

00377



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

CENTRO DE INVESTIGACIONES EN
ECOSISTEMAS

CONGRUENCIA ENTRE LAS ÁREAS
PRIORITARIAS DE CONSERVACIÓN DE LA
FLORA LEÑOSA Y LAS AVES DEL BOSQUE
TROPICAL CADUCIFOLIO DE COLIMA, MEXICO

T E S I S
M A E S T R Í A
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGÍA AMBIENTAL)

P R E S E N T A :
ROBERTO CARLOS SÁYAGO LORENZANA

DIRECTOR: Dr. GUILLERMO IBARRA MANRÍQUEZ

MÉXICO, D. F.



MARZO, 2005

COORDINACIÓN

m. 340931



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS COORDINACIÓN

Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

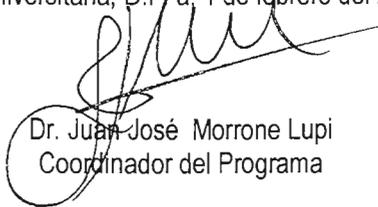
Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.
NOMBRE: Roberto Carlos Sayago Lorenzana
FECHA: 9/Febrero/2005
FIRMA: [Firma]

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 29 de octubre del 2004, se acordó poner a su consideración el siguiente jurado para el examen de grado de Maestría en Ciencias Biológicas (Biología Ambiental) del(a) alumno(a) **Sayago Lorenzana Roberto Carlos** con número de cuenta **503007704**, con la tesis titulada: **"Congruencia entre las áreas prioritarias de conservación de la flora leñosa y las aves del bosque tropical caducifolio de Colima, México"**, bajo la dirección del(a) **Dr. Guillermo Ibarra Manríquez**.

Presidente:	Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga
Vocal:	Dr. Oswaldo Téllez Valdés
Secretario:	Dr. Guillermo Ibarra Manríquez
Suplente:	Dr. Jorge Ernesto Schondube Friedewold
Suplente:	Dr. Jorge Vega Rivera

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F. a 1 de febrero del 2005


Dr. Juan José Morrone Lupi
Coordinador del Programa

c.c.p. Expediente del interesado

A Ireri, por su ejemplo y fortaleza

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la Universidad Nacional Autónoma de México en específico al Centro de Investigaciones en Ecosistemas; a mi asesor Dr. Guillermo Ibarra Manríquez por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo además de su apoyo para realizar el trabajo de campo y sobretodo por sus consejos y por los momentos compartidos, a los miembros de la mesa revisora Dra. Maria del Coro Arizmendi, Dr. Jorge Vega, Dr. Oswaldo Tellez, Dr. Jorge Schondube por su paciencia y sus invaluable observaciones realizadas a este trabajo.

Este trabajo forma parte del proyecto de: Selección de áreas prioritarias para la conservación de comunidades arbóreas de Colima, México, apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología clave:33067-V, período 2000-2004, sinceramente quiero agradecer a CONACYT el haberme otorgado la beca-crédito (No. Becario 172811) ya que sin esta difícilmente este trabajo se hubiera realizado.

El trabajo de campo no hubiera sido posible sin la ayuda de mis amigos Mike, Arnulfo (el chino), Libertad, Siux, Ana, Juan, Nieves y Fernando (Rojo), pero si hubiese sido posible sin ellos...sin duda no hubiera sido tan divertido.

A Nieves por todo el cine y los momentos inolvidables que hemos vivido juntos. A Anna por creer en mí, Neus y Pujadas siempre me apoyan y dan esperanza a todas mis ocurrencias sin importar que tan imposibles estas sean.

A Angela por todo su cariño, confianza y apoyo...yo también te quiero mucho.

A Eva por todos los días de discusión y por compartir los momentos importantes de nuestras vidas.

A mis compañeros y amigos que alegran la estancia en el CIEco: Caro Isa, Ana ("brasileira"), Gume, Aurora, Lupita, Mike, Monica (la piel), América, Nacho, Pepón, Fernando (Rooooooooojo), Erika, Pablo, Heidi, Juan, Adriana, Chalino, Karla, Chino (Arnulfo), Javier (Chiquito), Ivonne, Leonor, Ethel, y Mauricio (¿Todo bien?).

A mis amigos de siempre Irena, Kalina, Ana, Mari, Pati, Viki, Claudia y Omar por todos estos años tan maravillosos... los adoro....bueno a Carlos también (jeje te engañe eh?).

Afortunadamente siempre he contado con el apoyo de mi mamá y mi papá quienes de una u otra forma siempre han estado a mi lado. A Toño y Manolo por su amor incondicional, a Susana y Susana por todos mis sobrino(a)s tan lindos que me han dado y por querer a mis hermanos (?), a Yasmín por todos los desvelos y todo su cariño.

A TODA MI GRAN FAMILIA

INDICE

Resumen
Lista de cuadros
Lista de figuras
Lista de anexos

Introducción.....	1
Objetivos.....	6
Área de estudio.....	7
Métodos.....	10
Resultados.....	18
Discusión.....	27
Conclusiones.....	32
Literatura Citada.....	34
Anexo I.....	44
Anexo II.....	49
Anexo III.....	55

RESUMEN

Uno de los principales objetivos para el establecimiento de Áreas Naturales Protegidas es frenar la pérdida acelerada de la biodiversidad, causada principalmente por el efecto que las actividades productivas del ser humano provocan en los hábitats naturales. Sin embargo, seleccionar sitios que contribuyan de manera tangible con este objetivo no es una tarea sencilla, debido a la carencia de conocimiento biológico, así como a la escasez de recursos humanos y económicos destinados a este objetivo. El BioRap (rapid assessment of biodiversity priority areas) es un método propuesto para ubicar sitios prioritarios para la conservación de manera rápida. Una parte importante del método sugiere realizar muestreos dirigidos a través de gradientes ambientales (gradsectos) y emplear grupos indicadores de biodiversidad (e. g. vertebrados, plantas vasculares, tipos de vegetación o incluso variables ambientales), los cuales supuestamente poseen patrones de diversidad y endemismo similares a los de otros taxa menos conocidos taxonómicamente. Los objetivos de este trabajo son: 1) determinar el grado de congruencia entre sitios prioritarios de conservación utilizando como grupos indicadores de biodiversidad a las aves y la flora leñosa del bosque tropical caducifolio de Colima, 2) cuantificar la composición de la comunidad avifaunística y su variación a lo largo de diferentes localidades del estado y 3) seleccionar sitios prioritarios para la conservación de las aves en esta área con base en sus atributos de riqueza, grado de endemismo y valor de rareza. Se censaron las aves en 13 sitios con bosque tropical caducifolio, usando un muestreo por conteo por puntos de radio fijo. En total se realizaron 520 puntos de conteo (40 puntos por sitio, dos días de muestreo en la época de verano y dos en la invernal). Se registraron 128 especies de aves de 34 familias y 100 géneros (AOU, 1998). En estos 13 sitios, Martínez (2004) reporta 301 especies de flora leñosa (árboles, arbustos y lianas). De acuerdo con el algoritmo de riqueza y de rareza se requieren de nueve sitios para tener representadas a todas las especies de aves y 12 sitios para representar a la flora leñosa, mientras que con el algoritmo de endemismo se requieren cinco sitios para las aves y 10 sitios para la flora leñosa. Independientemente del algoritmo usado y de los grupos indicadores analizados, tres sitios se mantienen dentro de las primeras

seis opciones de conservación, uno de los cuales se ubica dentro del área de la Reserva de la Biosfera Manantlán. Estos sitios son importantes a considerar para la conservación de las aves y de la flora leñosa del bosque tropical caducifolio de Colima, que permitiría la protección de 105 especies de aves (82% del total) y 148 de plantas (49.2%). No se encontró una relación clara entre diversidad y endemismo en ambos grupos indicadores de biodiversidad, ni una correlación significativa entre la riqueza y el endemismo de las aves y de flora leñosa. Sin embargo, se observa que cuando se utiliza la flora leñosa como grupo sustituto de biodiversidad se logra representar un mayor porcentaje de especies de aves, y esto no ocurre cuando se emplean a las aves. En la práctica, una ubicación eficaz y óptima de sitios prioritarios de conservación del bosque tropical caducifolio de Colima requiere de la incorporación de otro tipo de información biológica como son la extensión y grado de fragmentación del bosque a nivel estatal, así como adicionar datos socio-políticos y económicos. Los resultados del presente estudio muestran la conveniencia del uso del método BioRap en la búsqueda de sitios prioritarios para conservación de la biodiversidad de manera rápida y con costos bajos, que son elementos que confieren ventajas al momento de realizar este tipo de ejercicios. Sin embargo, es necesario incorporar a otros grupos de la biota estatal de manera que pueda evaluarse su congruencia con los resultados del presente estudio.

Palabras clave: Aves, BioRap, bosque tropical caducifolio, Colima, conservación, flora leñosa, grupos indicadores de biodiversidad.

Sáyago, L. R. C. 2005. Congruencia entre las áreas prioritarias de conservación de la flora leñosa y las aves del bosque tropical caducifolio de Colima, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. México 59 p.

LISTA DE CUADROS

1. Pendiente, altitud, superficie ocupada en Colima (C) y en los gradisectos (G) y el número de sitios propuestos para muestrear para las unidades ambientales que presentan bosque tropical caducifolio y subcaducifolio en Colima (modificado de Martínez, 2004). Cuadro 1.
2. Índice de diversidad para las aves del bosque tropical caducifolio de Colima. Los valores más altos se resaltan en negritas.
3. Índices de Whittaker y de Morisita-Horn para los sitios de muestreo.
4. Sitios prioritarios para conservación de las especies de aves y flora leñosa del bosque tropical caducifolio de Colima empleando los algoritmos de riqueza, endemismo y rareza (Margules *et al.*, 1998; Keer, 1997). Entre paréntesis se muestra el número de especies con el que está contribuyendo el sitio seleccionado seguido del porcentaje acumulado, los sitios coloreados son los sitios que siempre ocupan las primeras seis posiciones.
5. Número y porcentaje acumulado de especies (entre paréntesis) para las aves y la flora leñosa usando la secuencia de selección de los sitios prioritarios obtenidos con el otro grupo indicador.

LISTA DE FIGURAS

1. Ubicación de los gradisectos (rectángulos y los sitios de muestreo (letras) en el estado de Colima, México (Martínez, 2004)
2. Curva de acumulación de las especies por día de muestreo para las aves del bosque tropical caducifolio de Colima.
3. Curvas de acumulación de las especies de los sitios A, B, C y D por puntos de conteo de las aves del bosque tropical caducifolio de Colima.
4. Curvas de acumulación de las especies de los sitios E, F, G y N por puntos de conteo de las aves del bosque tropical caducifolio de Colima.
5. Curvas de acumulación de las especies de los sitios O, P, Q, R y S por puntos de conteo de las aves del bosque tropical caducifolio de Colima
6. Diversidad α de aves del bosque tropical caducifolio de Colima según la prueba de "Jack-Knife" aplicada a los valores de α de la serie logarítmica.
7. Ubicación de las seis primeras prioridades de conservación para las aves (A, D, G), flora leñosa (B, E, H) y ambos grupos (C, F, I) en Colima, usando el algoritmo de riqueza (A, B, C), el de endemismo (D, E, F) y el de rareza (G, H, I).

LISTA DE ANEXOS

- I. Elección de los sitios de muestreos empleando la metodología del BioRap (Martínez 2004).
- II. Lista potencial de las especies de aves del bosque tropical caducifolio de Colima, arreglo taxonómico de acuerdo con la American Ornithologist' Union (1998).
- III. Lista de especies registradas, sitios de registro, estacionalidad (R = residente, VV = visitante de verano, VI = visitante de invierno), endemismo (endémica al oeste de México = 1, endémica de México = 2) del bosque tropical caducifolio de Colima, México.

INTRODUCCIÓN

Actualmente existe una severa crisis ambiental debido a la acelerada disminución de la biodiversidad a nivel mundial, causada directa o indirectamente por el hombre (Robbins *et al.*, 1989; Bibby *et al.*, 1992; Chapin III *et al.*, 2000; Margules y Pressey, 2000). Es necesario remediar esta situación, ya que la tasa de extinción de especies y la desaparición de hábitats naturales son elevados (Bibby *et al.*, 1992; Groombridge, 1992; Margules *et al.*, 1995; Haila y Margules, 1996; Sarkar y Margules 2002). Bibby *et al.* (1992) indican que la tasa de extinción actual para las aves y los mamíferos excede entre 100 y 1,000 veces la que se esperaría ocurriera naturalmente. Por el contrario, Smith *et al.* (1993) documentan que la tasa de extinción en diversos grupos de organismos es baja, pero que el grado de amenaza es muy alto, por ejemplo, para aves, mamíferos y plantas (particularmente gimnospermas y palmas), lo cual pone en riesgo su viabilidad futura. No se conoce con precisión las consecuencias que tiene la extinción de las especies en los ecosistemas a corto, mediano y largo plazo, sin embargo, se ha indicado que esto tendrá efectos drásticos en los procesos ecológicos y el mantenimiento de las especies que contienen (Chapin III *et al.* 2000).

El establecimiento de áreas naturales protegidas es una estrategia para mitigar los efectos negativos derivados de la degradación ambiental que se vive hoy en día. Los principales objetivos de estas áreas son proteger y mantener a largo plazo porciones representativas de la biodiversidad de una región (Margules y Pressey, 2000). Estos autores indican que estos sitios clave deben ubicarse y priorizarse, ya que los recursos económicos destinados a este propósito son limitados, además de que deben de considerarse aspectos políticos y sociales para asegurar la viabilidad de una propuesta de conservación. Actualmente, los principales criterios biológicos para seleccionar áreas prioritarias de conservación son: a) elevada riqueza de especies, b) alto número de especies endémicas, c) presencia de especies en peligro de extinción y d) hábitats con un alto grado de amenaza de desaparición por actividades antropogénicas (Margules y Usher, 1981; MacKinnon *et al.*, 1990; Groombridge, 1992; Margules y Pressey, 2000; Garson *et al.*, 2002).

La identificación de áreas prioritarias para la conservación no es trivial. Uno de los principales obstáculos para su realización adecuada es que la distribución de las especies no se conoce con exactitud, ya que su obtención es lenta y sesgada, debido principalmente a la escasez de recursos humanos y económicos (Raven y Wilson, 1992; Margules *et al.*, 1994, 1995; Stork, 1994; Margules y Pressey, 2000). Una gran cantidad de reservas naturales decretadas en la actualidad a nivel mundial se han elegido principalmente por su bajo interés económico y no necesariamente por su representatividad biológica, por lo que no representan de manera adecuada la biodiversidad regional (Pressey, 1994; Rodríguez *et al.*, 1999; Margules y Pressey 2000). Para el caso de México, Peterson *et al.* (2000) encontraron que las reservas del estado de Veracruz, no contienen a todas las especies endémicas de aves y mamíferos estatales.

Aunado a esto, muchas reservas no garantizan la permanencia a largo plazo de ciertas especies, ya sea por su tamaño pequeño y/o por presiones sociales para que estos sitios se utilicen de manera distinta para producir beneficios económicos inmediatos al ser humano (MacKinnon *et al.*, 1990; Cabeza y Moilanen, 2001; Reyers *et al.*, 2002). Por ejemplo, Renton y Salinas (2002) demostraron que *Amazona finschi* (Psittacidae), un ave endémica del oeste de México, realiza migraciones altitudinales durante la época de sequía que exceden el perímetro de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala; si estos hábitats donde ocurre la migración desaparecieran en el futuro, la conservación de estas poblaciones estará en riesgo.

Debido a que es muy difícil manejar simultáneamente todos los aspectos que abarca la biodiversidad (genética, específica y ecosistémica), una estrategia ampliamente empleada para seleccionar áreas de conservación es la utilización de "especies sombrilla", "especies bandera", "especies estandarte" o "especies emblemáticas", asumiendo que los requerimientos para la conservación de estas especies engloban los que tienen otros elementos de la biota (Lambeck, 1997; Caro y O'Doherty, 1998; Simberloff, 1998; pero ver Andelman y Fagan, 2000; Roberge y Angelstam, 2004). Otro enfoque que se ha utilizado para la ubicación de áreas de conservación es el análisis de discrepancias ("gap análisis"), el cual

analiza, por medio de un sistema de información geográfica, las incongruencias que existen entre áreas con alta riqueza o endemismo de especies y las áreas protegidas en una región (Scott *et al.*, 1993; Prendergast *et al.*, 1999; Powell *et al.*, 2000).

Otro enfoque para seleccionar áreas protegidas son los métodos sustitutos de la biodiversidad ("surrogacy methods"), que se basan en la utilización de variables ambientales o biológicas que puedan ser correlacionadas con los patrones de riqueza de especies (Gaston, 1996 y literatura citada en él): variables ambientales ("environmental variables"), riqueza de taxa supraespecíficos ("higher taxon richness") y grupos indicadores ("indicator groups"). El uso de este último enfoque tiene como supuesto que los patrones de riqueza y endemismo de un grupo indicador son similares a los que presentan otros taxa cuyo conocimiento biogeográfico, ecológico o taxonómico es menor. Para considerar un grupo como indicador de biodiversidad debe cumplir los siguientes requisitos: a) ser fácil de muestrear, b) poseer un buen conocimiento taxonómico, c) tener especies con diferentes requerimientos ecológicos, d) tener una distribución amplia y e) tener especies endémicas en una gran cantidad de hábitats (Bibby *et al.*, 1992; Di Castri *et al.*, 1992; Halffter y Favila, 1993; Margules *et al.*, 1995; Gaston, 1996; Caro y O'Doherty, 1998; McGeoch, 1998). Algunos de los grupos más frecuentemente considerados como grupos indicadores han sido árboles, hongos macroscópicos, mariposas nocturnas y vertebrados (Di Castri *et al.*, 1992).

