



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

División de Desarrollo Sustentable

**Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con
estimadores no paramétricos: estructura e importancia
para su conservación**

TESIS

**Que para obtener el grado de
LICENCIADO EN MANEJO DE RECURSOS
NATURALES**

Presenta

Arturo Cruz Anaya

Directora de Tesis

Dra. Martha Angélica Gutiérrez Aguirre



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

División de Desarrollo Sustentable

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité de Tesis del programa de Licenciatura y aprobada como requisito para obtener el grado de:

LICENCIADO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

COMITÉ DE TESIS

Directora: Dra. Martha Angélica Gutiérrez Aguirre

Asesor: Dr. Luis M. Mejía Ortiz

Asesor: M.C. Cristopher González Baca

Cozumel, Quintana Roo, México, mayo de 2015

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos:
estructura e importancia para su conservación

Agradecimientos

Primeramente quiero agradecer a mi familia por todo el apoyo y el cariño. No lo hubiera logrado sin ustedes. Los amo, gracias por confiar en mí.

A mi directora de tesis la Dra. Martha A. Gutiérrez-Aguirre por guiar el desarrollo de esta tesis desde el nacimiento de la idea hasta la recta final, gracias por la paciencia, disposición, el apoyo y las enseñanzas.

A mis supervisores Dr. Luis M. Mejía-Ortiz y el M.C. Christopher A. González Baca por la disposición a colaborar en la revisión y corrección del texto y por brindar un punto de vista nuevo que ayudó a mejorar la calidad del trabajo.

Al Biól. Rafael Chacón por su aguda en el recorrido inicial, brindar asesoría técnica en la identificación de varias especies e iniciarme en este mundo de la observación de aves.

A todos mis compañeros que hoy llamo amigos, muy especialmente a Christian, Efraín, Yuli, y Obed, por brindarme palabras de aliento cuando lo necesitaba, por los viajes, por los momentos buenos y no tan buenos y sobre todo, por brindarme ese regalo que es la amistad. Gracias.

Por último a ti Aldo. No cabrían aquí las palabras para agradecerte por todo el cariño, la paciencia, el apoyo, por escucharme, por acompañarme en este viaje... Gracias por no dejarme caer.

Contenido

Resumen	5
Introducción	6
Antecedentes.....	9
Justificación	11
Planteamiento del problema	15
Objetivo	16
Objetivos específicos	16
Área de estudio.....	17
Materiales y métodos.....	21
Resultados.....	24
Bibliografía.....	34

Resumen

Se aplicaron cuatro métodos no paramétricos de estimación de riqueza a datos de muestreo de aves de la Universidad de Quintana Roo, Unidad Académica Cozumel obtenidos por el método de búsqueda intensiva en el periodo de febrero de 2012 a enero de 2014; 54 especies fueron registradas, de acuerdo a los estimadores esto representa entre el 78.79 y el 91.35% de la riqueza total. Añadiendo las especies registradas fuera del monitoreo la riqueza observada incrementa a 60; entre ellas 11 taxa endémicos de la Isla Cozumel; y cinco de distribución restringida. Seis especies registradas se encuentran enlistadas en la Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010, estas son: *Patagioenas leucocephala* y *Vireo bairdi* en categoría de Amenazada y *Cyclarhis gujanensis insularis*, *Melanoptila glabrirostris*, *Amazona albifrons* y *Limnothlypis swainsonii*, como Sujetas a protección especial. Con los datos obtenidos se elaboró una guía de aves de las especies del campus para difundir su importancia. Se concluye que de acuerdo a los resultados de los estimadores y los vacíos en los nichos ecológicos la riqueza total del sitio puede ser entre 65 y 69 especies, pero sin la adecuada protección, la presencia algunas de ellas podría disminuir en los próximos años, es por esto es que el conocimiento y la sensibilización de las personas en contacto con estas será primordial para su conservación.

Palabras clave: Aves, Cozumel, endemismo, estimadores, riqueza.

Introducción

Las aves se encuentran entre los seres más diversos que existen en la naturaleza, actualmente se han descrito alrededor de 9,200 especies ampliamente distribuidas alrededor del mundo, ocupando todos los ambientes, latitudes y altitudes; desde selvas, bosques, desiertos, pastizales, tundras y paramos, hasta costas, estuarios manglares e islas oceánicas. En conjunto son un elemento importante para entender la ecología y la conservación de la diversidad biológica (Enríquez-Rocha *et al.*, 2010).

Al ser uno de los grupos animales mejor conocido, las aves poseen una serie de características que las hacen ideales para monitorear y conocer de forma indirecta el hábitat en que residen; estas características son: el tener un comportamiento llamativo, facilidad de detección y el ser sensibles a perturbaciones en su hábitat (Navarro Sigüenza *et al.*, 2013), es por esto que son útiles para diseñar e implementar políticas de conservación y manejo de ecosistemas y hábitats (Villareal *et al.*, 2006; Berlanga *et al.*, 2010). Su estudio, proporciona un medio rápido, confiable y replicable del estado de conservación de la mayoría de los hábitats terrestres y acuáticos (Villareal *et al.*, 2006).

En la evaluación del impacto de las actividades humanas sobre los sistemas ecológicos la medida de la biodiversidad cumple una función primordial y se ha utilizado como un “barómetro” del estado general de los ecosistemas (Leitner & Tuner, 2001). Teóricamente la forma más directa e intuitiva de medir la biodiversidad es la riqueza (Sarkar, 2002; Magurran, 2004): el número de especies que habitan en una comunidad local, temporal y espacialmente homogénea. Ahora bien, en la práctica la medida exacta y precisa de la riqueza no es una labor sencilla (Magurran, 2004), pues el número de especies observadas en una comunidad aumenta con el esfuerzo de muestreo invertido en la misma (Ghersa, 2006). Por ello la riqueza debería determinarse solo a partir de inventarios completos, lo que generalmente es poco práctico o muy difícil de lograr, sino imposible; entonces la mejor opción consiste en estimar el número de especies a partir de un muestreo previo, (Coldwell & Coddington, 1994), usando para esto, métodos de estimación de riqueza.

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Introducción

En general los métodos para estimar la riqueza de especies y la estructura de una población pueden dividirse en dos grupos: los métodos paramétricos y los no paramétricos; los métodos paramétricos se llaman así porque parten de supuestos acerca de la población (por ejemplo que la muestra sea aleatoria, que la probabilidad de cada clase sea la misma, que las medidas sean independientes), y por lo tanto requieren que los datos se distribuyan de cierta forma (por ejemplo con una distribución normal). Entre los modelos paramétricos usados para estimar la riqueza específica están las funciones de acumulación como la logarítmica, exponencial y la ecuación de Clench. Por otro lado en los modelos no paramétricos o llamados también de libre distribución (*distribution free*) los datos no asumen un tipo de distribución particular ni una serie de supuestos *a priori* que los ajusten a un modelo determinado.

Los estimadores no paramétricos utilizan datos de presencia-ausencia y se enfocan en las especies poco abundantes o raras, o sea las que se presentan solamente en una o dos ocasiones en el conjunto de muestras (Coldwell & Coddington, 1994).

El cálculo de los modelos no paramétricos es más sencillo y rápido, son más fáciles de entender, explicar y son relativamente efectivos. Los principales modelos que se han empleado para la estimación de la riqueza son *jackknife* de 1ro y 2do orden, *bootstrap* y *chao 2* (Escalante Espinosa, 2003).

Este tipo de métodos son en general un conjunto de estimadores no paramétricos en el sentido estadístico, ya que no asumen el tipo de distribución del conjunto de datos y no los ajustan a un modelo determinado. Requieren solamente datos de presencia-ausencia (Moreno, 2001).

El uso de los métodos de estimación de riqueza es de gran importancia ya que son muy útiles en la gestión ambiental y actualizan el estado de conocimiento de la fauna local (Basualdo, 2011), además son de gran utilidad para los investigadores, ya que les da fundamentos para saber si aumentar o no el esfuerzo de muestreo, lo cual se traduce en una optimización de los recursos económicos disponibles (Escalante Espinosa, 2003).

Introducción

Por lo anterior, se propone el uso de estimadores no paramétricos para conocer la **riqueza** de la comunidad de aves de la Universidad de Quintana Roo, Unidad Académica Cozumel y darlas a conocer mediante una guía ilustrada, mostrando así sus características e importancia.

Antecedentes

La avifauna de la isla de Cozumel ha sido estudiada desde 1842, cuando John Lloyd Stephens llegó a la isla para estudiar sus ruinas mayas, Samuel Cabot participó en la expedición y colectó dos especímenes de *Certhiola*, años después descrita como *Certhiola caboti* (ahora conocida como *Coereba flaveola caboti*). Con esta primera colecta comenzó el estudio de la avifauna de Cozumel (Salvin, 1885).

Publicaciones posteriores fueron hechas por R. Ridgway (1885 a, b, c) quien describió 57 especies de la isla y por O. Salvin (1885) quien reportó 27 especies de Cozumel. Salvin (1888, 1889, 1890) publicó una lista de 160 especies de aves basado en una colección hecha por G. F. Gaumer, pero Gaumer fue inconsistente en el etiquetado de sus especímenes, así que Paynter (1955), Bond (1961), y Howell & Webb (1995), consideraron que sus registros deben ser pensados como hipotéticos. Ludlow Griscom (1926) registró 81 especies de la isla y desde entonces varios autores han añadido más registros y notas, aunque la mayoría de los estudios no fueron exhaustivos ni tuvieron un seguimiento a largo plazo sino que eran observaciones específicas de cierta especie, como lo son los trabajos de Tashian (1956), Denham (1959), Sada (1988 a,b, 1989), Santaella & Sada (1992,1993) Buffa & Morris (1999), Plasencia-Vázquez & Escalona-Segura (2012), Lapergola *et al.*, (2012) y Escalante Pliego & Macouzet (1997, 2000, 2013), estas últimas siendo las más consistentes en su trabajo, llegando a desarrollar la caracterización de la avifauna de Cozumel en 1997.

En este contexto, el uso de estimadores no paramétricos de riqueza se ha mostrado como un auxiliar útil en el conocimiento de las comunidades de aves, en el sentido que muestra que tan completo ha sido el esfuerzo de muestreo de un área y como una herramienta auxiliar para identificar sitios prioritarios de conservación. Han sido usado ampliamente para comunidades de aves en variedad de sitios y ecosistemas, por ejemplo en Santa María Colotepec, Oaxaca (Ruiz Santos, 2010), Veracruz (Herrera Alsina, 2009), Puebla, Puebla (González Oreja *et al.*, 2010), Guatemala, (Asturias Ramírez, 2011), Río Cacaluca, Oaxaca (Bojorges-Baños, 2011) Zacapoaxtla, Puebla (Villa-Bonilla *et al.*, 2008), y Querétaro (Pineda-López, 2011), por mencionar algunos ejemplos.

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Antecedentes

El interés por conocer la avifauna en campus universitarios no es nuevo, han sido realizados estudios similares en diversas instituciones como la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza campus II UNAM (México D.F.) (Ramírez Albores, 2008), la Universidad del Quindío, Colombia (Marín Gómez, 2005), la Universidad de Antioquía, Colombia (Londoño Zapata *et al.*, 2006) y la Universidad de Guadalajara (MacGregor Fors, 2005), los cuales han desarrollado inventarios e incluso han publicado guías de aves ilustradas, con lo cual los estudiantes pueden ampliar su conocimiento sobre la avifauna local.

Justificación

Justificación

En México existen registradas cerca de 1060 especies de aves (INE & CONABIO, 1996; Escalante *et al.*, 1998), de esta importante diversidad, la península de Yucatán ocupa un lugar significativo en cuanto a riqueza; en total, en los estados de la Península: Campeche, Yucatán y Quintana Roo, se han registrado 543 especies de aves. El número total de especies representa alrededor del 50% de todas las aves registradas en México y el 77% de las aves registradas en los Estados Unidos y Canadá (MacKinnon, 2005a).

La Península es única por sus especies (14) y subespecies (aproximadamente 100) endémicas, causadas por la relativa emergencia reciente del mar y su aislamiento del resto del país (MacKinnon, 2005a).

La ya en sí misma diversa avifauna de la región se ve enriquecida notablemente por el hecho de que la península sirve como un corredor principal para las aves migratorias que van rumbo al sur en otoño y al norte en primavera. En conjunto 226 especies del norte llegan a la península de Yucatán, 42 de estas como vagabundas y visitantes ocasionales. El alto número de vagabundas en la región se explica por la combinación de tormentas tropicales y “nortes” durante el pico de la migración de otoño, septiembre y octubre, causando contratiempos durante el viaje de las aves (MacKinnon, 2005a).

En lo que se refiere a la Isla de Cozumel, el número de especies que se tiene reportado, varía sensiblemente según el autor, entre 208, 224, 250 y 271 especies (Curry, 2010, Howell, 2004, Avibase, 2009, Berlanga *et al.*, 2006, respectivamente). Estudios exhaustivos en bibliografía, trabajos de campo y registros museísticos han confirmado no menos de 166 (Macouzet y Escalante-Pliego (no pub.) en CONANP, 2007) entre las que se encuentran 18 taxa endémicos de la Isla: 3 especies y 15 subespecies (Curry, 2010).

