



**BLUEFIELDS INDIAN & CARIBBEAN UNIVERSITY**  
**BICU**



**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE**

**FARENA**

**ESCUELA DE BIOLOGIA MARINA**

**Ecología de Recursos Naturales**

**Monografía**

**Para optar a la Licenciatura en Ecología de Recursos Naturales**

**“Caracterización de la avifauna acuática y ribereña en la cuenca de  
Rio Indio, Reserva Biológica Indio Maíz, Bluefields, RACCS-San Juan  
de Nicaragua, Rio San Juan, Nicaragua, año 2018”**

**Autor:**

Br. Jossely Clivingston Flores Mc.rea

**Tutor:**

Msc. Álvaro Mairena V.

**Asesor:**

MSc. René Romero

Bluefields, Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS), Nicaragua; Año 2019

“La educación es la mejor opción para el desarrollo de los pueblos”

## TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE CUADROS .....	IV
INDICE DE GRÁFICAS.....	IV
INDICE DE FIGURAS .....	IV
INDICE DE TABLAS.....	IV
ACRÓNIMOS.....	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTOS .....	VII
RESUMEN .....	VIII
I. INTRODUCCION.....	1
II. ANTECEDENTES.....	3
III. JUSTIFICACIÓN.....	5
IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	6
4.1. Preguntas de investigación .....	6
V. OBJETIVOS.....	7
5.1. Objetivo general.....	7
5.2. Objetivos específicos .....	7
VI. MARCO TEÓRICO .....	8
6.1. La avifauna.....	8
6.2. Características de la avifauna .....	8
6.3. Importancia de la avifauna .....	9
6.4. Amenazas a la avifauna .....	9
6.5. Hábitats de la avifauna .....	10
6.5.1. Ecosistemas ribereños o bosques riparios .....	10
6.6. Migración de la avifauna.....	11
6.7. Taxonomía general de la avifauna.....	11
6.8. Clasificación general de la avifauna .....	12
6.8.1. Avifauna acuática .....	12
6.8.2. Avifauna ribereña .....	13
6.9. Ordenes taxonómicos de la avifauna .....	13
6.9.1. Familias representativas de la avifauna acuáticas .....	14
6.10. Monitoreo de la avifauna.....	14

6.11. Técnicas de identificación de la avifauna.....	15
6.12. Riqueza de la avifauna .....	15
6.13. Abundancia de la avifauna.....	16
6.14. Diversidad de la avifauna .....	16
6.14.1. Los índices de diversidad.....	16
VII. METODOLOGÍA.....	20
7.1. Área de estudio.....	20
7.2. Sitios de muestreo.....	23
7.2.1. Zona alta de Rio Indio.....	23
7.2.2. Zona media de Rio Indio .....	23
7.2.3. Zona baja de Rio Indio.....	24
7.3. Materiales y métodos.....	26
7.4. Análisis de datos.....	28
VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	29
8.1. Avifauna acuática y ribereña identificada en Rio Indio.....	29
8.2. Determinación de la riqueza y abundancia de la avifauna acuática y ribereña en Rio Indio .....	31
8.2.1. Riqueza y abundancia de la avifauna acuática y ribereña en Rio Indio .....	35
8.3. Determinación de la diversidad de la avifauna acuática y ribereña en Rio Indio .....	41
8.3.1. Diversidad de la avifauna acuática y ribereña en Rio Indio.....	41
8.3.2. Diversidad de la avifauna por períodos de muestreo.....	42
8.4. Comparación de la diversidad, riqueza y abundancia de la avifauna acuática y ribereña en Rio Indio .....	43
8.4.1. Diversidad de la avifauna en las tres zonas de Rio Indio .....	43
8.4.2. Diversidad de la avifauna acuática y ribereña de Rio Indio en época seca y lluviosa45	
8.4.3. Riqueza y abundancia de la avifauna acuática y ribereña por orden taxonómico en época seca y lluviosa.....	46
8.4.4. Riqueza y abundancia de la avifauna acuática y ribereña por orden taxonómico en las tres zonas de Rio Indio.....	48
8.4.5. Índices de similitud de la riqueza y abundancia de la avifauna en las tres zonas de Rio Indio .....	51
IX. CONCLUSIONES .....	52
X. RECOMENDACIONES .....	53

XI. BIBLIOGRAFÍA.....	54
XII. ANEXOS .....	58

### **INDICE DE CUADROS**

Cuadro 1. Orden taxonómico y familias de la avifauna acuática, semiacuática y terrestres en Rio Indio.	29
Cuadro 2. Estado de conservación de la avifauna encontrada en Rio Indio. ....	30
Cuadro 3. Lista de la riqueza y abundancia de la avifauna en Rio Indio. ....	31
Cuadro 4. Cantidad de la avifauna registrada según su abundancia. ....	39
Cuadro 5. Diversidad de la avifauna en Rio Indio, Reserva Biológica Indio Maíz. ....	41
Cuadro 6. Índice de Similitud de Sorensen de la avifauna en las tres zonas de Rio Indio. ....	51

### **INDICE DE GRÁFICAS**

Gráfica 1. Riqueza de la avifauna por familia en Rio Indio. ....	35
Gráfica 2. Riqueza y abundancia por orden taxonómico.....	38
Gráfica 3. Abundancia de las 20 especies de avifauna más abundantes en Rio Indio. ....	38
Gráfica 4. Diversidad de la avifauna según los censos realizados en Rio Indio. ....	42
Gráfica 5. Diversidad de la avifauna acuática y ribereña en las tres zonas de Rio Indio. ....	43
Gráfica 6. Diversidad de la avifauna acuática y ribereña en época seca y lluviosa. ....	45
Gráfica 7. Riqueza de la avifauna por orden taxonómico en época seca y lluviosa.....	46
Gráfica 8. Abundancia de la avifauna por orden taxonómico en época seca y lluviosa.....	47
Gráfica 9. Riqueza de la avifauna por orden taxonómico en las tres zonas de Rio Indio. ....	48
Gráfica 10. Abundancia de la avifauna por orden taxonómico en las tres zonas de Rio Indio. ....	48

### **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Mapa del área de estudio y de los sitios de muestreo. ....	20
Figura 2. Mapa de la ubicación del muestreo en la zona alta de Rio Indio.....	23
Figura 3. Mapa de la ubicación del muestreo en la zona media de Rio Indio.....	23
Figura 4. Mapa de la ubicación del muestreo en la zona baja de Rio Indio.....	24

### **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Variables medidas del estudio de avifauna acuática y ribereña en Rio Indio. ....	27
---	----

## ACRÓNIMOS

**CITES:** Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

**RBIM:** Reserva Biológica Indio Maíz

**MARENA:** Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales

**FUNDAR:** Fundación Amigos del Río San Juan

**SVNESN:** Sistema de Veda Nacional de Especies Silvestres en Nicaragua

**VNI:** Veda Nacional Indefinida

**VPN:** Veda Parcial Nacional

**R:** Avifauna Residente

**M:** Avifauna Migratoria

**M, R:** Avifauna que tienen poblaciones Residentes y Migratorias en Nicaragua

**AOCR:** Asociación Ornitológica de Costa Rica

**AOS:** American Ornithological Society

**AOU:** American Ornithologist's Union

**RACCS:** Región Autónoma de la Costa Caribe Sur

**ZA:** Zona Alta de Río Indio

**ZM:** Zona Media de Río Indio

**ZB:** Zona Baja de Río Indio

**H':** Índice de diversidad de Shannon-Wiener

**Is y Iscuant:** Índice de Sorensen para datos cualitativos y cuantitativos

## **DEDICATORIA**

A mi madre Alicia Macrea y a mis padres Romaldo Daniels y Marcelino John por su ayuda, amor, comprensión y apoyo incondicional en mi vida y principalmente por haber contribuído durante todo el proceso de mi vida académica y formación profesional.

A mi abuelo Fermín Flores y a mi abuela Julia Ruiz por instruírme valores e inspiración.

A mi abuela Sara Daniels, mi primo Yerby Salomon, mi tío Marcelo Macrea y a mi abuelo Marciano Macrea que descansan en la paz del Señor (Jehová).

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por haberme permitido estudiar a la avifauna en Rio Indio de la Reserva Biológica Indio Maíz.

A mis padres por su apoyo incondicional que me brindaron durante el periodo de esta investigación, a mi hermana Aliz Flores por sus buenos consejos, a Mayra Mendoza por el buen trato que me dió cuando estudié en BICU, a Donald Byers por haberme conseguido la beca universitaria para estudiar una carrera en la Universidad BICU.

A Marvin López por sus consejos y por el préstamo del libro de aves de Nicaragua (Guía de campo del año 2014), a Alfredo Figueroa y Armando Dans por el préstamo de otros libros o Guías de campo de las aves de Costa Rica (Richard Garrigues & Robert Dean, 2007) y de las aves de México y Centro América (Ber van Perlo, 2006).

Al PhD Christopher Jordan y al Ingeniero Armando Dans por haber financiado una de las giras de campo para censar a la avifauna en Rio Indio y por el préstamo de una cámara fotográfica, a Joel Betts por haberme apoyado en el ordenamiento de los datos obtenidos en campo para facilitar el análisis y por prestarme un GPS Garmin, al PhD Gerald Urquhart por el obsequio de los binoculares, a Armando Dans por haberme ayudado en la elaboración de mapas con el software QGIS.

A Ruth Clowater y Benita Gómez por el apoyo académico que me brindaron cuando estudié en BICU, a Betsy McCray por haberme ayudado en la recopilación de datos en las últimas dos giras de campo, a mi tutor Alvaro Mairena por su paciencia en haber revisado el protocolo y el informe de esta investigación.

A las familias indígenas Rama (Cecilio John y Victoria Macrea, Margarito Macrea y Juana Blayath, Sherly Ruiz y Rafael John, Marcelino John y Clara Macrea) que nos recibieron amablemente en sus casas cuando realizábamos las giras de campo en Rio Indio para censar a la avifauna. A Hebe Machado, Tania Ruiz y Gladys Luna por brindar sus sugerencias y paciencia al revisar el contenido de esta investigación.

Gracias a todos que hicieron posible esta investigación.

## RESUMEN

La caracterización de la avifauna acuática y ribereña en la zona alta, media y baja de Rio Indio, tuvo como objetivo la determinación de la diversidad, riqueza de especies y la abundancia numérica de la avifauna que se determinó con el índice de biodiversidad de Shannon-Wiener. Se comparó la riqueza y abundancia de las especies de avifauna entre las tres zonas del río con el índice de similitud de Sorensen. El periodo de ejecución del estudio fue entre los meses de mayo, agosto y septiembre del 2018; realizando 3 viajes de campo para el avistamiento, escucha y levantamiento de datos en el censo de la avifauna mediante el método de conteo en puntos fijos e itinerario programados para su ejecución. Cada salida de campo tuvo una duración de 6 días y en ellos se realizaron recorridos acuáticos diurnos en una lancha con motor fuera de borda en cada zona del estudio. Se identificaron 3,689 individuos de 172 especies de avifauna distribuidas en 21 órdenes y 45 familias, 138 son residentes, 20 son migratorias y 14 tienen poblaciones tanto residentes como migratorias en Nicaragua; de éstas, 57 especies están contenidas en los listados de especies protegidas por el Estado de Nicaragua, en apéndices CITES y en vedas parciales e indefinidas. Se encontró mayor riqueza, abundancia y diversidad durante la época lluviosa (1,932 individuos de 141 especies; de éstas 18 son migratorias) que en la época seca (1,757 individuos de 130 especies; de éstas 11 son migratorias). Se determinó la existencia de una mayor presencia de avifauna residentes (80.2 %) que la avifauna migratorias (11.6%). Se encontró mayor riqueza de avifauna terrestres (77.3 %) que la avifauna acuáticas y semiacuáticas (22.7 %). 20 especies se consideraron como abundantes por sus numerosas observaciones de individuos que representaron el 55.95 % del total de la población censada en Rio Indio. En la zona media de la cuenca de Rio Indio se encontró mayor riqueza y abundancia de avifauna, sin embargo en la zona baja del río se presencié mayor diversidad de avifauna y el mayor índice de similitud de la riqueza y abundancia de especies se presentó entre la zona alta y media con valores de 62 % y 56 % respectivamente. La avifauna Passeriformes fueron las más diversas por su alta riqueza y abundancia en las tres zonas del río, distribuidas en 14 familias, 58 especies y 1,499 individuos que representó el 40.63 % de la población censada en Rio Indio.

**Palabras clave:** Avifauna, Riqueza, Abundancia, diversidad, Rio Indio

## I. INTRODUCCION

La Reserva Biológica Indio Maíz se encuentra ubicada en el extremo Sureste de Nicaragua, en el Departamento de Río San Juan y la Región Autónoma del Atlántico Sur RAAS, pertenece a la circunscripción de los municipios de El Castillo, San Juan de Nicaragua y Bluefields. Tiene una extensión de 2,639.8 Km<sup>2</sup>, la cual constituye la zona núcleo de la Reserva de Biosfera Río San Juan reconocida por la UNESCO y debido a su ubicación, representa un sitio crítico para el Corredor Biológico Centroamericano, pues de no existir la Reserva, probablemente se irrumpiría la conectividad del corredor en su conjunto (FUNDAR, 2004).

La Reserva Biológica Indio Maíz pertenece a la zona de vida del bosque húmedo tropical y es considerada como una de las áreas del territorio mejor conservado de Nicaragua, pero a la vez, uno de los más desconocidos en su flora y fauna (FUNDAR, 2004). La existencia de diversos ecosistemas y hábitats en esta Reserva permite la presencia y desarrollo de una gran diversidad de fauna silvestre; hasta ahora desconocida del trópico americano (FUNDAR, 2004). En el año 2016, el 60% de la reserva fue afectada por el huracán Otto (Quesada Murillo, 2018); más recientemente en el año 2018, un incendio forestal de gran magnitud e intensidad afectó más de 5,000 hectáreas de bosques (FUNDACIÓN DEL RÍO, 2018).

Los ecosistemas de bosques, ríos y humedales constituyen zonas de refugio y alimentación de fauna silvestre amenazada y en peligro de extinción, y de especies endémicas y migratorias. Sin embargo, la explotación irracional de los recursos naturales, la fragmentación de los hábitats y las prácticas inadecuadas en el sector productivo, han provocado la reducción de los ecosistemas naturales, con la consecuente extinción o disminución de las poblaciones de muchas especies de aves y de otras especies de fauna silvestre (Hiram González, et. al 2017).

La presencia de las aves está estrechamente relacionada con la condición del hábitat, ya que muchas especies resultan altamente sensibles a la perturbación, lo cual las convierte en un grupo indicador de alteración o cambios en los ecosistemas (Wendt,

1995) y de gran uso para el diseño de estrategias de conservación de ambientes en todo el mundo (Castillo & Chang, 2014).

Esta investigación realizada sobre la avifauna acuática y ribereña presente en Rio Indio de la Reserva Biológica Indio Maíz pretende contribuir a la caracterización de los distintos grupos taxonómicos, debido a que a nivel regional existe poca información documentada acerca de la diversidad de avifauna en los ecosistemas situados en esta parte de la región del Caribe Sur de Nicaragua.

La investigación duró tres meses (mayo, agosto y septiembre del 2018), donde se realizaron tres viajes al campo con una duración de 6 días para censar a la avifauna mediante la observación directa y escucha de los cantos de avifauna en la zona alta, media y baja de Rio Indio. Durante los viajes se realizaron recorridos acuáticos en la mañana y en la tarde, en el cual se logró identificar un total de 172 especies de avifauna correspondientes a 3,689 individuos. Hasta el momento de efectuar esta investigación no se cuenta con estudios completos de fauna silvestre y por ende de las aves existentes en los diversos ecosistemas que caracterizan el Rio Indio en su recorrido a través de la Reserva Biológica Indio Maíz.

## II. ANTECEDENTES

En el año 2000 la riqueza de aves descritas en Nicaragua era de 644 especies y en 2002 la riqueza de aves aumentó hasta 676 especies identificadas (FUNDAR, 2002). Según Jané, Guallar, & Bonney (2014) Nicaragua alberga alrededor de 800 especies de alrededor de 10,000 especies de aves que existen en el planeta.

Chavarría-Duriaux, Hille, & Robert (2018) en su nuevo libro “Birds of Nicaragua” estiman que en el país existen 763 especies de aves identificadas y distribuidas en 77 familias. Durante el invierno (octubre-febrero) en el norte de América, miles de aves migratorias se quedan en Nicaragua. Algunas solo se detienen para descansar y alimentarse y luego seguir su ruta hacia el sur del continente americano.

Según Martínez Sánchez, Chavarría-Duriaux, & Muñoz (2014) existen un total de 754 especies en Nicaragua, distribuidas en 74 familias y 28 órdenes. Del total de aves, 131 especies tienen criterios de conservación y vulnerabilidad de acuerdo al Sistema Nacional de Vedas y Criterios de CITES.

Chavarría-Duriaux, Martínez Sánchez, & Muñoz (2015) en su publicación de la primera “Guía Ilustrada de Aves de Nicaragua” afirman que Nicaragua tiene identificadas 757 especies de aves. De acuerdo con Torres, M (2018), del total de éstas, 450 especies de aves plumíferas son residentes.

Un inventario de la avifauna realizada por Quesada Murillo (2018) en 3 sitios de conteo en la Reserva Biológica Indio Maíz (San Juan de Nicaragua, Río Indio y La Silla) reveló la presencia de 113 especies de aves distribuidas en 47 distintas familias, donde Ardeidae fue la familia con más especies de aves con 10 spp., seguido por Tyrannidae con 9 spp., y Thraupidae con 8 spp. Del total, 19 spp. son de hábitos migratorios (16,8%), mientras que 94 especies son residentes (83,2%). En el sector de La Silla se observaron 64 especies, en Río Indio se contabilizaron 72 especies, siendo el sitio donde se observó más riqueza. En San Juan de Nicaragua la cantidad fue de 57 especies identificadas.

Para la Reserva Biológica Indio Maíz hay identificadas 221 especies de aves, algunas incluidas en los listados de especies protegidas por el Estado de Nicaragua en veda totales y parciales y en apéndices CITES (FUNDAR, 2004).

Mera-Ortiz et al., (2016) determinaron la composición, abundancia y uso del espacio de la avifauna durante dos estaciones climáticas (seco y lluvioso) en tres paisajes diferentes de la laguna Mar Muerto, ubicada entre los estados de Oaxaca y Chiapas, México. Registraron un total de 40 especies de aves acuáticas y semiacuáticas. Las familias con mayor número de especies fueron Ardeidae y Scolopacidae seguida por Anatidae y Laridae. Registraron una mayor riqueza durante los meses de lluvia (33 especies) y menor en los meses de la época seca con 29 especies.

Argüelles-Jiménez et al., (2017) en su estudio de Aves ribereñas de los ecosistemas costeros de Tuxpan, Veracruz-México (rio, laguna y esteros) identificaron 15 órdenes, 42 familias, 108 géneros y 150 especies. Por la diversidad destacan los órdenes Passeriformes (43 %), Charadriiformes (18 %) y Pelecaniformes (9 %); de las especies registradas 2 se categorizan en peligro de extinción, 2 como amenazadas y 8 en protección especial. Por la riqueza específica las aves terrestres (59.9 %) son más importantes que las costeras (19.7 %) y marinas (20.4 %). Con relación a la estacionalidad se presentan más residentes reproductivos (43.4 %) que visitantes invernales (33.6 %) y transeúntes (19.7 %).

El estudio “Caracterización espacial y temporal de la avifauna diurna del Parque Ecológico Municipal Humedales de Mahogany, Bluefields-Rama, RAAS, Nicaragua, 2007” identificó un total de 656 individuos de 47 especies lo que representa 24 familias y pertenecen a 14 órdenes (Lacayo Dávila, 2007).

El estudio “Caracterización de la avifauna diurna en el Centro de Transferencia Agroforestal (CeTAF), Kukra River, Municipio de Bluefields, RACCS, 2013-2014” que abarcó el período lluvioso del 2013 y culminó en el verano del 2014 logró identificar un total de 53 especies de aves correspondientes a 522 individuos y agrupadas en 12 órdenes y 25 familias. Durante la estación seca hubo menor presencia de aves con 230 individuos y en invierno con 292 individuos (Castillo & Chang, 2014).