A pesar de lo promisorio de este enfoque, los resultados obtenidos para corroborar la coincidencia entre un grupo indicador y otros grupos con los que cohabita no son consistentes, ya que existen evidencias a favor de esta relación (Pearson y Cassola, 1992; García-Mendoza, 1995; Thirgood y Heath, 1994; Crisp *et al.*, 1998; Blair, 1999; Pearson y Carroll, 1999; Pharo *et al.*, 1999; Lund y Rahbeck, 2002; Negi y Gadgil, 2002; Vessby *et al.*, 2002; Kati *et al.*, 2003; Moore *et al.*, 2003; Villaseñor *et al.*, 1998, 2003; Lira *et al.*, 2002; Warman *et al.*, 2004; Sauberer *et al.*, 2004), mientras que otros estudios desestiman esta afirmación (Pharo *et al.*, 1999, 2000; Ricketts *et al.*, 2002; Vessby *et al.*, 2002; Moore *et al.*, 2003; Su *et al.*, 2004). Estos resultados también pueden variar con la escala de

estudio utilizada (Pearson y Carroll, 1999). Tampoco se ha definido con claridad el grado de coincidencia entre áreas de endemismo y de riqueza entre diversos grupos taxonómicos. En general, existen estudios que han encontrado coincidencia en estos atributos (Kerr, 1997; Villaseñor *et al.*, 1998, 2003, Ricketts, 2001), mientras otros presentan evidencias en el sentido opuesto (Peterson *et al.*, 1993; Prendergast *et al.*, 1993; Howard, *et al.*, 1988; Pimm y Lawton, 1998).

Un método reciente que evalúa de una manera rápida las áreas prioritarias para conservación de la biodiversidad es el BioRap ("Rapid Assessment of Biodiversity Priority Areas"). Este consiste en una serie de marcos teóricos y herramientas técnicas que pueden ser usados a una escala local, regional o nacional (Margules *et al.*, 1995, ver Anexo I). Con este método se pretende realizar muestreos estratificados de manera dirigida, ya que se ha demostrado que son más eficientes que los muestreos seleccionados al azar, debido a que la distribución de los seres vivos no necesariamente es aleatoria (Wessels *et al.* 1998). Uno de los métodos sugeridos por el BioRap para la selección de sitios prioritarios para la conservación son los algoritmos iterativos, los cuales buscan maximizar la representación de los atributos a conservar (*e. g.* diversidad de especies, especies endémicas o amenazadas) en un mínimo de sitios basados en los conceptos de complementariedad, irremplazabilidad y flexibilidad (Margules *et al.*, 1988, 1994; Pressey, 1994; Rebelo, 1994; Csuti *et al.*, 1997; Margules y Pressey 2000).

El estado de Colima representa una entidad idónea para realizar un ejercicio de selección de sitios prioritarios de conservación, debido a que posee un territorio pequeño (ca. de 5,000 km²), con un gradiente altitudinal de 0-3,820 m, donde se manifiestan diversos climas y tipos de vegetación templada y tropical (Rzedowski y McVaugh, 1966; Rzedowski, 1978; García, 1988; INEGI, 1999; Palacio-Prieto *et al.*, 2000; Martínez, 2004). Otros elementos a considerar son su elevada tasa de deforestación y que solamente el 1% de su área se encuentra bajo alguna categoría de conservación (Flores-Villela y Gerez, 1994). Una razón no menos importante es que el bosque tropical caducifolio ocupa cerca del 30% (1671 km²) de la superficie de Colima (Palacio-Prieto *et al.*, 2000). En el oeste de

México, donde se incluye Colima, se encuentra la extensión más boreal y extensa de este tipo de vegetación en América, con una alta riqueza y endemismo de flora y vertebrados (Lott *et al.*, 1987; Gentry, 1995; Rzedowski, 1991; Ceballos y García, 1995; Trejo y Dirzo 2002). Este tipo de vegetación es uno de los más amenazados. Janzen (1986) estima que únicamente el 2% del territorio de Mesoamérica con este bosque tropical caducifolio se mantenía relativamente intacto. Para México, esta vegetación presenta una tasa de deforestación de 1.4%; en 1990, sólo el 27% de su cobertura original estaba intacta (Trejo y Dirzo 2000). A un nivel más local, se ha calculado que en la región de El Bajío, el 95% de esta vegetación ha desaparecido directamente por influencia humana (Rzedowski y Calderón 1987). Para Colima, se estimó una reducción del 13.5% de la superficie que cubría en 1981 (Flores-Villela y Gerez, 1994). A pesar de lo anterior, esta comunidad es de las menos representadas en el sistema de Áreas Naturales Protegidas (Janzen, 1986; Ceballos y García, 1995).

El principal objetivo de este estudio es determinar el grado de congruencia entre los patrones de riqueza y endemismo entre dos grupos indicadores de la biodiversidad (aves y flora leñosa) localizados en el bosque tropical caducifolio del estado de Colima. Esta información podrá ser usada para señalar áreas importantes para la conservación de estos organismos en Colima.

OBJETIVO GENERAL

Determinar el grado de congruencia entre sitios prioritarios de conservación utilizando como grupos indicadores de la biodiversidad a las aves y la flora leñosa del bosque tropical caducifolio de Colima.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1) Cuantificar la composición de la comunidad avifaunística del bosque tropical caducifolio de Colima y su variación a lo largo de diferentes localidades en el estado.
- 2) Seleccionar sitios prioritarios para la conservación de las aves en esta área con base en sus atributos de riqueza, grado de endemismo y valor de rareza, determinando su coincidencia con las determinadas para la flora leñosa.

ÁREA DE ESTUDIO

El estado de Colima se encuentra localizado en la porción centro oeste de la República Mexicana, entre los 18° 41' y 19° 31' N y 103° 29' y 104° 41' O (figura 1), con una extensión territorial de 5,413 km² (0.3% de México). Esta entidad colinda al norte con Jalisco, al este con Jalisco y Michoacán, al sur con Michoacán y el Océano Pacífico y al oeste con el Océano Pacífico y con Jalisco (SPP, 1981; INEGI, 2000). El bosque tropical caducifolio en Colima se presenta en localidades cercanas al nivel del mar, sin sobrepasar los 2,000 m s.n.m. Este bosque se ubica dentro de las dos provincias fisiográficas encontradas en Colima: a) El Eje Neovolcánico, con una subprovincia a la cual se le denomina Volcanes de Colima, que representa el 16% de la superficie estatal, y b) La Sierra Madre del Sur, que abarca el 84% de la superficie estatal (INEGI 1999). Esta provincia se divide en la subprovincia Sierra de la Costa de Jalisco y Colima (64%) y la subprovincia Cordillera Costera del Sur (20%). El bosque tropical caducifolio se distribuye sobre rocas de la era Mesozoica (periodos Jurásico y Cretácico) y del Cenozoico (períodos Terciario y Cuaternario) (INEGI, 1999) y sobre una amplia variedad de suelos: acrisoles, andosoles, cambisoles, castañozem, feozem, fluvisoles, gleysoles, litosoles, luvisoles, plenosoles, regosoles, rendzinas, solonchak, certisoles y xerosoles (INEGI, 1983).

De acuerdo con Rzedowski y McVaugh (1966), el bosque tropical caducifolio se encuentra en áreas con clima cálido subhúmedo A(w). En Colima este clima se presenta principalmente en la región costera y en las zonas bajas del valle de Tecomán, ocupando el 80.8% de la superficie estatal, con una temperatura media anual entre los 20° y los 28° C, una precipitación anual entre los 600 y 1000 mm y una marcada estación seca entre los meses de noviembre a junio (García, 1988).

El bosque tropical caducifolio se caracteriza por estar dominado por árboles que tienen de 8 a 15 m de altura, que forman un dosel denso, con una altura uniforme, la copa de los árboles tiende a ser convexa o plana, con un diámetro igual o mayor que su altura, el diámetro a la altura del pecho del tronco de los

árboles raramente excede los 50 cm y con frecuencia los árboles presentan más de un tronco (Rzedowzski y MacVaugh, 1966; Rzedowski, 1978). Además una gran cantidad de los componentes pierden su follaje y florecen durante la estación seca. Con frecuencia los estratos arbustivo y herbáceo se encuentran bien definidos, mientras que las lianas no son un elemento estructural importante (pero ver Lott *et al.*, 1987) y las epífitas que predominan por lo general son especies del género *Tillandsia*. La flora tiene una fuerte predominancia de elementos neotropicales e inclusive los elementos holárticos pueden estar ausentes. Algunas de las especies dominantes son *Amphipterygium adstringens*, *Bursera excelsa*, *B. fagaroides*, *B. grandifolia*, *B. kerberi*, *Capparis incana*, *C. verrucosa*, *Ceiba aesculifolia*, *Comocladia engleriana*, *Cyrtocarpa procera*, *Forchhammeria pallida*, *Lysiloma acapulcense* y *Spondias purpurea* (Rzedowzski y MacVaugh, 1966; Rzedowski, 1978; Martínez, 2004).

Con respecto a las aves del bosque tropical caducifolio de Colima, Schaldach Jr. (1963 y 1969) reporta 181 especies de aves terrestres pertenecientes a 128 géneros y a 33 familias. La familia más diversa es la Emberizidae con 56 especies seguida por la Tyrannidae con 23 especies. Un total de 127 especies son residentes, 47 especies son visitantes de invierno, tres especies son visitantes de verano y tres son transitorias.

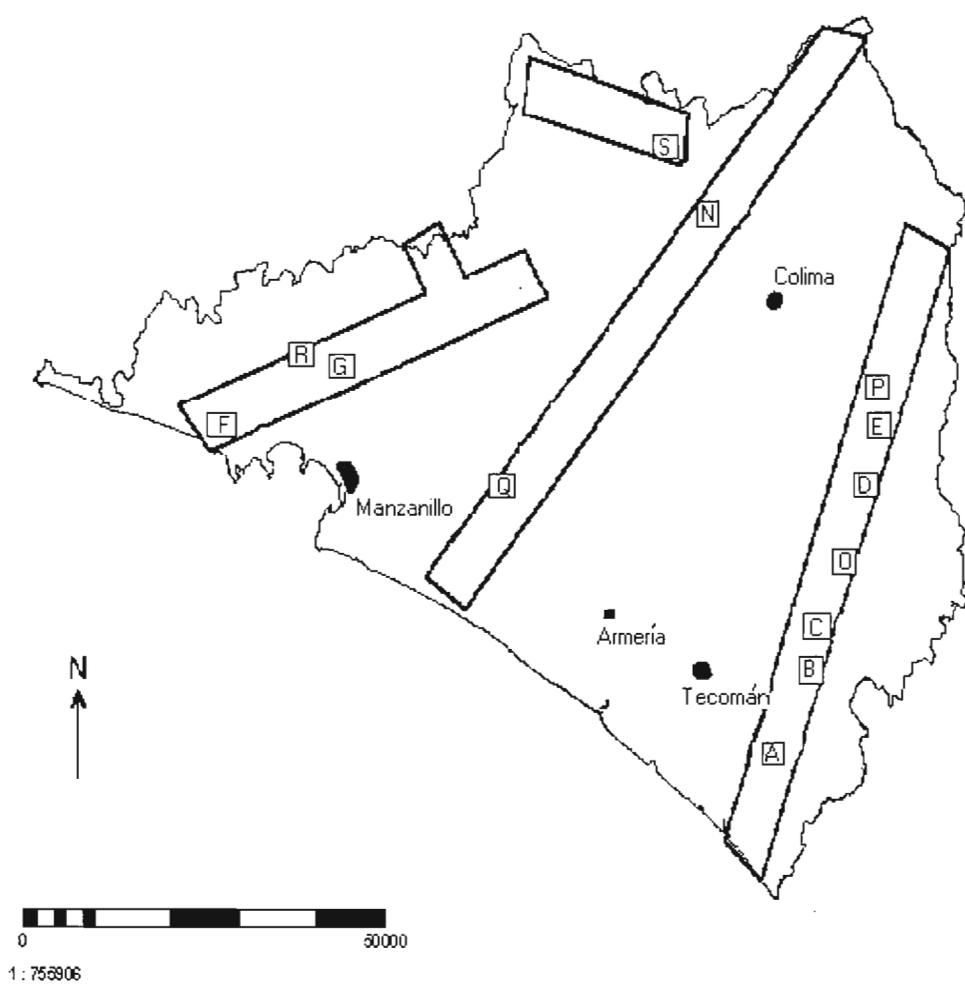


Figura 1. Ubicación de los gradisectos (rectángulos) y los sitios de muestreo (letras) en el estado de Colima, México (Martínez, 2004).

MÉTODOS

Los sitios censados para determinar la avifauna de Colima fueron elegidos utilizando el método del BioRap (Anexo I), tomando como base la propuesta de Martínez (2004). En dicho estudio se combinó información geomorfológica, altitud y de tipos de vegetación leñosa de Colima para definir unidades ambientales. La cubierta vegetal de Colima manejada por Martínez (2004) fue tomada del Inventario Nacional Forestal (Palacio-Prieto *et al.*, 2000) y en esta última referencia el bosque tropical caducifolio incluye al bosque tropical subcaducifolio (Cuadro 1). El número de sitios de muestreo fue establecido tomando como base el área ocupada por cada unidad ambiental en el estado.

Cuadro 1. Pendiente, altitud, superficie ocupada en Colima (C) y en los gradisectos (G) y el número de sitios propuestos para muestrear para las unidades ambientales que presentan bosque tropical caducifolio y subcaducifolio en Colima (modificado de Martínez, 2004).

Unidad Ambiental	Pendiente	Altitud (m s.n.m.)	Porcentaje Área (C / G)	Sitios de muestreo
Lomeríos altos	6 – 20°	500 – 1500	10 / 13	A,B,C,D,E,O
Piedemonte inferior	3 – 15°	250 – 500	4.7 / 5	P, Q
Lomeríos bajos	6 – 20°	250 – 500	4.5 / 12.7	F, G
Piedemonte medio	3 – 15°	500 – 1000	4.2 / 6.1	N
Planicie baja	Menor 6°	0 – 100	2.3 / 4	R
Piedemonte superior	3 – 15°	1000 - 1500	1.15 / 3.5	S

Con objeto de tener una estimación preliminar del número de especies de aves del bosque tropical caducifolio de Colima, se realizó una revisión de los trabajos avifaunísticos realizados en este tipo de vegetación en las provincias bióticas de la Costa Oeste Sur y Cuenca del Balsas Oeste, que incluyen los estados de Jalisco, Colima, Michoacán y Guerrero (Escalante *et al.*, 1993, 1994; Anexo II).

El muestreo de las aves se realizó con el método de conteo por puntos (Hutto *et al.*, 1986), el cual consiste en considerar un círculo con un radio fijo de 25 m, en donde se registraron todas las especies de aves observadas y escuchadas durante 10 min. Las especies que se detectaron fuera del tiempo de muestreo se incluyeron en la lista avifaunística (Anexo III). Hutto *et al.* (1986) destacan la importancia de mantener una distancia suficiente entre los puntos individuales de muestreo para tener independencia estadística entre las muestras. Estos autores consideran que el ámbito hogareño para la mayor parte de las especies de aves de talla pequeña es de 100 m; por lo tanto, en el presente estudio se estableció una distancia de 200 m entre cada uno de los 10 puntos de conteo realizados por día. Los censos comenzaron alrededor de 15 min. después de la salida del sol, utilizando binoculares y se corroboró la determinación de las aves con guías de campo (Peterson y Chalif, 1989; Howell y Webb, 1995).

Para la realización de los análisis estadísticos, Hutto *et al.* (1986) recomiendan como mínimo de 25 a 30 puntos de conteo por sitio. Para Colima, en cada temporada de muestreo (verano e invierno) se censaron durante dos días las aves de las 13 localidades seleccionadas, por lo que se tiene un total de 40 puntos de conteo por sitio. Se realizaron curvas de acumulación de especies usando primero los datos de todos los sitios por día de trabajo de campo y por cada punto de conteo. El muestreo se realizó en julio-agosto del 2003 (censos de verano) y febrero-marzo del 2004 (censos de invierno). Los censos de la avifauna no incluyen a las especies de vuelo alto pertenecientes a las familias Accipitridae, Apodidae, Buteoninae, Cathartidae, Falconidae, Hirundinidae y Psittacidae, debido a que poseen un ámbito hogareño muy amplio. Además, la presencia de estas aves no se encuentra determinada por la distribución de la vegetación (Hutto

et al. 1986). No obstante, las especies de estas familias fueron incluidas en el Anexo III.

Para determinar la estacionalidad de las especies de aves que fueron registradas durante este trabajo se revisaron los trabajos de Schaldach (1963), Villaseñor (1985), Villaseñor (1988), Peterson y Chalif (1989), Arizmendi *et al.* (1990), Mejía (1992) y Howell y Webb (1995). Las especies se registraron en alguna de las siguientes categorías: a) especies residentes, las cuales se reproducen en el área de estudio y no presentan movimientos migratorios, b) especies visitantes de invierno, que no se reproducen en el área de estudio y migran del norte de América, y c) especies visitantes de verano, que se reproducen en el área de estudio y provienen del sur del continente americano. Estas referencias también se usaron para definir dos categorías de endemismo: endémicos al oeste de México (especies restringidas a esta zona del país) o endémicos al territorio nacional.

