



Reporte de 6 años

2010 - 2015

PROYECTO DE MONITOREO DE AVES ACUÁTICAS DENTRO DEL PARQUE NACIONAL TORTUGUERO.

PRODUCIDO POR:

EDWIN VACA – Co-investigador encargado de Proyecto de Aves - 2015 – Presente

EN COLABORACION CON:

INVESTIGADORA Y GERENTE DE LA BASE: Alejandra Carvallo C.

CO-INVESTIGADORA Y COORDINADORA CIENTIFICA: Ana Miguel B.

CO-INVESTIGADORA Y DIRECTORA GVI COSTA RICA: Cynthia Arochi Z.

**JALOVA, COSTA RICA
2016**

Acerca de este reporte

Esta investigación ha sido realizada por Fundación GVI Costa Rica. Las conclusiones y recomendaciones formuladas en este informe se basan en el análisis estadístico de los datos recolectados durante el periodo 2010-2015

Citado como

Vaca, E., 2016. Reporte de 6 años: Proyecto de Monitoreo de Aves Acuáticas dentro del Parque Nacional Tortuguero.

Agradecimientos:

Esta investigación ha sido conducida con la ayuda de los asistentes de investigación de Fundación GVI Costa Rica que participaron en los años 2010 – 2011- 2012 – 2013 – 2014 – 2015.

GVI Jalova, Costa Rica

Correo electrónico: tortuguero@gviworld.com

Página web: <http://www.gviworld.com> and <http://www.gvi.co.uk>

Resumen

El Parque Nacional Tortuguero (PNT) está catalogado como un humedal de importancia nacional y un área importante de aves y biodiversidad, y es un hábitat importante para las aves acuáticas en crianza, invernando y migrando. El parque es conocido por el ecoturismo y sus canales actúan como rutas principales hacia el pueblo de Tortuguero. Del 2010 al 2015 Global Vision International (GVI) ha monitoreado los canales que rodean la parte sur del parque nacional, registrando la riqueza de especies y abundancia con un enfoque en las 30 especies focales de aves acuáticas. Un total de 9 canales fueron monitoreados durante este periodo con metodologías que han evolucionado en el 2012, 2013 y finalmente el 2014, hasta la metodología más reciente en el 2014 y la utilizada actualmente. El año con mayor riqueza en términos de biodiversidad de especies focales ha sido el 2012, con un total de 28 especies diferentes observadas, *J. spinosa* mostró ser la más abundante, siendo la que cuanta con más observaciones durante los 6 años de este reporte, pero otras especies como *E. thula* y *E. caerulea* también han registrado abundancia a lo largo de este periodo, lo que se representa con una Rango de curva de acumulación.

El monitoreo a largo plazo a mostrado información vital en la abundancia y la riqueza de especies migratorias que utilizan los canales como zona de hibernación. Los meses de noviembre, diciembre y febrero, muestran la mayor abundancia de especies migratorias. Los cambios en las zonas de monitoreo han afectado los avistamientos de *A.gami* y *C. cochlearius*, dado a que dichas zonas son utilizadas como zonas de reproducción; el cambio fue realizado para minimizar el impacto humano sobre estas especies. Análisis estadísticos no fueron posibles debido al cambio de metodologías en el transcurso de los años. Se recomienda que la metodología actual se continúe utilizando para cualquier monitoreo de aves, para lograr un análisis certero de la comunidad aviar. Con el objetivo de obtener un mayor entendimiento de la relación hábitat – especie, se recomienda investigar más sobre el uso del hábitat durante las noches, tráfico de botes y estructura de la vegetación en los canales.

Tabla de Contenido

Resumen.....	3
Lista de Figuras.....	5
Lista de Tablas.....	5
Introducción y antecedentes.....	6
Objetivo general y específico.....	8
Duración del proyecto de investigación.....	8
Materiales y métodos.....	9
Métodos de colecta de datos.....	12
Análisis de datos.....	13
Resultados.....	13
Curvas de Acumulación y Rangos de Abundancia.....	13
Índice de Sorensen.....	16
Abundancia de especies migratorias.....	17
Comparación de Abundancia y Riqueza anual.....	19
Composición y ocurrencia de especies focales por año.....	20
Discusión y Recomendaciones.....	23
Análisis de resultados y discusión.....	23
Composición de hábitat.....	25
Tráfico de botes.....	27
Recomendaciones de manejo.....	28
Estrategia de comunicación y seguimiento de resultados.....	29
Bibliografía.....	30
Apéndices.....	33

Lista de Figuras

Figure 1. Imagen satelital del los transectos en los canales de investigación por el proyecto de monitoreo de aves acuáticas. Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica (Fuente: *Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica, Mapa Básico Abra, Escala 1:50.000, Año 1973, Segunda Edición*). *refiera a apéndice D para las coordenadas GPS de los puntos de inicio y fin de cada canal. 12

Figura 2. Curvas de acumulacion de todas las especies focales registradas en los transectos durante monitoreos realizados del 2010 al 2015 en el Parque Nacional Torutuguero, Limon, Costa Rica. 14

Figura 3. Rango de abundancia de todas las especies focales registradas en los transectos durante monitoreos del 2010 al 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limon, Costa Rica. 15

Figura 4. Comparacion de los años con el indice de Sorensen's para todas las especies focales registradas durante los monitoreos entre el 2010 al 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limon, Costa Rica. 16

Figura 5. Riqueza de especies focales registradas por monitoreo, del 2010 al 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limon Costa Rica. \pm SEM. Nota: la derivacion estandar fue usada para calcular intervalos. 19

Figura 6. Abundancia de especies registradas por monitoreo entre el 2010 al 2015verage target species abundance of water bird species recorded per survey, for surveys performed between 2010 and 2015 Parque Nacional Tortuguero, Limon Costa Rica. \pm SEM. Nota: la derivacion usual para calcular intervallos. 19

Lista de Tablas

Tabla 1. Total de especies focales, asociacion, composicion y frecuencia en clasificacion, descrito en Benzizerara et al. (2013), monitoreos realizados entre el 2010 al 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limon, Costa Rica. 22

Introducción y antecedentes

Costa Rica es uno de los lugares con mayor biodiversidad en el mundo, con varias características topográficas, abundantes lluvias y altas temperaturas. Precipitación y temperaturas impactan las tierras bajas costales de este país. Esta diversidad geográfica ofrece las condiciones perfectas para que una gran variedad de vegetación prospere, y a la vez soporta una multitud de mamíferos, reptiles, anfibios y varias especies de aves (Stiles and Skutch 1989; Garrigues and Dean 2014). Aproximadamente 903 especies, representando 82 familias de aves pueden ser encontradas en Costa Rica, incluyendo especies residentes y migratorias, y también clasificadas como “rarezas” (Garrigues and Dean 2014). A pesar de tener una pequeña mesa de tierra Costa Rica hospeda alrededor de 4% de todas especies conocidas en el mundo (Valerio 2006).

Las aves en general han sido ampliamente utilizadas como bio-indicadores de cambio ambiental (Lowell and Kendall 1992; Fusilan 1993). Kushlan (1993) realizó una crítica sobre el uso de aves acuáticas coloniales como bio-indicadores; los resultados apoyan el uso del comportamiento de aves, el desempeño reproductivo, presencia, ausencia, distribución, calidad de cascarón y otras características medibles como factores adecuados para la evaluación de las condiciones ecológicas más amplias. Otros estudios también han demostrado que la disponibilidad de alimentación, variabilidad hidrológica, y la composición de la vegetación de los hábitats puede afectar a las poblaciones de aves, proporcionando evidencia adicional la cual apoya el uso de las aves para el monitoreo de la biodiversidad y la salud del ecosistema (Kushlan 1993; Alava and Haase 2011; Canepuccia *et al.* 2007).

En el último siglo se ha producido un descenso del 50% de los hábitats húmedales en todo el mundo debido a las actividades humanas (Ma *et al.* 2010). Este es un hecho alarmante, ya que húmedales bien manejados pueden proporcionar hábitats alternativos para aves acuáticas, proporcionando alimentación, terreno para crianza y reposo para estas especies (Bibi and Ali 2013; Kushlan 1993). En los principios de 1970 el Parque Nacional Tortuguero situado en la costa del Noreste Caribeño, (PNT) fue una de las primeras áreas protegidas que fueron establecidas en Costa Rica (Boza 1993); PNT ahora aparece como un humedal de importancia internacional (sitio Ramsar 2016) y un aérea importante de aves y biodiversidad (Bird Life International 2015; RAMSAR 2010). El parque cuenta con 24 de los 350 húmedales encontrados en Costa Rica (Alvarado Quesada 2006).

Aunque las aves acuáticas en Costa Rica pueden encontrarse ampliamente en áreas húmedas y elevadas, por lo general son especialistas a su tipo de hábitat acuático. Detrás de las playas de arenas negras y bosques pantanosos de la costa del caribe se encuentra una serie de vías navegables interiores conectadas por canales artificiales, desde el norte de Limón hasta Nicaragua (Stiles and Skutch 1989). Los húmedales encontrados dentro del PNT son esenciales

para las aves acuáticas en términos de sitios de crianza, internación y paradas (Alvarado Quesada 2006). Cuando consideramos que 19% (167 especies, representando 26 familias) de las especies de aves en Costa Rica son aves acuáticas, muchas de las cuales son migrantes estacionales que viajan desde América del Norte (Alvarado Quesada 2006; Garrigues and Dean 2014), estas vías acuáticas prueban ser de gran importancia. Para la estrategia general de conservación de los hábitats usados por estas aves migratorias, el monitoreo y la conservación de los múltiples hábitats usados durante su migración es de vital importancia dado a que estas especies dependen de múltiples sitios como hábitats durante todo el año (Sodhi *et al.* 2011). Además, el plan de conservación de aves acuáticas de América del Norte de 2002 determinó 12 aves acuáticas como especies de alta preocupación, y en Costa Rica 6 especies fueron listadas como en peligro de extinción en 2006 (Kushlan *et al.* 2002; Alvarado Quesada 2006).

Dado a que Costa Rica tiene varios panoramas y una alta riqueza de especies es un destino muy conocido por el ecoturismo. Esta es una de las industrias más grandes que apoyan financieramente a muchas comunidades del país, no solo eso sino también apoya políticamente a agencias de áreas protegidas y conservación en tierras públicas y privadas (Buckley 2011). El mantenimiento de la rica biodiversidad en Costa Rica se está convirtiendo cada vez más y más importante ya que el aumento de la hospitalidad para turistas y la presión humana para la expansión de las tierras agrícolas, han significado que las aéreas protegidas sean cruciales para la preservación de la rica biodiversidad de Costa Rica (Stiles and Skutch 1989). La dirección de estas zonas puede llevarse adecuadamente mediante el mantenimiento del monitoreo y evaluación tanto de las especies que habitan la zona como sus hábitos a largo plazo.

Ha habido poca investigación sobre las aves acuáticas del PNT, especialmente a largo plazo (Groom 2011). De las 265 especies de aves investigadas por Groom (2011), varias están incluidas en la lista roja del UICN (Union Internacional para la Conservación de la Naturaleza), entre ellas una especie de notoria importancia, la garza agami (*Agamia agami*), incluida como vulnerable por la lista roja en la UICN. Otros informes de GVI incluyen los de Coupland *et al.* (2013) y Barreto *et al.* (2014) los cuales notaron 81 y 68 especies, respectivamente, en los canales del PNT. Otros estudios también han evaluado la composición de la vegetación en el área de Tortuguero, como la conducida por Myers (1990) y Lewis *et al.* (2010) en la estación biológica de Caño Palma, sin embargo, ningún estudio así se ha completado para los canales monitoreados por este estudio.