### III. JUSTIFICACIÓN

A nivel regional existe poca información documentada acerca de la avifauna existente en la gran diversidad de ecosistemas situadas en la región de la Costa Caribe Sur de Nicaragua. La Reserva Biológica Indio Maíz alberga el bosque húmedo tropical considerada como el mejor conservado de Nicaragua, pero también uno de los más desconocidos en su flora y fauna. La existencia de diversos ecosistemas y hábitats en esta Reserva permite la presencia y desarrollo de una gran diversidad de fauna silvestre hasta ahora desconocida del trópico americano.

La mayoría de los estudios o investigaciones realizadas en las zonas de la Reserva Biológica Indio Maíz (RBIM) o áreas naturales circundantes, han sido en su mayoría a nivel de evaluaciones ecológicas rápidas y expediciones científicas realizadas entre los años 2002 y 2004. Específicamente en zonas como el Rio Indio de la Reserva Biológica Indio Maíz no existe estudios completos de la fauna silvestre y mucho menos estudios completos acerca de la avifauna existente en los hábitats que caracterizan el rio a lo largo de su ribera. No obstante, en años recientes, científicos nacionales y extranjeros han realizado estudios acerca de las especies de mamíferos como el Danto (*Tapirus bairdii*) y felinos grandes como el Jaguar (*Panthera onca*) que son especies que están en peligro de extinción.

Considerando lo anterior y que actualmente en el Rio Indio, se tienen muy pocos estudios taxonómicos de las comunidades de aves acuáticas y de aves terrestres en ambientes ribereños, en los aspectos de diversidad, riqueza y abundancia, se hace necesario desarrollar estudios de este tipo, considerando que aportan información sobre las afectaciones que directa e indirectamente amenaza a la avifauna y el ambiente que utilizan, por lo que es necesario generar este tipo de conocimientos que proporcione información para desarrollar aspectos sobre su manejo y conservación de sus hábitats. Por lo tanto, el estudio “Caracterización de la avifauna acuática y ribereña” contribuye a la actualización de la información relacionada con el estado del conocimiento y la conservación de la diversidad de las especies de avifauna en particular de Rio Indio en la Reserva Biológica Indio Maíz y de la Costa Caribe nicaragüense.

#### **IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La pérdida y degradación de hábitats en Rio Indio de la Reserva Biológica Indio Maíz es causada principalmente por las actividades antropológicas que afecta la diversidad de especies faunística que dependen de los ecosistemas acuáticos y terrestres, ya sea para refugio, reproducción y sitios importantes en sus ciclos de vida. La pérdida y degradación de hábitats en el área de estudio también ha sido afectada por factores naturales como el Huracán Otto en el año 2016, pero la constante afectación y alteración de hábitats ocasionada por las actividades humanas es la principal amenaza para la biodiversidad de la Reserva Biológica Indio Maíz.

Realizar investigación de la avifauna permite generar información de la riqueza, abundancia y diversidad de los distintos grupos taxonómicos y familias para contribuir a llenar los vacíos de información de las especies de avifauna que habitan en Rio Indio. Sin embargo, se ha imposibilitado tener datos de la avifauna en este lugar debido a la falta de financiamiento, falta de recursos materiales como cámara de alta resolución y redes ornitológicas y el difícil acceso al hábitat de las especies de avifauna. A continuación se plantea el problema de investigación mediante la siguiente pregunta de investigación para la generación de información de la avifauna acuática y ribereña que habitan en Rio Indio de la Reserva Biológica Indio Maíz:

¿Cuál es el estado de la avifauna acuática y ribereña presentes en Rio Indio de la Reserva Biológica Indio Maíz?

##### **4.1. Preguntas de investigación**

1. ¿Cuáles son las especies de avifauna acuática y ribereña presentes en Rio Indio, de la Reserva Biológica Indio Maíz?
2. ¿Cómo es la riqueza y abundancia de las especies de avifauna acuática y ribereña en Rio Indio, de la Reserva Biológica Indio Maíz?
3. ¿Cómo es la diversidad de las especies de avifauna acuática y ribereña en Rio Indio, de la Reserva Biológica Indio Maíz?
4. ¿Qué similitud o diferencia existe entre la diversidad, riqueza y abundancia de las especies de avifauna acuática y ribereña encontrada en la zona alta, media y baja de Rio Indio durante la época de verano e invierno del año 2018?

## **V. OBJETIVOS**

### **5.1. Objetivo general**

Caracterizar la avifauna acuática y ribereña mediante la generación de información acerca de su diversidad, riqueza y abundancia en la cuenca de Rio Indio, Reserva Biológica Indio Maíz, año 2018.

### **5.2. Objetivos específicos**

- Identificar la avifauna acuática y ribereña de Rio Indio, Reserva Biológica Indio Maíz.
- Determinar la riqueza y abundancia de avifauna acuática y ribereña de Rio Indio, Reserva Biológica Indio Maíz.
- Determinar la diversidad de avifauna acuática y ribereña de Rio Indio, Reserva Biológica Indio Maíz.
- Comparar la diversidad, riqueza y abundancia de la avifauna acuática y ribereña encontrada en la zona alta, media y baja de Rio Indio mediante monitoreo en la época de verano e invierno del año 2018.

## **VI. MARCO TEÓRICO**

### **6.1. La avifauna**

La palabra aves viene del latín *avis* que significa pájaro, según los estudios científicos 10,000 especies existen en el mundo. Hasta la fecha hay 763 especies de aves identificadas en Nicaragua (Chavarría-Duriaux, Hille, & Robert, 2018).

Avifauna o aves es el conjunto de aves que caracterizan una región, un periodo o un ambiente determinado. Se habla en general, de avifauna acuática, marina y terrestre. La avifauna acuática está representada por las aves que dependen ecológicamente de las zonas húmedas y la componen representantes de la familia anátidas, así como limícolas o charadriiformes, y garzas, entre otras; mientras que la avifauna marina que vive en las costas puede estar formada por gaviotas, cormoranes, frailecillos, etc (Tamayo Guerrero, 2015).

Las aves terrestres son las aves de hábitos terrestres y de tamaño reducido, como los Passeriformes, Piciformes, Apodiformes, etc. Se excluye generalmente a las aves de presa (falconiformes, strigiformes) y a especies tradicionalmente cinegéticas (aves que pueden ser objeto de caza, e intervienen decisivamente en su identificación razones de mantenimiento del equilibrio y de la salud de los ecosistemas), como los galliformes, y otras de mayor tamaño (Ralph, Geupel, Pyle, Martin, DeSante, & Milá, 1996). La avifauna terrestre de una región es muy variada según el ecosistema de que se trate, ya sean bosques, montañas o praderas, y por supuesto de los microclimas asociados (Reyes Hernández. F, 2000).

### **6.2. Características de la avifauna**

Las aves son animales vertebrados, es decir, su esqueleto esta soportado por una columna vertebral, y poseen cuatro patas, como los mamíferos o los reptiles, aunque sus brazos se han transformado en alas para permitirles volar. Poseen pico, plumas, alas (extremidades anteriores), patas (extremidades posteriores), una cola más o menos desarrollada, y carecen de orejas y dientes (Jané, Guallar, & Bonney, 2014). Las aves como los mamíferos también son de sangre caliente, lo que les permite regular su temperatura corporal y mantenerse activos a temperaturas ambientales

bajas, y ponen huevos como los reptiles (son ovíparos), estos incuban a sus huevos con el calor de su cuerpo, a excepción de los megápodos (unas aves terrestres emparentadas con las gallinas que se encuentran en Australasia, que aprovechan el calor de la composición de las hojas para hacerlo).

### **6.3. Importancia de la avifauna**

Las aves son muy utilizadas como indicadores del estado de la biodiversidad. Han sido utilizadas desde hace mucho tiempo como taxones indicadores, ya que su presencia y persistencia en el tiempo es reflejo de cambios en la calidad de los hábitats, la integridad de las comunidades biológicas y el funcionamiento durable de los ecosistemas y paisajes a los que pertenecen. Las aves tienen respuestas numéricas y funcionales relativamente rápidas a las variaciones de los recursos tróficos y hábitat de los cuales dependen y por ello sus dinámicas poblacionales reflejan rápidamente los cambios ocurridos en sus hábitats (Martínez Salinas, DeClerck, Florian, & Estrada, 2002).

Algunas son polinizadoras de plantas (colibríes que están adaptados a las diferentes tipos de flores), otras regeneran el bosque por ser dispersores de semillas (juegan un papel fundamental en el mantenimiento de la heterogeneidad o diversidad de los bosques tropicales), mientras que otras mantienen el equilibrio de los ecosistemas como insectívoros, otras funcionan como reguladores de roedores (Martínez Salinas, DeClerck, Florian, & Estrada, 2002). En aspectos económicos sirven para promover el turismo, ya que la observación de aves es uno de los sectores de crecimiento en ecoturismo y genera divisas.

### **6.4. Amenazas a la avifauna**

Crecimiento poblacional humano, pérdida de bosques o hábitats por la frontera agrícola y ganadera, urbanización, comercio para mascotas, cacería ilegal y sin manejo, y el uso de plaguicidas no permitidos en las prácticas agrícolas, son las principales causas de la disminución de la biodiversidad, especialmente de la avifauna, debido a la susceptibilidad que presentan a las modificaciones de su entorno (Amparan Salido, 2000).

## **6.5. Hábitats de la avifauna**

Dependiendo de su ecología las aves ocupan todos los ecosistemas del planeta Tierra: bosques, desiertos, pastizales, humedales, costas y hasta espacios urbanos.

### **6.5.1. Ecosistemas ribereños o bosques riparios**

Designa la región de transición y de interacciones entre los medios terrestres y acuáticos (ecotono). Se caracteriza por una flora y una fauna cuya composición está fuertemente determinada por la intensidad luminosa, el contenido en agua y la granulometría del suelo. Los bosques riparios a lo largo de los ríos es uno de los medios que permiten restaurar la calidad de las aguas superficiales. Además, sombrean el agua y reducen su temperatura durante los días calurosos, estabilizan las orillas, reducen los riesgos de erosión y ofrecen un hábitat a muchas especies vegetales y animales (Granados-Sánchez, Hernández-García, & López-Ríos, 2006).

Las comunidades vegetales ribereñas ofrecen recursos alimentarios abundantes y diversificados para la fauna terrestre y acuática. Los ecosistemas ribereños son hábitats diversos, dinámicos y complejos, ya que son la interfase entre los sistemas terrestres y los acuáticos, por lo que abarcan diferentes gradientes ambientales, comunidades y procesos ecológicos. Estos ambientes controlan el flujo de materia y energía entre ambos sistemas, mantienen una alta biodiversidad y son un hábitat crítico para la conservación de especies raras y amenazadas, por lo que pueden ser considerados como refugios para estas especies (Vázquez, et al., 2015).

Aunque es difícil delimitar los ecosistemas ribereños, espacialmente éstos incluyen el canal del río y la porción más alta del cauce donde se alcanza el nivel máximo del río. Por lo tanto, la posición y tamaño del río en la red hídrica, el régimen hidrológico y la geomorfología local tienen influencia en la vegetación y en las comunidades de organismos asociadas a ella (por ejemplo, aves, mamíferos, invertebrados, algas), que a su vez afectan la diversidad de atributos funcionales del mismo río (Granados-Sánchez, Hernández-García, & López-Ríos, 2006).

Diversos estudios han mostrado una mayor densidad de aves en reproducción en los bosques riparios que en las áreas cercanas de las tierras altas. Para las plantas y los

animales terrestres, los ecosistemas riparios representan un lugar con abundancia de agua. En todo ecosistema ripario existen especies para las cuales la simple presencia del agua y abundantes alimentos lo hace su hábitat preferido, o quizá único. Muchos de los reptiles, aves y mamíferos que comúnmente se consideran especies acuáticas, también podrían considerarse justamente riparios (Granados-Sánchez, Hernández-García, & López-Ríos, 2006).

## **6.6. Migración de la avifauna**

Las aves migratorias son especies que crían (anidan) en Estados Unidos o Canadá y pasan el verano en México, Centro y Sur América. La migración de las aves es una estrategia de conservación de cada especie ante los cambios estacionales buscando lugares con una mayor disponibilidad de alimentos y, con ello, garantizar una mayor supervivencia en los individuos que puedan criar. En esta estrategia, la elección adecuada de corredores migratorios les permite garantizar el éxito del viaje (Tamayo Guerrero, 2015).

En Nicaragua, las aves migratorias comienzan a llegar a partir de mediados de septiembre, a más o menos finales de noviembre cuando hay mayor movimiento, ya en diciembre, enero y febrero están establecidas, por lo tanto, no hay mucho movimiento. Luego a mediados de marzo y abril, inicios de mayo van de regreso a Norteamérica, y es cuando también hay movimientos. Las especies que solo pasan por el país vuelan entre noviembre y febrero y luego retornan de abril a agosto (Saldaña, 2017).

## **6.7. Taxonomía general de la avifauna**

**Dominio:** eucariota.

**Reino:** animal.

**Subreino:** eumetazoa (formados por tejidos gracias a su organización pluricelular).

**Filo:** cordados.

**Subfilo:** vertebrados.

**Intrafilo:** Gnathostomata (clados de vertebrados que poseen mandíbulas).  
**Superclase:** Tetrapoda, tetrápodos vertebrados con cuatro extremidades (Sphynx, 2015).

## **6.8. Clasificación general de la avifauna**

En cuanto a su clasificación, las aves se agrupan en dos súper órdenes:

**Paleognathae:** (mandíbulas antiguas), que son las aves no voladoras, y **Neognatae:** (mandíbulas nuevas), que son las aves voladoras.

Las aves no voladoras (Paleognathae), están agrupadas en dos órdenes, seis familias y 55 especies. Estas son aves terrestres, de gran tamaño, que se caracterizan porque no tienen quilla en el esternón, lugar donde se insertan los músculos de las alas que permiten el vuelo. Las Tinamiformes, que habitan en Colombia, son una excepción, son las únicas aves de este súper orden que vuelan. El tinamú representa un enigma para la ciencia, es curioso que no haya perdido la capacidad de volar, como ocurrió con el resto de las aves terrestres que son igual de primitivas (Castillo & Chang, 2014).

Las aves voladoras (Neognathae), se agrupan en más de 20 órdenes, representados por más de 132 familias. Dentro de este súper orden, las más numerosas son las Passeriformes con más de 40 familias y más de 5,000 especies. Las aves más antiguas de este grupo son las Anseriformes y las Galliformes (Castillo & Chang, 2014). En pocas palabras las aves se dividen en dos grandes grupos: las Passeriformes que son las aves que poseen un tendón que les permite cerrar los dedos de las patas sin esfuerzo muscular, en general canoras y de pequeño tamaño. El otro grupo son las no Passeriformes que son aves en general de mayor tamaño que no poseen las características señaladas de las Passeriformes (Jané, Guallar, & Bonney, 2014).

### **6.8.1. Avifauna acuática**

Hasta 70 años pueden vivir algunas aves acuáticas, a los 8 meses algunas especies pueden reproducirse, la reproducción se realiza principalmente entre febrero y junio. Las aves acuáticas han desarrollado diversas adaptaciones morfológicas, fisiológicas y etológicas para hacer uso y aprovechamiento adecuado de los recursos donde habitan. Los humedales son ecosistemas que ofrecen a estas aves, refugio y alimento, y entre

las funciones ecológicas más importantes se encuentra la nidificación. Además, muchos ambientes de esta región son importantes áreas de concentración de individuos durante los períodos de muda de plumaje o la migración anual (Enndy J. González Parejo, 2015). Las aves acuáticas cumplen funciones tales como el de consumidores, aportadores de materia orgánica (aproximadamente el 30% de la energía consumida por las aves se libera al ambiente como desperdicios) y modificadores del ambiente circundante, muchas veces aventajando a los peces (Blanco, 1999).

Las aves acuáticas son valiosas como indicadores sensibles de la riqueza biológica y de las condiciones ambientales, también funcionan como agentes de dispersión, son vitales para las condiciones ecológicas del medio natural, tienen un valor ecológico y cultural para la gente, ya sea directa o indirectamente, nos permiten incrementar nuestros conocimientos científicos y nuestra comprensión del medio ambiente (Arboleda, 2013).

#### **6.8.2. Avifauna ribereña**

Son las aves que hacen uso de los ecosistemas ribereños tales como riberas de ríos, orilla de esteros, lagos, lagunas o riberas de pequeños caños. Por lo general muchas de ellas son acuáticas y semiacuáticas de hábitos diurnos y terrestres voladores, ya que se encuentran en estos hábitats de interacción entre el medio terrestre y acuático (ecotono), muchas cumplen funciones tales como reguladores de insectos y roedores (Argüelles-Jiménez, et al., 2017).

#### **6.9. Ordenes taxonómicos de la avifauna**

**Accipitriformes;** incluye algunos grupos de aves de presa diurnas como los buitres.

**Anseriformes;** aves adaptadas para la vida acuática es el caso de los patos y gansos.

**Apodiformes;** caracterizadas por la presencia de patas pequeñas como el vencejo.

**Bucerotiformes;** poseen un pico extremadamente grande, por ejemplo, los tocos y cálaos. **Charadriiformes;** este orden incluye aves de diferentes hábitats por ejemplo las gaviotas.

**Ciconiiformes;** ciconidos o cigüeñas. **Coliiformes;** cólidos, pájaros ratón.

**Columbiformes;** aves populares como las palomas, tórtolas, etc. **Coraciiformes;**

pájaros con colores muy llamativos como el martín pescador. **Craciformes;** aves con

algunos rasgos similares a los galliformes, por ejemplo, el pavo de matorral. **Cuculiformes**; como su nombre indica incluye a ciertas aves como el cuco o el correcaminos. **Falconiformes**; agrupa al resto de rapaces diurnas, es el caso del halcón peregrino. **Galbuliformes**; pájaros bucónidos y jacamares. **Galliformes**; aves tales como la Chachalaca cabecigrís y Pava crestada. **Gaviiformes**; aves acuáticas conocidas popularmente como colimbos. **Gruiformes**; en este grupo se incluye algunas especies representativas como las grullas y avutardas. **Passeriformes**; aves canoras o pájaros cantores. **Pelecaniformes**; como su nombre indica agrupa a aves acuáticas como los pelícanos y garzas. **Phoenicopteriformes**; aves hermosas como el flamenco común. **Piciformes**; pícidas o pájaros carpinteros entre otros. **Podicipediformes**; aves acuáticas conocidas popularmente como zambullidores. **Procellariiformes**; nuevamente aves acuáticas, por ejemplo, los albatros. **Psittaciformes**; aves que presentan zigodactilia como es el caso de los loros. **Pteroclidiformes**; comúnmente denominadas gangas, caracterizadas por presentar plumaje críptico. **Sphenisciformes**; aves marinas no facultadas para el vuelo, por ejemplo, los pingüinos. **Strigiformes**; rapaces nocturnos, por ejemplo, el búho real. **Struthioniformes**; aves ratites como el avestruz. **Suliformes**; por ejemplo, los súlidos o alcatraces. **Tinamiformes**; su morfología se asemeja a las aves galliformes, comúnmente se conocen como martinetas. **Trogoniformes**; trogones y quetzales.

#### **6.9.1. Familias representativas de la avifauna acuáticas**

Las aves acuáticas son aves de agua dulce, salobres, y marinas (Denis, Mugica, Jiménez, & Rodríguez, 2006), pertenecientes a las familias Phalacrocoracidae, Podicipedidae, Sulidae, Pelecanidae, Fregatidae, Anhingidae, Ardeidae, Threskiornithidae, Ciconiidae, Anatidae, Rallidae, Heliornithidae, Aramidae, Charadriidae, Haemotopodidae, Recurvirostridae, Jacanidae, Scolopacidae, Laridae y Alcedinidae (Torres & Michelutti, 2006).

#### **6.10. Monitoreo de la avifauna**

Las aves son un grupo que ha sido monitoreado ampliamente en diferentes partes del mundo. Esto se debe a que son animales fáciles de ver y escuchar, se encuentran en prácticamente todos los ambientes y su monitoreo suele ser económicamente viable

(CONABIO, 2012). El monitoreo de aves permite conocer las tendencias de cambio de la dinámica poblacional o comunitaria. Consiste en hacer evaluaciones periódicas de variables de estado que reflejen la relación entre la dinámica de los parámetros poblacionales o de las comunidades con respecto a modificaciones de los ecosistemas causadas por algún tipo de manejo. El objetivo de un monitoreo es determinar predicciones basadas en el grado de cambio entre estas variables para tomar decisiones, que reduzcan el impacto de las acciones de manejo o del impacto humano en los ecosistemas (Pineda Diez de Bonilla, 2009).