Para conocer los valores de diversidad α de cada sitio se utilizó el índice de α de la serie logarítmica, debido a que tiene gran capacidad para discriminar diferencias de la riqueza entre localidades, por su baja sensibilidad al tamaño de muestra, ya que es poco afectado por las especies comunes y raras (Kempton y Taylor, 1974; Magurran, 1988). Este índice se calculó usando el programa de Ludwig y Reynolds (1988). El índice tiene la siguiente fórmula:

$$\alpha = \frac{N(1-x)}{x}$$

Donde:

N = Número de individuos

X = Estimado de la interacción

Se aplicó la técnica de "Jack-Knife" al índice de α de la serie logarítmica para obtener pseudovalores, los cuales son considerados como el mejor estimador de diversidad α . Además, se pueden obtener valores de error estándar, que son útiles para fijar límites de confianza (Magurran, 1988). Para la obtención de los pseudovalores se utilizó la siguiente fórmula:

$$VP_i = (nV) - [(n - 1) (VJ_i)]$$

En donde:

- n = número de muestras
- V = el valor del índice para todas los puntos de conteo
- VJ_i = cálculo del índice excluyendo un punto de conteo

Posteriormente se calculó el error estándar por medio de la fórmula:

$$E.S. = \frac{\text{Des. Est. de } VP_i}{\sqrt{n}}$$

También se obtuvo la diversidad α empleando el índice de Shannon-Wiener, básicamente por que es una prueba que ha sido ampliamente utilizada, pero que de acuerdo con Peet (1974) y Magurran (1988), presenta ciertas desventajas debido a que asume que el muestreo es al azar, además de ser afectado por el tamaño de muestra, ya que funciona bajo el supuesto de que todas las especies presentes en un sitio han sido registradas, lo cual en la práctica raramente es factible. La fórmula para calcular este índice es la siguiente:

$$H' = \sum p_i \ln p_i$$

Donde:

- p_i = proporción de los individuos registrados de la especie i .

Se calcularon los valores de diversidad β para comparar el recambio de especies entre los sitios muestreados. Se utilizó el índice de Whittaker (1960), por que es uno de los índices más recomendados, ya que se ha demostrado que es capaz de medir cambios entre comunidades con poco y gran traslape de especies (Wilson y Shmida, 1984; Magurran, 1988). Su fórmula es:

$$\beta_w = (S/\alpha) - 1$$

En donde:

- S = número de especies en la muestra
- α = promedio de especies en la muestra

También se aplicó el coeficiente de Morisita-Horn (C_{mH}), que es un coeficiente cuantitativo, no binario, ampliamente sugerido para medir adecuadamente la diversidad β (Magurran 1988). Las fórmulas empleadas son:

$$C_{mH} = \frac{2 \sum (a_i b_i)}{(d_a + d_b) aN * bN}$$

donde:

- aN = Número total de individuos en el sitio A
- a_i = Número de individuos de la especie i en el sitio A
- bN = Número total de individuos en el sitio B
- b_i = Número de individuos de la especie i en el sitio B

$$d_a = \frac{\sum a_i^2}{aN^2} \quad d_b = \frac{\sum b_i^2}{bN^2}$$

Para determinar la ubicación de los sitios prioritarios de conservación de la avifauna del bosque tropical caducifolio de Colima se usaron diferentes algoritmos los cuales consideran como atributos importantes la riqueza, el endemismo y la rareza de las especies en el área de estudio (Margules *et al.*, 1988; Kerr, 1997). Para realizar las comparaciones entre las aves y la flora leñosa del bosque tropical caducifolio de Colima, se utilizaron los datos originales de los muestreos de Martínez (2004), los cuales fueron facilitados por el autor.

El primer algoritmo fue desarrollado por Margules *et al.* (1988) y fue modificado por Villaseñor *et al.* (2003), el cual busca determinar el menor número de sitios en que se representen a todas las especies de la región, usando los siguientes supuestos:

- 1) Se elige el sitio que contenga la mayor cantidad de especies, las cuales se eliminan de las fases subsecuentes del análisis. Las especies que no fueron eliminadas se les denomina "especies complementarias".
- 2) Se selecciona el sitio que contribuya con el mayor número de especies complementarias.

- 3) Si existe un empate entre sitios, se elige el que tenga el mayor número de taxa raros (los de menor frecuencia en los sitios de muestreo).
- 4) En caso de que persista el empate, se escoge el sitio más cercano a alguno de los previamente seleccionados.
- 5) El ejercicio finaliza cuando se incluye el 100% de las especies.

El segundo algoritmo utiliza exclusivamente a las especies endémicas. El algoritmo consiste de los siguientes pasos:

- 1) Se elige el sitio que contenga la mayor cantidad de especies endémicas. Las especies presentes en este sitio se eliminan de las fases subsecuentes del análisis; las que no fueron seleccionadas se les denominó como “especies endémicas complementarias”.
- 2) Se selecciona el sitio que contribuya con el mayor número de especies endémicas complementarias.
- 3) Si existe un empate entre sitios, se elige el que tenga el mayor número de taxa endémicos raros (los de menor frecuencia en los sitios de muestreo).
- 4) En caso de que persista el empate, se escoge el sitio más cercano a alguno de los previamente seleccionados.
- 5) El ejercicio finaliza cuando se incluye el 100% de las especies endémicas.

El tercer algoritmo toma en cuenta las frecuencias de aparición de todas las especies en los sitios de muestreo. Kerr (1997) denomina a esta variable como el valor de endemismo (VE) de un sitio particular a nivel regional. En este trabajo se decidió llamarlo valor de rareza (VR), para evitar confusiones con el algoritmo de endemismo. El índice se representa matemáticamente con la fórmula:

$$VR = \sum_{i=1}^S Q^{-1}$$

Donde:

- S = número total de especies obtenidas en los muestreos.
- Q = es el número de sitios ocupados por cada especie.

El desarrollo de este algoritmo es el siguiente:

- 1) Se calcula el inverso de la frecuencia de los sitios donde se ha registrado cada una de las especies en la región; este valor se sustituye en la matriz de datos para cada uno de los sitios donde se registraron a las especies.
- 2) Se obtiene el VR por sitio, que es la sumatoria del inverso de las frecuencias de las especies presentes en cada sitio y se selecciona el que tenga el valor más alto.
- 3) Las especies incluidas con la selección de este sitio son eliminadas de las fases siguientes del análisis. El próximo sitio que se elige es el que nuevamente obtiene el mayor valor de rareza.
- 4) En caso de empate entre sitios, se elige aquel que tenga la mayor cantidad de especies endémicas.
- 5) Si persiste la coincidencia, se elige el sitio más cercano a alguno de los seleccionados previamente.
- 6) El ejercicio finaliza cuando se representa en los sitios el 100% de las especies.

La evaluación del grado de congruencia entre los dos grupos indicadores de la biodiversidad se realizó empleando primeramente el coeficiente de correlación de rangos de Spearman (1904), en donde se probó la hipótesis nula de que la diversidad de aves no tenía relación con la diversidad de flora leñosa. La fórmula empleada fue:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2-1)}$$

En donde:

- Se realizan categorías para X (número de especies de aves por sitio) y Y (número de especies de flora leñosa por sitio)
- d_i = El valor de la resta del rango de Y_i y del rango de X_i .
- n = Número de sitios

Para ver qué tanto la flora leñosa es indicadora de la diversidad de aves y qué tanto las aves son indicadoras de la diversidad de flora leñosa, se observa para cada uno de estos grupos el número de especies que estarían representadas en los diferentes sitios siguiendo el orden de prioridad del otro grupo.

RESULTADOS

El muestreo de aves de la época de verano se realizó del 28 de julio al 24 de agosto del 2003 y la visita de invierno fue del 8 de febrero al 4 de marzo del 2004, acumulándose un total de 52 días de trabajo de campo (cuatro días por sitio) y un total de 520 puntos de conteo (40 puntos por sitio). El esfuerzo del muestreo de las aves de Colima puede evaluarse a través de las curvas de acumulación de especies por días de trabajo de campo (Figura 2) y para cada uno de los sitios considerando el incremento de especies a medida que aumentan los puntos de conteo (Figuras 3, 4 y 5). Estas figuras muestran que en ambas situaciones no se alcanzó la asíntota.

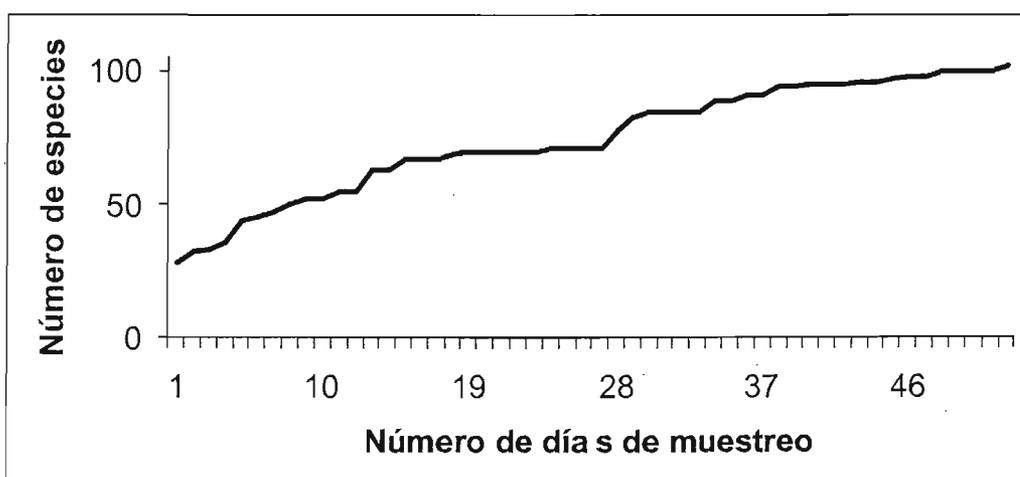


Figura 2. Curva de acumulación de las especies por día de muestreo para las aves del bosque tropical caducifolio de Colima.

Se registró un total de 128 especies de aves, que pertenecen a 34 familias, 100 géneros y 14 órdenes de acuerdo con la clasificación de la American Ornithologists' Union (1998). Un total de 103 especies son residentes, 22 son visitantes de invierno y tres son visitantes de verano. Un alto porcentaje de las especies censadas mostró una amplia distribución, ya que sólo 25 especies de aves son endémicas a México, 18 de las cuales se distribuyen únicamente en la región oeste del país (Howell y Webb, 1995; AOU, 1998; Anexo III).

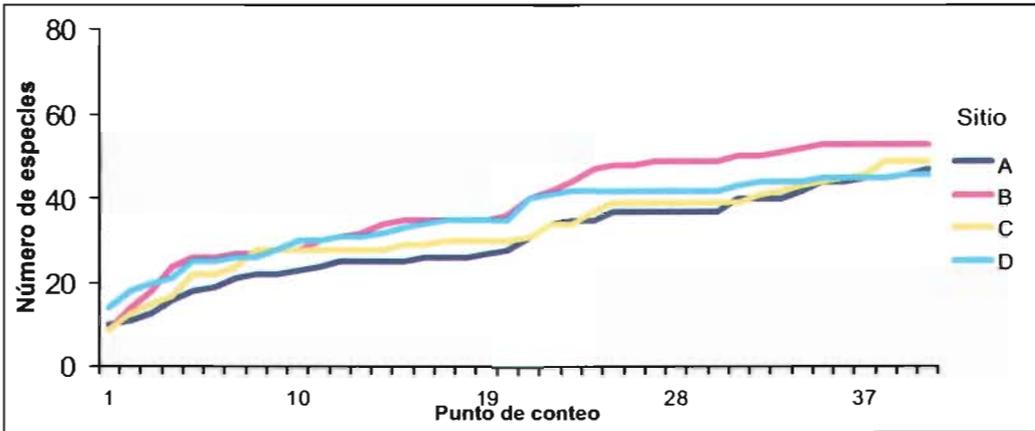


Figura 3. Curvas de acumulación de las especies de los sitios A, B, C y D por puntos de conteo de las aves del bosque tropical caducifolio de Colima.

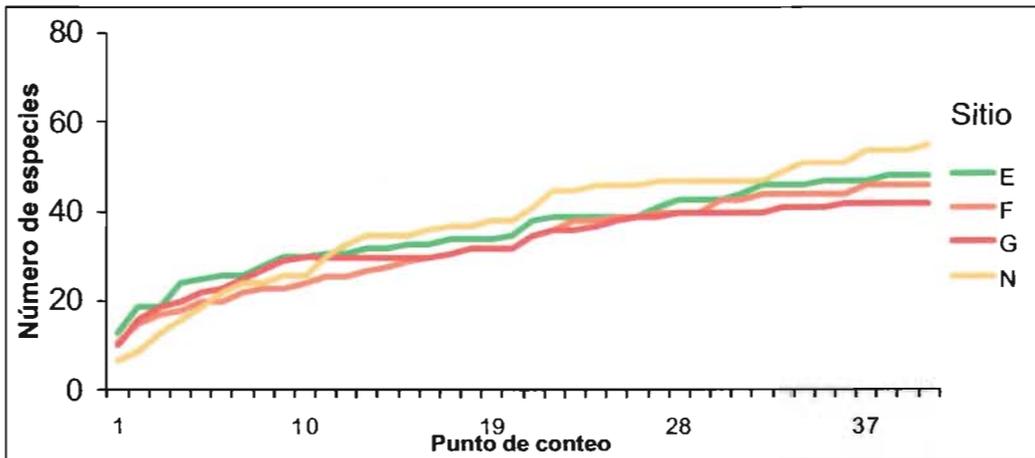


Figura 4. Curvas de acumulación de las especies de los sitios E, F, G y N por puntos de conteo de las aves del bosque tropical caducifolio de Colima.

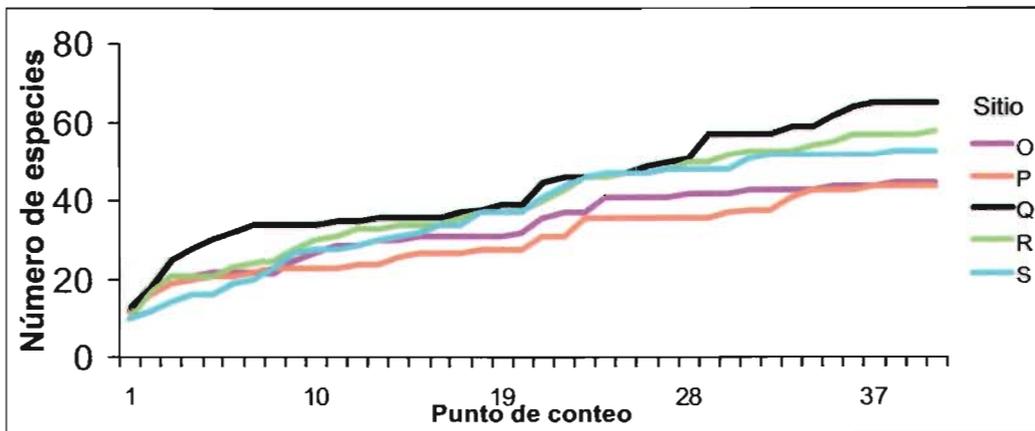


Figura 5. Curvas de acumulación de las especies de los sitios O, P, Q, R y S por puntos de conteo de las aves del bosque tropical caducifolio de Colima.

Los valores obtenidos con el índice de α de la serie logarítmica oscilan entre 10.56 y 17.12. El sitio S ocupó la primera posición, seguido por los sitios Q y N; en contraste, el sitio G resultó ser el menos diverso. Al comparar estos resultados con la posición de diversidad indicada por el índice de Shannon-Wiener, se encontró que únicamente el sitio Q obtuvo la misma posición (Cuadro 2, Figura 6). Las barras de error del sitio S se traslapan con los sitios B, F, N, Q y R, lo que impide aseverar que S sea la localidad más diverso (Figura 6).

Cuadro 2. Índice de diversidad para las aves del bosque tropical caducifolio de Colima. Los valores más altos se resaltan en negritas.

Sitio	Unidad Ambiental	α de la serie logarítmica	Shannon-Wiener
A	Lomeríos altos	13.55	3.15
B	Lomeríos altos	14.45	3.54
C	Lomeríos altos	13.23	3.34
D	Lomeríos altos	12.95	3.32
E	Lomeríos altos	12.07	3.24
F	Lomeríos bajos	14.25	3.21
G	Lomeríos bajos	10.56	3.31
N	Piedemonte medio	15.39	3.33
O	Lomeríos altos	11.89	3.28
P	Piedemonte inferior	11.90	3.28
Q	Piedemonte inferior	17.06	3.49
R	Planicie Baja	15.14	3.47
S	Piedemonte superior	17.12	3.42

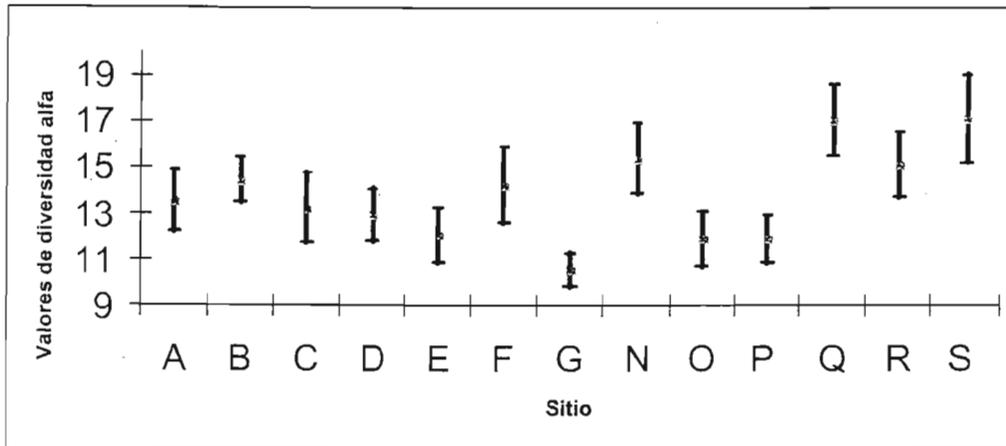


Figura 6. Diversidad α de aves del bosque tropical caducifolio de Colima según la prueba de "Jack-Knife" aplicada a los valores de α de la serie logarítmica.