Objetivo general y específico

El objetivo general del proyecto es presentar un resumen general de los datos de manera que puedan ser comparados con resultados previos, así como asistir al Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica (MINAE), proporcionando una lista completa de las 30 especies focales encontradas en la parte sur del parque nacional entre el 2010 y el 2015.

El objetivo específico, con base a los resultados y análisis de los mismos, es proporcionar recomendaciones en cuanto a la metodología para seguir en el futuro y al manejo ecológico relacionado con el tráfico de botes y evaluación de la vegetación dentro de los canales.

Duración del proyecto de investigación

Global Vision International (GVI) comenzó el proyecto de monitoreo de aves acuáticas dentro del Parque Nacional Tortuguero en el 2005. El proyecto fue trasladado a su ubicación actual, en el extremo sur del PNT, cerca de la estación biológica de Jalova, en el 2010, por lo que los datos analizados aquí son desde el 2010. Las metodologías han sido actualizadas en consecuencia al monitoreo general de la diversidad, riqueza, abundancia y hábitat de aves a plazo largo.

Materiales y métodos

El Proyecto de monitoreo de aves acuáticas en el Parque Nacional Tortuguero lleva activo cerca de una década. Las metodologías han permanecido similares a los años previos, y todas las modificaciones han sido realizadas bajo los requerimientos de GVI Costa Rica. En el transcurso de los 6 años cambios han sido realizados en las áreas de estudio, especies registradas, extensión de monitoreo y duración. Del 2010 al 2012 la extensión de la zona de monitoreo era de 4km con una duración de 2hrs; en el 2013 -2015 cambió para ser de una distancia de 2km y una duración de 1hr, estos cambios fueron implementados para mejorar la eficiencia del monitoreo y tener una mejor logística dentro de GVI. Durante los primeros 3 años en Jalova, solo se registraban las especies focales, desde el 2013 en adelante, todas las especies eran registradas con el objetivo de proveer un mayor entendimiento en el análisis de las comunidades de aves en las áreas de estudio.

Los siguientes canales fueron monitoreados en los 6 años:

- **2010**
 - Caño California
 - Sierpe Viejo
 - Rio Sirena
- **2011**
 - Caño California
 - Caño Negro
 - Central
 - Sierpe Viejo
- **2012 y 2013**
 - Caño California
 - Caño Negro
 - Central
 - Estuario
 - Sierpe Viejo
- **2014 y 2015**
 - Caño California
 - Caño Negro
 - Aguas Negras
 - Rio Sierpe
 - Rio Sierpe Alto

Los diferentes cambios en la zona de monitoreo han sido realizados a través de los años para reducir el impacto en las zonas de reproducción, y como requisito solicitado por MINAE y con el objetivo de expandir el área de estudio para proveer una mejor representación de la abundancia de aves en el área sur del parque nacional. Uno de los cambios más notables ha sido la discontinuación de Sierpe Viejo y Rio Sirena; en donde grupos de Agami y de Chucuaco los utilizan como zonas de reproducción. Por lo tanto, con el objetivo de reducir el impacto en estos grupos ambos canales fueron removidos del área de monitoreo. Como resultado en nuestros

datos se observa una reducción en la cantidad de avistamientos. En el 2014 en Rio Sierpe se comenzó a monitorear con el objetivo de registrar grupos de Agamis.

Desde el 2014 todas las metodologías se han estandarizado en relación con la duración de monitoreo, longitud y especies registradas, esta decisión fue tomada con el objetivo de que la base de datos pueda ser estadísticamente analizada y comparada sin ningún favoritismo y con una metodología que pueda ser aplicada a cualquier locación. A continuación se explica el área de estudio actual y su metodología.

El Parque Nacional Tortuguero consta de 76,316Ha de tierra y mar protegido, junto con la Barra del Colorado Reserva de vida salvaje y el Refugio Fronterizo en el área de Conservación y Desarrollo Sostenible de Llanuras del Tortuguero (ACTo) (Mora y Mora, 2006). La zona de Tortuguero varía desde 0-269m de altura, recibe una precipitación anual de 6000mm y tiene una temperatura promedio de 26°C (Lewis *et al.* 2009; Bermúdez and Hernández 2004; RAMSAR 1996). La estación biológica de Global Visión International Jalova se encuentra al sur de PNT.

Cinco transeptos han sido elegidos en particular debido a su accesibilidad y facilidad para monitorear áreas del parque con varios niveles de tráfico de botes; tanto motorizados como no motorizados (Figura 1). Todos los transeptos son de 2km de longitud para investigar un área suficiente que representa con precisión los diferentes hábitats de los canales y sus correspondientes especies. Desde agosto de 2012, todos los transeptos han sido divididos en secciones de 500m. Especies observadas en cada sección son registradas adecuadamente. Esta adición fue planeada para la comparación entre especies y la sección del canal para dar cuenta sobre la composición de la variante galería de vegetación dentro de cada canal. Aunque la cartografía de vegetación ha sido previamente intentada para este estudio, el éxito no se ha logrado. Sin embargo, una descripción general de los cinco transeptos puede ser hecha por medio de observación general, incluyendo el estado de protección de acuerdo con Bermúdez & Hernández (2004).

Aguas Negras (AN)

Este transecto comienza 100m Noreste de la estación de guarda parques de Jalova. Las dos primeras secciones son relativamente amplias, y conecta el canal que conduce a Caño Blanco y a Tortuguero. Por lo tanto, estas secciones ganan mucho tráfico de barcos de turismo, del guarda parques de Tortuguero y de GVI. Existen grandes bancos situados a cada lado de estas secciones, que permiten áreas de forrajeo para las aves zancudas. Las dos secciones finales se desvían del canal principal hacia una parte más estrecha. Aquí existe una abundancia de vegetación emergente y flotante, y las corrientes son muy lentas si es que están presentes. En ciertas épocas del año hay floraciones de vegetación flotante, impidiendo el acceso de los barcos, y a veces causando la cancelación de monitoreos. Aunque al canal entero está dentro del PNT, esta designado como zona de uso público.

Caño California (CAL)

Este transepto comienza donde AN se divide en secciones. La totalidad de este canal es sujeto a alto tráfico de botes de turistas y pescadores. Las tres primeras secciones son relativamente amplias, estrechándose para la última sección. La última sección es bastante variable en términos de hábitat, tiene bancos de arena, vegetación flotante y una variedad de vegetación. También hay un sitio para acampar (presencia de líneas y carpas supuestamente utilizados por pescadores) en uno de los bancos, evidencia de perturbación de pesca o actividad humana es presente en esta área. Adicionalmente, varios monitoreos han sido canceladas o reprogramadas en este canal debido a sus rápidas corrientes. Este canal bordea los límites de PNT en la zona de uso restringido. La última sección no está dentro del PNT y entonces no es protegido.

Caño Negro (CN)

El inicio de este transepto es aproximadamente 2km Norte de la estación de guarda parques de Jalova. Aunque el canal tiene una heterogeneidad de vegetación, la vegetación flotante y emergente son prácticamente ausentes. El canal relativamente angosto y podría ofrecer menos atenuación al tráfico de botes y la corriente es típicamente moderada. El canal está incluido en la zona de uso especial en el PNT, ya que es la vía principal que conecta con el pueblo de Tortuguero y por lo tanto está sujeto a la mayoría de tráfico de botes de todos los canales en el parque.

Rio Sierpe (RS)

El inicio de RS está localizado al Oeste de donde Caño Negro se encuentra con el canal principal que conecta con el pueblo de Tortuguero. Este transepto ofrece una gran variedad de hábitats: bancos de tierra, vegetación flotante y emergente y una galería de vegetación en sus primeras dos secciones. Las primeras dos secciones son anchas y angostas hacia el final del transepto. Las corrientes y el tráfico de botes motorizados son relativamente moderados en este canal. El canal está completamente dentro del PNT. Las primeras dos secciones están en una zona de absoluta protección y las últimas dos están en una zona restringida. Fuimos especialmente requeridos por MINAE para hacer monitorios en este canal, para evaluar la población de la garza Agami (Agami agami).

Rio Sierpe Alto (RSA)

El inicio de RSA está localizado aproximadamente a 1km Noreste del final del transepto RS. Este es al canal más angosto de los que investigamos y también tiene las corrientes más fuertes, a menudo hay escombros, como troncos y ramas en el agua. Pequeñas áreas de vegetación flotante y follaje de árboles rodean al canal. Hay poco o nada de tráfico de botes en este canal, aunque si se han encontrado pescadores remando en algunas ocasiones. El transepto entero está al borde de la zona de uso registrada en el PNT.



Figura 1. Imagen satelital de los transeptos en los canales de investigación por el proyecto de monitoreo de aves acuáticas. Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica (Fuente: *Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica, Mapa Básico Abra, Escala 1:50.000, Año 1973, Segunda Edición*). *refiera a apéndice D para las coordenadas GPS de los puntos de inicio y fin de cada canal.

Métodos de colecta de datos

Con el objetivo de monitorear cada canal 2 veces al mes, a las 6:00 y a las 15:00. La duración de cada monitoreo es de 1hr, conducción por medio de una canoa sin motor a un ritmo de 500mts/15min. Dado a que la mayoría de las especies focales, (Apéndice A) son relativamente estacionarios, los transeptos a través de los canales fueron seleccionados para un mejor conteo que un método estacionario. Cualquier especie identificada durante el monitoreo será registrada, al igual que las especies identificadas por vocalizaciones, con lo registrando las que se creen que se encuentran en un radio de 25mts del área de monitoreo. Individuos volando sobre y entre el área de monitoreo son registrados de igual manera una vez identificados.

Una lista de 30 especies focales de aves residentes o migratorias fue realizada de acuerdo con el área de preferencia de hábitat ya sea zona de alimentación o de reproducción. Los datos fueron colectados en abundancia y riqueza, y cuando era posible se registraba sexo o estado de vida (juveniles, adulto, o en estado de reproducción). Todos los investigadores y asistentes de investigación fueron entrenados antes de tomar parte en los monitoreos, de esta manera

asegurando que los datos tomados en campo fueran precisos con una seguridad de 100%, todas las demás especies identificadas dentro del monitoreo fueron registradas.

Análisis de datos

Microsoft Excel fue utilizado para crear un rango de curva de abundancia, el índice e histogramas de Sorensen's se utilizó para las especies migratorias entre el 2010 y 2015. Este programa y Minitab fueron utilizados para calcular los medios, errores y crear una curva de acumulación para los años de 2010 al 2015. Minitab también fue utilizado para comparar entre los diferentes años para una comparación de riqueza y abundancia. Estos programas también fueron utilizados para calcular el índice de diversidad e igualdad con Shannon-Wiener. La frecuencia de ocurrencias (FO) de todas las especies fue calculado para dividir el nombre de ocurrencias para cada especie focal por el número de monitoreo realizados por año. Un índice de variación entre (I) a (V) fue utilizado para definir FO para cada especie focal entre los 5 canales, siguiendo la descripción de Bensizerara *et al.* (2013) (Apéndice C).

