

ASVO
ASOCIACIÓN DE VOLUNTARIOS PARA EL SERVICIO EN LAS ÁREAS PROTEGIDAS

INFORME
MONITOREO DE VERTEBRADOS: COMO INDICADORES EN EL MANEJO DE FLUJO DE VISITACIÓN.

2016-2018



PRESENTADO AL PNT COMO RESULTADO DE LAS ACTIVIDADES DEL VOLUNTARIADO DENTRO DEL
ASP.

FEBRERO 2019

MONITOREO DE VERTEBRADOS: COMO INDICADORES EN EL MANEJO DE FLUJO DE VISITACIÓN.

INTRODUCCIÓN:

Tomando en cuenta que el parque nacional Tortuguero (PNT) está inmerso en el humedal Caribe noreste, que, a la vez hace parte de la convención RAMSAR, y está en la segunda área protegida más visitada de Costa Rica (Calvo Domingo José Joaquín SINAC et al. 2018; SINAC Sistema Nacional de Áreas Protegidas 2013), es importante conocer el impacto del turista dentro del PNT. Es por esto que el área de turismo del PNT decide implementar la herramienta para el manejo de los flujos de visitación propuesta por el SINAC (Sistema Nacional De Areas de Consevacion SINAC 2015).

El área destinada para el turismo en el PNT es de 227 hectáreas (1% del área total), en donde la mayor parte de fauna que se observa en los senderos de uso público son aves acuáticas, aves rapaces, muchas de ellas están incluidas dentro de los elementos focales del PNT. (SINAC Sistema Nacional de Áreas Protegidas 2013).

El parque nacional Tortuguero en el Sector de Cuatro esquinas cuenta con tres senderos acuáticos con una totalidad de 7260m lineales de recorrido (Parque, Tortuguero, and Park 2011).

el PNT, en cuanto a diversidad, de los principales grupos de vertebrados según datos de 2013 (SINAC Sistema Nacional de Áreas Protegidas 2013) posee una riqueza de: 442 especies de Aves, 138 de mamíferos, 118 de reptiles, y 4 especies de Tortugas marinas. Las tortugas Marinas y en especial la tortuga Verde, *Chelonia mydas*, son altamente importantes para el área de Tortuguero en ámbitos

social, económico y turístico, aquí es posible observar el desove durante cierta temporada al año.



Figura 1:

Voluntarios de la estación R&K en canales del PNT.

Foto: Arce, James

Para que los visitantes puedan disfrutar de la biodiversidad que le ofrece el PNT se dispone de las siguientes formas:

Recorridos acuáticos en lancha a motor, kayak o Canoa (Sendero Aguas frías, Caño Chiquero-Mora, Caño Harold)

Recorridos terrestres en caminatas por el bosque tropical muy lluvioso (sendero del Jaguar).

Recorridos Nocturnos para ver desove de tortugas marinas. Y solo posible de Julio a octubre. (a lo largo de 8 km de playa)

El Monitoreo de vertebrados tiene como **objetivo**:

- Identificar si el flujo de visitantes tiene algún impacto sobre la diversidad relativa de la fauna que se observa en los senderos de uso público del PNT, es decir, en la riqueza y abundancia, principalmente de aves pues son un importante recurso del ASP.
- Identificar la disponibilidad relativa de vertebrados en los senderos de uso publico
- La capacidad de los vertebrados para tolerar el uso turístico

METODOLOGÍA:

El estudio se realiza en los senderos de uso público del PNT, con voluntarios de ASVO previamente capacitados en el reconocimiento y toma de datos de especies de vertebrados que observan durante el recorrido.



Figura 2: Mapa general del recorrido del monitoreo de especies de vertebrados PNT. En total son 16km acuáticos y 10km terrestres. Fuente: Google earth

Los voluntarios de ASVO hacen recorridos quincenales por los senderos de uso público del PNT, Documentando las especies de vertebrados que observados, haciendo especial énfasis en Aves y reptiles. Lo anterior con el objetivo de evaluar el impacto de la visitación turística en el avistamiento de animales de los senderos de uso público del PNT. Y así tomar medidas de mitigación y replanteamiento de metas en conservación.

La toma de datos es realizada por voluntarios de ASVO debidamente capacitados por personal de estación de ASVO y/o del PNT. Para que la observación a través del tiempo sea comparable estadísticamente, es recomendable que el

voluntario realice por lo menos dos salidas de capacitación.

A cada voluntario se le realiza una presentación descriptiva de lo que va a encontrar en los recorridos, se le dan nociones básicas de la biología de 20 especies que el área de turismo del PNT define como “Especies indicadoras”. Se aprenden a reconocer las características de los principales grupos de aves, mamíferos y reptiles, así como nociones básicas de la ecología de cada grupo, las diferencias en hábitos y el comportamiento.

Adicionalmente los voluntarios aprenderán a dirigir una canoa impulsada a remo, tendrá la experiencia de observar e identificar las principales y más

distintivas especies de la fauna de Bosque Húmedo Tropical Muy lluvioso, aprenderá a identificar huellas y rastros de mamíferos, identificará las principales especies de flora pertenecientes al ecosistema y diferenciará los estados fenológicos.



Figura 3: Caiman crocodilus. Foto: Clemente, Carlos

El tiempo mínimo sugerido para los voluntarios que hagan parte de este programa es de 60 días.

TOMA DE DATOS: La información se recolecta dos veces al mes para cada uno de los senderos, el PNT cuenta con tres senderos acuáticos, y uno terrestre, habilitados para el uso público. Senderos Acuáticos:

Date	Sendero	Sector	Hora inicio	Hora Fin	Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia
01/01/18	Harold	Turístico	6.00	12.00	Martin	C. amazona	3

Figura 4: Ejemplo del formato de toma de datos para el monitoreo de vertebrados

Se toman los datos solo en el trayecto de ida en un formato que posteriormente es digitalizado en Excel (Figura 4).