Con respecto a la diversidad β se encontró que 31 (24%) especies de aves se registraron únicamente en alguno de los sitios y que 19 especies (15%) fueron registradas en todos los sitios de muestreo; el grueso de las especies (78, 61%) se registraron en 2 a 12 sitios. La diversidad β es relativamente baja de acuerdo con los valores de los coeficientes de Whittaker (intervalo 0.13-0.50) y Morisita-Horn (intervalo 0.45-0.91) (Cuadro 3). En términos generales se puede observar que el sitio S fue el que obtuvo valores más contrastantes con respecto a todos los sitios. No se encontró correlación entre la riqueza de la flora leñosa con la riqueza de las especies de aves ($r_s = 0.04$) ni entre la riqueza de los elementos endémicos entre ambos grupos ($r_s = 0.008$).

Cuadro 3. Índices de Whittaker y de Morisita-Horn para los sitios de muestreo.

Sitio	A	B	C	D	E	F	G	N	O	P	Q	R	S
A	0.18	0.84	0.87	0.83	0.86	0.74	0.80	0.62	0.83	0.84	0.81	0.77	0.48
B	0.18	0.13	0.90	0.82	0.82	0.71	0.79	0.76	0.85	0.85	0.78	0.74	0.55
C	0.20	0.13	0.14	0.85	0.88	0.76	0.82	0.70	0.91	0.89	0.81	0.80	0.52
D	0.22	0.19	0.24	0.14	0.88	0.78	0.83	0.73	0.82	0.88	0.80	0.78	0.52
E	0.26	0.20	0.23	0.14	0.14	0.73	0.80	0.63	0.87	0.91	0.83	0.79	0.45
F	0.31	0.27	0.32	0.28	0.27	0.14	0.86	0.66	0.78	0.76	0.81	0.86	0.53
G	0.25	0.20	0.20	0.18	0.20	0.25	0.14	0.71	0.85	0.83	0.82	0.83	0.55
N	0.33	0.25	0.23	0.32	0.32	0.32	0.29	0.14	0.71	0.71	0.66	0.64	0.65
O	0.28	0.18	0.19	0.18	0.18	0.27	0.17	0.26	0.17	0.87	0.78	0.82	0.50
P	0.26	0.18	0.19	0.20	0.16	0.34	0.17	0.32	0.22	0.14	0.80	0.80	0.47
Q	0.21	0.15	0.22	0.31	0.29	0.25	0.27	0.30	0.25	0.27	0.14	0.84	0.55
R	0.29	0.22	0.28	0.30	0.28	0.25	0.26	0.34	0.28	0.30	0.18	0.14	0.52
S	0.38	0.37	0.33	0.39	0.44	0.41	0.41	0.31	0.42	0.40	0.38	0.50	0.14

Con respecto al ejercicio de priorización de sitios para conservación, usando el algoritmo de riqueza de Margules *et al.* (1988) se encontró que se requieren nueve sitios para representar por lo menos una vez a las 128 especies de aves registradas para Colima. Un total de 103 especies (80.4 %) fue seleccionado con los sitios Q y S. Por otro lado, empleando a la flora leñosa como grupo indicador, se requieren 12 sitios; la primera prioridad de conservación fue el O con 76 especies (25.2%), seguido por el N, con el cual se abarcan 131 especies (43.5% del total de la flora leñosa). Combinando los datos de ambos grupos se requiere de todos los sitios para conservar la totalidad de las especies. El sitio que ocupó la primera posición fue el N con 136 especies (31.7%), seguido por el sitio R con 74 especies complementarias (48%) (Cuadro 4, Figura 7).

Al priorizar las áreas de conservación con las aves endémicas de México, se requirió un total de cinco sitios para incluirlas en su totalidad. La primera opción fue el sitio R, en el cual se registraron 16 especies (64%); en segundo lugar fue seleccionado el sitio S, con cinco especies complementarias (84% de especies en ambos sitios). Para tener representadas por lo menos una vez en una red de reservas a las 57 especies de la flora leñosa endémica se requirieron más sitios (10). Destacan por su importancia el sitio O con 22 especies (38.5%) y el sitio R con 11 especies adicionales, que permiten acumular el 57.8% de las especies endémicas. Al combinar ambos grupos indicadores se jerarquiza un total de 11 sitios, siendo las dos primeras opciones los sitios O y R, que incluyen el 62.1% de las especies endémicas (Cuadro 4, Figura 7).

El tercer algoritmo de conservación, utilizando las frecuencias de aparición de las especies en los sitios de muestreo, priorizó para las 128 especies de aves un total de nueve sitios. El sitio S quedó ubicado en primer lugar, con un valor de rareza de 20.1, seguido por el sitio Q y R. Para la flora leñosa (301 especies) se requieren 12 sitios, en donde destacan por su importancia los sitios N y O. Los datos de ambos grupos indicadores requieren de todos los sitios para representar a las 429 especies de aves y de flora leñosa. Como en el caso anterior, el primer sitio seleccionado fue el N, pero la segunda opción fue el sitio S (Cuadro 4, Figura 7).

Cuadro 4. Sitios prioritarios para conservación de las especies de aves y flora leñosa del bosque tropical caducifolio de Colima empleando los algoritmos de riqueza, endemismo y rareza (Margules *et al.*, 1998; Keer, 1997). Entre paréntesis se muestra el número de especies con el que está contribuyendo el sitio seleccionado seguido del porcentaje acumulado, los sitios coloreados son los sitios que siempre ocupan las primeras seis posiciones.

PRIORIDAD	AVES			FLORA LEÑOSA			AMBOS		
	Riqueza	Endemismo	Rareza	Riqueza	Endemismo	Rareza	Riqueza	Endemismo	Rareza
	n = 128	n = 25	n = 128	n = 301	n = 57	n = 301	n = 429	n = 82	n = 429
1	Q (77, 60)	R (16, 64)	S (67, 52)	O (76, 25)	O (22, 38)	N (70, 23)	N (136, 31)	O (36, 43)	N (136, 31)
2	S (26, 80)	S (5, 84)	Q (36, 80)	N (55, 43)	R (11, 57)	O (61, 43)	R (74, 48)	R (15, 62)	S (50, 43)
3	R (8, 86)	E (2, 92)	R (8, 86)	R (36, 55)	S (7, 70)	F (90, 44)	O (49, 60)	S (10, 74)	R (67, 58)
4	N (5, 90)	N (1, 96)	N (5, 90)	F (28, 64)	A (6, 80)	R (29, 64)	S (39, 69)	D (6, 81)	O (45, 69)
5	E (4, 93)	F (1, 100)	D (4, 93)	S (23, 72)	D (4, 87)	S (23, 72)	F (31, 76)	A (5, 87)	F (31, 76)
6	D (3, 96)		E (3, 96)	G (18, 78)	N (3, 92)	G (18, 78)	Q (24, 82)	N (4, 92)	Q (25, 82)
7	F (2, 97)		F (2, 97)	Q (15, 83)	C (1, 94)	Q (15, 83)	G (18, 86)	F (2, 95)	G (18, 86)
8	B (2, 99)		B (2, 99)	C (15, 88)	B (1, 96)	C (15, 88)	D (18, 90)	C (1, 96)	C (16, 90)
9	P (1, 100)		P (1, 100)	D (13, 92)	E (1, 98)	B (12, 92)	C (14, 93)	B (1, 97)	D (16, 94)
10				B (9, 95)	P (1, 100)	A (9, 95)	B (10, 96)	E (1, 98)	B (9, 96)
11				A (8, 98)		D (9, 98)	A (8, 98)	P (1, 100)	A (8, 98)
12				P (5, 100)		P (9, 100)	P (6, 99)		P (6, 99)
13							E (2, 100)		E (2, 100)

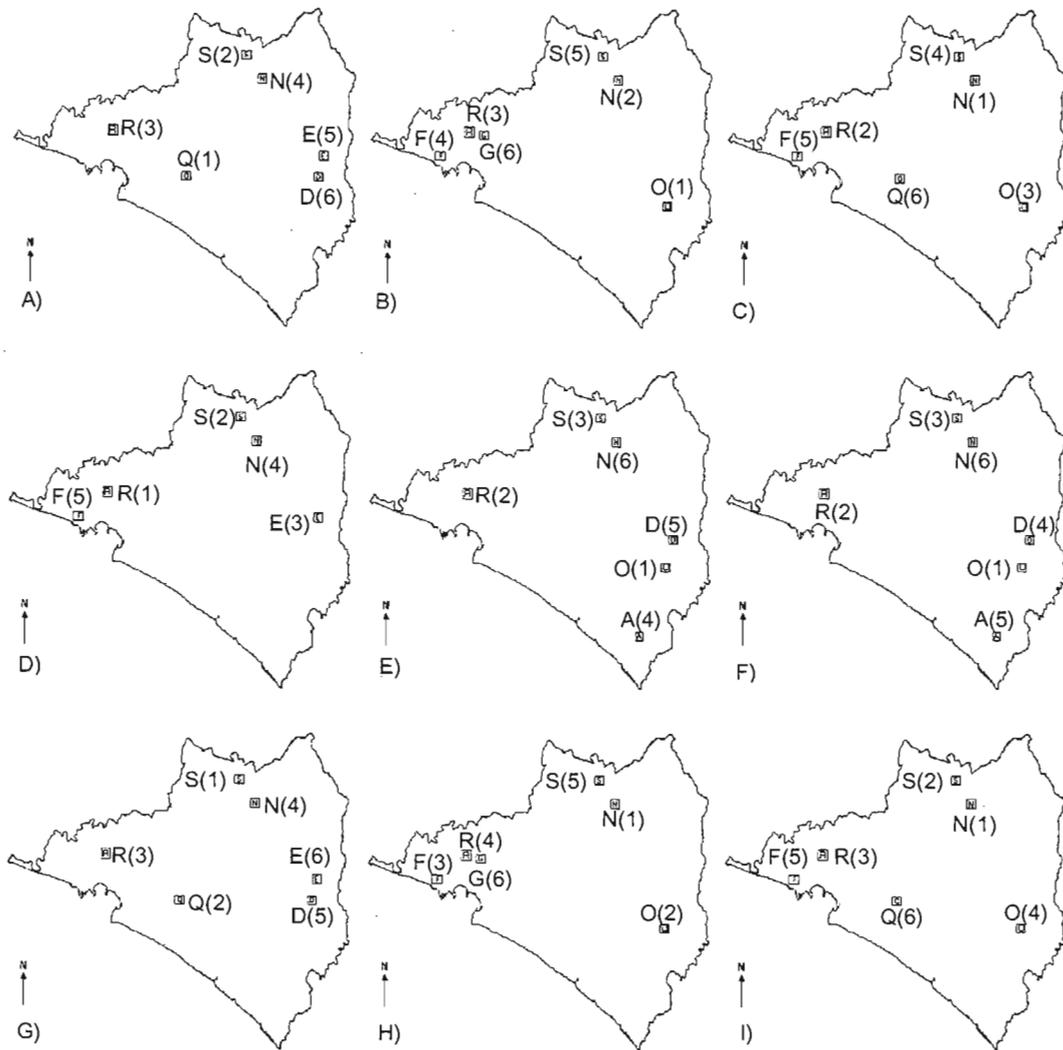


Figura 7. Ubicación de las seis primeras prioridades de conservación para las aves (A, D, G), flora leñosa (B, E, H) y ambos grupos (C, F, I) en Colima, usando el algoritmo de riqueza (A, B, C), el de endemismo (D, E, F) y el de rareza (G, H, I).

Los sitios N, R y S se mantienen dentro de las primeras seis opciones de conservación con los tres algoritmos utilizados para ambos grupos indicadores (Cuadro 4, Figura 7). En este cuadro destaca el sitio Q, que fue seleccionado como primera opción para las aves con el algoritmo de riqueza y como segunda prioridad con el algoritmo de rareza, pero que no fue seleccionado como prioritario al usar el algoritmo de endemismo (aves, flora leñosa y ambos)

y es relegado a una sexta (flora leñosa) o séptima posición (ambos grupos indicadores) con los algoritmos de riqueza y de rareza. La situación del sitio O es parcialmente distinta, ya que independientemente del algoritmo usado, siempre ocupa la posición 1 ó 2 para la flora leñosa y se mantiene entre los cuatro primeros lugares cuando se emplearon los datos de ambos grupos indicadores. Sin embargo, este sitio carece de importancia para la protección de las aves de Colima.

La congruencia entre los porcentajes de protección de las especies de aves y de la flora leñosa puede ser evaluada cuando se compara el porcentaje de protección de un grupo con el que se obtiene a partir de la secuencia de sitios del otro grupo indicador. En este caso, los porcentajes de conservación son siempre menores (Cuadro 5). Por ejemplo, el sitio Q, que es la primera elección para la riqueza de las aves (60%) protege sólo el 19% de la flora, un valor menor al que aporta el sitio O (25%), que es la primera alternativa para las especies de plantas (Cuadros 4 y 5). En términos generales, estas comparaciones señalan que los sitios prioritarios de conservación de la flora leñosa incluyen un mayor porcentaje del número de especies de aves.

La efectividad de la selección de los sitios prioritarios de las aves de la selva baja caducifolia de Colima, usando algoritmos de los métodos iterativos, puede ser medida cuando los sitios son elegidos al azar. Cuando se pretende tener a todas las especies de aves representadas por lo menos una vez dentro de un esquema de sitios de conservación, siempre se requirió de un número mayor de nueve localidades para lograr este objetivo, ya que en el 70% de los casos se necesitan de todos los sitios, mientras que en el 20% y 10% de las secuencias se requieren 12 y 11 sitios, respectivamente. Además, en el 72% de las opciones se seleccionaron uno o varios sitios que no contribuían con especies complementarias.

Cuadro 5. Número y porcentaje acumulado de especies (entre paréntesis) para las aves y la flora leñosa usando la secuencia de selección de los sitios prioritarios obtenidos con el otro grupo indicador.

AVES			FLORA LEÑOSA		
Sitios priorizados con la flora leñosa			Sitios priorizados con las aves		
Riqueza	Endemismo	Rareza	Riqueza	Endemismo	Rareza
n =128	n = 25	n =128	n = 301	n = 57	n = 301
O (55, 43)	O (14, 56)	N (66, 52)	Q (57, 19)	R (18, 32)	S (47, 16)
N (22, 60)	R (4, 72)	O (11, 60)	S (40, 32)	S (10, 49)	Q (50, 32)
R (15, 72)	S (3, 84)	F (10, 68)	R (42, 46)	E (5, 58)	R (42, 46)
F (5, 76)	A (0, 84)	R (10, 76)	N (34, 57)	N (4, 65)	N (34, 57)
S (14, 87)	D (1, 88)	S (14, 87)	E (7, 60)	F (5, 74)	D (18, 63)
G (2, 88)	N (1, 92)	G (2, 88)	D (13, 64)		E (2, 64)
Q (7, 94)	C (0, 92)	Q (7, 93)	F (30, 74)		F (30, 74)
C (1, 95)	B (0, 92)	C (1, 95)	B (13, 78)		B (13, 78)
D (3, 97)	E (1, 96)	B (1, 95)	P (6, 80)		P (6, 80)
B (1, 98)	P (0, 96)	A (0, 95)			
A (0, 98)		D (3, 98)			
P (1, 98)		P (1, 98)			

DISCUSIÓN

En este trabajo se registraron 128 especies de aves, lo que representa el 61% de las aves previamente reportadas para el bosque tropical caducifolio de las provincias bióticas de la Costa Oeste Sur y Cuenca del Balsas Oeste (Escalante *et al.*, 1993, 1994; Anexo II). Esta cifra es significativa si se considera que la avifauna citada en el Anexo II requirió de años de muestreo por varios ornitólogos de México y el extranjero, en contraposición al presente estudio, donde los censos fueron realizados por una persona por día de trabajo de campo (3-4 horas de muestreo durante 52 días). Las curvas de acumulación de especies obtenidas para cada localidad estudiada sugieren que es necesario realizar más censos para cuantificar apropiadamente su riqueza. Las siguientes especies no habían sido registradas en el bosque tropical caducifolio, considerando los trabajos del Anexo II: *Catharus occidentalis*, *Corvus corax*, *Melospiza kieneri*, *Myadestes occidentalis*, *Myioborus miniatus*, *Passerina amoena*, *Piranga flava*, *Ptilonotus cinereus* y *Seiurus noveboracensis*. Las familias de aves que estuvieron mejor representadas fueron Tyrannidae, Parulidae y Cardinalidae, con 14, 13 y 11 especies, respectivamente (Anexo III). La importancia de estas familias no concuerda con los datos obtenidos por otros autores (Schaldach, 1963; Villaseñor, 1985; Villaseñor, 1988; Arizmendi *et al.*, 1990; Mejía, 1992) y una posible explicación es que el arreglo taxonómico de la AOU ha sido modificado por lo menos en dos ocasiones durante el periodo cuando se realizaron estos estudios (AOU, 1983; 1998). Un total de 10 familias (29.4%) se encuentran representadas únicamente por una especie. Parulidae, con 9 especies, es la familia que presenta el mayor contingente de aves visitantes de invierno.