Resultados

Dado a que la metodología de los monitoreos y sus análisis ha sido modificada y ha variado a través de los años, un análisis estadístico directo incluiría varias vías. Dado a algunas implicaciones logísticas en el 2010, los monitoreos fueron realizados solo entre febrero y noviembre y en el 2013 solo entre enero y julio; durante los años de estudio los monitoreos no fueron realizados en algunos meses debido al número de voluntarios y otras implicaciones.

Con el objetivo de evitar potenciales sesgos en la comparación de datos los siguientes resultados solo fueron comparados cuando la metodología y el área de estudio eran el mismo, dentro de los otros casos los datos fueron analizados individualmente y presentados gráficamente juntos para observar una comparación general entre las diferentes comunidades de aves en nuestra región.

Curvas de Acumulación y Rangos de Abundancia

Una curva de acumulación fue utilizada para determinar si en algún punto a lo largo de los diferentes años las especies focales llegaron a un estándar. La Figura 2 muestra el estándar de especies que se ha alcanzado cada año; es notable que cada año el estándar se ha logrado en diferentes puntos, es algo de esperarse dado a que difieren en el área de estudio y áreas de monitoreo.

Una curva de abundancia, (Figura 3), fue utilizada para comparar la diferencia en abundancia individual y riqueza cada año. A través de los años es notable que la abundancia de especies es relativamente paralela con la excepción de las 3 especies que aparecen en los primeros lugares, las cuales su abundancia es significativamente más alta que el resto de las especies focales. En términos de riqueza de especies todos los años presentan un resultado similar con el máximo de especies focales en los años de 2011, 2014 y 2015.

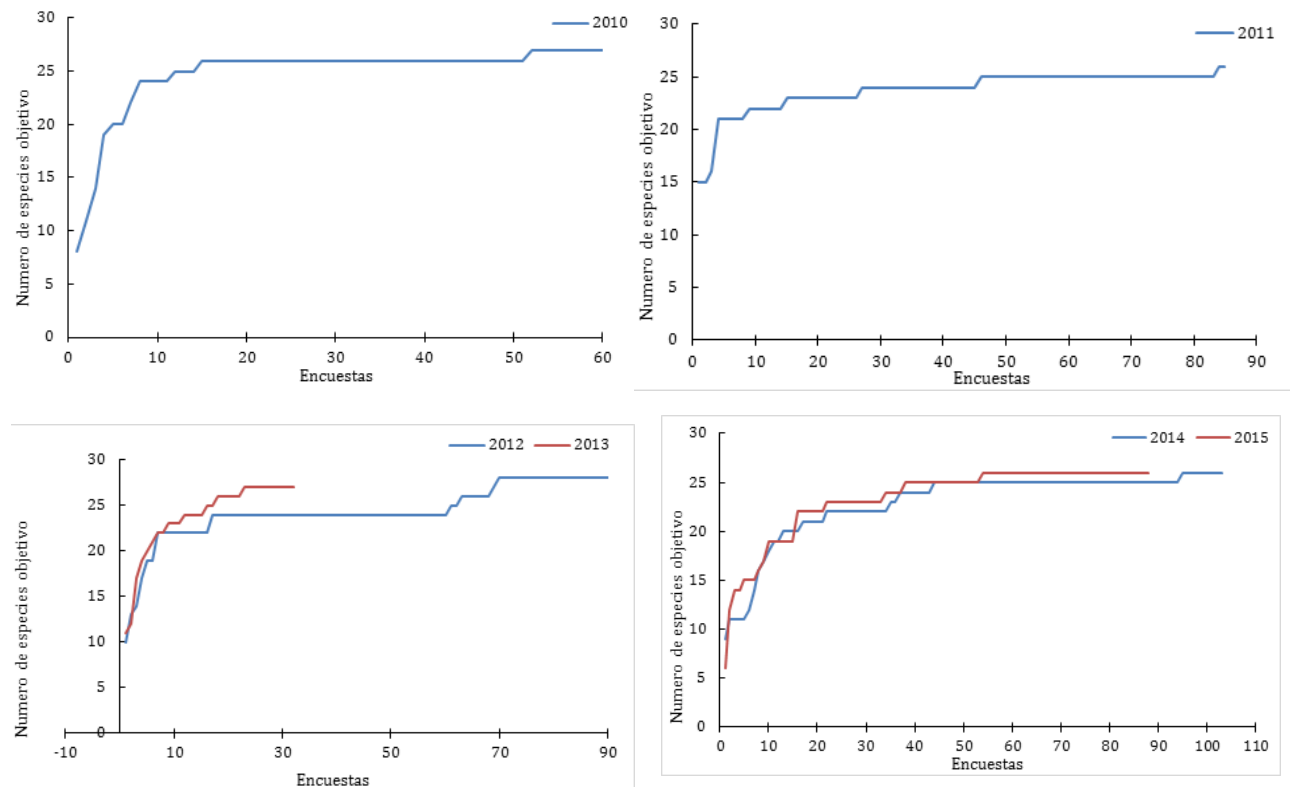


Figura 2. Curvas de acumulación de todas las especies focales registradas en los transectos durante monitoreo realizados del 2010 al 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica.

Un total de 60 monitoreos fueron realizados en el 2010, donde se registraron 2143 individuos como observaciones visuales o auditivas. Durante el 2010 el plateau fue alcanzado después de quince monitoreos, lo que muestra una rápida acumulación de especies focales. Tomando en cuenta que este año solo 3 canales fueron monitoreados, lo que nos da razón para asumir que la abundancia de especies focales era mayor este año. En el 2011 un total de 3114 especies focales fueron registradas en un total de 85 monitoreos, alcanzando un plateau de especies de 27 monitoreo. Es interesante notar que, aunque durante este año más monitoreos fueron realizados en más canales, un plateau de especies fue alcanzado más tarde que en el año anterior. Durante el 2012, el plateau de especies fue alcanzado después de 17 monitoreos de un total de 90, el número total de especies focales registradas fue de 3856. Este año muestra un alza tardía de nuevas especies registradas con 3 especies nuevas registradas después de 58 monitoreos, lo que

se podría dar debido a la diferencia de especies migratorias que se habían registrado previamente en los canales. En el 2013 se monitorearon los mismos canales, pero debido a complicaciones logísticas solo 32 monitoreos fueron realizados, con un total de 1253 especies focales registradas. El plateau de especies este año fue alcanzado después de 23 monitoreos, pero es de importancia notar que, aunque solo 32 monitoreos fueron realizados, un total de 27 especies focales fueron registradas. Los últimos 2 años se ha utilizado la metodología actual al igual que el área de estudio lo que muestra resultados similares. En el 2014 se registraron 2456 especies focales en 104 monitoreos, en el 2015 se registraron un total de 14,002 individuos en 89 monitoreos, ambos años se alcanzó el plateau en el monitoreo 44 y 37 respectivamente. De las gráficas previas y figuras se puede observar un descenso en la abundancia de las especies a través de los años. La razón detrás de este fenómeno es difícil de determinar dado a que la metodología ha cambiado con los años, pero las áreas se mantienen, por lo cual el hábitat puede ser impactado por algunas especies. La degradación de hábitat debido al impacto antropogénico, como el incremento de tráfico de botes o simplemente la diferencia en la vegetación podría resultar en un menor número de especies de aves registradas durante los años, especialmente que estas especies utilizan espacios específicos para reproducción, descanso y alimentación, lo que es de suma importancia para especies migratorias.

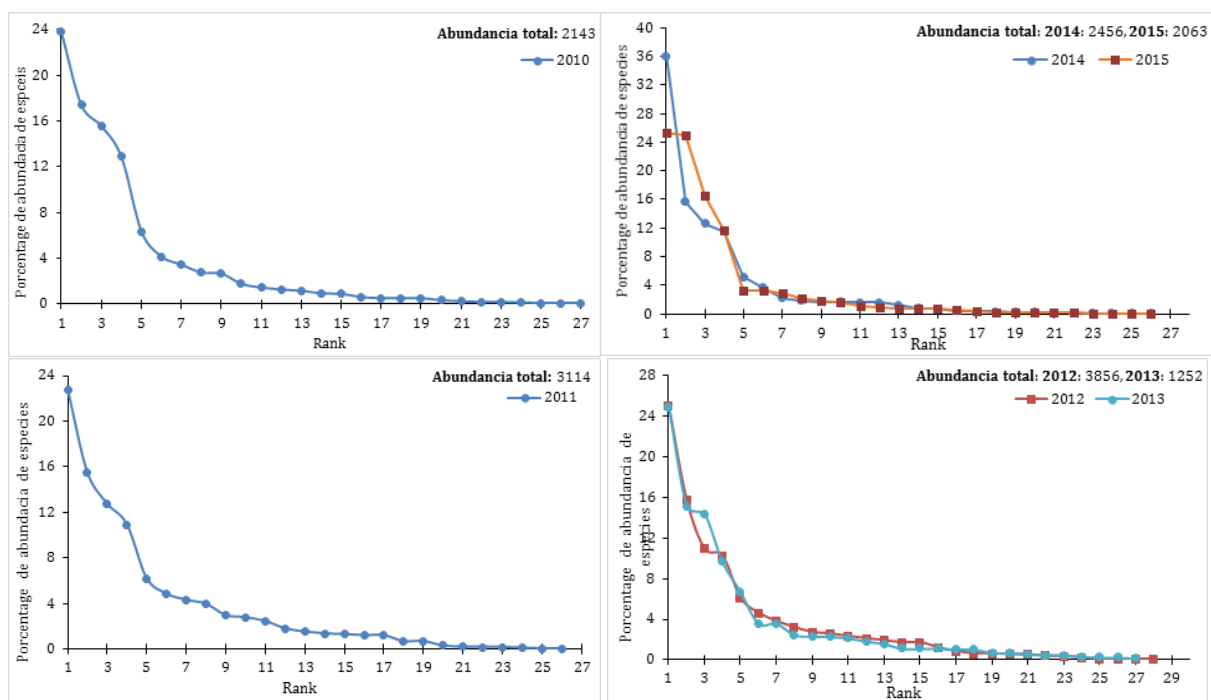


Figura 3. Rango de abundancia de todas las especies focales registradas en los transectos durante monitoreo del 2010 al 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica.

Los datos no pueden ser comparados sin incluir diferentes sesgos, debido a los diferentes cambios de metodología, una curva de rango de abundancia fue utilizada para derivar cualquier igualdad a través de los años en cuanto a la abundancia y riqueza de las especies focales. Curvas

de rangos de abundancia fueron realizadas para mostrar la igualdad de una comunidad por el gradiente de la curva; una comunidad relativa mostrará una curva recta con poca variación. De las gráficas anteriores podemos observar que en los últimos años una igualdad de especies ha seguido el mismo camino con las 3 especies que se encuentran en lo alto del rango, cambiando la curva, lo que significa que su abundancia es considerablemente más alta que el resto de la comunidad, las 3 especies que se encuentran en lo alto del rango son; *J. spinosa*, *E. thula* y *E. caerulea*, con la excepción que en el 2010 cuando *B. virescens* reemplazó a *E. thula*.

En términos de riqueza de especies, lo largo de la curva fue determinada por la riqueza de las comunidades. La figura 3 muestra que todos los años tienen una riqueza similar con muy poca variación. El 2012 es el año con mayor riqueza de especies (28) y el 2011, 2014 y 2015 tienen menor riqueza (26). Se muestra que la composición del hábitat es favorable para todas las especies focales en las diferentes áreas de estudio, al obtener altos resultados de riqueza de especies a través de los años de estudio.

