



**INFORME SEMESTRAL**

**Mayo – Octubre 2015**

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

**Producido por:**

EDWIN VACA – Encargado de proyecto de aves - 2015 – Presente

ANIK LEVAC – Encargada de proyecto de aves – 2014 - 2015

**EN COLABORACIÓN CON:**

GERENTE DE BASE: Alejandra Carvallo C.

PERSONAL DE CAMPO: Jizel Miles, Megan Brett, Grant Baker

DIRECTORA GVI COSTA RICA: Cynthia Arochi Z.

Bajo el permiso SINAC-ACTO-D-RES-017-2015 de la investigadora y antigua Directora  
Ladonna Blaine Clarke

**JALOVA, COSTA RICA  
2015**

### **Acerca de este informe**

Esta investigación ha sido realizada por Global Vision International. Las conclusiones y recomendaciones formuladas en este informe se basan en el análisis estadístico de los datos recolectados durante el periodo de Mayo – Octubre 2015.

### **Citado como**

Vaca, E., Levac, A. 2015. Informe semestral: Proyecto de monitoreo de aves acuáticas dentro del Parque Nacional Tortuguero.

### **Agradecimientos:**

Esta investigación se ha realizado con la ayuda de los siguientes asistentes de investigadores de Global Vision International:

James Gilpin, Abigail Longhurst, Adam Faghtmann, AJ Johnston, Alex Hart, Amelia Westhoff, Angela Burk, Antonia Ekerdt, Baley Good, Brittany Beagle, Caitlin Reardon, Charlotte Tysoe, David Hughes, Eleanore Hacheme, Emily Gonthier, Franca van den Berg, George Wykes, Hannah McDonnell, Hazel Mitchison, Huanzhen Chen, Hugo Shute, Ian Rowntree, James Gilpin, James Crotty, James Parker, Jane Oxenforth, Jessica Williams, Jody Griffin, Johanna Garpenlov, Josefine Karlsson, Julia Kunze, Kerryann Romero, Laura Thompson, Louisa Pimblett, Lucy Bell-Reeves, Luke Thomas, Mathias Hoppenbrouwers, Matthew Carr, Naomi Anderson, Nathalie Gebruer,s Nathan Lalli, Rebecca Stubley, Robert Herder, Shanice Tong, Silvia Herren, Sophia Charlotte Wessler, Sophie Beukers, Stephanie Wilmott, Tess Bennett, Tiara Sehn ,William Blackshaw, Zoe Fillacier, Danielle Neeman, Nick Keller, James Ratcliff, Raphael Coleman, Martin Thompson.

### **GVI Jalova, Costa Rica**

Correo electrónico: [tortuguero@gviworld.com](mailto: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. Por lo tanto es importante considerar las implicaciones de protección necesarias en términos de frecuencia del tráfico de botes así como los efectos del turismo en la diversidad aviaria y su supervivencia. Desde Junio hasta Octubre 2015, 37 monitoreos fueron realizadas en 5 canales de PNT notando la diversidad y abundancia de especies con atención especial a las 30 especies objetivo de aves acuáticas. Un total de 965 individuos correspondiendo a 64 especies fueron notados, 24 siendo especies objetivo y 40 especies incidentales. *Butorides virescens*, *Egretta caerulea* y *Jacana spinosa* fueron las únicas especies registradas como constante a través de todos los canales. El índice de Shannon-Wiener de PNT se calculó a ser 3.11 con equitatividad de 0.75 considerando todas las especies en todos los canales. Los resultados incluyendo el índice Shannon-Wiener de diversidad y equitatividad, abundancia y riqueza de especies objetivo e incidentales en todos los canales demostraron promedios e índices más altos por este periodo comparado al año pasado. Todos los índices de diversidad calculados fueron altos en la escala de Shannon-Wiener, con índices relativamente altos de equitatividad. Probablemente esto es debido a que notamos varios números de especies abundantes, con solamente unos pocos números de especies raras registradas en ocasiones. También podría ser resultado de un pequeño número de monitoreos realizadas durante este período.

Es imperativo continuar el programa de monitoreo de aves acuáticas a largo plazo en el PNT, dado a que todos los canales, a pesar de abundancia o riqueza, representan estructuras esenciales de hábitats para todas o algunas de las especies de aves observadas. También recomendamos una mayor investigación del uso de hábitat durante las noches y estructuras de hábitat a lo largo de los canales para dar una mayor comprensión de la relación entre el hábitat y las especies. Durante este periodo dos individuos *Chloroceryle inda* fueron notados en Canyo Negro (CN), dado a que es una especie de interés especial, el monitoreo de las aves acuáticas tiene que continuar para proporcionar una conclusión estadística más fuerte sobre la población de aves en el TNP.

# Tabla de contenidos

---

Resumen .....	3
Lista de figuras .....	5
Lista de tablas.....	6
1 Introducción .....	7
2 Metodología .....	9
2.1 Área de estudio.....	9
2.3 Método de monitoreos.....	11
2.3 Análisis de datos.....	12
3 Resultados .....	12
3.1 Avifauna del Parque Nacional Tortuguero .....	12
3.2 Abundancia, riqueza y diversidad por canal.....	14
3.3 Abundancia, riqueza y diversidad de especies objetivo por canal.....	17
4 Discusión y Recomendaciones .....	22
Referencias .....	29
Apéndices .....	32

# Lista de figuras

---

<b>Figura 1.</b> Imagen satelital del los transectos en los canales de investigación para el proyecto de monitoreo de aves acuáticas. Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica (Fuente: Google Earth 2015). .....	11
<b>Figura 2.</b> Curva de acumulación (negro) por todas las especies de aves registradas en los transectos durante las monitoreos en los canales desde Junio hasta Octubre 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica. ....	13
<b>Figura 3.</b> Promedio de abundancia de todas las especies de aves registradas por monitoreo en los transectos de los canales de Aguas Negras, Caño California, Caño Negro, Rio Sierpe y Rio Sierpe Alto. Monitoreos realizados entre Junio y Octubre 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica. $\pm$ SEM. ....	15
<b>Figure 4.</b> Promedio de riqueza de todas las especies registradas por monitoreo en los transectos de los canales de Aguas Negras, Caño California, Caño Negro, Rio Sierpe y Rio Sierpe Alto. Monitoreos realizados entre Junio y Octubre 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica. $\pm$ SEM .....	16
<b>Figura 5.</b> Promedio de abundancia de las especies de aves objetivo registradas por monitoreo en los transectos de los canales de Aguas Negras, Caño California, Caño Negro, Rio Sierpe y Rio Sierpe Alto. Monitoreos realizadas entre Junio y Octubre 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica. $\pm$ SEM .....	18
<b>Figura 6.</b> Promedio de riqueza de las especies de aves objetivo registradas por monitoreo en los transectos de los canales de Aguas Negras, Caño California, Caño Negro, Rio Sierpe y Rio Sierpe Alto. Monitoreos realizadas entre Junio y Octubre 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica. $\pm$ SEM .....	19

# Lista de tablas

---

**Tabla 1.** Especies de aves acuáticas objetivo, numero total de récords, frecuencia de ocurrencia, y clasificación de frecuencia como descrito por Bensizerara *et al.* (2013) por los monitoreos realizadas en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica entre Junio y Octubre 2015..... 14

**Tabla 2.** Abundancia de todas las especies de aves registradas en cada canal. P-value comparación entre cada canal utilizando un two-sample T-test por todas las monitoreos realizadas entre Junio y Octubre 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica .....15

**Tabla 3.** Riqueza de todas las especies de aves registradas en cada canal. P-value comparación entre cada canal utilizando un two-sample T-test por todas las monitoreos realizadas entre Junio y Octubre 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica.. .....16

**Tabla 4.** Shannon-Wiener índices de diversidad ( $H'$ ) y equitatividad (E) por todas las especies de aves registradas en los transectos de los canales Aguas Negras, Caño California, Caño Negro, Rio Sierpe y Rio Sierpe Alto. Monitoreos realizadas entre Junio y Octubre 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica.....17

**Tabla 5.** Abundancia de especies de aves objetivo registradas en cada canal. P-value comparación entre cada canal utilizando un two-sample T-test por todos los monitoreos realizadas entre Junio y Octubre 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica.....17

**Tabla 6.** Riqueza de las especies de aves objetivo registradas en cada canal. P-value comparación entre cada canal utilizando un two-sample T-test por todas las monitorios realizadas entre Junio y Octubre 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica.....18

**Tabla 7.** Clasificación de Composición y Frecuencia, como descrita por Bensizerara *et al.* (2013), de especies objetivo por canal en las monitorios realizadas en los transectos de Aguas Negras, Caño California, Caño Negro, Rio Sierpe y Rio Sierpe Alto. Monitorios realizadas entre Junio y Octubre 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica.....21

# 1 Introducción

---

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 variedad de vegetación prospere, que 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 a esas 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 (Lower and Kendall 1992; Kushlan 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 de 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 (Ramsar site) y un área importante de aves y biodiversidad (BirdLife 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 en múltiple 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 noto 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 mas grandes que apoyan financieramente a muchas comunidades del país, no solo eso sino también apoya políticamente a agencias de aéreas protegidas y conservación en tierras publicas y privadas (Buckley 2011). El mantenimiento de la rica biodiversidad en Costa Rica se esta convirtiendo cada vez mas y mas importante ya que el aumento de la hospitalidad para turistas y la presión human 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) enumero 265 especies de aves, que incluye la garza agami (*Agamia agami*), una especie incluida como vulnerable por la lista roja en la IUCN (International Union for Conservation of Nature). 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 la aérea 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.

