

**ASPECTOS ECOLÓGICOS DE LA TINGUA BOGOTANA (*Rallus semiplumbeus*) Y LA TINGUA MOTEADA (*Porphyriops melanops bogotensis*)  
(AVES: Rallidae) EN EL HUMEDAL LA FLORIDA, CUNDINAMARCA:  
COLOMBIA**

**SEBASTIÁN AGUADO CASTAÑO**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:  
Licenciado en Biología.**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
BOGOTÁ, D. C.  
2020**

**ASPECTOS ECOLÓGICOS DE LA TINGUA BOGOTANA (*Rallus semiplumbeus*) Y LA TINGUA MOTEADA (*Porphyriops melanops bogotensis*)  
(AVES: Rallidae) EN EL HUMEDAL DE LA FLORIDA, CUNDINAMARCA:  
COLOMBIA**

**SEBASTIÁN AGUADO CASTAÑO**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:  
Licenciado en Biología.**

**GRUPO DE INVESTIGACIÓN: CASCADA  
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: La Ecología en la Educación Colombiana**

**DIRECTORA  
M. Sc. IBETH DELGADILLO RODRÍGUEZ**

**CODIRECTOR  
Lic. DAVID RICARDO RODRÍGUEZ VILLAMIL**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
BOGOTÁ, D. C.  
2020**

“También sabemos qué cruel  
es a menudo la verdad,  
y nos preguntamos si el engaño  
no es más consolador”

Henry Poincaré, 1854-1912

*A mis padres, María Nubia y Oswaldo, que ha sido la estructura vertebral en mis proyectos educativos, pues sus afectos y consejos, han sido guías en las dificultades más abyectas. A mi hermana, María Fernanda, su figura de perseverancia ha sido una constante en mi vida. A mis sobrinos, Santiago y Alejandro, que han sido la fuente de reflexiones y acciones frente a la educación en el contexto colombiano.*

*Finalmente, dedico estas últimas líneas a lo que sería la mayor inspiración para ser profesor: Isaac Asimov. Sus libros de divulgación científica y de ciencia ficción, que conocí alrededor de los 15 años, me introdujeron paulatinamente en el mundo de las preguntas, hasta el punto de plantearme qué significa educación, educar, enseñar y aprender a pensar. Asimismo, su libro titulado ‘Introducción a la ciencia’, fue una de las principales causas en interesarme en el fascinante mundo de la biología. Fue a partir de esto, donde encontré la convergencia de conocer e investigar en los diversos aspectos de la biología, pero también articularlo con la educación local y en contexto. El conocimiento no se debe quedar en los anaqueles de una biblioteca, debe proyectarse a la población.*

# AGRADECIMIENTOS

A mis padres, María Nubia y Oswaldo, el cual su apoyo ha sido incondicional en los diferentes aspectos de mi formación académica, científica y pedagógica. A mi hermana, por sus consejos y muestra de perseverancia ante las dificultades. A mis sobrinos que, con su inocencia y naturaleza que se caracteriza en la niñez, han sido fuente de profundas conmociones reflexivas en aras de pensar una mejor educación en Colombia.

A mi directora, Ibeth Delgadillo Rodríguez, que siempre creyó en mí y en las ideas planteadas en esta tesis. Igualmente, debo agradecer infinitamente por su paciencia y palabras en medio de algunas dificultades que se presentaron durante esta tesis. Para finalizar, debo reconocer que sus motivaciones y reflexiones en torno a la educación, son una fuente de inspiración para mí y mi ejercicio como profesor en un futuro.

A mi codirector, David Ricardo Villamil Rodríguez que, con sus conocimientos y las investigaciones que ha realizado en relación con la ornitología, han sido claves en la estructuración y análisis de los resultados que se hallaron en la presente tesis.

Al profesor, Henry David Benítez Castañeda, que desde el principio me apoyó con documentación y recomendaciones importantes para la estructuración y análisis de la presente investigación.

A mi novia, Adriana Marcela Moyano Salazar, quien, desde un principio, siempre fue un apoyo a mis intereses intelectuales, académicos y educativos; asimismo, su confianza y consejos fueron timón en momentos de duda e incertidumbre.

A mis compañeros Juan Carlos Morales, Juan Carlos Castro, Brahian Sierra, Ricardo Yolanis Ibarguen, Jeison Cárdenas, Eliana Medina, Lorena Ojeda, Danna Piraquive y Sandra Franco, que, a través de distintas experiencias educativas y académicas, fueron importantes en el transcurrir de mi formación académica en la Universidad Pedagógica Nacional.

A la memoria de Érika Laidiny Jiménez, su tenacidad fue mucho más grande ante la tempestad que la asoló. Su sonrisa fue la mayor constante ante la adversidad. Un abrazo póstumo, Érika.

A la Universidad Pedagógica Nacional, especialmente al Departamento de Biología, los cuales fueron pilares en la configuración de nuevos saberes, actitudes y reflexiones sobre la biología y su enseñanza según el contexto educativo colombiano. El arte de enseñar y aprender de la biodiversidad de nuestro país, ha sido la mejor premisa que he tenido.

# CONTENIDO

1.	Introducción .....	1
2.	Planteamiento del problema .....	4
3.	Justificación .....	6
4.	Objetivos .....	8
4.1.	Objetivo general .....	8
4.2.	Objetivos específicos .....	8
5.	Antecedentes.....	9
5.1.	Aves Acuáticas de Colombia.....	9
5.2.	Aves Acuáticas Bioindicadoras .....	11
5.3.	Aves Acuáticas de los Humedales de Bogotá .....	13
5.4.	Conservación de aves acuáticas endémicas .....	14
5.4.1.	Tingua Moteada ( <i>Porphyriops melanops bogotensis</i> ).....	14
5.4.2.	Tingua Bogotana ( <i>Rallus semiplumbeus</i> ) .....	17
5.5.	Material Educativo.....	18
6.	Marco Teórico.....	21
6.1.	Ecología del comportamiento.....	21
6.2.	Tingua Bogotana ( <i>Rallus semiplumbeus</i> ).....	23
6.3.	Tingua Moteada ( <i>Porphyriops melanops bogotensis</i> ) .....	25
6.4.	Aves Bioindicadores.....	28
6.5.	Hábitat.....	29
6.6.	Características de los humedales .....	31
6.6.1.	Unidad de Paisaje.....	32
6.7.	Material educativo .....	33
7.	Marco metodológico .....	37
7.1.	Área de estudio .....	37
7.2.	Métodos .....	38
7.2.1.	Etapas: Caracterización del hábitat de las dos especies.....	38

7.2.2.	Etapa dos: Contraste de hábitos de las dos especies .....	40
7.2.3.	Etapa tres: material educativo de las dos especies .....	42
8.	Resultados y análisis de resultados .....	44
8.1.	Caracterización y unidades del paisaje .....	44
8.2.	Hábitos comportamentales de las dos especies .....	52
8.2.1.	Hábitos de <i>Rallus semiplumbeus</i> .....	52
8.2.2.	Hábitos de <i>Porphyriops melanops bogotesis</i> .....	57
8.2.3.	Contraste de hábitos de las dos especies .....	62
8.2.4.	Observaciones de otras especies .....	65
8.3.	Material Educativo Digital.....	70
9.	Conclusiones .....	79
10.	Recomendaciones.....	82
11.	Bibliografía.....	83

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Prácticas que puede realizar un docente del área de biología. Tabla adaptada de Longhi y Riverosa (2015). .....	35
<b>Tabla 2.</b> Medios principales para el diseño de materiales educativos. Tabla adaptada de López (2006). .....	36
<b>Tabla 3.</b> Coordenadas de los Puntos Fijos dentro del Humedal La Florida. Fuente: Aguado, 2020. ....	42
<b>Tabla 4.</b> Hoja de anotaciones para las observaciones en campo. Fuente: Aguado, 2020 (Este estudio). ....	42
<b>Tabla 5:</b> Unidades de paisaje presentes en el Humedal La Florida con sus respectivos componentes vegetales. Fuente: Aguado, 2020. ....	45
<b>Tabla 6:</b> Valores medios sobre variables ambientales como la temperatura (°C), la humedad relativa (%) y el brillo solar (lux) en el Humedal La Florida. Fuente: Aguado, 2020. ....	48
<b>Tabla 7:</b> Registros de actividades de <i>R. semiplumbeus</i> en las unidades de paisaje y componentes vegetales identificados en el Humedal La Florida. Fuente: Aguado, 2020. ....	53
<b>Tabla 8:</b> Registros de actividades de <i>P. m. bogotensis</i> en las unidades de paisaje y componentes vegetales identificados en el Humedal La Florida. Fuente: Aguado, 2020. ....	59
<b>Tabla 9:</b> Cantidad total de actividades registradas de <i>Rallus semiplumbeus</i> y <i>Porphyriops</i> .....	62
<b>Tabla 10:</b> Registro de aves acuáticas en el Humedal La Florida durante los meses de julio hasta noviembre de 2019, y de febrero hasta marzo de 2020. Fuente: Aguado, 2020. ....	66
<b>Tabla 11:</b> Artículos, documentos y tesis en relación con la distribución, biología alimentaria y ecología comportamental de <i>Rallus semiplumbeus</i> . Fuente: Aguado (2020), a partir de los autores citados. ....	73
<b>Tabla 12:</b> Artículos, documentos y tesis en relación con la distribución, biología alimentaria y ecología comportamental de <i>Porphyriops melanops bogotensis</i> . Fuente: Aguado, (2020), a partir de los autores citados. ....	75



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Fotografía de <i>Rallus semiplumbeus</i> . Cortesía de Sergio Andrés Collazos-González. ....	23
<b>Figura 2.</b> Distribución geográfica de <i>R. semiplumbeus</i> . Fuente: Ayerbe-Quiñones, 2018. ....	24
<b>Figura 3.</b> Fotografía de <i>Porphyriops melanops bogotensis</i> . Cortesía de David Ricardo Rodríguez Villamil. ....	26
<b>Figura 4.</b> Distribución geográfica de <i>P. m. bogotensis</i> . Fuente: Ayerbe-Quiñones, 2018. ....	27
<b>Figura 5.</b> Humedal La Florida ubicado en las coordenadas 4° 5´ norte y 74° 10´ oeste, municipio de Funza, Cundinamarca. Fuente: Gobernación de Cundinamarca, Alcaldía de Funza y Google Earth, 2020. ....	38
<b>Figura 6.</b> Mapa de los puntos fijos de observación. Fuente: Google Earth, 2020. ....	41
<b>Figura 7:</b> Unidades de paisaje en el Humedal La Florida. ....	46
<b>Figura 8:</b> Humedal La Florida, A) Unidad de paisaje 2; B) Unidad de paisaje 5; C) Unidad de paisaje 7; D) Unidad de paisaje 8 (Elaboración propia). ....	47
<b>Figura 9:</b> Distribución de la temperatura en los meses de estudio que se llevaron a cabo en el Humedal La Florida. ....	48
<b>Figura 10:</b> Distribución del brillo solar registrado en los meses de estudio que se llevaron a cabo en el Humedal La Florida. ....	49
<b>Figura 11:</b> Cantidad de registros de actividades por unidad de paisaje en el Humedal La Florida. ....	54
<b>Figura 12:</b> Porcentaje sobre el uso del componente vegetal de <i>R. Semiplumbeus</i> ; J: juncales, EN: Eneas, VF: Vegetación flotante, VE: Vegetación Emergente, TF: Tapete flotante. ....	55
<b>Figura 13:</b> Perros ferales en la unidad de paisaje 2 persiguiendo un individuo de la especie <i>R. semiplumbeus</i> . (Elaboración propia). ....	55
<b>Figura 14:</b> <i>Porphyriops melanops bogotensis</i> acicalándose en la unidad de paisaje 2 (Elaboración propia). ....	58
<b>Figura 15:</b> Cantidad de registros de actividades de <i>P.m. bogotensis</i> por unidad de paisaje. ....	59

<b>Figura 16:</b> Porcentaje de uso de hábitat por componente vegetal de <i>P.m. bogotensis</i> en el Humedal La Florida; J: juncales, EN: Eneas, VF: Vegetación flotante, VE: Vegetación Emergente, TF: Tapete flotante.....	60
<b>Figura 17:</b> Suma de las observaciones de las especies <i>R. semiplumbeus</i> y <i>P.m. bogotensis</i> en relación con los componentes vegetales identificados.....	63
<b>Figura 18:</b> Porcentaje del uso de componente vegetal por <i>R. semiplumbeus</i> y <i>P. m. bogotensis</i> .....	64
<b>Figura 19:</b> Aves acuáticas observadas en el Humedal La Florida, A) <i>Oxyura jamaicensis</i> ; B) <i>Phimosus infuscatus</i> ; C) <i>Butorides striata</i> ; D) <i>Chrysomus icterocephalus bogotensis</i> ; E) <i>Cavia anolaimae</i> (Elaboración propia).....	67
<b>Figura 20:</b> Riqueza de aves acuáticas observadas en unidades de paisaje donde se presenciaron actividades de <i>R. semiplumbeus</i> y <i>P.m. bogotensis</i> .....	68

# 1. Introducción

Debido a su posición geográfica y condiciones climatológicas, Colombia se caracteriza por poseer diversas y complejas formas de vida que se dan en diferentes clases de biomas, todo ello ocurre en una superficie muy delimitada a comparación de otros países; por ejemplo: a pesar de que Colombia representa un 0,8% en la superficie del planeta, lo cierto es que alberga el 15% de formas biológicas de la Tierra (Franco et al., 2009).

Dentro del porcentaje de formas biológicas que representa Colombia ante el resto del mundo, en cuanto a las aves, el país alberga a más de 1900 especies de aves, lo que representa cerca del 60% de aves presentes en el continente suramericano y cerca del 20% del total de especies de aves descritas en el ámbito global ante el mundo (Hilty & Brown, 1986; Restall et al., 2007; Ayerbe-Quiñones, 2018). De aquellos números que dan cuenta de la enorme riqueza de aves en el país, vale la pena mencionar que, en el Altiplano Cundiboyacense, existen registros de al menos 200 especies, teniendo en cuenta las residentes, migratorias y estacionales (ABO, 2000; Londoño, 2000).

De acuerdo con la información e ilustraciones proporcionadas en las guías de aves de ABO (2000), McMullan (2018) y Ayerbe (2018), en el Altiplano Cundiboyacense se pueden hallar especies endémicas como *Cistothorus apolinari*, *Muscisaxicola maculirostris*, *Pseudocolopteryx acutipennis*, *Synallaxis subpudica*, *Chrysomus icterocephalus bogotensis*, *Ixobrychus exilis bogotensis*, *Oxyura jamaicensis andina*, *Eremophila alpestris peregrina* y *Asio flammeus bogotensis*. Dentro de las especies mencionadas, algunas de ellas se encuentran en algún grado de estado vulnerable, como son *C. apolinari*, *M. maculirostris*, *P. acutipennis* y *E. a. peregrina*

No obstante, falta por mencionar dos especies endémicas importantes del Altiplano Cundiboyacense, que se encuentran en la categoría de “En Peligro Crítico” (IUCN, 2018): *Rallus semiplumbeus* y *Porphyriops melanops bogotensis*. Las poblaciones de estas especies han disminuido paulatinamente a razón de que, sus hábitats naturales como los humedales y lagunas han sido afectados debido a las dinámicas humanas como los desechos orgánicos, construcciones legales e ilegales, introducción de especies exóticas que afectan las dinámicas del ecosistema,

depósitos de aguas residuales e industriales, entre otros. Estos factores perjudiciales para la estructura y composición de la avifauna de los humedales se pueden observar específicamente en el Humedal La Florida, el cual alberga alrededor de 90 a 95 especies de esta clase de vertebrados, de las cuales se tiene registro de *R. semiplumbeus* y *P.m. bogotensis* (PMA, 2009).

Las dos especies endémicas mencionadas previamente, carecen de información actual como abundancia y el estado actual de sus poblaciones. No obstante, se han encontrado, en pequeñas cantidades, investigaciones acerca de las interacciones, comportamientos, dieta, etc., en su hábitat inmediato. Por ende, este trabajo tiene como objetivo describir y analizar la abundancia y hábitat funcional de las especies *R. semiplumbeus* y *P.m. bogotensis* en el Humedal La Florida, Colombia, contribuyendo de esta forma al conocimiento y conservación de estas dos especies de rálidos en el Altiplano Cundiboyacense.

Mediante la investigación que se realizó en campo, se observó que la especie, *R. semiplumbeus* tiene una gran actividad en zonas del hábitat donde predomina el componente vegetal juncoide, seguido por la vegetación emergente. Sus actividades por lo general se registraron en su gran mayoría, en el costado suroriental del Humedal La Florida. En relación con la especie, *P.m. bogotensis*, su actividad está relacionada estrechamente con la vegetación juncoide, pero también utiliza en la misma proporción la vegetación emergente y flotante. Aquí es necesario realizar control sobre los perros ferales que rondan el humedal, debido a que cazan constantemente individuos o invaden nidos de las especies de aves aquí mencionadas.