Las islas como Cozumel constituyen sitios de enorme importancia en la conservación de la biodiversidad. Para el grupo de las aves esta importancia se basa en la contribución a la diversidad biológica global que se deriva de la presencia en islas de especies endémicas, residentes y migratorias que viven y/o llegan a ellas. Se ha calculado que el 10% de las aproximadamente 9,000 especies de aves del mundo habitan en islas (Johnson & Stattersfield, 1990). Desafortunadamente, el 93% de las 93 especies y 83 subespecies de aves que se han extinto de 1600 a 1980 eran endémicas de islas (King, 1981 y Temple, 1985). A diferencia de la mayoría de las islas que constituyen las Grandes

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Justificación

y Pequeñas Antillas, la isla de Cozumel no ha sufrido cambios de uso de suelo a gran escala. A pesar de su pequeño tamaño presenta distintos tipos de vegetación que albergan una importante variedad de especies de aves (Berlanga *et al.*, 2008; CONABIO, s.f).

Por la importancia de la avifauna de Cozumel en el contexto global, diversas instituciones han pronunciado:

BirdLife International (2013), considera a Cozumel como un Endemic Bird Area (EBA 016), por su riqueza de especies y subespecies endémicas.

CONABIO nombra la isla como Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA 178) (Berlanga *et al.*, 2008).

La North American Bird Conservancy Initiative (NABCI) reconoce a Cozumel como BCR 57 (Bird Conservation Region) Región importante para la Conservación de las Aves de Norteamérica.

Además de sus endemismos, Cozumel se distingue como un agrupamiento biogeográfico diferente al resto de la Península Yucatán (Cortés-Ramírez *et al.*, 2012). El estar separada del continente mantiene aisladas las poblaciones de ciertas especies, lo que provocó a la larga la deriva en subespecies. Es notable que la avifauna de Cozumel incluye elementos de afinidad antillana (incluyendo Centroamérica) y norteamericana, cuya presencia se explica principalmente por eventos de dispersión (Paynter, 1955; Vázquez-Miranda *et al.*, 2007).

La presencia de las especies de aves está estrechamente relacionada con la condición de los hábitats, pues muchas son sensibles a los cambios mínimos, por lo que se les considera como buenos indicadores de perturbación (Koskimies, 1989; Berlanga *et al.*, 2010). A la vez, las aves realizan muchos servicios ecológicos que por lo general subvaloramos, o que incluso no somos capaces de reconocer como polinizadoras y como agentes de control de plagas, al mismo tiempo que realzan nuestro bienestar personal, social y cultural. Nos proveen de cantos tranquilizantes y de oportunidades para observarlas, pintarlas y fotografiarlas (MacKinnon, 2005b).

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Justificación

Factores como la expansión de la ganadería y agricultura, deforestación, erosión del suelo, incendios, contaminación, urbanización, impactos en carreteras, cables eléctricos de luz y edificios, envenenamiento, cacería “recreativa”, introducción de especies exóticas o invasoras, pérdida de etnias y su conocimiento sobre la naturaleza, etc. han llevado a una disminución drástica a algunas poblaciones de aves y hasta la extinción de especies en algunos casos. Sumado a esto, los problemas sociales y políticos de cada región agravan seriamente la situación de las poblaciones de aves y de la conservación de nuestros espacios naturales en general (Morales, s.f. y Selem Salas *et al.*, 2004).

La expansión del desarrollo urbano asociado con la modificación del medio ambiente ha destacado la importancia del conocimiento de la avifauna de los sistemas urbanos. Las áreas verdes y/o los pequeños parches en zonas urbanas facilitan el sostenimiento de una mayor diversidad, ya que constituyen un paisaje heterogéneo, inmerso en una matriz de concreto, de vital importancia para la flora y fauna silvestre, en particular de las aves. Estas áreas actúan como corredores biológicos y sitios de paso durante la época de migración (Ramírez Albores, 2008).

Los procesos asociados con la urbanización intensiva son una de las principales causas de cambio en el paisaje y representan una amenaza considerable a la biodiversidad. La urbanización modifica la estructura física y biótica del hábitat original, por lo que afecta diversos procesos ecológicos y evolutivos que influyen en la composición y estructura de las comunidades de flora y fauna silvestres de estas áreas. Las áreas urbanas presentan un mosaico fragmentado compuesto de diversos ambientes, los cuales, para el caso de Norteamérica y Europa, pueden ser ocupados por especies de hábitos generalistas de altas densidades y que pueden competir por recursos con las especies menos generalistas y de densidades poblacionales bajas. La distribución de especies nativas se puede ver restringida por actividades antropogénicas que ocasionan la destrucción o perturbación de su hábitat natural, o bien se puede ver ampliada de forma casual (Ramírez Albores, 2008).

Otro efecto directo de la urbanización es el cambio en la ruta de migración que toman ciertas especies, por ejemplo el milano cola tijereta (*Elanoides forticatus*), especie amenazada que cruza a Cuba desde Florida y antes siguió toda la selva costera de Quintana Roo para pasar el invierno en Sudamérica.

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Justificación

Hoy en día evita totalmente la zona de Cancún, volando al oeste a una zona selvática de Yucatán antes de retomar su ruta al sur, descansando en Sian Ka'an antes de seguir su viaje. Este comportamiento nos indica que puede pasar lo mismo con otras aves migratorias terrestres que entran al norte después de cruzar el Golfo de México. De no encontrar buen hábitat para descansar y alimentarse, después de su viaje de 30 horas o más, pueden simplemente morir por no tener fuerzas para volar aún más lejos para buscar refugio (Correa Sandoval & MacKinnon, 2011)

Por otro lado la observación de seres vivos y su identificación a través de guías es una de las estrategias más practicable para educar, formar valores y sensibilizar, sobre la importancia de la biodiversidad en el mantenimiento del equilibrio de los ecosistemas del mundo, resaltando el rol que cumplen en la naturaleza. El conocimiento profundo que les ofrece el monitoreo de aves a quienes lo ejecutan, les confiere el sentimiento de orgullo y pertenencia del lugar que habitan, asegurando que realmente los esfuerzos de protección, conservación y restauración continúen. Las aves son un excelente punto de partida para la realización de actividades educativas, tanto en el medio natural como en ambientes urbanos (Parra Casanova, 2010).

Por todo lo anterior, resulta importante componer un listado avifaunístico de la UQROO-UAC pero para lograr inventarios más completos es que se necesita la aplicación de métodos de estimación de riqueza. Walther & Moore (2005) en González Oreja *et al.*, (2010) determinó que los estimadores de Chao y los de tipo Jackknife (Jack 1 y Jack 2) son los que presentaban mejor desempeño, pero se incluye Bootstrap ya que es uno de los más utilizados (Escalante Espinosa, 2003) y tener así un punto de comparación.

Planteamiento del problema

Si bien las aves se pueden observar diariamente dentro de la UQROO-UAC, es de atención que no se ha realizado ningún registro o censo de las mismas, se desconoce la cantidad de especies, es decir la riqueza lo que es esencial para llegar a la valoración y apreciación del recurso dentro de la comunidad. Por lo tanto, se plantean las siguientes preguntas:

- ¿Cuántas especies de aves habitan o utilizan el Campus (riqueza)?
- ¿La riqueza de aves del campus representa un número importante del total que habita en Cozumel?
- ¿Qué nos indica la presencia de estas especies con respecto al entorno (importancia)?

Objetivos

Objetivo

Determinar la riqueza de especies de la UQROO, UAC, exponer la importancia de las especies registradas y darla a conocer mediante una guía.

Objetivos específicos

1. Determinar la riqueza de aves de la Universidad de Quintana Roo, Unidad Académica Cozumel mediante registros aleatorios bajo la técnica de búsqueda intensiva y contrastar la riqueza observada con la calculada por cuatro estimadores no paramétricos (CHAO 2, Jackknife 1, Jackknife 2 y Bootstrap).
2. Exponer en una guía de aves la importancia de las especies registradas con fundamento en su distribución, el rol que cumplen dentro del ecosistema y su inclusión dentro de clasificaciones de riesgo.

Área de estudio

Área de estudio

La Isla de Cozumel se localiza a aproximadamente 20 km de la costa Noreste de la península de Yucatán entre los 20° y 21° latitud Norte y 87° longitud oeste (Fig. 1), y pertenece al estado de Quintana Roo. Tiene un área de 453 km² (Wurl *et al.*, 2003) y su rango latitudinal es del nivel del mar a los 10msnm.

El clima predominante en la isla es de tipo Am; cálido húmedo con abundantes lluvias en verano. La temperatura promedio anual es de 25.5°C, la precipitación total anual es de 1500 mm, siendo los meses más secos marzo y abril; septiembre es el mes con mayor cantidad de lluvia. Los vientos predominantes son los que proceden del sureste (Orellana, Nava, & Espadas, 2007). La isla está sujeta a la acción de huracanes con una frecuencia de uno cada 6.2 años.

La isla se originó durante el plioceno-pleistoceno reciente, formada del mismo material calizo que constituye la Península de Yucatán. El origen de los suelos presentes es el producto de la interacción entre el clima, altas temperaturas, gran cantidad de lluvia y la superficie calcárea que cubre casi toda la isla. Los suelos predominantes son de tipo rendzina (Wurl *et al.*, 2003), estos son suelos poco profundos, con una rápida lixiviación de nutrimentos y fácilmente erosionables por el viento o la lluvia. (Wurl *et al.*, 2003)

La mayor parte del territorio se mantiene inalterado ya que las actividades agrícolas y ganaderas se restringen a pequeñas áreas de uso familiar. La flora de Cozumel contiene el 40% de las especies reportada para todo el estado, esto es muy significativo pues Cozumel es solo 10% del territorio; la vegetación se haya constituida por asociaciones vegetales de clima cálido; Téllez Valdez *et al.* (1989) las define con base en los criterios fisonómico-florísticos de Miranda, (1959) en selva mediana subcaducifolia, selva baja subcaducifolia, manglar, tular-saibal, vegetación halófila o de duna costera, tasistal y vegetación secundaria.

Área de estudio

El área de estudio, la UQROO-UAC, es un terreno urbano de la ciudad de San Miguel de Cozumel con aproximadamente 229,000 m² de extensión. El campus presenta 11 edificios utilizados para sus funciones administrativas y docentes, y conserva de un 60 a un 70% de su cobertura vegetal original. Es posible distinguir tres principales tipos de vegetación en el campus:

- Selva baja subcaducifolia: Es la vegetación dominante, los árboles miden entre cuatro hasta ocho o diez metros, algunos ejemplares aislados alcanzan hasta quince metros. Entre las principales especies del estrato arbóreo se encuentran *Metopium brownei* (Chechem), *Bursera simaruba* (Chaká), *Thrinax radiata* (Palma chiit), *Manilkara zapota* (Chicozapote), *Tabeburia rosea* (Maculish), y *Cesalpinia pucherrima* (Cabello de ángel) (Ek Díaz, 2011 y Arcila-Torres *et al.*, 2006). Cabe destacar que aunque medianamente conservada, es fácil apreciar el “efecto de borde” entre los edificios y la vegetación por especies indicadoras como *Lysiloma latisiliqua* (Tsalam), *Cecropia obtusifolia* (Guarumo) y *Croton glabellus* (Pereskuch) (Téllez *et al.*, 1989).
- Vegetación secundaria: presente en el área intermedia entre edificios y vegetación de selva baja y también en las jardineras. La vegetación secundaria se trata de una selva que ha sido alterada debido al desmonte (Ek Díaz, 2011). Se pueden encontrar tres estratos, arbóreo, arbustivo y herbáceo. Las especies representativas del estrato arbóreo son *Lysiloma latisiliqua* (Tsalam), *Cecropia obtusifolia* (Guarumo) y *Gliricidia sepium*. En el estrato arbustivo se pueden encontrar individuos juveniles de las especies presentes en la selva baja además de *Psidium guajava* (Guayaba), *Carica papaya* (Papaya), *Hamelia patens* (Tres hojitas), *Citrus aurantium* (Naranja agria) y *Cocos nucifera* (Palma cocotera). Para el estrato herbáceo se encuentra *Cyperus ligularis* (Zacate), *Panicum sp.* (Pasto), *Ipomoea carnea*, *Ruellia nudiflora*, *Lantana camara* (Camará), *Viguiera dentata* (Tajonal) y *Tradescantia spathacea*.
- Vegetación hidrófila (cenote): Flores & Espejel (1994) plantean, que la vegetación de los cenotes presenta características fenotípicas un tanto diferentes a la que se encuentra aledaña a ellos, causa de las características del microclima producido por el gran porcentaje de humedad relativa y sombra lo que provoca que existan aquí especies que sin estas características no estarían presentes, asimismo los

Área de estudio

árboles desarrollan un sistema radicular que se extiende hasta el manto acuífero por lo que siempre se encuentran raíces colgantes.