### **6.11. Técnicas de identificación de la avifauna**

Hay varios elementos importantes, denominados marcas de campo, que facilitan la identificación del individuo que estamos observando. Las marcas de campo son aspectos obvios de las aves, como sus colores, el tipo de pico, el tipo de patas, la presencia o ausencia de anillos alrededor de los ojos también llamados anillos oculares, barras alares, entre otros. Para identificar aves es importante observar y conocer muy bien su morfología, marcas de campo, su tamaño, su silueta, sus colores, marcas en la cabeza y marcas del cuerpo (Martínez Salinas, DeClerck, Florian, & Estrada, 2002).

Todos estos elementos ayudan a encontrar la verdadera identidad del ave, pero también se debe tomar en cuenta: el hábitat en que se observa, parte del hábitat en el que se observa, actividad que realiza, fecha del año que se observa, aunque también es importante saber el canto de cada ave, ya que es una manera de identificarlos. Para identificar es útil las guías de campo y otros materiales como binoculares, telescopios y cámara fotográfica (Martínez Salinas, DeClerck, Florian, & Estrada, 2002).

### **6.12. Riqueza de la avifauna**

La riqueza de aves es el total de especies que se registran durante un estudio, las especies de aves observadas son registradas en una planilla de campo, por ejemplo, número de especies por sitio de muestreo (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2000).

### **6.13. Abundancia de la avifauna**

Es la cantidad o número total de individuos que integran una población y es un atributo poblacional variable en el tiempo y el espacio e indica el estado o tendencia de una población en un momento o período dado. Se puede expresar en términos absolutos o sea el tamaño total de una población ( $N$ =número de individuos en la población) o densidad poblacional ( $D$ =número promedio de individuos por unidad de área) o por medio de índices de abundancia relativa (el número de individuos detectados por unidad de esfuerzo, es decir, número de individuos por hora, número de individuos por kilómetro, número de individuos por punto de conteo o número de individuos de una especie por un tipo de hábitat determinado (González García, 2010).

### **6.14. Diversidad de la avifauna**

Es el número total de individuos y el número de individuos de cada especie por cada hábitat o sitio de muestreo, para comparar la diversidad en los diferentes hábitats. Diversidad de especies considera tanto al número de especies (riqueza), como también al número de individuos (abundancia) de cada especie existente en un determinado lugar (Bonifacio Mostacedo, 2000).

#### **6.14.1. Los índices de diversidad**

Son aquellos que describen lo diverso que puede ser un determinado lugar, considerando el número de especies (riqueza) y el número de individuos en cada especie (Bonifacio Mostacedo, 2000). Los estudios ecológicos los utilizan como una herramienta para comparar la diversidad de especies (ya sea entre tipos de hábitat, tipos de bosques), se aplican dentro de las formas de vidas (diversidad de árboles, animales, hierbas, etc.) o dentro de estratos (estratos superiores en el sotobosque etc.). Las medidas de diversidad frecuentemente aparecen como indicadores del buen funcionamiento de los ecosistemas. Estas medidas son índices. Un índice ha de considerar dos factores: la riqueza de especies, es decir, el número de especies y la uniformidad, es decir, en qué medida las especies son abundantes (Bonifacio Mostacedo, 2000).

#### **6.14.1.1. Índices para medir la diversidad alfa**

**Los índices de equidad** tienen en cuenta la abundancia de cada especie y qué tan uniformemente se encuentran distribuidas.

**Índice de Shannon-Wiener (H')**;  $H' = -\sum p_i \ln p_i$ ,  $P_i = n_i/N$  y  $\sum p_i = 1$ , donde  $p_i$  es la abundancia proporcional de la especie  $i$ , lo cual implica obtener el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra (N),  $\ln$  es el logaritmo natural y  $\Sigma$  es la sumatoria de los cálculos. El índice de Shannon nos ayuda a determinar qué tan diverso es un ecosistema y que dicha diversidad está dada por la riqueza de especies y su uniformidad. Es uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies de un determinado hábitat. Asume que todas las especies están representadas en las muestras e indica qué tan uniformes están representadas las especies en términos de abundancia, teniendo en cuenta todas las especies muestreadas (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2000).

Puede adquirir valores entre cero (0) cuando hay una sola especie y el logaritmo de S cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Puede verse fuertemente influenciado por las especies más abundantes. El rango de diversidad del índice de Shannon-Wiener se encuentra entre 0 a 5, valores cercanos a 0 son considerados bajos, valores de 2.5 están en rango medio y valores que están por encima de 2.5 son considerados altos (Munguía López. & Reyes Pérez, 2013).

#### **6.14.1.2. Índices para medir la diversidad beta**

El grado de recambio de especies (diversidad beta), ha sido evaluado principalmente teniendo en cuenta proporciones o diferencias. Las proporciones pueden evaluarse con ayuda de índices, así como de coeficientes que nos indican qué tan similares/disímiles son dos comunidades o muestras (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2000). Estas similitudes o diferencias pueden ser tanto de índole cualitativa (utilizando datos de presencia-ausencia) como de carácter cuantitativo (utilizando datos de abundancia proporcional de cada especie o grupo de estudio; por ejemplo: número de individuos, biomasa, densidad relativa, cobertura, etc.).

Los métodos para cuantificar la diversidad beta se pueden dividir en dos clases: de similitud-disimilitud y los de recambio/reemplazo de especies. Los diferentes índices considerados en los métodos, se deben aplicar dependiendo de cómo son los datos (cualitativos/cuantitativos), y cuál es la relación entre las muestras, qué implica, cómo están organizadas y cómo se han obtenido, de acuerdo con la pregunta de interés.

La diversidad beta o recambio/reemplazo de especies entre comunidades se puede analizar mediante: **Índices de Similitud o disimilitud** que expresa el grado de semejanza en composición de especies y sus abundancias en dos muestras (comunidades), tales como los **métodos cualitativos** que expresan la semejanza entre dos muestras sólo considerando la composición de especies (riqueza).

Para tal caso el **Índice de Sorensen** relaciona el número de especies compartidas con la media aritmética de las especies de ambos sitios. El índice de Sorensen-cualitativo da igual peso a todas las especies sin importar su abundancia y por ende da importancia incluso a las especies más raras (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2000).

**El Índice de Sorensen** para datos cualitativos de presencia/ausencia nos da un valor entre 0 y 1, es decir la similaridad completa entre comunidades es igual a 1, sin embargo la disimilaridad completa entre las comunidades es igual a 0. Este coeficiente nos permite determinar la similaridad que existe entre comunidades en términos de especies encontradas.

**En contraste los métodos cuantitativos** expresan la semejanza entre dos muestras considerando la composición de especies y sus abundancias, como el **índice de Sorensen cuantitativo** que relaciona la abundancia de las especies compartidas con la abundancia total en las dos muestras. **Índice de Sorensen (coeficiente de similitud-cualitativo)**  $I_s = \frac{2C}{S_1 + S_2}$ , donde C es el número de especies que dos comunidades tienen en común, S1 es el número total de especies encontradas en la comunidad 1 y S2 es el número total de especies encontradas en la comunidad 2. Este coeficiente nos permite determinar la similaridad que existe entre comunidades en

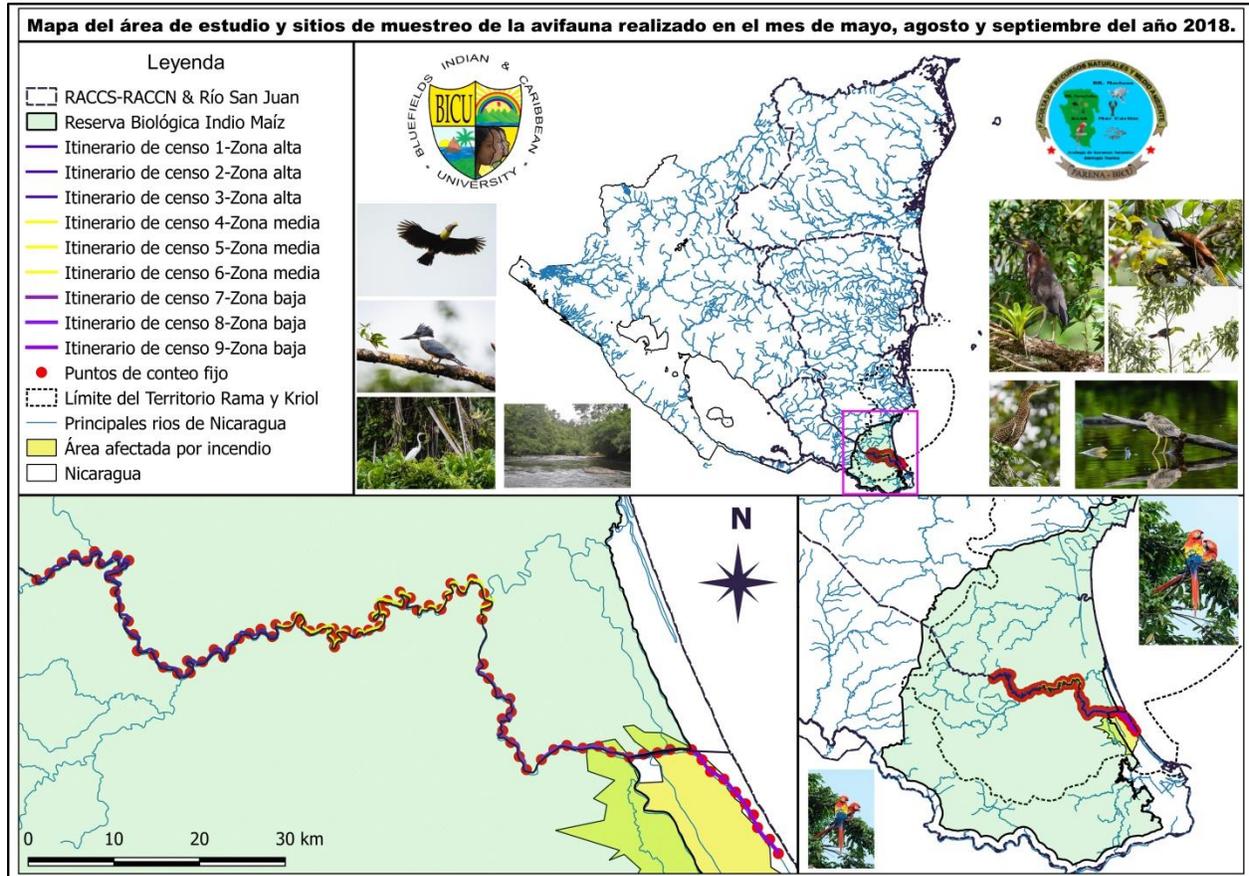
términos de las especies encontradas. Este índice relaciona el número de especies en común con respecto a todas las especies encontradas en los dos sitios.

**Índice de Sorensen (coeficiente de similitud-cuantitativo)**  $I_{scuant} = \frac{2pN}{aN+bN}$ , donde  $aN$  es el N° total de individuos en el sitio A,  $bN$  es el N° total de individuos en el sitio B y  $pN$  es la suma de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas en ambos sitios. Es muy similar al coeficiente de similitud de Sorensen para datos cualitativos, sin embargo, no se relaciona con las especies sino con las abundancias (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2000).

## VII. METODOLOGÍA

### 7.1. Área de estudio

Figura 1. Mapa del área de estudio y de los sitios de muestreo.



El estudio se realizó en la cuenca de Río Indio de la Reserva Biológica Indio Maíz. La cuenca de Río Indio se encuentra en la zona núcleo de la reserva y nace en las serranías del cerro La Guinea, tiene una longitud total de 100 Km y su superficie es de 1,283 Km<sup>2</sup>. Sus afluentes principales son: Caño Negro, Caño Chiripa y La Pimienta (FUNDAR, 2004). La Reserva Biológica Indio Maíz se encuentra ubicada en el extremo Sureste de Nicaragua, en el departamento de Río San Juan y en la Región Autónoma del Atlántico Sur (RAAS) y pertenece a la circunscripción de los municipios de El Castillo, San Juan de Nicaragua y Bluefields. Tiene una extensión total de 2,639.8 Km<sup>2</sup> (FUNDAR, 2004).

Se caracteriza por ser la zona más húmeda de Nicaragua, con una precipitación estimada entre los 5,000 y 6,000 mm anuales. La humedad relativa en los meses más lluviosos oscila entre 90–95 %, y los meses menos lluviosos superiores al 60 %. Las temperaturas promedio son cálidas y oscilan entre 24 y 27° C. En esta gran reserva también se pueden encontrar elevaciones que alcanzan hasta 718 msnm, en el extremo oeste la reserva posee una gran muralla de cerros que forman una cordillera que se extiende de norte a sur cuya elevación promedio es de 500 msnm, en esta destacan los cerros Danto (468 msnm), La Chiripa (718 msnm), Boca Tapada (554 msnm), El Naranjo (620 msnm), La Guinea (649 msnm), El Diablo (608 msnm), Caño Negro (413 msnm), Bolívar (280 msnm), Deseado (337 msnm) y Cerro El Gigante (412 msnm) (FUNDAR, 2002).

Hacia el Este de la cordillera se extiende poco a poco una planicie por donde fluyen una gran cantidad de caños, riachuelos que abastecen los principales ríos de la Reserva: Río indio y Río Maíz (FUNDAR, 2004).

La vegetación del área es característica del ecosistema de bosque húmedo tropical, que tiene formaciones vegetales que se encuentran distribuidas de acuerdo a las condiciones climáticas imperantes, de alta pluviosidad y temperatura. Estas formaciones vegetales son el **bosque alto** que presenta una altura promedio de 30 metros, estructurado en tres o cuatro estratos (estrato inferior, intermedio o sotobosque y estrato superior o copa de los árboles) con una cobertura de 80%, observándose árboles emergentes de hasta 50 metros (FUNDAR, 2004).

Por otro lado se destaca el **bosque riberino** que es el bosque aledaño al Río Indio en una franja angosta de tierra firme, que en algunos casos presenta raíces que se encuentran en el lecho del río y sirven de refugio a la fauna acuática y terrestre, se caracteriza por disponer de luz solar lateral muy abundante, es una transición entre el río y la vegetación arbórea por lo cual desempeña la función de un ecotono, donde se pueden encontrar muchas especies de fauna asociada, entre ellas anfibios, reptiles, aves y mamíferos e insectos. Los árboles presentan una altura entre 15 y 30 metros, siendo las especies predominantes: sotacaballos (*Pithecellobium latifolium*), guabillo (*Inga vera*), chilamate (*Ficus sp.*), guácimo colorado (*Luehea seemanii*), barva chele

(*Vochysia guatemalensis*) y Almendro (*Dipteryx panamensis*), entre otras. En algunos estratos de este bosque, los árboles se encuentran separados hasta 20 metros uno del otro, esto permite el desarrollo de especies que requieren incidencia directa del sol como guarumos (*Cecropia peltata*), poponjoche (*Pachira aquatica*) y bijagua (*Calathea sp.*), entre otras. En el sotobosque de estos bosques se pueden encontrar gramíneas y algunas palmas (FUNDAR, 2004).

**Bosque estacionalmente inundado**, son aquellos bosques que presentan como especie predominante la palma yolillo (*Raphia taedigera*) y en algunas áreas acompañada por la palma (*Manicaria saccifera*), presentando además especies forestales de importancia económica. En estos bosques predomina ampliamente árboles de Gavilán (*Pentaclethra maculosa*) acompañado por cativo (*Prioria copaifera*) y santa maria (*Calophyllum brasiliense*). En estas áreas el sotobosque se reduce a regeneración de los árboles y palmas del dósel, siendo escasas las plantas epífitas excepto en el bosque a orillas de los caños, donde es notable la presencia de Orquídeas, Bromelias, Helechos y Aráceas de los géneros (*Anthurium*, *Philodendrum* y *Monstera*). Taylor (1961) al referirse a estas formaciones azonales identifica estas formaciones como “bosque lluvioso de suampos” (FUNDAR, 2004).

A nivel general, dentro de la Reserva Indio Maíz la deforestación se ha perfilado como uno de los más graves problemas que se encuentran actualmente, a esto se le suma la ocurrencia de fenómenos naturales, los cuales han incrementado el nivel de amenaza hacia la Reserva, en materia de los impactos producidos por el paso de huracán Otto se encuentra principalmente la destrucción de la vegetación, misma que se concentró en las áreas de bosque latifoliado cerrado, bosque con palma y bosque abierto; en promedio con el paso del huracán Otto la reserva perdió más de 190,000 hectáreas de bosque latifoliado cerrado el cual se ubicaba en la zona núcleo de la Reserva (Centro Humboldt, 2018).

Otro de los ecosistemas que más se vio afectado por el paso del huracán fue el bosque con palma natural el cual tuvo una reducción de más de 1,000 hectáreas, este ecosistema es considerado uno de los más frágiles que existen en el país (Centro Humboldt, 2018).

## 7.2. Sitios de muestreo

### 7.2.1. Zona alta de Rio Indio



Figura 2. Mapa de la ubicación del muestreo en la zona alta de Rio Indio.

Se ubica entre las coordenadas geográficas Oeste -84.08607 y Norte 11.12314; Oeste -83.98799 y Norte 11.10403 y la distancia total recorrida entre estos puntos cubrió 24.74 Km. Esta parte del rio se caracteriza por tener hábitats de

sitios rocosos o quebradas en ambas orillas, al igual que una cobertura vegetal ribेरina, que incluye a los ambientes acuáticos contenidos en los drenajes que periódica o temporalmente mantienen agua en movimiento, con fondos consolidados con fragmentos de rocas-gravas, permanentemente inundados con agua dulce. Las corrientes de agua son muy fuertes en esta zona, debido a los troncos, raices y ramas de árboles caídos en el rio, tiene grandes y pequeñas rocas en las profundidades que son más visibles en época seca, aunque también se caracteriza por tener sitios atractivos como raudales, saltos, pozas, manantiales, arroyos, bocanas de pequeños caños y rehachuelos, que son cursos de agua únicos en esta parte del Rio Indio.

### 7.2.2. Zona media de Rio Indio



Figura 3. Mapa de la ubicación del muestreo en la zona media de Rio Indio.

Se ubica entre las coordenadas geográficas Oeste -83.98310 y Norte 11.10322; Oeste -

83.90324 y Norte 11.10537 y la distancia total recorrida entre estos puntos cubrió 21.89

Km. Esta zona se caracteriza principalmente por tener muchos agroecosistemas, tacotales y zacatales frecuentes en ambos lados del río. El establecimiento de agroecosistemas se debe por la presencia de familias mestizas e indígenas Rama que habitan en la zona, estos últimos se dedican a la agricultura tradicional, recolección de semillas silvestres, pesca y cacería de subsistencia.

En esta zona fueron comunes observar cultivos de musásea como: rosita, plátano, caribe, patriota, cuadrado y filipito; tubérculos tales como quequisque, malanga y yuca, aunque las familias también siembran maíz, frijoles y arroz. Otra particularidad es que algunas familias tienen sembrado en el patio de sus casas una gran variedad de cultivos como: pejibaye, naranja, limón, cacao, caña de azúcar, pera de agua, coco, achiote, aguacate, guayaba, guabo, fruta de pan, mandarina, piña, caimito, entre otras plantas frutales de las cuales se alimentan algunas de las aves observadas.

### 7.2.3. Zona baja de Rio Indio

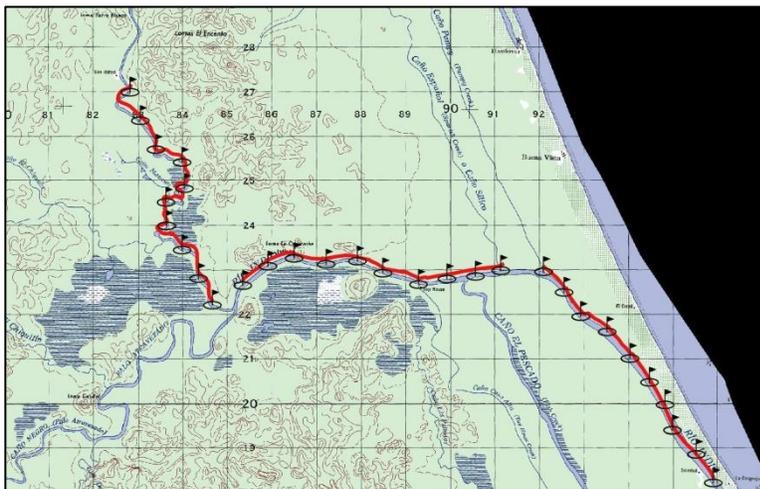


Figura 4. Mapa de la ubicación del muestreo en la zona baja de Rio Indio.