Como licenciado en biología, es importante realizar investigaciones de carácter disciplinar y educativos, conociendo de antemano las dinámicas de las especies locales y su hábitat, puesto que surgen dinámicas particulares allí que deben tenerse en cuenta al momento de implementar estrategias educativas. En este caso, fue primordial observar y registrar aspectos de la ecología comportamental y realizar un análisis sobre el uso del hábitat de las especies *R. semiplumbeus* y *P.m. bogotensis*, ya que son especies endémicas que se encuentran amenazadas y, para realizar proyectos educativos que giren en torno al conocimiento y medidas de conservación para estas especies, es fundamental esclarecer las actividades y patrones comportamentales de dichas especies. Por último, este tipo de estudios pueden ser ejemplares en lo que respecta la enseñanza de la ecología.

Por último, se debe mencionar que, debido a la pandemia de la enfermedad del coronavirus Covid-19, en Colombia a partir del mes de marzo de 2020, comenzaron los ciclos de cuarentena que se mantienen durante el año, por lo menos mientras se realizaba esta investigación. A razón de esto, no se logró el registro de todos los datos deseados acerca de estas dos especies en mención, por la imposibilidad de acceso al área de estudio. Sin embargo, esto no impidió el desarrollo de esta investigación y el respectivo análisis y reflexiones sobre los resultados obtenidos, complementando la información con la comparación documental realizada a partir de otros trabajos similares realizados previamente.

## 2. Planteamiento del problema

El Humedal La Florida, se encuentra ubicado en el municipio de Funza - Cundinamarca, tiene una extensión geográfica de 46.22 ha, aproximadamente. Esta dimensión, aparte de los factores ecológicos, propicia la diversidad biológica en lo que respecta a la flora y la fauna (Rosselli, 2011). No obstante, este cuerpo de agua ha sufrido cambios drásticos que perjudican la dinámica ecológica que caracteriza este lugar. Uno de esos tantos problemas se debe a que, dicho humedal, es receptor de aguas residuales, tanto de hogares como de empresas industriales y químicas; la contaminación hídrico-química se particulariza por contener minerales, como metales pesados y sales vertidas directamente (DANE, 2003). Achermann (2007) menciona a Kalisivska para justificar lo siguiente: “Los metales pesados repercuten en la disminución de poblaciones silvestres, ya que aumentan la mortalidad y disminuye la población” (Kalisivska et al., 2004).

De las tantas clases de organismos que habitan en este cuerpo de agua, sin duda uno de los grandes afectados ha sido el grupo de las aves. Según los registros que menciona el Plan de Manejo Ambiental (PMA, 2009), en el Humedal La Florida se han observado alrededor de 95 especies de aves, distribuidas en 23 familias. Una de las familias de aves más representativas son los Rálidos (Rallidae). De acuerdo con Navas (2002), esta familia de aves se caracteriza por ser de hábitos diurnos o crepusculares, donde su actividad se desarrolla principalmente en hábitats acuáticos o semiacuáticos. Dentro de esta familia de aves acuáticas, se hallan dos especies endémicas del Altiplano Cundiboyacense: *Rallus semiplumbeus* (rascón andino o tingua bogotana) y *Porphyriops melanops bogotensis* (tingua de pico verde).

De acuerdo con Rosselli et al (2016), la principal amenaza de *R. semiplumbeus*, es la disminución de su hábitat y en particular de los juncuales. Además de esto, los perros que habitan en los humedales de Bogotá son capaces de depredar y cazar, afectando la supervivencia de las aves que habitan en humedales y áreas abiertas. Otros factores de amenaza para las especies aquí estudiadas son la falta de información y desinterés por parte de los habitantes que contaminan y hacen uso incontrolado del agua donde habita *R. semiplumbeus*; en consecuencia, se estima una disminución continua en cuanto a área de ocupación, extensión y calidad de hábitat y número de individuos maduros (Rosselli et al., 2016).

La situación de estas especies en mención es crítica, a causa de la colmatación del cuerpo de agua debido a la contaminación proveniente de desechos y escombros, pocas estrategias de conservación y monitoreo ambiental, reducción de hábitat apropiado para el ciclo de vida, entre otros factores. Existen estudios previos sobre los rálidos en aguas continentales en Colombia; no obstante, la información y análisis sobre *R. semiplumbeus* y *P.m. bogotensis*, es escasa comparándola con los estudios de otras especies de aves acuáticas en Colombia, y especialmente en los humedales de Bogotá.

En relación, a *P.m. bogotensis*, Rosselli et al (2016), detallan que las poblaciones de esta subespecie han descendido de manera preocupante, ya que se están observando pequeñas poblaciones incluso en grandes humedales (como el Humedal La Florida). Esta disminución, se debe principalmente a la contaminación y pérdida del hábitat como son los espejos de agua; el reemplazo de la vegetación acuática nativa (Pleustofítica y Helofítica) por otras de tipo foráneas, afectan la reproducción de las aves acuáticas porque perjudica la locomoción y la supervivencia misma. La destrucción de los humedales ha disminuido drásticamente las poblaciones de *P. m. bogotensis*; también se ha documentado la fragmentación de aquellos, por lo cual la especie califica en Peligro Crítico de Extinción en el ámbito nacional (Osbarh & Gómez, 2011; Rosselli et al., 2016). Además de estas situaciones críticas, la principal amenaza que enfrenta la especie en mención es la desaparición de vegetación acuática y la siembra de campos de cultivo y los potreros emergentes (Hernández & Andrade, 2006).

En el Humedal La Florida, se registraron alrededor de 54 parejas de *R. semiplumbeus* en el año 1992 (PMA, 2009); sin embargo, para el año 2000, se retiraron áreas de juncales (*Schoenoplectus californicus*), desalojando varias parejas de su hábitat preferido para la reproducción (PMA, 2009). Para el caso de *P.m. bogotensis*, en la década de 1990, esta especie fue erradicada debido al uso de herbicidas para el control poblacional de los buchones de agua (*Eichhornia crassipes*) (PMA, 2009). Igualmente, la población de estas dos especies en estudio se ve afectada por la actividad canina que se haya en los límites del humedal, ya que cazan los nidos perjudicando la dinámica reproductiva y poblacional de esta clase de rálidos.

A partir de lo anterior, se plantea como pregunta de investigación: ¿Cómo aportar al conocimiento de las especies endémicas y amenazadas *Rallus semiplumbeus* y *Porphyriops melanops bogotensis*, mediante el estudio de aspectos comportamentales y de paisaje en el humedal La Florida

### 3. Justificación

Bogotá tiene registrado alrededor de 188 especies de aves en los humedales, de las cuales se encuentran *R. semiplumbeus* y *P.m. bogotensis* (Chaparro & Ochoa, 2015). Se han realizado distintos estudios acerca de la distribución, abundancia, ensamblaje y riqueza para distintos grupos de aves. Sin embargo, el estudio de aves acuáticas, especialmente aquellas que habitan en los humedales, son inferiores en comparación al resto de tipos de estudios, aún más en lo que respecta al estudio y análisis comportamental de aves acuáticas en su hábitat.

Para el caso de las especies en mención, los datos sobre sus comportamientos, anidación, reproducción, dieta, etc., son escasos. Esto dificulta realizar procesos de conservación efectiva a especies que se encuentran en algún grado de peligro, ya que no se conocen con fidelidad los requerimientos ecológicos de estas especies. El estudio del comportamiento y su reproducción es importante para la correcta identificación de patrones de actividad, rasgos morfológicos, el desplazamiento, la alimentación, el canto y otros sonidos (Moreno, 2006).

Para realizar procesos de conservación efectiva con animales que se encuentran amenazados, es importante conocer sus comportamientos, zonas de anidación y refugio -para el caso de las aves acuáticas tratadas aquí-, alimentación, cortejo, entre otros. Sampedro (2016) menciona que, para lograr una mayor efectividad en la conservación de algún animal en el que su tasa de reproducción ha disminuido debido a la fragmentación del paisaje, es importante realizar estudios de la conducta animal en su hábitat natural, con la finalidad de aportar soluciones teóricas y prácticas de conservación.

Ante la continua fragmentación del paisaje, aumento de vertimientos y desechos en los cuerpos de agua, invasión de hábitat por cuenta de especies exóticas y la depredación, entre otros factores, la población y el patrón de actividad de las especies *R. semiplumbeus* y *P.m. bogotensis* se ven alterados drásticamente.

Las tinguas *R. semiplumbeus*, y *P.m. bogotensis* son especies que se encuentran en el grado de amenaza En Peligro (EN) (Renjifo et al., 2016; BirdLife, 2016). Aparte



de las causas que se mencionaron previamente, también cabe resaltar que son escasos los estudios que se relacionan con las especies tratadas aquí. Existen referencias muy breves acerca del comportamiento, reproducción y desarrollo de estas especies, pero son pocos los estudios acerca de la ecología comportamental y abundancia de esta clase de aves acuáticas.

Además de lo anterior, éstas son aves bioindicadoras que sirven para la determinación del estado de un hábitat acuático (Estrada & Soler, 2014); a partir de esto, es importante analizar su comportamiento en relación con el paisaje, ya que las especies de aves mencionadas son frágiles ante la fragmentación de sus hábitats, lo cual son irremplazables y deben generarse procesos de conservación y educación para mantener la biodiversidad endémica del Altiplano Cundiboyacense.

Por ende, este trabajo de investigación radica su importancia en conocer aspectos comportamentales de estas dos especies de rálidos que son endémicas y se encuentran amenazadas, con la finalidad de aportar al conocimiento de las aves acuáticas de Colombia y lograr procesos de conservación a través de los datos e información que se obtuvieron mediante la observación e indagación en campo en el Humedal La Florida.

## 4. Objetivos

### 4.1. Objetivo general

Analizar aspectos ecológicos de las especies *Rallus semiplumbeus* y *Porphyriops melanops bogotensis* en el Humedal La Florida, Bogotá – Colombia, a partir de la relación entre características del paisaje y los hábitos comportamentales de estas tinguas.

### 4.2. Objetivos específicos

- Caracterizar el uso de hábitat de *R. semiplumbeus* y *P. m. bogotensis*, a partir de las unidades y componentes de paisaje en el Humedal La Florida.
- Contrastar los hábitos comportamentales de *R. semiplumbeus* y *P. m. bogotensis* entre los estudios realizados con anterioridad y los datos obtenidos en campo.
- Diseñar un material educativo digital que permita el reconocimiento de *Rallus semiplumbeus* y *Porphyriops melanops bogotensis* en el Humedal La Florida.

## 5. Antecedentes

Para el desarrollo del trabajo de grado, se tuvieron en cuenta antecedentes nacionales e internacionales que dan cuenta del estado actual de las aves acuáticas de Colombia, las aves acuáticas como bioindicadores de ecosistemas, la importancia de los humedales para la conservación de las aves acuáticas endémicas del Altiplano Cundiboyacense y, por último, aspectos ecológicos y de la distribución de la Tingua Bogotana (*Rallus semiplumbeus*) y la Tingua Moteada (*Porphyriops melanops bogotensis*).

### 5.1. Aves Acuáticas de Colombia

Renjifo y Amaya (2017) investigaron el estado actual de las aves en Colombia; como objetivo principal, se plantearon analizar las listas y libros rojos de aves en Colombia, en cuanto al sistema de evaluación, métodos y la composición de la especie. Se encontró que, al comparar las evaluaciones del estado de las aves entre el año 2002 y 2016, la proporción de especies que estaban bajo un marco de amenaza (Criterio A), ha disminuido; sin embargo, se ha observado que ciertas poblaciones de especies han ido en declive. La agricultura, la ganadería, la cacería y el tráfico ilegal, así como los cultivos ilícitos, son las amenazas directas más significativas actualmente. Como conclusión, los autores sugieren que, más allá de las acciones agropecuarias, petroleras, mineras, etc., la principal amenaza para la diversidad de las aves es el control del Estado sobre el territorio.

Este estudio, si bien no tiene como interés principal el análisis y el estado actual de las aves que se van a tratar en este trabajo, lo cierto es que brinda un panorama sobre cuáles son las principales actividades o acciones que perjudican a las aves. Estos hechos se pueden extrapolar a las circunstancias que se pueden observar en el Humedal La Florida y sus respectivos incidentes en las especies como *R. semiplumbeus* y *P.m. bogotensis*.

La Red Nacional de Observadores de Aves (RNOA), a cargo de Zamudio y Cifuentes (2013), recopilaron los registros de aves acuáticas entre el año 2002 y 2011, dentro del marco de Censo Neotropical de Aves Acuáticas (CNAA). Se

obtuvieron un total de 11.250 registros, pertenecientes a 177 especies de 38 familias, en 226 localidades de 23 departamentos censados. De acuerdo con los resultados obtenidos, se encontraron 16 órdenes de aves acuáticas, que son las siguientes: Accipitriformes, Anseriformes, Charadriiformes, Ciconiiformes, Coraciiformes, Cuculiformes, Eurypygiformes, Gruiformes, Opisthocomiformes, Passeriformes, Pelecaniformes, Phaethontiformes, Phoenicopteriformes, Podicipediformes, Procellariiformes y Suliformes. Gracias a estos esfuerzos de muestreo durante 10 años, el CNAA ha enriquecido la información poblacional sobre las aves acuáticas en más del 65% del territorio colombiano y, de forma global, a las investigaciones de las aves acuáticas del Neotrópico.

Bajo el mismo marco del CNAA, Murillo, J. y Murillo, R (2007), realizaron censos en tres ocasiones en cuatro humedales (dos urbanos y dos sub-urbanos) en el municipio de Villavicencio, y en un humedal sub-urbano en el municipio de Granada. Como resultado, en el primer censo, se obtuvieron 1772 registros de especies acuáticas, pertenecientes a 44 especies de 21 familias; en el segundo censo, se obtuvieron 26 especies y 12 familias; en el tercer censo, se registraron 40 especies y 18 familias; por último, en el cuarto censo, se obtuvieron 25 especies y 14 familias. Independientemente de las especies representativas durante los censos, los autores concluyen que, este tipo de actividades e investigaciones, contribuyen a monitorear las comunidades de aves en diferentes épocas climáticas y en la sensibilización de los pobladores locales; asimismo, esto contribuye al conocimiento y conservación de los humedales urbanos y sub-urbanos. Este tipo de investigaciones son importantes para conocer, analizar y conservar un territorio en particular, con el objetivo de garantizar procesos de conservación de las especies locales y endémicas que se encuentran en peligro de extinción. Por ende, la relación de dicho antecedente con los lineamientos de este trabajo de grado es el de investigar las especies *R. semiplumbeus* y *P.m. bogotensis*, con la pretensión de aportar al estado de conocimiento de dichas especies y elaborar procesos de conservación.

Por otro lado, Naranjo y Bravo (2004), en su revisión de más de 300 artículos relacionados con la avifauna acuática de Colombia, hallaron que la actividad investigativa acerca de este grupo de aves surgió en el siglo XX, con escasa investigación comparándolo con la abundante información que se puede hallar acerca de las aves terrestres u otros tipos de animales vertebrados. Durante la década de los años 80's y parte de los 90's, la investigación de las aves acuáticas en Colombia, tuvo un gran apogeo, con un total de 150 referencias entre los años 1980 hasta el año 1999. Gracias a las investigaciones que se realizaron, se estipula

que existen alrededor de 256 especies de aves acuáticas agrupadas en 12 órdenes taxonómicos: Charadriiformes, Ciconiiformes, Gruiformes, Anseriformes; en el caso del orden Passeriformes, se hallaron las siguientes familias: Furnariidae, Tyrannidae, Hirundinidae, Cinclidae, Emberizidae; Cuculiformes y Falconiformes. En la región Andina, se registraron 114 especies de aves acuáticas. Para finalizar, los autores concluyen que son exiguas las investigaciones acerca de la historia natural de las aves acuáticas en Colombia, por lo que hace un llamado al estudio y conservación de dichas especies que son, en su mayoría, bioindicadoras de un ecosistema acuático en particular. La importancia de dicha revisión bibliográfica acerca de las aves acuáticas en Colombia y los objetivos de este trabajo, converge en el particular hecho de que existen pocas investigaciones en relación con las aves acuáticas de la familia Rallidae, lo cual dificulta un poco la indagación teórica sobre las especies *R. semiplumbeus* y *P.m. bogotensis*. Una de las principales razones por la que no hay un gran número de estudios frente a las especies en mención, es debido a que parte de las investigaciones que se realizan, no se publican o se archivan en repositorios y bibliotecas, convirtiéndolos en “bibliografía gris”

## **5.2. Aves Acuáticas Bioindicadoras**

El trabajo de grado de Amparan (2000), tuvo como objetivo determinar el estado y composición de la avifauna acuática y sus hábitats en la Laguna de Zapotlán, Jalisco, México. La metodología que se llevó a cabo fue mediante la selección de estaciones de muestreo en la Laguna de Jalisco, donde se llevaron a cabo observaciones en lancha durante el año 1994 y 1995; cada mes se realizaba un muestreo, y para la caracterización del hábitat, se realizaba cada dos meses mediante la obtención de parámetros fisicoquímicos como temperatura, oxígeno, potencial de hidrógeno (pH), dureza, profundidad y transparencia. Se registró alrededor de 44 especies de aves acuáticas, distribuidas en 12 familias y 6 órdenes, teniendo mayor representación las familias Anatidae, Ardeidae y Scolopacidae; por otro lado, se halló que las características fisicoquímicas varían en cada estación de muestreo, reflejando una incidencia en la riqueza de las especies muestreadas. El autor confirma la hipótesis central de su estudio, que es la asociación significativa entre la riqueza de las especies de la comunidad acuática y los parámetros fisicoquímicos determinados y, asimismo, la relación entre los distintos microhábitats y la riqueza de las especies.