El índice de Shannon-Wiener del PNT no fue calculado considerando solo especies focales, dado a que el índice asume que todas las especies en la comunidad fueron incluidas lo que no tendrá ninguna representación significativa de ninguna comunidad.

Índice de Sorensen

Este índice fue utilizado para comparar el número total de especies focales registradas en cada comunidad entre los diferentes años. El resultado muestra poca variación en el índice de Sorensen, entre los años existe poca diferencia en el número de especies focales registradas en cada comunidad, pero en algunos años se encuentran algunas similitudes.

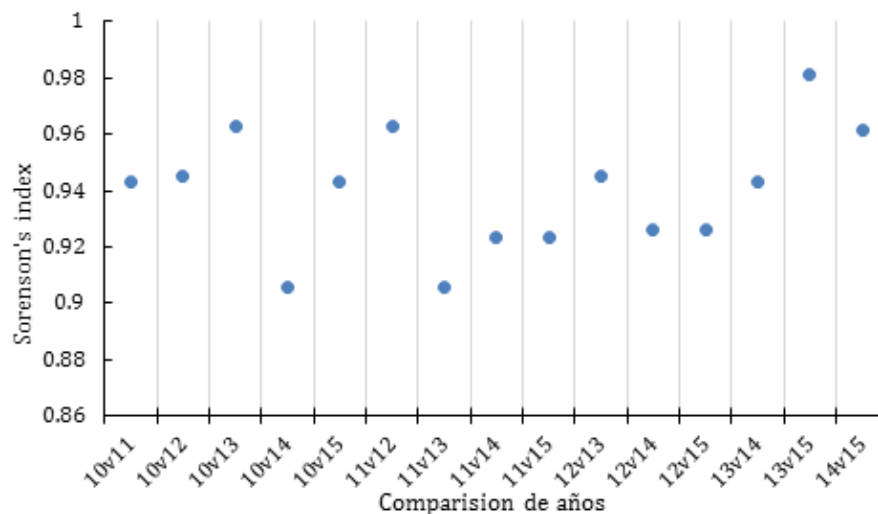


Figura 4. Comparación de los años con el índice de Sorensen's para todas las especies focales registradas durante los monitoreo entre el 2010 al 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica.

Al comparar comunidades, el 2013 y el 2015 muestran un mayor índice de Sonrensen, lo que es interesante considerando que ambos años se registraron el menor número de individuos. Durante estos años diferentes áreas de estudio fueron utilizadas lo que podría mostrar similitud en hábitats entre los diferentes sitios. Para mejorar el entendimiento entre las especies en nuestro estudio es importante seguir registrando especies incidentales y focales.

Abundancia de especies migratorias

Nueve de las especies focales son importantes especies migratorias para el PNT; presentes en grandes números de septiembre a abril, muchas de ellas utilizan el parque como zona de alimentación, descanso o reproducción, como *E. caerulea*, que utilizan el PNT como residencia para el primer invierno antes de migrar de vuelta a Norte América. Estas especies no solo son prueba de índice del estado del ecosistema, sino que al igual son especies de interés turístico, una de las industrias más grandes de Costa Rica.

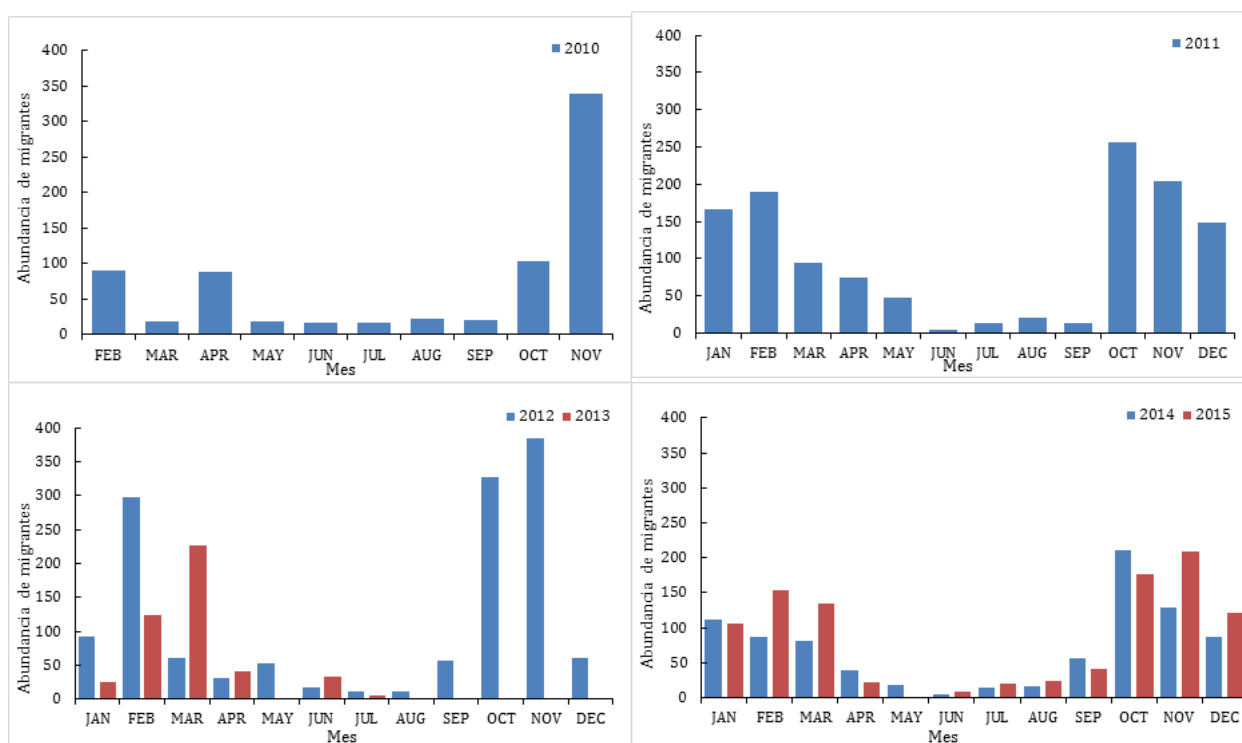


Figura 6. Especies migratorias, su abundancia por mes durante monitoreos realizados entre el 2010 al 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica.

El mayor número de especies migratorias fue observado en el 2011 y 2012, con 1234 y 1404 especies migratorias registradas respectivamente. Durante ambos años el mismo patrón fue observado entre los meses de noviembre, diciembre y febrero produciendo un alto número de abundancia para especies migratorias. A través de los años el número de especies migratorias ha variado en un mínimo, aunque *M. alcyon* ha observado un descenso del 2012 al 2013 a solo 5 observaciones entre el 2013 y el 2015. Una población saludable de *M. torquata*, la especie más grande de Martin Pescador en Jalova, conocido por un movimiento migratorio el *M. alcyon* puede mostrar que defiende su territorio lo que explicaría el descenso en abundancia del *M. alcyon*.

La abundancia de especies migratorias se ha mantenido con un nivel considerable a través de los años, lo que muestra que el diferente tipo de hábitat en las áreas de monitoreo provee un hábitat propio para las especies migratorias. Es de notar que con la naturaleza de las especies migratorias es difícil analizar la salud del ecosistema solo tomando en cuenta a estas especies, ya que estas especies pueden desarrollarse en dos o más hábitats través del área de migración en el invierno. Por esto entre las comunidades de estas especies debería de continuar el monitoreo de estas áreas para obtener un mejor entendimiento de la salud del ecosistema en el PNT.

Comparación de Abundancia y Riqueza anual

El observar las especies focales en su abundancia y riqueza anual, con diferentes inclinaciones nos da como resultado un mayor entendimiento. La comparación debe realizarse tomando en cuenta algunas diferencias en las metodologías, y más importante, cambios en el área de estudio, que ha cambiado a través de los años donde inicialmente se monitoreaban solo 3 canales en el 2010, y ahora 5 desde el 2013. Durante los dos primeros años de este proyecto la distancia y la duración de los monitoreos era el doble, 1hr por 2km.

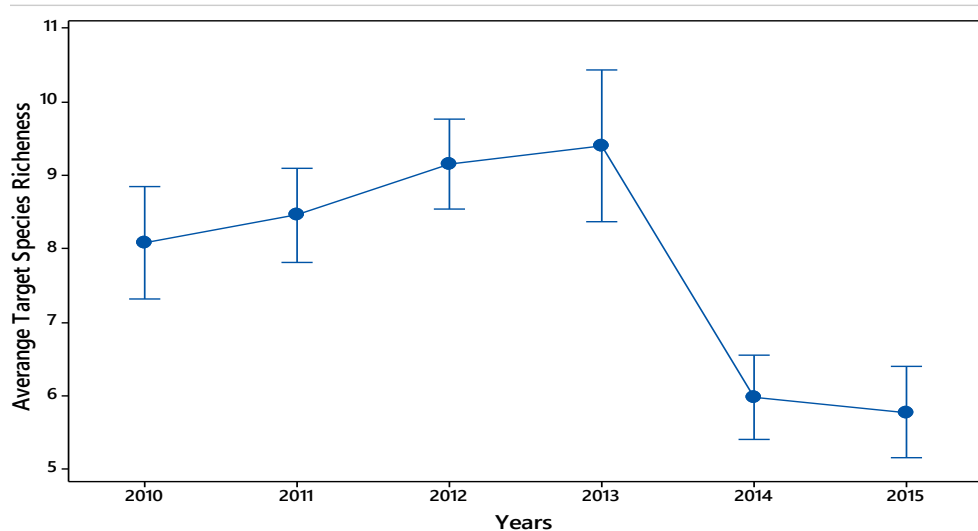


Figura 5. Riqueza de especies focales registradas por monitoreo, del 2010 al 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limón Costa Rica. \pm SEM. Nota: la derivación estándar fue usada para calcular intervalos.

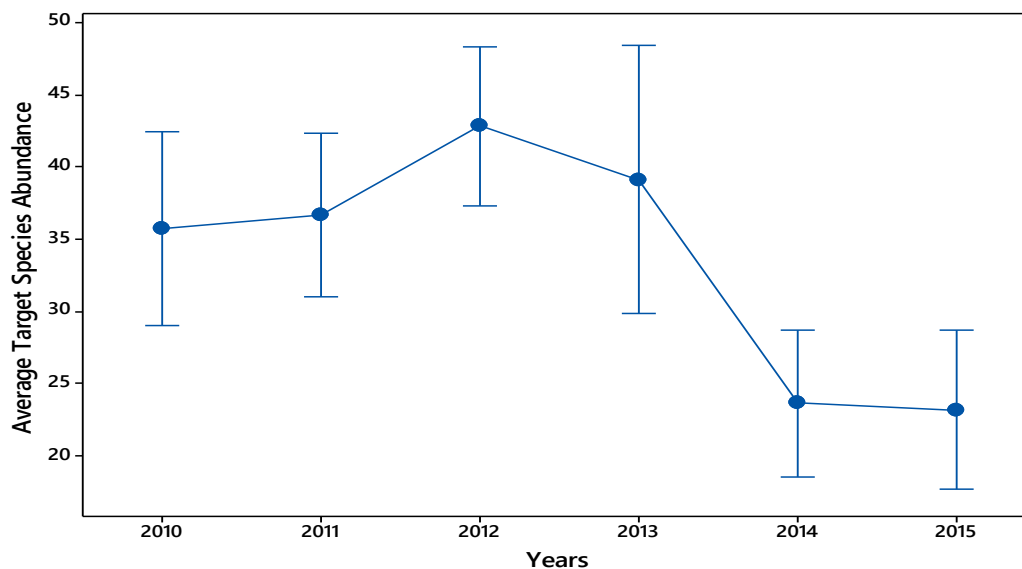


Figura 6. Abundancia de especies registradas por monitoreo entre el 2010 al 2015 Parque Nacional Tortuguero, Limón Costa Rica. \pm SEM. Nota: la derivación usual para calcular intervalos.