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 Sur extremo del PNT, cerca de la estación biológica de Jalova, en el 2010. Metodologías han sido actualizadas en consecuencia con el monitorio general de la diversidad, riqueza, abundancia y hábitat de aves a plazo largo. Este informe tiene como objetivo presentar datos

resumidos de una manera que es comparable a los resultados anteriores, además de ayudar al Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica (MINAE) proporcionando una lista completa de las especies de aves que se encuentran en los canales específicos dentro del PNT, con atención especial a las 30 especies objetivo escogidas por GVI. Recomendaciones sobre el tráfico de embarcaciones y la evaluación de vegetación dentro de los canales también son incluidas para referencia como aplicable con los resultados obtenidos en este estudio.

## 2 Metodología

---

Dado que el proyecto de monitoreo de aves acuáticas dentro del Parque Nacional Tortuguero ha estado funcionando durante cerca de una década, las metodologías se han mantenido mas o menos similares a la de años anteriores, con modificaciones hechas apropiadamente para los requisitos de la expedición de GVI Costa Rica. Las siguientes metodologías son mas similares a esas iniciadas por Barreto *et al.* (2014) y Levac (2015), con unos ajustes menores.

### 2.1 Área de estudio

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 la área de Conservación y Desarrollo Sostenible de Llanuras del Tortuguero (ACTo) (Mora y Mora, 2006). La zona de Tortuguero varia desde 0-269m de altura, recibe una precipitación anual de 6000mm y una temperatura promedio de 26°C (Lewis *et al.* 2009; Bermúdez and Hernández 2004; RAMSAR 1996). La estación biológica de Global Vision International Jalova se encuentra al sur de PNT.

Cinco transectos 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 (Figure 1). Todos los transectos 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 transectos 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 transectos 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 trafico de barcos de turismo, de los 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 mas 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 monitorios. Aunque al canal entero esta dentro del PNT, esta designado como zona de uso publico.

### ***Caño California (CAL)***

Este transecto 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, varias monitorios 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 ultima sección no esta dentro del PNT y entonces no es protegido.

### ***Caño Negro (CN)***

El inicio de este transecto 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 trafico de botes y la corriente es típicamente moderada. El canal esta 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 esta sujeto a la mayoría de tráfico de botes de todos los canales en el parque.

### ***Rio Sierpe (RS)***

El inicio de RS esta localizado al Oeste de donde Caño Negro se encuentra con el canal principal que conecta con el pueblo de Tortuguero. Este transecto 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 transecto. Las corrientes y el tráfico de botes motorizados son relativamente moderados en este canal. El canal esta 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 agamí).

### ***Rio Sierpe Alto (RSA)***

El inicio de RSA está localizado aproximadamente a 1km Noreste del final del transecto RS. Este es el 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 transecto entero está al borde de la zona de uso registrada en el PNT.



**Figura 1.** Imagen satelital de los transectos en los canales de investigación por el proyecto de monitoreo de aves acuáticas. Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica (Fuente: Google Earth 2015). \*refiera a apéndice D para las coordenadas GPS de los puntos de inicio y fin de cada canal.

## **2.3 Método de monitorios**

Nuestro objetivo fue el de estudiar cada transecto dos veces, a las 6:00 y a las 15:00. Cada monitoreo durando 1 hora, realizado por canoa a un ritmo de 500m por 15 minutos. Ya que varias de nuestras especies de objetivo (Apéndice A) son relativamente estacionarias, el uso de transectos en movimiento fue utilizado en vez de una metodología de puntos de cuenta. Especies identificadas únicamente a través de vocalizaciones solamente fueron registradas cuando se creyeron estar a 25m del filo del canal. Individuos volando dentro y sobre la línea de fronda también fueron notados.

Una lista de 30 especies de aves objetivo de ambas poblaciones de aves residentes y migratorias fue compilada de acuerdo a las variables de preferencias de hábitat para crianza y alimentación de cada especie. Los datos fueron coleccionados sobre la abundancia y riqueza, y cuando fue posible también sobre el sexo y la etapa de vida (juvenil, adulto o etapa de crianza). Todo el personal y voluntarios fueron entrenados, y tuvieron que pasar exámenes con una nota del 90 al 100%, para poder colaborar en cualquier monitoreo para asegurar que toda la información posible sobre las especies objetivo y incidentales puedan ser coleccionadas.

### **2.3 Análisis de datos**

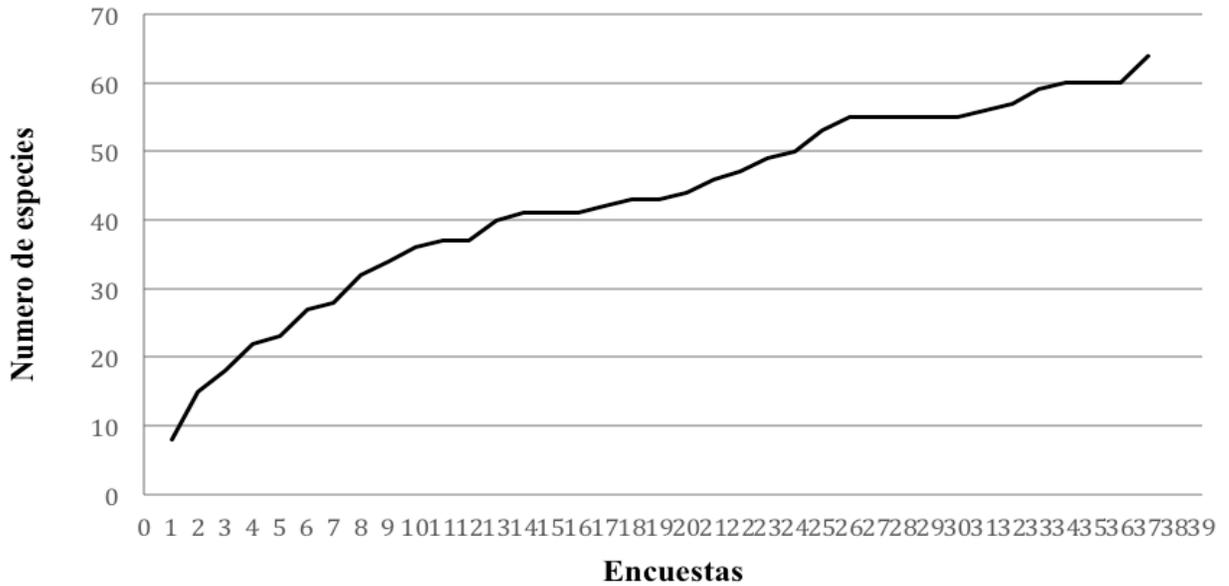
Microsoft Excel Software fue utilizado para calcular todos los promedios y errores. Este programa, en adición a Minitab, fueron utilizados para crear la curva de acumulación de especies de el periodo de permiso de mayo a octubre 2015. Además, Minitab fue utilizado para comparar los promedios entre los canales usando pruebas One-way ANOVA y para calcular el p-value utilizamos two-sample t-test. Estos programas también fueron utilizados para calcular el índice de Shannon-Wiener de diversidad y equitatividad. La Frecuencia de Ocurrencia (FO) de todas las especies fue calculada dividiendo el número de ocurrencias de cada especie por el número total de monitorios en cada canal y por el PNT en total. Un índice variando desde (I) a (V) fue utilizado para definir la FO de cada especie objetivo dentro de cada un de los cinco canales, siguiendo las descripciones descritas en Bensizerara *et al.* (2013) (Apéndice C).

## **3 Resultados**

---

### **3.1 Avifauna del Parque Nacional Tortuguero**

El mayor incremento de nuevas especies monitoreadas ocurrió hacia el comienzo del periodo de estudio desde Junio a Julio 2015 (Figura 1). La curva después muestra otro aumento rápido durante las primeras semanas de Octubre, antes de casi llegar a un estancamiento hacia el fin del mes. Sin embargo durante las últimas semanas de monitorios nuevas especies fueron observadas.