El cenote UQROO es de tipo aguada, en donde el perfil es en forma de plato, está representada fauna como peces (*Poecilia orri*) y cangrejos (*Cardisoma guanhumi*) (Arcila-Torres *et al.*, 2006). Se reconocen especies indicadoras de humedad como las del género *Brosimum sp.* además de palmas como *Sabal sp.* (Palma de huano), y otras de la familia *Aracaceae*. La vegetación dominante son helechos *Acrostichum aureum* de tamaño considerable (de entre 0.8 m 1.6 m) y *Pteridium aquilinum* que es más pequeño (entre 10-15 cm) y menos abundante. Se presentan además musgos (*Bryaceae*) por la zona, otros indicadores de humedad.

La mezcla de elementos de selva baja medianamente conservada, combinada con elementos propios de vegetación secundaria e incluso vegetación hidrófila, junto con la cercanía a los bordes entre la ciudad y selva es probablemente una de las razones más importante de soporte a la avifauna que se presenta en la UAC.

Área de estudio

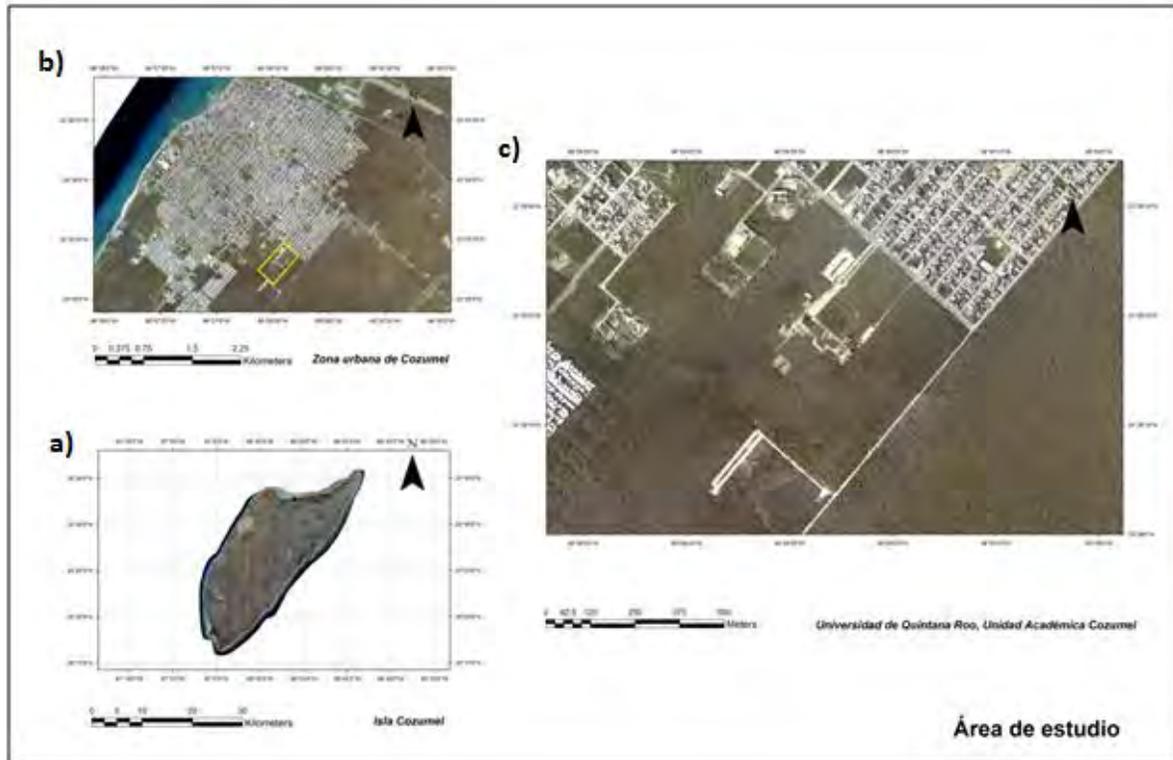


Fig. 1 Elaboración propia a partir de ortofoto de INEGI (2006) escala 1:4500. a) Isla Cozumel b) Zona urbana de Cozumel, en amarillo se resalta el área de estudio c) Acercamiento a la UQROO, UAC.

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Materiales y métodos

Materiales y métodos

El método utilizado para registrar la riqueza fue el método de búsqueda intensiva mediante registros aleatorios; estos se realizaron desde febrero de 2012 a enero de 2014, diez por la mañana, justo después del amanecer (6:00 horas) y dieciséis por la tarde (16 horas) antes de la puesta del sol; todos con duración de una hora.

El método de búsqueda intensiva consiste en efectuar recorridos, donde el observador camina en busca de aves para registrarlas de manera visual o mediante el canto durante un tiempo determinado. Los cantos o llamados que no resulten familiares son menos problemáticos ya que el ave puede ser buscada e identificada visualmente de ser necesario. Se anotan en una hoja todas las aves vistas u oídas en el área. Las aves detectadas fuera del tiempo determinado se anotan aparte. Este método aumenta la probabilidad de detección de aquellas especies particularmente inconspicuas o silenciosas Ralph *et al.*, 1996.

Para la identificación a nivel específico se utilizó la observación directa, la captura de fotografías y el cotejo de estas con guías de campo e información de sitios web especializados.

Con los datos obtenidos se elaboró una base de datos en Excel 2007 donde se anotó únicamente la presencia o ausencia de las especies. Debido a que la identificación de aves requiere cierta experiencia para distinguir entre especies similares sólo se anotaron las especies de las cuales no había duda acerca de su identificación, por lo cual algunas especies presentes pudieran estar ausentes de estudio.

Una vez identificadas las especies, se procedió a elaborar la Guía de aves conforme a la nomenclatura y secuencia taxonómica de Clements (2014), usando fotografías y observaciones realizadas durante los recorridos, además de una extensa revisión bibliográfica.

Los métodos de estimación de riqueza (Chao 2, Jackknife 1, Jackknife 2 y Bootstrap) se describen como sigue según Villareal *et al.* (2006) y Moreno (2001):

Materiales y métodos

Chao2

Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas y el número de especies duplicadas.

$$Chao2 = S + \frac{L^2}{2M}$$

Donde:

- L= número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies “únicas”)
- M= número de especies que ocurren en exactamente dos muestras
- S= riqueza

Jackknife 1

Se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra (L). Es una técnica para reducir el sesgo de los valores estimados, en este caso para reducir la subestimación del verdadero número de especies en una comunidad con base en el número representado en una muestra reduciendo el sesgo del 1/m.

$$Jack\ 1 = S + L \frac{m - 1}{m}$$

Donde:

- L= número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies “únicas”)
- m= número de muestras
- S= riqueza

Materiales y métodos

Jacknife 2

Se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra así como en el número de especies que ocurren en exactamente dos muestras.

$$Jack\ 2 = S + \frac{L(2m - 3)}{m} - \frac{M(m - 2)^2}{m(m - 1)}$$

Donde:

- L= número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies “únicas”)
- m= número de muestras
- S= riqueza
- M= número de especies que ocurren en exactamente dos muestras

Bootstrap

Este estimador se basa en p_j , la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie j . Al parecer es menos preciso que los anteriores (Palmer, 1990; Coldwell & Coddington, 1994).

$$Bootstrap = S + \sum (1 - p_j)^n$$

Para aplicarlos, se adaptó la base de datos para introducirla en el programa Estimates version 7.5.2 y computar ahí las estimaciones siguiendo las recomendaciones de Villarreal *et al.* (2006), los datos resultantes se graficaron en Excel 2007

Resultados

Resultados

Mediante los registros se logró identificar 54 especies de aves, de estas, las más comunes fueron *Quiscalus mexicanus* y *Mimus gilvus*, ambas presentes en 96.15% de las muestras, estas son especies abundantes y adaptadas a espacios urbanizados; seguida en orden descendente *Melanoptila glabrirostris*, especie listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como Sujeta a protección especial estuvo presente en 84.6% de las muestras y *Coereba flaveola caboti* en el 73%. Otras especies comunes fueron *Melanerpes pygmaeus pygmaeus*, *Polioptila caerulea* (69.23%), *Tiaris olivaceus intermedius* y *Columbina talpacoti* en el 61.53%. Once especies se observaron sólo una vez durante los muestreos (*singletons*) y 7 solo dos veces (*doubletons*); adicionalmente 6 especies fueron encontradas fuera de los recorridos (Ver anexo 1).

Las especies encontradas pertenecen a 11 órdenes y 21 familias de acuerdo a la nomenclatura de Clements (2014); de estas 36, son residentes y 23 son migratorias de invierno, de las cuales 17 permanecen todo el invierno y 6 se encuentran en Cozumel “de paso” en su viaje hacia el sur; una especie se reporta como accidental: *Melopsittacus undulatus* (lorito australiano), la cual es probablemente un escape accidental o liberación intencionada.

La familia mejor representada en esta comunidad es Parulidae con 14 especies, seguido de Cardinalidae con 7, Columbidae con 6, y Tyrannidae con 5. Trece familias estuvieron representadas por solo dos especies o menos (Fig. 2).

Resultados

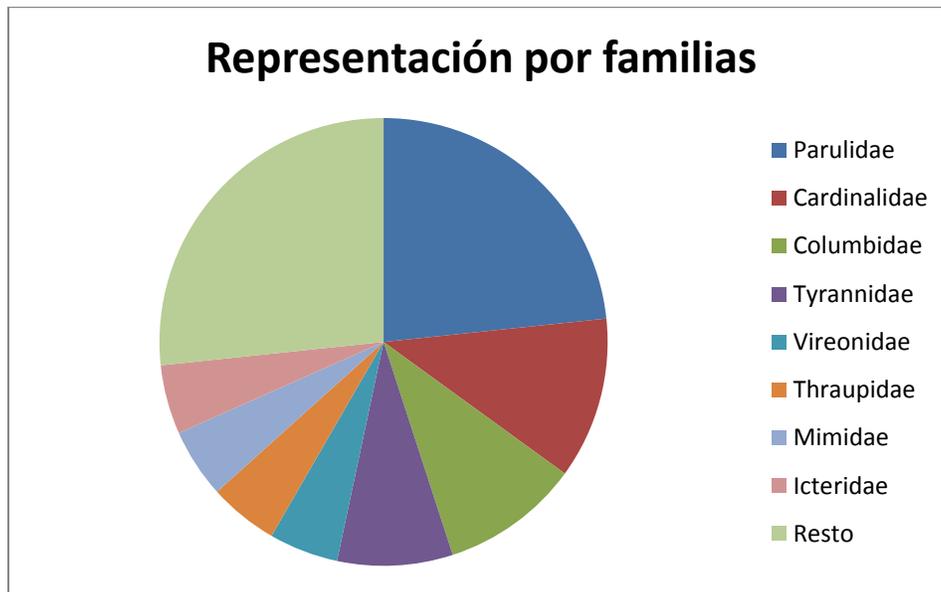


Fig. 2 Representación por familias en la comunidad de aves de la UQROO-UAC.

Los resultados de los estimadores usados indican que se logró detectar entre el 78.79 y el 91.35% de la riqueza posible para el sitio; es decir que la estimaciones de riqueza varían entre 59 hasta 69 especies dependiendo del método de estimación usado, siendo Bootstrap el más “pesimista” y Jack 1 el más “optimista” (Fig. 3).

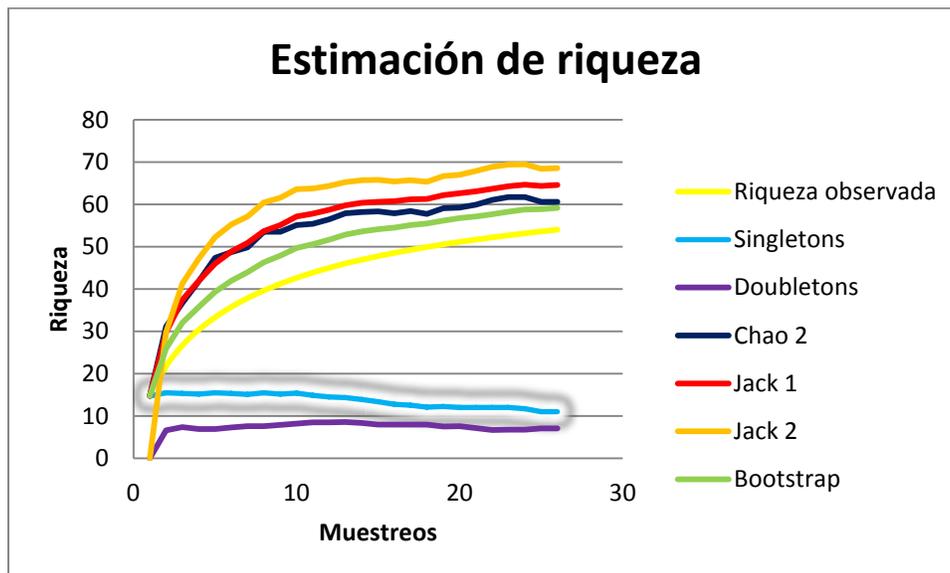


Fig. 3 Estimación de la riqueza de acuerdo a Chao 2, Jack 1, Jack 2 y Bootstrap.