Las curvas de acumulación y el rango de las curvas de abundancia muestran un total de abundancia para las especies focales; a través de los años ha variado muy poco, lo que es buena señal debido a los cambios en la metodología y el sitio. En el 2012 se registró una media de 42.82 especies registradas en un monitoreo usual, pero al observar las especies focales y su abundancia registrada por monitoreo en los últimos dos años se observa una baja significativa en comparación con el resto, en el 2014 se registraron solo 23.62 especies focales y en el 2015 alrededor de 23.18, resultados similares fueron observados cuando se comparó la riqueza de especies. En los últimos dos años solo se registró entre 5.9 y 5.7 especies focales por monitoreo respectivamente comparando la riqueza media del 2012 y 2013, donde ambos registraron más de 9 especies focales por monitoreo. Esta diferencia entre riqueza y abundancia puede sugerir que, aunque en general el total de abundancia es similar por año la frecuencia de ocurrencia para estas especies es drásticamente diferente.

Composición y ocurrencia de especies focales por año

B. virescens fue la especie más frecuente a través de los años, siendo registrada constantemente en todos los años con excepción del 2010 donde fue una especie abundante. *A. anhinga* con una alta abundancia desde el 2011 al 2013, los otros años siendo registrada como constante o común. Una especie migratoria *E. thula*, fue registrada durante los seis años como raro excepto por el 2013 cuando fue registrada como especie común. *E. rufescens* solo se registró durante el 2014 como especie ocasional. Otras especies con menor frecuencia como *E. helias* solo fueron registradas en el 2011 y 2012 como especies ocasionales, *A. agami* solo se registró por los primeros 3 años como una especie ocasional, finalmente otra especie con frecuencia baja *P. brasilianas*, que solo se ha observado entre el 2012 al 2015 como especie ocasional.

En el 2010, 27 especies focales fueron registradas. *B. virescens* y *E. caerulea* como especies abundantes. Especies constantes como *A. anhinga*, *E. caerulea*, *J. spinosa* y *T. mexicanum* fueron registradas. El resto fue registrado como común, rara u ocasional.

Durante el 2011, 26 especies focales fueron registradas. Especies abundantes fueron *A. anhinga* y *J. spinosa*. Las especies constantes *B. virescens*, *E. caerulea* y *T. mexicanum*. El resto de las especies fueron registradas como comunes, ocasionales o raras.

En el 2012, el mayor número de especies focales fueron registradas, 28. Especies abundantes registradas este año fueron *A. anhinga* y *T. mexicanum*. Cuatro especies fueron registradas como constantes este año *B. virescens*, *C. americana*, *E. caerulea* y *J. spinosa*. El resto de las especies fueron registradas como comunes, raras u ocasionales.

En el 2013, 27 especies focales fueron registradas, dos especies fueron clasificadas como abundantes *A. anhinga* y *E. caerulea*. Del resto solo 3 son especies focales que se registraron como constante *B. virescens*, *J. spinosa* y *T. mexicaum*.

En el 2014 *J. spinosa* fue registrada como abundante con un total de 26 especies focales registradas, al igual, 3 especies fueron registradas como constantes *A. anhinga*, *B. virescens* y *E. caerulea*. El resto de las especies fueron registradas como comunes, raras u ocasionales.

Finalmente, durante el 2015 un total de 26 especies focales fueron registradas, pero ninguna de las especies registradas fue clasificada como abundante. Solo 3 especies fueron registradas como constantes, *B. virescens*, *E. caerulea* y *J. spinosa*. El resto de las especies fueron registradas como comunes, raras u ocasionales.

Existen diferencias en las especies focales durante los años. Primero y más importante es la falta de especies abundantes en el 2015. Ese año al igual se observó el menor registro de especies focales (26 especies) lo que puede mostrar una reducción al número de especies o alguna tendencia desarrollándose debido al hecho de ser el segundo año de monitoreo de los mismos canales. Segundo, el *A. agami*, un ave de interés especial para MINAE, no se ha registrado desde el 2012. Dado a que su naturaleza de comportamiento es nocturna, es de mínima preocupación, sin embargo, monitoreos nocturnos deben de desarrollarse para tener mejor entendimiento y registro de especies nocturnas en el Parque Nacional Tortuguero.

Las especies por abundancia y clasificación por año se pueden observar en el Apéndice B.

Especies	Gremio	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Total de encuestas		60	85	90	32	104	89
Total de especies objetivo		27	26	28	27	26	26
Agamia agami	Ave zancudo	Ocasional	Ocasional	Ocasional	-	-	-
Anhinga anhinga	Nadadora	Constante	Abundante	Abundante	Abundante	Constante	Común
Aramides cajanea	Ave zancudo	Ocasional	Ocasional	Ocasional	Ocasional	Ocasional	Ocasional
Aramus guarauna	Ave zancudo	Ocasional	Ocasional	Ocasional	Ocasional	Ocasional	Ocasional
Ardea alba	Ave zancudo	Ocasional	Raro	Raro	Común	Ocasional	Raro
Ardea herodias	Ave zancudo	Ocasional	Ocasional	Raro	Ocasional	Ocasional	Ocasional
Bubulcus ibis	Posadero	Ocasional	Raro	Ocasional	Ocasional	Ocasional	Ocasional
Butorides virescens	Ave zancudo	Abundante	Constante	Constante	Constante	Constante	Constante
Chloroceryle aenea	Posadero	Ocasional	Ocasional	Ocasional	Raro	Ocasional	Ocasional
Chloroceryle amazona	Posadero	Ocasional	Raro	Raro	Raro	Ocasional	Ocasional
Chloroceryle americana	Posadero	Común	Común	Constante	Común	Raro	Ocasional
Chloroceryle inda	Posadero	Ocasional	Ocasional	Ocasional	Ocasional	Ocasional	Ocasional
Cochlearius cochlearius	Ave zancudo	Raro	Raro	Raro	Ocasional	Ocasional	Ocasional
Egretta caerulea	Ave zancudo	Abundante	Constante	Constante	Abundante	Constante	Constante
Egretta rufescens	Ave zancudo	-	-	-	-	Ocasional	-
Egretta thula	Ave zancudo	Raro	Raro	Raro	Común	Raro	Raro
Egretta tricolor	Ave zancudo	Raro	Raro	Raro	Raro	Ocasional	Ocasional
Eurypyga helias	Ave zancudo	-	Ocasional	Ocasional	-	-	-
Heliornis fulica	Nadadora	Raro	Raro	Raro	Raro	Ocasional	Ocasional
Ixobrychus exilis	Ave zancudo	Ocasional	-	Ocasional	Ocasional	-	-
Jacana spinosa	Ave zancudo	Constante	Abundante	Constante	Constante	Abundante	Constante
Laterallus albigularis	Ave zancudo	Raro	Raro	Común	Raro	Raro	Ocasional
Megaceryle alcyon	Posadero	Ocasional	Ocasional	Ocasional	Raro	Ocasional	Raro
Megaceryle torquata	Posadero	Constante	Raro	Común	Común	Raro	Ocasional
Mesembrinibis cayennensis	Ave zancudo	Raro	Raro	Común	Raro	Ocasional	Ocasional
Nyctanassa violacea	Ave zancudo	Raro	Raro	Raro	Raro	Raro	Común
Phalacrocorax brasilianus	Nadadora	-	-	Ocasional	Ocasional	Ocasional	Ocasional
Porphyrio martinicus	Ave zancudo	Ocasional	Ocasional	Ocasional	Ocasional	Ocasional	Ocasional
Tigrisoma lineatum	Ave zancudo	Ocasional	-	-	Ocasional	-	Ocasional
Tigrisoma mexicanum	Ave zancudo	Constante	Constante	Abundante	Constante	Común	Común

Tabla 1. Total, de especies focales, asociación, composición y frecuencia en clasificación, descrito en Bensizerara et al. (2013), monitoreo realizados entre el 2010 al 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica.

Discusión y Recomendaciones

Análisis de resultados y discusión

De acuerdo con Slaheddine y Boulinier's (2004) la hipótesis muestra que las especies raras son menos abundantes y su distribución puede ser no tomada en cuenta en relación a especies comunes. El índice de diversidad Shannon-Wiener es uno de los índices de mayor uso para comparar diversidad entre hábitats y ser utilizada para medir el nivel de salud del ecosistema. (Clarke and Warwick 2001), al igual es sensible a la adición de especies raras dado a que asume que todas las especies en el hábitat se incluyen en la muestra (Bibi and Ali 2013) por lo cual se recomienda que en un futuro los monitoreos y otros proyectos registren presencia de todas las especies aviares en la comunidad para que la verdadera salud del ecosistema del área de estudio pueda ser analizada. La igualdad de especies es similar a través de los años, lo que indica un dominio de algunas especies durante el periodo. Aparte del dominio de esas especies el resto de la población muestra una distribución moderada indicando que cualquier área de monitoreo es apta para diferentes especies, ya que generalmente registramos las mismas especies y en altos números, o no muy frecuentemente y en bajas cantidades. Altos niveles de abundancia con *J. spinosa*, *B. virescens* y *E. caerulea* fueron registradas en la mayoría de los canales. Andren (1994) describe una hipótesis que muestra que las especies con alta abundancia tienen mayor capacidad de colonización. Las dos primeras especies son residentes comunes, el tercero es migratorio, común y distribuido por Costa Rica durante el invierno de septiembre a abril (Garrigues and Dean 2014), lo que se refleja cuando observamos a las especies migratorias y su abundancia a través de los años. Lo que resulta interesante es que se siguen observando estos individuos en grandes números durante los últimos meses de su migración; observando los números de la especie *E. caerulea* presente fuera de su periodo de migración puede darnos un estimado de cuantos individuos de esta especie se han vuelto residentes permanentes, una de las posibles razones que ha disminuido la presencia de otras especies residentes durante el 2014 y 2015.

La riqueza de las especies y su igualdad se muestra con poca variación a través de los años, una señal significativa considerando las diferentes metodologías y áreas de estudio. *J. spinosa*, que fue clasificada como abundante o constante durante los 6 años de este reporte y es una de las especies focales más abundantes, una especie que es especializada en vegetación flotante por lo cual tiene tanto éxito en estas condiciones (Ekhande 2012). La presencia abundante de estas especies en todos los años sin importar el área de estudio, muestra que todas las áreas de estudio muestran un hábitat óptimo para especies que tengan éxito sin ningún efecto, especialmente *J. spinosa*.