Si bien en esta tesis de investigación, no se desarrollaron bioindicadores en relación con las aves mencionadas, lo cierto es que dicho trabajo analiza la composición, abundancia y riqueza de las aves acuáticas según la calidad fisicoquímica del

cuerpo de agua. Es importante tener en cuenta estos factores en la tesis investigativa en desarrollo, pues si bien no se determinará los parámetros fisicoquímicos del cuerpo de agua del Humedal La Florida, se debe trazar una relación directa entre los niveles fisicoquímicos, la abundancia y riqueza de las aves acuáticas.

El estudio realizado por López et al. (2014), el cual tiene por objetivo analizar si las grullas (*Grus canadensis*) sirven como indicadores de riqueza de especies acuáticas para una rápida evaluación ambiental del humedal. Como resultado, se halló que *G. canadiensis* no presenta una correlación directa con la riqueza de especies acuáticas de los humedales. Sin embargo, se observó que existen variaciones en las comunidades de aves y un aumento de su riqueza donde están presentes las grullas. Al momento de realizar un análisis para la identificación de especies bioindicadoras, las grullas tienen un valor de 27.5 sobre un máximo de 32. Como conclusión, los autores proponen realizar estudios a largo plazo en el que se tenga como foco de atención la evaluación entre la relación de la especie *G. canadensis* y la abundancia de las aves acuáticas presentes en los humedales.

Si bien el objetivo de la presente tesis no es el de analizar las correlaciones que tienen la especie *R. semiplumbeus* y la *P.m. bogotensis* con la comunidad de aves del Humedal La Florida, lo cierto es que la importancia del estudio en mención en correspondencia con esta tesis es el hecho de establecer ciertos criterios para determinar la influencia que tiene un ave en particular en una comunidad de aves acuáticas en un ecosistema de humedal.

González (2015), en su trabajo de grado titulada *Tres especies de aves acuáticas como bioindicadores de la contaminación por metales pesados del Lago de Chapala*, realiza un estudio sobre la contaminación que existe en el Lago de Chapala, que es abastecido por el Río Lerma y que, sin embargo, recibe desechos industriales del estado de México, Querétaro y Guanajuato; se evaluó el impacto de metales pesados como Ag, As, Cd, Cr, Pb, Sr y Ti en plumas de tres especies locales de aves acuáticas, como son *Ardea alba*, *Egretta thula*, *Nycticorax nycticorax*. Como resultado, la *A. alba* presentó la mayor concentración de Pb ( $43.51 \text{ mg kg}^{-1}$ ) y de Cr ( $52.47 \text{ mg kg}^{-1}$ ) en el raquis de las plumas; por otro lado, en lo que respecta a los factores de Biota-Sedimento, las aves del Lago de Chapala presentaron acumulación de Ag, As, Cd, Cr, Pb, Sr y Ti. Para finalizar, la autora concluye que, las plumas de las aves estudiadas, demostraron ser una herramienta útil y no letal para el biomonitoreo de la contaminación por metales pesados del Lago de Chapala.

Esta investigación es de considerar dentro del desarrollo de esta tesis, puesto que confirma la relevancia que tiene las aves acuáticas como bioindicadores de un ecosistema en particular, sin necesidad de poner en riesgo las aves que se tengan como objeto de estudio. Además, como bien se puede constatar, este tipo de investigación sirve para indagar acerca de los diferentes contaminantes (metales pesados) que se pueden encontrar en los cuerpos de las aves acuáticas residentes.

### **5.3. Aves Acuáticas de los Humedales de Bogotá**

Benítez et al. (2004), en su investigación titulada '*Aspectos de la reproducción y el comportamiento de Podilymbus podiceps (Aves: Podicipedidae) en dos humedales de Bogotá, Colombia*', tuvo como objetivo registrar los patrones reproductivos y comportamentales de la especie *P. podiceps* en el Humedal Santa María del Lago y en el Humedal La Florida. Se realizaron observaciones durante septiembre del año 1999 hasta junio del año 2000; se utilizaron estaciones fijas en ambas localidades de estudio. Como resultado, se registraron 15 parejas en el Humedal Santa María del Lago y 2 parejas en el Humedal La Florida; los nidos se realizaron en vegetación acuática y en el lodo, en el cual se registraron entre 1-6 huevos por cada pareja, y cada huevo presentaban variaciones ligeras en la coloración debido a la temperatura y materiales que se utilizaron en la nidación. En el Humedal Santa María del Lago, las nidadas tuvieron éxito en 1999; sin embargo, en el humedal La Florida, no se registraron polluelos en los dos nidos registrados durante el periodo de estudio.

Los resultados de esta investigación apuntan a las distintas condiciones y los recursos que tiene cada humedal para la reproducción de las aves acuáticas. En este caso, es importante rescatar la incidencia de los materiales para la construcción de los nidos y refugios para los polluelos. Relacionado con esta tesis de investigación, el estudio da aportes sobre cómo ejecutar una metodología adecuada para la observación y análisis de aves acuáticas que son esquivas y sensibles ante la presencia humana.

De acuerdo con el ensayo de Andrade y Benítez (2005), los humedales de Bogotá fueron declarados Áreas Importantes para la Conservación de Aves de Colombia y del Mundo (AICAS), lo cual, para ser declarados bajo dicha denominación, los humedales deben tener las siguientes características: centros de origen y endemismo de aves acuáticas; ser hábitat de especies y subespecies endémicas, residentes, de paso y migratorias que no encuentran refugio, entre otros criterios.

En el Altiplano Cundiboyacense, se pueden hallar cuatro especies: tingua bogotana (*Rallus semiplumbeus*), Cucarachero de Pantano (*Cistothorus apolinari*), Chamicero (*Synallaxis subpudica*), Pato Turrio (*Oxyura jamaicensis andina*), Guaquito (*Ixobrychus exilis bogotensis*), Doradito Lagunero (*Pseudocolopteryx acutipennis*) y la Tingua Moteada Sabanera (*Porphyriops melanops bogotensis*). Los autores llaman al estudio de los aspectos ecológicos de cada una de las aves mencionadas, pues son escasas las investigaciones que se han hecho al respecto, lo que conlleva a un vacío en la información y, por ende, en el poco conocimiento sobre las causas y consecuencias específicas del peligro que enfrentan las aves acuáticas del Altiplano Cundiboyacense.

Este ensayo reconoce la importancia de los humedales para las distintas especies de aves acuáticas endémicas del altiplano de Bogotá, especialmente para la *R. semiplumbeus* y la *P.m. bogotensis*; asimismo, enfatiza en la importancia en conocer los aspectos ecológicos de cada especie con el fin de saber cómo se relacionan con el ambiente y sus respectivos cambios, ya sean positivos o negativos.

La tesis doctoral de Rosselli (2011), titulada '*Factores ambientales relacionados con la presencia y abundancia de algunas especies de aves de los humedales de la Sabana de Bogotá*' tuvo como objetivo principal evaluar las características del hábitat y su influencia en la composición de la avifauna en los 19 humedales que se pueden hallar en Bogotá y la Sabana. Se halló que la riqueza general de la avifauna y la abundancia de las especies estudiadas en particular se relacionan con el área del humedal. Para finalizar, la autora concluye que tanto la avifauna terrestre como acuática de los humedales de Bogotá, permanecen gracias a la diversidad de cobertura y características de los humedales, por lo que es necesario recurrir a estrategias regionales que promuevan la conservación y protección de estos cuerpos de agua.

## **5.4. Conservación de aves acuáticas endémicas**

### **5.4.1. Tingua Moteada (*Porphyriops melanops bogotensis*)**

Benítez & et al. (2005), describen los aspectos ecológicos y el estado de conservación de *P.m. bogotensis* en la Laguna de Fúquene, Cundinamarca, Colombia. El estudio se realizó desde noviembre de 2004 a septiembre de 2005, y se realizaron observaciones en siete estaciones de monitoreo; se obtuvo cuatro



conteos visuales-auditivos y un censo de cuatro itinerarios. A partir del esfuerzo de muestreo, se logró observar individuos de la especie *P.m. bogotensis* en hábitats de vegetación acuática emergente, flotante y sumergida, así como también se registraron individuos en riberas poco profundas. No se registraron etapas de reproducción de la especie en cuestión; sin embargo, se logró evidenciar parejas en las riberas de la laguna. De igual forma, la abundancia que se estimó fue menor a la que se citaba en documentos anteriores a realizar el trabajo de campo. Los autores concluyen que la precaria abundancia de este rálido se debe a los siguientes factores: habilitación de terrenos en la zona ribera para la explotación ganadera y agrícola, que tiene como consecuencia la desecación de áreas inundables quema de vegetación acuática, deforestación del área circundante y pérdida de hábitat para la especie.

Este tipo de estudio, si bien fue realizado en el año 2005, tiene gran cabida en la presente tesis, puesto que el Humedal La Florida ha presentado, por varias décadas, las mismas problemáticas y síntomas que la Laguna de Fúquene, repercutiendo en el hábitat de las especies endémicas y su respectiva abundancia. No es de extrañar que, en el siglo XXI, haya pocos registros de la especie *P. m. bogotensis*, gracias a los residuos inorgánicos y orgánicos, la caza de aves acuáticas por parte de perros ferales, la construcción e invasión de las riberas del Humedal La Florida y, por último, la falta de información e interés de los ciudadanos por el cuidado de la biodiversidad que se circunscribe en Bogotá.

Becerra et al. (2005), realizaron un estudio acerca de la tingua moteada (*Porphyriops melanops bogotensis*) en un canal del humedal Jaboque. El objetivo del estudio consistió en documentar datos relacionados con la anidación, la incubación, el comportamiento y registrar las posibles causas que hacen de tales procesos un fracaso en un ambiente artificial en el humedal Jaboque. Como resultado se encontró que, de los múltiples factores que hacen de la anidación un fracaso, están los factores antrópicos y la depredación de huevos por otras especies. Asimismo, se alerta sobre el estado de amenaza que padece el *P.m. bogotensis* en el humedal Jaboque.

El anterior estudio sirve como base para entender las dinámicas que se inscriben en el humedal Jaboque, con el fin de analizar el estado natural en el que se encuentra la avifauna en ese cuerpo de agua, especialmente de *P. m. bogotensis*. Por último, el estudio brinda detalles sobre la anidación, la incubación y el comportamiento, características importantes al momento de realizar un estudio de hábitat funcional

Osbahr y Gómez (2011) describieron y analizaron la abundancia, el uso de hábitat y comportamiento de la *P.m. bogotensis* en el humedal Guaymaral, Bogotá, Colombia. El objetivo de este estudio es el de establecer la abundancia de dicha especie, teniendo en cuenta los requerimientos del hábitat que propicien el mantenimiento o crecimiento de la población. En lo que respecta a la metodología, se realizaron conteos tres veces por mes desde marzo de 2008 hasta marzo de 2010, para dar un total de 69 conteos. Como resultado, la abundancia variaba en ciertas épocas del año; las observaciones de su comportamiento reflejaron que, cuando dicha especie se asociaba con sectores de vegetación flotante, su abundancia crecía. Este estudio brinda gran información acerca de cuáles son los hábitats adecuados que posibilitan el crecimiento de una especie endémica amenazada como la *P. m. bogotensis*.

Por otro lado, Sánchez et al. (2016), examinaron los aspectos ecológicos de la especie *P.m. bogotensis* en un humedal artificial pequeño en el norte de Bogotá. Con base en los conteos mensuales, se estimó que dicha especie se reprodujo en 2008 y 2009, pero no en el 2010; se observó una correlación negativa entre la población adulta en comparación con los polluelos y sub-adultos. Aproximadamente el 46% de los polluelos alcanzaron la adultez. La correlación entre la desaparición de los polluelos y sub-adultos, es de 0,3% en una probabilidad de 1%. Con esto, los autores indican que los humedales artificiales, de carácter suburbano, pueden ser hábitats fuente para estas especies de rálidos. Por ende, llama a la conservación y cuidado de estos lugares que son fundamentales para la reproducción y anidación de las aves acuáticas endémicas del Altiplano Cundiboyacense.

Roselli, Zuluaga y Benítez (2016) detallan específicamente aspectos naturales de la especie *P.m. bogotensis*, describen anidación, hábitat, comportamiento, reproducción y población. Asimismo, ilustran la distribución de esta especie que se encuentra en Peligro Crítico (CR) en Colombia. Esta información es esencial al momento de monitorear y analizar el hábitat funcional de la especie que también se va a tratar en este trabajo.

Por último, el estudio más reciente sobre esta especie es de Castro y Roselli (2020), el cual se titula '*Biología reproductiva de Porphyriops melanops bogotensis (Gruiformes, Rallidae) subespecie endémica y amenazada del norte de los Andes*', donde su objetivo principal la descripción y aporte de la biología reproductiva y el desarrollo de los polluelos de dicha especie. El estudio se realizó en el altiplano de la Sabana de Bogotá durante los años 2016-2019. Se incubaron artificialmente 14

huevos, realizando seguimientos de su crecimiento y cambios en el plumaje hasta terminar su desarrollo. Como resultado, la puesta de huevos varió entre tres y seis, con un periodo de incubación de 18-20 días; se alcanzó el tamaño definitivo a los 55 días, con una variación significativa en el plumaje entre los dos sexos. Para finalizar, los autores concluyen que la reproducción y desarrollo de *P. m. bogotensis*, concuerda con otros miembros de la familia Rallidae. Esta investigación en el campo de la ecología comportamental y reproductiva demuestra la variación en el color del plumaje entre los sexos, factor importante al momento del registro de individuos de la especie *P. m. bogotensis*. Por otro lado, este documento extrapola los patrones de actividad a otras especies de la familia Rallidae, cuestión significativa ya que las especies que están siendo objeto de estudio en este trabajo, pertenecen a la familia taxonómica en mención.

#### **5.4.2. Tingua Bogotana (*Rallus semiplumbeus*)**

La investigación llevada a cabo por Benítez et al. (2005), titulada '*Ecología y estado de conservación del rascón andino Rallus Semiplumbeus y la gallareta moteada Gallinula melanops (Aves: Rallidae) en el Lago de Tota (Boyacá-Colombia)*', tuvo como objetivo principal estudiar los aspectos relacionados con la ecología y estado de conservación de las especies mencionadas en el título. El estudio se realizó en el Lago de Tota durante el mes de noviembre de 2004 hasta septiembre de 2005; se realizaron diez estaciones de monitoreo mediante recorridos a pie y en bote. Como resultado, se registraron *R. semiplumbeus* y *G. melanops* en vegetación acuática flotante, emergente y sumergida, en sectores de aguas poco profundas cerca de riberas; no se evidenció patrones de reproducción en *R. semiplumbeus* y en *G. m. bogotensis*, sin embargo, para este último, se observaron juveniles. Como conclusión, los autores detallan que la especie se halla en peligro en este cuerpo de agua debido a la explotación agrícola intensa, desecación de áreas inundables y pérdida de hábitat para ambas especies.

Las conclusiones a la que llegaron los autores pueden extrapolarse a la situación que se observa en el Humedal La Florida: vertimientos, desecación por medio de áreas inundables y terraplenes, invasión de fauna exótica, entre otros factores que perjudican a la especie *R. semiplumbeus*, ya que es sensible ante los cambios abruptos y la fragmentación del área.

La tesis de grado de Pérez (2013), '*Uso del hábitat y variaciones temporales en los patrones de actividad de la tingua bogotana Rallus semiplumbeus en el Humedal La Conejera, Bogotá*', tuvo como objetivo aportar al conocimiento de la ecología y el

comportamiento de *R. semiplumbeus*, cuantificando el diferente uso de los distintos hábitats del Humedal La Conejera. Como metodología, dividió el humedal en cuatro secciones, cada una recorrida en los días establecidos: lunes a jueves. Obtuvo un esfuerzo total de 141 días con 4,42 horas/día. Utilizó sistemas de georreferenciación, sistemas ID y grabadoras. Los resultados obtenidos en la investigación denotaron un mayor uso del hábitat del junco (66%) y un menor uso de la vegetación flotante (1%); asimismo, se identificó la relación entre el periodo reproductivo y el tipo de canto. Finalmente, la autora concluye que la población de *R. semiplumbeus* puede verse afectada si la vegetación y, en un todo, su hábitat, son modificados o fragmentados.