Finalmente se realizan análisis estadísticos descriptivos en Excel y Estimates (Statistical Estimation of Species Richness and Shared especies from samples) para observar el comportamiento de la biodiversidad observada a través del tiempo y el

Aguas Frías, Caño Harold, Caño mora. Sendero Terrestre: **Jaguar**. En cada uno se toman los siguientes datos:

Fecha: día que se realiza la toma de datos.

Sendero: Nombre del sendero donde se toman los datos. S Jaguar, Aguas Frías, Harold, o Mora.

Sector: cada uno de los Senderos está dividido en dos sectores uno de uso turístico y otro de uso no turístico. Se toma datos en ambos sectores para comparar la biodiversidad de vertebrados intra-senderos.

Hora de inicio: hora a la que comienza el recorrido en cada sector

Hora final: Hora en que finaliza el recorrido en cada sector.

Nombre: de cada especie observada nombre Científico y/o nombre común.

Abundancia: número de veces en que se observa cada especie en cada sector.

espacio. Por último se utiliza el programa estadístico R (The R Project for Statistical Computing) para identificar si existen diferencias entre-senderos e intra-senderos mediante el análisis multivariado de PCA (principal component analysis).

El muestreo que realiza ASVO intenta simular la cantidad de especies que vería un turista, no un profesional en el área con experiencia en observación e identificación.

RESULTADOS:

DISPONIBILIDAD RELATIVA DE VERTEBRADOS COMO RECURSO TURÍSTICO DEL PNT

Se define como recurso de un ASP, son los atractivos que pueda tener dicha área, (Sistema Nacional De Areas de Consevacion SINAC 2015). En el PNT uno de los principales recursos que posee son de aspecto biológico, como la abundancia de animales de algún grupo o de una especie en particular. También se puede clasificar su importancia según lo raro de su

condición ya sea por estar en algún grado de amenaza, o que posea un hábitat reducido.

En el periodo comprendido entre 2016 y 2018 se realizaron **46 salidas de Monitoreo** donde se observaron en **172 especies** de vertebrados: Aves, reptiles, mamíferos y anfibios, Cada grupo tiene diferentes especies (Riqueza) con mayor o menor representatividad según la frecuencia con las que se observa, (abundancia). Tanto la Riqueza como la abundancia se usan para cuantificar la diversidad, (Alvarez et al. 2006). Basados en esto aquí se asignan categorías a la especies para **determinar la disponibilidad relativa de vertebrados** (Sistema Nacional De Areas de Consevacion SINAC 2015). Unos de los índices más utilizados para evaluar riqueza es el índice de **Margalef**, el cual relaciona el número de especies con el número total de individuos, este índice con valores por encima de 5 se consideran lugares con alta biodiversidad. (Alvarez et al. 2006; Indices de diversidad ecosistemica 2013).

$$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$$

Donde

S = número de especies

N = número total de individuos

Figura 5: Formula del índice de Margalef

Las aves se muestra como el grupo más abundante durante el monitoreo, es el grupo más grande los grandes vertebrados, mientras que los anfibios son muy raros de observar en salidas con esta metodología.

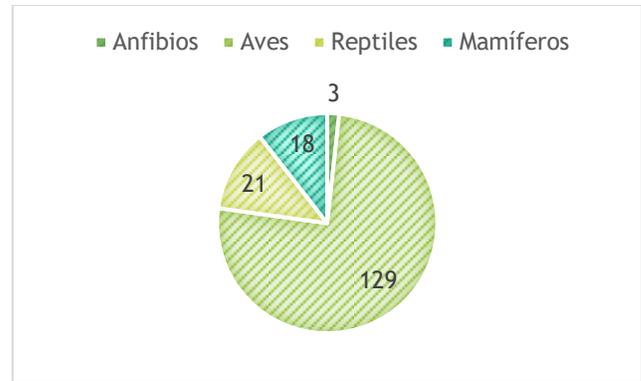


Figura 6: Riqueza, Numero de especies, de Vertebrados en los senderos de uso público del PNT.

AVES

Las aves representan poco más del 75% de especies observadas, son el grupo de animales más diverso entre los grandes vertebrados, en Costa Rica existen alrededor 903 especies (Garrigues and Dean 2015), de las cuales 442 están en el PNT, el 48% de las aves registradas para el país (SINAC Sistema Nacional de Áreas Protegidas 2013).

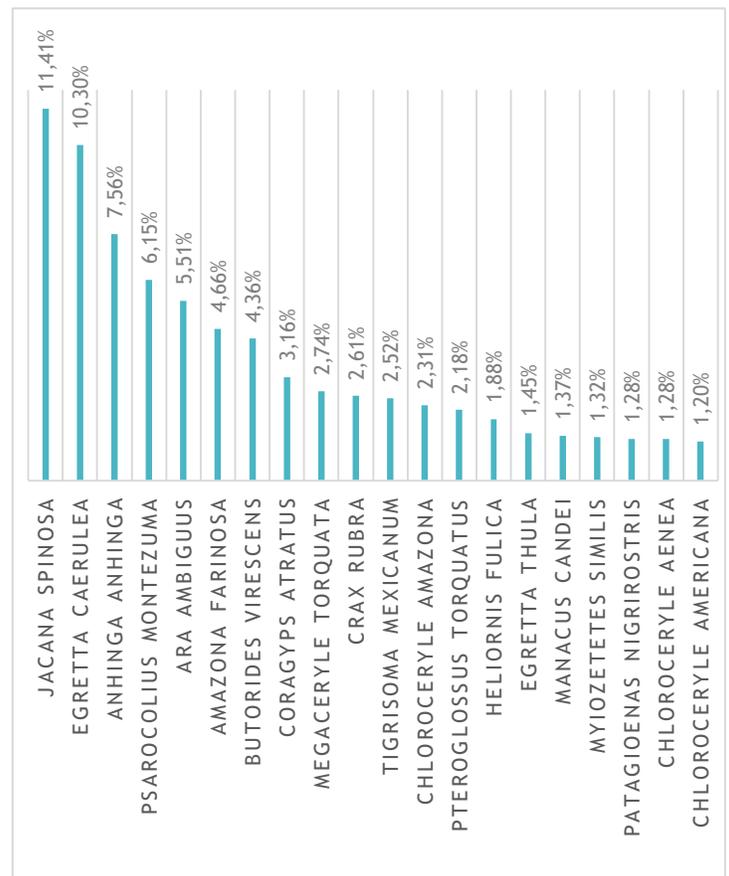


Figura 7: 20 especies más abundantes de aves en los senderos de uso público del PNT.