**Figura 2.** Curva de acumulación (negro) por todas las especies de aves registradas en los transectos durante las monitorios en los canales desde Junio hasta Octubre 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica.

Un total de 37 de monitorios fueron completados desde el 14 de Junio hasta el 28 de Octubre 2015. Durante todos las monitorios 965 individuos fueron registrados, así como registros visuales o auditivos. De esos, 648 registros fueron de especies objetivo. Entre las 64 especies registradas, 24 fueron especies objetivo y 40 fueron especies incidentales. El apéndice A demuestra la lista completa de especies objetivo muestreadas en este estudio, las especies incidentales pueden ser vistas en el Apéndice B. El índice Shannon-Wiener para el PNT fue calculado en 3.11 con una equitatividad de 0.75 considerando todas las especies en todos los canales. El índice no fue calculado utilizando solamente especies objetivo ya que el índice supone que todas las especies de la comunidad son incluidas y por lo tanto, no tendría ninguna representación significativa hacia la comunidad en su conjunto.

El número de registros y FO por cada especie objetivo se muestran en la Tabla 1, considerando todos los registros. No se encontró ninguna especie abundante de aves acuáticas en el PNT por este período de estudio. Sin embargo, habían tres especies constantes de aves acuáticas *Butorides virescens* (73 récords, 78% FO), *Egretta caerulea* (96 récords, 68% FO), and *Jacana spinosa* (182 récords, 68% FO) (Tabla 1). *Chloroceryle aenea*, *Aramides cajaneus*, y *Phalacrocorax brasilianus* fueron registradas solamente una vez a través te todo este período de monitoreo. A pesar de que se hizo un pequeño registro de encuentros fuera de monitorios (no lo suficientemente grande para analizar), seis especies objetivo no han sido vistas en los canales durante este periodo de permiso: *Agamia agami*, *Bubulcus ibis*, *Ardea Herodias*, *Eurypyga helias*, *Ixobrychus exilis* y *Egretta rufescens*. El número y la diversidad de los encuentros de especies tal vez puedan cambiar si el actual periodo de permiso actual corriera para todo el año.

Por ejemplo el año pasado un individuo de *Egretta rufescens*, morfo blanco, fue notado por la primera vez por GVI en Noviembre 2014 en la ultima sección de RSA.

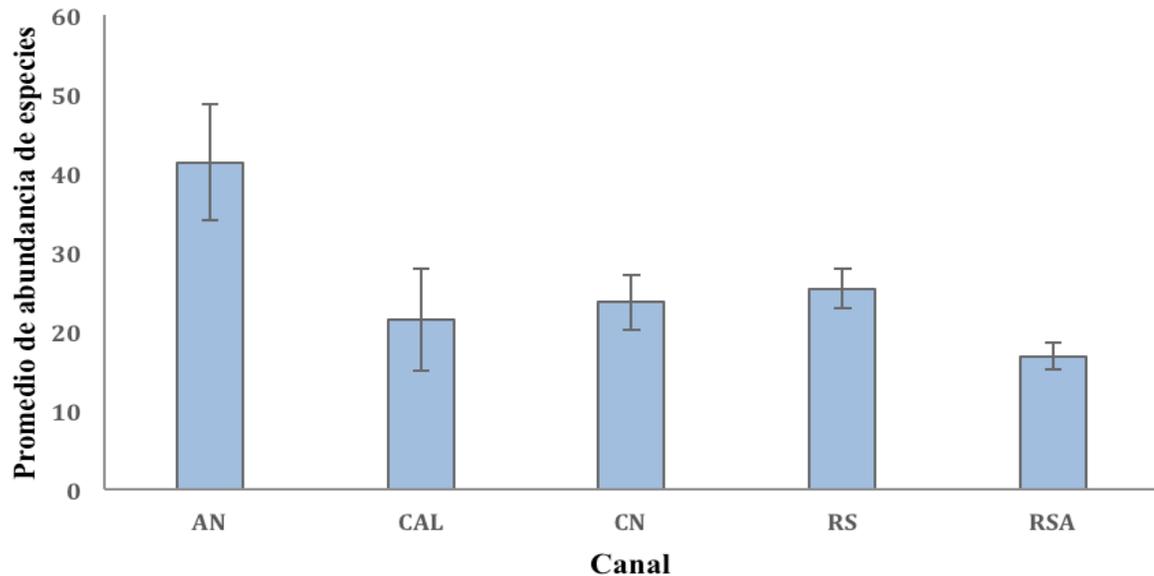
<b>Especies</b>	<b># de registro</b>	<b>FO (%)</b>	<b>Clasificación</b>
Butorides virescens	73	78%	Constante
Egretta caerulea	96	68%	Constante
Jacana spinosa	182	68%	Constante
Tigrisoma mexicanum	35	59%	Común
Megaceryle torquata	22	51%	Común
Nyctanassa violacea	24	46%	Común
Anhinga anhinga	18	35%	Raro
Egretta thula	111	27%	Raro
Ardea alba	26	22%	Raro
Mesembrinibis cayennensis	15	22%	Raro
Chloroceryle amazona	9	19%	Ocasional
Heliornis fulica	6	11%	Ocasional
Egretta tricolor	7	11%	Ocasional
Cochlearius cochlearius	3	8%	Ocasional
Chloroceryle americana	4	8%	Ocasional
Laterallus albigularis	3	8%	Ocasional
Megaceryle alcyon	3	5%	Ocasional
Aramus guarana	3	5%	Ocasional
Chloroceryle aenea	1	3%	Ocasional
Aramides cajaneus	1	3%	Ocasional
Chloroceryle inda	2	3%	Ocasional
Phalacrocorax brasilianus	1	3%	Ocasional
Porphyrio martinicus	2	3%	Ocasional
Tigrisoma lineatum	1	3%	Ocasional

**Tabla 1.** Especies de aves acuáticas objetivo, numero total de registros, frecuencia de ocurrencia, y clasificación de frecuencia como descrito por Bensizerara *et al.* (2013) por la monitorios realizadas en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica entre Junio y Octubre 2015.

### **3.2 Abundancia, riqueza y diversidad por canal**

Al considerar la abundancia general (ambas especies tanto de objetivo como incidentales) de aves vistas por monitoreo, AN demostró tener el promedio mas alto de abundancia seguido por RS, CN and CAL respectivamente (Figura 3). La abundancia en AN solo era significativamente mayor que en RSA ( $p = 0.014$ ). El único otro canal con una estadística mayor de significado es RS ( $p = 0.017$ ) sobre RSA (Tabla 2). Durante el mismo periodo el año pasado las observaciones

en los canales demostraron una estadística significativa entre AN y CN pero ningún otro canal (nivel estadístico 0.05).

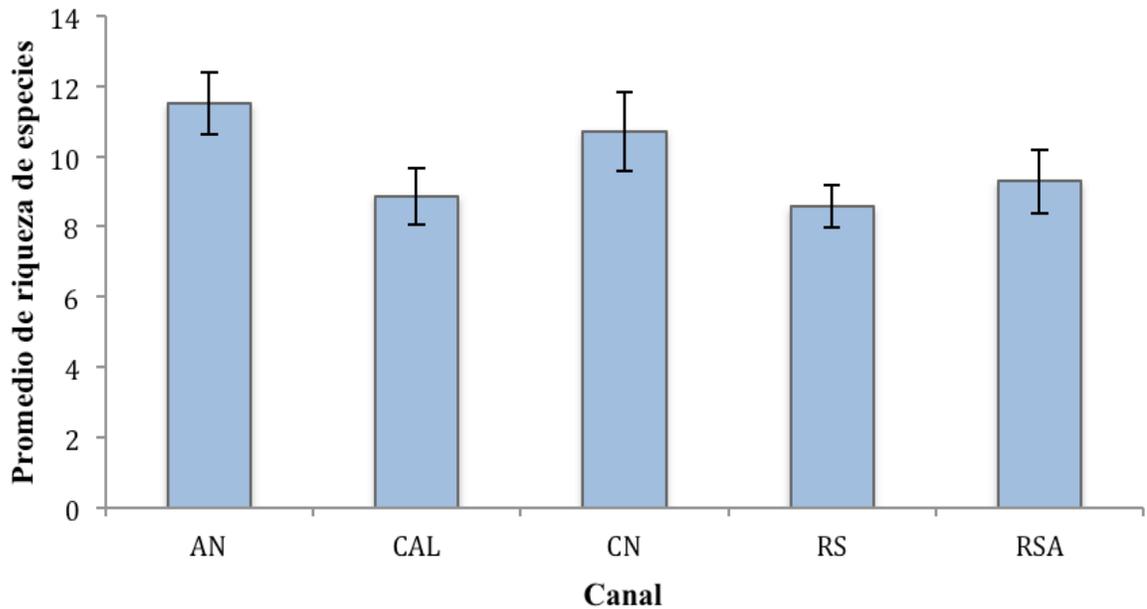


**Figura 3.** Promedio de abundancia de todas las especies de aves registradas por monitoreo en los transectos de los canales de Aguas Negras, Caño California, Caño Negro, Rio Sierpe y Rio Sierpe Alto. Monitoreos realizadas entre Junio y Octubre 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica. ± SEM.