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Resultados

Las especies registradas fuera del monitoreo elevan la riqueza total a 60 especies; el 101.50% de lo estimado por Bootstrap y sólo el 87.55% de Jack 2, esto sugiere que el esfuerzo de muestreo invertido fue el adecuado para detectar la mayoría de las especies posibles para el sitio.

De acuerdo con esto, y con el objetivo de dar a conocer la riqueza de especies encontradas, se elaboró una Guía de aves la cual puede verse en el Anexo 2.

Discusión

Discusión

La especies encontradas representan alrededor de 35% de las especies terrestres reportadas para Cozumel en Avibase (2009) (ver Anexo 3) sin tomar en cuenta a *Ardea alba* y *Tringa solitaria* por ser especies acuáticas y a *Spiza americana*, *Melopsittacus undulatus* e *Icterus auratus* ya que estas no aparecen en la lista. Este es un porcentaje importante tomando en cuenta que la UQROO-UAC representa menos del 1% de la superficie total de la Isla.

Seis de las especies registradas se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, estas son: *Patagioenas leucocephala* y *Vireo bairdi* en categoría de Amenazada y *Cyclarhis gujanensis insularis*, *Melanoptila glabrirostris*, *Amazona albifrons* y *Limnothlypis swainsonii* como Sujetas a protección especial; este último es además uno de los chipes (*Parulidae*) menos reportados en Norteamérica (MacKinnon, 2013) (Tabla 1).

Dos especies y nueve sub-especies son endémicas de Cozumel, otras cinco tienen un área de distribución muy restringida que abarca además de la Isla, una porción de la península de Yucatán y las Antillas; todas estas tienen un importante valor para el turismo de observación de aves y convierten al Campus en un sitio de interés para el monitoreo al presentar un mini hábitat idóneo para observarlas.

Todas las aves cumplen una función ecológica importante, en tanto que si se alimentan de insectos contribuyen a controlar las plagas (MacKinnon, 2005b), si lo hacen de granos o frutas ayudan a dispersar las semillas, definiendo la composición vegetal en el tiempo, contribuyendo a la restauración de los bosques y selvas (Hernández-Ladrón de Guevara *et al.*, 2012), si son aves de presa contribuyen a mantener controladas las poblaciones de roedores; si son nectívoras toman un papel primordial en la polinización de las plantas (Coro Arizmendi, 2009) y las aves carroñeras reciclan la materia muerta del ambiente.

Tabla 1.- Especies registradas en la UQROO-UAC en orden taxonómico de acuerdo a Clements (2014) Checklist 6ª edición.

Discusión

Orden	Familia	Especie	Estacionalidad	Abundancia	Cat. NOM 059 /IUCN	Tendencia poblacional	Dieta	Endemismo
PELECANIFORMES	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	R	R	LC	u	CAR	
ACCIPITRIFORMES	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	R	C	LC	i	CAO	
		<i>Cathartes aura</i>	R	R	LC	s	CAO	
CHARADRIIFORMES	Scolopacidae	<i>Tringa solitaria</i>	MI	R	LC	s	CAR-INS	
COLUMBIFORMES	Columbidae	<i>Columba livia [domestica]</i>	R I*	R	LC	i*	GRA-FRU	
		<i>Patagioenas leucocephala</i>	R	M	A NT	d	FRU	Este de Q. Roo y Antillas
		<i>Streptopelia decaocto</i>	R I*	R	LC	i	GRA	
		<i>Zenaida asiatica</i>	R	R	LC	i	GRA	
		<i>Columbina talpacoti</i>	R	C	LC	i	GRA	
		<i>Leptotila verreauxi</i>	R	M	LC	i	GRA	
CUCULIFORMES	Cuculidae	<i>Coccyzus minor</i>	R	R	LC	s	INS	
STRIGIFORMES	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	R	R	LC	s	CAR	
CAPRIMULGIFORMES	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albigollis</i>	R	R	LC	d	INS	
APODIFORMES	Apodidae	<i>Chaetura vauxi</i>	R	M	LC	i	INS	
	Trochilidae	<i>Anthracothorax prevostii</i>	R	M	LC	u	NEC-INS	
		<i>Chlorostilbon forficatus</i>	R	C	LC	u	NEC-INS	Isla Cozumel
PICIFORMES	Picidae	<i>Melanerpes pygmaeus [pygmaeus]</i>	R	C	LC	s	INS	Isla Cozumel*
PSITTACIFORMES	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	R I*	R	Pr LC	i	FRU-INS	
PASSERIFORMES	Tyrannidae	<i>Melospiza undulatus</i>	A I*	R	LC	u	FRU-INS	
		<i>Elaenia martinica</i>	R	R	LC	u	FRU-INS	Este de Q. Roo y Antillas
		<i>Contopus virens</i>	T	R	LC	d	INS	
		<i>Myiarchus tuberculifer [platyrhynchus]</i>	R	R	LC	d	INS-FRU	Isla Cozumel*
		<i>Myiarchus tyrannulus</i>	R	M	LC	i	INS-FRU	
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	R	M	LC	i	INS-FRU	
		<i>Vireo bairdi</i>	R	M	A LC	u	INS-FRU	Isla Cozumel
	Vireonidae	<i>Vireo magister</i>	R	C	LC	u	INS-FRU	Este de Q. Roo, Islas Caimán e I. Guanaja (Honduras)
		<i>Cyclarhis gujanensis [insularis]</i>	R	R	Pr LC	s	INS-FRU	Isla Cozumel*
	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	T	R	LC	d	INS	
	Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea [cozumelae]</i>	R MI	C	LC	i	INS	Isla Cozumel*
	Turdidae	<i>Catharus minimus</i>	T	R	LC	u	INS	
	Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	R	A	Pr NT	d	FRU-INS	Península de Yucatán (Inc. Norte de Belice y Guatemala)
		<i>Dumetella carolinensis</i>	MI	R	LC	s	INS-FRU	
		<i>Mimus gilvus</i>	R	A	LC	i	INS-FRU	
	Parulidae	<i>Seiurus aurocapilla</i>	MI	R	LC	s	INS	
		<i>Mniotilta varia</i>	MI	M	LC	d	INS	
		<i>Protonotaria citrea</i>	MI	R	LC	d	INS	
		<i>Limnithyris swainsonii</i>	MI	R	Pr LC	i	INS	
		<i>Geothlypis formosus</i>	MI	R	LC	d	INS	
		<i>Setophaga citrina</i>	MI	M	LC	i	INS	
		<i>Setophaga ruticilla</i>	MI	M	LC	d	INS	
		<i>Setophaga americana</i>	MI	R	LC	i	INS	
		<i>Setophaga magnolia</i>	MI	R	LC	i	INS	
		<i>Setophaga fusca</i>	T	R	LC	i	INS	
		<i>Setophaga petechia [rufivertex]</i>	R MI	M	LC	s	INS	Isla Cozumel*
		<i>Setophaga caerulescens</i>	T	R	LC	i	INS	
		<i>Setophaga palmarum</i>	MI	R	LC	i	INS	
		<i>Setophaga dominica</i>	MI	R	LC	i	INS	
	Thraupidae	<i>Coereba flaveola [caboti]</i>	R	A	LC	s	NEC-INS	Noreste de Q. Roo e I. Cozumel*
<i>Tiaris olivaceus [intermedius]</i>		R	C	LC	i	GRA	Isla Cozumel*	
<i>Spindalis zena [benedicti]</i>		R	R	LC	s	FRU-INS	Isla Cozumel* y Antillas	
Cardinalidae	<i>Piranga roseogularis [cozumelae]</i>	R	R	LC	s	INS-FRU	Isla Cozumel*	
	<i>Piranga rubra</i>	MI	R	LC	s	INS		
	<i>Habia fuscicauda</i>	R	R	LC	s	INS-FRU		
	<i>Cardinalis cardinalis [saturatus]</i>	R	R	LC	s	GRA-INS	Isla Cozumel*	
	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	MI	R	LC	d	GRA-INS		
	<i>Spiza americana</i>	T	R	LC	s	GRA		
Icteridae	<i>Passerina cyanea</i>	MI	R	LC	d	GRA-INS		
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	R	A	LC	s	CAR		
	<i>Icterus spurius</i>	MI	R	LC	s	INS-NEC		
		<i>Icterus auratus</i>	R	R	LC	s	FRU	Península de Yucatán (inc. Norte de Belice)

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Discusión

Simbología.- En residencia; “R” indica que una especie es residente permanente, “MI” migratorio de invierno, “T” transeúnte, de paso. “R MI” en el mismo recuadro indican que una población es residente y a esta se añade otra migratoria en invierno; “I*” indica que se trata de una especie introducida. En abundancia una “A” indica que esta especie es muy abundante, registrándose en más del 70% de las muestras, una “C” indica que es una especie común, registrándose entre el 69.9% y el 50.1% de las muestras, una “M” indica una especie moderadamente común, estando presente entre el 50% y el 25.1% de las muestras; una “R” indica especies raras, encontrándose en menos del 25% de las muestras. Las categorías en la NOM-059-SEMARNAT-2010 son tres, pero solo dos son representadas aquí, una “A” para especies Amenazadas y “Pr” para especies bajo Protección especial. Las categorías de peligro de la IUCN son nueve; solo dos son representadas aquí; “LC” se traduce en Preocupación menor, y “NT” como Casi amenazado; asimismo este organismo publica una tendencia poblacional acerca de las especies que refiere; una “i” indica que está incrementando, una “s” que la población permanece estable, una “d” que está disminuyendo y una “u” que no hay datos suficientes para determinar una tendencia. Para la dieta, “CAR” refiere a los carnívoros; “CAO” a los carroñeros; “INS” a los insectívoros; “GRA” a los granívoros, “FRU” a los frugívoros y “NEC” a los nectívoros. Finalmente, un “*” al lado de la distribución indica que se refiere a la subespecie, no a la especie.

Adicionalmente hay evidencia de por lo menos 3 especies se reproducen y nidifican en la UQROO-UAC las cuales son: *Chlorostilbon forficatus* (Esmeralda de Cozumel), *Nyctidromus albicollis* (Chotacabras parauque) y *Mimus gilvus* (Centzontle tropical), aunque es altamente probable que sean muchas más.

Además de los estimadores de riqueza usados, existen otras herramientas que pueden usarse para determinar qué tan completo es un inventario; Gómez de Silva & Medellín (2001) desarrollaron una serie de diez criterios para evaluar esto basándose en géneros y familias de aves que encontraron omnipresentes a escala regional o local en México. Aplicando estos criterios en la lista de especies encontrada se obtuvo lo siguiente (Tabla 2):

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Discusión

Tabla 2. Características que indican que una lista de especies de aves de “continente” en México es incompleta de acuerdo a Gómez de Silva & Medellín (2001).

Criterios	Correspondencia con la lista
1.-Le falta una de las siguientes familias o géneros: Accipitridae, Strigidae, Trochilidae, Tyrannidae, Troglodytidae, Corvidae, Parulidae, <i>Buteo</i> y <i>Empidonax</i> .	No cumple, falta Accipitridae, Strigidae, Troglodytidae, <i>Buteo</i> y <i>Empidonax</i> . Corvidae está ausente en Cozumel.
2.- Faltan especies en más de cinco de las siguientes familias: Cathartidae, Caprimulgidae, Apodidae, Picidae, Hirundinidae, Turdidae, Vireonidae, Thraupidae, Emberizidae, Cardinalidae e Icteridae.	Cumple, solo falta Emberizidae, aunque <i>T. olivaceus</i> es considerado en esta familia por la AOU.
3.- Faltan especies en más de cuatro de los siguientes géneros: <i>Accipiter</i> , <i>Falco</i> , <i>Contopus</i> , <i>Vireo</i> , <i>Vermivora</i> , <i>Dendroica</i> e <i>Icterus</i> .	Cumple, solo falta <i>Accipiter</i> , <i>Falco</i> y <i>Vermivora</i> . <i>Dendroica</i> fue fusionado con <i>Setophaga</i> de acuerdo a Lovette <i>et al.</i> , 2010 y la Clements Checklist (2014)
4.- Faltan especies insectívoras de vuelo alto.	Cumple, está presente <i>Hirundo rustica</i> y <i>Chaetura vauxi</i>
5.- Falta Cathartidae (no aplicable a sitios cuya temperatura media anual sea menor a 6°C).	Cumple, está presente <i>Coragyps atratus</i> y <i>Cathartes aura</i> .
6.- Falta Apodidae, Picidae, Hirundinidae, Vireonidae, Thraupidae, y/o Cardinalidae (no aplica a sitios cuya precipitación media anual sea menor a 500mm).	Cumple, están presentes todas estas familias.
7.- Falta Thraupidae, Cardinalidae o Icteridae (no aplica a bosques cuya temperatura media anual sea menor a 14°C y precipitación media anual menor a 1000mm).	Cumple, están presentes todas estas familias
8.- Falta Emberizidae (no aplica en bosque tropical húmedo).	<i>T. olivaceus</i> es considerado en esta familia por la AOU.
9.- Contiene menos de 35 especies.	Cumple, contiene 60 especies
10.- Contiene menos de 21 familias.	Cumple, contiene 21 familias (23 según AOU, que contempla a <i>T. olivaceus</i> en <i>Emberizidae</i> y a <i>C. flaveola</i> como <i>Incertae sedis</i> (<i>Coerebidae</i>).

