto R.L. (1989) The effect of habitat alteration on migratory land birds in a west Mexican tropical deciduous forest: A conservation perspective. *Conservation Biology* **3 (2)**, 138-148

Karr, J.R., D.W. Schemske and N.V.L. Brokaw (1982) Temporal variation in the understory bird community of a tropical forest. pp. 441-453 in Leigh, E.G., Jr., A.S. Rand and D.M. Windsor (eds). *The ecology of a tropical forest*. Smithsonian Institution Press.

- Lindell C.A., S.K. Riffell, S.A. Kaiser, A.L. Battin, M.L. Smith and T.D. Sisk (2007) Edge responses of tropical and temperate birds. *The Wilson journal of ornithology*. **119 (2)**, 205-220
- Lowery G.H. and R.J. Newman (1952) Notes on the ornithology of southeastern San Luis Potosi. *The Wilson Bulletin*. **63 (4)**, 315-322.
- Ochoa-Gaona S., C. Kampichler, B.H:J. de Jong, S- Hernández, V. Geissen and E. Huerta (2010) A multi-criterion index for the evaluation of local tropical forest conditions in Mexico. *Forest Ecology and Management*. **260**, 618-627.
- Orians, G.H. (1969) The number of birds species in some tropical forest. *Ecology* **50**, 783-801
- Palacio-Prieto, J.L., G. Bocco, A. Velásquez, J.F. Mass, F. Takaki-Takaki, A. Victoria, L. Luna-González, G. Gómez-Rodríguez, J. López García, M. Palma Muñoz, I. Trejo Vázquez, A. Peralta Iguera, J. Prado Molina, A. Rodríguez Aguilar, R. Mayorga Saucedo, y F. González Medrano (2000) La condición actual de los recursos forestales en México: Resultados del Inventario Nacional Forestal 2000. Investigaciones Geográficas. *Boletín del Instituto de Geografía, UNAM* **43**, 83 – 203.
- Peterjhon, B.G., Sauer, J.S. and Robbins, C.S. (1995) *Population trends from the North American Breeding Migratory Birds: A synthesis and review of critical issues* (eds. T.E. Martin and D.M. Finch), pp. 3-39. Oxford University Press, New York.
- Petit, D.R., Lynch J.F., R.L. Hutto, J.G. Blake and R.B. Waide (1993) Management and conservation of migratory landbirds overwintering in the Neotropics. En: D.M. Finch and P.W. Stangel (Eds.) *Status and management of Neotropical migratory birds*. U.S. Forest Service General Technical Report.
- Petit, L.J., Petit D.R., Christian D.G. and H.D.W. Powell (1999) Birds communities of natural and modified habitats in Panama. *Ecography*. **22**, 292-304

- Petit, L.J. and D.R. Petit (2003) Evaluating the importance of human-modified lands for neotropical bird conservation. *Conservation Biology*. **17**, 687-694
- Puig, H. (1991) *Vegetación de la Huasteca, México. Estudio fitogeográfico y ecológico*. Instituto de Ecología, INECOL. México.
- Rzedowski, J. (1966) Vegetación del estado de San Luis Potosí. *Acta Científica Potosina*. **5**, 5-291.
- Rzedowski, J. (2006) Vegetación de México. Primera edición digital. CONABIO. México. pp. 432
- Rzedowski, J. (1991) Prologo. *En Henri Puig (ed.) Vegetación de la Huasteca, México. Estudio fitogeográfico y ecológico*. pp. 13-14. Instituto de Ecología (INECOL).México.
- Stiles, F.G. (1983) Check-list of birds. In: *Costa Rica natural history* (Janzen, ed.) University of Chicago Press, pp. 502-543
- Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2002) Norma Oficial Mexicana-059-Ecol-2001. Protección a especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio en lista de especies en riesgo. México 153pp
- Sherry T.W. and R.T. Holmes (1996) Winter habitat quality, population limitation, and conservation of neotropical-neartic migrant birds. *Ecology*. **77 (1)**, 36-48
- Sibley D.A. (2000) *The Sibley guide to Birds*. National Audubon Society.
- Stotz, D.F., J.W. Fitzpatrick, T.A. III Parker and D.K. Moskovits (1996) *Neotropical birds: ecology and conservation*. University of Chicago Press, Chicago.
- Sutton, G.M. and T.D. Burleigh (1940a) birds of Valles, San Luis Potosi, Mexico. *The Condor*. **42**, 259-62

Sutton, G.M. and T.D. Burleigh (1940b) Birds of Tamazunchale, San Luis Potosí. *The Wilson bulletin*. **52:4**

Terborgh, J. W., and J.R. Faaborg (1980) Factor affecting the distribution and abundance of North american migrants in the eastern caribbean region. pp. 145-155 in Keast, A., E.S. Morton (eds.). *Migrant birds in the Neotropics: ecology, behavior, distribution and conservation*. Smithsonian Institutions Press.