En los senderos turísticos del PNT se observaron 129 Especies, el 29,18% del registro total para el PNT. la especie que se encuentra con mayor frecuencia es *Jacana spinoza*, observada en el 89.1% de las salidas. La frecuencia es un estimador interesante para la disponibilidad turística, entre más frecuente sea una especie, hay más oportunidad de ser observada por un visitante. Dentro de cada sendero se observaron entre 56 y 76 especies considerando los 4 senderos como lugares de alta diversidad Tabla 1. (Alvarez et al. 2006; Indices de diversidad ecosistemica 2013)

Tabla 1: Índice de Margalef Para el grupo de Aves en cada uno de los senderos de uso público del PNT. valores por debajo de 2 son lugares con baja diversidad, lugares con valores mayor de 5 son lugares con alta diversidad

Sendero	Harold	Mora	Jaguar	Aguas Frías	Total
D Margalef	9,6	9,3	12,6	9,3	21,6

Conociendo el índice de Margalef, más adelante veremos que estadísticamente la composición de los senderos es similar, y la frecuencia de cada especie, es decir, el número total de salidas donde se registra una especie. Se asignan categorías para determinar la disponibilidad relativa de especies de aves Tabla 2.

Muy Frecuente aquellas que se observan con frecuencia >80%.

Frecuente: Frecuencia entre 60% y 80%

Común: Frecuencia entre 40% y 60%

Poco común: Frecuencia entre 20 y 40%

Inusual: Frecuencia <20%.

Tabla 2: Disponibilidad relativa de aves para los senderos de uso publico del PNT

Disponibilidad del recurso	Frecuencia	Especie
5 Muy Frecuente	80% - 100%	<i>Jacana spinosa</i>
		<i>Anhinga anhinga</i>
4 Frecuente	>60% - <80%	<i>Butorides virescens</i>
		<i>Egretta caerulea</i>
		<i>Psarocolius montezuma</i>
		<i>Crax rubra</i>
		<i>Tigrisoma mexicanum</i>
3 Común	>40% - <60%	<i>Ara ambiguus</i>
		<i>Megaceryle torquata</i>
		<i>Amazona farinosa</i>
		<i>Chloroceryle amazona</i>
		<i>Heliornis fulica</i>
2 Poco común	>20% - <40%	<i>Pteroglossus torquatus</i>
		<i>Coragyps atratus</i>
		<i>Manacus candei</i>
		<i>Patagioenas nigrirostris</i>
		<i>Buteogallus anthracinus</i>
		<i>Chloroceryle aenea</i>
		<i>Chloroceryle americana</i>
		<i>Cochlearius cochlearius</i>
		<i>Trogon massena</i>
		<i>Mesembrinibis cayennensis</i>
		<i>Ramphastos sulfuratus</i>

1	Inusual	0-20%	<p><i>Egretta thula</i></p> <p><i>Piaya cayana</i></p> <p><i>Phaetornis longirostris</i></p> <p><i>Thamnophilus atrinucha</i></p> <p><i>Euphonia gouldi</i></p> <p><i>Thamnophilus doliatus</i></p> <p><i>Pitangus sulphuratus</i></p> <p><i>Penelope purpurascens</i></p> <p><i>Ardea alba</i></p> <p><i>porphyrio martinicus</i></p> <p><i>Pandion haliaetus</i></p> <p><i>Amazilia tzacatl</i></p> <p><i>Querula purpurata</i></p> <p><i>Setophaga sp</i></p> <p><i>Cathartes aura</i></p> <p><i>Crotophaga sulcirostris</i></p> <p><i>Megarynchus pitangua</i></p> <p><i>Dryocopus lineatus</i></p> <p><i>Aramides cajanea</i></p> <p><i>Agami agami</i></p> <p><i>Contopus sp</i></p> <p><i>Thryothorus nigricapillus</i></p> <p><i>Ceratopipra mentalis</i></p> <p><i>Nyctanassa violacea</i></p> <p><i>Megaceryle alcyon</i></p> <p><i>Myiozetetes similis</i></p> <p><i>Setophaga pinus</i></p> <p><i>Pelicanus occidentalis</i></p> <p><i>Contopus virens</i></p>			<p><i>Cercomacra tyrannina</i></p> <p><i>Attila spadiceus</i></p> <p><i>Cacicus uropygialis</i></p> <p><i>Trogon rufus</i></p> <p><i>Chloroceryle inda</i></p> <p><i>Malacoptila panamensis</i></p> <p><i>Quiscalus mexicanus</i></p> <p><i>Myrmeciza exsul</i></p> <p><i>Herpetotheres cachinnans</i></p> <p><i>Trogon caligatus</i></p> <p><i>Patagioenas cayennensis</i></p> <p><i>Leptodon cayanensis</i></p> <p><i>Fregata magnificens</i></p> <p><i>Celeus loricatus</i></p> <p><i>Ramphocelus passerinii</i></p> <p><i>Thalurania colombica</i></p> <p><i>Protonotaria citrea</i></p> <p><i>Ramphastos swainsonii</i></p> <p><i>Ramphastos ambiguus</i></p> <p><i>Campephilus guatemalensis</i></p> <p><i>Dendrocolaptes sanctithomae</i></p> <p><i>Colibri sp</i></p> <p><i>Bubulcus ibis</i></p> <p><i>Sarcoramphus papa</i></p> <p><i>Actitis macularius</i></p> <p><i>Prozana carolina</i></p> <p><i>Ardea herodias</i></p> <p><i>Lepidocolaptes</i></p>
---	---------	-------	--	--	--	---