	AN	CAL	CN	RS	RSA
AN	-	-	-	-	-
CAL	0.062	-	-	-	-
CN	0.057	0.767	-	-	-
RS	0.073	0.582	0.696	-	-
RSA	0.014	0.506	0.112	0.017	-

**Tabla 2.** Abundancia de todas las especies de aves registradas en cada canal. P-value comparación entre cada canal utilizando un two-sample T-test por todos los monitoreos realizados entre Junio y Octubre 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica.

Al considerar la riqueza total de especies, AN otra vez tuvo el promedio mas alto seguido por CN, RSA, CAL y RS respectivamente (Figura 4). La riqueza de especies en AN fue solamente de mayor significancia que en RS ( $p = 0.019$ ). Ningún otro de los valores entre los canales fueron significativamente diferentes (nivel estadístico 0.05, Tabla 3). Durante el mismo periodo el año pasado ninguno de los canales observados demostraron alguna estadística significativa.



**Figure 4.** Promedio de riqueza de todas las especies registradas por monitoreo en los transectos de los canales de Aguas Negras, Caño California, Caño Negro, Rio Sierpe y Rio Sierpe Alto. Monitoreos realizadas entre Junio y Octubre 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica.  $\pm$  SEM

	AN	CAL	CN	RS	RSA
AN	-	-	-	-	-
CAL	0.048	-	-	-	-
CN	0.595	0.212	-	-	-
RS	0.019	0.77	0.129	-	-
RSA	0.108	0.743	0.347	0.532	-

**Tabla 3.** Riqueza de todas las especies de aves registradas en cada canal. P-value comparación entre cada canal utilizando un two-sample T-test en todos los monitoreos realizadas entre Junio y Octubre 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica.

En términos de canales individuales, RSA tuvo el índice Shannon-Wiener de diversidad más alto seguido por CN, CAL, AN y RS (Tabla 2). RSA también tubo la equitatividad calculada mas alta seguido por CN, CAL, AN and RS. Note que todos los valores de los índices de Shannon-Wiener eran significativamente mas bajos durante el mismo periodo el año pasado, cuando los comparamos a los valores de este año, el año pasado CN tenían el índice mas alto (1.28) y RS el índice mas bajo (1.10). El índice de equitatividad es similar al del periodo del año pasado, otra vez con la excepción de que ahora RSA tiene el índice más alto de equitatividad

(0.86) y el año pasado CN (0.83) tuvo el índice más alto. Es también importante notar que la equitatividad de CAL ha aumentado del mas bajo el año pasado (0.7) a (0.77) llevándolo mas alto que RS (0.72) en términos de equitatividad.

	AN	CAL	CN	RS	RSA
<b>H'</b>	2.5	2.67	2.96	2.25	3.02
<b>E</b>	0.73	0.77	0.85	0.72	0.86

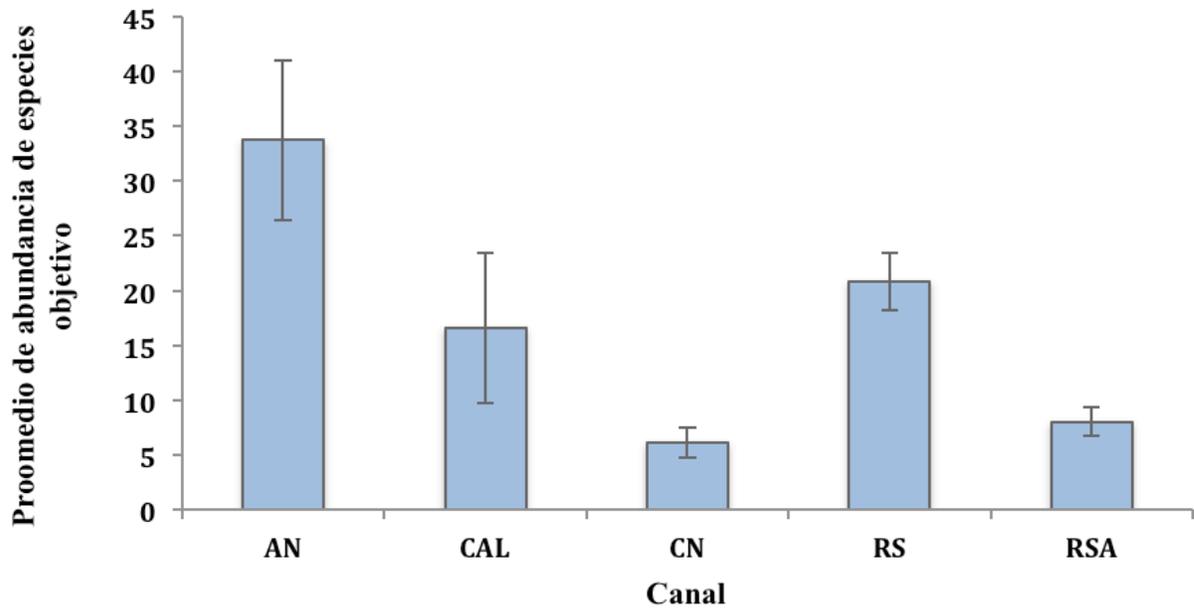
**Tabla 4.** Shannon-Wiener índices de diversidad ( $H'$ ) y equitatividad (E) de todas las especies de aves registradas en los transectos de los canales Aguas Negras, Caño California, Caño Negro, Rio Sierpe y Rio Sierpe Alto. Monitoreos realizadas entre Junio y Octubre 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica.

### 3.3 Abundancia, riqueza y diversidad de especies objetivo por canal

Cuando consideramos solamente las especies de aves acuáticas objetivo, AN demostró tener el promedio mas alto de abundancia por cada monitoreo seguido por RS, CAL, RSA y CN (Figura 5). La abundancia en AN fue significativamente mas alta que en CN ( $p = 0.007$ ) y RSA ( $p = 0.01$ ). Además, la abundancia de especies objetivo fue significativamente mas alta en CN que en RS ( $p = 0.001$ ) y también en RS que en RSA ( $p = 0.002$ ). En el primer periodo de estudio una tendencia similar fue observada entre los canales, con la excepción que ahora no existen diferencias significantes entre CAL, CN y RSA (nivel estadístico 0.05, Tabla 5).

	AN	CAL	CN	RS	RSA
<b>AN</b>	-	-	-	-	-
<b>CAL</b>	0.111	-	-	-	-
<b>CN</b>	0.007	0.178	-	-	-
<b>RS</b>	0.135	0.58	0.001	-	-
<b>RSA</b>	0.01	0.258	0.345	0.002	-

**Tabla 5.** Abundancia de especies de aves objetivo registradas en cada canal. P-value comparación entre cada canal utilizando un two-sample T-test por todas los monitoreos realizadas entre Junio y Octubre 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica.

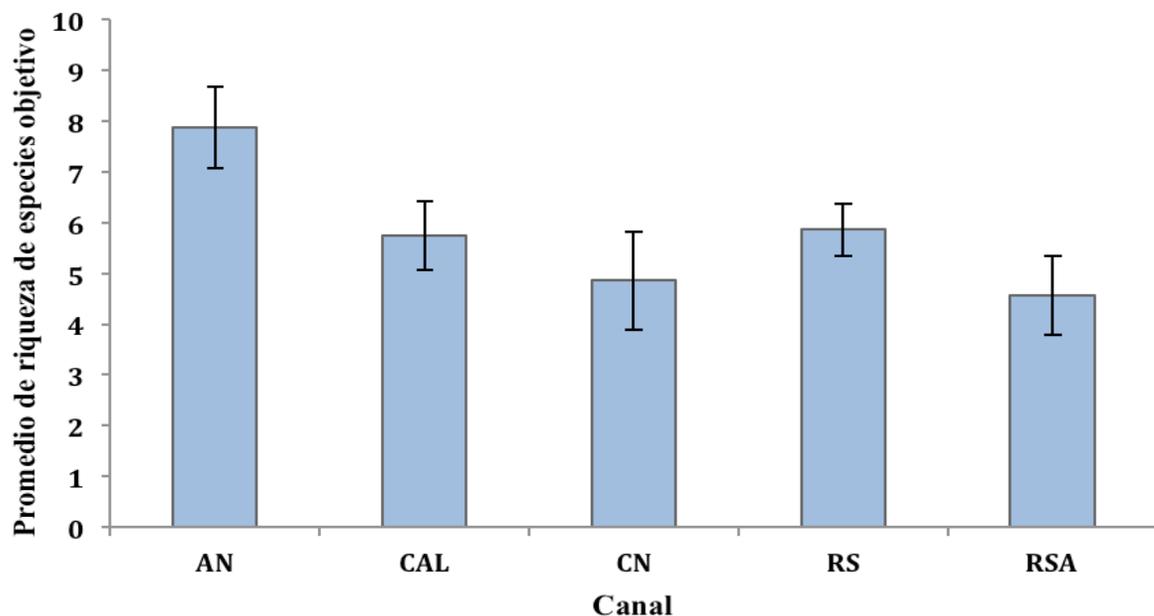


**Figura 5.** Promedio de abundancia de las especies de aves objetivo registradas por monitoreo en los transectos de los canales de Aguas Negras, Caño California, Caño Negro, Rio Sierpe y Rio Sierpe Alto. Monitoreos realizadas entre Junio y Octubre 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica.  $\pm$  SEM