Esta investigación es primordial para la actual tesis de investigación, debido a los detalles metodológicos que describe y los respectivos resultados que obtuvo en relación con los aspectos comportamentales de *R. semiplumbeus*. Estos datos aportarán a la interpretación de los resultados obtenidos y de su respectivo análisis.

En lo que respecta a las anotaciones ecológicas de Rosselli, Morales y Amaya (2016) en el *Libro Rojos de Aves de Colombia*, describen en un capítulo el estado actual de la especie *R. semiplumbeus*. A parte de detalles importantes como la reproducción, anidación, el comportamiento y la población, también resaltan los respectivos criterios para clasificarla bajo una categoría de amenaza. Este tipo de información es esencial al momento de monitorear esta especie, puesto que un monitoreo, a parte de su distribución geográfica, también implica el análisis de las características ya mencionadas.

## **5.5. Material Educativo**

En el trabajo investigativo de Tovar (2013), '*La observación de aves como estrategia pedagógica para generar actitudes favorables hacia el ambiente en niños escolares*', que su objetivo principal es el de analizar qué aspectos de la observación de aves contribuyen a la generación de actitudes favorables hacia el ambiente en niños escolares. Bajo un estudio cuasiexperimental, la metodología se ejecutó en tres fases: 1) pretest, 2) talleres, 3) pos-test. El investigador halló que, la observación de aves genera actitudes favorables en los niños ya que permite el acercamiento, formación, participación, sensibilización y percepción hacia las especies naturales que hay alrededor. Los trabajos en campo como estrategia de sensibilización ambiental fortalecen los conceptos teóricos, desarrollan la práctica y es fuente de nuevas preguntas que llevan al niño a indagar por su respuesta.

En este antecedente, no se desarrolló ningún material educativo impreso; sin embargo, enfatiza en puntos esenciales que se deben tener en cuenta al momento de enseñar la ecología de las aves y su debida importancia en Bogotá. La elaboración de los talleres se destaca por ser preciso en manejar conceptos que son apropiados para los niños y, de igual forma, para cualquiera que desee adentrarse en el mundo de la observación de aves. Estos detalles son los que hay que resaltar en la elaboración de un material educativo, ya que aparte de ser un apoyo educativo de carácter informativo-descriptivo, también debe ser propositivo y creativo.

La tesis de maestría de Forero (2014), titulado '*Kit didáctico sobre algunas aves de Bogotá y sus funciones ecológicas*', tuvo como objetivo elaborar un kit didáctico sobre las aves de Bogotá, con el fin de estimular el pensamiento crítico en estudiantes de séptimo grado de educación básica secundaria. Durante la investigación, fue necesario explorar la función del juego como aprendizaje, revisar los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales e indagar sobre la ecología de las aves de Bogotá. Como conclusión, la autora menciona que es una innovación educativa que cumple con los estándares disciplinares y pedagógicos para usarse en las clases de ciencias naturales como material de apoyo; además, el kit didáctico es una alternativa en la Enseñanza de la Ecología desde ejemplos contextualizados en Bogotá.

Es necesario aclarar que, debido a la actual pandemia global Covid-19, no se va a implementar un material educativo en escuela o institución alguna, ya que se encuentran en cuarentena. Sin embargo, gracias a los aportes que arroja la investigación de Forero, se puede lograr construir un material educativo impreso con el fin de que, a parte de la población estudiantil, la ciudadanía en general conozca la ecología de las aves acuáticas del Humedal La Florida y la importancia de proteger tanto a la especie *R. semiplumbeus* como *P. m. bogotensis*.

Otro gran ejemplo de material educativo utilizando como objeto de estudio las aves, es la tesis de pregrado de Camacho y Velandia (2018), titulado '*Aves del Sendero Ecológico San Francisco-Vicachá: Una guía participativa para el reconocimiento de la avifauna*'. El objetivo principal fue el de fomentar el reconocimiento de la avifauna en el sendero ecológico a través de la ciencia participativa. Durante la metodología, se plantearon un paradigma mixto, en donde se dividieron en dos fases: de reconocimiento y de campo; gracias a esto, se registraron 34 especies de aves y, en relación con ello, lograron que los participantes reconocieran la biodiversidad de los cerros orientales a través de la ciencia participativa.

Al igual que el anterior antecedente, la importancia de este radica en la manera de la elaboración de un material educativo impreso. Asimismo, encamina al lector bajo un marco teórico específico que caracteriza al material educativo. Esto último debe tenerse en cuenta, ya que los materiales educativos se construyen bajo un paradigma y visión que moldea la enseñanza que se desea transmitir a través de un apoyo educativo.

## 6.Marco Teórico

En este capítulo, se presentan los conceptos, nociones y perspectivas teóricas que encaminaron esta investigación; en este contexto, en primer lugar se abordó conceptualmente la ecología del comportamiento; en segundo y tercer lugar, se describió la historia natural y anotaciones documentadas acerca de las aves *R. semiplumbeus* y *P. m. bogotensis*; como cuarto punto, se relacionó la importancia de las aves acuáticas con el concepto de aves bioindicadoras; en el quinto apartado, se aproximó al concepto de hábitat y, de forma consecuente, se describieron las características principales de los humedales y el análisis de un ecosistema desde la perspectiva de las unidades de paisaje; por último, se abordaron las diferentes aristas conceptuales y perspectivas frente a los materiales educativos con énfasis en la conservación y educación ambiental.

### 6.1.Ecología del comportamiento

Esta disciplina tiene por objeto estudiar la manera en que cada comportamiento es un factor importante en la sobrevivencia y reproducción de cada individuo en relación con el hábitat, a las relaciones interespecíficas que existen dentro de la población de una misma especie y de una comunidad, como también los patrones de actividad alimenticios y los recursos que pueden obtener en un espacio delimitado (Steinmann & Bonatto, 2015). Dentro de la amplitud de comportamientos que posee cada ser vivo, existen estrategias, ya sea conscientes o no, que le permiten sobrevivir ante las adversidades que se presentan en su entorno (Carranza, 1994).

Hay que mencionar que, el comportamiento no solo se entiende desde una perspectiva de la locomoción, búsqueda de alimento, construcción de nido, defensa, etc., puesto que también se involucran reacciones fisiológicas ante un estímulo ambiental ( Carranza, 2010). Ante la definición y las características que implica el concepto del comportamiento dentro del campo de la ecología, Ciuccio (2014) menciona lo siguiente:

El estudio de las características comportamentales de distintas especies, involucra aspectos temporales y espaciales que, en la mayoría de las oportunidades, determinan los patrones de actividad e interacciones entre los individuos que coexisten en un área. Más aún, en aquellas especies que poseen estructura morfológica y hábitos similares, donde puede existir una importante superposición en los recursos necesarios para su subsistencia. (p. 32)

Los comportamientos de cada especie, se ven estimulados según el espacio en el que habitan; cada animal puede moverse dentro del hábitat en un rango delimitado y buscar recursos que pueden ser generales o limitados (Krebs & Davies, 1993). De igual forma, el espacio de un ambiente heterogéneo puede ser preciso en la eficacia biológica de un animal (Krebs, 1996). Cada organismo establecerá un área con cierto límite que le permita sobrevivir; sin embargo, esto tiene efectos en los procesos ecológicos del ambiente. Frente a esto último, Steimann & Bonatto (2015) mencionan que:

El comportamiento que conlleva al establecimiento de un área restringida tiene consecuencias fundamentales sobre muchos procesos ecológicos. Entre otros, afecta la distribución y abundancia de organismos, la regulación poblacional, la dinámica predador-presa, la propagación de enfermedades, y la estructura de comunidades. (p. 8)

Cada individuo, aunque sea de la misma especie, puede presentar distintas respuestas adaptativas ante los cambios ambientales que pueden ocurrir en el hábitat, y estas respuestas se pueden observar en la amplitud o minimización de la distribución espacial, cambios en los ciclos circadianos y patrones de actividad (Lucherini & et al., 2009).

La ecología comportamental, aparte de tener en cuenta el espacio donde se desarrollan las conductas, estímulos y reacciones de cierta especie, también contempla las conductas heredadas y los procesos evolutivos que le permitan sobrevivir en el ecosistema, interpretándose esto último como el valor adaptativo de un individuo (Claro, 2010). Asimismo, la ecología comportamental debe ser relevante en los procesos de conservación, puesto que cada organismo, independientemente de su valor intrínseco, se constituyen en un conjunto de comportamientos singulares y hereditarios que deben conocerse a cabalidad para desarrollar diseños de planes de conservación en especies que se encuentran amenazadas (Cordero & Galicia, 2017).



## 6.2. Tingua Bogotana (*Rallus semiplumbeus*)

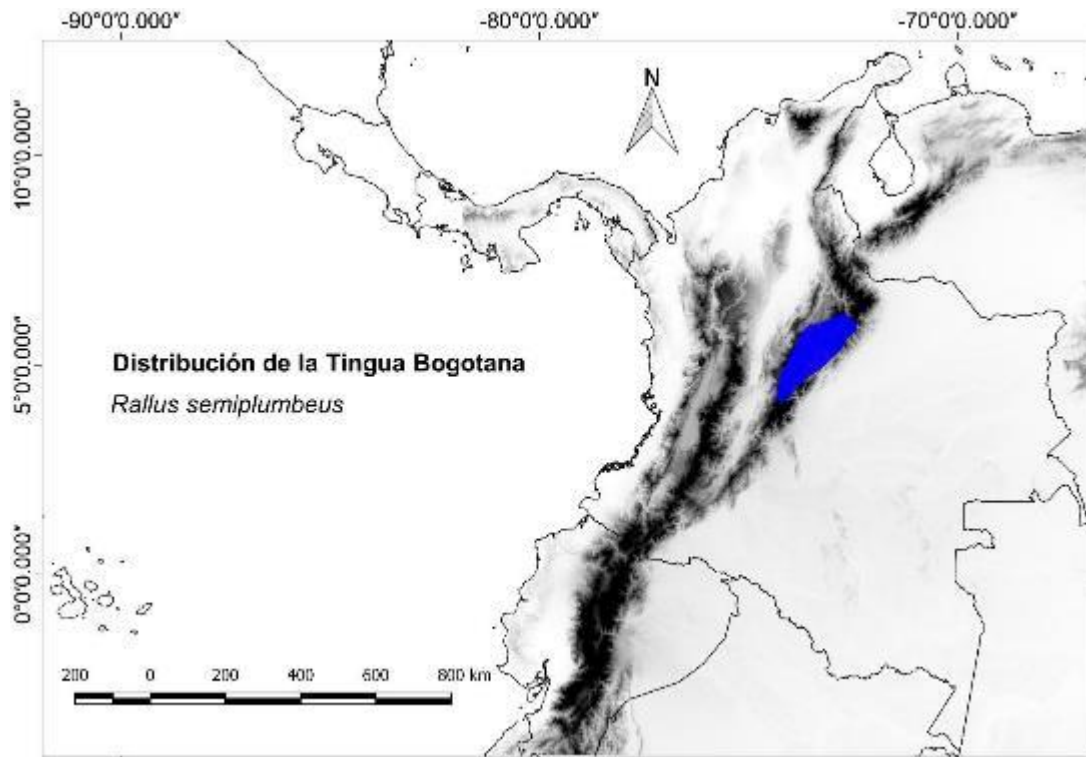


**Figura 1.** Fotografía de *Rallus semiplumbeus*. Fuente: Collazos-González, 2020.

La Tingua Bogotana (*Rallus semiplumbeus*) (Sclater, PL, 1856) es una especie endémica del Altiplano Cundiboyacense; de acuerdo con Dugand (1948), la distribución de esta especie es estrictamente endémica, ya que su rango de distribución se halla entre los 2.550 m.s.n.m y los 2.670 m.s.n.m. No obstante, gracias a los registros que se han obtenido durante el siglo XX la primera década del siglo XXI, se ha observado que la distribución de *R. semiplumbeus* es mucho más amplia (Pérez, 2013). En la figura 2, se observa la actual distribución de la especie en mención.

Esta especie se encuentra estrictamente distribuida en los pantanos y lagos de Bogotá-Ubaté, en los Andes Orientales de los departamentos de Boyacá y Cundinamarca (BirdLife International, 1992). Algunas de las áreas de distribución en el que se ha hallado esta especie, son: Laguna de Tota, Laguna de Fúquene, Subachoque, Cota, Laguna de Pedropalo, Laguna de Juan Amarillo, Laguna de La

Florida, Usaquén, Laguna La Herrera, Humedal Jaboque, Humedal de Córdoba, Embalse del Muña, al sur de la Laguna de Chingaza y Laguna Chisacá. (BirdLife International, 1992). En lo que respecta al área de distribución del Humedal La Florida, en 1989 se encontraron de 4 a 8 individuos; en 1992, según la fuente consultada, se observaron 54 parejas (Lozano, 1993) y 20 parejas (Stiles, 1992, citado en Pérez, 2013). De acuerdo con Roselli, Morales y Amaya (2016) y BirdLife International (2016), esta especie se encuentra amenazada al estar En Peligro (EN).



**Figura 2.** Distribución geográfica de *R. semiplumbeus*. Fuente: Ayerbe-Quiñones, 2018.

En lo que respecta a su ecología, esta especie depende gran parte de los juncales *Schoenoplectus californicus*, al igual que alrededor de este tipo de vegetación, se puede encontrar vegetación acuática emergente (*Juncus effusus*, *Polygonum punctatum*, *Bidens laevis*, *Hydrocotyle ranunculoides* y *Carex acutata*) (Roselli et al, 2016). De acuerdo con Benítez et al. (2005), esta especie tiene mayor cantidad de registros en componentes vegetales como los juncales.

Esta especie de rávido se alimenta de invertebrados acuáticos y larvas de insectos (BirdLife International, 1992); sin embargo, en áreas donde se ha observado mayor abundancia de esta especie, se registraron algunos individuos tomando pequeños

moluscos, peces, gusanos y renacuajos pequeños, al igual que material vegetal (Varty et al., 1986, citado en BirdLife International, 1992). Este tipo de ave también se encuentra estrechamente relacionado con el componente vegetal que caracteriza a los juncales de *Typha* sp.; no obstante, la disponibilidad de este tipo de alimento es baja, y prefiere conseguir su alimento a orillas pantanosas (Varty et al., 1986, citado en BirdLife International, 1992). En el Humedal La Florida, estas aves buscan principalmente su alimento en áreas de plantas flotantes como *Azolla* sp. y *Limnobium* sp., y evitan plantas introducidas como *Eichhornia crassipes* (Lozano, 1992).

Esta ave se le ha observado en gravilleras que, con el paso del tiempo, se convierten en humedales artificiales (Lozano, 2002); asimismo, se le ha observado en páramos el cuál habita en pantanos bordeados de chusque, pero no está claro si la población se reproduce en este ecosistema o tan solo es un habitante ocasional (Lozano, 2002). El hábitat que utiliza esta especie es heterogéneo, con área de vegetación baja flotante hasta vegetación alta como los juncales, ya sea para la anidación o la busca de alimento (Stiles & Roselli, 2012; Pérez, 2013). De acuerdo con Roselli, Morales y Amaya (2016) y BirdLife International (2016), esta especie se encuentra amenazada al estar En Peligro.

### **6.3. Tingua Moteada (*Porphyriops melanops bogotensis*)**



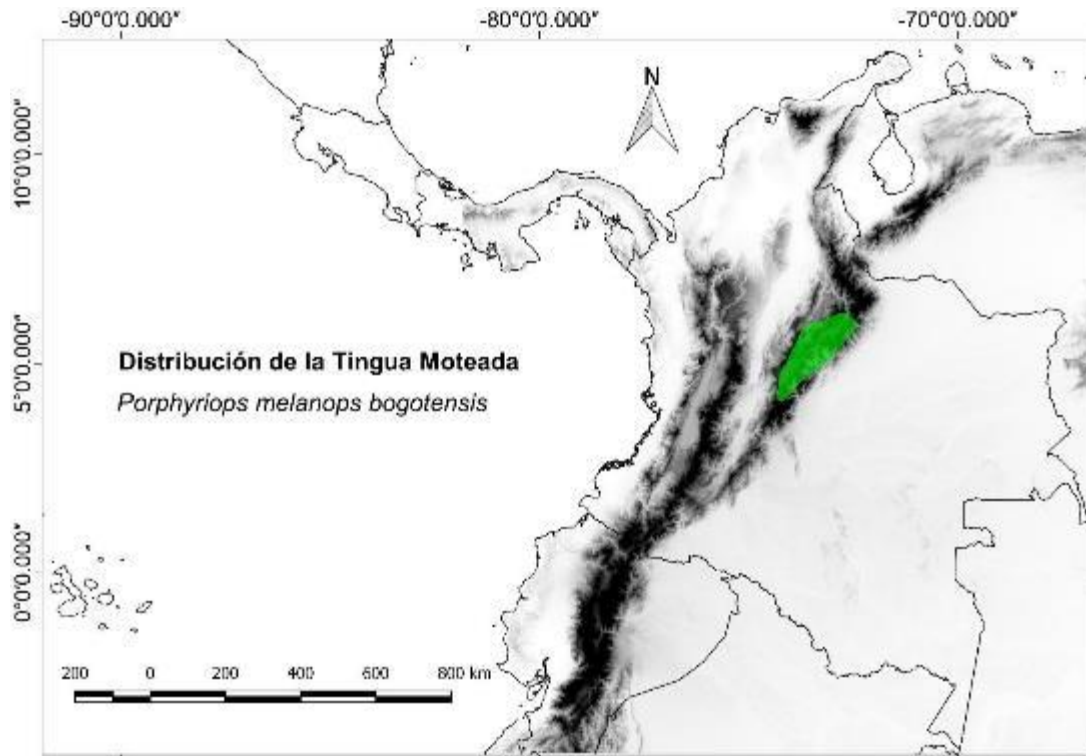
**Figura 3.** Fotografía de *P. m. bogotensis*. Fuente: Rodríguez-Villamil, 2020.