			<i>souleyetti</i>
			<i>Piranga rubra</i>
			<i>Golondrina sp</i>
			<i>Mitrospingus cassinii</i>
			<i>Hirundo rustica</i>
			<i>leptotila cassini</i>
			<i>Oryzoborus funereus</i>
			<i>Patagioenas flavirostris</i>
			<i>Ramphocaenus melanurus</i>
			<i>Florisuga mellivora</i>
			<i>Amazona autumnalis</i>
			<i>Hirundo sp</i>
			<i>Tityra semifasciata</i>
			<i>Chalybura urochrysia</i>
			<i>Leucopternis semiplumbeus</i>
			<i>Glaucis aeneus</i>
			<i>Aramus guarauna</i>
			<i>Phalacrocorax sp</i>
			<i>Turdus grayi</i>
			<i>Contopus cinereus</i>
			<i>Rupornis magnirostris</i>
			<i>Myrmotherula axillaris</i>
			<i>Dendroica virens</i>
			<i>Harpagus bidentatus</i>
			<i>Thryothorus thoracicus</i>
			<i>Platyrinchus mystaceus</i>
			<i>Myioborus melanocephala</i>
			<i>Asio clamator</i>

			<i>Vireo olivaceus</i>
			<i>Porzana carolina</i>
			<i>Ramphocelus sanguinolentus</i>
			<i>Ara macao</i>
			<i>Elaenia flavogaster</i>
			<i>Elaenia sp</i>
			<i>Cantorchilus thoracicus</i>
			<i>Parkesia noveboracensis</i>
			<i>Dives dives</i>
			<i>Cairina moschata</i>
			<i>Dumetella carolinensis</i>
			<i>Cotinga amabilis</i>
			<i>Micrastur mirandollei</i>
			<i>Notharchus hyperrhynchus</i>
			<i>Egretta alba</i>
			<i>Numenius phaeopus</i>
			<i>Actitis sp</i>
			<i>Buteo platypterus</i>
			<i>Tyrannus dominicanus</i>
			<i>Leuconotopicus fumigatus</i>
			<i>Phaethornis striigularis</i>
			<i>Falco peregrinus</i>

REPTILES

Los reptiles representan poco más del 12.7% de especies observadas, son un grupo particularmente diverso en el PNT. Ubicado en el humedal caribe norte, con una precipitación que alcanza los 6000mm anualmente, y una humedad de al rededor 90%, hace de la zona el propicio hábitat de estos animales. Para el PNT se registra en 118 el número de especies de reptiles. Sin embargo, existen amenazas que afectan a la población. Por un lado, la tortuga verde que anida en la playa de Tortuguero, es una especie en peligro según la UICN (*Chelonia mydas iucn classification n.d.*; SINAC Sistema Nacional de Áreas Protegidas 2013). Por otro lado, están los caimanes, Tortugas de río e iguanas, estos animales se ven perturbados por diferentes amenazas:

- **Cacería:** en el caso de las Tortugas verdes, y en menor medida Iguanas y caimanes se practica la cacería de estos animales por su carne.
- **Contaminación del agua:** Contaminación química del agua superficial de los ríos provenientes de plantaciones, arrastrados hasta el PNT
- **Visitación turística:** Volúmenes crecientes de visitación.
- Impactos indirectos como la **tala, la pesca, y la navegación**. Que perturban el hábitat de los grandes reptiles del PNT.

Durante el monitoreo entre 2016 y 2018 se observaron 22 especies de reptiles, si se toma en cuenta que los reptiles son animales de carácter críptico, en muchos casos arbóreo, o habito nocturno, y que el monitoreo pretende simular la abundancia relativa que observa un turista, explica la baja riqueza de especies observadas con respecto al total de las registradas en el PNT.



Figura 8: 20 especies más abundantes de reptiles en los senderos de uso público del PNT.

Las especies más observadas como: las iguanas, los basiliscos y las Ameivas, son especies diurnas que requieren la energía del sol para calentarse y activar su metabolismo, (Featherstone 2001) es por esta razón que se ven con tanta abundancia a lo largo de los recorridos. Otras como, por ejemplo, la tortuga negra de río también necesita el calor del sol, pero son rápidas nadadoras, se encuentran en troncos u orillas de los ríos. Los caimanes cuentan con camuflaje, permanece sumergido en el agua dejando solo visibles los ojos sobre la superficie en áreas de vegetación flotante. (Muñoz- Chacon 2013) Por esta razón es que dentro de los reptiles se encuentra una baja riqueza, pero una alta abundancia.

Tabla 3: Índice de Margalef reptiles Para cada uno de los senderos de uso público del PNT. valores por debajo de 2 son lugares con baja diversidad, lugares

con valores mayor de 5 son lugares con alta diversidad

Sendero	Harold	Mora	Jaguar	Aguas Frías	Total
D Margalef	0,7	1,0	0,9	2,6	3,0

La riqueza de los senderos es muy baja en reptiles, características como las mencionadas anteriormente hacen que los reptiles sean animales difíciles de ver a simple vista. Se usa la frecuencia de observación de cada especie para asignar categorías para determinar la disponibilidad relativa de especies de reptiles.

Tabla 4: Disponibilidad relativa de reptiles para los senderos de uso público del PNT

Disponibilidad del recurso Frecuencia Especie

5	Muy Frecuente	80% - 100%	--
4	Frecuente	>60% - <80%	<i>Iguana iguana</i> <i>Rhinoclemmys funerea</i> <i>Caiman crocodilus</i> <i>Basiliscus plumifrons</i>
3	Común	>40% - <60%	<i>Basiliscus vittatus</i>
2	Poco común	>20% - <40%	<i>Ameiva festiva</i> <i>Ameiva quadrilineata</i> <i>Trachemys scripta</i>

1	Inusual	0-20%	<i>Basiliscus basiliscus</i> <i>Kinosternon leucostomum</i> <i>Anolis oxylophus</i> <i>Kinosternon scorpioides</i> <i>Norops sp</i> <i>Boa constrictor</i> <i>Anolis limifrons</i> <i>Anolis sp.</i> <i>Bothriechis schlegelii</i> <i>Rhadinaea decorata</i> <i>Oxybelis aeneus</i> <i>Drymobius margaritiferus</i> <i>Bothrops asper</i>
----------	----------------	-------	---

MAMÍFEROS:

Los mamíferos más abundantes en el PNT son los monos, aquí existen tres especies de las cuatro especies reportadas en Costa Rica: Mono Cara blanca o capuchino, Mono Araña o colorado, y mono Aullador o Congo. En el Caribe éstas tres especies se distribuyen de Norte a Sur y son muy abundantes en la franja de línea costera y hasta los 2000 msnm en bosque primarios y secundarios.