En términos de riqueza de especies objetivo, AN tuvo el promedio mas alto seguido por RS, CAL, CN and RSA respectivamente (Figura 6). La riqueza solamente fue significativamente diferente entre AN y RSA ( $p = 0.013$ , Tabla 6). El análisis estadístico demostró que durante el ultimo periodo de estudio hubo diferencia significativa en la riqueza de especies objetivo en CAL, RS y CN. Otras diferencias a el ultimo periodo de estudio fueron CAL que tenia el promedio mas alto de la riqueza de especies objetivo seguido por AN y RS.

	AN	CAL	CN	RS	RSA
AN	-	-	-	-	-
CAL	0.065	-	-	-	-
CN	0.034	0.463	-	-	-
RS	0.059	0.901	0.382	-	-
RSA	0.013	0.276	0.822	0.198	-

**Tabla 6.** Riqueza de las especies de aves objetivo registradas en cada canal. P-value comparación entre cada canal utilizando un two-sample T-test por todos los monitoreos realizadas entre Junio y Octubre 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica.



**Figura 6.** Promedio de riqueza de las especies de aves objetivo registradas por monitoreo en los transectos de los canales de Aguas Negras, Caño California, Caño Negro, Río Sierpe y Río Sierpe Alto. Monitoreos realizadas entre Junio y Octubre 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica. ± SEM

### 3.4 Composición y frecuencia de ocurrencia de especies objetivo por canal

Las especies *M. torquata*, *A. anhinga*, *B. virescens*, *E. caerulea*, *M. cayennensis*, *N. violacea* y *T. mexicanum* fueron registradas en todos los canales, aunque a veces clasificado como Ocasional o Raro (Tabla 7). *J. spinosa* fue abundante en todos pero en CAL fue Común y en CN no fue registrado. Algunas especies solamente fueron registradas en un canal como Ocasional; estas especies son *A. cajanea* (CAL), *C. aenea* (CN), *C. inda* (CN), *P. brasilianus* (CN), *P. martinicus* y *T. lineatum* (RSA). Sin embargo notablemente, *H. fulica* solamente fue registrada en un canal (CAL) y es clasificada como común. RSA carece la misma frecuencia de aves que los otros canales, con la mayoría de ocurrencias que van desde Común a Ocasional, con la excepción de *J. spinosa* (Abundante). Sin embargo, dos especies solo han sido registradas en RSA (*P. martinicus* y *T. lineatum*).

En AN, 15 especies objetivo fueron registradas *N. violacea*, *J. spinosa*, *B. virescens* y *E. caerulea* fueron Abundantes. Especies Común – Constante incluyeron *C. amazona*, *E. thula*, *M. torquata* y *T. mexicanum*. Todas las otras especies fueron clasificadas como Raro u Ocasional.

En CAL, 15 especies objetivo fueron registradas. Especies Abundantes fueron *B. virescens* y *E. caerulea*. La única especie constante fue *T. mexicanum*. Solo tres especies consistieron como común *H. fulica*, *J. spinosa* y *N. violacea*. Todas las demás eran Ocasional o Raro.

En CN, 13 especies objetivo fueron registradas. La única especie considerada como Abundante fue *T. mexicanum*. *B. virescens* y *N. violacea* que fueron consideradas como constante. Las especies Común en este canal fue solamente *M. torquata*. Todas las demás especies se consideraron como Ocasional o Raro.

En RS, 12 especies objetivo fueron registradas. Cuatro especies fueron clasificadas como Abundante *A. anhinga*, *B. virescens*, *E. caerulea* y *J. spinosa*. Ninguna de las especies registradas fueron clasificadas como Constante. *A. alba*, *M. torquata* y *T. mexicanum* fueron Común. Todas las demás fueron Ocasional o Raro.

Finalmente, 13 especies objetivo fueron registradas en RSA. La única especie Abundante fue *J. spinosa*. Ninguna especie fue constante. *B. virescens*, *E. caerulea*, *M. torquata* y *T. mexicanum* fueron clasificadas como Común. Todas las demás especies se consideraron como Ocasional o Raro.

Las tendencias de la FO de especies entre los canales fueron similares con los observados en el último periodo de estudio. Aun así, existen diferencias notables incluyendo la presencia Ocasional de *P. brasiliensis* en CN durante este periodo de estudio, y su ausencia de todos los canales durante el periodo del año pasado. Lo mismo puede ser dicho sobre *C. inda* en CN, un ave de interés especial para MINAE. *T. mexicanum* también fue Rara en AN, CN, RSA y fue Abundante en RS durante este periodo el año pasado, en contraste este año *T. mexicanum* fue Común en AN, RS y RSA, Constante en CAL y Abundante en CN. La FO de *E. caerulea*, una importante especie migratoria, ha aumentado a Abundante in AN, CAL y RS pero a disminuido a Común en RSA y Ocasional en CN cuando le comparamos al mismo periodo del año pasado.

Especies	Gremio	AN	CAL	CN	RS	RSA
<b>Monitoreos totales</b>		<b>8</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
<i>Anhinga anhinga</i>	Nadadora	Raro	Ocasional	Raro	Abundante	Raro
<i>Aramides cajanea</i>	Ave zancuda	-	Ocasional	-	-	-
<i>Aramus guarauna</i>	Ave zancuda	-	-	-	Ocasional	Ocasional
<i>Ardea alba</i>	Ave zancuda	Raro	Raro	-	Común	-
<i>Butorides virescens</i>	Ave zancuda	Abundante	Abundante	Constante	Abundante	Común
<i>Chloroceryle aenea</i>	Posadero	-	-	Abundante	-	-
<i>Chloroceryle amazona</i>	Posadero	Común	Raro	-	-	Ocasional
<i>Chloroceryle americana</i>	Posadero	Ocasional	Ocasional	Ocasional	-	-
<i>Chloroceryle inda</i>	Posadero	-	-	Ocasional	-	-
<i>Cochlearius cochlearius</i>	Ave zancuda	-	-	Ocasional	-	Raro
<i>Egretta caerulea</i>	Ave zancuda	Abundante	Abundante	Ocasional	Abundante	Común

<i>Egretta thula</i>	Ave zancuda	Constante	Raro	-	Ocasional	-
<i>Egretta tricolor</i>	Ave zancuda	Raro	Ocasional	-	-	-
<i>Heliornis fulica</i>	Nadadora	-	Común	-	-	-
<i>Jacana spinosa</i>	Ave zancuda	Abundante	Común	-	Abundante	Abundante
<i>Laterallus albigularis</i>	Ave zancuda	Raro	-	-	Ocasional	-
<i>Megaceryle alcyon</i>	Posadero	Ocasional	-	Ocasional	-	-
<i>Megaceryle torquata</i>	Posadero	Constante	Raro	Común	Común	Común
<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	Ave zancuda	Ocasional	Ocasional	Raro	Raro	Raro
<i>Nyctanassa violacea</i>	Ave zancuda	Abundante	Común	Constante	Ocasional	Ocasional
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Nadadora	-	-	Ocasional	-	-
<i>Porphyrio martinicus</i>	Ave zancuda	-	-	-	-	Ocasional
<i>Tigrisoma lineatum</i>	Ave zancuda	-	-	-	-	Ocasional
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Ave zancuda	Común	Constante	Abundante	Común	Común

**Tabla 7.** Clasificación de Composición y Frecuencia, como descrita por Bensizerara *et al.* (2013), de especies objetivo por canal en las monitorios realizadas en los transectos de Aguas Negras, Caño California, Caño Negro, Rio Sierpe y Rio Sierpe Alto. Monitorios realizadas entre Junio y Octubre 2015 en el Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica

### 3.4 Trafico de botes

La mayoría de incidentes de tráfico de barcos motorizados ocurrieron en CN (16) seguido por AN (5), Cal (4), RSA (2) y RS (1). Además, el tamaño del motor se observó ser mayor en los barcos que viajan a través de CN que en cualquier otro canal. Todos los registros de embarcaciones en AN fueron registrados dentro de los primeras dos secciones del transecto. Recordamos la segunda mayor cantidad de tráfico de barcos en las dos primeras secciones del transecto de CAL, aunque los barcos típicamente cruzan el canal en su totalidad. No se nota ninguna diferencia en abundancia entre las diferentes secciones de este canal.