De las 128 especies de aves registradas, 103 (80.4%) son residentes, 22 (17.1%) son visitantes de invierno y tres (2.3%) son visitantes de verano; estos porcentajes son muy similares a los que se han reportado para el bosque tropical caducifolio por otros autores (Schaldach, 1963; Villaseñor, 1985; Villaseñor, 1988; Arizmendi *et al.*, 1990; Mejía, 1992). Con respecto al endemismo, 18 especies (14%) son endémicas del oeste de México y siete más restringen su distribución al territorio nacional. Estas cifras son significativas si se considera que la adición de

ambas categorías representa el 20% del total de especies endémicas al país (Escalante *et al.*, 1994). Con respecto a la diversidad de la avifauna por sitio muestreado, el S fue el que obtuvo mayores valores de diversidad α y β (Cuadros 2 y 3). En esta localidad se registraron especies características de tierras altas, como *Catharus occidentales*, *Myadestes occidentalis*, *Myioborus miniatus*, *Piranga flava* y *Ptilogonys cinereus*, lo que posiblemente se debe a que presenta una ecotonía entre el bosque tropical caducifolio y el bosque de encino. Wiens (1989) argumenta que los ecotonos se caracterizan por tener una gran diversidad de especies de aves, ya que en éstos convergen organismos que se distribuyen en dos o más tipos de vegetación. Otros sitios que destacaron por su valor del índice de diversidad a son el Q, N y R. El sitio Q fue la localidad con el mayor número de especies visitantes de invierno (14 especies, 56% del total de esta categoría).

La importancia de las localidades mencionadas en el párrafo anterior se refleja en su relevancia de conservación usando el algoritmo de riqueza, cuyos resultados, en general, son similares a los encontrados con los protocolos de endemismo y rareza (Cuadro 4), coincidiendo inclusive con los sitios prioritarios para la flora leñosa y la combinación de los datos de ambos grupos indicadores. Claras excepciones a lo anterior es el sitio Q, que no fue seleccionado como prioritario con el algoritmo de endemismo para aves o la importancia del sitio O para la flora leñosa, el cual carece de relevancia para la diversidad y conservación de las aves (Cuadro 2 y 4). Los datos de Colima indican la coincidencia de tres sitios como prioritarios para la conservación de la avifauna y la flora leñosa (N, R y S), independientemente del algoritmo usado, lo que permitiría la protección de 105 especies de aves (82% del total) y 148 de plantas (49.2%).

A pesar de que estos porcentajes de protección son menores a los obtenidos por medio de los algoritmos de cada grupo siguiendo una secuencia óptima de complementariedad (Cuadro 4), si en el futuro se presentaran restricciones para la designación de áreas de conservación de los grupos incluidos en el presente trabajo, las tres localidades coincidentes sería n un punto de partida viable. En caso de ser posible, sería conveniente añadir el sitio O, que resultó la primera opción para la flora leñosa con los algoritmos de riqueza y endemismo

(Cuadro 4), lo que incrementaría el número de especies de aves y flora protegidas en 107 (83.5%) y 191 especies (63.4%), respectivamente. La viabilidad de esta última propuesta se incrementa si se considera que el sitio S ya está protegido, ya que se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, lo que es una clara recomendación en este tipo de ejercicios para hacer sus resultados más eficientes y menos costosos económica y socialmente (Margules *et al.*, 1988; Rebelo, 1994; Martínez, 2004). Sin embargo en una situación extrema, en donde sólo se pudiera añadir una localidad al sitio S, se debería elegir alguna de las que ocuparon la primera posición con el algoritmo de endemismo, debido a que estos sitios presentan especies que pudieran ser más vulnerables por su distribución restringida (Margules *et al.*, 1988; Thiollay, 2002; Villaseñor *et al.*, 2003; Suet *al.*, 2004). En este caso, la localidad R debería ser seleccionada para las aves, con lo que se albergarían 97 (75%) de sus especies y 109 (36%) de la flora leñosa; el sitio O se tomaría en cuenta para la flora leñosa y de esta manera se protegerían 87 especies de aves (67.9%) y 115 (38.2%) de plantas. Cabe destacar que ambas opciones permiten conservar prácticamente el mismo número de especies (202-206 especies), con un alto porcentaje del componente endémico (76-84% de las especies de aves; 49.1-52.6% de la flora leñosa).

Un aspecto destacable es que si se consideran las seis primeras opciones de conservación para los grupos indicadores del bosque tropical caducifolio de Colima (Cuadro 4), la coincidencia entre los tres algoritmos utilizados de los sitios N, R y S apoyaría los estudios que han destacado la coincidencia en los patrones de riqueza y endemismo entre distintos grupos de flora y fauna (Pearson y Cassola, 1992; García-Mendoza, 1995; Thirgood y Heath, 1994; Crisp *et al.*, 1998; Blair, 1999; Pearson y Carroll, 1999; Pharo *et al.*, 1999; Lund y Rahbeck, 2002; Negi y Gadgil, 2002; Vessby *et al.*, 2002; Kati *et al.*, 2003; Moore *et al.*, 2003; Villaseñor *et al.*, 1998, 2003; Lira *et al.*, 2002; Warman *et al.*, 2004; Sauberer *et al.*, 2004). En la selección de áreas prioritarias de conservación es poco probable que exista una coincidencia total entre diferentes grupos, debido a que los grupos difieren en mayor o menor grado respecto a sus requerimientos ecológicos (Lambeck, 1997) y en consecuencia, en sus áreas de distribución.

La información del Cuadro 5 muestra que la secuencia de protección derivada con la flora leñosa incluye una mayor proporción de especies de aves que la obtenida con los sitios enlistados para las aves. Previamente se ha reportado que la riqueza de la avifauna no concuerda necesariamente con los patrones de riqueza de otros grupos de organismos (e. g. Ryti, 1992; Lund y Rahbeck, 2002; Kati *et al.*, 2003; Moore *et al.*, 2003). Los trabajos anteriores sugieren que esta discrepancia se debe a que las aves no son tan diversas en número de especies como otros grupos de la biota (e. g. Angiospermas) y además, suelen tener un rango geográfico relativamente amplio. Es por esto que el enfoque de “especies sombrilla” parece funcionar óptimamente en la selección de sitios de conservación para las aves (Roberge y Angelstam, 2004). Lo anterior se refleja de forma clara en México, ya que el 98% de las especies de aves se han registrado en al menos un área de conservación del país (Ceballos *et al.*, 2001); una situación similar acontece en Sudáfrica (Fairbanks *et al.*, 2001). Sin embargo, en estos estudios se sugiere ser cautelosos con estos niveles de protección, ya que no se cuenta con información para determinar la viabilidad de estas poblaciones que garanticen su permanencia a largo plazo.

Existen estudios que indican que algunos atributos demográficos de las aves como la estructura de edad y el estado reproductivo pueden verse modificados con los diferentes estadios sucesionales de la vegetación que los organismos ocupan y poseer una dinámica metapoblacional (Juárez, 1998; Torres, 2001). Idealmente la conservación de las especies debería incluir aspectos sobre la diversidad genética y poblacional. Un caso que ilustra esta necesidad es aportado por Blondel *et al.* (1999), quienes indican que en dos poblaciones de *Parus caeruleus*, una continental y otra isleña en Corsica Francia, separadas entre sí por sólo 25 km, existen diferencias significativas poblacionales en reproducción y morfología, por lo que para conservar adecuadamente la especie se requiere necesariamente de ambas poblaciones. De manera infortunada, las especies para las que se dispone de esta información son escasas y demandan una alta cantidad de recursos económicos y humanos, los cuales son muy limitados e insuficientes (Raven y Wilson, 1992; Margules *et al.*, 1994, 1995; Stork, 1994;

Margules y Pressey, 2000). Adicionalmente, se debe tener en cuenta que el conservar la biota no necesariamente garantiza el mantenimiento de procesos ecosistémicos, los cuales pueden perderse sin necesariamente llegar a tener extinciones de especies (Margules *et al.*, 1995; Gaston, 1996; Lambeck, 1997; Maddock y Du Plessis, 1999; Reyers *et al.*, 2002; Sarkar y Margules 2002). Cabe destacar que de acuerdo con Smith (1997), los ecotonos tienen gran importancia para la producción y el mantenimiento de la biodiversidad de las aves debido a que en ellos existen algunas poblaciones de aves que presentan diferencias morfológicas significativas con respecto a poblaciones que están en bosques continuos.

En la práctica, una ubicación eficaz y óptima de sitios prioritarios de conservación del bosque tropical caducifolio de Colima requiere de la incorporación de otro tipo de información biológica, como la extensión y grado de fragmentación y degradación de los diferentes manchones de este tipo de vegetación a nivel estatal, además de aspectos económicos (*e. g.* costos de adquisición de terrenos) y socio-políticos (*e. g.* tenencia de la tierra o cercanía de los sitios de interés a conservar de los núcleos urbanos). La consideración de estos elementos incrementaría la viabilidad de establecer a largo plazo una red de áreas naturales protegidas a nivel regional (MacKinnon *et al.*, 1990; Ryti, 1992; Margules y Pressey, 2000; Luck *et al.*, 2004).

Los resultados del presente estudio muestran la conveniencia del uso del método BioRap en la búsqueda rápida y con costos bajos de sitios prioritarios para conservación, que son elementos importantes a considerar en el momento de realizar este tipo de ejercicios. Se espera que en un futuro cercano se realicen ejercicios similares para todo el bosque tropical caducifolio mexicano, que además incorporen otros grupos de la biota, sobre todo aquellos que han sido señalados como indicadores de biodiversidad (*e. g.* mamíferos, reptiles, mariposas nocturnas o hongos macroscópicos; Di Castri *et al.*, 1992). En ese momento se estaría en posibilidades de evaluar la congruencia con los resultados del presente estudio. Esto es imperativo, si se desea asegurar la conservación de este importante tipo de vegetación para nuestro país y a nivel mundial.

CONCLUSIONES

Para el bosque tropical caducifolio de Colima se registraron 128 especies de aves incluidas en 100 géneros, 34 familias y 14 ordenes, de acuerdo con la clasificación de la American Ornithologist' Union (1998). Las familias mejor representadas fueron Tyrannidae, Parulidae y Cardinalidae; diez familias se encuentran representadas únicamente por una especie.

Con respecto a la estacionalidad de las especies de aves, 103 son residentes, 22 son visitantes de invierno y tres son visitantes de verano. Un total de 25 especies tienen distribución restringida, 18 son endémicas al oeste de México y siete más no sobrepasan los límites del territorio nacional.

El sitio S, localizado hacia el NO de Colima, fue el que obtuvo los valores más altos tanto de diversidad α y β para aves, probablemente debido a que es un ecotono entre el bosque tropical caducifolio y el bosque de encino. Otros sitios que destacaron por su valor del índice de diversidad α son el Q, N y R.

Independientemente del algoritmo usado, existe coincidencia de tres sitios como prioritarios para la conservación de la avifauna y la flora leñosa (N, R y S); si se presentaran restricciones para la designación de áreas de conservación estos sitios serían un punto de partida viable que permitiría la protección de 105 especies de aves (82% del total) y 148 de plantas (49.2%). Además, de ser posible, sería conveniente añadir el sitio O ya que este sitio ocupó el primer lugar con los algoritmos de riqueza y endemismo para la flora leñosa.

El sitio S ya está protegido, ya que se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. En una situación extrema en donde sólo se pudiera añadir una localidad al sitio S, se debería de elegir alguna de las que ocuparon la primera posición con el algoritmo de endemismo, ya sea para las aves (R) o para la flora leñosa (O).

Los resultados encontrados en este trabajo sugieren que las aves por ser menos diversas que la flora leñosa y por tener mayores rangos de distribución, no representan de manera adecuada a la diversidad de flora leñosa del bosque tropical caducifolio de Colima, mientras que la flora leñosa logra este objetivo de manera más adecuada. Sin embargo, el utilizar el enfoque de especies puede tener sesgos, por lo que es necesario realizar trabajos que abarquen aspectos de dinámica poblacional para tener una idea más clara de los requerimientos de las especies con el fin de conocer los hábitats que puedan garantizar la permanencia a largo plazo de las poblaciones objeto a conservar.

En la práctica, una ubicación eficaz y óptima de sitios prioritarios de conservación del bosque tropical caducifolio de Colima requiere de la incorporación de otro tipo de información biológica como son la extensión y grado de fragmentación de este bosque a nivel estatal, además de incorporar aspectos económicos y socio-políticos.

Los resultados del presente estudio muestran la conveniencia del uso del método BioRap en la búsqueda de sitios prioritarios para conservación de la biodiversidad de manera rápida y con costos bajos, que son elementos que confieren ventajas a la hora de realizar este tipo de ejercicios. Sin embargo, es necesario incorporar a otros grupos de la biota de manera que pueda evaluarse la congruencia con los resultados del presente estudio.

LITERATURA CITADA

- Andelman, S. J., W. F. Fagan. 2000.** Umbrellas and flagships: Efficient conservation surrogates or expensive mistakes?. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 97 (11): 5954-5959.
- A.O.U. (American Ornithologist's Union). 1983.** Checklist of North American birds 6th edition. Washington D.C. United States of America.
- A.O.U. (American Ornithologist's Union). 1998.** Checklist of North American birds 7th edition. American Ornithologist's Union. Washington D.C. United States of America.
- Arizmendi, C., M. Berlanga, L. Márquez, L. Navarizo y F. Ornelas. 1990.** Avifauna de la region de Chamela, Jalisco. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. México.
- Bibby, C. J., N. J. Collar, M. J. Crosby, M. F. Heath, Ch. Imboden, T. H. Johnson, A. J. Long, A. J. Stattersfield and S. J. Thirgood. 1992.** Putting biodiversity on the map; priority areas for global conservation. The Burlington Press, Cambridge. United States of America. 90 p.
- Blair, R. B. 1999.** Birds and butterflies along an urban gradient: surrogate taxa for assessing biodiversity?. *Ecological Application* 9: 164-170.
- Blondel, J., P. C. Dias, P. Perret, M. Maestre, y M. M. Lambrechts. 1999.** Selection-based biodiversity at a small spatial scale in a low-dispersing insular bird. *Science* 285: 1399-1402.
- Cabeza, M. y A. Moilanen. 2001.** Design of reserve networks and the persistence of biodiversity. *Trends in Ecology and Evolution* 16:242-248.
- Caro, T.M. y O'Doherty. 1998.** On the use of surrogate species in conservation biology. *Conservation Biology* 13(4):805-814.
- Chapin III, F. S., E. S. Zavaleta, V. T. Eviner, R. L Naylor, P. M. Vitousek, H. L. Reynolds, F. U. Hooper, S. Lavorel, O. E. Sala, S. E Hobbie, M. C. Mack y S. Díaz. 2000.** Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405: 234-242.
- Ceballos, G. y A. García. 1995.** Conserving Neotropical Biodiversity: The role of dry forest in Western Mexico. *Conservation Biology* 9(6): 1349-1356.

- Ceballos, G., H. Gómez d. S. y C. Arizmendi. 2001.** Áreas prioritarias para la conservación de las aves de México.
www.conabio.gob.mx/institucion/conabio_espanol/doctos/aves_mexico.html
- Crisp, P. N., J. M. Dickinson y G. W. Gibbs. 1998.** Does native invertebrate diversity reflect native plant diversity? A case study from New Zealand and implications for conservation. *Biological Conservation* 83(2): 209-220.
- Csuti, B., S. Polasky, P. H. Williams, R. L. Pressey, J. D. Camm, M. Kershaw, A. R. Kiestler, B. Downs, R. Hamilton, M. Huso y K. Sahr. 1997.** A comparison of reserve selection algorithms using data on terrestrial vertebrates in Oregon. *Biological Conservation* 80: 83-97.
- Di Castri, F., J. R. Vernhes y T. Younes. 1992.** Inventorying and monitoring biodiversity: A proposal for an international network. *Biology International* . Special Issue 27: 1-28.
- Escalante, P. P., Navarro, S. A. G. y Townsend, P. A. 1993.** A geographic, ecological, and historical analysis of land bird diversity in Mexico. 281-317 pp. En: *Biological diversity of Mexico: origins and distribution* (Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot, y J. Fa, Eds.), Oxford University Press, New York. United States of America.
- Escalante, P. P., Navarro, S. A. G. y Townsend, P. A. 1994.** Un análisis geográfico, ecológico e histórico de la diversidad de aves terrestres de México. 279-304 pp. En: *Conservación en México síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso de suelo.* (Flores, O. y P. Gerez Coms.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Universidad Nacional Autónoma de México. 2da. Edición 439 p.
- Fairbanks, D. H. K., B. Reyers, A. S. van Jaarsveld. 2001.** Species and environment representation: selecting reserves for the retention of avian diversity in KwaZulu-Natal, South Africa. *Biological Conservation* 98: 365-379.
- Flores-Villela, O. y P. Gerez 1994.** Biodiversidad y conservación en México: Vertebrados, vegetación y uso del suelo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. México. 439 p.
- García, E. 1988.** Modificación al sistema de clasificación climático de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. México. 194 p.