Los **monos** representan más de un 80% de los mamíferos observados en el PNT, considerándose como las especies con **mayor disponibilidad relativa** de mamíferos en los senderos de uso público del PNT

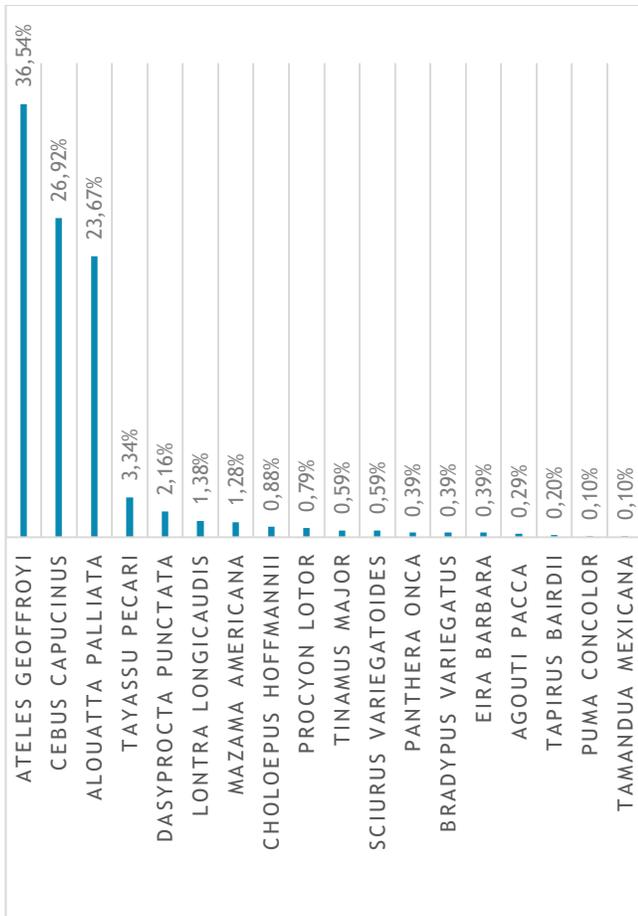


Figura 9: Abundancia de Mamíferos en el monitoreo de vertebrados de los senderos de uso público del PNT 2016-2018. Mono araña (*Ateles geoffroyi*) representa el 36.54% de los mamíferos observados, Cara blanca (*Cebus capucinus*) el 26.92% y el mono Congo (*Alouata palliata*) 23.67%. Juntos son más del 80% del total de mamíferos observados.

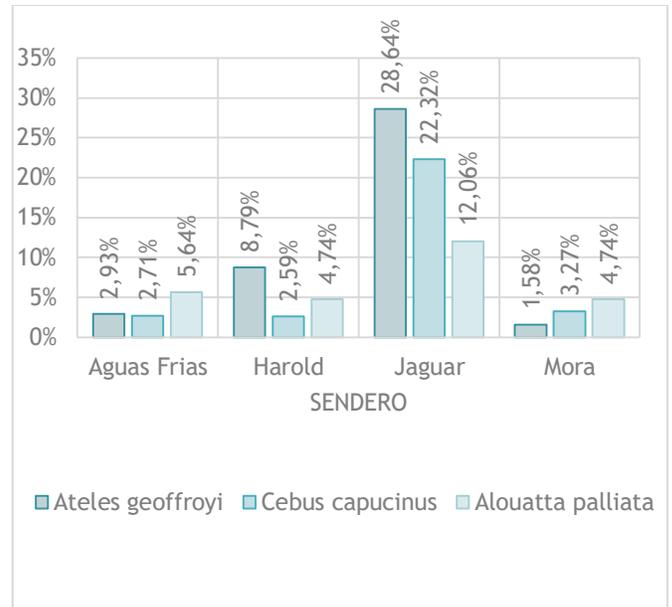


Figura 10: Abundancia de Monos en el monitoreo 2016-2019 en cada uno de los senderos.

Sin embargo, el sendero que mayor abundancia relativa de monos presenta es el jaguar donde casi un tercio del total de los monos fueron observados. El jaguar es el único sendero terrestre del PNT el monitoreo se hace directamente bajo el dosel lo que permite observar el paso de las tropas, ellos prefieren zonas de cobertura arbórea densa con amplia oferta de frutas y retoños de hojas (Urbani, B. M. Kowalewski, R. Grassetto 2018; Vidal-garcía et al. 2016).

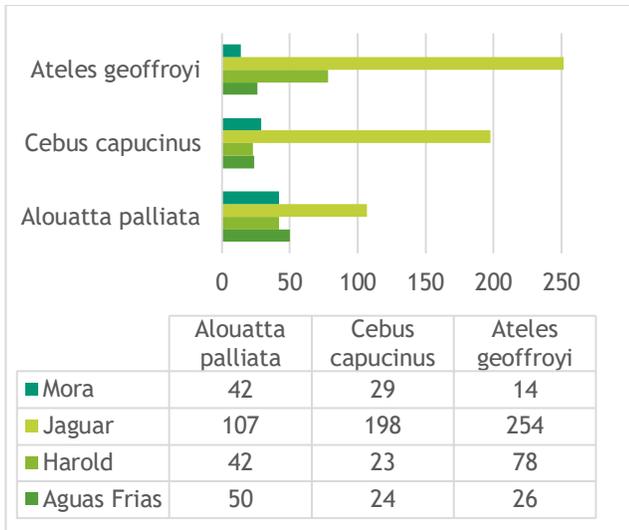


Figura 11: Abundancia de monos en los senderos del PNT

Mono Araña (Ateles geoffroyi): estos primates no humanos son los más grandes de América. Tienen largas y fuertes extremidades con cola prensil y una pequeña cabeza en relación con su cuerpo. (Morales-Hernández 2018), durante el monitoreo se observaron 372 individuos, casi siempre en grupos, hembras solitarias y hembras con Cría

Mono Carablanca: Muy También llamado capuchino, es el mono más inteligente de las 3 especies es omnívoro, capaz de comer lagartijas y pequeños mamíferos, se observaron 274 individuos, siempre en grupos despasándose o alimentándose, estos monos se pueden tornar agresivos si se sienten acorralados (Nogal and Rica 2012; Urbani, B. M. Kowalewski, R. Grassetto 2018).