A pesar de que estos criterios están hechos para ser aplicados en listas de especies de “tierra firme”, compararlos es útil para evaluar que tan completa es la lista de especies del lugar inventariado. Gómez de Silva y Medellín a su vez apuntan las posibles razones de estos vacíos en las listas en las que se encuentran:

1. El tiempo dedicado al estudio (muestreo durante solamente una época del año o insuficientes muestreos).

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Discusión

2. La metodología usada (las limitaciones que puedan tener estas como el uso de redes de niebla, que no son útiles para ciertos grupos de especies)
3. Falta de experiencia al identificar especies; o bien una combinación de estos.

Para este caso, no se considera como razón de los vacíos en las listas el tiempo dedicado al estudio, ya que estos se realizaron durante a través de casi todo el año, incluyendo la época de migración; en cuanto en la metodología usada y el hecho de la falta de Accipitridae (aves de presa diurnas, entre ellas aguilillas) y *Buteo* (aguilillas) se debe en parte a la falta de binoculares para distinguir estas aves que vuelan a gran altura y a la falta de experiencia. Una razón más responde a la falta de Troglodytidae (aves pequeñas y robustas, entre ellas matracas y saltaparedes) Strigidae (rapaces nocturnas como búhos y tecolotes) y *Empidonax* (aves insectívoras de la familia Tyrannidae). Estos taxones se encuentran presentes en Cozumel, aunque puede ser que una combinación de espacio reducido (los criterios fueron hechos para áreas de 1Km² o mayores) y perturbación de hábitat sean responsables por la falta de estos. Cabe decir que no se reportan especies de la familia *Corvidae* (Charas) en Cozumel excepto por un ejemplar de *Cyanocorax yncas* colectado por Gaumer, pero que se cree mal etiquetado. No ha habido nuevos reportes de *C. yncas* en Cozumel (Curry, 2010).

El llenado de estos vacíos puede ser ocupado por pocas especies, sin embargo existen algunas que pueden ser consideradas como “probables”; entre estas:

Familia o género	Especie probable	Justificación
Accipitridae y <i>Buteo</i>	<i>Buteo brachyurus</i> (Aguililla cola corta)	Se reporta como una especie común, usando como hábitat áreas abiertas con árboles dispersos, bordes de bosque y zonas cercanas al agua (MacKinnon, 2013).
	<i>Buteo magnirostris</i> (Aguililla caminera)	Se reporta como una especie común perchándose en los postes o árboles sin hojas a los lados de los caminos
Troglodytidae	<i>Troglodytes beani</i>	La única especie de Troglodytidae en la Isla y común en la selva baja y selva mediana (Sosa López & Mennill, 2013).

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Discusión

<i>Empidonax</i>	<i>Empidonax minimus</i> <i>E. alnorum</i> <i>E. virescens</i>	Todos son migrantes de invierno, reportados como raros en la Isla.
Strigidae	<i>Megascops guatemalae</i>	Una de las pocas especies de estrígidos residente en la isla, su presencia es probable en la UQROO-UAC.

Es importante considerar que una lista de especies depende de la taxonomía usada. Mientras que aquí es usada la Clements Checklist 6ª edición (2014), la American Ornithologist's Union, (referencia usada por Gómez de Silva & Medellín) coloca a *T. olivaceus* en la familia Emberizidae y a *C. flaveola* en su propia familia; Coerebidae.

Entre otras especies probables en la UQROO-UAC están: *Cardellina pusilla*, *Tyrannus couchii*, *Contopus cinereus*, *Bombycilla cedrorum*, *Setophaga discolor* y *Leptotila jamaicensis*. Estas se registraron muy cerca del área de la Universidad; existe gran posibilidad de observarla debido encontrarse en su área de distribución.

De los cuatro estimadores usados Bootstrap subestimó el número de especies pues arrojó un resultado menor al de la riqueza observada (59.11) y Chao 2 estuvo muy cerca de hacerlo sin embargo, el resultado (60.61) no puede ser válido de acuerdo a los criterios de Gómez de Silva y Medellín, (2001) pues estos evidencian un vacío en por lo menos 5 nichos ecológicos, lo que indica que la riqueza total debería ser (por lo menos) ≥ 65 . Jack1 es el estimador cuyo resultado se acerca más (64.58), y es además el recomendado por González Oreja *et al.*, (2010), para aves en ambientes urbanos, sin embargo, se encuentra ligeramente por abajo. No se puede decir con exactitud si Jack 2 (68.53) sobreestimó la riqueza pero si brinda un valor "optimista" de comparación. Esto nos permite saber que el total de especies es un número aproximado entre 65 hasta 69.

Cabe agregar que en términos de participación científica hay un número de obstáculos sociales y logísticos asociados con hacer investigación en hábitats urbanos, entre ellos, ganar el acceso a propiedades privadas puede ser una tarea desalentadora, especialmente para los más jóvenes que pueden no sentirse cómodos comunicando o justificando su investigación al público; en segundo, hay términos de privacidad y seguridad, mucha gente no quiere a un investigador observando con binoculares en su

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Discusión

propiedad, además, hay en general un inadecuado apoyo financiero y político a la investigación en hábitats urbanos, probablemente generado de la idea que lugares prístinos merecen mucha más atención.

La importancia de la conservación de parches de vegetación en áreas urbanas está bien documentada en países desarrollados, sin embargo poco se conoce acerca de su importancia en países neotropicales y el efecto de la urbanización en las comunidades de aves (Clergeau et al. 2001, Marzluff et al. 2001 en Bojorges Baños, 2009). Es importante orientar los esfuerzos hacia este rumbo para conocer más acerca del papel que juegan estos lugares en la conservación de la avifauna, no solo residente sino también migratoria.

La conservación y el manejo de nuestros recursos naturales debe empezar por el conocimiento de nuestro medio ambiente inmediato, la valoración de las especies nativas es de gran importancia al tomar decisiones sobre vías de desarrollo que afectan la permanencia de estas, sobre todo si se trata de especies endémicas o de distribución restringida ya que, de acuerdo a Melles, (2005) la gente que vive en lugares altamente urbanizados con poca riqueza de aves, tiene menos habilidad para valorar la naturaleza; así entre más gente está expuesta a condiciones medioambientales pobres, la desconexión con la diversidad biológica pudiera llevar a un menor apoyo popular para conservar la diversidad a niveles locales, regionales o nacionales.

Conclusión

Conclusión

La riqueza observada fue de 60 especies, la cual, de acuerdo a los estimadores usados y los nichos ecológicos faltantes puede incrementarse hasta 65-69; este número representa cerca del 35% del total de especies terrestres registradas en Cozumel en una superficie de menos del 1% del total de la Isla; se observaron 17 taxa de distribución restringida de los cuales seis se encuentran en la NOM-059-SEM-2010, dos como "Amenazadas" y cuatro bajo "Protección especial" la presencia de estas, aunque en algunos casos en baja proporción nos indica un ecosistema expuesto a cambios de origen antropogénico pero con alta resiliencia. La presencia de varias especies podría declinar en los próximos años de continuar con la elevada transformación del medio; por esto el conocimiento y la sensibilización de las personas en contacto con la avifauna será primordial para su conservación.

Bibliografía

Bibliografía

American Ornithologist's Union. (1998). *American Ornithologist's Union Checklist of North and Middle American Birds (Seventh edition)*. Recuperado el 11 de Septiembre de 2014, de sitio web de la American Ornithologist's Union: <http://checklist.aou.org/taxa/>

Arcila-Torres, E., Muñoz-Gómez, A., Uc-Huchin, W., & López-Mejía, M. (2006). *Guía del sendero interpretativo Yum Kaax de la Universidad de Quintana Roo Unidad Académica Cozumel*. México.

Asturias Ramírez, M. F. (2011). *Informe final docencia y servicio + Informe final de investigación*. Magdalena Milpas Altas, Guatemala: Informe final integrado. Facultad de ciencias químicas y farmacia. Programa de experiencias docentes con la comunidad. Universidad de San Carlos Guatemala.

Avibase. (2009, Mayo 6). *Cozumel Island*. Retrieved Agosto 21, 2013, from Avibase-Bird Checklists of the World: <http://avibase.bsc-eoc.org/checklist.jsp?region=MXqncz>

Basualdo, C. (2011). Eligiendo el mejor estimador no paramétrico para calcular riqueza en bases de datos de macroinvertebrados bentónicos. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* , 27-38.

Berlanga, H., Kennedy, J., Rich, T., Arizmendi, M., Beardmore, C., Blancher, P., et al. (2010). *Conservando a nuestras aves compartidas: La vision trinacional de Compañeros en Vuelo para la conservación de las aves terrestres*. Ithaca, NY: Cornell Lab of Ornithology.

Berlanga, H., Oliveras de Ita, A., Benítez, H., & Escobar, M. (Eds.). (2006). *Taller para la Identificación de Prioridades para la Conservación de Aves en la Red DE AICAS y ANP de México*. NABCI/CONABIO.

Berlanga, H., Rodríguez-Contreras, V., Oliveras de Ita, A., Escobar, M., Rodríguez, L., Vieyra, J., et al. (2008). *AICA 178: Isla Cozumel*. Retrieved Septiembre 8, 2012, from sitio web de AvesMx: La red de conocimiento sobre las aves en México: <http://avesmx.conabio.gob.mx/verzona?tipo=aica&id=178>

BirdLife International. (2013). *Endemic Bird Area factsheet: Cozumel Island*. Retrieved Octubre 12, 2013, from <http://www.birdlife.org/datazone/ebafactsheet.php?id=29>

Bojorges Baños, J. C. (2009). Amenazando la biodiversidad: Urbanización y sus efectos en la avifauna. *Ciencia y mar* , 39 (12), 61-65.

Bojorges-Baños, J. (2011). Riqueza de especies de aves de la microcuenca del Río Cacaluta, Oaxaca, México. *Universidad y ciencia* , 27 (1).

Bond, J. (1961). Notes on birds of Cozumel Island, Quintana Roo, Mexico. *Caribbean Journal of Science* , 1, 41-47.

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Bibliografía

Buffa, J., & Morris, C. (1999). Occurrence of four Neotropical migrants on Cozumel Island, Mexico. *Cotinga*, 11, 14-16.

Clements, J. (2014). *The Clements Checklist of the Birds of the World (6 edición)*. Ithaca, NY: Cornell University Press.

Clements, J. (2014). *The Clements Checklist of the Birds of the World (6 edition)*. Retrieved Septiembre 15, 2014, from sitio web de Cornell Lab of Ornithology:
<http://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/updates-corrections-august-2014/>

Coldwell, R. K. (2005). *EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5*. Obtenido de <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/index.html>

Coldwell, R. K., & Coddington, J. A. (1994). *Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation*. Philosophical transactions of the Royal Society.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2007). *Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del Área de Protección de Flora y Fauna Isla de Cozumel, Quintana Roo, México*. México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (n.d.). *Lista de especies presentes en: Ficha técnica AICA SE-33 Isla Cozumel*. Retrieved Septiembre 6, 2013, from sitio web de la CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad):
<http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/SE-33.html>

Coro Arizmendi, M. (2009). La crisis de los polinizadores. *Biodiversitas* (85), 1-5.

Correa Sandoval, J., & MacKinnon, B. (2011). Capítulo 4: Vertebrados terrestres, Aves. In C. Pozo, N. Armijo Canto, & S. Calmé, *Riqueza biológica de Quintana Roo, un análisis para su conservación* (pp. 252-266). El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD).

Cortés-Ramírez, G., Gordillo-Martínez, A., & Navarro-Sigüenza, A. G. (2012). Patrones biogeográficos de las aves de la Península de Yucatán. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83, 530-542.

Curry, R. L. (2010). *Highlights of Cozumel's avifauna*. Retrieved Agosto 13, 2013, from <http://www98.homepage.villanova.edu/robert.curry/Cozumel/highlights.html>

Denham, R. (1959). Cattle Egret (*Bubulcus ibis*) on Cozumel Island, Quintana Roo, Mexico. *The auk*, 76 (3).