A. anhinga, *E. caerulea* y *B. virescens*, especies que son nadadoras y flotadoras, fueron registradas frecuentemente a lo largo del periodo del reporte como abundante y constante. Estas

especies dependen de las corrientes bajas y de los bancos de arena en los canales como principal área de alimentación. El tamaño de los canales y de los bancos de arena proveen condiciones ideales para flotar o descansar al igual que para nadar. Las especies mencionadas previamente están ampliamente distribuidas a lo largo de los canales de PNT, lo que puede mostrar que son especies que se adaptan a los hábitats, o que todas las áreas de estudio son hábitats óptimos para éstas, lo que es de extrema importancia considerando que *E. caerulea* es una especie migratoria regular de Norte América, lo que implica que la parte sur del PNT donde las áreas de estudio están localizadas proveen una importante área para especies migratorias. Aunque debemos notar que estas especies son afectadas por el flujo de agua, por lo cual la abundancia y riqueza de especies durante tiempos de corriente fuerte no son representados correctamente en nuestros resultados (Canepuccia *et al.* 2007); sin embargo, nuestros resultados recientes muestran que existe una tendencia en las especies migratorias, lo que nos hace asumir que las corrientes fuertes en las diferentes áreas de estudio no han impactado las zonas de alimentación o áreas de descanso de las especies focales a través de los años.

Miembros de la familia Acedinidae prefieren habitas de aguas más profundas y de áreas percheo para poder realizar un clavado para alimentarse. La composición de hábitat en nuestro estudio ha cambiado a través de los años, un declive en la abundancia de *M. alcyon* podrían ser parcialmente las razones de este cambio; dentro de Caño Negro, uno de los canales que hemos monitoreado desde el 2011, no tiene vegetación flotante o bancos de arena el cual provee un hábitat perfecto para aves de percheo, nadadores. Aunque este canal tiene las condiciones requeridas para este tipo de especies, es también uno de los canales más transitados, conectando Jalova y Parismina a Tortuguero, lo que afecta en un gran tránsito de botes que son observados durante los monitoreos; durante el 2015 no se encontraron especies focales en esta zona. Interesante que *A. anhinga* ha probado que no es impactado por el tráfico de botes (Rodgers and Smith 2007), lo que puede ser representado en los datos ya que es registrado como abundante o constante en el periodo de este reporte.

Sitios con menor tráfico de botes, los canales más cerrados y con mayor cobertura de vegetación pueden proveer un hábitat óptimo para especies que tienden a ser más cripticas. La presencia de menor abundancia de algunas especies es probada dependiendo de las cualidades del hábitat, (Slaheddine and Boulinier 2004). Esta hipótesis puede ser reflejada por el hecho que *E. helias* y *I. exilis* están clasificadas como ocasional ente el 2011 y el 2013, ambas especies utilizan vegetación emergente y otra vegetación densa para anidar y zona de alimentación, lo que provoca que su observación y registro sea más complicada. La abundancia de *C. cochlearius*, ha mostrado una caída considerable después del 2013, como ha sido explicado previamente esto podría deberse a los cambios de área de estudio para minimizar la alteración de especies en reproducción; al igual nuestra actual área de estudio contiene vegetación más densa, lo que hace que las especies cripticas descienda en números dado a que prefieren canales con menos impacto y aguas con menor corriente.

Observando los resultados de los índices de Sorensen, podemos observar que la composición de la comunidad de especies focales ha tenido un cambio drástico a través de los años, lo que nos permite observar con cierta confianza que los cambios en las metodologías y áreas de estudio han impactado nuestros resultados finales. Se recomienda que los nuevos canales o canales que fueron monitoreados, sean agregados una vez más al área de estudio con el objetivo de observar y analizar el cambio en la población y darnos la oportunidad de un mejor entendimiento de los canales de PNT, pero es de importancia que la metodología actual sea aplicada a áreas de estudio nuevas o anteriores, lo que nos proveerá una conclusión estadística más precisa entre las áreas de estudio. Esta expansión es importante también, ya que debemos notar que algunas especies que no han sido registradas con la misma abundancia o frecuencia durante los 6 años de estudio, en los canales que no han sido monitoreados nos arrojarían datos interesantes en cuanto a su dinámica. Todos los años la abundancia y riqueza muestran importantes estructuras de hábitat para algunas o muchas de las especies focales estudiadas, *H. fulcia*, que está en peligro de extinción en Costa Rica (Alvarado Quesada 2006), ha sido observada cada año desde el inicio del estudio en la parte sur del PNT, esto muestra que nuestras diferentes áreas de estudio pueden proveer hábitat propio para la mayoría de nuestras especies vulnerables.

Composición de hábitat

De acuerdo con Bibi y Ali (2013) y Kushlan (1993), la estructura de la vegetación en un ecosistema puede afectar directamente la abundancia y la riqueza de las especies. El número de hábitats o la heterogeneidad del hábitat esta correlacionada positivamente con la riqueza de especies (González 2009). Un entendimiento de la composición de la comunidad de flora y fauna puede ayudar en la comparación de la calidad del sitio con el paso del tiempo (Cohn-Haft *et al.* 1997). El cambio en la diversidad de aves debe de ser comprendida de mejor manera para un mejor manejo del ecosistema (Bibi and Ali 2013).

Ma *et al.* (2010) explica que la disposición de alimento es importante para determinar la capacidad que provee el hábitat. La vegetación densa provee hábitat para invertebrados, lo que incrementa la disposición de alimento para las aves marinas (Anderson and Smith 2000; Rehfisch 1994; Wiggins *et al.* 1980). Vegetación emergente también provee resguardo lo que incrementa las posibilidades de anidación para aves que prefieren estas áreas (Froneman *et al.* 2001). Tapetes de vegetación densa pueden cubrir áreas utilizadas por aves de clavado, como las Anhingas y el Martin Pescador, también provee áreas de alimentación para miembros de la familia Jacanida y Rallidae (Ekhande 2012).

De acuerdo con Alava y Haase (2006), la introducción de especies de plantas puede causar pérdida o alteración de hábitats, resultando en cambios en la estructura de comunidades al igual que ser una amenaza para especies nativas. *Raphia taedigera*, es de origen africano y se ha registrado en los trópicos desde hace 2000 años (Lewis *et al.* 2010; Carney and Hiraoka 1997). Estas especies son conocidas por asociación con ecosistemas donde la acumulación orgánica y

nutrientes en los altos niveles de agua se desarrolla. Los canales monitoreados en el PNT son conocidos por sus aguas negras y por la presencia significativa de palmas (Myers 1990). Reportes de Stiles y Skutch (1989) determinan que estos hábitats son principalmente utilizados por especies raras como *C. amazon*. También se han observado un gran número de *N. violacea* utilizando las palmas como áreas de descanso desde el 2014, cuando el substrato del hábitat comenzó a registrarse para cada especie, lo que demuestra como una especie de ave puede adaptarse a una especie invasora.

Especies como *A. agami* solo ha sido registrada por los primeros 3 años del estudio, lo que puede deberse al cambio de canales dado a que era área de reproducción y anidación para esta especie. Adicionalmente es una especie nocturna lo que es de esperarse notar una baja en el número de observaciones dado a que no se han realizado monitoreos nocturnos en el periodo de estudio. La realización de monitoreos nocturnos, con la misma metodología y algunos cambios mínimos para un mejor manejo de los monitoreos nocturnos, proveen la capacidad de un mejor entendimiento de las especies focales nocturnas en el área de estudio del PNT y proveer un mejor entendimiento de todas las especies focales y sus usos de hábitat durante las diferentes horas del día. En el 2016 GVI comenzó el monitoreo de canales entre las horas de 20:00 a 21:00 en 3 de nuestros canales de actual estudio, los resultados para los primeros meses del año ya han demostrado un incremento en la observación de *A. agami*. Si la logística y la seguridad lo permiten el monitoreo nocturno de todos los canales de estudio deberían de ser realizados.

Estudios realizados por Bibi y Ali (2013), muestran que la abundancia específicamente, tiene correlación con las condiciones de hábitat, y la presencia de alimento y especies en reproducción. Todo esto puede variar con el tiempo y entre temporadas de lluvia o tiempos de sequía. Algunos estudios no han encontrado diferencia por temporada en la composición de aves donde existen constantes áreas de inundación independientemente de la temporada (Aynalem y Bekele 2008). Otros han mostrado la respuesta de especies a cambios de hábitat durante el año (González 2009), otros estudios también analizan el clima a lo largo de año; se debería de aplicar un estudio de clima con una metodología estandarizada en la parte sur del PNT, para poder correlacionar efectivamente la abundancia de especies con los cambios de clima a lo largo del año. La vegetación tropical continúa sin ser estudiada, y los efectos de la introducción de palma y el efecto en las especies aviares es desconocida en el PNT (Lewis *et al* 2010). En el 2014 el proyecto de monitoreo de GVI se enfocó en llevar a cabo una investigación de identificación de las especies de flora que bordean los canales del PNT. Por complicaciones en la metodología y falta de personal, los objetivos no fueron logrados. Se recomienda que se aplique una metodología para poder determinar un mapa de la flora presente en los canales. Esto ayudaría con el entendimiento de la relación entre aves y flora en términos de biodiversidad, abundancia y riqueza, al igual que los efectos de introducción de especies de flora, y la selección de hábitat de las especies de aves. Variaciones como profundidad, fluctuación de agua, erosión y salinidad también puede ser estudiada para entender y monitorear las estructuras del hábitat (Ma *et al.* 2010; Gonzalez 2009).

Tráfico de botes

Los datos obtenidos del tráfico de botes durante el 2012 y 2013 y datos colectados constantemente desde el 2014, nos permiten comparar la riqueza de especies y abundancia en comparación con el tráfico de botes en los canales. Es una medida importante ya que los canales de PNT continúan con un incremento de tráfico de botes con el paso del tiempo. Los datos colectados en el 2014 es bastante bajo para proveer un análisis estadístico lo suficientemente fuerte para mostrar el impacto de botes en la población de aves en el área, al igual existen estudios en otras locaciones que muestran el impacto de tráfico de botes en las comunidades aviares y su flora.

Los efectos del impacto humano en las poblaciones de aves han sido estudiados durante años. Específicamente con botes motorizados que puede afectar a las aves acuáticas y sus comunidades. Mathews (1982) analizó el sonido y la velocidad en los movimientos de agua causados por botes motorizados, los cuales son los que tienen mayor impacto en la población de aves. De esta manera impactando las áreas de descanso y alimentación por causa del sonido, con la adición del impacto en la erosión causada por los mismos (Rodgers and Smith 2007; Loong 2002). Estos cambios pueden impactar el comportamiento de las aves, reducir su reproducción por una reducción en su abundancia, lo que puede llevar a una alteración en la composición de la comunidad y minimizar la diversidad, factores que pueden afectar la estabilidad del ecosistema (Bibi and Ali 2013; Sabine *et al.* 2008; Rodgers and Smith 2007; Loong 2002; Asplund 2000).