Mono Aullador: Los monos aulladores o Congo, tiene el hueso hioides modificado para producir su característico sonido, estos monos pueden ver en una escala de colores como la de los humanos. Fueron vistos 241 monos Congo siempre en grupos de aproximadamente 5 individuos.

CAPACIDAD DE LOS VERTEBRADOS PARA TOLERAR EL USO TURÍSTICO

Uno de los principales impactos que produce el turismo es en la disponibilidad de los recursos, en

este caso en la disponibilidad de especies de animales que se puedan observar en los senderos del PNT. Para analizar esto se realiza un PCA o “principal component analysis” cada una de las especies de vertebrados se toma como una componente principal, y así se hace una comparación para determinar si los senderos tienen alguna diferencia en la composición entre ellos y dentro de ellos.

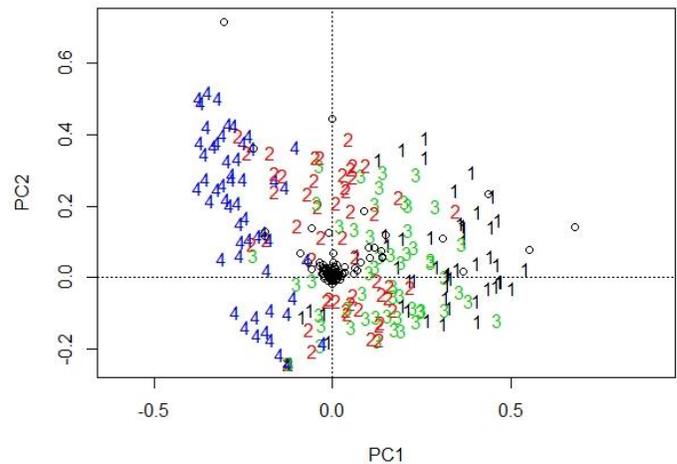


Figura 12: Grafica PCA representando los Senderos: 1: Aguas Frías, 2: Caño Harold, 3: Caño Mora, 4: Sendero Jaguar. Los puntos representan las especies de vertebrados

Si queremos observar la composición de los senderos entre ellos podemos observar Las figuras 16 y 17 estas son una representación del PCA, de los senderos (Aguas Frías, Harold, Mora y Jaguar). En la Figura 12 se observa que existe mayor diferencia, de acuerdo a la composición de especies, entre Aguas Frías (1) y S. Jaguar (4), Esto directamente influenciado por la presencia de especies altamente abundantes, que caracterizan marcadamente la estructura de estos senderos. El sendero Jaguar sobresalta por una gran abundancia de *Ateles Geofroyi*, mientras que en Aguas Frías *Jacana Spinoza*, *Anhinga anhinga*, y en menor medida *Egretta cerulea* son muy abundantes (Figura 13). Además, el sendero Jaguar es diferente estructuralmente, debido a que es el único sendero terrestre, y aunque cómprate muchas especies con

los otros tres, especialmente con C. Harold (2) no se encuentran allí aves acuáticas como los Martin pescador, algunas especies de garzas, o Jacana Spinoza.

En cuanto a los senderos acuáticos vemos que todos estructuralmente están muy cercanos y solapados entre sí, con mayor similitud Mora (3) y Harold (2) que Harold y Aguas Frías. Pero estadísticamente no existe una diferencia significativa PCA $P Value = 0.002$.

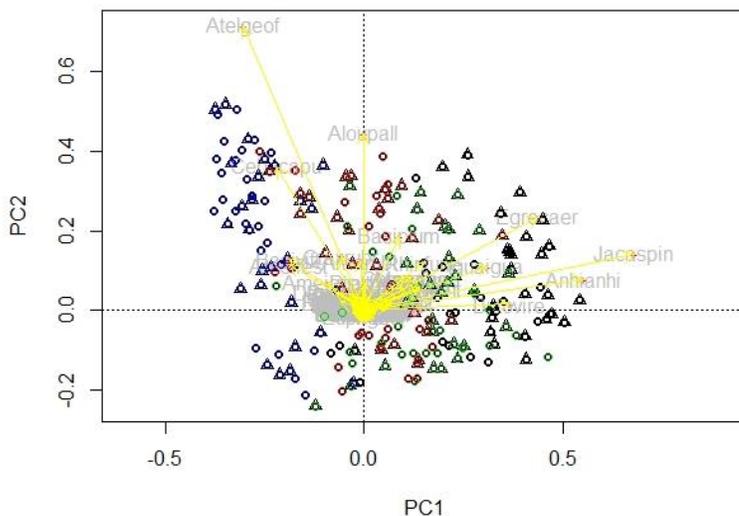


Figura 13: Grafica PCA Representando las especies.

Para ver si los senderos tienen una composición diferente dentro de ellos observamos la diversidad

de especies en las zonas turísticas de los senderos y las zonas que no son turísticas. En la *Figura 13* se pueden observar los senderos como colores y las zonas turísticas como un triángulo y las no turísticas como un círculo, entonces se puede observar que las zonas turísticas y no turísticas están muy solapadas, u ocupan la misma área, esto indica que no existe alguna diferencia significativa entre los senderos. Otra herramienta que podemos utilizar son las curvas de acumulación de especies, estas muestran cómo van apareciendo especies a medida que el esfuerzo de muestreo aumenta, en nuestro caso después de cada salida. Cuando la curva que alcanza la asíntota indica que el número de especies no aumentará.