- García-Mendoza, A. 1995.** Riqueza y endemismos de la familia Agavaceae en México. pp. 51-75. En Linares, E., P. Dávila, F. Chiang, R. Bye y T. S. Elias (Eds.). Conservación de plantas en peligro de extinción: Diferentes enfoques. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- Garson, J., A. Aggarwal y S. Sarkar. 2002.** Birds as surrogates for biodiversity: an analysis of a data set from southern Québec. *Journal of Biosciences*. 27(4): 347-360.
- Gaston, K. J. 1996.** Species richness: measure and measurement. 77-113 pp. En: *Biodiversity and biology of numbers and difference blackwell* (Gaston K.J. Ed.). Science Ltd. Oxford.
- Gentry, A. H. 1995.** Patterns of diversity and floristic composition in neotropical montane forests. 103-126 pp. En: *Biodiversity and conservation of neotropical montane forests Proceedings*. (Churchill S. P., H. Balslev, E. Forero y J. L. Luteyn Eds.). The New York Botanical Garden, New York. United States of America.
- Groombridge, S. (Ed.). 1992.** Global biodiversity. Status of the Earth's living resources. World Conservation Monitoring Centre. Chapman & Hall. London.
- Haila, Y. y C.R. Margules. 1996.** Survey research in conservation biology. *Ecography* (Copenhagen) 19: 323-331.
- Halffter, G. y M. E. Favila. 1993.** The Scarabainae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analyzing, inventoring and monitoring biodiversity in tropical rainforests and modified landscapes. *Biology International* 27: 15-21.
- Howell, S. N. G. y S. Webb. 1995.** A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. New York. 851 p.
- Hutto, R. L., S. M. Pletschet and P. Hendricks. 1986.** A fixed-radius point count method for nonbreeding and breeding season use. *The Auk* 103: 593-602.
- Howard, P. C., P. Viskanic, T. R. B. Davenport, F. W. Klgenyl, M. Baltzer, C. J. Dickinson, J. S. Lwanga, R. A. Matthews y A. Balmfordt. 1998.** Complementarity and the use of indicator groups for reserve selection in Uganda. *Nature* 394: 472-475.
- INEGI. 1983.** Carta Edafológica 1:250 000, Hojas E13-4-5, E13-6 y E13-6-9. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México, D.F. México.

- INEGI. 1999.** Carta Topográfica 1:250 000, Hojas E13-4-5, E13-6 y E13-6-9. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México, D.F. México.
- INEGI. 2000.** Marco Geoestadístico. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México, D.F. México.
- Janzen, D. H. 1986.** Tropical dry forest: the most endangered major tropical ecosystem. 130-137 pp. En: Biodiversity. (Willson E. O. Ed.). National Academy Press. Washington United States of America.
- Juárez, O. I. 1998.** Composición y diversidad de aves en diferentes estadios sucesionales de bosque tropical caducifolio, en la costa de Michoacán, México. Tesis Profesional. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia Michoacán. 56 p. + 5 apéndices.
- Kati, V., P. Devillers, M. Dufrene, A. Legakis, D. Vokou y P. Lebrun. 2003.** Testing the value of six taxonomic groups as biodiversity indicators at a local scale. *Conservation Biology* 18(3): 667-675.
- Kempton, R. A. y L. R. Taylor. 1974.** Log-series and log-normal parameters as diversity discriminators for lepidoptera. *Journal of Animal Ecology*. 43: 381-399.
- Kerr, J. T. 1997.** Species richness, endemism, and the choice of areas for conservation. *Conservation Biology* 11: 1094-1100.
- Lambeck, R. J. 1997.** Focal Species: A multi-species umbrella for nature conservation. *Conservation Biology* 11(4): 849-856.
- Lira, R., J. L. Villaseñor y E. Ortiz. 2002.** A proposal for the conservation of the family Cucurbitaceae in México. *Biodiversity Conservation* 11: 1699-1720.
- Lott, E. J., S. H. Bullock, y A. Solís-Magallanes. 1987.** Floristic diversity and structure of upland and Arroyo Forest of Coastal Jalisco. *Biotropica* 19(3) 228-235.
- Luck, G. W., T. H. Ricketts, G. C. Daily y M. Imhoff. 2004.** Alleviating spatial conflict between people and biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 101: 182-186.
- Ludwig, J. A. y J. F. Reynolds, 1988.** Statistical ecology, a primer on methods and computing. John Wiley & Sons. United States of America. 337 p.
- Lund, M. P. y C. Rahbek. 2002.** Cross-taxon congruence in complementarity and conservation of temperate biodiversity. *Animal Conservation* 5: 163-171.

- MacKinnon J., MacKinnon, K, Child G., J. Thorsell. (compiladores). 1990.**
 Manejo de áreas protegidas en los trópicos. Unión Internacional para la conservación de la naturaleza y los recursos naturales y el Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente. Gland, Suiza. 314 p.
- Maddock, A. y M. A. Du Plessis. 1999.** Can species data only be appropriately used to conserve biodiversity?. *Biodiversity and Conservation* 8:603-615.
- Magurran, A. E. 1988.** Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey. United States of America. 179 p.
- Margules, C. R. y M. B. Usher. 1981.** Criteria used in assessing wildlife conservation potential: a review. *Biological Conservation* 21: 79-109.
- Margules, C. R., A. O. Nicholls y R. L. Pressey. 1988.** Selecting networks of reserves to maximize biological diversity. *Biological Conservation* 43: 63-76.
- Margules, C. R., I. D. Cresswell y A. O. Nicholls. 1994.** A scientific basis for establishing networks of protected areas. 327-350 pp. En: *Systematic and conservation evaluation*. (Forey, L., C. J. Humphries y R. I. Vane-Wright (Eds). *Systematic Association Special*. Clarendon Press, Oxford.
- Margules, C. R., T. D. Redhead, D. P. Faith y M. F. Hutchinson. 1995.**
 Guidelines for using the BioRap Methodology and Tools. Elect Printing. Australia. 70 p.
- Margules, C. R. y R. L. Pressey. 2000.** Systematic conservation planning. *Nature* 405: 243-253.
- Martínez, C. J. 2004.** Áreas prioritarias para la conservación de la riqueza arbórea de Colima, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. México. 80 p.
- McGeoch, M. A. 1998.** The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biological Review* 73: 181-201.
- Mejía, Z. M. 1992.** Avifauna de la región sureste de la Depresión del Balsas, en el estado de Michoacán, México. Tesis Licenciatura. Escuela de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia Michoacán. México. 34 p. + 2 Apéndices.
- Moore, J. L., A. Balmford, T. Brooks, N. D. Burgess, L. A. Hansen, C. Ranbek y P. H. Williams. 2003.** Performance of Sub-Saharan vertebrates as indicator groups for identifying priority areas for conservation. *Conservation Biology* 17(1): 207-218.

- Negi, H. R. y M. Gangil. 2002.** Cross-taxon surrogacy of biodiversity in the Indian Garhwal Himalaya. *Biological Conservation* 105: 143-155.
- Palacio-Prieto, J. L., G. Bocco, A. Velázquez, J.F. Mas, F. Takaki, A. Victoria, L. Luna-González, G. Gómez-Rodríguez, J. López-García, M. Palma, I. Trejo-Vázquez, A. Peralta, 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 Forestal Nacional 2000. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México.* 43: 183-203.
- Pearson, D. L. y F. Cassola. 1992.** World-wide species richness patterns of tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae): Indicator taxon for biodiversity and conservation studies. *Conservation Biology* 6(3): 376-391.
- Pearson, D. L. y S. S. Carroll. 1999.** The influence of spatial scale on cross-taxon congruence patterns and prediction accuracy of species richness. *Journal of Biogeography* 26: 1079-1090.
- Peet, R. K. 1974.** The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5: 285-307.
- Peterson, R. T. y E. L. Chalif. 1989.** Aves de México, guía de campo. Editorial Diana. México D.F. México. 473 p.
- Peterson, A. T., O. A. Flores-Villela, L. S. León-Paniagua, J. E. Llorente-Bousquets, M. A. Luis-Martínez, A. G. Navarro-Sigüenza, M. G. Torres-Chávez y I. Vargas-Fernández. 1993.** Conservation priorities in Mexico: moving up in the world. *Biodiversity Letters* 1: 33-38.
- Peterson, A. T., S. L. Egbert, V. Sánchez-Cordero y K. P. Price. 2000.** Geographic analysis of conservation priority: endemic birds and mammals in Veracruz, Mexico. *Biological Conservation* 93: 85-94.
- Pharo, E. J., A. J. Beattie y D. Binns. 1999.** Vascular plant diversity as a surrogate for bryophyte and lichen diversity. *Conservation Biology* 13(2): 282-292.
- Pharo, E. J., A. J. Beattie y R. L. Pressey. 2000.** Effectiveness of using vascular plants to select reserves for bryophytes and lichens. *Biological Conservation* 96: 371-378.
- Pimm, S. L. y J. H. Lawton. 1998.** Planning for biodiversity. *Science* 279: 2068-2069.
- Powell, G. V. N., J. Barborak y M. Rodríguez. 2000.** Assessing representativeness of protected natural areas in Costa Rica for conserving biodiversity: a preliminary gap analysis. *Biological Conservation* 93: 35-41.

- Prendergast, J. R., R. M. Quinn, J. H. Lawton, B. C. Eversham y D. W. Gibbons. 1993.** Rare species, the coincidence of diversity hotspots and conservation strategies. *Nature* 365: 335-337.
- Prendergast, J. R., R. M. Quinn y J. H. Lawton. 1999.** The gaps between theory and practice in selecting nature reserves. *Conservation Biology* 13: 484-492.
- Pressey, R. L. 1994.** *Ad Hoc* reservations: forward or backward steps in developing representative reserve systems?. *Conservation Biology* 8: 662-668.
- Raven I. P. H. y E. O. Willson. 1992.** A fifty-year plan for biodiversity surveys. *Science* 258: 1099-1100.
- Rebelo, A. G. 1994.** Iterative selection procedures: centers of endemism and optimal placement of reserves. *Strelitzia* 1:231-257.
- Renton, K. y A. Salinas M. 2002.** *Amazona finschi* (Sclater 1864) Loro Corona Lila. 341-342 pp. En: *Historia natural de Chamela*. (Noguera, F., J. H. Vega R., A. N. García A. y M. Quesada A. Eds.). Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. México. 568 p.
- Reyers, B., D. H. K. Fairbanks, K. J. Wessels y A. S. Van. 2002.** A multicriteria approach to reserve selection: addressing long-term biodiversity maintenance. *Biodiversity and Conservation* 11: 769-793.
- Ricketts, T. H. 2001.** Aligning conservation goals: are patterns of species richness and endemism concordant at regional scales?. *Animal and Conservation* 24: 91-99.
- Ricketts, T. H., G. C. Daily, P. R. Ehrlich. 2002.** Does butterfly diversity predict moth diversity? Testing a popular indicator taxon at local scales. *Biological Conservation* 103: 361-370.
- Roberge, J. M, y P. Angelstam. 2004.** Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. *Conservation Biology* 18(1):76-85.

- Robbins, C. S., D. K. Dawson y B. A. Dowell. 1989.** Habitat area requirements of breeding forest birds of the Middle Atlantic States. *Wildlife Monographs* 103: 1-34.
- Ryti, R. T. 1992.** Effect of the focal taxon on the selection of nature reserves. *Ecological Applications*: 2(4) 404-410.
- Rzedowski, J. 1978.** *Vegetación de México*. Editorial Limusa. México D.F. México 432 p.
- Rzedowski, J. 1991.** Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana* 14, 3-21.
- Rzedowski, J. y Calderón G. 1987.** El bosque tropical caducifolio de la región mexicana del Bajío. *Trace* 12.
- Rzedowski, J. y R. McVaugh. 1966.** La vegetación de Nueva Galicia. Volumen 9 No. 1. Prensa de la Universidad de Michigan. Estados Unidos de Norte América 123 p.
- Sarkar, S. y C. Margules. 2002.** Operationalizing biodiversity for conservation planning. *Journal of Biosciences* 27(4):298-308.
- Sauberer, N., K. P. Zulka, M. Abensperg-Traun, H. Berg, G. Bieringer, N. Milasowsky, D. Moser, C. Plutzer, M. Pollheimer, C. Storch, R. Tröstl, H. Zechmeister y G. Grabherr. 2004.** Surrogate taxa for biodiversity in agricultural landscapes of eastern Austria. *Biological Conservation* 117: 181-190.
- Schaldach, W. J. Jr. 1963.** The avifauna of Colima and adjacent Jalisco, Mexico. Western Foundation of vertebrate Zoology. California. United States of America. 100 p.
- _____. **1969.** Further notes on the avifauna of Colima and adjacent Jalisco, Mexico. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México*. 40, serie zoológica (2): 299-316.
- Scott, J. M., F. Davis, B. Csuti, R. Noss, B. Butterfield, C. Groves, J. Anderson, S. Caicco, F. D. D'Erchia, T. C. Edwards, J. Ulliman y R. G. Wright. 1993.** Gap analysis: a geographical approach to protection of biological diversity. *Wildlife Monographs* 123: 1-41.

- Simberloff, D. 1998.** Flagships, umbrellas, and keystones: is single-species management passé in the landscape era?. *Biological Conservation* 83(3): 247-257.
- Smith, F. D. M, R. M. May, R. Pellew, T. H. Johnson y K. R. Walter. 1993.** How much we know about the current extinction rate?. *Trends in Ecology and Evolution* 8(10): 375-378.
- Smith, T. B, R. K. Wayne, D. J. Girman y M. W. Bruford. 1997.** A role for ecotones in generating rainforest biodiversity. *Science*. 276: 1855-1857.
- Spearman, C. 1904.** The proff and measurement of association between two things. *American Journal of Psychology* 15: 72-101.
- SPP. 1981.** Síntesis Geográfica de Colima. Coordinación General de Estadística Geografía e Informática. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D.F. México. 131 p.
- Stork, N. E. 1994.** Inventories of biodiversity more than a question of numbers. 81-100 pp. En: *Systematics an conservation evaluation* (Forey, P. L., C. J. Humphries y R. I. Vane-Wright Eds.). Clarendon Press. Oxford.
- Su, J. C., D. M. Debinski, M. E. Jakubauskas y K. Kindscher. 2004.** Beyond species richness: community similarity as a measure of cross-taxon congruence for coarse-filter conservation. *Conservation Biology* 18:167-173.
- Thirgood, S. J. y M. F. Heath. 1994.** Global patterns of endemism and the conservation of biodiversity. 207-227 pp. En: *Systematics and conservation evaluation*. (Forey, P. L., C. J. Humphries y R. I. Vane-Wight Eds.). Oxford University Press. Oxford. United King down.
- Thiollaym, J. M. 2002.** Bird diversity and selection of protected areas in a large neotropical forest tract. *Biodiversity and Conservation* 11: 1377-1395.
- Torres, V. F. J. 2001.** Diversidad de aves en parches de bosque templado de la Sierra de Coalcomán, México. Tesis Profesional. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia Michoacán. 58 p. + 5 apéndices.
- Trejo, I. y R. Dirzo. 2000.** Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in México. *Biological Conservation* 94: 133-142.
- Trejo, I. y R. Dirzo. 2002.** Floristic diversity of mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity and Conservation* 11: 2063- 2084.

- Vessby, K., B. Söderström, A. Glimskär y B. Svensson. 2002.** Species-richness correlations of six different taxa in Swedish seminatural grasslands. *Conservation Biology* 16(2): 430-439.
- Villaseñor, G. J. F. 1988.** Aves costeras de Michoacan, México. Tesis licenciatura. Escuela de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. México. 161 p.
- Villaseñor, G. L. E. 1985.** Avifauna de la presa Zicuirán Depresión del Balsas inferior Michoacán, México. Tesis licenciatura. Escuela de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. México. 126 p.
- Villaseñor, J. L., G. Ibarra-Manríquez y D. Ocaña. 1998.** Strategies for the conservation of Asteraceae in Mexico. *Conservation Biology* 12: 1066-1075.
- Villaseñor, J. L., G. Ibarra-Manríquez, J. A. Meave y E. Ortiz. 2003.** Biogeografía y conservación de los bosques tropicales húmedos de México. 209-216 pp. En: *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: conceptos, métodos y aplicaciones.* (Llorente J. y J. J. Morrone Eds.). Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. México.
- Warman., L. D., D. M. Forsyth, A. R. E. Sinclair, K. Freemark, H. D. Moore, T. W. Barrett, R. L. Pressey y D. White. 2004.** Species distributions, surrogacy, and important conservation regions in Canada. *Ecology Letters* 7:374-379.
- Wessles, K. J., A. S. Van Jaarsveld, J. D. Grimbeek, M. J. Van Der Linde. 1998.** An evaluation of the gridsect biological survey method. *Biodiversity and Conservation* 7: 1093-1121.
- Wiens, J. A. 1989.** The ecology of bird communities. Cambridge University Press. United States of America. 539 p.
- Wilson, M. V. y A. Shmida. 1984.** Measuring beta diversity with presence-absence data. *Journal of Ecology* 72: 1055-1064.

ANEXO I. Elección de los sitios de muestreos empleando la metodología del BioRap (Martínez 2004).

El método de BioRap (una abreviatura de Biodiversity Rapid Assessment of Priority Areas), se desarrolló en Australia entre 1994 y 1995, como una respuesta al Convenio de Diversidad Biológica. El objetivo del BioRap fue desarrollar un conjunto de herramientas para identificar rápidamente áreas que contribuyen de manera tangible a la conservación de la biodiversidad *in situ*, lo que debe ser un paso previo para el establecimiento de un área natural protegida (Margules *et al.*, 1995).

Para lo anterior, es posible utilizar información ya existente de diversos grupos taxonómicos (*e. g.* información de museos, colecciones científicas) pero también se recomienda obtener datos adicionales sobre la distribución y la abundancia de las especies que son consideradas grupos sustitutos o indicadores (*surrogates groups*). Además, cuando existe carencia de datos o un muestreo insuficiente, BioRap cuenta con diferentes programas (*e. g.* ANUCLIM, ANUDEM, BIOCLIM), que permiten hacer extrapolaciones de los requerimientos ambientales (*e. g.* climáticos) de las especies, con el objetivo de predecir con base en los valores de la variable ambiental, la distribución potencial de las especies en áreas inexploradas o escasamente conocidas.