Aunque el conjunto de datos registrados sobre el tráfico de barcos es demasiado pequeño para emprender un análisis estadístico, podemos observar un patrón a lo largo de los canales. El tráfico de barcos ha aumentado considerablemente cuando lo comparamos al mismo periodo el año pasado. El tráfico de barcos en CN fue más del doble (7) este año comparando al año pasado, igualmente en CAL. Esto es reflexionado en términos de abundancia ya que CAL vio una gran decencia en abundancia de especies objetivo comparado al año pasado. Puede que AN presente el promedio mas alto de abundancia y riqueza ya en sus dos ultimas secciones no hemos registrado ninguna presencia de barcos y entonces la vegetación flotante proviene del hábitat ideal para las aves zancudo, *J. spinosa*.

## 4 Discusión y Recomendaciones

---

De acuerdo con la hipótesis del método de muestreo, especies locales raras son menos abundantes y su distribución puede ser subestimada en relación con las especies comunes (Slaheddine y Boulinier 2004). El índice Shannon-Wiener de diversidad también es sensible a la adición de especies raras, ya que supone que todas las especies en el hábitat son incluidas en la muestra (Bibi y Ali 2013). Sin embargo, es uno de los índices más utilizados para comparar la diversidad entre hábitats, y puede ser utilizado para medir la salud del ecosistema (Clarke y Warwick 2001). El índice mide la heterogeneidad mediante la comparación de las abundancias relativas de las especies dentro de los hábitats (Bibi y Ali 2013; Shannon y Weaver 1949). Por lo general los índices oscilan entre 1.5 a 3.5 con el valor más alto de 4.6 indicando una equitatividad absoluta en la distribución de especies (Bibi y Ali 2013). Es interesante notar que la diversidad en cada uno de los canales oscila entre 2.25 y 3.2, que es relativamente alto en términos de diversidad de especies. Los índices de equitatividad de especies estuvieron entre 0.72 y 0.86 lo que demuestra una distribución de especies moderada dentro de los canales. En la mayoría de los canales, normalmente notamos las mismas especies regularmente en altos números, o infrecuentemente en números bajos. Altas abundancias de *J. spinosa*, *T. mexicanum* y *E. caerulea* fueron registradas en la mayoría de los canales. Andren (1994) describe una hipótesis de muestro donde las especies con abundancias más altas tienen una capacidad de colonizar más alta. Estas primeras dos especies son residentes comunes, la tercera es un migrante común y extendido por Costa Rica durante el invierno, desde Septiembre hasta Abril lo que puede anticipar su presencia abundante en nuestros datos (Garrigues y Dean 2014).

El canal AN fue el más exuberante en términos de abundancia y riqueza de especies en general. También tuvo la abundancia y riqueza más alta de especies objetivo. El índice de diversidad y los valores de equitatividad en este canal podrían ser debido a la dominancia de *J. Spinosa*, cual fue registrada en todas las monitorios y representaron 28% de todos los registros de especies objetivo (y 19% de registros de todas las especies). Ya que las dos últimas secciones de este canal son abundantes en vegetación flotante durante todo el año, evidentemente estas especies prosperan en este hábitat (Ekhande 2012). La presencia de aves zancudas superó en gran medida la presencia de ambas especies nadadoras y posadoras. *E. thula* y *B. virescens*, ambas especies de aves zancudas, fueron frecuentemente registradas en este canal ya que ofrece corrientes lentas y bancos están disponibles para áreas de alimentación. En términos de tráfico de barcos, todos los registros fueron anotados dentro de las dos primeras secciones. La abundancia de ciertas especies, tal como *J. spinosa*, fueron el doble en las últimas dos secciones que en las primeras dos, algo que nos demuestra potencialmente el impacto del tráfico de barcos hacia la avifauna del canal. Algunos monitorios fueron cancelados en AN debido al crecimiento

excesivo de la vegetación flotante en las dos últimas secciones del canal. Este crecimiento excesivo resultó en un rico hábitat para que las aves zancudo puedan prosperar sin alteraciones.

RS tenía el segundo promedio más alto de abundancia para especies en general y especies objetivo. En términos de riqueza de especies objetivo también tenía el segundo promedio más alto pero fue último en términos de riqueza de especies en general. La presencia de aves zancudo es mucho más alta que la de aves nadadoras y posadoras, con *B. virescens*, *A. anhinga* y *E. caerulea* estando dentro de las especies objetivo con números más altos. Aunque *A. anhinga* ha demostrado ser menos sensible al tráfico de barcos (Rodgers y Smith 2007) el hecho de que es una especie abundante en RS y rara en CN señala que la especie prospera en canales donde existe menos tráfico de barcos. Mirando a las especies objetivo específicamente, hay menos dominancia de *J. spinosa* y *E. caerulea* en este canal, permitiendo que otras especies puedan provenir. Este canal puede ser importante para especies que escogen características de hábitat más específicos, ya que habría menos competencia de especies generalistas dominantes.

CAL y CN demostraron resultados interesantes en este periodo de estudio. CAL tuvo un promedio más alto de abundancia y riqueza por especies objetivo sobre CN, pero CN probó tener un promedio más alto de abundancia y riqueza de especies en general. Un índice de diversidad más alto en CN sugiere que provee también un hábitat para un amplio rango de especies. *C. inda*, una especie de interés especial para MINAE solamente ha sido registrada en CN durante este periodo de estudio. Este canal también puede ser importante para otros miembros de la familia Alcedinidae, ya que ofrece aguas hondas y perchas altas para que aves bajen en picada por comida. Dada la composición de hábitat de CN, que no tiene vegetación flotante o bancos, es claro que el canal proporciona un hábitat más adecuado para aves posadoras y de sotobosque, por lo cual su promedio de abundancia y riqueza de especies general es más alto que en CAL. Sin embargo, debido a una alta cantidad de tráfico de barcos atravesando CN el número de récords, aunque diverso, ha sido muy bajo y hubo una monitoreo donde no se notaron ninguna especie objetivo, lo que podría explicar además por que CN tiene el resultado más bajo de promedio de riqueza y abundancia de especies objetivo entre todos los canales.

CAL localizado al borde del parque nacional proporciona una gran variación de hábitat, la cual puede ser observada a través de su alto índice de diversidad (2.67) y su equitatividad (0.77). *B. virescens* y *E. caerulea* son ambas especies abundantes en este canal. El ancho de este canal y los bancos ofrecen las condiciones ideales para que estas aves posadoras piquen. Estas dos especies, sin embargo, son ampliamente distribuidas a lo largo de todos los canales del PNT, lo que puede demostrar que son más generalistas en términos de selección de hábitat, o que los hábitats en CAL ofrecen los requisitos adecuados para estas especies. Debemos notar que las aves acuáticas son afectadas por la corriente del agua, por tanto la abundancia y riqueza de especies registradas en épocas cuando las aguas fluyen rápido pueden no estar bien

representados por nuestros resultados (Canepuccia *et al.* 2007). Durante este periodo de estudio hubieron varias cancelaciones de monitoreos debido a las fuertes corrientes a lo largo de CAL.

La presencia dominante de *J. spinosa* combinada con esa de *A. anhinga* en RSA potencialmente son la causa de una distribución ligeramente más uniforme en este canal. Con menos tráfico de barcos, canales más angostos y más cobertura de vegetación, el hábitat adecuado aun podría provenir para especies más raras. Como ya se ha mencionado, la presencia de especies menos abundantes puede pasar por alto, especialmente en un hábitat con las calidades mencionadas (Slaheddine and Boulinier 2004). Esta hipótesis puede ser reflejado por el hecho de que *T. lineatum* y *P. martinicus* solamente fueron registrados en RSA.

Todos los canales, a pesar de abundancia y riqueza, demuestran importantes estructuras de hábitat para algunas o muchas de las especies de aves estudiadas, como en AN por *A. herodias*, un importante migrante de América del Norte; CN por aves posadoras y buceadoras, CAL y RSA para *H. fulcia* que es una especie en peligro en Costa Rica (Alvarado Quesada 2006). Es también importante notar que algunas especies, como *C. inda*, *T. lineatum* y *P. martinicus*, pueden ser precavidas hacia la perturbación y raramente vistas usando los canales del PNT como hábitat apropiado.

Otro punto importante es cuando nos fijamos en los resultados de este periodo podemos notar el bajo número de monitoreos realizadas (37 fuera de los posible 50), debido a condiciones de clima extremo y otros problemas logísticos hubieron muchas cancelaciones, lo que puede resultar en una inclinación hacia el canal con la mayoría de monitoreos realizadas. Además, debido a que no tuvimos acceso a los canales durante la primera parte de este año no podemos proveer resultados más representativos en este momento. Interrupciones en la colección de datos pueden seriamente sesgar los resultados finales.