United States Fish and Wildlife service (2009) *Bird List. Division of bird habitat conservation*.

Verea C. y A. Solorzano (1998) La Avifauna del sotobosque de una selva deciduas tropical en Venezuela. *Ornitología Neotropical*. **9**, 161-176

Wilson, M.F., T.L De Santo, C. Sabag & J.J. Armesto (1994) Avian Communities of fragmented south-temperate rainforest in Chile. *Conservation Biology*. **8**, 508-520.

# **ANEXO**

## **Listado de Especies**

Orden	Familia	Especie	Distribución	Estacionalidad	Categoría	Abundancia Relativa por Tipo de Vegetación		
						SMS	SBC	VS
Falconiformes	Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	R	Pr	0.33	0.67	0	
		Falconidae						
		<i>Herpetopteres cachinans</i>	R		0	0	1	
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	R		1	0	0	
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	R		1	0	0	
		<i>Columbina inca</i>	R		0	0	1	
		<i>Columbina passerina</i>	R		1	0	0	
		<i>Leptotila plumbiceps</i>	R		1	0	0	
		<i>Leptotila verreauxi</i>	R		0.5	0	0.5	
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	R		0	0	1	
Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium brasilianun</i>	R		0.34	0	0.67	
		<i>Otus guatemalae</i>	R		0	1	0	
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	R		0	0	1	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Achilochus colubris</i>	VI		0	0	1	
		<i>Amazilia yucatanensis</i>	R		0.22	0.48	0.3	
		<i>Anthracothorax prevostii</i>	VV		0	0	1	
		<i>Eugenes fulgens</i>	R		1	0	0	
		<i>Selasphorus heloisa</i>	R		1	0	0	
		<i>Campylopterus curvipennis</i>	R		0.67	0.11	0.22	
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon elegans</i>	R		0	0.17	0.83	
Coraciiformes	Momotidae	<i>Momotus momota</i>	R		0.38	0.31	0.31	

**Distribución:** E= Endémica, S=Semiendémica; **Estacionalidad:** R=Residente, VV= Visitante de Verano, VI= Visitante de Invierno; **Categoría según la NOM-059 (incluye la referencia en tu sección de referencias):** Pr= Protección Especial.

Orden	Familia	Especie	Distribución	Estacionalidad	Categoría	Abundancia Relativa por Tipo de Vegetación			
						SMS	SBC	VS	
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>		R		0.67	0	0.33	
		<i>Picoides fumigatus</i>		R		0	0.5	0.5	
		<i>Piculus aeruginosis</i>	E	R		0	1	0	
Passeriformes	Furnariidae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>		R		0	1	0	
		<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>		R		0.50	0.18	0.32	
		Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>		R		0	0	1
		Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>		R		0	0	1
			<i>Empidonax wrightii</i>		VI		0	0	1
			<i>Empidonax alnorum</i>		VI		0	1	0
			<i>Empidonax minimus</i>		VI		0	0.85	0.15
			<i>Empidonax occidentalis</i>		R		0	0.5	0.5
			<i>Myiarchus tuberculifer</i>		R		0.14	0.57	0.29
			<i>Myiarchus cinerascens</i>		VI		0	0	1
			<i>Myiarchus tyrannulus</i>		VI		0	0.97	0.03
			<i>Pitangus sulfurarus</i>		R		0	0	1
			<i>Megarynchus pitangua</i>		R		0	0.33	0.67
			<i>Myiozetetes similis</i>		R		0	0	1
			<i>Myiodinastes maculatus</i>		VI		0	1	0
	Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>		R		0	0.67	0.33	
	Paridae	<i>Baeolophus atricristatus</i>	SE	R		0	0.5	0.5	
	Troglodytidae	<i>Uropsila leucogastra</i>		R		0	0.5	0.5	
		<i>Catherpes mexicanus</i>		R		0	1	0	
		<i>Thryothorus maculipectus</i>		R		0.16	0.16	0.68	
		<i>Thryothorus ludovicianus</i>		R		0.13	0.87	0	
		<i>Henicorhina leucosticta</i>		R		0.67	0	0.33	
		<i>Henicorhina leucophrys</i>		R		0	0	1	

**Distribución:** E= Endémica, S=Semiendémica; **Estacionalidad:** R=Residente, VV= Visitante de Verano, VI= Visitante de Invierno; **Categoría según la NOM-059 (incluye la referencia en tu sección de referencias):** Pr= Protección Especial.