De acuerdo con Cadena (2002), la especie *P. melanops* (figura 3) tiene una distribución discontinua desde el sur de Argentina y Chile, hasta el oriente de Brasil y de Uruguay; tan solo en Colombia se han registrado subespecies endémicas a lo largo de los sistemas de humedales que se ubican en la cordillera oriental que atraviesa los departamentos de Boyacá y Cundinamarca.

La distribución de esta subespecie, *P. m. bogotensis*, se encuentra entre los 2.400 m.s.n.m, hasta los 3.500 m.s.n.m (Instituto Distrital de Turismo, 2019). Esta especie ha tenido registros en los siguientes lugares: Humedal La Florida, Humedal Jaboque, Humedales de Neuta, Humedal La Conejera, Humedal de Córdoba, Humedal de Torca y Guaymaral, Facatativá, Madrid, Bajos de Funza, Laguna San Ramón, Embalse del Muña, Laguna de Pedro Palo, Laguna Salitre, Tominé, Embalse del Neusa, Laguna de Cucunubá, Laguna de Fúquene y Lago de Tota (Cadena, 2002).

La sub-especie aquí mencionada, era abundante en el Altiplano Cundiboyacense con registros en más de 30 humedales (figura 4); no obstante, su población ha disminuido drásticamente hasta el punto de estar catalogada en Peligro (EN)

(Sánchez, Casallas & Bobadilla, 2015; Roselli et al, 2016). Es importante mencionar que la especie, *P. melanops*, que tiene distribución en países como Chile, Argentina, Perú y Brasil, su estado de conservación está en Bajo Riesgo (LC) (BirdLife International, 2016b).



**Figura 4.** Distribución geográfica de *P. m. bogotensis*. Fuente: Ayerbe-Quiñones, 2018

Habita en humedales naturales y artificiales, canales rurales en el que la contaminación sea mínima o tolerable, con presencia de vegetación flotante, especialmente del componente de los tapetes flotantes formados por *Lemna gibba*, *Azolla filiculoides* y *Limnobium laevigatum* (Roselli, Zuluaga & Benítez, 2016). De acuerdo con el estudio de Benítez et al. (2005), en el área del Lago de Tota, la especie *P. m. bogotensis* se halló en especies vegetales como *T. latifolia*, *S. californicus*, *P. punctatum*, *L. minor*, *A. filiculoides* y *M. elatinoides*; este tipo de vegetación es utilizada por la especie en mención para alimentarse, perchar o refugiarse en ella.

Su alimentación, según lo observado por los autores Becerra et al. (2005), consta principalmente de plantas acuáticas como lentejas de agua (*Lemna* sp.). Debido a los componentes vegetales donde habita la especie, suele alimentarse de pequeños invertebrados y de vegetales (Vargas & Roselli, 2020). Esta ave se le puede observar en solitario, en parejas o, en circunstancias no tan frecuentes, en grupos; por otro lado, se les puede hallar nadando entre la vegetación flotante o caminando a lo largo de las orillas (Arango, 2014).

## **6.4. Aves Bioindicadores**

Los bioindicadores son organismos se caracterizan por ser indicadores sobre el nivel de conservación o el estado de un hábitat (Morais et al., 2009, citado en Morales, 2011). Un bioindicador no se refiere al individuo de una sola especie en particular, sino que engloba a los individuos que pertenecen a una población y, en el mejor de los casos, al conjunto de especies que conforman una comunidad indicadora (Agudelo, 1998).

Los indicadores varían según la especie con la cual se quiera determinar un valor en específico. No obstante, el objetivo principal que se quiera obtener por cada indicador es el de medir los efectos de la contaminación en el ambiente y en los propios organismos; asimismo, cada especie bioindicadora son aquellas que habitan en un área determinada bajo ciertas condiciones y recursos particulares (Segnini, 2003, citado en Morales, 2011).

De acuerdo con Noss (1990) las características que debe cumplir un indicador biológico son las siguientes: 1) ser sensible para detectar señales de cambio, 2) distribución amplia, 3) se puedan obtener valores continuos sobre un amplio rango de estrés, 4) que las mediciones, experimentos y cálculos sean fáciles y económicos, 5) que el estudio permita diferenciar entre ciclos naturales y tendencias.

Frente a estas características, es importante agregar las principales razones por las que se utiliza ciertas especies como bioindicadores (Morales, 2011): a) cuando no se puede acceder directamente a la información; b) cuando acceder a cierta información es más difícil y caro que el uso de un indicador.

En lo que respecta a las aves, estas se pueden utilizar como parámetros bioindicadores de cambios ambientales debido a que, en la posición de escala trófica, estas se verán afectadas por distintos factores (Green & Figuerola, 2003).

Por ejemplo, las características de los humedales tienen una estrecha relación con las aves acuáticas. Para el caso de los humedales de todo el territorio de Cundinamarca, Colombia, existen diversas problemáticas que afectan a la diversidad de la avifauna acuática: ganadería, agricultura, floricultura, industria, urbanización, contaminación hídrica, desecamiento y disminución del cuerpo de agua, entre otros (CAR, 2011).

Teniendo en cuenta que las aves acuáticas comprenden desde anátidos, playeros, garzas y grullas que utilizan los humedales para reproducirse y alimentarse (López et al., 2014), las aves acuáticas pueden verse enfrentadas a diversas problemáticas que ya se mencionaron con anterioridad. No obstante, uno de los problemas más frecuentes que se presentan en los humedales, es la acumulación de metales pesados (Estrada & Soler-Tovar, 2014). Existen estudios acerca de la acumulación de metales pesados altamente peligrosos en los diferentes tejidos de aves rapaces, teniendo consecuencias como la reducción del peso corporal, tasa de crecimiento y éxito reproductivo (Ochoa, 2014). A parte de estas últimas afectaciones, también se ha observado, en estudio de ecotoxicología, cambios del comportamiento, alteración en la embriogénesis (Zhung & Ma, 2011).

Si bien los factores pueden verse alterados debido al grupo poblacional de aves que se tome como especie bioindicadora, se puede afirmar que las aves pueden ser bioindicadores para evaluar la salud de un ecosistema a gran escala (Ochoa, 2014). Para el caso de las aves acuáticas de un humedal, un ave como especie bioindicadora responde a factores características como profundidad, salinidad, pH del agua, la cantidad y tipo de vegetación y la dieta (Estrada & Soler-Tovar, 2014). No obstante, se debe tener cuidado el tipo de especie que se va a escoger para realizar procesos de bioindicación de un ecosistema. Para el caso de la Sabana de Bogotá, existen aves endémicas en peligro de extinción que son susceptibles ante la manipulación; por ende, es recomendable el uso de las plumas que se pueden encontrar en los garceros, ya que estos tienden a acumular metales pesados (Estrada & Soler-Tovar, 2014).

## **6.5. Hábitat**

El concepto de hábitat varía según el transcurso de los años y la interpretación teórica de cada autor. No ha tenido un consenso definido que permita establecer qué caracteriza a un hábitat en términos de la ecología actual. De acuerdo con la Real Academia Española (2019), hábitat tiene por significado “*lugar de condiciones apropiadas para que viva un organismo, especie o comunidad animal o vegetal*”. Si

bien esta definición caracteriza de forma general el concepto de hábitat, lo cierto es que es vagamente ilustrativa, ya que deja de lado factores fisicoquímicos, temporales y dimensionales. De igual forma, hay que tener en cuenta las relaciones que ocurren entre el organismo y su entorno, puesto que cada organismo, aparte de responder ante los estímulos ambientales, también lo modifica continuamente (Smith, 2007, p. 4)

Referente a lo anterior, no es de extrañar que existan diversas posturas ante el término aquí referenciado. De acuerdo con Odum (1972, citado en Bidetti, 2012, p. 138), el hábitat es entendido de la siguiente forma: “Hábitat de un organismo es el lugar donde vive o el lugar donde uno buscaría. (...) Así pues, el hábitat de un organismo o grupo de organismos (población) comprende tanto otros organismos como medios abióticos”.

En lo que respecta a Rickfless (2001, p. 10), el enfoque del concepto de hábitat difiere en las escalas de los enfoques de ecosistema y de comunidades, puesto que dicha definición se centra en el organismo y su forma de vida, y no en el funcionamiento del sistema ecológico en el que se halla. Por ejemplo, para Stadtmann y Seddon (2018), el concepto de hábitat es entendido como el área que tiene un conjunto de recursos y condiciones ambientales específicos de la especie, el cual permita que una población persista ante las variables ambientales y se reproduzca; así mismo, los autores recomiendan a los profesionales que consideren la heterogeneidad espacial y temporal del hábitat, así como las múltiples escalas en las que una especie selecciona su hábitat.

Siguiendo los lineamientos de diversos autores que han conceptualizado el concepto aquí tratado, Soto (2012) destaca la propiedad multivariante de un hábitat que describió Whitakker (1973):

Las variables del ambiente físico (biológico) y químico que forman gradientes espaciales en un paisaje o área definida como ejes en un hábitat representado como un hiperespacio. La parte de este hiperespacio que ocupa una determinada especie (en una escala particular de espacio y tiempo) representa un hipervolumen que define su hábitat. (p. 23)

Debido a que describe variables disponibles que existen en el espacio para la especie y, asimismo, rango de valores que usa la especie dentro de dicho espacio, la definición de hábitat de Whitakker se acerca a la noción de *nicho ecológico*; por ende, Soto (2012) afirma que las variables del hábitat pueden referirse como



variables ambientales, densidad poblacional y la densidad de presas para un depredador.

Como bien se evidencia, existen diversas posturas frente al concepto de hábitat. Sin embargo, para esta tesis, se tuvo en cuenta la conceptualización de hábitat que plantea Stadtmann y Seddon (2018), no sin antes destacar que, el hábitat, suele ser específico para cada especie, y depende de la preferencia de los organismos a características particulares de su entorno; existe la posibilidad de que en un mismo entorno existan varias especies que utilicen los mismos recursos, lo que genera cierta uniformidad en las condiciones bióticas y abióticas (Delfín, Tessaro y López, 2014). Dicho de otra manera, el hábitat es el conjunto de recursos bióticos y abióticos que requiere un organismo para cumplir el ciclo de vida teniendo en cuenta otras relaciones con otros tipos de organismos y los factores abióticos que condicionan el espacio (Otero, 2003).

## **6.6. Características de los humedales**

Los humedales se caracterizan por ser zonas donde el agua es el principal factor controlador del medio y la vida vegetal y animal asociada a ella; de igual forma, los humedales se hallan donde la capa freática se encuentra en la superficie terrestre o cerca de ella (Ramsar, 2006). Este tipo de ecosistema se puede distinguir en cinco tipos: *marinos*, que se distinguen por ser humedales costeros, de arrecife y de lagunas rocosas; *estuarinos*, como las marismas de marea y manglares; *lacustres*, caracterizados por ser humedales asociados con lagos; *ribereños*, humedales que colindan a ríos y arroyos; *palustres*, como los pantanos o ciénagas (Ramsar, 2006; Ramsar, 2016).

En lo que respecta a la estructura de un humedal, estos se dividen en tres zonas:

La *zona alta*, que concierne a la tierra firme del humedal y puede hallarse vegetación tanto arbórea como herbácea; la *zona ribereña* es la que corresponde entre una franja de tierra y la vegetación entre la zona alta y la zona acuática; la zona húmeda del ecosistema es la que corresponde a la *zona acuática*, el cual pueden ser profundas, de aguas abiertas o superficiales (CAR, 2011).

Cuando las condiciones ecológicas de los ambientes acuáticos no han sufrido alteraciones drásticas e irreversibles, se presentan en ellos una compleja red trófica, producto de su desarrollo evolutivo a través del espacio y tiempo (Castellanos, 2006). A parte de esta síntesis que puntualiza la idea de los ambientes acuáticos,

conviene traer a colación la definición acerca de los humedales teniendo en cuenta la noción de Scott & Carbonell:

“Son humedales aquellas extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad no exceda los seis metros” (Scott & Carbonell, 1986).

De acuerdo con un recuadro del Ministerio del Medio Ambiente y el Instituto Humboldt (1999), las funciones y los productos de los humedales son: recarga de acuíferos, control de flujo, retención de sedimentos y tóxicos, retención de nutrientes, estabilización de la línea costera, transporte acuático, soporte de cadenas tróficas y hábitat para la vida silvestre; en lo que respecta a los productos se tiene los recursos agrícolas, fuentes de agua, pesquería, recursos forestales y recursos de vida silvestre.

No obstante, todo lo anterior mencionado parece no cumplirse a regla estricta en los humedales de Bogotá. En el Plan de Manejo Ambiental del humedal La Florida (2009), se describen algunos problemas que afectan a las dinámicas ecológicas de este cuerpo de agua: depósitos de basura informal, contaminación, construcciones de vivienda, obras en concreto, escombros, degradación de la vegetación, entre otros. Estos factores alteran el flujo y la calidad del agua, así como también daño en la composición florística, alteración en comunidades, afectación a poblaciones y a especies migratorias.

### **6.6.1.Unidad de Paisaje**

Las unidades de paisaje se caracterizan por una estructura interna y una fisionomía externa, sumando a esto elementos particulares que se interrelacionan en el espacio y tiempo (Bolós, 2016, citado en Ginés, 2012). De manera paralela, las unidades de paisaje se distinguen por la combinación de componentes paisajísticos de naturaleza ambiental, ecológico, cultural y simbólico, añadiendo dinámicas que le confieren un componente que puede ser distinguible ante el resto del territorio (Observatori del paisatge, s.f.).

De acuerdo con lo anterior, los autores Muñoz et al. (2012), definen las unidades de paisaje de la siguiente forma:

Se entiende por Unidad de Paisaje el área geográfica con una configuración estructural, funcional o perceptivamente diferenciada, única y singular, que ha ido adquiriendo los caracteres que la definen tras un largo periodo de tiempo. (...) Cada unidad de paisaje tiene una extensión, delimitación y nomenclatura diferenciada, formando áreas compactas y únicas. Las unidades de paisaje permiten sintetizar la caracterización del paisaje y conocer la diversidad paisajística de un territorio, así como interpretar el funcionamiento interno de cada porción del ámbito de estudio. (p. 66)

Existen diversos planteamientos y percepciones ante el concepto de unidad de paisaje; no obstante, estos planteamientos convergen en identificar porciones del territorio que sean de características similares, con un grado de uniformidad que posibilite una coherencia ante las unidades establecidas (Ginés, 2012). Esta homogeneidad es interpretada como la abstracción de paisajes similares de paisajes distintos. (Ginés, 2012). Asimismo, las unidades de paisaje se interpretan como la función entre la fase de la caracterización y los criterios establecidos que se pretenden intervenir, analizar o monitorear (Rotger, 2018).

Para el caso de los humedales de Cundinamarca, CAR (2011) propone que, para el manejo y monitoreo de estos ecosistemas, se deben delimitar en complejos agrupados por unidades hidrográficas que tengan relación con las características físicas (hidrológicas, geomorfológicas y climáticas) y ecológicas (coberturas, unidades de paisaje y hábitat).

Para finalizar, Muñoz (2012) describe que, otra virtud que distingue a las unidades de paisaje como análisis de un territorio, son los sistemas de vegetación; mediante una unidad de paisaje, se puede observar cómo la distribución de ciertos componentes florísticos responde a variables físicas naturales o de intervención antrópica y, por último, se puede examinar la composición de un paisaje teniendo como objeto de estudio la manera en cómo se organiza la cubierta vegetal en un determinado lugar.