#### **4.1 Composición de hábitat**

De acuerdo a Bibi y Ali (2013) y Kushlan (1993), la estructura de la vegetación de un ecosistema puede directamente afectar la abundancia y riqueza de las especies. El número de hábitats, o heterogeneidad del hábitat, es positivamente correlacionada con la riqueza de las especies (González 2009). De este modo, entendiendo la composición de las comunidades de flora y fauna pueden ayudar en la comparación de calidad del sitio a través del tiempo (Cohn-Haft *et al.* 1997). Además, cambios en la diversidad de aves necesitan ser bien entendidos para el manejo adecuado de los ecosistemas (Bibi y Ali 2013).

La disponibilidad de recursos de alimento es importante para determinar la capacidad de carga de un canal dado (Ma *et al.* 2010). Vegetación densa favorece el hábitat para invertebrados, aumentando la disponibilidad de alimento para las aves acuáticas (Anderson y Smith 2000; Rehfish 1994; Wiggins *et al.* 1980). Vegetación emergente también proporciona refugio y mejora condiciones para nidos de las aves zancudas (Froneman *et al.* 2001). Aunque tapetes

densos de vegetación cubren áreas usadas por aves buceadoras como los Martines y Cormoranes, también proporciona áreas de alimento para miembros de las familias Jacanidae y Rallidae (Ekhande 2012).

La introducción de especies de plantas pueden causar la pérdida o alteración de hábitats, resultando en cambios a la estructura de la comunidad y al mismo tiempo amenaza a las especies de aves nativas (Alava y Haase 2006). La palma *Raphia*, *Raphia taedigera*, es de origen Africana y fue reportada en los neo trópicos hace 200 años atrás (Lewis et al. 2010; Carney y Hiraoka 1997). Esta especie esta asociada con ambientes donde la acumulación orgánica y lixiviación de nutrientes ocurren durante tiempos de niveles de agua altos. Los canales estudiados en el PNT son conocidos por sus aguas negras (i.e. canal “Aguas Negras”) y también por la cantidad significativa de palmas *Raphia* a lo largo de las vías de agua (Myers 1990). Hábitats así son utilizados en particular por algunas especies mas raras como la *C. amazona* (Stiles y Skutch 1989). También hemos observado un alto numero de *N. violacea* utilizando las palmas *Raphia* como sitios de descanso, lo que demuestra como con el tiempo algunas aves generalistas pueden adaptarse a una especie de planta invasiva. Especies como la *A. agami* no han sido observadas durante este periodo de estudio y es en gran medida debido a su naturaleza nocturna. Realizando monitorios después de la puesta del sol nos permitirá entender como las especies objetivo del PNT utilizan los hábitats de los canales durante todo el día.

La abundancia en especial, esta correlacionada con las condiciones del hábitat, disponibilidad de alimentos y con la temporada de crianza de las especies. Todos estos pueden cambiar a largo tiempo y anualmente entre temporadas secas y de lluvia (Bibi y Ali 2013). Algunos estudios no han encontrado ninguna diferencia temporal en la composición de especies de aves dentro de áreas de amplia inundación en ambas temporadas secas y lluviosas (Aynalem y Bekele 2008). Contrariamente, otros estudios han demostrado que especies responden a cambios en hábitat durante el año (González 2009). Flora tropical en una gran parte permanece sin estudios, y los efectos de la palma *Raphia* introducida al PNT permanecen desconocidos (Lewis et al. 2010). En 2014, el proyecto de monitoreo de aves tuvo el propósito de investigar las galerías de vegetación alrededor de los canales del PNT. Debido a las dificultades con la metodología y la falta de fuerza laboral, no se pudo cumplir con los objetivos. Se recomienda revisar metodologías usadas en otros lugares para determinar las medidas adecuadas necesarias para llevar a cabo la cartografía de la vegetación de estos canales. Esto nos podría ayudar a completamente entender la relación entre la bio-diversidad de aves su abundancia y riqueza, y también los impactos de plantas introducidas a las comunidades de vegetación con la selección de hábitat por las especies de aves a lo largo de los diferentes canales de PNT. Otros variables como profundidad de agua, salinidad y fluctuación del nivel de agua también pueden ser estudiados para tener un panorama general de las estructuras de los hábitats monitoreados (Ma et al. 2010; González 2009).

## 4.2 Trafico de barcos

Los efectos de perturbaciones humanas hacia la población de aves han sido ampliamente estudiadas por muchos años. Específicamente, el tráfico de embarcaciones motorizadas puede ser nocivo a los hábitats acuáticos y sus comunidades. Mathews (1982) clasifico el ruido y los rápidos movimientos de agua causados por barcos de motor como las actividades que tienen el mayor impacto hacia las poblaciones de aves, y las actividades en tierra tienen el menor impacto. De acuerdo a Rodgers y Smith (2007) y Loong (2002) individuos que huyen debido al ruido, en adición a la erosión de la orilla son unos de los impactos directos del tráfico de botes. Estos cambios pueden impactar el comportamiento de aves, reducir el ciclo reproductivo debido a una disminución en abundancia, algo que puede causar una alteración en la composición de la comunidad y disminuir la diversidad, son hechos que directamente correlacionan con la estabilidad del ecosistema (Bibi y Ali 2013; Sabine *et al.* 2008; Rodgers y Smith 2007; Loong 2002; Asplund 2000).

Comportamiento alterado a menudo puede ocurrir debido a perturbaciones humanas, incluyendo el aumento de percatación (Sabine *et al.* 2008; Rodgers y Smith 2007). Rodgers y Smith (2007) encontraron que la distancia de cuando las aves huyen, esto es la distancia entre el ave y el observador cuando el ave huye, es variable dependiendo en la especie. Gacetas y otras aves zancudas huyen más rápido, mientras que *A. anhinga* tenía la menor distancia para huir. Aunque no se ha notado esto en la base de datos, se puede decir que esta observación es verdad sobre las *A. anhinga* observadas en la mayoría de los canales del PNT, incluyendo CN entero y el canal hacia el pueblo Tortuguero. Individuos de esta especie fueron vistos con frecuencia descansando en vegetación o en escombros flotadores a lo largo de los canales y no fueron afectados por el tráfico de embarcaciones. Sin embargo, *E. tricolor* a menudo huiría más rápido tras el acercamiento de los investigadores de GVI en una canoa sin motor. Algunos estudios argumentan que las aves pueden adaptarse a las perturbaciones de ruido (Loong 2002). A pesar de eso, esto es un comportamiento natural alterado y por lo tanto el estrés fisiológico aun puede ser un elemento. Perturbación continua actúa para aumentar el gasto de energía de las aves cuando continuamente huyen a vuelo (Hockin *et al.* 1992). Esto es especialmente importante cuando consideramos a especies migratorias. Durante su periodo de pre-migración, las aves deben pasar mas tiempo alimentándose y forrajeando que volando para aumentar sus reservas de grasa. Aumentando las perturbaciones, el uso de energía aumenta y las aves pueden cambiar su sitio de alimentación con uno menos perturbado y, potencialmente incluso sus rutas de migración (Loong 2002; Hockin *et al.* 1992). Rogers y Smith (2007) propusieron unas distancias neutrales de 100-250m para aves zancudo, aunque hay diferencias específicas entre especies y regiones. Seria interesante registrar en el futuro del monitoreo de aves acuáticas hecho por GVI el impacto de los varios tamaños de barcos hacia el comportamiento de las aves.

Especies de aves zancudo y herbívoras son especialmente vulnerables al uso excesivo de los canales por barcos motorizados, ya que estas especies requieren largos tiempos de alimentación en hábitats abiertos (Rodgers y Smith 2007; Hockin *et al.* 1992). Embarcaciones motorizadas

pueden alterar hábitats a través de la erosión de orillas y así resultando en la destrucción de la vegetación a lo largo de los canales. Sucesivamente la disponibilidad de alimentación y la cobertura para nidos también es reducida. La abundancia de aves zancudo es baja a lo largo de CN en comparación a la de aves posadoras, especialmente en comparación con los otros canales cuya composición principalmente consistía de una tendencia de aves zancudo, algo que puede ser directamente causado por el alto tráfico de embarcaciones en este canal. Aunque no sabemos si históricamente este canal era compuesto por bancos o vegetación flotante, el uso excesivo de este canal es sin duda sujeto a erosión causada por la actividad de las embarcaciones, lo que resulta en la falta de vegetación flotante y emergente. La abundancia de especies también puede ser impactada si los tiempos de alimentación y el éxito de nacimientos son afectados por la continua perturbación (Sabine *et al.* 2008).