Se ubica entre las coordenadas geográficas Oeste -83.90293 y Norte 11.08714; Oeste -83.78244 y Norte 11.00898 y la distancia total recorrida entre estos puntos cubrió 21.38 Km.

Esta parte del río se caracteriza principalmente por ser una zona de ecosistemas de humedales y costeros, donde es común observar árboles indicadores de este tipo de hábitat, vegetación acuática y subacuática en la ribera del río que sirve de alimento para el manatí y hábitat de las presas de aves acuáticas y semiacuáticas.

En esta zona es común encontrar palmas de coco (*Cocos nucifera*), yolillo (*Raphia taedigera*), palma (*Manicaria saccifera*), cativo (*Prioria copaifera*), santa maria (*Calophyllum brasiliense*), poponjoche (*Pachira aquatica*), sangregado (*Croton draco*),

palo de agua (*Vochysia guatemalensis*), ceiba (*Ceiba pentandra*), chilamate (*Ficus insipida*), botarrama (*Vochysia ferruginea*), gavilán (*Pentaclethra macroloba*), sotacaballo (*Zygia longifolia*), tabacón (*Cespedesia spathulata*), entre otros. También posee cuatro grandes caños de gran importancia ecológica para la fauna silvestre y de importancia socioeconómica para la población local, estos caños son Spanish Creek, Fish Creek, Top House Creek y Caño negro.

En esta zona los pobladores del municipio de San Juan de Nicaragua realizan actividades de pesca, extracción de recursos forestales, turismo, cosecha de coco para comercialización, agricultura a pequeña escala y práctica ganadera de algunas familias en la comunidad de Siempre viva. En esta zona gran parte de los ecosistemas de bosques con palma natural y de bosque latifoliado denso fue afectada negativamente por el incendio forestal, el cual se dió en el mes de abril del año 2018.

El incendio en la zona del Sur este se concentró principalmente en dos áreas protegidas las cuales conforman la zona núcleo de la reserva de biosfera del Sur este, la extensión total del incendio fue de 5,551.33 hectáreas (55.13 km<sup>2</sup>) de las cuales el 44% de la zona afectada se concentró en la Reserva Biológica Indio Maíz y el 56% restante se concentró en el Refugio de Vida Silvestre Río San Juan (Centro Humboldt, 2018).

En términos de las afectaciones a los ecosistemas el 74% del incendio se concentró en la categoría de bosque con palma natural, mientras que el 18% se concentró en la zona de bosque latifoliado denso, apenas el 1.4% de las zonas de humedales se vieron afectadas por el paso del incendio; es claro que la mayor concentración e impactos del mismo fueron en los ecosistemas de palma natural, los cuales debido a sus características particulares recibieron los mayores daños, cabe mencionar además que la zona donde se dió el incendio también se encontraba impactada por el huracán Otto, lo que generó un doble impacto en el ecosistema (Centro Humboldt, 2018).

### **7.3. Materiales y métodos**

Se empleó el muestreo aleatorio estratificado, porque el área de estudio tiene zonas con características muy diferentes y la probabilidad de escuchar u observar individuos de especies de avifauna fue diferente, por esta razón se empleó en el plan de monitoreo una representación de cada tipo de hábitat, que consistió en subdividir cada zona en porciones homogéneas, o sea por estratos o zonas similares y muestrearlas de manera independiente.

Para determinar la riqueza y abundancia de la avifauna se realizaron muestreos durante un mes en la época seca (mayo de 2018) y dos meses en la época lluviosa (agosto y septiembre de 2018) retomando el diseño metodológico del protocolo para el monitoreo de aves acuáticas y marinas descrito por Acosta Cruz, et al., (2013) y del manual PROALAS de la Universidad de Cornell (2012) para el monitoreo de la avifauna en América Latina, que proponen emplear la combinación de dos tipos de métodos de censo: a) conteos en punto fijo y b) itinerario de censo en los que fue útil una lancha con motor fuera de borda para realizar recorridos acuáticos en los transectos no lineales predeterminados en el río. Aunque el objetivo central del estudio fueron las aves acuáticas-ribereñas, también se registraron aquellas aves no acuáticas que estaban haciendo uso del hábitat. El muestreo duró seis días cada salida al campo.

El primer método consistió en registrar a los individuos de las especies observadas y escuchadas en puntos de conteo fijo predeterminados en el mes de febrero y marzo del año 2018, definido 30 puntos de conteo en cada zona del río, para un total de 90 puntos separados a distancias con un rango de 500 metros entre puntos, usando este método se registraron todos los individuos de cada especie vistos u oídos en un período de 10 minutos sin prefijar un radio, o sea, se contaron a las aves hasta donde alcance la vista durante ese tiempo.

El segundo método, consistió en realizar conteos de las aves durante los recorridos acuáticos entre un punto de conteo a otro en cada zona del río. Las distancias de los recorridos se midió con un GPS, definido de esta manera 3 transectos no lineales en cada zona del río para un total de 9 con un promedio de 7.56 kilómetros de longitud. Usando este método se contaron todos los individuos de cada especie vistos u oídos

sin prefijar un ancho, o sea, se contaron a las aves hasta donde alcance la vista, tratando de no contar o registrar las mismas aves en varias oportunidades, para lo cual fue importante estar atentos al movimiento de las aves durante el período de censo utilizando este método de censo.

La observación y conteo de las aves se inició desde Caño La Guinea-primer punto de conteo e inicio del recorrido acuático en la zona alta hasta La Cangrejera el último punto de conteo en la zona más baja del río, que cubre una distancia total de 68.01 kilómetros. La observación de las especies de aves se llevó a cabo con ayuda de binoculares marca Pentax 9x28 5.6° DCF LV y para medir el tiempo se utilizó un reloj marca Timex. Se realizaron los avistamientos y escucha de la avifauna en dos turnos; turno matutino (7:00 am-11:00 am) y turno vespertino (1:00 pm-5:00 pm), efectuando 4 horas de esfuerzo de muestreo en cada turno. Durante los muestreos se anotaron en un formato de campo (ver anexo) los siguientes datos:

Tabla 1. Variables medidas del estudio de avifauna acuática y ribereña en Río Indio.

N°	Variables	N°	Variables
1	Especie	10	Número del punto de conteo
2	Número de individuos	11	Hora de inicio
3	Registro visual y auditivo	12	Hora de finalización
4	Tipo de hábitat	13	Localidad o zona
5	Comportamiento de la especie	14	Fecha
6	Condiciones climáticas	15	Coordenadas geográficas
7	Viento	16	Observadores
8	Número de monitoreo	17	Distancia de los recorridos
9	Número de visita	18	Observaciones para describir el lugar

Para identificar las especies se utilizaron las guías de campo de las Aves de Nicaragua de Juan Carlos Martínez-Sánchez, Liliana Chavarría Duriaux y Francisco José Muñoz (2014), Las aves de Costa Rica (Richard Garrigues & Robert Dean, 2007) y Aves de México y Centro América (Ber Van Perlo, 2006). En la identificación de especies escuchadas se utilizaron CD MP3 “Birdsounds of Nicaragua” (Knapp & Will, 2008), Voices of Costa Rican Birds Caribbean Slope de Jr. David L. Ross & Breet M. Whitney y Birdsounds of Costa Rica Xeno-Canto de Mike Nelson.

#### 7.4. Análisis de datos

Con la información recabada se elaboró el listado taxonómico de la avifauna en el Software Microsoft Excel 2010 usando la nomenclatura del Check-list de la American Ornithologist's Union (AOU, 1998), Chesser, R. T. et al., (2017) del Suplemento 58<sup>th</sup> obtenido de la Asociación Ornitológica de Costa Rica (AOOCR) de Garrigues et al., (2016) y Suplemento 59<sup>th</sup> adquirida de The American Ornithological Society (AOS) Check-list of North and Middle American Birds (checklist.aou-org/taxa) de Chesser, R. T. et al., (2018). Los nombres en español se retomó de la Guía de Aves de Nicaragua de Juan Carlos Martínez-Sánchez, Liliana Chavarría Duriaux & Francisco José Muñoz (2014). Para determinar la diversidad de especies se calculó el Índice de diversidad de Shannon-Wiener. Se comparó la riqueza y abundancia de la avifauna entre las zonas de Rio Indio con el método estadístico Índice de Similitud de Sorensen para datos cualitativos e índice de Sorensen cuantitativo. Para la interpretación de los datos de diversidad, riqueza y abundancia de aves en el área de estudio se utilizó la estadística descriptiva mediante gráficos de barras, columnas y cuadros estadísticos para el cual se utilizó la hoja de cálculo de Microsoft Excel.

Se calculó la diversidad de la avifauna del área de estudio, diversidad de la avifauna en cada zona del rio y por periodo de muestreo (época de verano e invierno), el número total de especies e individuos del área de estudio, número total de especies e individuos por zonas del rio y época, riqueza y abundancia de avifauna por orden taxonómico en época seca y lluviosa y por zonas del rio, riqueza de avifauna por familias. También se calculó la abundancia absoluta y relativa de las 20 especies de avifauna que se consideraron como abundantes en el área de estudio que se determinó mediante la frecuencia de cada especie de aves que se registraron en cada salida a campo. La abundancia relativa se obtuvo al dividir el número de individuos de cada especie entre el número de individuos de todas las especies al término del muestreo, y el cociente se multiplicó por 100 para obtener el porcentaje de cada especie o para obtener el porcentaje de frecuencia ( $P1 = ns/\Sigma n$ , donde **P1** representa la abundancia relativa de la especie 1, **ns** el número de individuos de la especie 1; **Σn** el número total de individuos) x 100.

## VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 8.1. Avifauna acuática y ribereña identificada en Rio Indio

**Composición general de la avifauna:** se registró un total de 3,689 individuos pertenecientes a 172 especies de aves, distribuidas en 21 órdenes y 45 familias. Del total de especies, 138 son residentes (80.2 %), mientras que 20 especies son de hábitos migratorios (11.6%) y 14 especies (8.1%) tienen poblaciones en ambas condiciones (residentes y migratorias), y de todas las especies identificadas 44 fueron censadas en las tres zonas de muestreo del área de estudio (ver en cuadro 3).

De las 172 especies, 39 (22.7 %) pertenecen a órdenes y familias estrictamente acuáticas y semiacuáticas, mientras que la mayoría de las especies (133) que corresponden al 77.3 % pertenecen a órdenes y familias de aves terrestres, que también se encontraron en la cuenca de Rio Indio durante tres meses de monitoreo.

Cuadro 1. Orden taxonómico y familias de la avifauna acuática, semiacuática y terrestres en Rio Indio.

Órdenes y familias de avifauna acuáticas y semiacuáticas en Rio Indio, RBIM, año 2018.		Órdenes y familias de avifauna terrestres en Rio Indio, RBIM, año 2018.	
Orden	Familias	Orden	Familias
Anseriformes	Anatidae	Tinamiformes	Tinamidae
Gruiformes	Rallidae	Galliformes	Cracidae
	Heliornithidae	Columbiformes	Columbidae
	Aramidae	Cuculiformes	Cuculidae
Charadriiformes	Scolopacidae	Caprimulgiformes	Caprimulgidae
	Jacanidae	Apodiformes	Apodidae
Eurypygiformes	Eurypygidae		Trochilidae
Ciconiiformes	Ciconiidae	Cathartiformes	Cathartidae
Suliformes	Fregatidae	Accipitriformes	Accipitridae
	Phalacrocoracidae	Trogoniformes	Trogonidae
	Anhingidae	Coraciiformes	Momotidae
Pelecaniformes	Ardeidae	Piciformes	Bucconidae
	Threskiornithidae		Ramphastidae
Coraciiformes	Alcedinidae		
Accipitriformes	Pandionidae	Falconiformes	Falconidae
Passeriformes	Hirundinidae	Psittaciformes	Psittacidae
		Passeriformes	Thamnophilidae
			Furnariidae

		Tyrannidae
		Tityridae
		Cotingidae
		Hirundinidae
		Troglodytidae
		Poliophtilidae
		Turdidae
		Mimidae
		Icteridae
		Parulidae
		Cardinalidae
		Thraupidae

Fuente: preparado por el autor.

Del total de avifauna registrada, 57 especies están en los listados de especies protegidas por el Estado de Nicaragua en vedas indefinidas y parciales según Resolución Ministerial N° 02-01-2017 y N° 22-02-2018 del MARENA años 2017-2018, y en apéndices CITES (ver cuadro 3).

Según criterios CITES

- Apéndice I: especies en peligro de extinción.
- Apéndice II: especies que no necesariamente se encuentran en peligro de extinción, pero su comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia.
- Apéndice III: especies que están protegidas al menos en un país, el cual ha solicitado la asistencia de otras partes en la CITES para controlar su comercio.

Cuadro 2. Estado de conservación de la avifauna encontrada en Rio Indio.

<b>Estado de conservación de la avifauna encontrada en Rio Indio</b>		
Resolución Ministerial de Veda MARENA 2017-2018 y apéndices CITES 2010	Resolución Ministerial de Veda MARENA 2017-2018	Apéndices CITES 2010
37 especies	15 especies	5 especies

Fuente: preparado por el autor.

## 8.2. Determinación de la riqueza y abundancia de la avifauna acuática y ribereña en Rio Indio

Cuadro 3. Lista de la riqueza y abundancia de la avifauna en Rio Indio.

Nombre científico de las especies	Nombre común en español en Nicaragua	Status	Donde se encontró			Abundancia	Sistema de vedas	CITES
			ZA	ZM	ZB			
<i>Crypturellus soui</i>	Tinamú Chico	R	x	x		2	VPN	
<i>Cairina moschata</i>	Pato Real	R		x	x	10	VPN	III
<i>Spatula discors</i>	Cerceta Aliazul	M			x	5		
<i>Ortalis cinereiceps</i>	Chachalaca Cabecigrís	R	x	x		6	VPN	
<i>Penelope purpurascens</i>	Pava Crestada	R		x		1	VNI	III
<i>Patagioenas nigrirostris</i>	Paloma Piquicorta	R	x	x	x	80		
<i>Claravis pretiosa</i>	Tortolita Azulada	R	x	x		18		
<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita Rojiza	R	x	x	x	16		
<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma Piquirroja	R			x	51		
<i>Leptotila cassinii</i>	Paloma Pechigrís	R	x			2		
<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma Coliblanca	R	x			2		
<i>Patagioenas speciosa</i>	Paloma Escamosa	R			x	1		
<i>Zenaida asiatica</i>	Tórtola Aliblanca	R, M		x		2		
<i>Columbina passerina</i>	Tortolita Común	R		x		2		
<i>Piaya cayana</i>	Cuco Ardilla	R	x	x	x	26		
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Común	R	x	x	x	34		
<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	Cuculillo Piquinegro	M			x	2		
<i>Lurocalis semitorquatus</i>	Añapero Colicorto	R		x		2		II
<i>Chaetura cinereiventris</i>	Vencejo Lomigrís	R	x	x	x	94		
<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo Grisáceo	R	x	x		7		
<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo Collarejo	R		x	x	8		
<i>Threnetes ruckeri</i>	Ermitaño Barbudo	R	x			1		II
<i>Amazilia amabilis</i>	Amazilia Pechiazul	R	x			3		II
<i>Chalybura urochrysis</i>	Colibrí Patirrojo	R	x			2		II
<i>Thalurania colombica</i>	Ninfa Violeta y Verde	R		x		2		II
<i>Aramides cajaneus</i>	Rascón Cuelligrís	R		x	x	7	VPN	
<i>Laterallus albigularis</i>	Polluela Gorgiblanca	R		x	x	12	VPN	
<i>Laterallus exilis</i>	Polluela Pechigrís	R			x	2	VPN	
<i>Porphyrio martinicus</i>	Calamón Americano	R			x	2	VNI	
<i>Gallinula galeata</i>	Polla de Agua	R			x	2	VNI	
<i>Heliornis fulica</i>	Pato Cantil	R	x	x	x	20		
<i>Aramus guarauna</i>	Cárao	R			x	6		
<i>Jacana spinosa</i>	Jacana Centroamericana	R			x	15		
<i>Tringa solitaria</i>	Andarríos Solitario	M	x			3		
<i>Actitis macularius</i>	Andarríos Maculado	M	x	x	x	27		
<i>Eurypyga helias</i>	Ave Sol	R	x			1		
<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña Americana	R			x	30		
<i>Fregata magnificens</i>	Rabihorcado Magno	R		x	x	26		
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán Neotropical	R	x		x	19		
<i>Anhinga anhinga</i>	Anhinga	R	x	x	x	82		
<i>Egretta tricolor</i>	Garceta Tricolor	R, M	x		x	14		
<i>Nyctanassa violacea</i>	Martinete Cangrejero	R, M	x		x	13		
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza Tigre Gorgilisa	R	x	x	x	48		

<i>Ardea herodias</i>	Garzón Azul	M	x		x	5	VNI	
<i>Butorides virescens</i>	Garcilla Capiverde	R, M	x	x	x	75		
<i>Egretta caerulea</i>	Garceta Azul	R, M	x	x	x	93		
<i>Egretta thula</i>	Garceta Patiamarilla	R, M		x	x	71		
<i>Cochlearius cochlearius</i>	Pico Cuchara	R		x	x	40		
<i>Ardea alba</i>	Garzón Grande	R, M			x	34	VNI	
<i>Tigrisoma lineatum</i>	Garza Tigre Colorada	R			x	2		
<i>Ixobrychus exilis</i>	Avetorillo Pantanero	R, M			x	2		
<i>Bubulcus ibis</i>	Garcilla Bueyera	R, M			x	11		
<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	Ibis Verde	R	x	x	x	22	VNI	
<i>Platalea ajaja</i>	Espátula Rosada	R			x	6	VNI	
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Negro	R	x	x	x	181		
<i>Sarcoramphus papa</i>	Zopilote Rey	R	x	x	x	23	VNI	III
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Cabecirrojo	R, M	x	x	x	79		
<i>Pandion haliaetus</i>	Águila Pescadora	M	x	x	x	14	VNI	II
<i>Buteo nitidus</i>	Gavilán Gris	R	x	x	x	5	VNI	
<i>Pseudastur albicollis</i>	Gavilán Blanco	R	x	x	x	4	VNI	II
<i>Buteogallus urubitinga</i>	Gavilán Negro	R	x	x		3	VNI	II
<i>Spizaetus melanoleucus</i>	Aguillilla Blanquinegra	R	x			1	VNI	II
<i>Buteo swainsoni</i>	Gavilán Pechioscuro	M	x			1	VNI	II
<i>Elanoides forficatus</i>	Elanio Tijereta	R, M	x	x		73	VNI	II
<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán Chapulinero	R	x	x	x	10	VNI	II
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Gavilán Cangrejero	R	x	x	x	9	VNI	II
<i>Accipiter superciliosus</i>	Gavilán Chico	R		x		2	VNI	II
<i>Spizaetus tyrannus</i>	Aguillilla Negra	R		x	x	2	VNI	II
<i>Leucopternis semiplumbeus</i>	Gavilán Dorsigrís	R		x		3	VNI	II
<i>Buteo platypterus</i>	Gavilán Aludo	M		x	x	4	VNI	II
<i>Harpagus bidentatus</i>	Elanio Gorgirrayado	R		x		1	VNI	II
<i>Buteo brachyurus</i>	Gavilán Colicorto	R, M		x		1	VNI	II
<i>Spizaetus ornatus</i>	Aguillilla Penachuda	R			x	1	VNI	II
<i>Leptodon cayanensis</i>	Elanio Cabecigrís	R			x	3	VNI	II
<i>Busarellus nigricollis</i>	Gavilán Collarejo	R			x	1	VNI	II
<i>Trogon massena</i>	Trogón Colinegro	R	x	x	x	47		
<i>Trogon melanocephalus</i>	Trogón Cabecinegro	R	x	x	x	4		
<i>Trogon caligatus</i>	Trogón Violáceo	R		x		6		
<i>Trogon rufus</i>	Trogón Gorginegro	R		x		2		
<i>Electron carinatum</i>	Guardabarranco Piquiancho	R	x			2		
<i>Electron platyrhynchum</i>	Guardabarranco Canelo Menor	R	x			4		
<i>Megaceryle torquatus</i>	Martín Pescador Collarejo	R	x	x	x	73		
<i>Chloroceryle amazona</i>	Martín Pescador Pechicanelo	R	x	x	x	54		
<i>Chloroceryle americana</i>	Martín Pescador Verde	R	x	x	x	44		
<i>Megaceryle alcyon</i>	Martín Pescador Norteño	M	x		x	10		
<i>Chloroceryle inda</i>	Martín Pescador Bicolor	R		x	x	10		
<i>Chloroceryle aenea</i>	Martín Pescador Pigmeo	R		x		1		
<i>Monasa morphoeus</i>	Buco Cariblanco	R	x	x	x	19		
<i>Notharchus hyperrhynchus</i>	Buco Collarejo	R	x	x	x	24		
<i>Ramphastos ambiguus</i>	Tucán Pechiamarrillo Norteño	R	x	x	x	27	VNI	
<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Tucán Pico-Iris	R	x	x	x	25	VNI	II
<i>Pteroglossus torquatus</i>	Tucancito Collarejo	R	x	x	x	28	VNI	
<i>Melanerpes pucherani</i>	Carpintero Carinegro	R	x	x		67		
<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero Picoplata	R	x	x	x	16		
<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero Crestirrojo	R	x	x	x	12		
<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero Careto	R	x	x		12		