Este método puede ser utilizado a cualquier escala (local, regional y global). Sin embargo, una limitante en la selección de áreas prioritarias para conservación es el gran desconocimiento taxonómico y geográfico de los grupos biológicos. Debido a la enorme demanda de tiempo, así como de recursos humanos y económicos que requieren los inventarios de biodiversidad, el BioRap sugiere la utilización de grupos indicadores (*surrogates groups*) para evaluar la biodiversidad en un área dada, bajo el supuesto de que estos grupos podrían ser representativos de los patrones de diversidad de grupos taxonómicamente menos conocidos. Los grupos sustitutos o indicadores pueden ser de tres tipos: 1) taxonómico (especie, género, familia), 2) grupos ecológicos, usando grupos indicadores, asociaciones de especies o tipos de hábitat, y 3) datos ambientales.

Los datos de distribución de las especies pueden ser obtenidos de colecciones científicas o literatura científica. Los datos pueden ser de presencia-ausencia o de manera más frecuente sólo de presencia.

Se debe tomar en cuenta que cuando se trabaja con datos registrados con anterioridad pueden existir errores, ya sea de sesgo de muestreo (algunas áreas pueden estar más muestreadas que otras) o que los datos sean muy antiguos, lo que tendrá como consecuencia que los patrones de distribución observados no reflejen la realidad actual. Por lo tanto, no se podrán aplicar las diferentes herramientas empleadas para realizar extrapolaciones de manera correcta. Para solucionar este tipo de inconvenientes se sugiere tomar datos en el campo de una manera sistemática y estratificada para minimizar los sesgos en la información (Figura 4'). El BioRap sugiere que la estratificación del muestreo se lleve a cabo utilizando datos ambientales como por ejemplo, precipitación pluvial, altitud, substrato, radiación solar y temperatura, los que reflejarán las características ambientales de los sitios de estudio. Para el caso particular de Colima, la definición de las unidades ambientales se realizó utilizando el sistema de información geográfica ILWIS, combinando la información de dos mapas temáticos de escala 1: 250 000:

l) Distribución de unidades geomorfológicas; lomeríos, mesetas, montañas, planicies y piedemonte, las cuales difieren en sus valores de pendiente y altitud (Figura 1' y Cuadro 1'). Se utilizó un modelo digital de elevación elaborado por INEGI.

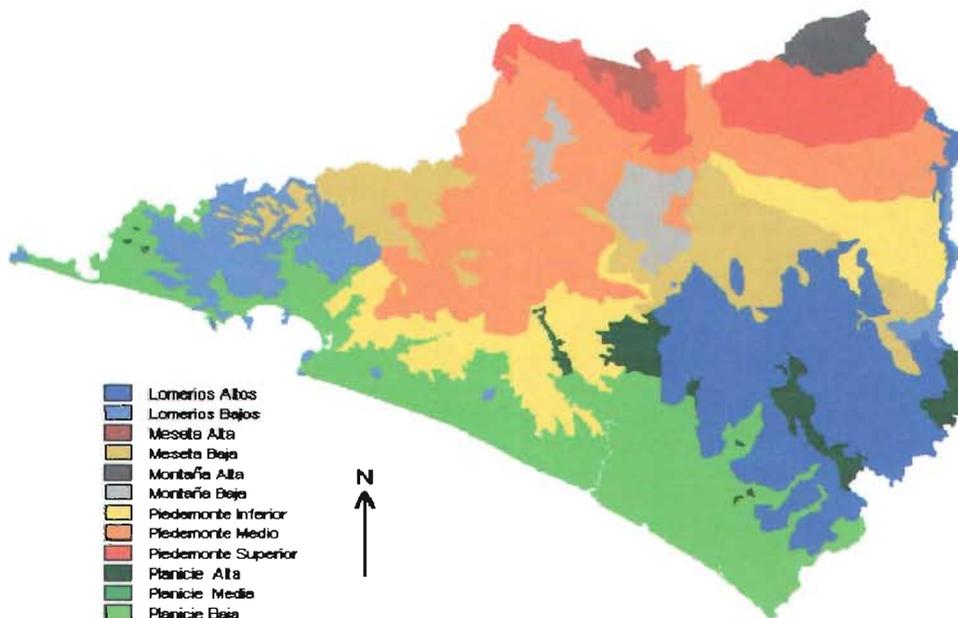


Figura 1'. Categorías geomorfológicas presentes en Colima

Cuadro 1'. Valores de altitud y pendiente por categoría geomorfológica en Colima.

Categoría geomorfológica	Altitud (m s.n.m.)	Pendiente (m s.n.m.)
<i>Planicie baja</i>	0 – 100	Menor de 6°
<i>Planicie alta</i>	100	
<i>Meseta baja</i>	500 – 1000	3 – 6°
<i>Meseta alta</i>	> 1000	
<i>Piedemonte inferior</i>	250 – 500	3 – 15°
<i>Piedemonte medio</i>	500 - 1000	
<i>Piedemonte superior</i>	1000 - 1500	
<i>Lomeríos bajos</i>	250 – 500	6 – 20°
<i>Lomeríos altos</i>	500 – 1500	
<i>Montañas bajas</i>	1000 – 2000	Mayor de 20°
<i>Montañas altas</i>	> 2000	

II) Distribución de los tipos de vegetación arbórea presentes en Colima, modificando las categorías propuestas por el Inventario Nacional Forestal (Palacio-Prieto *et al.* 2000). La vegetación arbórea fue clasificada en diez categorías principales (Figura 2').

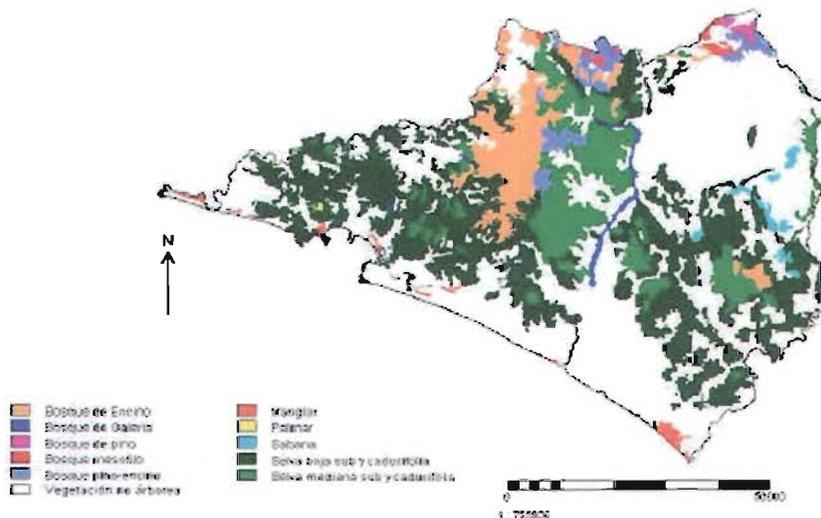


Figura 2'. Tipos de vegetación presentes Colima (Palacio-Prieto *et al.*, 2000).

Las unidades ambientales son las combinaciones de las distintas unidades geomorfológicas y los tipos de vegetación arbórea (Cuadro 2'). Las

principales unidades difieren en el área que ocupan en el estado. Este fue un criterio importante para decidir el esfuerzo de muestreo que se realizó para el censo de la flora.

Cuadro 2'. Unidades Ambientales del estado de Colima.

Unidad Ambiental	Porcentaje en Colima
Lomeríos Altos * Selva baja sub y caducifolia	19.35
Piedemonte inferior *Selva baja sub y caducifolia	8.82
Lomeríos Bajos * Selva baja sub y caducifolia	8.78
Piedemonte Medio * Bosque de encino	8.77
Piedemonte Medio * Selva baja sub y caducifolia	8.06
Piedemonte Medio * Selva mediana sub y caducifolia	7.08
Meseta Baja * Selva baja sub y caducifolia	4.96
Lomeríos Altos * Selva mediana sub y caducifolia	4.62
Planicie Baja * Selva baja sub y caducifolia	4.53
Montaña Baja * Selva mediana sub y caducifolia	3.52
Piedemonte Inferior * Selva mediana sub y caducifolia	3.51
Piedemonte Superior *Selva baja sub caducifolia	2.21
Piedemonte Superior * Bosque de encino	1.65
Planicie Baja * Manglar	1.2
Planicie Alta * Selva baja sub y caducifolia	1.01
Meseta Alta * Bosque pino-encino	0.74
Meseta Alta * Bosque de encino	0.51
Piedemonte Inferior * Sabana	0.45
Piedemonte superior * Bosque pino-encino	1.18

Una vez que se obtienen las diversas clases o unidades ambientales, el BioRap recomienda la utilización de gradsectos para la elección de los sitios a muestrear. Esta técnica asume que la mayor diversidad biológica en cualquier región se encuentra relacionada positivamente con los diferentes gradientes ambientales, así para delimitarlos se buscan zonas en las que en la menor área posible se mantengan las proporciones similares de las unidades ambientales obtenidas para toda la zona de estudio (Wessles *et al* 1998). La distribución de las diversas unidades ambientales, de los gradsectos, y los sitios de muestreo que se delimitaron en el estado de Colima para la flora arbórea se muestra en la figura 3'.

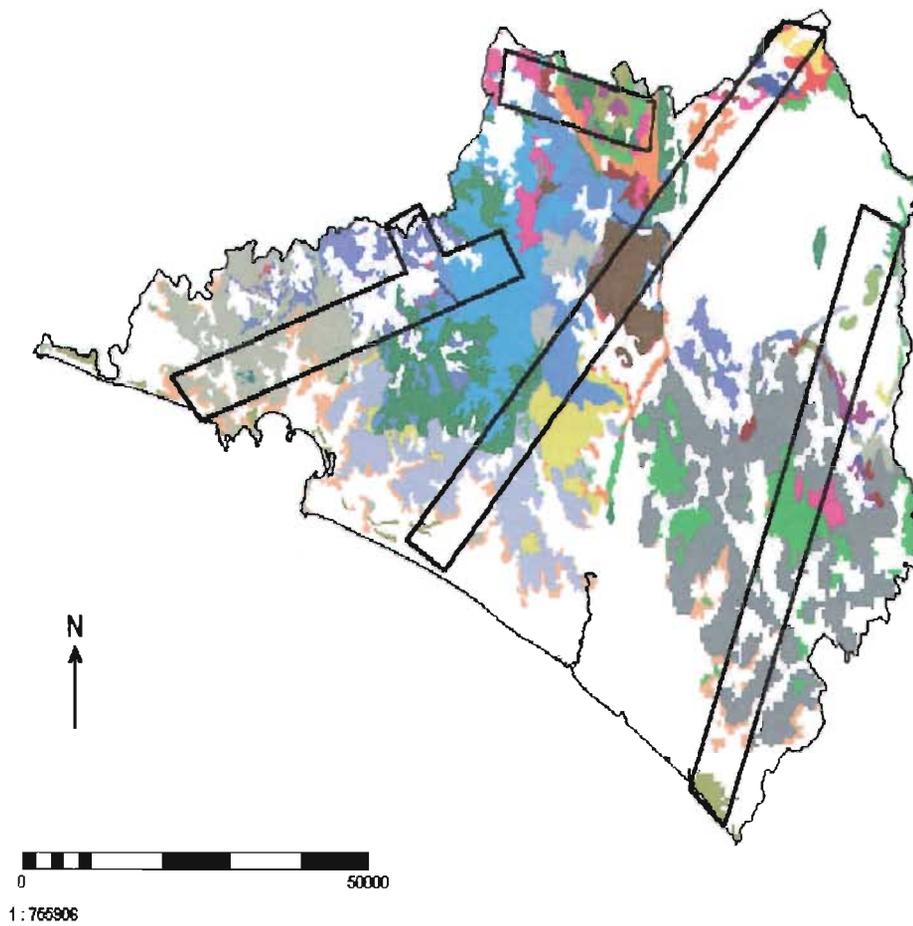


Figura 3'. Unidades ambientales y gradisectos en Colima (Martínez, 2004).

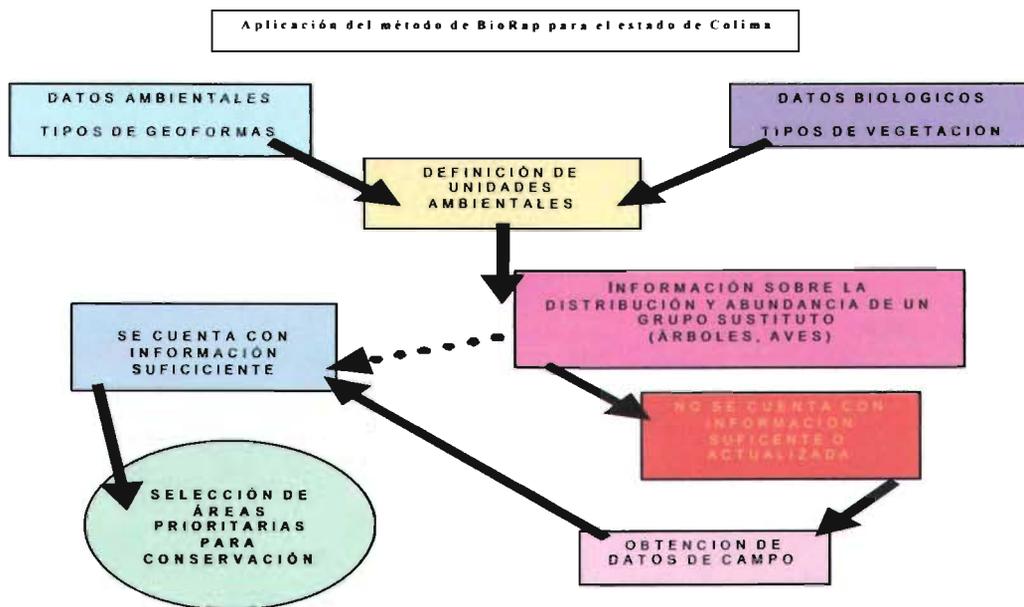


Figura 4'. Diseño metodológico del BioRap.

ANEXO II. Lista potencial de las especies de aves del bosque tropical caducifolio de Colima, arreglo taxonómico de acuerdo con la American Ornithologist' Union (1998).

TAXA	Schaldach Jr. (1963)	Villaseñor (1985)	Villaseñor (1988)	Arizmendi et al. (1990)	Mejía (1992)	Este estudio
TINAMIFORMES						
TINAMIDAE						
<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	*		*	*		
ANSERIFORMES						
ANATIDAE						
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	*	*	*	*	*	*
GALLIFORMES						
CRACIDAE						
<i>Ortalis poliocephala</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Penelope purpurascens</i>	*		*			
ODONTOPHORIDAE						
<i>Philortyx fasciatus</i>	*	*	*	*	*	*
CICONIFORMES						
ARDEIDAE						
<i>Ardea alba</i>		*	*	*	*	*
<i>Bubulcus ibis</i>		*	*	*	*	*
CATHARTIDAE						
<i>Coragyps atratus</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Cathartes aura</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Sarcoramphus papa</i>	*		*			
FALCONIFORMES						
ACCIPITRIDAE						
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	*		*	*	*	
<i>Circus cyaneus</i>	*		*		*	
<i>Accipiter striatus</i>	*	*	*			
<i>A. cooperii</i>	*			*	*	
<i>Asturina nitida</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Buteogallus anthracinus</i>	*	*	*	*	*	
<i>B. urubitinga</i>	*		*	*		
<i>Parabuteo unicinctus</i>	*			*		
<i>Buteo magnirostris</i>	*		*	*	*	*
<i>B. platypterus</i>	*					
<i>B. brachyurus</i>	*		*	*		
<i>B. swainsoni</i>			*		*	
<i>B. albicaudatus</i>	*					
<i>B. albonotatus</i>		*	*	*		
<i>B. jamaicensis</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Spizaetus ornatos</i>	*					

TAXA	Schaldach Jr. (1963)	Villaseñor (1985)	Villaseñor (1988)	Arizmendi et al. (1990)	Mejía (1992)	Este estudio
FALCONIDAE						
<i>Micrastur semitorquatus</i>	*		*	*		*
<i>Caracara cheriway</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Falco sparverius</i>	*	*	*	*	*	*
<i>F. ruficularis</i>	*		*	*	*	
<i>F. peregrinus</i>	*			*	*	
COLUMBIFORMES						
COLUMBIDAE						
<i>Patagioenas flavirostris</i>	*		*	*		*
<i>Zenaida asiatica</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Z. macroura</i>	*	*	*	*	*	
<i>Columbina inca</i>	*	*	*	*	*	*
<i>C. passerina</i>	*	*	*	*	*	*
<i>C. talpacoti</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Leptotila verreauxi</i>	*	*	*	*	*	*
PSITTACIFORMES						
PSITTACIDAE						
<i>Aratinga holochlora</i>				*		
<i>A. canicularis</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Ara militaris</i>	*	*	*	*	*	
<i>Forpus cyanopygius</i>	*			*		
<i>Amazona albifrons</i>			*			
<i>A. finschi</i>	*		*	*		*
<i>A. oratrix</i>	*		*	*		*
CUCULIFORMES						
CUCULIDAE						
<i>Coccyzus americanus</i>	*					
<i>C. minor</i>				*	*	*
<i>Piaya cayana</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Morococcyx erythropygus</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Geococcyx velox</i>	*			*	*	*
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	*	*	*	*	*	*
STRIGIFORMES						
TYTONIDAE						
<i>Tyto alba</i>	*		*	*	*	