## **6.7. Material educativo**

La biodiversidad, en sus distintos niveles biológicos, está en constante cambio. No obstante, muchos de estos cambios son productos ocasionados por factores antrópicos que alteran los ecosistemas, generando tensiones en las cadenas tróficas que afectan a las distintas especies, conjugadas en poblaciones o en la

variedad que puede representar una comunidad. De acuerdo con Rangel (2008), las principales amenazas están representadas en las siguientes acciones: 1) deforestación de la cobertura vegetal natural; 2) explotación excesiva del recurso forestal y caza indiscriminada de la fauna; 3) alteración de los ecosistemas por medio de la tala, quema y erosión.

Los factores que se mencionaron con anterioridad son producto de dinámicas sociales que están enmarcadas solamente para la especie *Homo sapiens*. En lo que respecta al altiplano de Bogotá, durante los últimos 26 años, se han registrado cerca de 235 especies de aves, las cuales 7 son endémicas; no obstante, se ha observado que, durante el transcurso del tiempo mencionado, algunas poblaciones de aves han crecido, otras han representado cierto número de estabilidad y otras están enmarcadas por el declive, todo esto debido a las siguientes dinámicas que se presentan en las diferentes localidades de Bogotá y los alrededores periféricos de la ciudad: urbanización, plantación de árboles exóticos, transformación de humedales, potreros, depredación, enfermedades, parasitismo, presencia de perros y cambios climáticos (Stiles, Roselli, De La Zerda, 2017).

Si bien ante la literatura que se puede consultar que dé cuenta sobre la pérdida de la biodiversidad en el Altiplano cundiboyacense (y en otras partes de Colombia), esto presenta una oportunidad para desarrollar estrategias, tanto disciplinares como pedagógicas, que estén encaminadas hacia el conocimiento, conservación y educación sobre la biodiversidad local que se presenta en un área específica. En relación con esto, la potencialidad de los organismos como las aves para desarrollar procesos educativos son amplios. Perdomo et al. (2018), menciona lo siguiente:

(...) La participación del público en general en temas ambientales y de conservación es fundamental para enfrentar la actual crisis global de biodiversidad, ya que inspira una conexión con la naturaleza que es clave para asegurar su mitigación efectiva. (...) El conocimiento de la avifauna a nivel local y regional es importante para el registro de la biodiversidad nacional y global, además ofrece oportunidades para desarrollar procesos educativos, investigativos, ecoturísticos y de conservación (p. 19).

Es en este punto donde, los profesores en formación y en ejercicio de licenciatura en biología, tienen la capacidad para desarrollar estrategias intelectuales, metodológicas y reflexivas que posibiliten la transformación de ciertas prácticas mediante el conocimiento, el análisis y la reflexión. De Longhi y Riverosa (2015)

mencionan que, dentro del ejercicio docente en el ámbito de la enseñanza de la biología, existen las siguientes prácticas a considerar en clase o fuera de ella (Tabla 1):

N°	Descripción
1	Realizar trabajo de campo que incluya procesos de indagación en diferentes niveles de complejidad
2	Promover, tanto en prácticas de campo como en espacios de aula y laboratorio, actividades de la ciencia propias de la Ecología y la Educación ambiental. Por ejemplo, muestreos, senderos de interpretación, hipotetización, análisis crítico, debate, ecología en el patio de la escuela, etc.
3	Recuperar información diversificada de materiales de divulgación provenientes de distintas fuentes, para analizarla críticamente.
4	Analizar información sobre los problemas ambientales o de salud comunitaria y las acciones que pueden aportar a su mejora.
5	Observar y analizar películas, videos y documentales que aborden contenidos de la unidad curricular, tanto de Ecología como de Educación Ambiental, reconociendo las distintas posturas.
6	Visitar diferentes instituciones vinculadas con la Ecología y el Ambiente
7	Analizar y debatir sobre problemas desde casos locales, regionales y globales que permitan desentrañar la complejidad y multicausalidad que intervienen.

**Tabla 1.** Prácticas que puede realizar un docente del área de biología. Tabla adaptada de Longhi y Riverosa (2015).

Aparte de las prácticas que ya se mencionaron como fuente para la enseñanza-aprendizaje de la biodiversidad local y regional, existen los materiales educativos como medio principal en la enseñanza que lleve a cabo el docente en las aulas o en escenarios no convencionales. Los materiales educativos son recursos que posibilitan, de una forma amena, el proceso de enseñanza y la construcción de aprendizajes (López, 2006). Asimismo, Corral (2013) menciona que los materiales educativos se distinguen por tener las siguientes características:

- Están formados por herramientas con un papel didáctico o facilitador de la educación
- Son utilizados como medio para estimular y orientar el proceso educativo.

- Permiten a los estudiantes adquirir informaciones, experiencias y desarrollar actitudes.
- Son herramientas que enriquecen la propuesta de enseñanza
- Usualmente se denomina a los materiales educativos como recursos o medios para lograr aprendizajes.

Existen diversos tipos de materiales educativos que permiten una enseñanza y aprendizaje de forma segura. De acuerdo con López (2006), los tipos de materiales educativos son los siguientes (Tabla 2):

<b>Medio</b>	<b>Material</b>
<b>Visual</b>	Textos, manuales, guías, folletos, trípticos y dípticos.
<b>Audible</b>	Exposiciones orales o ponencias, radio, grabaciones, discos, teléfono.
<b>Audiovisual</b>	Videos, televisión, presentaciones didácticas, teleconferencias, videoconferencias, cine.
<b>Electrónicos</b>	Hipertexto, multimedia, video interactivo, presentaciones didácticas en computadora.
<b>Telemáticos</b>	Medios informáticos, internet, correo electrónico, grupos de discusión, foros, chat, teleconferencias, ambiente virtual de aprendizaje.

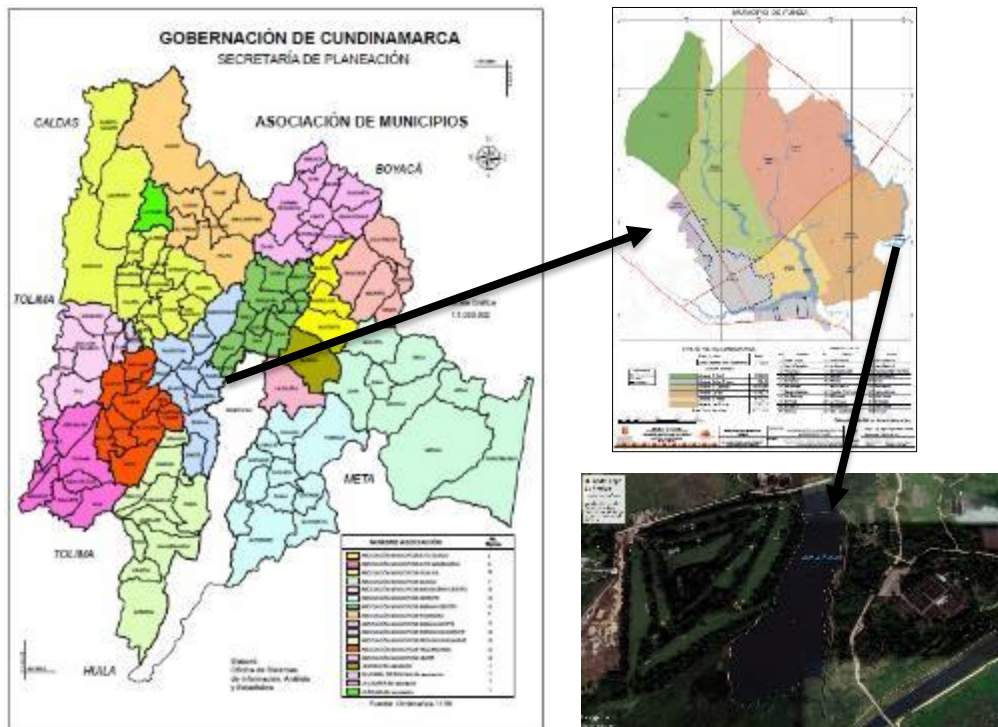
**Tabla 2.** Medios principales para el diseño de materiales educativos. Tabla adaptada de López (2006).

De acuerdo con los tipos de materiales educativos aquí expuestos, en esta tesis de investigación, se realizará un material educativo a manera de guía, en el que se describa a las aves acuáticas del Humedal La Florida, con especial énfasis en las especies objeto de estudio como son *R. semiplumbeus* y *P.m. bogotensis*. Asimismo, se realizarán recomendaciones para la conservación de las especies mencionadas y por consiguiente del humedal, extrapolando esto a las aves acuáticas que se pueden hallar en Bogotá y, por último, consejos sobre cómo pueden aportar estudiantes y ciudadanos al monitoreo de las aves sin necesidad de ser científicos, biólogos, ecólogos o profesionales de carreras afines.

## 7. Marco metodológico

### 7.1. Área de estudio

El Humedal La Florida se encuentra ubicado en el municipio de Funza, con cercanías a la localidad de Engativá, en el noroccidente de Bogotá, D.C. Sus coordenadas son 4° 5' norte y 74° 10' oeste (Figura 5). Sus márgenes limitan con los siguientes barrios: Engativá, Bolivia, Villa del Mar, Villa Amalia, Villas de Granada y Álamos Norte. La calidad del agua presenta altos niveles de contaminación debido al efecto de las aguas residuales que recibe dicho cuerpo de agua; en consecuencia, se ha observado un incremento de materia orgánica que, en su efecto, hace crecer especies vegetales que cubre gran parte del espejo de agua, ocasionando procesos de eutroficación y sedimentación en dicho cuerpo (Moreno, García & Villa, 2005; PMA, 2009).



**Figura 5.** Humedal La Florida ubicado en las coordenadas 4° 5´ norte y 74° 10´ oeste, municipio de Funza, Cundinamarca. Fuente: Gobernación de Cundinamarca, Alcaldía de Funza y Google Earth, 2020.

Este cuerpo de agua tiene una extensión total de 138.9 ha, de las cuáles 76.5 ha hacen parte de la jurisdicción del municipio de Funza, y 62.4 ha del municipio de Cota; 46.22 ha hacen parte de la jurisdicción de Bogotá D.C., el cual se encuentra relacionado con el río Bogotá y los humedales Jaboque, Meandro del Say, Laguna de la Herrera y Lagunas del Funzhé (PMA, 2009).

## **7.2. Métodos**

Debido a que esta investigación se dividió en varias etapas, es imprescindible describir por cada apartado la metodología que se llevó a cabo. En la primera etapa, se describe el esfuerzo de muestreo, los puntos fijos de muestreo y la selección de unidades de paisaje; en la segunda etapa, se detalla el método con que se registró las principales actividades que tienen las especies en relación al componente vegetal; en la tercera etapa, se consultaron bases de datos e investigaciones realizadas en Colombia respecto al estado de conocimiento de las aves *R. semiplumbeus* y *P.m. bogotensis*, asimismo se definieron los contenidos y estructura para elaborar el material educativo; por último, se especifican los criterios para los análisis de datos.

### **7.2.1. Etapa uno: Caracterización del hábitat de las dos especies**

Esta etapa atiende al primer objetivo específico el cual es: “Caracterizar el uso de hábitat de *R. semiplumbeus* y *P. m. bogotensis*, a partir de las unidades y componentes de paisaje en el Humedal La Florida”.

Las unidades de paisaje se definen como el espacio y el geosistema que se modelan en un tiempo determinado, considerando las variables estructurales de la unidad a delimitar; de igual forma, es importante tener en cuenta que estas unidades se caracterizan por interrelaciones propias del espacio y tiempo en el cual se limitan (Ginés, 2012). Por otro lado, las unidades de paisaje requieren su diferenciación con las unidades adyacentes, debido a que las primeras se pueden repetir dentro del área de estudio (Naveh & Lieberman, 1984, en Otero, 2003).

Para llevar a cabo la delimitación de las unidades de paisaje en el Humedal La Florida, se realizaron ocho 8 visitas durante el mes de junio de 2019. De forma



similar a Otero (2003) y Muñoz (2012), las unidades de paisaje se delimitaron según el componente vegetal. Posteriormente, se codificó cada componente con su respectiva unidad de paisaje mediante polígonos de capas vectoriales en Google Earth y traslaparlos en un programa de Sistema de Información Geográfica (SIG) denominado QGIS 2020.

De acuerdo con el documento del PMA (2009) y Pérez (2013), el componente vegetal fue clasificado de la siguiente forma: vegetación Juncoide (**J**), Eneal (**EN**), vegetación flotante (**VF**), vegetación emergente (**VE**) y tapete flotante (**TF**). La vegetación Juncoide se caracteriza por el dominio de los Juncos (*Schoenoplectus californicus*); la vegetación Eneal hace referencia al dominio de plantas que no superan los 2 metros de altura como las Eneas (*Typha* sp.); la vegetación flotante se caracteriza por ser densa y no superan los 30 cm de alto como el buchón (*Eichornia crassipes*), botoncillo (*Bidens laevis*) y sombrilla de agua (*Hydrocotyle ranunculoides*); la vegetación emergente, la cual son plantas semiacuáticas que crecen formando una capa densa de vegetación entre 10 y 50 cm de alto como el botoncillo (*Bidens laevis*), el barbasco (*Polygonum punctatum*), la sombrilla de agua (*Hydrocotyle ranunculoides*) y la lengua de vaca (*Rumex conglomeratus*); finalmente, el tapete flotante es visible, no supera los 5 cm de altura lo cual hace imposible soportar un ave, y dentro de este componente se observa el buchón cucharita (*Limnobium laevigatum*), lenteja de agua (*Lemna gibba*) y helechito de agua (*Azolla filiculoides*).

Posteriormente, se elaboró un mapa del Humedal La Florida, en el que se observan las unidades de paisaje diferenciadas entre sí, con la intención de evidenciar en el mapa los componentes vegetales por cada unidad y afianzar la rigurosidad de los registros tomados (o que se llevaron a cabo) en campo.

Para finalizar la etapa de caracterización del paisaje, se tomaron datos de variables ambientales en los meses de julio, agosto, septiembre, noviembre de 2019, y de febrero y marzo de 2020. Estas variables ambientales fueron temperatura, brillo solar y humedad relativa. La toma de datos se realizó con los siguientes instrumentos: termómetro análogo, higrómetro y luxómetro.

A partir de la obtención de los datos mencionados, se realizaron gráficas comparables que dieran cuenta del comportamiento paulatino de las variables ambientales tomadas en campo. De igual forma, se contrastó con datos que se habían tomado con anterioridad en campo y, a partir de la consulta bibliográfica, se

explica las relaciones entre las variables ambientales y su influencia en la comunidad de aves acuáticas que habitan en los humedales.

### **7.2.2. Etapa dos: Contraste de hábitos de las dos especies**

Esta segunda etapa de la investigación atiende al segundo objetivo específico que consiste en: “Contrastar los hábitos comportamentales de *R. semiplumbeus* y *P. m. bogotensis* entre los estudios realizados con anterioridad y los datos obtenidos en campo”.

Al igual que en la tesis de Otero (2002), el método principal que se utiliza en la ejecución de este proyecto es la observación y registro, utilizando binoculares y cámara fotográfica. Para justificar lo anterior se siguió a Stiles & Rosselli (1998): “Las observaciones visuales y auditivas permiten llevar a cabo un inventario más completo en menos tiempo. Las redes son un suplemento útil pero no sustituyen tales observaciones” (p. 11).

Durante el mes de julio, se realizaron alrededor de cinco visitas al Humedal La Florida, que consistieron en el reconocimiento del humedal con la finalidad de fijar y demarcar los puntos de observación y registros de datos. Esto se realizó mediante el método de campo conocido como *Punto Fijo*. De acuerdo con Sahagún et al. (2014), este método se caracteriza por establecer un transecto donde se ubican los puntos de conteo según la zona de interés a observar; la distancia proximal entre cada Punto Fijo debe ser entre 100 y 250 metros. Johnston-González & González (2015) mencionan que este tipo de método permite obtener datos como la densidad y la relación con los diferentes componentes del sitio. Asimismo, Acosta, Múgica y Aguilar (2013) describen en su protocolo de censo de aves acuáticas que, los conteos por Puntos Fijos son de suma utilidad en aquellas áreas de acceso difícil, pero que cuentan con gran visibilidad, como en las lagunas o humedales.

Teniendo en cuenta lo anterior, se establecieron 12 Puntos Fijos con una distancia de 200 metros cada uno (Figura 6). Estos Puntos Fijos fueron georreferenciados a través de un GPS Garmin y, de igual manera, fueron señalados con la finalidad de no perder el Punto Fijo una vez que se iniciara el recorrido (Tabla 3).