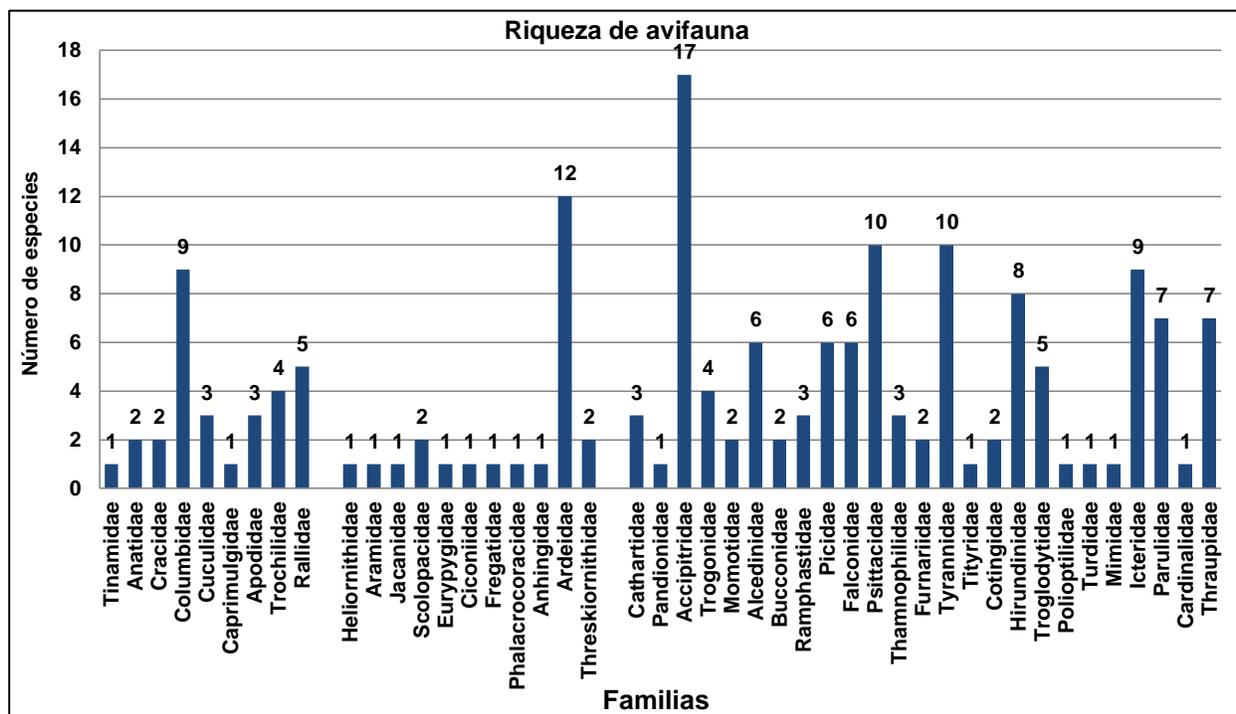
<i>Celeus castaneus</i>	Carpintero Castaño	R	x	x		3		
<i>Celeus loricatus</i>	Carpintero Canelo	R		x		3		
<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón Collarejo	R	x	x		4	VNI	II
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Guaco	R	x	x	x	15	VNI	II
<i>Falco deiroleucus</i>	Halcón Pechicanelo	R	x			1	VNI	II
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	M	x		x	2	VNI	I
<i>Micrastur ruficollis</i>	Halcón Barreteado	R		x		2	VNI	II
<i>Falco ruficularis</i>	Halcón Murcielaguero	R		x		1	VNI	II
<i>Pionus senilis</i>	Loro Gorgiblanco	R	x	x	x	49	VNI	II
<i>Ara ambiguus</i>	Lapa Verde Mayor	R	x			10	VNI	I
<i>Amazona autumnalis</i>	Loro Frentirrojo	R	x	x	x	40	VNI	II
<i>Eupsittula nana</i>	Perico Pechiolivo	R	x			8	VNI	II
<i>Amazona auropalliata</i>	Loro Nuquiamarillo	R	x			2	VNI	I
<i>Psittacara finschi</i>	Perico Frentirrojo	R	x	x		12	VNI	II
<i>Ara macao</i>	Lapa Roja	R	x	x		4	VNI	I
<i>Amazona albifrons</i>	Loro Frentiblanco	R	x	x		28	VNI	II
<i>Amazona farinosa</i>	Loro Verde	R	x	x	x	15	VNI	II
<i>Pyrilia haematotis</i>	Loro Cabecipardo	R		x		14	VNI	II
<i>Taraba major</i>	Batará Mayor	R	x			4		
<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará Búlico	R	x			5		
<i>Cymbilaimus lineatus</i>	Batará Líneado	R	x			4		
<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	Trepatronco Cabecirrayado	R	x		x	3		
<i>Xiphorhynchus susurrans</i>	Trepatronco Gorgicrema	R			x	3		
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Tropical	R	x	x	x	24		
<i>Myiozetetes similis</i>	Güis Chico	R	x	x		14		
<i>Conopias albobittatus</i>	Güis Coroniblanco	R	x	x		6		
<i>Todirostrum cinereum</i>	Espatulilla Común	R	x	x		15		
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Güis Común	R	x	x	x	54		
<i>Megarynchus pitangua</i>	Güis Picudo	R	x	x		20		
<i>Contopus cinereus</i>	Pibí Tropical	R	x	x		2		
<i>Rhytipterna holerythra</i>	Plañidera Rojiza	R		x		4		
<i>Elaenia flavogaster</i>	Elenia Copetona	R		x		6		
<i>Tyrannus tyrannus</i>	Tirano Norteño	M		x	x	5		
<i>Tityra semifasciata</i>	Titira Carirroja	R	x			2		
<i>Querula purpurata</i>	Frutero Gorgirrojo	R		x		9		
<i>Lipaugus unirufus</i>	Pía rojiza	R		x		1		
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Golondrina Alirrasposa Sureña	R		x	x	39		
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina Gorginegra	M		x	x	12		
<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina Rabiblanca	R		x	x	84		
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina Alirrasposa Norteña	R, M		x	x	4		
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Común	M		x	x	89		
<i>Progne subis</i>	Avión Púrpura	M		x		3		
<i>Progne chalybea</i>	Avión Pechigrís	R			x	12		
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina Blanquiazul	R, M			x	10		
<i>Cantorchilus thoracicus</i>	Charralero Pechirrayado	R	x			6		
<i>Cantorchilus nigricapillus</i>	Charralero Cabecinegro	R	x			5		
<i>Pheugopedius atrogularis</i>	Charralero Gorginegro	R	x			4		
<i>Henicorhina leucosticta</i>	Chochín Pechiblanco	R	x			2		
<i>Cyphorhinus phaeocephalus</i>	Chochín Cariazul	R	x			1		
<i>Polioptila plumbea</i>	Perlita Tropical	R	x			2		
<i>Turdus grayi</i>	Sensontle Pardo	R	x	x	x	57	VPN	
<i>Mimus gilvus</i>	Sensontle Tropical	R			x	2		
<i>Psarocolius montezuma</i>	Oropéndola Mayor	R	x	x	x	525		

<i>Psarocolius wagleri</i>	Oropéndola Alinegra	R	x			6		
<i>Cacicus uropygialis</i>	Cacique Rabirrojo	R	x	x	x	20		
<i>Amblycercus holosericeus</i>	Cacique Picoplata	R	x		x	14		
<i>Icterus mesomelas</i>	Chichiltote Coliamarillo	R		x		2		
<i>Icterus prothemelas</i>	Chichiltote Capuchinegro	R		x		3		
<i>Molothrus aeneus</i>	Vaquero Ojirrojo	R		x		2		
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Grande	R			x	49		
<i>Dives dives</i>	Cacique Piquinegro	R			x	10		
<i>Parkesia noveboracensis</i>	Reinita Acuática Norteña	M	x	x		26		
<i>Myiothlypis fulvicauda</i>	Reinita Guardarribera	R	x			3		
<i>Setophaga pensylvanica</i>	Reinita Flanquicastaña	M		x		8		
<i>Oreothlypis peregrina</i>	Reinita Verduzca	M		x		4		
<i>Setophaga petechia</i>	Reinita Amarilla	M		x		15		
<i>Mniotilta varia</i>	Reinita Trepadora	M		x		5		
<i>Geothlypis semiflava</i>	Enmascarado Carinegro	M			x	2		
<i>Chlorothraupis carmioli</i>	Tángara Olivácea	R		x		2		
<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador Grisáceo	R	x	x		9		
<i>Saltator atriceps</i>	Saltador Cabecinegro	R	x	x	x	6		
<i>Thraupis episcopus</i>	Tángara Azulada	R	x	x		61		
<i>Thraupis palmarum</i>	Tángara Palmera	R	x			1		
<i>Sporophila funerea</i>	Semillero Piquigrueso	R	x	x	x	50		
<i>Ramphocelus passerini</i>	Tángara Rabirroja	R	x	x	x	121		
<i>Sporophila corvina</i>	Espiguero Variable	R	x	x		42		
<b>Total de individuos</b>						<b>3,689</b>		
<b>Total de especies</b>						<b>172</b>		

De las 172 especies de avifauna, 44 se presenciaron en las tres zonas de Rio Indio, para estas 44 especies se contabilizaron 10 individuos a más por cada una a excepción de las especies *Buteogallus anthracinus* (Gavilán Cangrejero), *Saltator atriceps* (Saltador Cabecinegro), *Buteo nitidus* (Gavilán Gris), *Trogon melanocephalus* (Trogón Cabecinegro) y *Pseudastur albicollis* (Gavilán Blanco).

### 8.2.1. Riqueza y abundancia de la avifauna acuática y ribereña en Rio Indio

Gráfica 1. Riqueza de la avifauna por familia en Rio Indio.



La mayoría de la avifauna que se encontraron en Rio Indio son residentes de hábitos terrestres pertenecientes a las familias Accipitridae, Psittacidae, Tyrannidae, Icteridae, Columbidae, Hirundinidae, Parulidae, Thraupidae, Picidae y Falconidae, aunque Alcedinidae, Rallidae y Ardeidae son familias de aves acuáticas y semiacuáticas, pero junto con las demás familias antes mencionadas representaron la mayor riqueza de avifauna que se pudieron observar y escuchar frecuentemente en Rio Indio.

Los datos de la riqueza de especies pertenecientes a las familias de aves terrestres Tyrannidae, Parulidae e Icteridae coinciden con Rodríguez-Arias & Guido Granados; Argüelles-Jiménez et al. (2017), ya que la mayoría de las aves terrestres fueron observadas constantemente en los ecosistemas ribereños debido a que estos hábitats provee agua para beber, así como organismos terrestres, frutas y semillas para su alimentación, lo que se refleja en la riqueza de especies por familias, destacando las familias Parulidae, Tyrannidae e Icteridae (Rodríguez-Arias & Guido Granados; Argüelles-Jiménez et al., 2017).

Los datos de la riqueza de especies pertenecientes a las familias Ardeidae, Tyrannidae y Thraupidae también coinciden con Quesada Murillo (2018), ya que en Rio Indio la familia Ardeidae contó con más especies seguido por Tyrannidae y Thraupidae, por lo que estas aves dependientes de las orillas de río y zonas de humedal fueron de observación constante (Quesada Murillo, 2018). Sin embargo, en este estudio se determinó que la mayor riqueza de avifauna encontrada en Rio Indio pertenecen a la familia Accipitridae, ya que las especies de esta familia ocupan extensas áreas boscosas para sobrevivir (FUNDAR, 2002), como las que aún existen en la Reserva Biológica Indio Maíz; algunas especies de Gavilanes, Elanios, Águilas y Aguilillas se observaron alimentándose de organismos terrestres como reptiles en el bosque ribereño, mientras que otras especies fueron observadas y escuchadas en vuelo y en el interior del bosque, lo que indica que la alta riqueza de la familia Accipitridae se debe a las condiciones favorables como disponibilidad de alimentos, agua y hábitats que estos ecosistemas en la Reserva aún provee a estas aves rapaces de hábitos diurnos.

Las especies de avifauna fueron observadas y escuchadas en el ecosistema ribereño, zonas de humedales con áreas abiertas y en el interior del bosque húmedo tropical contando la mayoría realizando los siguientes comportamientos: volando, alimentándose, posando y cantando, y la minoría se observaron anidando y nadando, lo que indica que estos ecosistemas en la Reserva son importantes hábitats para las aves terrestres, acuáticas y semiacuáticas, ya que mantienen una alta biodiversidad, ofrecen recursos alimentarios abundantes y diversificados para la fauna terrestre y acuática (Granados-Sánchez, Hernández-García, & López-Ríos, 2006). Esta biodiversidad ha sido afectada por factores naturales como el Huracán Otto en el año 2016 y por factores antropológicas como el incendio forestal en el año 2018, pero en la actualidad están siendo amenazados por el avance de la frontera agrícola causada por la invasión de colonos que vienen del interior del país.

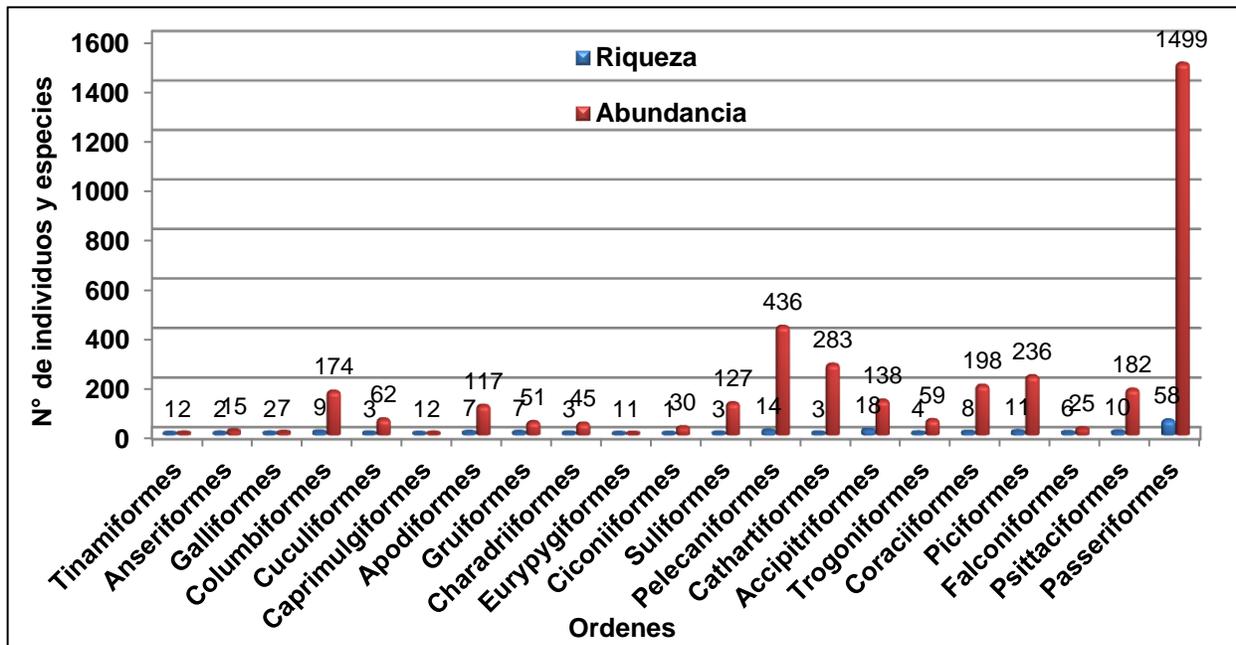
Quizás uno de los grupos más afectados fueron los colibríes (familia Trochilidae), ya que después del huracán la disponibilidad de flores se redujo y solo se observaron 4 especies y 8 individuos en el ecosistema ribereño en donde habían cultivos con flores y plantas de Heliconias y Platanillos en floración. Asimismo los sitios de anidación y

alimentación de las especies Loro Nuquiamarillo, Lapa Verde Mayor, Lapa Roja y Halcón Peregrino han sido amenazados por la destrucción y pérdida del hábitat. Según la categoría de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y CITES apéndice I, estas 4 especies están en peligro de extinción (CITES, 2010). En América Central, el cambio de bosques en plantaciones de banano y zonas ganaderas están teniendo impactos negativos sobre las especies de lapas, y la población tiende a disminuir en los últimos años por poca disponibilidad de Almendro (*Dipterix oleifera*), árbol que sirve de alimento y anidación, y ha sido ampliamente deforestado en Costa Rica y Nicaragua (BirdLife, 2016).

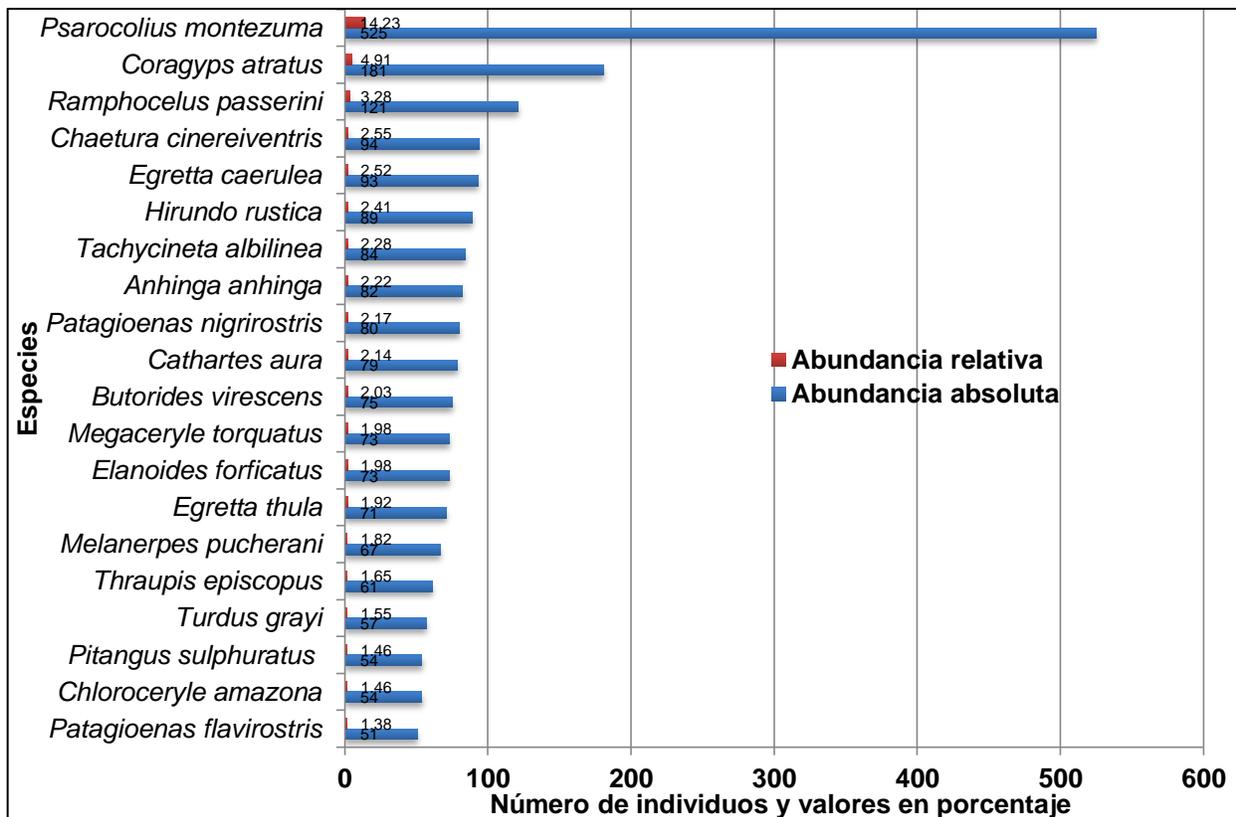
Los ecosistemas ribereños, humedales y bosques húmedos tropicales aún existentes en el área de estudio son hábitats crítico para la conservación de especies raras (con menos de 10 registros según Martínez Sánchez, Chavarría-Duriaux, & Muñoz, 2014) como la Lapa Roja, Lapa Verde Mayor, Loro Nuquiamarillo y Halcón Peregrino, por lo que estos tipos de hábitats pueden ser considerados como sitios de refugios para estas especies (Vázquez, et al., 2015).