Garzas y otras especies fueron ahuyentadas como *A. anhinga* pero han sido las menos afectadas. Aunque no existe ningún registro en la base de datos, estas observaciones pueden ser hechas por la presencia de *A. anhinga* en los canales de PNT; individuos de esta especie son observados constantemente descansando en la vegetación baja o flotante que son afectados por el paso de botes motorizados, otro comportamiento en específico de esta especie lo que puede demostrar por qué aún tiene una abundancia alta a pesar del impacto y del paso de los años. Mientras tanto, *E. tricolor* es observado con regularidad por los investigadores de GVI durante monitoreo en la canoa. Algunos estudios discuten que las aves se pueden ajustar al impacto del sonido (Loong 2002). Sin importar esto, altera el comportamiento natural por lo tanto el stress psicológico aún puede ser un factor. La alteración continua incrementa el uso de energía de estas especies cuando son alteradas e impactadas (Hockin *et al.* 1992). Estas alteraciones y uso extra de energía puede ser el impacto en especies migratorias lo que afecta su abundancia y rango de regreso a esta locación. Considerando que antes del periodo de migración, las aves deben de pasar más tiempo alimentándose, que volando para, de esta manera incrementar la reserva de grasa, y el impacto que resulta en mayor uso de energía puede resultar que las aves seleccionen otros sitios de alimentación o al igual cambiar sus rutas de migración (Loong 2002; Hockin *et al.* 1992). De nuestros resultados podemos observar que las especies migratorias varían con los años y hasta ahora parecen no ser afectadas por el tráfico de botes.

Recomendaciones de manejo

La calidad de hábitat también puede ser afectada por la emisión de motores, lo que causa turbulencia que puede afectar el sustrato de los canales, específicamente en los canales de menor profundidad (Long 2002; Asplund 2000). Al establecer áreas restringidas podría ser el mejor método de mitigación para reducir el impacto humano en los ecosistemas del PNT. Mientras tanto los canales presentan una importancia para el ecoturismo e investigaciones biológicas (Morales and Meléndez 2014), tanto la investigación como el ecoturismo deberían de utilizar un bote no motorizado. Esto podría incrementar la impresión de una experiencia más natural al turismo, al incrementar un acercamiento más natural al turismo, da la opción de observar la flora y fauna reduciendo un impacto en el mismo. Un manejo y control de actividades turísticas debería de ser implementado para garantizar que las regulaciones están siendo seguidas.

El número de Eco-Lodges y botes en los canales del PNT ha incrementado, por lo que las regulaciones deben ser aplicadas y zonas de protección deberían de ser respetadas por investigadores y turistas. El incremento en el cuidado del público en general, el impacto a la sustentabilidad y su manejo, la importancia de la vida silvestre son vitales para el manejo sustentable (Bibi and Ali 2013). En el PNT, la biodiversidad de los canales es analizada en dos aspectos de alta importancia para investigación e interés público. Para el futuro de este proyecto más estudios del tránsito de botes debe de ser realizado para un mejor entendimiento del impacto realizado en las especies de aves a lo largo de los canales. Dichos estudios nos darán mejor entendimiento de la erosión y de la pérdida de hábitat causados por los botes motorizados. Con estos datos una recomendación de manejo del tráfico de botes puede ser implementado en el PNT y otros parques nacionales en Costa Rica.

Estrategia de comunicación y seguimiento de resultados

Una vez presentado este Reporte ante las autoridades de MINAE y ACTO, el mismo será publicado en los medios de comunicación social de GVI, con el objetivo de educar al público sobre la fauna del Parque Nacional Tortuguero. Se espera también, publicar el reporte en la página web de MINAE y ACTO, como una plataforma para comunicar nuestros resultados con el público. De igual manera los datos de este reporte serán utilizados como parte de la presentación anual a los guías de Tortuguero. Finalmente, una presentación con el resumen de los resultados será presentada a los asistentes de investigación de GVI, para reforzar la importancia de los estudios biológicos realizados en Jalova, y la importancia de su contribución.

Bibliografía

Alava, J.J. and Haase, B. 2011. Waterbird Biodiversity and Conservation Threats in Coastal Ecuador and the Galapagos Islands. *Ecosystem Biodiversity*; pp. 464: 271-314.

Alvarado Quesada, G.M. 2006. The importance of Costa Rica for Resident and Migratory Waterbirds. *Waterbirds Around the World*. Eds. G.C, C.A. Galbraith & D.A. Stroud. The stationery Office, Edinburgh, UK, 161-165.

Asplund, T.R. 2000. The Effects of Motorized Watercraft on Aquatic Ecosystems. Wisconsin Department of Natural Resources, Bureau of Integrated Science Services, and University of Wisconsin – Madison, Water Chemistry Program.

Aynalem, S. and Bekele, A. 2008. Species Composition, Relative Abundance and Distribution of Bird Fauna of Riverine and Wetland Habitats of Infranz and Yiganda at Southern Tip of Lake Tana, Ethiopia. *Tropical Ecology* 49(2): 199-209.

Barreto, M.M., Coupland, C., Packard, K., Keedy, L., Mead, A. 2014. Reporte Final: Monitoreo de Aves Acuáticas dentro de los canales del Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica. San Jose, Costa Rica.

Bensizerara, D., Chenchouni, H., Si Bachir, A and Houhamdi, M. 2013. Ecological status interactions for assessing bird diversity in relation to a heterogeneous landscape structure. *Avian Biology Research*, 6(1).

Bermúdez, F.A. and Hernández, C. 2004. Plan de Manejo del Parque Nacional Tortuguero. Ministerio del Ambiente y Energía. San José, Costa Rica.

Bibi, F. and Ali, Z. 2013. Measurement of Diversity Indices of Avian Communities at Taunsa Barrage Wildlife Sanctuary, Pakistan. *The Journal of Animal and Plant Sciences* 23(2): 469-474.

Bird Life International 2015. Country profile: Costa Rica.

Boza, M. 1993. Conservation in Action: Past, Present and Future of the National Park System of Costa Rica. *Conservation Biology* 7(2): 239-251.

Buckley, R. 2011. Tourism and Environment. *The Annual Review of Environment and Resources* 36: 397-416.

- Carney, J. and Hiraoka, M. 1997. *Raphia taedigera* in the Amazon Estuary. *Principes* 41(3): 125-130.
- Clarke, K.R. and Warwick, R.M. 2001. *Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*, 2nd edition. PRIMER-E: Plymouth.
- Cohn-Haft, A., Whittaker, A. and Stouffer, P.C. 1997. A New Look at the “Species-Poor” Central Amazon: The Avifauna North of Manaus, Brazil. *Ornithological Monographs* 48: 205-235.
- Coupland, C., Packard, K., Keedy, L., Mead, A. 2013. Reporte final: Monitoreo de Aves Acuáticas dentro de los canales del Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica. San Jose, Costa Rica.
- Froneman, A., Mangnall M.J., Little, R.M., Crowe, T.M. 2001. Waterbird assemblages and associated habitat characteristics of farm ponds in the Western Cape, South Africa. *Biodiversity and Conservation*, 10:251–270.
- Groom, J. 2011. Observaciones de la avifauna en el área de Jalova durante el año 2010 – Parque Nacional Tortuguero, Costa Rica. *Boletín Zeledonia*, 15(1-2): 6-27.
- Hockin, D., Ounsted, M., Gorman, M., Hill, D., Keller, V. and Barker, M.A. 1992. Examination of the Effects of Disturbance on Birds with Reference to its Importance in Ecological Assessments. *Journal of Environmental Management* 36: 253-286.
- Kushlan, J.A. 1993. Colonial Waterbirds as Bioindicators of Environmental Change. *Colonial Waterbirds* 16 (2): 223-251.
- Kushlan, J.A., Steinkamp, M., Parsons, K., Capp, J., Acosta, M., Coulter, M., Davidson, I., Dickson, L., Edelson, N., Elliot, R., Edwin, M., Hatch, S., Kress, S., Milko, R., Miller, S., Phillips, R., Mills, K., Saliva, J., Sydeman, B., Trapp, J., Wheeler, J. & Wohl, K. 2002. *Waterbird Conservation for the Americas: The North American Waterbird Conservation Plan, Version 1*. Waterbird Conservation for the Americas, Washington, D.C.
- Lewis, T., Grant, P., García Quesada, M., Ryall, C. and LaDuke, T.C. 2010. A Botanical Survey of Caño Palma Biological Station (Estación Biológica Caño Palma), Tortuguero, Costa Rica. *Brenesia Journal of Biodiversity and Conservation* 73-74: 73-84.
- Lower, W. R. and R.J. Kendall. 1990. Sentinel species and sentinel bioassay. Pp. 309-331 In: *Biomarkers of Environmental Contamination*. (J. F. McCarthy and L. R. Shugart, Eds.). Boca Raton, FL, USA: Lewis Publ.

- Loong, D. 2002. Impacts of Motorized Watercraft on the Aquatic Birdlife of Ross River and Ross Dam. Australian Centre of Tropical Freshwater Research. Report No 02/02. PAGE 28
- Ma, Z., Cai, Y., Li, B. and Chen, J. 2010. Managing Wetland Habitats for Waterbirds: an International Perspective, 30:15–27.
- Myers, R. L. 1990. Ecosystem of the World 15;Forested Wetlands. Elsevier, Amsterdam. 527 p.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. Mittermeier, G. DaFonseca & J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403: 853-858.
- Mora Fallas, J, Mora Carpio, J . (2007). INFORME ANUAL DE LABORES ÁREA DE CONSERVACIÓN TORTUGUERO 2 006. , p2.
- Morales, A.A., Meléndez, C.D. 2014. Manejo de Flujo de Visitantes en el Parque Nacional Tortuguero, Sector Cuatro Esquinas (2013-2014). Área de Conservación Tortuguero (ACTo) Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), Guápiles, Limón C.R.
- Ramsar, Convention on Wetlands. 2010. Misión Ramsar de Asesoramiento No. 69. Humedal de Importancia Internacional Caribe Noreste, Costa Rica.
- Ramsar, 1996. Information Sheet on Ramsar Wetlands: Humedal Caribe Noreste, Costa Rica.
- Rodgers, J.A. and Smith, H.T. 1997. Buffer Zone Distances to Protect Foraging and Loafing Waterbirds from Disturbance in Florida. Wildlife Society Bulletin 25(1): 139-145.
- Sabine III, J.B., Meyers, J. M., Moore, C.T. and Schweitzer, S.H. 2008. Effects of Human Activity on Behavior of Breeding American Oystercatchers, Cumberland Island National Seashore, Georgia, USA. Waterbirds 31(1): 70-82.
- Sodhi, S.S., Şekercioğlu, Ç. H., Barlow, J., Robinson, S. K. 2011 Conservation of Tropical Birds. Wiley-Blackwell.
- Stiles, F.G. and Skutch, A.F. 1989. A Guide to the Birds of Costa Rica. Comstock Publishing Associates, 511p.
- Valerio, C.E. 2006. Costa Rica, ambiente y diversidad. 2da. ed. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica, INBIO,156p.