De la misma forma que el pca representa la relación que tienen las variables entre ellas, las Curvas de Acumulación de especies usan estimadores ecológicos para medir diversidad Alfa, estas muestran las especies observadas Vs las especies esperadas. Cuando el muestreo supera el 85% de especies esperadas, se pueden hacer análisis de similaridad o complementariedad (Alvarez et al. 2006). Las curvas de acumulación de especies muestran cómo van apareciendo especies a medida que se avanza en la intensidad de muestreo, cuando la curva es asíntótica quiere decir que el muestreo ha sido satisfactorio y la posibilidad de encontrar nuevas especies es muy baja.

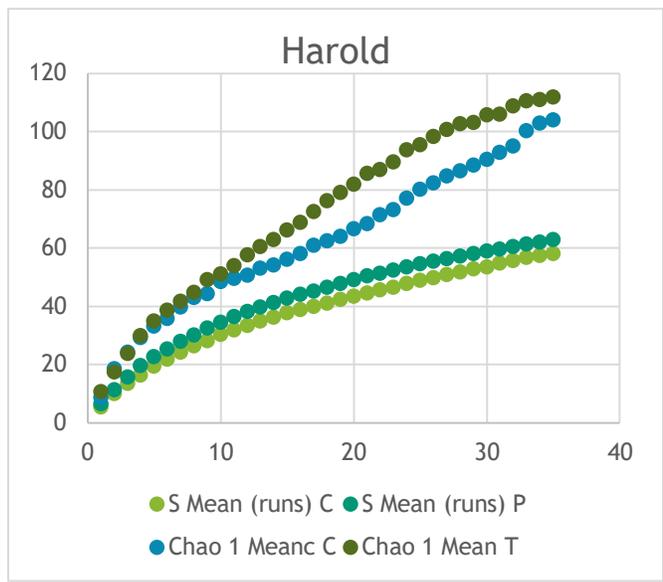
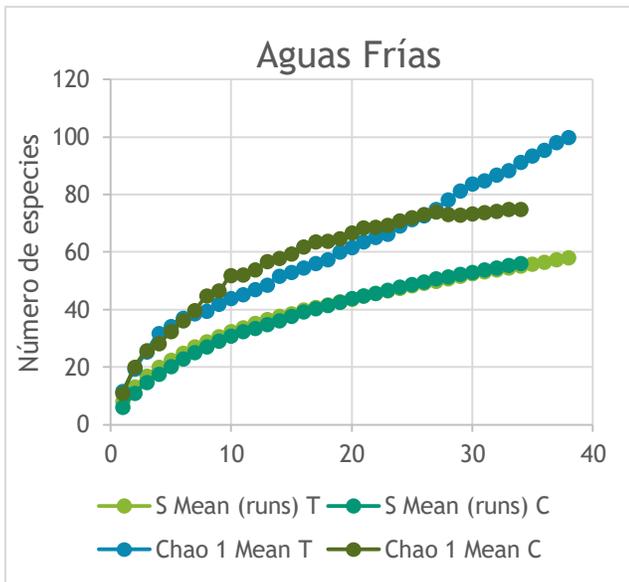
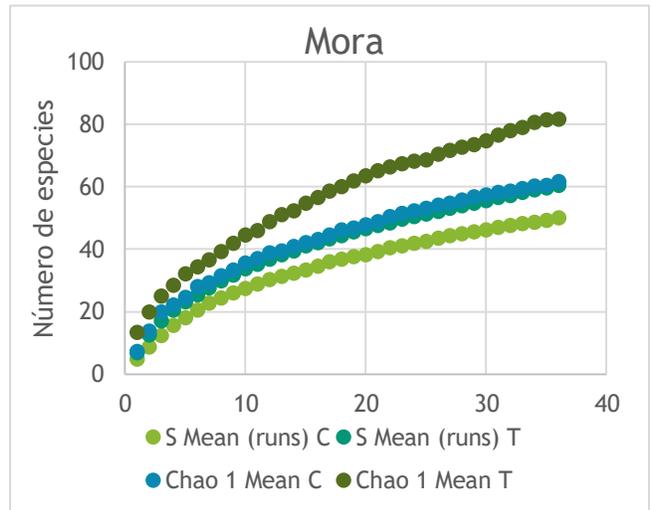
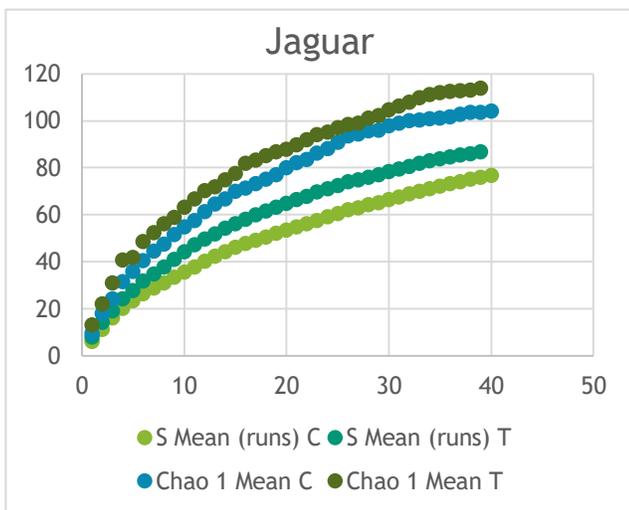


Figura 14: Curvas de acumulación de especies para los 4 senderos turísticos del PNT, S Mean: número de



especies observadas. Chao 1: estimador utilizado para saber el número de especies esperadas en cada uno de los senderos.