En el período de investigación (mayo, agosto y septiembre del 2018) se observó la regeneración natural del bosque tropical húmedo, humedales y de los ecosistemas ribereños de Rio Indio, en donde se evidenció la importancia de estos hábitats para la avifauna terrestre, acuática y semiacuática, ya que en unos años más la regeneración natural contribuirá con la generación de más cantidad de recursos alimenticios para ciertos grupos de avifauna terrestres como frugívoras y nectarívoras (Quesada Murillo, 2018). En estos ecosistemas se observaron a las aves alimentándose de organismos terrestres y acuáticos, asimismo utilizan estos hábitats para descansar o refugiarse e incluso para anidación de las especies *Amazilia amabilis* (Amazilia Pechiazul) *Anhinga anhinga* (Anhinga), *Tigrisoma mexicanum* (Garza Tigre Gorgilisa), *Mycteria americana* (Cigüeña Americana), *Cochlearius cochlearius* (Pico Cuchara), *Phalacrocorax brasilianus* (Cormorán Neotropical) y *Psarocolius montezuma* (Oropéndola Mayor) que se observaron anidando durante el período de monitoreo en Rio Indio.

Gráfica 2. Riqueza y abundancia por orden taxonómico.



Gráfica 3. Abundancia de las 20 especies de avifauna más abundantes en Rio Indio.



Este estudio reveló que 20 especies de avifauna son las más abundantes en Rio Indio, cantidad que corresponde al 55.95 % de la población censada (2,064 individuos), donde las Passeriformes fueron más abundantes distribuída en 5 familias (Icteridae, Hirundinidae, Thraupidae, Turdidae y Tyrannidae) y 7 especies (*Psarocolius montezuma*, *Ramphocelus passerini*, *Thraupis episcopus*, *Turdus grayi*, *Pitangus sulphuratus*, *Tachycineta albilinea*, *Hirundo rustica*), pero solamente 13 de estas especies se presenciaron frecuentemente en las tres zonas de Rio Indio, mientras que la especie *Patagioenas flavirostris* solamente se registró en la zona baja, *Thraupis episcopus*, *Melanerpes pucherani* y *Elanoides forficatus* se registraron únicamente en la zona alta y media, a excepción de *Egretta thula*, *Tachycineta albilinea* y *Hirundo rustica* que se observaron solamente en la zona media y baja de Rio Indio.

Se determinó la abundancia de las especies de avifauna de acuerdo al conteo de los individuos de cada especie observada o escuchada en la zona alta, media y baja de Rio Indio durante los tres meses de censo o monitoreo en el área de estudio; 94 especies se consideraron como raras de acuerdo con Martínez Sánchez, Chavarría-Duriaux, & Muñoz (2014), por lo que solo se obtuvo un total de menos de 10 individuos contados o registrados, mientras que 30 especies se consideraron como escasas (observadas sólo unas pocas veces a lo largo de todo el año), 15 especies se consideraron como poco común (observadas sólo en algunas ocasiones a lo largo del año, o en la estación esperada en caso de las especies migratorias), 13 especies se consideraron como comunes (observadas regularmente pero no siempre en cada visita al hábitat apropiado) y 20 especies se consideraron como abundantes (numerosas observaciones y a menudo de muchos individuos).

Cuadro 4. Cantidad de la avifauna registrada según su abundancia.

N° de individuos entre 1 a 9	N° de individuos entre 10 a 19	N° de individuos entre 20 a 29	N° de individuos entre 30 a 50	N° de individuos de 51 a más
94 especies	30 especies	15 especies	13 especies	20 especies
Raras	Escasas	Poco común	Común	Abundantes

En cuanto a orden taxonómico se determinó que la mayor riqueza y abundancia de la avifauna lo representaron los Passeriformes, Pelecaniformes, Accipitriformes, Piciformes, Psittaciformes, Columbiformes, Coraciiformes, Apodiformes y Gruiformes, siendo las Passeriformes las de mayor riqueza y abundancia distribuída en 14 familias, 58 especies y 1,499 individuos (ver gráfica 2), lo cual coincide con Castillo & Chang (2014) ya que en su estudio “Caracterización de la avifauna diurna en el Centro de Transferencia Agroforestal (CeTAF), Kukra River, Municipio de Bluefields, RACCS, 2013-2014” determinaron que la mayoría de las especies de aves encontradas (identificadas) se ubican en el orden taxonómico Passeriformes, ya que estas aves fueron observadas en todas las áreas o zonas de estudio dentro del CeTAF, al igual que en esta investigación que se observaron en las tres zonas de Rio Indio. Además se constata que las Passeriformes son las aves más diversas por su alta riqueza y abundancia en los ecosistemas del trópico húmedo (Hiram González et al., 2017) con más de 40 familias y más de 5,000 especies de alrededor de 10,000 especies de aves identificadas en el planeta (Jané, Guallar, & Bonney, 2014).

La alta riqueza y abundancia de los ordenes taxonómicos y alta abundancia de las 20 especies antes mencionadas se debe a la constante interacción ecológica que realizan estas aves en los ecosistemas ribereños, humedales y bosque tropical en el sitio de estudio, ya que a escala global estos ecosistemas se encuentran ligados a la presencia de agua, además proporciona una gran pluralidad de nichos ecológicos, donde muchas de estas especies encuentran refugio y alimento, en especial para las aves acuáticas y semiacuáticas que dependen ecológicamente de estos ambientes acuáticos para completar correctamente sus ciclos vitales en sus comportamientos habituales de reproducción, migración, invernada, alimentación, refugio o descanso (SEO/BirdLife International, 2010).

También se determinó que las Cuculiformes, Suliformes, Cathartiformes y Trogoniformes son abundantes pero tienen baja riqueza de especies en el área de estudio, en cambio el grupo Falconiformes presentó mayor riqueza de especies, pero baja abundancia. Sin embargo, los valores más mínimos de riqueza y abundancia lo representaron las Tinamiformes, Anseriformes, Galliformes, Caprimulgiformes,

Charadriiformes, Eurypygiformes y Ciconiiformes; estos resultados indican que la baja riqueza y baja abundancia poblacional de estas aves se debió a la pérdida de hábitats causada por el incendio forestal en abril del 2018, así como por la cacería y deforestación ocasionada por la invasión de colonos en la Reserva, asimismo por el impacto del huracán Otto en el año 2016 que derribó la mayoría de los árboles que conforman el bosque tropical húmedo de la Reserva, ocasionando que se presenten cambios en la composición de estas especies de avifauna y disminución poblacional de las mismas, ya que la avifauna es reconocida en el ámbito de la conservación, por considerarse especies indicadoras, por lo que proporcionan indicios tangibles, de fácil y rápido acceso para detectar efectos nocivos a su medio por la susceptibilidad que presentan a las modificaciones de su entorno (Amparan Salido, 2000).

Se logró constatar que la avifauna tiene respuestas numéricas y funcionales relativamente rápidas a las variaciones de los recursos tróficos y hábitats de los cuales dependen y por ello sus dinámicas poblacionales reflejan rápidamente los cambios ocurridos en sus hábitats (Universidad de la República Uruguay, 2007).

### 8.3. Determinación de la diversidad de la avifauna acuática y ribereña en Río Indio

#### 8.3.1. Diversidad de la avifauna acuática y ribereña en Río Indio

Cuadro 5. Diversidad de la avifauna en Río Indio, Reserva Biológica Indio Maíz.

Índice general de la diversidad de avifauna en Río Indio, RBIM año 2018		
Nº total de individuos (N)	Riqueza de especies	Índice de Shannon Wiener (H')
3,689	172	<b>4.19</b>

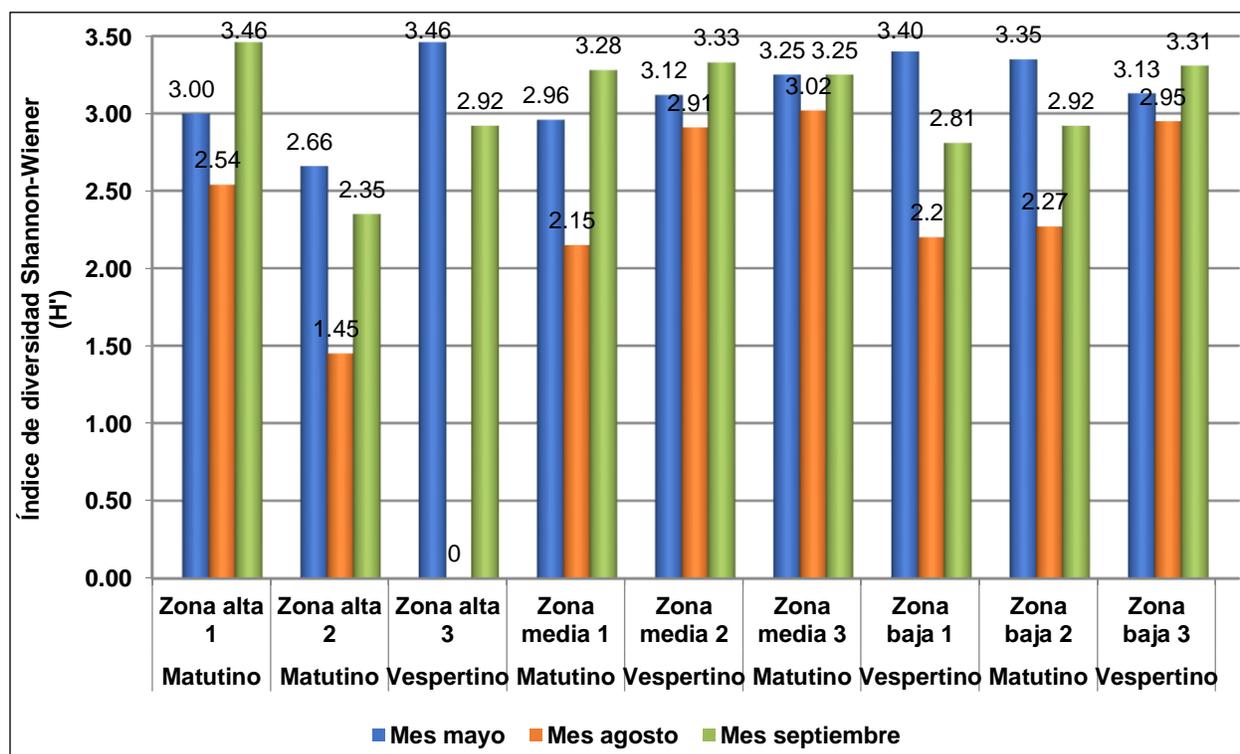
Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con el índice de equidad índice de Shannon-Wiener se determinó que la diversidad de la avifauna es alta en Río Indio con un valor de **4.19**, en base al siguiente criterio; el rango de diversidad del índice de Shannon-Wiener se encuentra entre 0 a 5, valores que están por encima de **2.5** son considerados altos (Munguía López. & Reyes Pérez, 2013).

Se determinó el estado de la biodiversidad debido a la alta diversidad de avifauna en los ecosistemas de la Reserva Biológica Indio Maíz. La alta diversidad de las especies de avifauna en Rio Indio es debido al buen funcionamiento de los ecosistemas de humedales, bosques ribereños y bosque tropical húmedo que aún se encuentran en la Reserva y que se encuentran en estado de regeneración natural, ya que la presencia y persistencia de la avifauna en el tiempo es reflejo de cambios en la calidad de los hábitats, la integridad de las comunidades biológicas y el funcionamiento durable de los ecosistemas a los que pertenecen (Universidad de la República Uruguay, 2007). Además, se constata la importancia ecológica de la avifauna, ya que se observaron realizando la función de polinizadores de plantas (especies de colibríes), dispersores de semillas que mantienen la heterogeneidad o diversidad de los bosques tropicales, insectívoros que mantienen el equilibrio de los ecosistemas y reguladores de organismos terrestres y acuáticos al alimentarse de los recursos tróficos (Martínez Salinas, DeClerck, Florian, & Estrada, 2002).

### 8.3.2. Diversidad de la avifauna por períodos de muestreo

Gráfica 4. Diversidad de la avifauna según los censos realizados en Rio Indio.

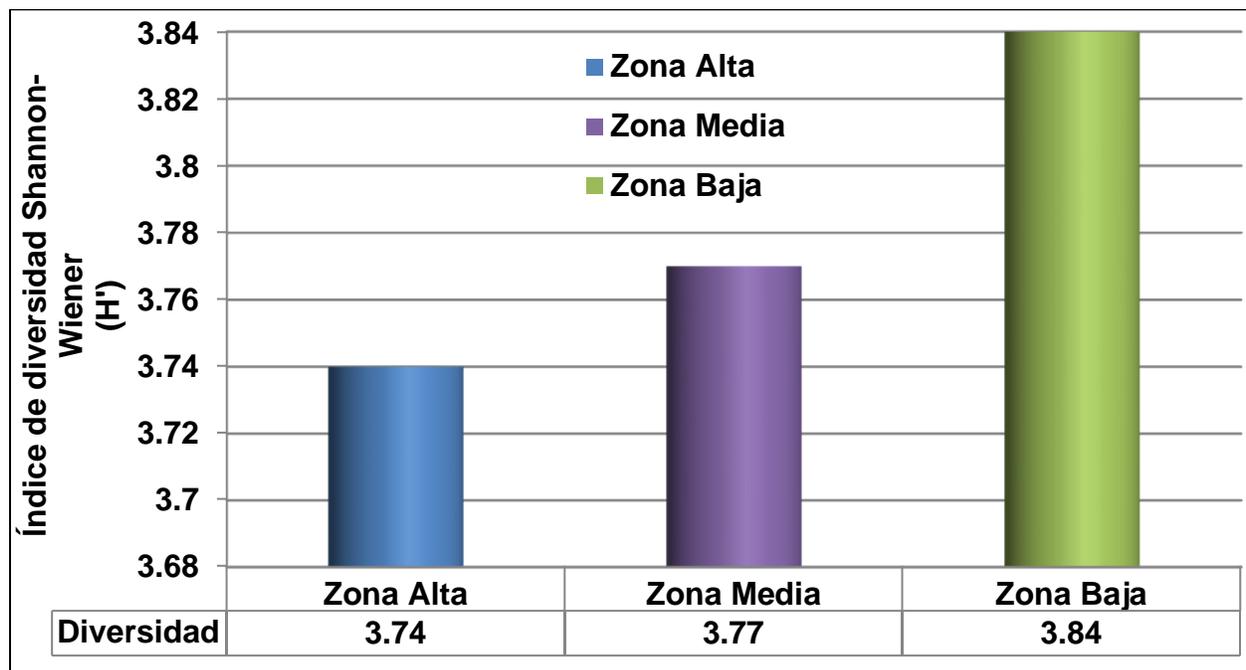


Los índices de diversidad generalmente variaron en todo el muestreo y de igual manera en cada uno de los conteos realizados para los hábitats o áreas recorridas en las tres zonas de Rio Indio. Hubo variación en los datos del índice de diversidad de Shannon entre los períodos de la mañana y tarde. En el área 1 y 3 de la zona alta y en el área 1 de la zona baja se determinó el índice de diversidad más alto en periodos de la tarde y mañana, lo cual indica que en estas dos zonas de Rio Indio no hay mucha diferencia entre la diversidad de especies avifaunista. Otras áreas con mayor índice de diversidad fue el área 2 de la zona media y el área 2 y 3 de la zona baja del censo realizado en mayo y septiembre del 2018, llevado a cabo en la mañana y tarde. En el área 2 de la zona alta se determinó la menor diversidad de avifauna durante el segundo censo (agosto 2018) llevado a cabo en la mañana. En el mes de agosto se determinaron menores índices de diversidad de avifauna en la mañana y tarde, esto se debió por el factor clima, ya que se realizaron censos en períodos de lluvias.

#### 8.4. Comparación de la diversidad, riqueza y abundancia de la avifauna acuática y ribereña en Rio Indio

##### 8.4.1. Diversidad de la avifauna en las tres zonas de Rio Indio

Gráfica 5. Diversidad de la avifauna acuática y ribereña en las tres zonas de Rio Indio.



Se determinó la mayor diversidad de avifauna en la zona baja de Rio Indio, por lo que esta zona del rio está constituido por ecosistemas de humedales. Por sus características físicas y químicas son ambientes ricos en flora y fauna, y de gran valor ecológico (Mera-Ortiz, Ruiz-Campos, Gómez-González, & Velázquez-Velázquez, 2016).

Un componente particularmente importante de éste tipo de ecosistemas lo constituyeron las aves acuáticas residentes y migratorias, las cuales son especies que “dependen ecológicamente” de los humedales y hacen uso de éstos de modo permanente o temporal para cubrir una determinada etapa de su ciclo de vida (Mera-Ortiz, Ruiz-Campos, Gómez-González, & Velázquez-Velázquez, 2016).

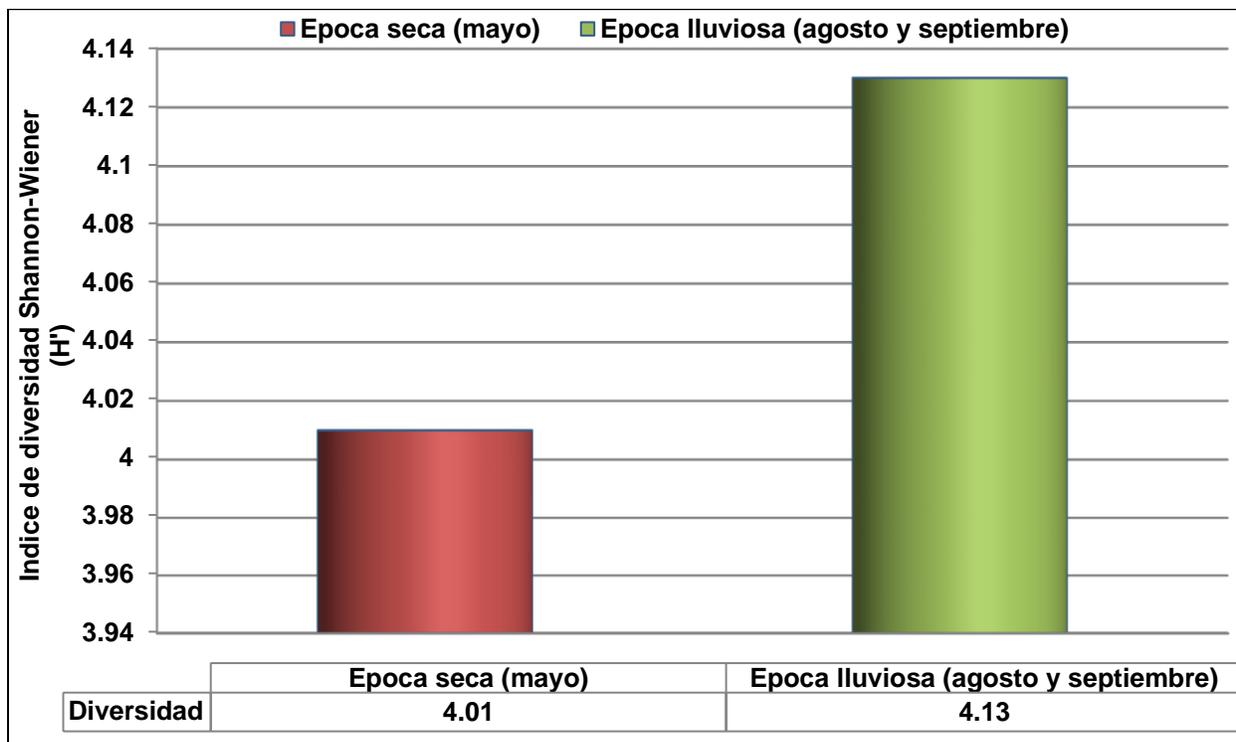
En esta zona del rio se observó que los humedales sirven como sitios para la nidificación y alimentación de las aves acuáticas y semiacuáticas residentes y como sitios de descanso y alimentación de las aves migratorias. Aunque la avifauna migratoria solo constituyó el 11.6 % de las observadas en el sitio, es evidente que los ecosistemas de bosques tropicales, riparios y humedales de la Reserva Biológica Indio Maíz son sitios de refugio, alimentación, descanso y de paso para estas especies.