Apéndices

Apéndice A. Especies focales, estado de migración y característica

Scientific Name	Common name	Migratory status	Guild
<i>Agamia agami</i>	Agami Heron	Resident	Wader
<i>Anhinga anhinga</i>	Anhinga	Resident	Swimmer
<i>Aramides cajanea</i>	Gray-necked Wood-Rail	Resident	Wader
<i>Aramus guarauna</i>	Limpkin	Resident	Wader
<i>Ardea alba</i>	Great Egret	North American Migrant	Wader
<i>Ardea Herodias</i>	Great Blue Heron	North American Migrant	Wader
<i>Bubulcus ibis</i>	Cattle Egret	Resident	Percher
<i>Butorides virescens</i>	Green Heron	Resident & North American Migrant	Wader
<i>Chloroceryle aenea</i>	American-pygmy Kingfisher	Resident	Percher
<i>Chloroceryle amazona</i>	Amazon Kingfisher	Resident	Percher
<i>Chloroceryle americana</i>	Green Kingfisher	Resident	Percher
<i>Chloroceryle inda</i>	Green and Rufous Kingfisher	Resident	Percher
<i>Cochlearius</i>	Boat-billed Heron	Resident	Wader
<i>Egretta caerulea</i>	Little Blue Heron	North American Migrant	Wader
<i>Egretta rufescens</i>	Reddish Egret	North American Migrant	Wader
<i>Egretta thula</i>	Snowy Egret	North American Migrant	Wader
<i>Egretta tricolor</i>	Tricolored Heron	North American Migrant	Wader
<i>Eurypyga helias</i>	Sunbittern	Resident	Wader
<i>Heliornis fulcia</i>	Sungrebe	Resident	Swimmer
<i>Ixobrychus exilis</i>	Least Bittern	Resident	Wader
<i>Jacana spinosa</i>	Northern Jacana	Resident	Wader
<i>Laterallus albigularis</i>	White-Throated Crake	Resident	Wader
<i>Megaceryle alcyon</i>	Belted Kingfisher	North American Migrant	Percher
<i>Megaceryle torquata</i>	Ringed Kingfisher	Resident	Percher
<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	Green Ibis	Resident	Wader
<i>Nyctanassa violacea</i>	Yellow-crowned night heron	Resident & North American Migrant	Wader

<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Neotropic Cormorant	Resident	Swimmer
<i>Porphyrio martinica</i>	Purple Gallinule	Resident	Wader
<i>Tigrisoma lineatum</i>	Rufescent Tiger-Heron	Resident	Wader
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Bare-throated Tiger-Heron	Resident	Wader

Apéndice B. *Especies focales abundancia y clasificación por año*

2010 Species	60 surveys		Clasificación
	# of records	FO (%)	
<i>Egretta caerulea</i>	334	90%	Abundante
<i>Butorides virescens</i>	373	82%	Abundante
Anhinga	136	73%	Constante
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	89	73%	Constante
<i>Jacana spinosa</i>	510	72%	Constante
<i>Megaceryle torquata</i>	57	62%	Constante
<i>Chloroceryle americana</i>	74	53%	Común
<i>Heliornis fulica</i>	27	33%	Raro
<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	38	32%	Raro
<i>Cochlearius cochlearius</i>	31	28%	Raro
<i>Egretta thula</i>	276	28%	Raro
<i>Egretta tricolor</i>	20	27%	Raro
<i>Laterallus albigularis</i>	25	23%	Raro
<i>Nyctanassa violacea</i>	19	23%	Raro
<i>Aramides cajanea</i>	11	17%	Ocasional
<i>Chloroceryle aenea</i>	11	17%	Ocasional
<i>Ardea herodias</i>	13	12%	Ocasional
<i>Bubulcus ibis</i>	59	12%	Ocasional
<i>Ardea alba</i>	11	10%	Ocasional
<i>Chloroceryle amazona</i>	7	10%	Ocasional
<i>Aramus guarauna</i>	5	8%	Ocasional
<i>Porphyrio martinica</i>	4	7%	Ocasional

Agamia agami	4	5%	Ocasional
Megaceryle alcyon	3	3%	Ocasional
Chloroceryle inda	2	3%	Ocasional
Ixobrychus exilis	2	3%	Ocasional
Tigrisoma lineatum	2	2%	Ocasional

2011		85 surveys	
Species	# of records	FO (%)	Clasificacion
Jacana spinosa	709	89%	Abundante
Anhinga anhinga	193	80%	Abundante
Butorides virescens	340	79%	Constante
Tigrisoma mexicanum	151	79%	Constante
Egretta caerulea	482	78%	Constante
Chloroceryle americana	86	54%	Común
Nyctanassa violacea	92	35%	Raro
Megaceryle torquata	40	34%	Raro
Chloroceryle amazona	42	34%	Raro
Egretta thula	397	32%	Raro
Ardea alba	56	31%	Raro
Mesembrinibis cayennensis	76	31%	Raro
Heliornis fulica	37	28%	Raro
Egretta tricolor	47	27%	Raro
Laterallus albigularis	37	27%	Raro
Bubulcus ibis	134	24%	Raro
Cochlearius cochlearius	123	21%	Raro
Aramides cajanea	21	18%	Ocasional
Ardea herodias	21	13%	Ocasional
Chloroceryle aenea	9	11%	Ocasional
Porphyrio martinica	6	7%	Ocasional

Agamia agami	5	5%	Ocasional
Megaceryle alcyon	5	5%	Ocasional
Chloroceryle inda	3	4%	Ocasional
Aramus guarauna	1	1%	Ocasional
Eurypyga helias	1	1%	Ocasional

2012		90 surveys	
Species	# of records	FO (%)	Clasificacion
Tigrisoma mexicanum	178	82%	Abundante
Anhinga anhinga	234	80%	Abundante
Jacana spinosa	966	79%	Constante
Butorides virescens	395	73%	Constante
Egretta caerulea	421	72%	Constante
Chloroceryle americana	123	63%	Constante
Megaceryle torquata	73	52%	Común
Mesembrinibis cayennensis	99	43%	Común
Laterallus albigularis	65	41%	Común
Nyctanassa violacea	81	37%	Raro
Ardea alba	104	36%	Raro
Egretta tricolor	65	32%	Raro
Egretta thula	608	31%	Raro
Heliornis fulica	46	29%	Raro
Chloroceryle amazona	23	23%	Raro
Cochlearius cochlearius	146	23%	Raro
Ardea herodias	23	22%	Raro
Porphyrio martinica	31	18%	Ocasional
Chloroceryle aenea	21	16%	Ocasional
Aramides cajanea	14	14%	Ocasional
Megaceryle alcyon	13	12%	Ocasional

Chloroceryle inda	8	9%	Ocasional
Phalacrocorax brasilianus	20	9%	Ocasional
Bubulcus ibis	89	8%	Ocasional
Eurypyga helias	3	3%	Ocasional
Agamia agami	2	2%	Ocasional
Aramus guarauna	2	2%	Ocasional
Ixobrychus exilis	3	2%	Ocasional

2013		32 surveys		
Species	# of records	FO (%)	Clasificacion	
Egretta caerulea	180	88%	Abundante	
Anhinga anhinga	84	81%	Abundante	
Butorides virescens	121	78%	Constante	
Jacana spinosa	312	78%	Constante	
Tigrisoma mexicanum	45	72%	Constante	
Chloroceryle americana	31	50%	Común	
Ardea alba	23	41%	Común	
Megaceryle torquata	20	41%	Común	
Egretta thula	190	41%	Común	
Chloroceryle amazona	14	34%	Raro	
Egretta tricolor	27	34%	Raro	
Laterallus albigularis	29	34%	Raro	
Megaceryle alcyon	14	31%	Raro	
Mesembrinibis cayennensis	29	28%	Raro	
Nyctanassa violacea	13	28%	Raro	
Heliornis fulica	14	25%	Raro	
Chloroceryle aenea	9	22%	Raro	
Aramides cajanea	8	19%	Ocasional	
Porphyrio martinica	13	19%	Ocasional	

Ardea herodias	7	16%	Ocasional
Bubulcus ibis	6	16%	Ocasional
Chloroceryle inda	6	16%	Ocasional
Cochlearius cochlearius	45	16%	Ocasional
Aramus guarauna	3	9%	Ocasional
Tigrisoma lineatum	4	9%	Ocasional
Ixobrychus exilis	2	6%	Ocasional
Phalacrocorax brasilianus	3	6%	Ocasional

2014		104 surveys	
Species	# of records	FO (%)	Clasificación
Jacana spinosa	885	83%	Abundante
Butorides virescens	283	75%	Constante
Egretta caerulea	384	70%	Constante
Anhinga anhinga	128	68%	Constante
Tigrisoma mexicanum	89	52%	Común
Megaceryle torquata	41	31%	Raro
Egretta thula	311	30%	Raro
Nyctanassa violacea	54	30%	Raro
Chloroceryle americana	38	28%	Raro
Laterallus albigularis	42	24%	Raro

Ardea alba	30	16%	Ocasional
Mesembrinibis cayennensis	38	16%	Ocasional
Chloroceryle amazona	17	13%	Ocasional
Egretta tricolor	19	13%	Ocasional
Bubulcus ibis	45	9%	Ocasional
Porphyrio martinica	11	9%	Ocasional
Heliornis fulcia	9	8%	Ocasional
Aramides caJanuaryea	9	7%	Ocasional
Cochlearius cochlearius	7	5%	Ocasional
Megaceryle alcyon	5	4%	Ocasional
Ardea herodias	3	3%	Ocasional
Aramus guarauna	3	2%	Ocasional
Chloroceryle aenea	2	2%	Ocasional
Chloroceryle inda	1	1%	Ocasional
Egretta rufescens	1	1%	Ocasional
Phalacrocorax brasilianus	1	1%	Ocasional

2015	89 surveys		
Species	# of records	FO (%)	Clasificación
Butorides virescens	242	74%	Constante
Egretta caerulea	342	74%	Constante
Jacana spinosa	521	74%	Constante
Tigrisoma mexicanum	68	49%	Común
Anhinga anhinga	66	45%	Común
Nyctanassa violacea	59	40%	Común
Megaceryle torquata	39	38%	Raro
Egretta thula	514	34%	Raro
Ardea alba	44	25%	Raro
Egretta tricolor	23	16%	Ocasional
Mesembrinibis cayennensis	33	16%	Ocasional
Chloroceryle americana	16	15%	Ocasional
Laterallus albigularis	15	15%	Ocasional
Chloroceryle amazona	15	13%	Ocasional
Heliornis fulica	13	10%	Ocasional
Bubulcus ibis	19	8%	Ocasional
Ardea herodias	7	7%	Ocasional
Cochlearius cochlearius	4	4%	Ocasional

Aramus guarauna	4	3%	Ocasiona I
Chloroceryle aenea	4	3%	Ocasiona I
MegaMegaceryle alcyon	4	3%	Ocasiona I
Porphyrio martinicus	4	3%	Ocasiona I
Aramides cajanea	2	2%	Ocasiona I
Phalacrocorax brasilianus	2	2%	Ocasiona I
Chloroceryle inda	2	1%	Ocasiona I
Tigrisoma lineatum	1	1%	Ocasiona I

Appendix C. Frecuencia en ocurrencia de acuerdo con Bensizerara *et al.* (2013).

Classificacion		FO (%)
I	Occasional	<20
II	Rare	20-39
III	Common	40-59
IV	Constant	60-79
V	Abundant	≥80

Appendix D. Cordenadas GPS de acuerdo a los canales monitoreados: Aguas Negras, Caño California, Caño Negro, Rio Sierpe and Rio Sierpe Alto, Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica.

		Inicio	Final
AN	N	10°20'.742"	10°20'614"
	W	083°23'.917"	083°24'085"

CAL	N	10°20'312"	10°20'103"
	W	083°23'826"	083°24'461"
CN	N	10°21'437"	10°21'959"
	W	083°24'230"	083°24'681"
RS	N	10°23'018"	10°22'540"
	W	083°25'658"	083°26'328"
RSA	N	10°22'726"	10°23'181"
	W	083°26'633"	083°27'165"