Ek Díaz, A. (2011). Vegetación. En C. Pozo, N. Armijo Canto, & S. Calmé, *Riqueza biológica de Quintana Roo, un análisis para su conservación* (págs. 62-72). México, D.F.: El Colegio de la

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Bibliografía

- Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD).
- Enríquez-Rocha, P. L., Rangel-Salazar, J. L., & Sántiz López, E. C. (2010). *Vuelo, color y canto: Actividades ambientales para el conocimiento de las aves*. San Cristobal de las Casas, Chiapas: ECOSUR.
- Escalante Espinosa, T. (2003). ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos, ciencia y cultura, número 52 Benemérita Universidad Autónoma de Puebla* , 53-56.
- Flores, J. S., & Espejel, I. (1994). *Tipos de vegetación de la península de Yucatán. Etnoflora yucatanense*. Universidad Autónoma de Yucatán.
- Garza de León, A. (2003). *Aves de Coahuila*. Coahuila: Agisa.
- Ghersa, C. M. (2006). *Biodiversidad y ecosistemas. La naturaleza en funcionamiento*. Buenos Aires: Editorial universitaria de Buenos Aires.
- Gómez de Silva, H., & Medellín, R. (2001). Evaluating completeness of species lists for conservation and macroecology: Case–study of Mexican land birds. *Conservation Biology* , 1384–1395.
- González Oreja, J. A., De la Fuente Díaz Ordaz, A. A., Hernández Santín, L., Buzo Franco, D., & Bonache Regidor, C. (2010). Evaluación de estimadores no paramétricos de la riqueza de especies. Un ejemplo con aves en áreas verdes de la ciudad de Puebla, México. *Animal biodiversity and conservation* , 31-45.
- Griscom, L. (1926). The ornithological results of the Mason-Spindel expedition to Yucatan. Part II. Chinchorro Bank and Cozumel Island. *American Museum Novitates* , 236, 1-13.
- Hernández-Ladrón de Guevara, I., Rojas Soto, O., López Barrera, F., Puebla Olivares, F., & Diaz Castelazo, C. (2012). Dispersión de semillas por aves en un paisaje de bosque mesófilo en el centro de Veracruz, México: Su papel en la restauración pasiva. *Revista chilena de historia natural* , 85 (1), 89-100.
- Herrera Alsina, L. S. (2009). *Distribución y abundancia de aves marinas en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, con variación a variables abióticas*. Xalapa, Veracruz: Facultad de Biología, Universidad veracruzana (Tesis).
- Howell, S. (2004). An update on status of birds from Isla Cozumel, México. *Cotinga (Journal)* , 22, 15-19 Disponible en línea en: <http://www.neotropicalbirdclub.org/articles/22/mexico.pdf>.
- Howell, S. N., & Webb, S. (1995). *A guide to the birds of Mexico and northern Central America*. New York, USA: Oxford University Press.
- Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Bibliografía

Instituto Nacional de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (1996). *Guía de Aves Canoras*. México, D.F.: Coordinación de Comunicación y Participación Social del Instituto Nacional de Ecología.

Johnson, T. H., & Stattersfield, A. J. (1990). A global review of island endemic birds. *Ibis*, 132, 167-180.

King, W. B. (1981). *Endangered birds of the world The ICBP bird red data book*. Washington, D.C: Smithsonian Institution Press.

Koskimies, P. (1989). Birds as a tool in environmental monitoring. *Ann. Zool. Fennici*, 153-166.

Lapergola, J. B., Marina Hipolito, J. G., Martínez-Gómez, J. E., & Curry, R. L. (2012). First Description of the Nest and Eggs of the Island-Endemic Cozumel Vireo, *Vireo bairdi*. *The Wilson Journal of Ornithology*, 124 (4), 743-749.

Leitner, W., & Tuner, W. (2001). Measurement and analysis of biodiversity. *Encyclopedia of biodiversity*, 123-144.

Lepage, D. (2012). *Avibase- La Base de Datos de Aves del Mundo*. Recuperado el 2 de Diciembre de 2012, de <http://avibase.bsc-eoc.org/avibase.jsp?lang=ES>

Llamosa Neumann, E. (2011). *Aves comunes de la Península de Yucatán*. Mérida: Editorial Dante S.A. de C.V.

Londoño Zapata, C. F., Ramírez González, G., Arias García, J. C., Posada García, J. A., Sierra Arango, O. R., Corbacho Ochoa, M., et al. (2006). *Avifauna de la Universidad de Antioquía: aves y pájaros de la ciudad universitaria*. Antioquía, Colombia: Universidad de Antioquía.

Lovette, I., Pérez Emán, J., Sullivan, J., Banks, R., Fiorentino, I., Córdova Córdoba, S., et al. (2010). A comprehensive multilocus phylogeny for the wood-warblers and a revised classification of the Parulidae (Aves). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 57, 753-770.

MacGregor Fors, I. (2005). Listado ornitológico del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Jalisco, México: un espacio suburbano. *Huitzil*, 6 (1), 1-6.

MacKinnon, B. (2005a). *Aves y reservas de la península de Yucatán*. Amigos de Sian, Ka'an A.C.

MacKinnon, B. (2005b). *Plantas costeras que conservan las playas y alimentan a las aves*. Publicados por amigos de Sian Ka'an.

MacKinnon, B. (2013). *Sal a pajarear Yucatán [Guía de aves]*. México: La vaca independiente.

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Bibliografía

Macouzet, T., & Escalante Pliego, P. (1997). *Avifauna de la Isla de Cozumel, Quintana Roo, México*. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Informe final SNIB-CONABIO. Proyecto No. B010.

Macouzet, T., & Escalante-Pliego, P. (2000). First record of Louisiana Waterthrush (*Seiurus motacilla*) from Cozumel Island, Quintana Roo, Mexico. *Ornitología Neotropical*, 11, 183-184.

Macouzet, T., & Escalante-Pliego, P. (2013). Nuevos registros de aves para la Isla Cozumel encontrados en colecciones científicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84 (1), 392-396.

Magurran, A. (2004). *Measuring biological diversity*. Blackwell, Maiden.

Marín Gómez, O. H. (2005). Avifauna del campus de la Universidad del Quindío. *Boletín SAO*, 15 (2), 42-60.

Melles, S. (2005). Urban bird diversity as an indicator of human social diversity and economic inequality in Vancouver, British Columbia. *Urban habitats*, 3 (1), 25-48.

Miranda, F. (1959). La vegetación de la península yucateca. In *Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento*. (pp. 215-271). I.Me.R.N.A.R.

Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa.

Navarro Sigüenza, A., Rebón Gallardo, F., Gordillo Martínez, A., Peterson, T., Berlanga García, H., & Sánchez González, L. (2013). Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* (85), 476-495.

North American Bird Conservancy Initiative. (n.d.). *Bird Conservation Regions*. Retrieved Octubre 12, 2013, from <http://www.nabci-us.org/bcrs.htm>

Orellana, R., Nava, F., & Espadas, C. (2007). El clima de Cozumel y la Riviera maya. In L. M. Mejía-Ortiz (Ed.), *Biodiversidad acuática de la Isla de Cozumel* (pp. 23-32). México, D.F.: Universidad de Quintana Roo Plaza y Valdés.

Palmer, M. W. (1990). The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology*, 1195-1198.

Parra Casanova, L. G. (2010). El monitoreo de aves como estrategia para la educación en valores. *El canto del Centzontle. Revista de la Sociedad Mexicana de Ornitología*, 1 (2), 204-207.

Paynter, R. (1955). The ornithogeography of the Yucatan Peninsula. *Bulletin of the Peabody Museum*, 9, 1-347.

Peterson, R. T., & Chalif, E. (1989). *Aves de México*. México, D.F.: Editorial Diana.

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Bibliografía

Pineda-López, R. (2011). Aves acuáticas urbanas y extraurbanas en Querétaro, México. *El canto del centzonte* , 2 (1), 87-103.

Plasencia-Vázquez, A. H., & Escalona-Segura, G. (2012). Nuevo registro del loro frente blanca (Amazona albifrons) para la Isla de Cozumel, Quintana Roo, Mexico. *Huitzil* , 13 (1), 43-46.

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

Ramírez Albores, J. (2008). Comunidad de aves de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza campus II, UNAM, Ciudad de México. *Huitzil. Revista de Ornitología Mexicana* , 12-19.

Ridgway, R. (1885a). Catalogue of a Collection of birds made on the Island Cozumel, Yucatan, by the naturalists of the Fish Commission Steamer Albatross, Capt. Z. L. Tanner, Commander. *Proceedings of the U. S. National* , 8, 185-194.

Ridgway, R. (1885b). Description of a new hawk from Cozumel. *Proceedings of National Museum* , 8, 95-95.

Ridgway, R. (1885c). Description of new species of birds from Cozumel Island, Yucatan. *Proceedings of the Biological Society of Washington* , 3, 21-24.

Ruíz Santos, L. (2010). *Composición de la avifauna en la selva baja caducifolia de Santa María Colotepec, Oaxaca*. Puerto Escondido Oaxaca México.: Tesis de licenciatura. Universidad del Mar.

Sada, A. M. (1989). Bridled Terns (*Sterna anaethetus*) on Cozumel, Quintana Roo. *Aves mexicanas* , 89, 2-3.

Sada, A. M. (1989). Glossy Ibis (*Plegadis falcinellus*) on Cozumel island, Quintana. *Aves mexicanas* , 89, 1.

Sada, A. M. (1988). Glossy ibis photographed on Cozumel island, June 4 and 5, 1988. *Aves mexicanas* , 89, 1.

Salvin, O. (1888, 1889, 1890). A list of the birds of the islands of the cost of Yucatan and of the Bay of Honduras. *Ibis* 30(2):241-265, 31(3):359-379, 32(1):84-95.

Salvin, O. (1885). On a Collection of Birds from the Island of Cozumel. *IBIS* , 27, 185-194.

Santaella, L., & Sada, A. M. (1992). A Cory's Shearwater off Isla Cozumel, Mexico. *Ephonia* , 1, 17-18.

Santaella, L., & Sada, A. M. (1993). A visit to Cozumel, Mexico's migratory Warbler hotspot. *Ephonia* , 3.

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Bibliografía

- Sarkar, S. (2002). Definig "biodiversity" assesing biodiversity. *The monist* , 131- 155.
- Selem Salas, C. I., Sosa Escalante, J., & Hernández Betancourt, S. (2004). Aves y mamíferos. En F. Bautista Zúñiga, *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales*. (págs. 269-302). México: Editado por la Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma de Yucatán, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y el Instituto Nacional de Ecología.
- Sosa López, R., & Mennill, D. (2013). Vocal behaviour of the island-endemic Cozumel Wren (Troglodytes aedon beani): Song structure, repertoires, and song sharing. *J. Ornithol* , 155, 337-346.
- Tashian, R. (1956). The prothonotary and Kentucky warblers on Cozumel Island, Quintana Roo, Mexico. *Wilson Bull* , 73.
- Téllez Valdez, O., Cabrera Cano, E. F., Linares Mazari, E., & Bye, R. (1989). *Las plantas de Cozumel*. Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México.
- Temple, S. A. (1985). Why endemic island bird are so vulnerable to extinction? *Bird Conservation* , 3-6.
- Vázquez-Miranda, H., Navarro-Sigüenza, G., & Morrone, J. (2007). Biogeographical patterns of the avifaunas of the Caribbean Basin Islands: a parsimony perspective. *Cladistics* , 23, 180-200.
- Villa-Bonilla, B., Rojas-Soto, O. R., Colodner-Chamudis, A. G., & Tejeda-Cruz, C. (2008). Inventarios municipales de avifauna y su aplicación a la conservación: El caso de Zacapoaxtla, Puebla, México. *Ornitología Neotropical* , 19, 531-551.
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., y otros. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Bogotá, Colombia: Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Wurl, J., Frausto Martínez, O., Giese, S., & Chalé, G. (2003). Análisis geoquímico de suelos en la Isla Cozumel, Quintana Roo. *GEOS: Boletín Informativo de la Unión Geofísica Mexicana, A.C* , 23 (2), 126.

Anexos

Anexo 1. Base de datos de los monitoreos. Una x sobre la celda indica la presencia de dicha especie en el día correspondiente. El símbolo de ☉ arriba de la fecha indica un monitoreo hecho por la mañana, un ☾ indica un monitoreo hecho por la tarde.

Especies/ Fecha	☉ 09-feb-12	☉ 09-mar-12	☉ 16-mar-12	☉ 22-mar-12	☾ 18-abr-12	☾ 25-abr-12	☾ 02-may-12	☉ 05-may-12	☉ 02-jun-12	☉ 03-jun-12	☾ 09-jun-12	☾ 10-jun-12	☾ 07-sep-12	☾ 11-sep-12	☾ 26-oct-12	☾ 20-nov-12	☾ 20-feb-13	☾ 22-abr-13	☾ 01-jun-13	☉ 08-jul-13	☉ 10-ago-13	☾ 12-sep-13	☾ 23-sep-13	☾ 30-sep-13	☾ 10-oct-13	☉ 09-01-14
<i>Quiscalus mexicanus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Mimus gilvus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Zenaidia macroura</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Melanoptila glaberrima</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Mniotilta varia</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Setophaga magna</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Setophaga ruticilla</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Vireo bairdi</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Coragyps atratus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Chlorostilbon fortitatus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Coereba flaveola [caboti]</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Poliophtila caerulea [cozumelae]</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Melanerpes pygmaeus [pygmaeus]</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Patagioenas leucocephala</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Vireo magister</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Anthracoceros alaudinus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Columbiga talpacoti</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Setophaga dominica</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cyclarhis gujanensis [insularis]</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Tyrannus melancholicus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Tiaris olivacea [intermedius]</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Seiurus aurocapilla</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Dumetella carolinensis</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Setophaga petechia [rufivertex]</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Chaetura vauxi</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Melospiza undulatus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Ardea alba</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Piranga roseogularis [cozumelae]</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Setophaga caerulescens</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Hirundo rustica</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Setophaga fusca</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cathartes aura</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Tringa solitaria</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Elaenia martinica</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Coccyzus minor</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Spiza americana</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Tyto alba</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Leptotila verreauxi</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Nyctidorus albigularis</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Setophaga citrina</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Columba livia [domestica]</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Habia fuscicauda</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Piranga rubra</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Setophaga americana</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Geothlypis formosus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Setophaga palmarum</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cardinalis cardinalis [saturatus]</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Streptopelia decaocto</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Amazona albifrons</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Spindalis zena [benedicti]</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Contopus virens [confer]</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Anexos

Anexo 3. Lista de aves presentes en Cozumel según Avibase (2009).