TAXA	Schaldach Jr. (1963)	Villaseñor (1985)	Villaseñor (1988)	Arizmendi et al. (1990)	Mejía (1992)	Este estudio
STRIGIDAE						
<i>Megascops asio</i>	*					
<i>M. seductus</i>		*	*	*	*	
<i>M. guatemalae</i>	*					
<i>Glaucidium griseiceps</i>	*					
<i>G. brasilianum</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Ciccaba virgata</i>	*	*	*	*		*
CAPRIMULGIFORMES						
CAPRIMULGIDAE						
<i>Chordeiles acutipennis</i>	*	*	*	*	*	
<i>Nyctidromus albicollis</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Caprimulgus ridgwayi</i>	*	*	*	*	*	*
NYCTIIBIDAE						
<i>Nyctibius griseus</i>	*			*	*	
APODIFORMES						
APODIDAE						
<i>Chaetura vauxi</i>	*			*	*	
<i>Panyptila sanctihieronymi</i>	*		*		*	*
TROCHILIDAE						
<i>Phaethornis longirostris</i>	*		*	*		
<i>Chlorostilbon auriceps</i>	*		*	*		*
<i>Cyananthus latirostris</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Thalurania colombica</i>	*					
<i>Amazilia beryllina</i>	*	*			*	*
<i>A. rutila</i>	*	*	*	*	*	*
<i>A. violiceps</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Helimaster constantii</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Tilmatura dupontii</i>	*			*		
<i>Calothorax lucifer</i>	*					
<i>Archilochus colubris</i>	*	*	*	*	*	
<i>A. alexandri</i>	*	*	*	*	*	
TROGONIFORMES						
TROGONIDAE						
<i>Trogon citreolus</i>	*	*	*	*	*	*
CORACIIFORMES						
MOMOTIDAE						
<i>Momotus mexicanus</i>	*	*	*	*	*	*
PICIFORMES						
PICIDAE						
<i>Melanerpes chrysogenys</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Picoides scalaris</i>	*	*	*	*		*
<i>Dryocopus lineatus</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Campephilus guatemalensis</i>	*	*	*	*		*

TAXA	Schaldach Jr. (1963)	Villaseñor (1985)	Villaseñor (1988)	Arizmendi et al. (1990)	Mejía (1992)	Este estudio
PASSERIFORMES						
DENDROCOLAPTIDAE						
<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	*			*		*
<i>Lepidocolaptes leucogaster</i>	*			*		*
TYRANNIDAE						
<i>Camptostoma imberbe</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Myiopagis viridacata</i>	*		*	*		
<i>Empidonax traillii</i>	*	*	*	*	*	
<i>E. mininus</i>	*	*	*	*	*	
<i>E. difficilis</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Sayornis nigricans</i>	*	*	*	*	*	
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	*	*	*	*	*	
<i>Attila spadiceus</i>	*		*	*		*
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	*	*	*	*	*	*
<i>M. cinerascens</i>	*	*	*	*	*	
<i>M. nuttingi</i>	*	*	*	*		*
<i>M. tyrannulus</i>	*	*	*	*	*	
<i>Deltarhynchus flammulatus</i>	*		*	*		*
<i>Pitangus sulphuratus</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Megarynchus pitangua</i>	*			*		
<i>Myiozetetes similis</i>	*	*	*	*		*
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	*	*	*	*		*
<i>Tyrannus melancholicus</i>	*		*	*		*
<i>T. vociferans</i>	*	*	*	*		
<i>T. crassirostris</i>	*	*	*	*	*	*
<i>T. verticalis</i>	*	*	*		*	
<i>T. forficatus</i>	*		*			
<i>Pachyramphus major</i>	*			*		*
<i>P. aglaiae</i>	*		*	*		*
<i>Tityra semifasciata</i>	*		*	*		*
LANIIDAE						
<i>Lanius ludovicianus</i>	*					*
VIREONIDAE						
<i>Vireo bellii</i>	*	*	*	*	*	*
<i>V. solitarius</i>	*	*	*	*		
<i>V. hypochryseus</i>	*	*	*	*	*	*
<i>V. gilvus</i>	*	*	*	*		*
<i>V. flavoviridis</i>	*		*	*	*	*
CORVIDAE						
<i>Calocitta formosa</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Cyanocorax sanblasianus</i>	*		*	*		*

TAXA	Schaldach Jr. (1963)	Villaseñor (1985)	Villaseñor (1988)	Arizmendi et al. (1990)	Mejía (1992)	Este estudio
HIRUNDINIDAE						
<i>Progne chalybea</i>	*		*	*	*	*
<i>Tachycineta albilinea</i>	*	*	*	*	*	
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Hirundo rustica</i>	*	*	*	*	*	*
TROGLODYTIDAE						
<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	*		*		*	*
<i>Catherpes mexicanus</i>	*	*	*			*
<i>Thryothorus sinaloa</i>	*		*	*		*
<i>T. felix</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Troglodytes aedon</i>	*	*	*		*	
<i>Uropsila leucogastra</i>	*		*	*		*
SYLVIIDAE						
<i>Polioptila caerulea</i>	*	*	*	*	*	*
<i>P. albiloris</i>	*		*	*		*
TURDIDAE						
<i>Catharus aurantirostris</i>	*		*	*		
<i>C. ustulatus</i>	*			*		*
<i>Turdus assimilis</i>	*			*		*
<i>T. rufopalliatus</i>	*	*	*	*	*	*
MIMIDAE						
<i>Mimus polyglottos</i>	*	*	*	*	*	
<i>Melanotis caerulescens</i>	*			*		*
BOMBYCILLIDAE						
<i>Bombycilla cedrorum</i>		*	*	*	*	
PARULIDAE						
<i>Vermivora celata</i>	*	*		*	*	
<i>V. ruficapilla</i>	*	*	*	*	*	*
<i>V. virginiae</i>	*	*	*		*	
<i>V. luciae</i>	*	*	*	*	*	
<i>Parula pitiayumi</i>	*	*	*	*		*
<i>Dendroica petechia</i>	*	*	*	*	*	*
<i>D. coronata</i>			*	*	*	*
<i>D. nigrescens</i>	*			*		*
<i>Mniotilta varia</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Setophaga ruticila</i>	*		*	*	*	
<i>Seiurus motacilla</i>	*	*	*			
<i>Oporornis tolmiei</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Geothlypis trichas</i>	*	*	*	*	*	
<i>Wilsonia pusilla</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Euthlypis lacrymosa</i>	*			*		*
<i>Basileuterus culicivorus</i>	*					
<i>Icteria virens</i>	*	*	*	*	*	*

TAXA	Schaldach Jr. (1963)	Villaseñor (1985)	Villaseñor (1988)	Arizmendi et al. (1990)	Mejia (1992)	Este estudio
THRAUPIDAE						
<i>Rhodinocichla rosea</i>	*		*	*		*
<i>Habia rubica</i>	*		*	*		*
<i>Piranga rubra</i>	*	*		*	*	
<i>P. ludoviciana</i>	*	*	*	*	*	*
<i>P. bidentata</i>	*					*
<i>P. erythrocephala</i>	*		*	*		
EMBERIZIDAE						
<i>Volatinia jacarina</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Sporophila torqueola</i>		*	*	*	*	*
<i>S. minuta</i>	*		*	*		
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	*		*	*		*
<i>Aimophila ruficauda</i>	*	*	*	*	*	*
<i>A. humeralis</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Chondestes grammacus</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Ammodramus savannarum</i>	*			*	*	
<i>Melospiza lincolni</i>	*	*	*	*	*	
CARDINALIDAE						
<i>Saltator coerulescens</i>	*		*	*		*
<i>Cardinalis cardinalis</i>	*		*	*	*	*
<i>Pheucticus chrysopheplus</i>	*			*		*
<i>P. melanocephalus</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Cyanocompsa parellina</i>	*		*	*		*
<i>Passerina caerulea</i>	*	*	*	*	*	*
<i>P. cyanea</i>	*	*		*	*	*
<i>P. leclancherii</i>	*	*	*	*	*	*
<i>P. versicolor</i>	*	*	*	*	*	*
<i>P. ciris</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Spiza americana</i>	*					
ICTERIDAE						
<i>Agelaius phoeniceus</i>			*	*	*	
<i>Sturnella magna</i>	*			*		
<i>Quiscalus mexicanus</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Molothrus aeneus</i>	*		*	*	*	*
<i>M. ater</i>	*	*	*	*	*	
<i>Icterus spurius</i>	*	*	*	*	*	*
<i>I. cucullatus</i>	*	*		*	*	
<i>I. pustulatus</i>	*	*	*	*	*	*
<i>I. graduacauda</i>	*			*		
<i>I. galbula</i>	*	*	*	*	*	
<i>Cacicus melanicterus</i>	*	*	*	*	*	*
FRINGILLIDAE						
<i>Carpodacus mexicanus</i>	*			*		
<i>Euphonia affinis</i>	*		*	*	*	*

ANEXO III. Lista de especies registradas, sitios de registro, estacionalidad (R = residente, VV = visitante de verano, VI = visitante de invierno), endemismo (endémica al oeste de México = 1, endémica de México = 2) del bosque tropical caducifolio de Colima, México.

TAXA	A	B	C	D	E	F	G	N	O	P	Q	R	S	ESTACIONALIDAD
ANSERIFORMES														
ANATIDAE														
<i>Dendrocygna autumnalis</i>					*									R
GALLIFORMES														
CRACIDAE														
<i>Ortalis poliocephala</i> ¹	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	R
ODONTOPHORIDAE														
<i>Philortyx fasciatus</i> ¹				*	*									R
CICONIFORMES														
ARDEIDAE														
<i>Ardea alba</i>												*		R
<i>Bubulcus ibis</i>												*		R
CATHARTIDAE														
<i>Coragyps atratus</i>	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	R
<i>Cathartes aura</i>		*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	R
FALCONIFORMES														
ACCIPITRIDAE														
<i>Asturina nitida</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	R
<i>Buteo magnirostris</i>		*					*							R
<i>B. jamaicensis</i>													*	R
FALCONIDAE														
<i>Micrastur semitorquatus</i>	*	*	*	*			*		*	*		*	*	R
<i>Caracara cheriway</i>		*	*		*					*		*	*	R
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	*	*	*	*	*		*	*	*		*	*		R
<i>Falco sparverius</i>	*	*	*	*	*			*		*	*			VI
COLUMBIFORMES														
COLUMBIDAE														
<i>Patagioenas flavirostris</i>	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*		*	R
<i>Zenaida asiatica</i>	*	*	*			*	*	*			*	*	*	R
<i>Columbina inca</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	R
<i>C. passerina</i>	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	R
<i>C. talpacoti</i>	*	*	*	*	*	*				*	*	*	*	R
<i>Leptotila verreauxi</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	R
PSITTACIFORMES														
PSITTACIDAE														
<i>Aratinga canicularis</i>			*	*	*		*	*	*	*	*	*		R
<i>Amazona finschi</i> ¹	*	*	*	*	*		*	*	*		*	*		R
<i>A. oratrix</i>		*												R

TAXA	A	B	C	D	E	F	G	N	O	P	Q	R	S	ESTACIONALIDAD
CUCULIFORMES														
CUCULIDAE														
<i>Coccyzus minor</i>								*						R
<i>Piaya cayana</i>		*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	R
<i>Morococcyx erythropygus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	R
<i>Geococcyx velox</i>								*						R
<i>Crotophaga sulcirostris</i>			*	*	*	*			*		*	*		R
STRIGIFORMES														
STRIGIDAE														
<i>Glaucidium brasilianum</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	R
<i>Ciccaba virgata</i>		*	*										*	R
CAPRIMULGIFORMES														
CAPRIMULGIDAE														
<i>Nyctidromus albicollis</i>													*	R
<i>Caprimulgus ridgwayi</i>	*		*								*			R
APODIFORMES														
APODIDAE														
<i>Panyptila sanctihieronymi</i>													*	R
TROCHILIDAE														
<i>Chlorostilbon auriceps</i> ¹		*		*			*			*	*	*	*	R
<i>Cyananthus latirostris</i>	*	*	*	*	*		*	*			*	*	*	R
<i>Amazilia beryllina</i>				*								*	*	R
<i>A. rutila</i>		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		R
<i>A. violiceps</i> ¹					*			*	*					R
<i>Heliomaster constantii</i>			*		*			*	*				*	R
TROGONIFORMES														
TROGONIDAE														
<i>Trogon citreolus</i> ¹	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	R
CORACIIFORMES														
MOMOTIDAE														
<i>Momotus mexicanus</i> ²		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	R
PICIFORMES														
PICIDAE														
<i>Melanerpes chrysogenys</i> ¹	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	R
<i>Picoides scalaris</i>													*	R
<i>Dryocopus lineatus</i>		*	*	*	*		*		*	*	*			R
<i>Campephilus guatemalensis</i>	*	*	*	*			*		*		*	*		R
PASSERIFORMES														
DENDROCOLAPTIDAE														
<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>		*		*	*	*	*	*	*	*	*			R
<i>Lepidocolaptes leucogaster</i> ²		*	*					*	*		*		*	R
TYRANNIDAE														
<i>Camptostoma imberbe</i>								*						R

TAXA	A	B	C	D	E	F	G	N	O	P	Q	R	S	ESTACIONALIDAD
<i>Empidonax difficilis</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	VI
<i>Attila spadiceus</i>		*				*		*			*	*		R
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	R
<i>M. nuttingi</i>											*			R
<i>Deltarhynchus flammulatus</i> ¹												*		R
<i>Pitangus sulphuratus</i>	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*		R
<i>Myiozetetes similis</i>					*	*					*	*		R
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*		VV
<i>Tyrannus melancholicus</i>	*	*	*					*			*			R
<i>T. crassirostris</i> ²	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	R
<i>Pachyramphus major</i>								*					*	R
<i>P. aglaiae</i>												*		R
<i>Tityra semifasciata</i>									*			*		R
LANIIDAE														
<i>Lanius ludovicianus</i>										*				R
VIREONIDAE														
<i>Vireo bellii</i>	*	*			*					*	*	*		VI
<i>V. hypochryseus</i> ¹												*	*	R
<i>V. gilvus</i>	*	*	*			*		*	*		*	*	*	VI
<i>V. flavoviridis</i>	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	VV
CORVIDAE														
<i>Calocitta formosa</i>	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*		R
<i>Cyanocorax sanblasianus</i> ¹						*					*	*		R
<i>Corvus corax</i>					*			*					*	R
HIRUNDINIDAE														
<i>Progne chalybea</i>	*	*	*		*	*		*	*	*	*	*	*	R
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>								*				*		R
<i>Hirundo rustica</i>			*			*			*		*	*		VV
TROGLODYTIDAE														
<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	*	*	*	*	*			*	*	*	*		*	R
<i>Catherpes mexicanus</i>			*					*					*	R
<i>Thryothorus sinaloa</i> ¹	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	R
<i>T. felix</i> ¹	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	R
<i>Uropsila leucogastra</i> ²	*	*	*	*		*	*	*	*		*	*		R
SYLVIIDAE														
<i>Polioptila caerulea</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	VI
<i>P. albiloris</i>						*	*	*	*		*	*	*	R
TURDIDAE														
<i>Myadestes occidentalis</i>													*	R
<i>Catharus occidentalis</i> ²													*	R
<i>C. ustulatus</i>						*								VI
<i>Turdus assimilis</i>		*	*				*				*	*	*	R
<i>T. rufopalliatu</i> ¹		*	*	*			*		*	*	*	*		R

TAXA	A	B	C	D	E	F	G	N	O	P	Q	R	S	ESTACIONALIDAD
MIMIDAE														
<i>Melanotis caerulescens</i> ²								*		*			*	R
PTILOGONATIDAE														
<i>Ptilogonys cinereus</i>													*	R
PARULIDAE														
<i>Vermivora ruficapilla</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	VI
<i>Parula pitiayumi</i>											*	*		R
<i>Dendroica petechia</i>	*										*			VI
<i>D. coronata</i>	*			*									*	VI
<i>D. nigrescens</i>	*			*	*	*							*	VI
<i>Mniotilta varia</i>						*		*						VI
<i>Seiurus noveboracensis</i>												*		VI
<i>Oporornis tolmiei</i>	*	*	*							*	*		*	VI
<i>Wilsonia pusilla</i>	*						*	*			*	*	*	VI
<i>Myioborus miniatus</i>													*	R
<i>Euthlypis lachrymosa</i>						*		*					*	R
<i>Basileuterus rufifrons</i>								*			*		*	R
<i>Icteria virens</i>				*										VI
THRAUPIDAE														
<i>Rhodinocichla rosea</i> ¹						*								R
<i>Habia rubica</i>								*					*	R
<i>Piranga flava</i>													*	R
<i>P. ludoviciana</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	VI
<i>P. bidentata</i>													*	R
EMBERIZIDAE														
<i>Volatinia jacarina</i>	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*		R
<i>Sporophila torqueola</i>	*			*		*				*	*			R
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		R
<i>Melospiza kieneri</i> ¹													*	R
<i>Aimophila ruficauda</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	R
<i>A. hummeralis</i> ¹		*		*	*			*	*				*	R
<i>Chondestes grammacus</i>				*										VI
CARDINALIDAE														
<i>Saltator coerulescens</i>						*					*	*	*	R
<i>Cardinalis cardinalis</i>									*		*			R
<i>Pheucticus chrysoplepus</i> ²								*						R
<i>P. melanocephalus</i>			*					*	*		*		*	VI
<i>Cyanocompsa parellina</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	R
<i>Passerina caerulea</i>	*	*				*					*			R
<i>P. amoena</i>										*	*			R
<i>P. cyanea</i>			*	*						*				VI
<i>P. leclancherii</i> ¹	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	R
<i>P. versicolor</i>	*	*	*					*		*	*	*	*	VI
<i>P. ciris</i>					*		*			*				VI

TAXA	A	B	C	D	E	F	G	N	O	P	Q	R	S	ESTACIONALIDAD
ICTERIDAE														
<i>Quiscalus mexicanus</i>						*						*		R
<i>Molothrus aeneus</i>											*			R
<i>Icterus spurius</i>											*			VI
<i>I. pustulatus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	R
<i>Cacicus melanicterus</i> ¹	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	R
FRINGILLIDAE														
<i>Euphonia affinis</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	R