**Figura 6.** Mapa de los puntos fijos de observación. Fuente: Google Earth, 2020.

A partir de julio de 2019 hasta marzo de 2020, se realizaron un total de 44 días de registros, mediante visitas semanales a partir de las 6:00 am hasta las 12:30 pm. En cada punto de observación, el cual se realizó mediante los puntos fijos ya establecidos con anterioridad (Ralph & et al., 1995), se utilizaron herramientas como un telescopio terrestre Celestron 80 mm, un binocular Konus 10 x 50, cámara Fujifilm 40 x y una grabadora Sony. Por cada Punto Fijo, se establecieron 15 minutos como máximo para realizar las respectivas anotaciones.

<b>Punto</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
<b>1</b>	4°43'34.05"N	74° 9'0.01"O
<b>2</b>	4°43'36.57"N	74° 8'59.78"O
<b>3</b>	4°43'38.43"N	74° 8'59.39"O
<b>4</b>	4°43'40.63"N	74° 8'59.46"O
<b>5</b>	4°43'42.59"N	74° 8'59.19"O
<b>6</b>	4°43'44.55"N	74° 8'58.51"O
<b>7</b>	4°43'46.72"N	74° 8'57.73"O
<b>8</b>	4°43'48.98"N	74° 8'57.54"O
<b>9</b>	4°43'50.78"N	74° 8'56.76"O
<b>10</b>	4°43'52.54"N	74° 8'56.89"O
<b>11</b>	4°43'54.19"N	74° 8'57.60"O

12	4°43'56.54"N	74° 8'58.29"O
----	--------------	---------------

**Tabla 3.** Coordenadas de los Puntos Fijos dentro del Humedal La Florida. Fuente: Aguado, 2020.

Al igual que la toma de datos que realizó Otero (2002), para registrar las actividades de *R. semiplumbeus* y *P.m. bogotensis*, se codificaron los siguientes aspectos: ocultarse (**Oc**), caminar (**Ca**), comer (**Co**), bañarse (**Ba**), acicalarse (**A**), acicalarse mutuamente (**Am**), buscando alimento (**Ab**), descansar (**De**), defender territorio (**Dt**), alimentar cría (**Ac**), pelear (**T**), cantar (**N**), nadar (**Nd**), refugio (**Rg**), apareamiento (**Ap**), dormir (**Dr**) y polluelos presentes (**Ñ**). De igual forma, es importante registrar otros organismos que están presentes en el momento de la observación. Además de los caracteres ecológicos que se registran de estas dos especies, se observan otros organismos faunísticos presentes en cada unidad de paisaje, con mayor énfasis en la presencia de aves acuáticas. Todos estos datos

Lo anteriormente descrito, se registró en una hoja de campo (Formato), diseñada para tal fin, la cual incluyó los siguientes ítems: Fecha, hora, unidad de paisaje, componente vegetal, actividad y aves registradas (Tabla 4):

**Tabla 4.** Hoja de anotaciones para las observaciones en campo. Fuente: Aguado, 2020 (Este estudio).

Fecha	Hora	Punto	Unidad	Componente	Actividad	Fauna

### 7.2.3. Etapa tres: material educativo de las dos especies.

Esta tercera etapa de la investigación atiende al tercer objetivo específico que consiste en: “Diseñar un material educativo digital que permita el reconocimiento de *Rallus semiplumbeus* y *Porphyriops melanops bogotensis* en el Humedal de la Florida”.

Inicialmente, se consultaron las siguientes bases de datos: Scielo, Dialnet, World Wide Science, Google Scholar, Springer Link, Scopus, repositorios de tesis de

pregrado, maestría y doctorado. De igual forma, se consultó en las siguientes revistas académicas: Revista Caldasia, Revista Ornitología Colombiana, Revista Luna Azul, Revista Academia de Ciencias Exactas, Física y Naturales, Ornithological Applications y Neotropical Ornithological Society. Por último, se consultaron memorias de congresos, simposios y coloquios de ornitología. Cada dato, nota, artículo, memoria y tesis se sistematizaron según el año de publicación, el objeto de estudio, autores y lugar donde se realizó la investigación.

La intención de realizar una búsqueda de los artículos de investigación, ya fuera descriptivos o de monitoreo, consistió en resaltar que para las dos especies que fueron objeto de investigación en la presente tesis, no existe aún suficiente análisis y datos en relación a la ecología comportamental. Por ende, a partir de los datos obtenidos en el pasado, se pretendió desarrollar una guía mediante la cual se divulguen los aspectos ecológicos de las especies *R. semiplumbeus* y *P.m.bogotensis*, añadiendo resultados que se hayan obtenido en la fase de investigación de campo de la presente tesis.

Por su parte, el diseño del material educativo digital, se realizó a manera de guía acerca de las aves acuáticas del Humedal La Florida, con especial énfasis en las especies *R. semiplumbeus* y *P.m. bogotensis*. Se incluyeron fotos de otros autores y de material intelectual propio, con la finalidad de acercar al lector a la mejor ilustración fotográfica posible. Los contenidos que fueron definidos para el diseño del material educativo, se hicieron con base en los datos más relevantes de los artículos que se consultaron con anterioridad. La publicación del material educativo digital, se realizó a través de la plataforma digital Google Sites.

## 8. Resultados y análisis de resultados

Se presentan los datos obtenidos según las etapas que se definieron según los métodos referentes a cada uno de los objetivos. Para la descripción de la primera etapa, se encuentra la caracterización y unidades de paisaje con sus respectivos componentes vegetales en el Humedal La Florida; en la segunda etapa, se observa el uso del hábitat de las especies estudiadas y el contraste con investigaciones que se han realizado con anterioridad; por último, están las reflexiones y discusiones en torno al material educativo diseñado alrededor de las especies acuáticas que fueron objeto de estudio en la presente tesis de investigación.

### 8.1. Caracterización y unidades del paisaje

Con el propósito de “Caracterizar el uso de hábitat de *R. semiplumbeus* y *P. m. bogotensis*, a partir de las unidades y componentes de paisaje en el Humedal La Florida”, se presentan a continuación los resultados obtenidos, seguidos por la discusión a la luz de la bibliografía consultada y las investigaciones realizadas previamente, que sirven de referente para el presente trabajo.

El Humedal La Florida presenta 25 unidades de paisaje de acuerdo con los componentes vegetales que se registraron, los cuales se caracterizaron por ser acuáticos y semiacuáticos (Tabla 5). La mayoría de las unidades de paisaje, se localizaron alrededor de la franja nororiental y suroriental del humedal. Cada unidad de paisaje que se estableció se caracteriza por encontrarse segmentada en la superficie.

No se logró estimar el porcentaje de la abundancia de cada especie vegetal en dichas unidades de paisaje. Por ende, cada unidad se caracteriza según el componente vegetal que estuviera presente. A cada componente vegetal que se determinó, se le asignó una abreviación, para obtener los siguientes datos: Vegetación Juncoide (**J**), donde la especie principal registrada es *Schoenoplectus californicus*; la vegetación Eneal, se caracteriza por la presencia de *Typha* sp.; la vegetación emergente (**VE**), la cual su fisionomía vegetal está compuesta por

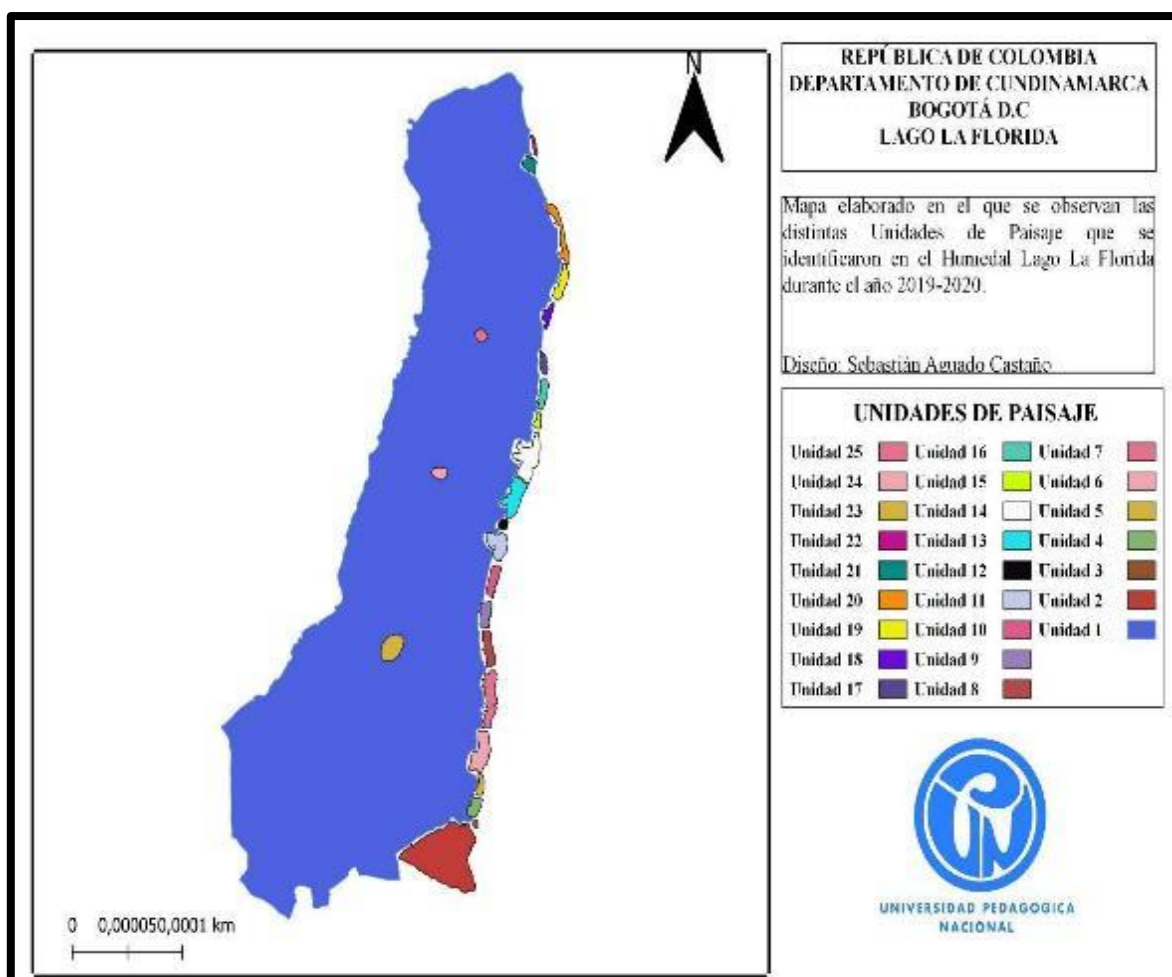
especies como *Hydrocotyle ranunculoides*, *Polygonum punctatum* y *Bidens laevis*; la vegetación flotante (VF) se caracteriza principalmente por la presencia de *Eichornia crassipes*; el tapete flotante (TF) está compuesto por *Lemna* sp.

UNIDAD	COMPONENTE	
1	Es	Espejo de Agua
	J	<i>Scheuchzeria palustris</i>
	TF	<i>Lemna</i> sp.
	VE	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>
2	J	<i>Scheuchzeria palustris</i>
3	VE	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>
	J	<i>Scheuchzeria palustris</i>
	E	<i>Typha</i> sp.
	TF	<i>Lemna</i> sp.
5	J	<i>Scheuchzeria palustris</i>
	E	<i>Typha</i> sp.
	TF	<i>Lemna</i> sp.
	J	<i>Scheuchzeria palustris</i>
	VF	<i>Eichornia crassipes</i>
	E	<i>Typha</i> sp.
	VE	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>
	E	<i>Typha</i> sp.
	J	<i>Scheuchzeria palustris</i>
	VE	<i>Polygonum punctatum</i>
	VE	<i>Bidens laevis</i>
	J	<i>Scheuchzeria palustris</i>
	J	<i>Scheuchzeria palustris</i>
	E	<i>Typha</i> sp.
	VE	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>
	VE	<i>Bidens laevis</i>
	J	<i>Scheuchzeria palustris</i>
	E	<i>Typha</i> sp.
	TF	<i>Lemna</i> sp.
	J	<i>Scheuchzeria palustris</i>
	VE	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>
	E	<i>Typha</i> sp.
	TF	<i>Lemna</i> sp.
	J	<i>Scheuchzeria palustris</i>
	VE	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>
	E	<i>Typha</i> sp.
	TF	<i>Lemna</i> sp.
	J	<i>Scheuchzeria palustris</i>
	VE	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>
	E	<i>Typha</i> sp.
	TF	<i>Lemna</i> sp.

UNIDAD	COMPONENTE	
	E	<i>Typha</i> sp.
	VF	<i>Eichornia crassipes</i>
	TF	<i>Lemna</i> sp.
	J	<i>Scheuchzeria palustris</i>
	VE	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>
	E	<i>Typha</i> sp.
	J	<i>Scheuchzeria palustris</i>
	VE	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>
	VE	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>
	J	<i>Scheuchzeria palustris</i>
	J	<i>Scheuchzeria palustris</i>
	J	<i>Scheuchzeria palustris</i>
	VE	<i>Eichornia crassipes</i>
	E	<i>Typha</i> sp.
	J	<i>Scheuchzeria palustris</i>
	VE	<i>Bidens laevis</i>
21	E	<i>Typha</i> sp.
	J	<i>Scheuchzeria palustris</i>
	E	<i>Typha</i> sp.
	VE	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>
	VF	<i>Eichornia crassipes</i>
24	E	<i>Typha</i> sp.
	J	<i>Scheuchzeria palustris</i>
	VE	<i>Bidens laevis</i>

**Tabla 5:** Unidades de paisaje presentes en el Humedal La Florida con sus respectivos componentes vegetales. Fuente: Aguado, 2020.

Las unidades de paisaje que constan de la 2 a la 22, se hallan en la zona nororiental y suroriental; la unidad de paisaje 23 se encuentra en la parte suroccidental y las unidades 24 y 25 se localizan en la zona noroccidental del humedal. A partir de esta determinación y de las respectivas ubicaciones espaciales de las unidades de paisaje, se observa una heterogeneidad, puesto que cada unidad presenta un componente vegetal específico y su distribución no es uniforme (Figura 7).

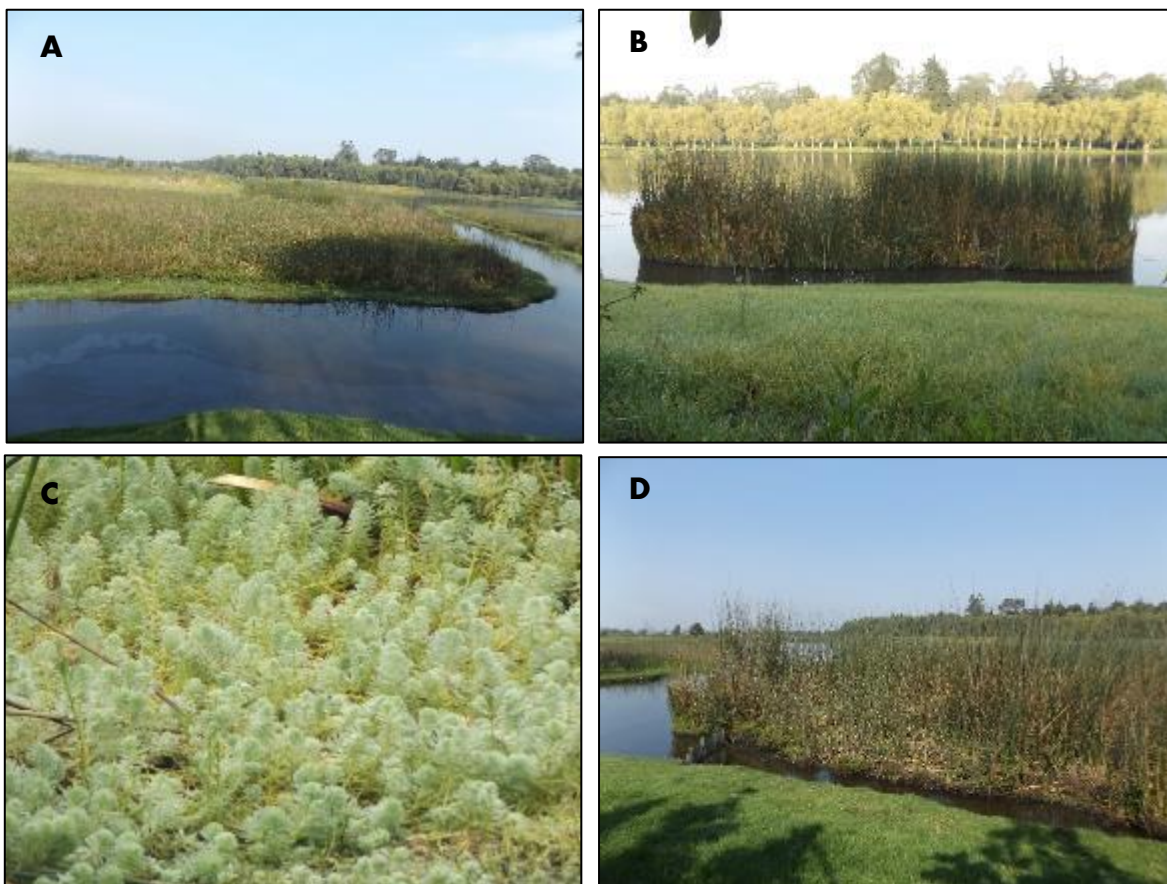


**Figura 7:** Unidades de paisaje en el Humedal La Florida. Fuente: Aguado, 2020.

Cada unidad de paisaje presenta su componente vegetal característico; no obstante, se observa una gran presencia de *S. californicus* en algunas unidades (Figura 8). En los alrededores de algunas unidades de paisaje, como la 12, 13 y 22, se registró la presencia de la especie vegetal lengua de vaca (*Rumex conglomeratus*). Por otro lado, es necesario aclarar que, al costado extremo occidental se halla el borde del cuerpo de agua del humedal, el cual colinda con un



campo de golf y, por último, al extremo norte, se encuentra un terraplén que divide el cuerpo de agua.