En amarillo especies acuáticas (dulceacuícolas y marinas); en azul especies acuáticas presentes en la UQROO-UAC; en verde, especies terrestres presentes en la UQROO-UAC.

De izquierda a derecha: Nombre en inglés, Nombre científico, Nombre en español, Presencia relativa en Cozumel y categoría de riesgo de acuerdo a Threatened Birds of the World.

ANSERIFORMES: Anatidae			
Black-bellied Whistling-Duck	<i>Dendrocyana autumnalis</i>	Suirirí Piquirrojo	
American Wigeon	<i>Anas americana</i>	Silbón Americano	Raras/Accidentales
Blue-winged Teal	<i>Anas discors</i>	Cerceta Aliazul	Raras/Accidentales
Northern Shoveler	<i>Anas clypeata</i>	Cuchara Común	
Northern Pintail	<i>Anas acuta</i>	Ánade Rabudo	
Ring-necked Duck	<i>Aythya collaris</i>	Porrón Acollarado	
Lesser Scaup	<i>Aythya affinis</i>	Porrón Bola	
Hooded Merganser	<i>Lophodytes cucullatus</i>	Serreta Capuchona	
Red-breasted Merganser	<i>Mergus serrator</i>	Serreta Mediana	Raras/Accidentales
Masked Duck	<i>Nomonyx dominicus</i>	Malvasía Enmascarada	Raras/Accidentales
GALLIFORMES: Cracidae			
Crested Guan	<i>Penelope purpurascens</i>	Pava Cojolita	
Great Curassow	<i>Crax rubra</i>	Pavón Norteño	Raras/Accidentales Vulnerable
PODICIPEDIFORMES: Podicipedidae			
Least Grebe	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zampullín Macacito	
Pied-billed Grebe	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zampullín Picogrueso	

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Anexos

PHOENICOPTERIFORMES: Phoenicopteridae			
American Flamingo	<i>Phoenicopterus ruber</i>	Flamenco	
PROCELLARIIFORMES: Procellariidae			
Audubon's Shearwater	<i>Puffinus lherminieri</i>	Pardela Garrapatera	
PHAETHONTIFORMES: Phaethontidae			
White-tailed Tropicbird	<i>Phaethon lepturus</i>	Rabijunco Menor	
SULIFORMES: Fregatidae			
Magnificent Frigatebird	<i>Fregata magnificens</i>	Rabihorcado Magnífico	
SULIFORMES: Sulidae			
Brown Booby	<i>Sula leucogaster</i>	Piquero Pardo	
SULIFORMES: Phalacrocoracidae			
Neotropic Cormorant	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán Biguá	
Double-crested Cormorant	<i>Phalacrocorax auritus</i>	Cormorán Orejudo	
SULIFORMES: Anhingidae			
Anhinga	<i>Anhinga anhinga</i>	Anhinga Americana	Raras/Accidentales
PELECANIFORMES: Pelecanidae			
American White Pelican	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelícano Norteamericano	

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Anexos

Brown Pelican	<u>Pelecanus occidentalis</u>	Pelícano Pardo	Raras/Accidentales
PELECANIFORMES: Ardeidae			
Least Bittern	<u>Ixobrychus exilis</u>	Avetorillo Panamericano	
Great Blue Heron	<u>Ardea herodias</u>	Garza Azulada	
Great Egret	<u>Ardea alba</u>	Garceta Grande	
Snowy Egret	<u>Egretta thula</u>	Garceta Nívea	
Little Blue Heron	<u>Egretta caerulea</u>	Garceta Azul	Raras/Accidentales
Tricolored Heron	<u>Egretta tricolor</u>	Garceta Tricolor	
Reddish Egret	<u>Egretta rufescens</u>	Garceta Rojiza	Raras/Accidentales Casi amenazada
Cattle Egret	<u>Bubulcus ibis</u>	Garcilla Bueyera	Raras/Accidentales
Green Heron	<u>Butorides virescens</u>	Garcita verdosau	
Black-crowned Night-Heron	<u>Nycticorax nycticorax</u>	Martinete Común	
Yellow-crowned Night-Heron	<u>Nyctanassa violacea</u>	Martinete Coronado	
Boat-billed Heron	<u>Cochlearius cochlearius</u>	Martinete Cucharón	Raras/Accidentales
PELECANIFORMES: Threskiornithidae			
White Ibis	<u>Eudocimus albus</u>	Corocoro Blanco	
Glossy Ibis	<u>Plegadis falcinellus</u>	Morito Común	
White-faced Ibis	<u>Plegadis chihi</u>	Morito Cariblanco	

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Anexos

Roseate Spoonbill	<i>Platalea ajaja</i>	Espátula Rosada	
ACCIPITRIFORMES: Cathartidae			
Black Vulture	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Negro	
Turkey Vulture	<i>Cathartes aura</i>	Aura Gallipavo	
ACCIPITRIFORMES: Pandionidae			
Osprey	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila Pescadora	
ACCIPITRIFORMES: Accipitridae			
Hook-billed Kite	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Milano Picogarfio	
Swallow-tailed Kite	<i>Elanoides forficatus</i>	Elanio Tijereta	
Snail Kite	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Caracolero Común	Raras/Accidentales
Common Black-Hawk	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Cangrejero Negro	
Roadside Hawk	<i>Rupornis magnirostris</i>	Busardo Caminero	
Short-tailed Hawk	<i>Buteo brachyurus</i>	Busardo Colicorto	
GRUIFORMES: Rallidae			
Ruddy Crake	<i>Laterallus ruber</i>	Polluela Rojiza	
Virginia Rail	<i>Rallus limicola</i>	Rascón de Virginia	Raras/Accidentales
Sora	<i>Porzana carolina</i>	Polluela Sora	
Purple Gallinule	<i>Porphyrio martinicus</i>	Calamoncillo Americano	
Common Gallinule	<i>Gallinula galeata</i>	Tagüita del norte	

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Anexos

American Coot	<i>Fulica americana</i>	Focha Americana	
CHARADRIIFORMES: Recurvirostridae			
Black-necked Stilt	<i>Himantopus mexicanus</i>		Raras/Accidentales
American Avocet	<i>Recurvirostra americana</i>	Avoceta Americana	Raras/Accidentales
CHARADRIIFORMES: Haematopodidae			
American Oystercatcher	<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero Pío Americano	
CHARADRIIFORMES: Charadriidae			
Black-bellied Plover	<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlito Gris	
Snowy Plover	<i>Charadrius nivosus</i>	Chorlito Blanco	
Wilson's Plover	<i>Charadrius wilsonia</i>	Chorlito Piquigrueso	
Semipalmated Plover	<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlito Semipalmeado	
Killdeer	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlito Culirrojo	
CHARADRIIFORMES: Jacanidae			
Northern Jacana	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana Centroamericana	
CHARADRIIFORMES: Scolopacidae			
Spotted Sandpiper	<i>Actitis macularia</i>	Andarríos Maculado	Raras/Accidentales
Solitary Sandpiper	<i>Tringa solitaria</i>	Andarríos Solitario	Raras/Accidentales

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Anexos

Greater Yellowlegs	<i>Tringa melanoleuca</i>	Archibebe Patigualdo Grande	
Willet	<i>Tringa semipalmata</i>	Playero Aliblanco	
Lesser Yellowlegs	<i>Tringa flavipes</i>	Archibebe Patigualdo Chico	
Ruddy Turnstone	<i>Arenaria interpres</i>	Vuelvepiedras Común	
Red Knot	<i>Calidris canutus</i>	Correlimos Gordo	
Sanderling	<i>Calidris alba</i>	Correlimos Tridáctilo	
Least Sandpiper	<i>Calidris minutilla</i>	Correlimos Menudillo	
White-rumped Sandpiper	<i>Calidris fuscicollis</i>	Correlimos Culiblanco	
Pectoral Sandpiper	<i>Calidris melanotos</i>	Correlimos Pectoral	
Western Sandpiper	<i>Calidris mauri</i>	Correlimos de Alaska	
Short-billed Dowitcher	<i>Limnodromus griseus</i>	Agujeta Gris	
Wilson's Snipe	<i>Gallinago delicata</i>	Becasina	
CHARADRIIFORMES: Stercorariidae			
Pomarine Jaeger	<i>Stercorarius pomarinus</i>	Págalo Pomarino	Raras/Accidentales
Parasitic Jaeger	<i>Stercorarius parasiticus</i>	Págalo Parásito	Raras/Accidentales
CHARADRIIFORMES: Laridae			
Laughing Gull	<i>Leucophaeus atricilla</i>	Gaviota Guanaguanare	
California Gull	<i>Larus californicus</i>	Gaviota Californiana	

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Anexos

Herring Gull	<u>Larus argentatus</u>	Gaviota Argétea	
Brown Noddy	<u>Anous stolidus</u>	Tiñosa Boba	Raras/Accidentales
Sooty Tern	<u>Onychoprion fuscatus</u>	Charrán Sombrió	
Bridled Tern	<u>Onychoprion anaethetus</u>	Charrán Embridado	
Least Tern	<u>Sternula antillarum</u>	Charrancito Americano	Raras/Accidentales
Caspian Tern	<u>Hydroprogne caspia</u>	Pagaza Piquirroja	
Roseate Tern	<u>Sterna dougallii</u>	Charrán Rosado	
Common Tern	<u>Sterna hirundo</u>	Charrán Común	
Royal Tern	<u>Thalasseus maximus</u>	Charrán Real	
Sandwich Tern	<u>Thalasseus sandvicensis</u>	Charrán Patinegro	
Black Skimmer	<u>Rynchops niger</u>	Rayador Americano	Raras/Accidentales
COLUMBIFORMES: Columbidae			
Rock Pigeon	<u>Columba livia</u>	Paloma Bravía	
White-crowned Pigeon	<u>Patagioenas leucocephala</u>	Paloma Coronita	Casi amenazada
Eurasian Collared-Dove	<u>Streptopelia decaocto</u>	Tórtola Turca	Raras/Accidentales
African Collared-Dove	<u>Streptopelia roseogrisea</u>	Tórtola Rosigrís	Raras/Accidentales
White-winged Dove	<u>Zenaida asiatica</u>	Zenaida Aliblanca	Raras/Accidentales

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Anexos

Zenaida Dove	<i>Zenaida aurita</i>	Zenaida Caribeña	
Mourning Dove	<i>Zenaida macroura</i>	Zenaida Huilota	
Common Ground-Dove	<i>Columbina passerina</i>	Columbina Común	
Ruddy Ground-Dove	<i>Columbina talpacoti</i>	Columbina Colorada	
Blue Ground-Dove	<i>Claravis pretiosa</i>	Tortolita Azulada	Raras/Accidentales
White-tipped Dove	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma Montaraz Común	
Caribbean Dove	<i>Leptotila jamaicensis</i>	Paloma Montaraz Jamaicana	
CUCULIFORMES: Cuculidae			
Yellow-billed Cuckoo	<i>Coccyzus americanus</i>	Cuclillo Piquigualdo	Raras/Accidentales
Mangrove Cuckoo	<i>Coccyzus minor</i>	Cuclillo de Manglar	Raras/Accidentales
Smooth-billed Ani	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero Aní	
Groove-billed Ani	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Asurcado	
STRIGIFORMES: Tytonidae			
Barn Owl	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de Campanario Común	
STRIGIFORMES: Strigidae			
Vermiculated Screech-Owl	<i>Megascops guatemalae</i>		
Stygian Owl	<i>Asio stygius</i>	Búho Negruzco	
CAPRIMULGIFORMES: Caprimulgidae			

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Anexos

Lesser Nighthawk	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Añapero Garrapena	
Common Nighthawk	<i>Chordeiles minor</i>	Añapero Yanqui	
Common Pauraque	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras Pauraque	
Yucatan Poorwill	<i>Nyctiphrynus yucatanicus</i>	Chotacabras Yucateco	
Yucatan Nightjar	<i>Antrostomus badius</i>	Chotacabras Guatemalteco	
CAPRIMULGIFORMES: Nyctibiidae			
Northern Potoo	<i>Nyctibius jamaicensis</i>	Nictibio Jamaicano	
APODIFORMES: Apodidae			
Chimney Swift	<i>Chaetura pelagica</i>	Vencejo de Chimenea	Casi amenazada
Vaux's Swift	<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo común	
APODIFORMES: Trochilidae			
Green-breasted Mango	<i>Anthracothonax prevostii</i>	Mango Pechiverde	
Cozumel Emerald	<i>Chlorostilbon forficatus</i>	esmeralda de Cozumel	Endémico
TROGONIFORMES: Trogonidae			
Black-headed Trogon	<i>Trogon melanocephalus</i>	Trogón Cabecinegro	Raras/Accidentales
CORACIIFORMES: Alcedinidae			