Se logró constatar que estos tipos de hábitats son importantes áreas de concentración de individuos durante los períodos de muda de plumaje o la migración anual (Enndy J. González Parejo, 2015), proporcionan valiosos hábitats, los cuales poseen los recursos para las necesidades básicas de las aves que ahí habitan, como son alimento, refugio, descanso, anidación, entre otros; siendo éstos indispensables para su supervivencia (Amparan Salido, 2000).

Al realizar la comparación de la diversidad de la avifauna entre las zonas se determinó menos índice de diversidad de avifauna en la zona alta y media de Rio Indio, pero los índices de diversidad indica que no existieron mucha diferencias significativas (**3.74**, **3.77** y **3.84**) entre la diversidad de especies de avifauna estimada para las tres zonas del rio. Además de lo anterior, la cantidad de especies consideradas como abundantes, raras, escasas, comunes y poco comunes registradas en cada zona de Rio Indio, le confiere variabilidad a la diversidad de avifauna en cada zona de muestreo.

### 8.4.2. Diversidad de la avifauna acuática y ribereña de Rio Indio en época seca y lluviosa

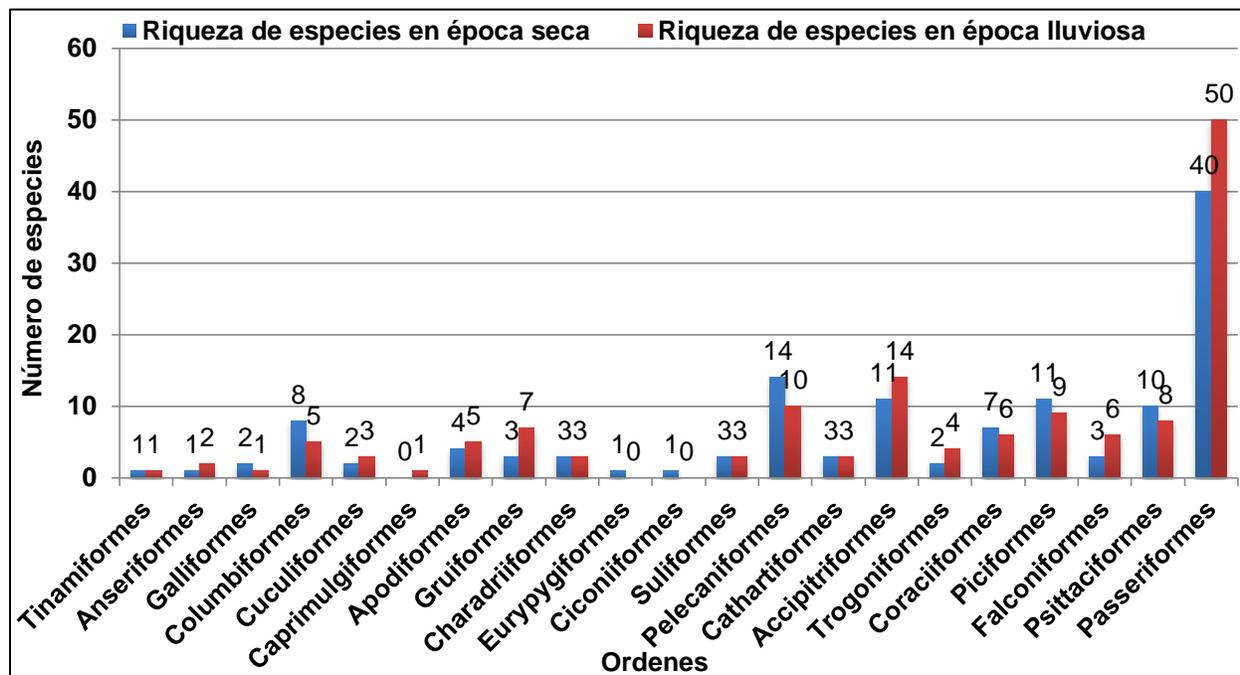
Gráfica 6. Diversidad de la avifauna acuática y ribereña en época seca y lluviosa.



Se observa diferencia en cuanto a diversidad de la avifauna por épocas de muestreo en el sitio de estudio. Se determinó mayor diversidad de avifauna en la época lluviosa por la alta presencia de aves residentes y migratorias en el área de estudio, registrando un total de 18 especies de las 141 especies registradas en ese período, mientras que en la época seca (verano) se contabilizaron solamente 11 especies de aves migratorias de las 130 especies que se registraron en esa época. Con este resultado se constata que las aves migratorias comienzan a llegar en Nicaragua a partir de mediados de septiembre (Saldaña, 2017), ya que durante este mes de época lluviosa se observaron más especies de aves migratorias en el área de estudio. En el sitio de estudio la baja diversidad de avifauna en la época seca (verano) también se debió por el esfuerzo de muestreo, ya que en la época seca se realizó monitoreo solamente en el mes de mayo, mientras que en la época lluviosa se llevó a cabo monitoreo de avifauna en el mes de agosto y septiembre.

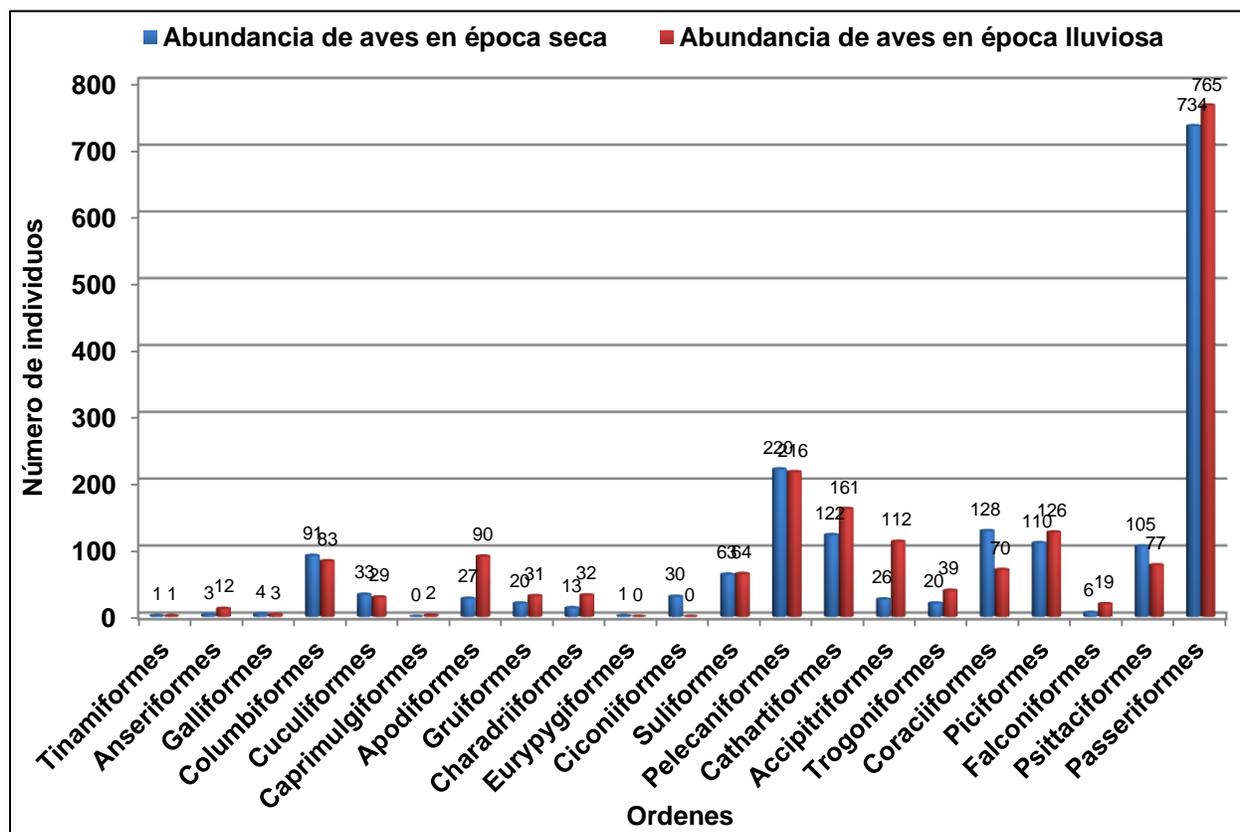
### 8.4.3. Riqueza y abundancia de la avifauna acuática y ribereña por orden taxonómico en época seca y lluviosa

Gráfica 7. Riqueza de la avifauna por orden taxonómico en época seca y lluviosa.



Hubo presencia de 130 especies de avifauna en época seca, sin embargo en la época lluviosa hubo mayor riqueza de especies en Rio Indio, ya que se logró determinar la presencia de 141 especies, lo cual coincide con Castillo & Chang (2014) por lo que en su estudio lograron determinar mayor riqueza de avifauna en la época lluviosa. En ambas épocas hubo igual riqueza de avifauna Tinamiformes, Suliformes, Cathartiformes y Charadriiformes en Rio Indio. Durante la época lluviosa hubo mayor riqueza de avifauna Passeriformes, Accipitriformes, Gruiformes, Falconiformes, Apodiformes y Trogoniformes, en contraste las Cuculiformes, Anseriformes y Caprimulgiformes se presenciaron con menor riqueza durante esa época. Al comparar la riqueza por época se determinó que en la época seca hubo mayor riqueza de la avifauna Passeriformes, Pelecaniformes, Piciformes, Psittaciformes, Coraciiformes, Columbiformes y Galliformes, sin embargo en esta época se presenció menor riqueza de la avifauna Falconiformes, Trogoniformes, Cuculiformes, Accipitriformes, Gruiformes, Apodiformes, Anseriformes, Eurypygiformes y Ciconiiformes.

Gráfica 8. Abundancia de la avifauna por orden taxonómico en época seca y lluviosa.

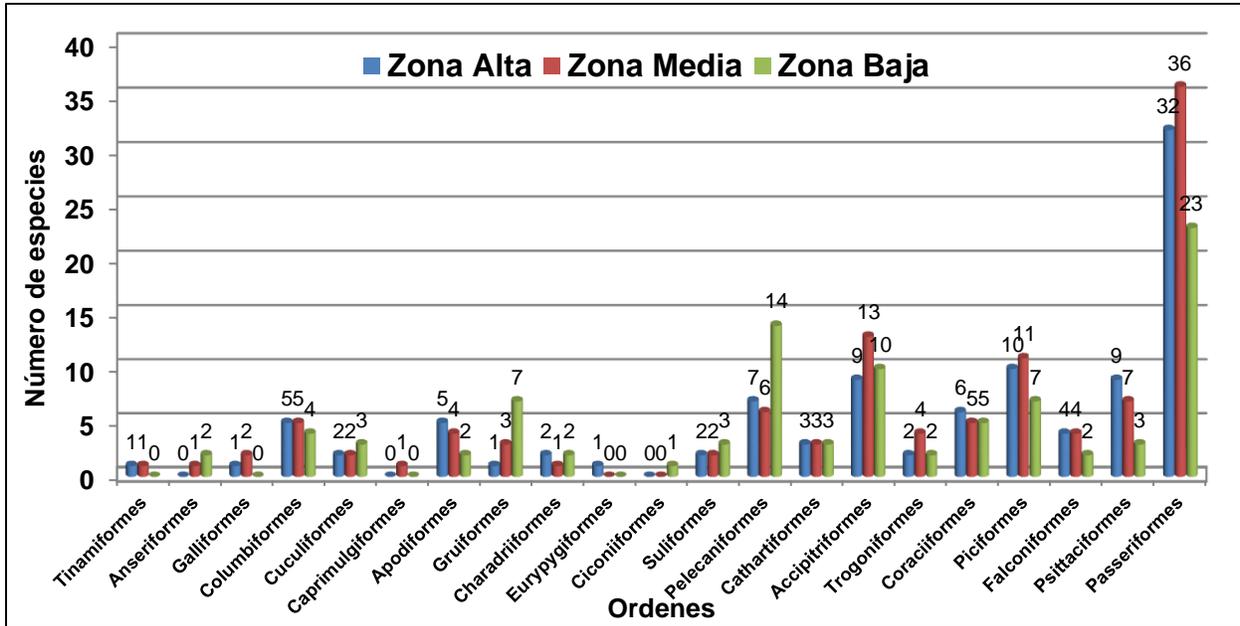


En la época lluviosa se determinó mayor abundancia de la avifauna Passeriformes, Piciformes, Accipitriformes, Cathartiformes, Suliformes y Apodiformes, pero la avifauna menos abundantes en esa época fueron las Falconiformes, Trogoniformes, Charadriiformes, Gruiformes, Anseriformes, Galliformes, Cuculiformes y Caprimulgiformes.

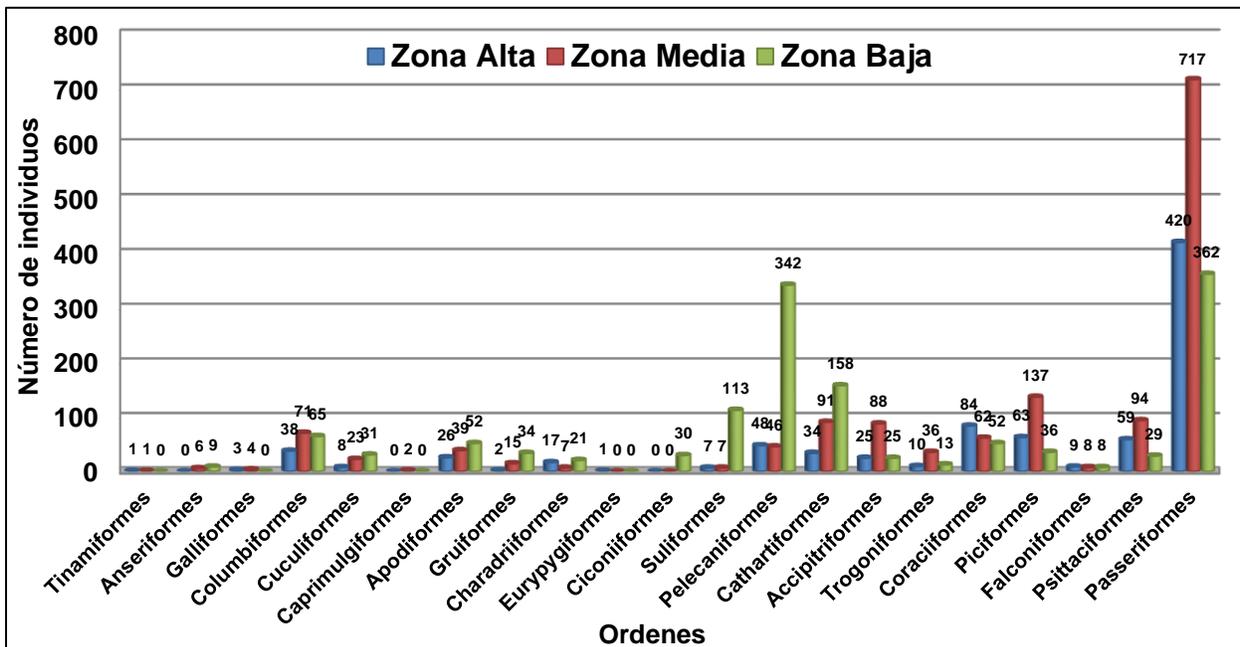
Al comparar la abundancia de la avifauna por época se determinó que en la época seca las más abundantes fueron las Passeriformes, Psittaciformes, Coraciiformes, Pelecaniformes y Columbiformes, pero en esta época se presenciaron menos abundancia de Falconiformes, Trogoniformes, Accipitriformes, Ciconiiformes, Eurypygiformes, Charadriiformes, Gruiformes, Apodiformes, Cuculiformes, Galliformes y Anseriformes. En ambas épocas hubo igual abundancia de la avifauna Tinamiformes en Rio Indio.

#### 8.4.4. Riqueza y abundancia de la avifauna acuática y ribereña por orden taxonómico en las tres zonas de Rio Indio

Gráfica 9. Riqueza de la avifauna por orden taxonómico en las tres zonas de Rio Indio.



Gráfica 10. Abundancia de la avifauna por orden taxonómico en las tres zonas de Rio Indio.



Al comparar la riqueza de la avifauna encontrada en cada una de las zonas de muestreo se obtuvieron los siguientes resultados:

Se encontró mayor riqueza y abundancia de avifauna Passeriformes en la zona media de Rio Indio, ya que en esta zona del rio existe agroecosistemas que también provee hábitats y alimentos, así como otros recursos tróficos necesarias para estas especies que fueron las más diversas en el área de estudio, debido a su alta presencia de especies e individuos en las tres zonas de Rio Indio.

En la zona media de Rio Indio también se encontraron mayor riqueza de la avifauna Accipitriformes, Piciformes, Columbiformes, Trogoniformes y Falconiformes, pero las de menor riqueza en esta zona del rio fueron las Tinamiformes, Anseriformes, Galliformes, Cuculiformes, Caprimulgiformes, Apodiformes, Gruiformes, Charadriiformes, Suliformes, Pelecaniformes, Coraciiformes y Psittaciformes. En la zona alta de Rio Indio también se encontraron mayor riqueza de avifauna Piciformes, Coraciiformes, Apodiformes, Columbiformes, Psittaciformes y Falconiformes, no obstante las Cuculiformes, Charadriiformes, Suliformes, Trogoniformes, Accipitriformes, Tinamiformes, Galliformes, Gruiformes, Pelecaniformes y Eurypygiformes fueron las de menor riqueza de especies en esta zona del rio. Hubo igual riqueza de las Cathartiformes en las tres zonas de Rio Indio.

En la zona baja también hubo mayor riqueza de la avifauna Pelecaniformes, Gruiformes, Suliformes, Cuculiformes y Accipitriformes. Sin embargo, en esta zona del rio la menor riqueza de especies está representada por los Columbiformes, Psittaciformes, Anseriformes, Apodiformes, Charadriiformes, Trogoniformes, Coraciiformes, Piciformes, Falconiformes y Ciconiiformes. Las Tinamiformes y Galliformes se encontraron únicamente en la zona alta y media de Rio Indio, mientras que las Anseriformes se pudieron encontrar más en la zona baja que en la zona media del rio. Se pudo encontrar avifauna Ciconiiformes (Cigüena Americana) únicamente en la zona baja, en contraste al ave perteneciente al orden Eurypygiformes (Ave Sol) que se observó únicamente en la zona alta y al ave perteneciente al orden Caprimulgiformes (Añapero Colicorto) que se pudo censar únicamente en la zona media de Rio Indio.

Al comparar la abundancia de la avifauna encontrada en cada una de las zonas de muestreo se obtuvieron los siguientes resultados:

En cuanto a abundancia de avifauna en cada zona de Rio Indio en las tres zonas las más abundantes fueron las aves Passeriformes. Las aves Pelecaniformes (garzas), Cathartiformes (zopilotes), Suliformes (Cormorán, Anhinga y Rabihorcado Magno) y Apodiformes (Vencejos) también fueron abundantes en la zona baja.

Las Cuculiformes (cuco ardilla y garrapaterro común) también se presenciaron con más individuos en la zona baja que en la zona alta y media del rio, al igual que las Charadriiformes (jacanas y andarríos), Anseriformes (pato real y cerceta aliazul) y Gruiformes (pato cantil, rascon cuelligrís, polluelas y cárao). Las Ciconiiformes (cigüeñas) solo se encontraron en la zona baja.

Las aves Piciformes (bucos, tucanes y carpinteros), Psittaciformes (loros, lapas y pericos), Accipitriformes (gavilanes, águilas, elanios y aguilillas) y Columbiformes (palomas, tórtolas y tortolitas) fueron más abundantes en la zona media del rio que en la zona alta y baja. También se presenciaron más individuos de las aves Trogoniformes (trogones) en la zona media.

Las Falconiformes (halcones) y Coraciiformes (martines pescadores y guardabarrancos) se presenciaron con más individuos en la zona alta que en la zona media y baja de Rio Indio. Las Galliformes (chachalacas y pava crestada) se presenciaron con más número de individuos en la zona media que en la zona alta, pero no se registró ninguna de estas dos especies en la zona baja.

Se logró registrar en la zona media únicamente una especie con 2 individuos del orden Caprimulgiformes. Se presenció una especie de Tinamiformes (tinamú chico) con 1 individuo en la zona alta y 1 individuo en la zona media. Para el orden Eurypygiformes se registró únicamente una spp. con 1 individuo en la zona alta.