La calidad de hábitat también puede ser impactada por las emisiones y los gases de escape; la turbulencia resultante puede afectar gravemente a la parte inferior del sustrato de los canales, especialmente en canales de poca profundidad (Loong 2002; Asplund 2000). Contaminantes y los posibles derrames de petróleo disminuyen la calidad de comida, y pueden directamente afectar la ingestión de las aves y su recubrimiento de plumas, algo que reduce sus habilidades de repellar el agua. Alternativamente, un aumento en nutrientes a partir de una mezcla del sustrato puede causar eutrofización, además puede dirigir a la floración de algas y flores, un cambio en la vegetación y la estructura de la comunidad de fauna acuática (Asplund 2000). La gravedad de este último impacto es dependiente en el barco y el tamaño de su motor, como también en la profundidad de los canales.

El establecimiento de zonas prohibidas sería el mejor método de mitigación para reducir los impactos humanos en los ecosistemas del PNT. Aunque unos de los canales monitoreados están en zonas de absoluta protección, no es posible que todos lo sean ya que son importantes para la industria del ecoturismo y también para las investigaciones biológicas (Morales y Meléndez 2014). El proyecto de monitoreo de aves acuáticas de GVI en si mismo causa perturbaciones a dichas poblaciones de aves. Esto se toma en consideración y es una de las razones por lo cuales los monitoreos son realizados en una canoa a lento movimiento. Sin embargo, las actividades turísticas también deberían considerar la embarcación y el tamaño del motor cuando embarquen en un canal. Barcos y motores más pequeños deberían ser considerados antes de entrar a cualquier canal. Esto podría fomentar un enfoque más naturalista, y al mismo tiempo aumentando las posibilidades de que los turistas observen la fauna sin perturbación. Un control más estricto de las actividades turísticas a lo largo de los canales de uso público deben ser implementadas para asegurar que se adhieren a las regulaciones.

La conciencia de los impactos del público general sobre la gestión sostenible y la importancia de la vida silvestre son vitales para manejo de prácticas sostenibles (Bibi y Ali 2013). En el PNT, la biodiversidad y los canales se clasifican como dos aspectos de suma importancia para la investigación científica y de interés. Actividades importantes de la industria del turismo

incluyen la aventura, la recreación y el ecoturismo (Morales y Meléndez 2014). Como el número de Eco-lodges y embarcaciones aumenta en los canales del PNT, reglamentos establecidos en zonas de uso público y protección absoluta deben ser respetados por investigadores, turistas, organizaciones y cabañas.

# Referencias

---

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.

BirdLife 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 de aves acuáticas objetivo, estado migratorio y gremio.

Nombre científico	Nombre común	Estado migratorio	Gremio
<i>Chloroceryle aenea</i>	Martin pescador enamo	Residente	Posadero
<i>Chloroceryle amazona</i>	Martin pescador Amazonico	Residente	Posadero
<i>Chloroceryle americana</i>	Martin pescador Verde	Residente	Posadero
<i>Chloroceryle inda</i>	Martin pescador Vientrirufo	Residente	Posadero
<i>Megaceryle alcyon</i>	Martin pescador Norteño	Migrante de América del Norte	Posadero
<i>Megaceryle torquata</i>	Martin pescador Collarejo	Residente	Posadero
<i>Anhinga anhinga</i>	Aninga	Residente	Nadadora
<i>Aramus guarauna</i>	Carao	Residente	Ave zancuda
<i>Agamia agami</i>	Agami Heron	Residente	Ave zancuda
<i>Ardea alba</i>	Garceta Grande	Migrante de América del Norte	Ave zancuda
<i>Ardea Herodias</i>	Garzon Azulado	Migrante de América del Norte	Ave zancuda
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza de ganado	Residente	Posadero
<i>Butorides virescens</i>	Garcilla verde	Residente & Migrante de América del Norte	Ave zancuda
<i>Cochlearius cochlearius</i>	Chocauco	Residente	Ave zancuda
<i>Egretta caerulea</i>	Garceta azul	Migrante de América del Norte	Ave zancuda
<i>Egretta rufescens</i>	Garceta rojiza	Migrante de América del Norte	Ave zancuda
<i>Egretta thula</i>	Garceta nivosa	Migrante de América del Norte	Ave zancuda
<i>Egretta tricolor</i>	Garceta tricolor	Migrante de América del Norte	Ave zancuda
<i>Ixobrychus exilis</i>	Avetoro minimo	Residente	Ave zancuda
<i>Nyctanassa violacea</i>	Martinete Cabecipinto	Residente & Migrante de América del Norte	Ave zancuda
<i>Tigrisoma lineatum</i>	Garza tigre Colorada	Residente	Ave zancuda
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre Cuellinuda	Residente	Ave zancuda
<i>Eurypyga helias</i>	Garza del sol	Residente	Ave zancuda
<i>Heliornis fulcia</i>	Pato cantil	Residente	Nadadora
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Pato de agua	Residente	Nadadora

<i>Aramides cajanea</i>	Rascon Cuelligris	Residente	Ave zancuda
<i>Jacana spinosa</i>	Jacana centroamericana	Residente	Ave zancuda
<i>Laterallus albigularis</i>	Polluela Charrasqueado	Residente	Ave zancuda
<i>Porphyrio martinica</i>	Gallareta Morada	Residente	Ave zancuda
<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	Ibis Verde	Residente	Ave zancuda

**Apéndice B.** Presencia de especies incidentales por canal.

<b>Nombre científico</b>	<b>AN</b>	<b>CAL</b>	<b>CN</b>	<b>RS</b>	<b>RSA</b>
<b>Total (n)</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	<b>11</b>	<b>20</b>
<b>Actitis macularius</b>	X	X	X	X	X
<b>Amazona autumnalis</b>	X				
<b>Amazona farinosa</b>	X		X		X
<b>Aratinga nana</b>					X
<b>Buteogallus anthracinus</b>		X	X		
<b>Cathartes aura</b>	X	X			X
<b>Ceratopipra mentalis</b>		X	X	X	
<b>Contopus sordidulus</b>					X
<b>contopus virens</b>					X
<b>Coragyps atratus</b>	X	X	X	X	X
<b>Crax rubra</b>				X	X
<b>Crotophaga sulcirostris</b>		X			
<b>Drycopus lineatus</b>			X		
<b>Empidonax virescens</b>	X				
<b>Epidonax minimus</b>				X	
<b>Fregata magnificens</b>	X				
<b>Hirundo rustica</b>	X				X
<b>Leptodon cayanensis</b>	X	X			
<b>Manacus candei</b>			X		
<b>Myrmeciza exsul</b>		X	X		
<b>Pandion haliaetus</b>					X
<b>Patagioenas cayennensis</b>					X
<b>Patagioenas nigrirostris</b>			X	X	X
<b>Phaethornis longirostris</b>					X
<b>Piaya cayana</b>					X
<b>Pitangus sulphuratus</b>		X	X		
<b>Protonotaria citrea</b>		X	X	X	
<b>Psarocolius montezuma</b>	X	X	X	X	X
<b>Pteroglossus torquatus</b>	X	X	X		

<b>Quiscalus mexicanus</b>	X				
<b>Ramphastos sulfuratus</b>	X	X	X	X	X
<b>Ramphastos swainsonii</b>			X		
<b>Riparia riparia</b>	X	X			
<b>Stelgidopteryx ruficollis</b>					X
<b>Tachycineta albilinea</b>	X	X	X	X	
<b>Thamnophilus atrinucha</b>		X	X		X
<b>Thryothorus nigricapillus</b>	X	X	X	X	X
<b>Tinamus major</b>			X		
<b>Trogon massena</b>					X
<b>Trogon rufus</b>			X		

**Apéndice C.** Clasificación de frecuencia de Ocurrencia basada en la descripción de Bensizerara *et al.* (2013).

<b>Clasificación</b>		<b>FO (%)</b>
<b>I</b>	Ocasional	<20
<b>II</b>	Raro	20-39
<b>III</b>	Común	40-59
<b>IV</b>	Constante	60-79
<b>V</b>	Abundante	≥80

**Apéndice D.** Coordenadas GPS para los inicios y finales de los canales estudiados: Aguas Negras, Caño California, Caño Negro, Rio Sierpe y Rio Sierpe Alto del Parque Nacional Tortuguero, Limón, Costa Rica.

		<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>
<b>AN</b>	N	10°20'.742"	10°20'614"
	O	083°23'.917"	083°24'085"
<b>CAL</b>	N	10°20'.312"	10°20'103"
	O	083°23'826"	083°24'461"
<b>CN</b>	N	10°21'437"	10°21'959"
	O	083°24'230"	083°24'681"
<b>RS</b>	N	10°23'018"	10°22'540"
	O	083°25'658"	083°26'328"
<b>RSA</b>	N	10°22'726"	10°23'181"
	O	083°26'633"	083°27'165"