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Anexos

Belted Kingfisher	<i>Megaceryle alcyon</i>	Martín Gigante Norteamericano	Raras/Accidentales
American Pygmy Kingfisher	<i>Chloroceryle aenea</i>	Martín Pescador Enano	
PICIFORMES: Picidae			
Yucatan Woodpecker	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero Yucateco	
Golden-fronted Woodpecker	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Frentidorado	
Yellow-bellied Sapsucker	<i>Sphyrapicus varius</i>	Chupasavia Norteño	
Ladder-backed Woodpecker	<i>Picooides scalaris</i>	Pico Mexicano	Raras/Accidentales
FALCONIFORMES: Falconidae			
American Kestrel	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	
Merlin	<i>Falco columbarius</i>	Esmerejón	Raras/Accidentales
Bat Falcon	<i>Falco ruficularis</i>	Halcón Murcielaguero	
Peregrine Falcon	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	
PSITTACIFORMES: Psittacidae			
White-fronted Parrot	<i>Amazona albifrons</i>	Amazona Frentialba	
Yellow-lored Parrot	<i>Amazona xantholora</i>	Amazona Yucateca	
PASSERIFORMES: Tyrannidae			

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Anexos

Northern Beardless-Tyrannulet	<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquerito Imberbe	
Greenish Elaenia	<i>Myiopaqis viridicata</i>	Fiofio Verdoso	Raras/Accidentales
Caribbean Elaenia	<i>Elaenia martinica</i>	Fiofio Caribeño	
Eastern Wood-Pewee	<i>Contopus virens</i>	Pibí Oriental	
Tropical Pewee	<i>Contopus cinereus</i>	Pibí Tropical	Raras/Accidentales
Acadian Flycatcher	<i>Empidonax virescens</i>	Mosquero Verdoso	Raras/Accidentales
Alder Flycatcher	<i>Empidonax alnorum</i>	Mosquero Alisero	Raras/Accidentales
Least Flycatcher	<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero Mínimo	Raras/Accidentales
Bright-rumped Attila	<i>Attila spadiceus</i>	Attila Polimorfo	
Yucatan Flycatcher	<i>Myiarchus yucatanensis</i>	Copetón Yucateco	Raras/Accidentales
Dusky-capped Flycatcher	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Copetón Capirotado	
Great Crested Flycatcher	<i>Myiarchus crinitus</i>	Copetón Viajero	Raras/Accidentales
Brown-crested Flycatcher	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetón Tiranillo	
Great Kiskadee	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo Común	Raras/Accidentales
Tropical Kingbird	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Melancólico	
Couch's Kingbird	<i>Tyrannus couchii</i>	Tirano Silbador	
Eastern Kingbird	<i>Tyrannus tyrannus</i>	Tirano Oriental	

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Anexos

Gray Kingbird	<i>Tyrannus dominicensis</i>	Tirano Dominicano	
Scissor-tailed Flycatcher	<i>Tyrannus forficatus</i>	Tijereta Rosada	Raras/Accidentales
PASSERIFORMES: Tityridae			
Gray-collared Becard	<i>Pachyramphus major</i>	Anambé Mexicano	Raras/Accidentales
Rose-throated Becard	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Anambé Degollado	
PASSERIFORMES: Vireonidae			
White-eyed Vireo	<i>Vireo griseus</i>	Vireo Ojiblanco	Raras/Accidentales
Cozumel Vireo	<i>Vireo bairdi</i>	Vireo de Cozumel	Endémico
Yellow- throated Vireo	<i>Vireo flavifrons</i>	Vireo Gorjiamarillo	
Warbling Vireo	<i>Vireo gilvus</i>	Vireo Gorjeador	
Philadelphia Vireo	<i>Vireo philadelphicus</i>	Vireo de Filadelfia	
Red-eyed Vireo	<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo Chiví	
Yellow-green Vireo	<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo Verdiamarillo	
Yucatan Vireo	<i>Vireo magister</i>	Vireo Yucateco	
Rufous- browed Peppershrike	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón Cejirrufo	
PASSERIFORMES: Hirundinidae			
Northern Rough- winged Swallow	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina Aserrada	

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Anexos

Purple Martin	<i>Progne subis</i>	Golondrina Purpúrea	Raras/Accidentales
Sinaloa Martin	<i>Progne sinaloae</i>	Golondrina Sinaloense	Raras/Accidentales Vulnerable
Gray-breasted Martin	<i>Progne chalybea</i>	Golondrina Pechigrís	
Tree Swallow	<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina Bicolor	Raras/Accidentales
Mangrove Swallow	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina de Manglar	
Bank Swallow	<i>Riparia riparia</i>	Avión Zapador	
Barn Swallow	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Común	
Cliff Swallow	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina Risquera	
PASSERIFORMES: Troglodytidae			
House Wren	<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	
PASSERIFORMES: Polioptilidae			
Blue-gray Gnatcatcher	<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita Grisilla	
PASSERIFORMES: Turdidae			
Eastern Bluebird	<i>Sialia sialis</i>	Azulejo Oriental	Raras/Accidentales
Veery	<i>Catharus fuscescens</i>	Zorzalito Rojizo	Raras/Accidentales
Gray-cheeked Thrush	<i>Catharus minimus</i>	Zorzalito Carigrís	Raras/Accidentales
Swainson's Thrush	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzalito de Swainson	
Wood Thrush	<i>Hylocichla mustelina</i>	Zorzalito Maculado	Raras/Accidentales
American Robin	<i>Turdus migratorius</i>	Zorzal Robín	

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Anexos

PASSERIFORMES: Mimidae			
Black Catbird	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	Pájaro-gato Negro	Casi amenazada
Gray Catbird	<i>Dumetella carolinensis</i>	Pájaro-gato Gris	Raras/Accidentales
Cozumel Thrasher	<i>Toxostoma guttatum</i>	Cuitlacoche de Cozumel	Endémico En peligro crítico
Tropical Mockingbird	<i>Mimus gilvus</i>	Sinsonte Tropical	
PASSERIFORMES: Sturnidae			
European Starling	<i>Sturnus vulgaris</i>	Estornino Pinto	Raras/Accidentales
PASSERIFORMES: Bombycillidae			
Cedar Waxwing	<i>Bombycilla cedrorum</i>	Ampelis Americano	
PASSERIFORMES: Parulidae			
Ovenbird	<i>Seiurus aurocapilla</i>	Reinita Hornera	
Worm-eating Warbler	<i>Helmitheros vermivorum</i>	Reinita Gusanera	
Louisiana Waterthrush	<i>Parkesia motacilla</i>	Reinita Charquera de Luisiana	
Northern Waterthrush	<i>Parkesia noveboracensis</i>	Reinita Charquera Norteña	Raras/Accidentales
Blue-winged Warbler	<i>Vermivora cyanoptera</i>	Reinita Aliazul	Raras/Accidentales
Golden-winged Warbler	<i>Vermivora chrysoptera</i>	Reinita Alidorada	Casi amenazada

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Anexos

Black-and-white Warbler	<i>Mniotilta varia</i>	Reinita Trepadora	
Prothonotary Warbler	<i>Protonotaria citrea</i>	Reinita Protonotaria	Raras/Accidentales
Swainson's Warbler	<i>Limnothlypis swainsonii</i>	Reinita de Swainson	Raras/Accidentales
Tennessee Warbler	<i>Oreothlypis peregrina</i>	Reinita de Tennessee	Raras/Accidentales
Orange-crowned Warbler	<i>Oreothlypis celata</i>	Reinita Coroninaranja	Raras/Accidentales
Nashville Warbler	<i>Oreothlypis ruficapilla</i>	Reinita de Nashville	Raras/Accidentales
Gray-crowned Yellowthroat	<i>Geothlypis poliocephala</i>	Mascarita Coronigrís	
Mourning Warbler	<i>Geothlypis philadelphia</i>	Reinita Plañidera	Raras/Accidentales
Kentucky Warbler	<i>Geothlypis formosa</i>	Reinita de Kentucky	Raras/Accidentales
Common Yellowthroat	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita Común	
Hooded Warbler	<i>Setophaga citrina</i>	Reinita Encapuchada	
American Redstart	<i>Setophaga ruticilla</i>	Candelita Norteña	
Cape May Warbler	<i>Setophaga tigrina</i>	Reinita Atigrada	
Northern Parula	<i>Setophaga americana</i>	Parula Norteña	Raras/Accidentales
Magnolia Warbler	<i>Setophaga magnolia</i>	Reinita de Magnolia	
Bay-breasted Warbler	<i>Setophaga castanea</i>	Reinita Castaña	Raras/Accidentales
Blackburnian Warbler	<i>Setophaga fusca</i>	Reinita Gorjinaranja	

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Anexos

Yellow Warbler	<i>Setophaga petechia</i>	Reinita de Manglar	
Chestnut-sided Warbler	<i>Setophaga pensylvanica</i>	Reinita de Pensilvania	Raras/Accidentales
Blackpoll Warbler	<i>Setophaga striata</i>	Reinita Estriada	
Black-throated Blue Warbler	<i>Setophaga caerulescens</i>	Reinita Azulada	Raras/Accidentales
Palm Warbler	<i>Setophaga palmarum</i>	Reinita Palmera	Raras/Accidentales
Pine Warbler	<i>Setophaga pinus</i>	Reinita del Pinar	Raras/Accidentales
Yellow-rumped Warbler	<i>Setophaga coronata</i>	Reinita Coronada	
Yellow-throated Warbler	<i>Setophaga dominica</i>	Reinita Gorjiamarilla	Raras/Accidentales
Prairie Warbler	<i>Setophaga discolor</i>	Reinita Galana	Raras/Accidentales
Black-throated Gray Warbler	<i>Setophaga nigrescens</i>	Reinita Gris	
Black-throated Green Warbler	<i>Setophaga virens</i>	Reinita Dorsiverde	Raras/Accidentales
Canada Warbler	<i>Cardellina canadensis</i>	Reinita Canadiense	Raras/Accidentales
Wilson's Warbler	<i>Cardellina pusilla</i>	Reinita de Wilson	Raras/Accidentales
Yellow-breasted Chat	<i>Icteria virens</i>	Reinita Grande	Raras/Accidentales
PASSERIFORMES: Thraupidae			
Red-legged Honeycreeper	<i>Cyanerpes cyaneus</i>	Mielerito Patirrojo	
Blue-black Grassquit	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero Volatinero	Raras/Accidentales

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Anexos

White-collared Seedeater	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero Cuelliblanco	Raras/Accidentales
Bananaquit	<i>Coereba flaveola</i>	Platanero	
Yellow-faced Grassquit	<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero Tomeguín	
Western Spindalis	<i>Spindalis zena</i>	Cigua Cubana	
PASSERIFORMES: Emberizidae			
Clay-colored Sparrow	<i>Spizella pallida</i>	Chingolo Pálido	Raras/Accidentales
Grasshopper Sparrow	<i>Ammodramus savannarum</i>	Chingolo Saltamontes	
Lincoln's Sparrow	<i>Melospiza lincolni</i>	Chingolo de Lincoln	Raras/Accidentales
PASSERIFORMES: Cardinalidae			
Rose-throated Tanager	<i>Piranga roseogularis</i>	Piranga Yucateca	Raras/Accidentales
Summer Tanager	<i>Piranga rubra</i>	Piranga Roja	Raras/Accidentales
Scarlet Tanager	<i>Piranga olivacea</i>	Piranga Escarlata	
Red-throated Ant-Tanager	<i>Habia fuscicauda</i>	Habia Gorjirroja	Raras/Accidentales
Northern Cardinal	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal Norteño	
Rose-breasted Grosbeak	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogrueso Pechirrosado	
Blue Grosbeak	<i>Passerina caerulea</i>	Azulillo Grande	
Indigo Bunting	<i>Passerina cyanea</i>	Azulillo Índigo	

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación

Anexos

Painted Bunting	<i>Passerina ciris</i>	Azulillo Sietecolores	Casi amenazada
PASSERIFORMES: Icteridae			
Melodious Blackbird	<i>Dives dives</i>	Zanate Cantor	
Great-tailed Grackle	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mexicano	
Bronzed Cowbird	<i>Molothrus aeneus</i>	Vaquero de Ojos Rojos	
Brown-headed Cowbird	<i>Molothrus ater</i>	Tordo Cabecipardo	Raras/Accidentales
Orchard Oriole	<i>Icterus spurius</i>	Turpial de los Huertos	
Hooded Oriole	<i>Icterus cucullatus</i>	Turpial Enmascarado	Raras/Accidentales
Baltimore Oriole	<i>Icterus galbula</i>	Turpial de Baltimore	
PASSERIFORMES: Fringillidae			
Lesser Goldfinch	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero Menor	

Evaluación de una comunidad de aves de Cozumel con estimadores no paramétricos: estructura e importancia para su conservación