#### 8.4.5. Índices de similitud de la riqueza y abundancia de la avifauna en las tres zonas de Rio Indio

Cuadro 6. Índice de Similitud de Sorensen de la avifauna en las tres zonas de Rio Indio.

Resultados Índices de Similitud de Sorensen Cualitativo y Cuantitativo							
N°	Zonas del rio	Especies	N° de ind.	Comparación de muestras	Especies comunes	Sorensen cualit.	Sorensen cuantitativo
1	ZA	102	855	1 - 3	52	<b>0.533</b>	<b>0.299</b>
2	ZM	111	1,454	1 - 2	66	<b>0.620</b>	<b>0.560</b>
3	ZB	93	1,380	2 - 3	60	<b>0.588</b>	<b>0.363</b>

En cuanto la riqueza de avifauna en las tres zonas de Rio Indio con el método estadístico Índice de similitud Sorensen para datos cualitativos se determinó que la similitud existente entre la zona alta y baja fue de 53.3 % (0.533). La similaridad entre la zona alta y media fue de 62 % (0.620), no obstante la similaridad entre la zona media y baja fue de 58.8 % (0.588).

En cuanto a la presencia de especies en las tres zonas de Rio Indio se determinó que en la zona alta (102 spp) y media (111 spp) existe mayor índice de similitud de avifauna debido a la alta composición de especies y mayor número de especies en común (66 spp), sin embargo entre la zona alta (102 spp) y baja (93 spp), asimismo en la zona media (111 spp) y baja (93 spp) de Rio Indio se encontraron menores valores de índice de similitud, ya que entre la zona alta y baja se encontró en común 52 especies y en la zona media y baja se encontró en común 60 especies.

En cuanto al índice de similitud de Sorensen para los datos cuantitativos de la abundancia de aves en las tres zonas de Rio Indio se determinó que entre la zona alta y media existe una similitud mínima con el valor de 0.560, no obstante entre la zona alta y baja, y entre la zona media y baja no existe mucha similitud en cuanto a la abundancia de aves que se encontraron en estas zonas de Rio Indio.

## **IX. CONCLUSIONES**

Se realizó la caracterización de las diferentes especies de avifauna acuáticas, semiacuáticas, ribereñas y terrestres en los ecosistemas ribereños, bosque tropical húmedo y zonas de humedales que se encuentran en Rio Indio de la Reserva Biológica Indio Maíz, las cuales son hábitats importantes para la alta diversidad de avifauna tanto residentes como migratorias, por lo que proveen recursos tróficos, agua, refugio, sitios de anidación y descanso en las tres zonas de Rio Indio.

Se identificaron 172 especies de avifauna para un total de 3,689 individuos, 21 órdenes y 45 distintas familias. Del total de especies 138 son residentes, 20 migratorias y 14 especies tienen poblaciones tanto residentes como migratorias en el área de estudio, lo que representa el 22.54 % del total de las especies identificadas en Nicaragua y el 77.83 % del total de las especies identificadas en la Reserva Biológica Indio Maíz.

Se determinó mayor riqueza de avifauna terrestres (133 especies) que la avifauna acuáticas y semiacuáticas (39 especies) en el área de estudio. La avifauna Passeriformes fueron las más diversas por su alta riqueza y abundancia de especies en las tres zonas de Rio Indio, distruídas en 58 especies, 14 familias y 1,499 individuos.

Se determinó que el mayor índice de diversidad de avifauna se encuentra en la zona baja de Rio Indio (zona de humedales), ecosistemas que le confiere sitios de descanso o refugio y alimentación a las aves acuáticas residentes y migratorias, asimismo proveen importantes hábitats para la anidación, alimentación y refugio o descanso a las aves residentes que son acuáticas, semiacuáticas y terrestres.

Al comparar la riqueza, abundancia y diversidad por época se determinó que en la época seca hubo menor riqueza y abundancia de avifauna en el área de estudio, y en esta época hubo presencia de 11 especies de aves migratorias, pero en la época lluviosa se encontró mayor riqueza y abundancia de avifauna, y en esta época se presenciaron 18 especies de aves migratorias, siendo el período en que las aves son más diversas en el sitio de estudio. Entre la zona alta y media de Rio Indio se concentra la mayor índice de similitud de la riqueza y abundancia de avifauna que se encuentran en estas dos zonas contiguas del rio.

## **X. RECOMENDACIONES**

Realizar este tipo de investigación en otros ríos de las cuencas hidrográficas de la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte y Sur de Nicaragua para poder aumentar aún más el conocimiento acerca de la diversidad de avifauna que alberga la región del Caribe para así poder contribuir a la conservación de la misma.

Efectuar monitoreos de la avifauna diurna y nocturna a lo largo del año en la diversidad de ecosistemas de la reserva para tener un panorama completo de la riqueza de especies que habitan el sitio, así como conocer gremios alimenticios, preferencia de habitats, sitios de anidación y temporadas de reproducción de las diferentes especies, ya que este estudio solamente duró 18 días de censo en tres meses de monitoreo solamente en el día a lo largo de la ribera de Río Indio.

Es necesario el fomento, implementación y desarrollo de la investigación científica para la generación de información actual de la flora y fauna existente en la reserva y que esta misma sirva para la actualización del Plan de Manejo de la Reserva Biológica Indio Maíz para así establecer estrategias de conservación de la biodiversidad, especialmente para las especies de fauna silvestre en peligro de extinción.

Es importante que las autoridades del Estado de Nicaragua en conjunto con las autoridades de los gobiernos regionales, territoriales, municipales y comunales realicen una gestión integral encaminadas a la conservación y protección de la biodiversidad en la Reserva, encaminadas a reducir las actividades antropogénicas ilegales mediante la vigilancia y control de las normas establecidas para una Reserva.

Es importante que las autoridades locales de San Juan de Nicaragua en coordinación con las instancias reguladoras del Medio Ambiente y los Recursos Naturales y población en general promuevan e implementen proyectos ecoturísticos como el avistamiento de aves o aviturismo como generador de oportunidades económicas para los habitantes de la zona.

Es importante seguir asegurando la conexión entre los distintos ecosistemas dentro de la Reserva, ya que algunos sitios o zonas que no se vieron tan afectados por el paso del Huracán Otto e Incendio forestal se pueden convertir en sitios de refugio de distintas especies, así como semilleros, y que se asegure el flujo en las poblaciones para favorecer la recuperación ante el catástrofe ecológico.

## XI. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta Cruz, D., Mugica Valdés, D., & Aguilar Mugica, M. (2013). Protocolo para el monitoreo de aves acuáticas y marinas. Proyecto GEF/PNUD. Aplicación de un enfoque regional al manejo de las áreas marino-costeras protegidas en la Región Archipiélagos del Sur de Cuba. Centro Nacional de Áreas Protegidas (Beatriz Rodríguez ed.). La Habana, Cuba.
- Amparan Salido, R. T. (2000). Diversidad de la comunidad de aves acuáticas y Caracterización de sus hábitats en la laguna de Zapotlan, Jalisco, México. Tesis de maestría en ciencias con especialidad en manejo de vida silvestre, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas-, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.
- AOU. (1998). American Ornithologists' Union. Check-list of North American Birds. 7th edition. Allen Press, Lawrence, Kansas. USA.
- Arboleda, S. (2013). La importancia de las aves acuáticas en el medio ambiente. Vida + Verde.
- Argüelles-Jiménez, J., Macías-Hernández, S., Rojas-Terán, M. d., González-Gándara, C., Vicencio de la Cruz, F., & Domínguez-Barradas, C. (2017). Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 4(10):147-159, 2017: Aves ribereñas de los ecosistemas costeros de Tuxpan, Veracruz-México.
- BirdLife. (2016). *Ara ambiguus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016. Recuperado el 09 de Marzo de 2018, de <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22685553A93079606>
- Blanco, D. E. (1999). Humedales Internacional Monroe 2142. Los humedales como hábitat de Aves Acuáticas; los humedales y las aves acuáticas. Buenos Aires, Argentina.
- Bonifacio Mostacedo, T. S. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. (D. Nash, Ed.) Santa Cruz, Bolivia.
- Castillo, S., & Chang, C. (2014). "Caracterización de la avifauna diurna en el Centro de Transferencia Agroforestal (CeTAF), Kukra River, Municipio de Bluefields, RACCS, 2013-2014". Bluefields Indian & Caribbean University (BICU), Facultad de Recursos Naturales y Medio Ambiente (FARENA), Bluefields.
- Centro Humboldt. (2018). Evaluación ecológica de los daños provocados por el Huracán Otto y el Incendio en la Reserva de Biosfera del Sureste 2018. Afectaciones producidas por el huracán Otto y Afectaciones producidas por el incendio. Managua, Nicaragua.
- Chavarría-Duriaux, L., Hille, D., & R. D. (2018). Birds of Nicaragua: A Field Guide (Zona Tropical Publications). Nicaragua.
- Chavarría-Duriaux, L., Martínez Sánchez, J. C., & Muñoz, F. J. (2015). Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales y la Alianza para las Áreas Silvestres: Primera Guía Ilustrada de Aves de Nicaragua identifica 757 especies. Managua, Nicaragua.
- Chesser, R. T. et al. (2017). Fifty-eighth supplement to the American Ornithological Society's Check-list of North American Birds. The Auk 134 PP. 751-773.
- Chesser, R. T. et al. (2018). Fifty-nine supplement to the American Ornithological Society's Check-list of North and Middle American Birds. The Auk 134 PP. 751-773.

- CITES. (2010). Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Listados actualizados de las especies de flora y fauna incluidas en los Apéndices de la CITES, distribuidas en Centroamérica y República Dominicana.
- CONABIO. (2012). (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, The Cornell Lab of Ornithology (Laboratorio de Ornitología de la Universidad de Cornell). Iniciativa para la Conservación de las Aves de América del Norte (NABCI-México). México, México.
- CONABIO. (2012). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Manual para monitores comunitarios de aves. Iniciativa para la Conservación de las Aves de América del Norte-(NABCI-México) . México .
- Denis, D., Mugica, L., Jiménez, A., & Rodríguez, A. (2006). Aves acuáticas en los humedales de Cuba. Capítulo II. pp: 26-45: Las aves acuáticas. Ed. Científico-Técnica. La Habana, Cuba.
- El Nuevo Diario. (2018). Nuevo libro destaca 763 especies de aves en Nicaragua. El nuevo diario, Kilómetro 4 Carretera Norte. Managua, Nicaragua. [web@elnuevodiario.com.ni](http://web@elnuevodiario.com.ni). Informe de Periódico, Sociedad Interamericana de Prensa, Managua, Nicaragua.
- El Nuevo Diario. (2018). Tema del día: 763 especies de aves existen en Nicaragua. <https://www.elnuevodiario.com.ni/nacionales/454082-763-especies-aves-existen-nicaragua/>. Informe de periodico, Sociedad Interamericana de Prensa, Managua, Nicaragua.
- Enndy J. González Parejo, D. T. (2015). Diversidad y uso de coberturas de aves asociadas al sector de Puerto Velero, Tubará-Atlántico, Colombia. Tesis de maestría, Tubará, Colombia.
- FUNDACIÓN DEL RÍO. (2018). (Fundación para la Conservación y el Desarrollo del Sureste de Nicaragua). Movimiento Ambientalista por Indio Maíz. Boletín Informativo Campaña Salvemos la Reserva Indio Maíz en el Sureste de Nicaragua, Junio mes del Medio Ambiente. Rio San Juan, Nicaragua.
- FUNDAR. (2002). Expedición Científica a la Reserva Biológica Indio Maíz: Estableciendo la base científico-técnica para el Plan de Manejo. Propiedad de la Secretaría Ejecutiva de la Reserva de la Biosfera de Nicaragua (MARENA) y la Fundación Amigos del Río San Juan. Informe Técnico de uso restringido, Managua, Nicaragua.
- FUNDAR. (2004). Plan de Manejo Reserva Biológica Indio Maíz Período 2005-2010. Realizado por FUNDAR con el apoyo de Critical Ecosystem Partnership Fund (CEPF),. Managua, Nicaragua.
- Garrigues, R., Araya-Salas, M., Camacho-Varela, P., Montoya, M., Obando-Calderón, G., & Ramírez-Alán, O. (2016). Comité de Especies Raras y Registros Ornitológicos (Comité Científico-AOCR). Lista oficial de las aves de Costa Rica 2016-2017. Zeledonia 20-2. Boletín de la Asociación Ornitológica de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- González García, F. (2010). Capítulo 4: Métodos para contar aves terrestres, Conceptos generales. Fauna silvestre de México: uso, manejo y legislación. México.

- Granados-Sánchez, D., Hernández-García, M. Á., & López-Ríos, G. F. (2006). Ecología de las zonas ribereñas. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carr. México-Texcoco. Chapingo, Estado de México. C. P. 56230. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 12(1): 55-69, Pag. 55-56.
- Hiram González , A., Pérez Hernández, A., Estrada Piñero, F., & López Michelena, A. (2017). Capítulo 20: Aves Terrestres. Instituto de Ecología y Sistemática. Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales. La Habana, Cuba.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. (2000). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Métodos para el análisis de datos: Tratamiento de los datos: cómo estimar la diversidad alfa y beta, una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad. Bogotá, Colombia.
- Jané, E., Guallar, S., & Bonney, T. (2014). Mirando Aves en Nicaragua. Managua, Nicaragua.
- Knapp, D., & Will, T. (2008). Birdsounds of Nicaragua. CD-mp3.
- Lacayo Dávila, I. J. (2007). Caracterización espacial y temporal de la avifauna diurna del Parque Ecológico Municipal Humedales de Mahogany, Bluefields-Rama, RAAS, Nicaragua, 2007. Monografía para optar a la licenciatura en Biología Marina, Bluefields Indian & Caribbean University (BICU), RAAS, Bluefields.
- MARENA. (2017). Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. Resolución Ministerial N° 02.01.2017. Managua, Nicaragua.
- MARENA. (2018). Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. Resolución Ministerial N° 22.02.2018. Managua, Nicaragua.
- Martínez Salinas, A., DeClerck, F., Florian, E., & Estrada, N. (2002). Manual de Técnicas para la Identificación de Aves Silvestres. Programa Monitoreo de Aves-PMA Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE. Managua, Nicaragua.
- Martínez Sánchez, J. C., Chavarría-Duriaux, L., & Muñoz, F. J. (2014). A Guide to the Birds of Nicaragua: Una guía de Aves. Managua, Nicaragua.
- Mera-Ortiz, G., Ruiz-Campos, G., Gómez-González, A. E., & Velázquez-Velázquez, E. (2016). Composición y abundancia estacional de aves acuáticas en tres paisajes de la laguna Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas. (B. M. Valcárcel, Ed.) Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología.
- Munguía López., B. A., & Reyes Pérez, B. M. (2013). Determinación de la diversidad de aves en la Reserva Natural Estero e Isla Juan Venado, sector Las Peñitas, León; Nicaragua. Tesis para Optar al Título de Licenciado en Biología, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-León) Facultad de Ciencias y Tecnología, Departamento de Biología, León, Nicaragua.
- Pineda Diez de Bonilla, E. (2009). Establecimiento y análisis de información de monitoreo biológico, estrategia integral para el establecimiento y análisis de información de monitoreo biológico.

- Quesada Murillo, A. (2018). Lista preliminar de las aves de Rio Indio y Zona Núcleo, Reserva Biológica Indio-Maíz, Nicaragua. Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica. Informe de Investigación.
- Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., DeSante, D. F., & Milá, B. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany,CA: Pacific Southwest Research Station, USDA Forest Service. Department of Agriculture, 46 p. United States.
- Reyes Hernández. F. (2000). Universidad Autónoma de Nuevo León-Facultad de Ciencias Forestales: Diversidad de Aves residentes y migratorias presentes en tres tipos de vegetación en el sureste de Nuevo León, México. Tesis de Maestría en Ciencias Forestales, Linares Nuevo León, México.
- Rodríguez-Arias, C., & Guido Granados, I. (2017). Diversidad y abundancia de aves de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes y su área de amortiguamiento, Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Saldaña, O. (2017). Curso Técnicas de Campo para el Monitoreo de Fauna y su Hábitat en el Centro de Transferencia Agroforestal (CeTAF). Bluefields, Nicaragua.
- SEO/BirdLife International. (2010). El ejemplo de las aves ligadas al agua. ¿Cómo utilizan las aves el agua?. La directiva Marco del agua y la conservación de los humedales y los espacios de la Red Natura 2000. España.
- Sphynx, P. (2015). Taxonomía de las aves. Obtenido de <https://aves.paradais-sphynx.com/temas/taxonomia.htm>
- Tamayo Guerrero, A. (2015). Estepona Natural: Aves terrestres y acuáticas. Grupo Local SEO\_Málaga. "Lista de las Aves de la Provincia de Málaga" (SEO/Birdlife, 2007). Málaga-España.
- Torres, R., & Michelutti, P. (2006). Capítulo 14: Aves acuáticas. En: Bañados del río Dulce y Laguna Mar Chiquita (Córdoba, Argentina) (ed. Bucher E.H.), pp. 237-249 Academia Nacional de Ciencias. Córdoba, Argentina.
- Universidad de la República Uruguay. (2007). Clase aves–Biología Animal, Lic Gestión Ambiental y CIO: Características básicas, Origen, Forma y función, Taxonomía (uso de clave y guías de identificación). Centro Universitario de la Región Este. Uruguay.
- Vázquez, G., García-Franco, J., Castillo, G., Escobar, F., Guillen, A., Martínez, M. L., y otros. (2015). Ecosistemas ribereños en un paisaje fragmentado. CONABIO. Biodiversitas, 119:7-11. México, México.



**Algunas especies de avifauna encontradas en el sitio de estudio**

Fotografías de Alejandro Quesada Murillo, Febrero del 2018.



Espiguero Variable (*Sporophila corvina*)



Güis Común (*Pitangus sulphuratus*)



Martín Pescador Collarejo (*Megaceryle torquata*)



Loro Gorgiblanco (*Pionus senilis*)



Zanate Grande (*Quiscalus mexicanus*)



Tortolita Rojiza (*Columbina talpacoti*)



Halcón Peregrino (*Falco peregrinus*)



Oropéndola Mayor (*Psarocolius montezuma*)



Zopilote Negro (*Coragyps atratus*)



Martín Pescador Verde (*Chloroceryle americana*)



Buco Cariblanco (*Monasa morphoeus*)



Lapa Roja (*Ara macao*)



Lapa Verde Mayor (*Ara ambiguus*)



Guardabarranco Piquiancho (*Electron carinatum*)



Guardabarranco Canelo Menor (*Electron platyrhynchum*)



Pava Crestada (*Penelope purpurascens*)



Águila Pescadora (*Pandion haliaetus*)



Plañidera Rojiza (*Rhytipterna holerythra*)

### **Fotografías del área de estudio**

Fotografías del área de estudio por Ivania Andrea Cornejo en el año 2017, Jossely Flores en el año 2018 y Otto Mejía en el año 2018.



Vista aérea que demuestra los impactos del huracan Otto sobre el ecosistema de bosque húmedo tropical de la RBIM, Foto: Ivania Cornejo, Febrero 18 del 2017.



Zona alta de Rio Indio: se observan ecosistemas ribereños. Foto: Jossely Flores, Mayo 24 del 2018.



Zona alta de Rio Indio: ecosistemas ribereños y sitios rocosos. Se observa el bosque regenerado en las orillas del rio. Fotos: Jossely Flores, Mayo 24 del 2018.



Zona alta de Rio Indio: se observa ecosistemas ribereños, sitios rocosos y regeneración natural del bosque húmedo tropical. Foto: Jossely Flores, Mayo 24 del 2018.



Zona alta de Rio Indio: Caño La Guinea. Se observa el ecosistema de bosque afectada por el huracan Otto. Foto: Ivania Cornejo, Febrero 18 del 2017.



Zona media de Rio Indio: se observa la existencia de agroecosistemas. Foto: Ivania Cornejo, Febrero 18 del 2017.



Zona baja de Rio Indio: se observa el dominio de ecosistemas de humedales pero afectada por huracan Otto. Foto: Ivania Cornejo, Febrero 18 del 2017.



Impactos del huracan Otto e incendio forestal en la zona baja o zonas de humedales de Rio Indio. Fotos: Otto Mejía, Julio 9 del 2018.





Impactos del huracan Otto e incendio forestal en la zona baja o zonas de humedales de Rio Indio. Foto superior: se observa la regeneración natural de la cobertura boscosa y bosque de palma en la zona baja de Rio Indio. Fotos: Otto Mejía, Julio 9 del 2018. Foto inferior: orilla de la zona baja de Rio Indio quemada por incendio.