Las curvas de acumulación de especies Figura 14 muestran el número de especies observadas (S Mean) y el Estimador CHAO 1, ninguna de las curvas alcanza la asíntota, por lo tanto es necesario realizar muestreos de forma más exhaustiva o cambiar la metodología. En cuanto a la relación entre los sectores públicos (representados con "T" en la gráfica) y los sectores no públicos (representados por "C"), existe un alto coeficiente de correlación, en todos los casos supera el 80%, lo cual indica que las zonas turísticas y las no turísticas no muestran diferencias en cuanto a la composición de especies, al igual que el indicador CHAO1, el cual se centra en especies con un solo individuo y dos individuos, especies raras.

CONCLUSIONES:

- Identificar si el flujo de visitantes tiene algún impacto sobre la diversidad relativa de la fauna que se observa en los senderos de uso público del PNT, es decir, en la riqueza y abundancia, principalmente de aves pues son un importante recurso del ASP.
- Disponibilidad relativa de vertebrados en los senderos de uso público.
Los invertebrados que muestran mayor riqueza y abundancia en los canales son las Aves, de la misma forma dentro de este grupo las garzas y en general las aves acuáticas son las que se observan
- La capacidad de los vertebrados para tolerar el uso turístico: dado que no hay diferencias significativas entre las zonas no turísticas de los senderos y las turísticas, En apariencia los vertebrados son tolerantes al uso turístico, sin embargo, es algo apresurado asegurar que en realidad no hay impacto por el turismo, se debe hacer un monitoreo mas estricto teniendo en cuenta especies focales, además de analizar otras variables incluidas en el monitoreo de Flujos de visitación propuestas por el SINAC.

LITERATURA CITADA:

- Alvarez, Mauricio et al. 2006. "Manual de Métodos Para El Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad." *Programa de inventarios de Biodiversidad Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental (GEMA). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.*
- Calvo Domingo José Joaquín SINAC et al. 2018. "Humedales de Costa Rica - Áreas Protegidas y Parques Nacionales de Costa Rica."
<https://areasyparques.com/areasprotegidas/humedales-de-costa-rica/>
(October 3, 2018).
- "Chelonia Mydas lucn Classification."
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T4615A11037468.en>.

- Garrigues, Richard ., and Robert. Dean. 2015. 86 *Journal of Field Ornithology The Birds of Costa Rica: A Field Guide*. Second Edi. San Jose, Costa Rica: Journal of Field Ornithology.
- “Indices de Diversidad Ecosistemica.” 2013.
<https://tracolb2biologiaambiental2013.wordpress.com/2013/05/09/indices-de-diversidad-ecosistemica/>.
- Morales-Hernández, Karerina. 2018. “Potential Feeding Resources for the Spider Monkeys (*Ateles Geoffriyi*) Eo El Salvador.” *La Primatología en Latinoamérica* 1(MAy): 463-70.
- La Nación. 2017. “Científicos Recurren a Saliva Para Conocer Genética de Jaguares En Tortuguero.” *Medio Ambiente*.
<https://www.nacion.com/ciencia/medio-ambiente/cientificos-recurren-a-saliva-para-conocer-genetica-de-jaguares-en-tortuguero/DOSC6KCRHVB3VHA5ICXOCZNDPQ/story/> (November 24, 2018).
- Nogal, Privado, and Costa Rica. 2012. “Viabilidad Poblacional de *Alouatta Palliata* (Primates : Atelidae) y *Cebus Capucinus* (Primates : Cebidae) En El Refugio de Vida Silvestre.” 60(June): 809-32.
- Parque, El, Nacional Tortuguero, and Tortuguero National Park. 2011. *SINAC Plan de Turismo Sostenible. Parque Nacional Tortuguero*.
- SINAC. 2016. *Protocolo PRONAMEC: Protocolo Para El Monitoreo Ecológico de Las Playas Arenosas*. San Jose, Costa Rica.
- . 2017. *Proyecto Fortalecimiento Del Programa de Turismo En Áreas Silvestres Protegidas Plan de Turismo Sostenible Parque Nacional Tortuguero (PNT)*. [http://www.sinac.go.cr/ES/transprncia/Planificacin y Gestin BID/Gestión Sostenible del Turismo en ASP/Planes de Turismo 10 ASP/Plan de Turismo Sostenible del PN Tortuguero.pdf](http://www.sinac.go.cr/ES/transprncia/Planificacin%20y%20Gest%20n%20del%20Turismo%20en%20ASP/Planes%20de%20Turismo%2010%20ASP/Plan%20de%20Turismo%20Sostenible%20del%20PN%20Tortuguero.pdf).
- SINAC Sistema Nacional de Áreas Protegidas. 2013. *Propuesta de Plan General de Manejo Del Parque Nacional Tortuguero 2014 - 2023*. Parque Nac. Guapiles, Costa Rica.
- Sistema Nacional De Areas de Consevacion SINAC. 2015. *Herramienta Para Los Flujos de Visitación En Las Áreas Silvestres Protegidas Del SINAC*. 1st ed. ed. Yadirira Mena. San José, Costa Rica: SINAC.
- Urbani, B. M. Kowalewski, R. Grassetto, S. de la Torre & L. Cortés-Ortiz. 2018. *La Primatologia En Latinoamérica 2*.
- Vidal-garcía, Francisca, Dolores Rodríguez Hernández, Juan Carlos Serio-Silva, and Colin Austin Chapman. 2016. *Mono Araña: El Acróbata de La Selva*.
- Muñoz- Chacon, Federico. Jhonston, Richard Dennis. 2013. *Anphibians and reptiles of Costa Rica. A pocket guide in English and Spanish/ Guia de de bolsillo en ingles y español* (Zona Tropical publications). Constock publishing Associates 2013 INSB: 10: 0801478708
- Lenders Twan. 2001. *Anphibians and reptiles of Costa Rica. A Zona Tropical publications*. ISBN 0- 9705678-0-4

Este proyecto no hubiese sido posible sin el apoyo del NT, en equipo, logística y materiales. El apoyo de Voluntarios como JAMES ARCE ZUÑIGA, quien hace parte activa de ASVO Tortuguero desde su fundación. y todos los voluntarios que realizaron estos importantes conteos para obtener estos resultados.



Gustavo Adolfo Ortiz Lopez

Biólogo