Orden	Familia	Especie	Distribución	Estacionalidad	Categoría	Abundancia Relativa por Tipo de Vegetación			
						SMS	SBC	VS	
Passeriformes	Sylviidae	<i>Poloptila caerulea</i>		P		0	0.5	0.5	
	Regulidae	<i>Regulus calendula</i>		VI		0	1	0	
	Turdidae	<i>Myadestes occidentalis</i>		R		0	1	0	
			<i>Catharus ustulatus</i>		M		0.03	0.81	0.16
			<i>Catharus guttatus</i>		M		1	0	0
			<i>Turdus grayi</i>		R		0.13	0.53	0.34
			<i>Turdus assimilis</i>		R		0.14	0.86	0
	Mimidae	<i>Dumetella carolinensis</i>		VI			0.38	0.25	0.38
	Bombycillidae	<i>Bombycilla cedrorum</i>		VI			0	1	0
	Vireonidae	<i>Vireo griseus</i>		R			0.11	0.67	0.22
		<i>Vireo solitarius</i>		M			0	1	0
		<i>Vireo flavoviridis</i>		VV			0	1	0
	Parulidae	<i>Vermivora celata</i>		VI			0	0.96	0.04
		<i>Dendroica virens</i>		VI			0	0.67	0.33
		<i>Mniotilta varia</i>		VI			0.25	0.75	0
		<i>Seiurus aurocapillus</i>		VI			0.2	0.4	0.2
		<i>Seiurus noveboracensis</i>		VI			0	0.5	0.5
		<i>Seiurus motacilla</i>		VI			0	0.98	0.02
		<i>Wilsonia pusilla</i>		VI			0	0.25	0.75
		<i>Euthlypis lachrymosa</i>		R			0.12	0.67	0.21
		<i>Basileuterus culicivorus</i>		R			0.27	0.49	0.24
		<i>Basileuterus rufifrons</i>		R			0	1	0
		<i>Icteria virens</i>		M			0	0	1

**Distribución:** E= Endémica, S=Semiendémica; **Estacionalidad:** R=Residente, VV= Visitante de Verano, VI= Visitante de Invierno; **Categoría según la NOM-059 (incluye la referencia en tu sección de referencias):** Pr= Protección Especial.



Orden	Familia	Especie	Distribución	Estacionalidad	Categoría	Abundancia Relativa por Tipo de Vegetación		
						SMS	SBC	VS
Passeriformes								
		<i>Saltator atriceps (inc. sed.)</i>		R		0.5	0	0.5
	Cardinalidae							
		<i>Piranga rubra</i>		VI		0	1	0
		<i>Habia rubica</i>		R		0.14	0.29	0.57
		<i>Habia fuscicauda</i>		R		0.43	0.07	0.5
		<i>Rhodothraupis celaeno</i>	E	R		0.07	0.86	0.07
		<i>Cyanocompsa parellina</i>		R		0.29	0.55	0.16
		<i>Passerina versicolor</i>		R		0.25	0	0.75
		<i>Passerina ciris</i>		VI		0	0	1
	Emberizidae							
		<i>Tiaris olivacea</i>		R		1	0	0
		<i>Arremonops rufivirgatus</i>		R		0.13	0.52	0.35
	Icteridae							
		<i>Dives dives</i>		R		0.2	0	0.8
		<i>Quiscalus mexicanus</i>		R		0	0	1
		<i>Icterus graduacauda</i>		R		0.38	0.38	0.25
		<i>Icterus gularis</i>		R		0.5	0	0.5
	Fringilidae							
		<i>Euphonia hirundinacea</i>		R		0.8	0.1	0.1

**Distribución:** E= Endémica, S=Semiendémica; **Estacionalidad:** R=Residente, VV= Visitante de Verano, VI= Visitante de Invierno; **Categoría según la NOM-059 (incluye la referencia en tu sección de referencias):** Pr= Protección Especial.