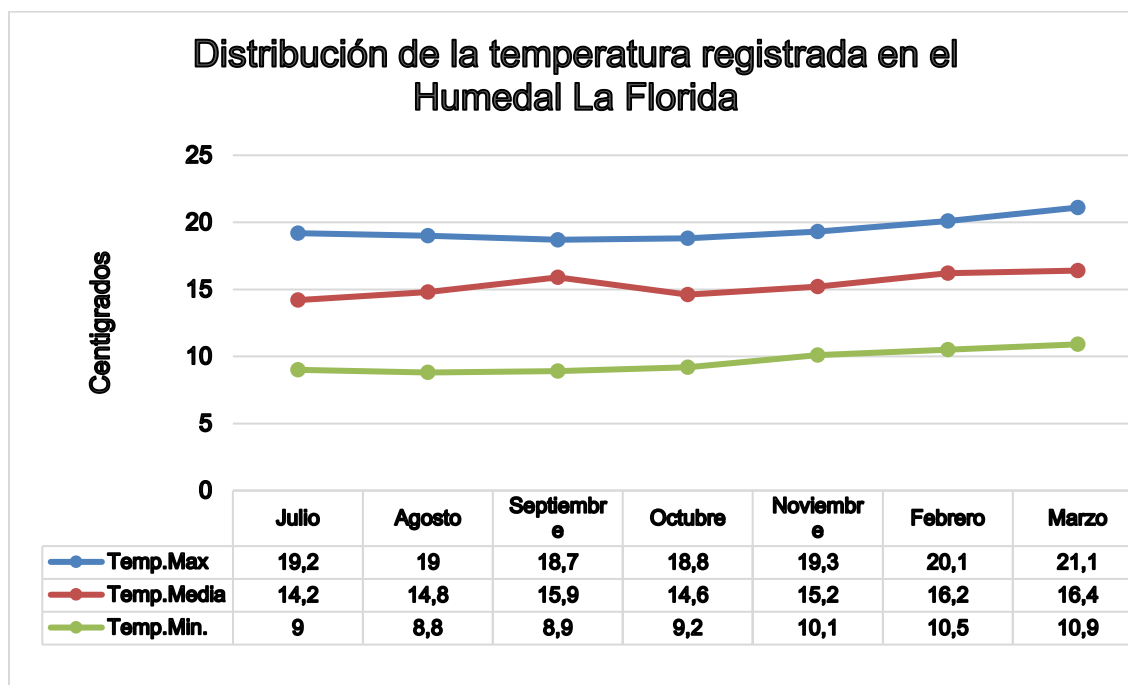


**Figura 8:** Humedal La Florida, A) Unidad de paisaje 2; B) Unidad de paisaje 5; C) Unidad de paisaje 7; D) Unidad de paisaje 8. Fuente: Aguado, 2020.

En lo que respecta a los componentes abióticos, de carácter climático, se obtuvieron datos acerca de variables ambientales como la temperatura, la humedad relativa y el brillo solar (Tabla 6). Para el caso de la temperatura, en el Humedal La Florida se obtuvo una media de 15,3 °C, con una temperatura mínima de 8,8 °C en agosto de 2019 y una máxima de 21,1 en marzo de 2020 (Figura 9). El valor máximo de la humedad relativa se observa en el mes de octubre, con un 81%

Mes/VARIABLES ambientales	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Febrero	Marzo
Temperatura (°C)	14,2	14,8	15,9	14,6	15,2	16,2	16,4
H. relativa (%)	78	77	79	81	78	73	71
Bri. Solar (lux)	120.1	119.2	118.8	115.1	119.7	132.1	135.7

**Tabla 6:** Valores medios sobre variables ambientales como la temperatura (°C), la humedad relativa (%) y el brillo solar (lux) en el Humedal La Florida. Fuente: Aguado, 2020.



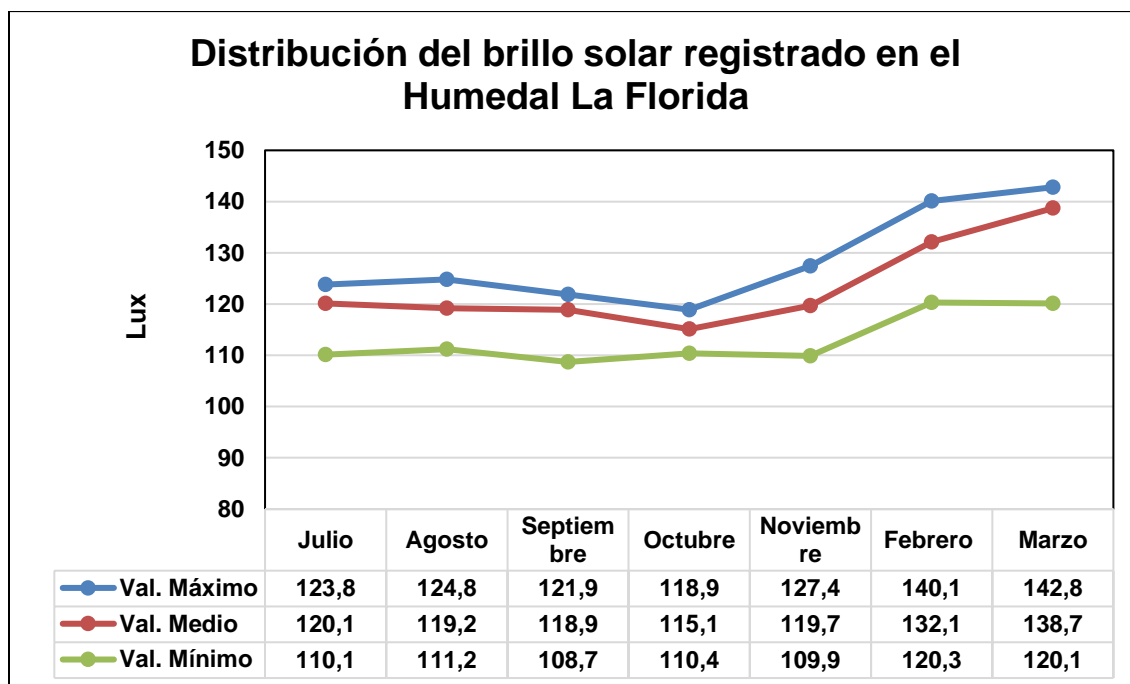
**Figura 9:** Distribución de la temperatura en los meses de estudio que se llevaron a cabo en el Humedal La Florida. Fuente: Aguado, 2020.

El valor promedio más alto de la humedad relativa se determinó en el mes de octubre de 2019, con un valor porcentual de 81%. En este mes, las temperaturas descendieron, donde el valor medio estuvo representado por 14,6 °C y con un brillo solar de 115,1 lux. Por otro lado, el valor promedio más bajo de la humedad relativa se halla en el mes de marzo de 2020, con un porcentaje del 72%; esto concuerda con el incremento de la temperatura en el mismo mes con un valor medio de 16,4 °C y un brillo solar de 138,7 lux.

En lo que corresponde al brillo solar en el Humedal La Florida, se obtuvo un valor mínimo en el mes de septiembre de 2019, 108,7 lux; el valor medio del brillo solar es de 123,3 lux; el valor máximo se encuentra en el mes de marzo de 2020, con un valor de 142,8 lux (Figura 10).

Existe una relación directa entre el aumento de la temperatura y el brillo solar, al mismo tiempo que existe una relación inversa entre el aumento de la temperatura y la humedad relativa. Comparando la temperatura frente al brillo solar, se observó que, la temperatura aumentó a partir de febrero de 2020, con un valor medio de 16,2 °C y el brillo solar también presentó en febrero un incremento con un valor medio de 132,1 lux; para el caso de marzo de 2020, la relación directa se mantuvo, puesto que la temperatura media es de 16,4 °C y el brillo solar presentó un valor medio de 138,7 lux.

En lo que respecta a la relación entre la temperatura y la humedad relativa, se evidenció una ligera relación inversa entre las dos variables ambientales, debido a que, la humedad relativa entre los meses de febrero y marzo de 2020, disminuyeron a medida que aumentó la temperatura; igualmente se evidenció una relación inversa entre la variable del brillo solar y la humedad relativa.



**Figura 10:** Distribución del brillo solar registrado en los meses de estudio que se llevaron a cabo en el Humedal La Florida. Fuente: Aguado, 2020.

La razón de analizar el paisaje del Humedal La Florida a través de sus respectivas unidades, es el hecho de diferenciar posibles áreas heterogéneas que se caracterizan por coberturas vegetales, uso de suelo, clima o variables ambientales (Ricaurte & Avellaneda, 2015). Existen distintas variables que son fundamentales al momento de definir una unidad de paisaje como son el clima, las relaciones litológicas, topográficas o de relieve; para el caso específico de la presente tesis, se tuvieron en cuenta variables que estuvieran relacionadas con la cobertura vegetal, especialmente por la composición florística del humedal (Ricaurte & Avellaneda, 2015).

De acuerdo con las 25 unidades de paisaje que se obtuvieron durante el estudio en campo, se identificaron alrededor de cuatro comunidades vegetales principales. Estas comunidades se distinguen por ser del tipo vegetación acuática y semiacuática. Según la CAR (2011), las comunidades de plantas acuáticas tienen la particularidad de generar aporte en materia orgánica a los cuerpos de agua, generando recursos alimenticios y de refugios para una diversa fauna que se puede hallar en los humedales.

Esta distribución espacial heterogénea de las comunidades vegetales acuáticas en el Humedal La Florida, posibilita un potencial biótico para el hábitat de la fauna allí presente, especialmente de las aves acuáticas. Al igual que la distribución de las comunidades vegetales se encuentran en distintos puntos del espacio, las aves acuáticas se distribuyen de acuerdo con la composición de la comunidad vegetal acuática, la heterogeneidad del espacio y el régimen hidrológico (Blanco, s.f.). Además de las características ya mencionadas, y teniendo en cuenta el tamaño del espacio, las aves acuáticas responden visualmente a la estructura de la vegetación; de acuerdo con Weller y Fredrickson (1974), el aumento de la riqueza y abundancia de las aves acuáticas dependerá de zonas abiertas en un humedal con vegetación palustre.

Existen diversos estudios que demuestran la relación entre la distribución de las aves acuáticas y la estructura florística y paisajística. Según Chacón de la Cruz et al. (2017), la distribución de las aves acuáticas en el estado de Durango, México, depende especialmente de la complejidad del paisaje y los cuerpos de agua. Igualmente, Cueva (2003) concluye que la comunidad de aves acuáticas depende en gran medida de las superficies inundadas y del tipo de sustrato no inundado. Por otro lado, en un estudio local en los Humedales La Florida y Santa María del Lago, localizados en Bogotá, Benítez et al. (2004), determinaron que la especie, *Podilymbus podiceps*, utiliza vegetación acuática emergente para la reproducción

en el Humedal Santa María del Lago; sin embargo, en el Humedal La Florida, la especie no tuvo éxito de reproducción debido a la constante remoción de vegetación acuática emergente en el espejo de agua.

Los anteriores fueron algunos ejemplos para ilustrar que las aves acuáticas se distribuyen según el tamaño y heterogeneidad del espacio; asimismo, su riqueza y abundancia dependen directamente de la fisionomía vegetal que exista en el hábitat. Para el caso de las aves acuáticas que se distribuyen alrededor del Altiplano Cundiboyacense y en los humedales de Bogotá y la Sabana, estas prefieren hábitats donde predominen los juncales y las eneas, seguido después por la vegetación emergente (Van der Hammen et al., 2008).

En lo que respecta a las variables ambientales que se estimaron, existe una relación directa entre la temperatura y el brillo solar; contrario a esto, existe una relación indirecta entre la temperatura y la humedad relativa. Esta última variable en mención puede cambiar según las fluctuaciones que exista en la temperatura ambiental; si la cantidad de vapor de agua en el aire es alta, ligeras variaciones de la temperatura pueden influir en la humedad relativa (Gliessman, 2002). Como se puede observar en la Tabla 6, la humedad relativa aumentó en proporción a temperaturas mínimas, contrario a lo que sucedió en los meses de febrero y marzo de 2020, en los que se evidenció que las temperaturas y el brillo solar aumentaron y la humedad relativa disminuyó. Debido a la intensidad de la radiación solar que se recibe en la superficie, se altera gradualmente la temperatura modificando la energía cinética de las moléculas y, en consecuencia, ocurre el aumento de la temperatura en relación con el aumento de la evapotranspiración (PMA, 2006).

Los datos obtenidos de la temperatura ambiental en el Humedal La Florida, incrementaron si se realiza una comparación con los datos ambientales que se tomaron en el mismo lugar hace 11 años. De acuerdo con los datos del PMA (2009), la temperatura máxima en marzo fue de 19,5 °C, y en el actual registro del mes de marzo del 2020, se evidenció un valor máximo de 21,1 °C. Si bien no se analizó en esta tesis de investigación los efectos de la temperatura en las aves acuáticas, especialmente en *R. semiplumbeus* y *P. m. bogotensis*, se infiere que dicho aumento tiene repercusiones en el ecosistema y, en consecuencia, en la comunidad de aves acuáticas del Humedal La Florida. Según Haig et al. (2019), el aumento de las temperaturas puede causar mayor evaporación o puede generar un aumento en la salinidad del cuerpo de agua, y esto, a su vez, tiene repercusiones negativas en las aves acuáticas, debido a que no tienen las glándulas salinas desarrolladas.

Por último, Franco et al. (2013), mencionan que, entre mayor sea el espejo de agua, mayor sea la heterogeneidad y profundidad del humedal, existe una mejor dinámica en las columnas de agua que contribuyen a la disminución de la temperatura y la pérdida de agua por la evapotranspiración; asimismo, los autores recomiendan realizar controles sobre la vegetación acuática como el Buchón (*Eichornia crassipes*), ya que este tipo de vegetación macrófita disminuye la entrada de luz al cuerpo de agua, generando colmatación y gases tóxicos que terminan perjudicando la calidad del espejo de agua y el ciclo de nutrientes.

## **8.2. Hábitos comportamentales de las dos especies**

De acuerdo con el segundo objetivo específico trazado para la presente investigación: “Contrastar los hábitos comportamentales de *R. semiplumbeus* y *P. m. bogotensis* entre los estudios realizados con anterioridad y los datos obtenidos en campo”, a continuación, se presentan los resultados obtenidos, así como la discusión de estos, en contraste con la bibliografía encontrada.

Partiendo de esto, se obtuvieron las siguientes actividades establecidas: ocultarse (**Oc**), caminar (**Ca**), comer (**Co**), bañarse (**Ba**), acicalarse (**A**), acicalarse mutuamente (**Am**), buscando alimento (**Ab**), descansar (**De**), defender territorio (**Dt**), alimentar cría (**Ac**), pelear (**T**), cantar (**N**), nadar (**Nd**), refugio (**Rg**), apareamiento (**Ap**), dormir (**Dr**) y polluelos presentes (**Ñ**). Cada actividad tuvo una cantidad de observaciones en la respectiva unidad de paisaje establecida y en el componente vegetal identificado.

### **8.2.1. Hábitos de *Rallus semiplumbeus***

La especie, *Rallus semiplumbeus*, se registró en las unidades de paisaje 2, 6, 8 y 9. En la unidad de paisaje 2, se observó a la especie en la vegetación de juncuales y en la vegetación emergente. Dentro de la misma unidad mencionada, pero en la vegetación emergente, se obtuvieron observaciones sobre el acicalamiento, la búsqueda de alimento entre la vegetación predominante *Hydrocotyle ranunculoides* y registros de cantos en pareja.

Correspondiente a la unidad de paisaje 6, se observó en una oportunidad el acicalamiento mutuo en pareja cerca de un tapete flotante; dentro de la vegetación de juncuales, se observaron actividades como el ocultamiento, caminar, acicalarse, registros de cantos y un posible refugio construido con partes de juncuales; por último, en esta unidad de paisaje, se observó en dos ocasiones comer en la

vegetación flotante. En lo que respecta a la unidad de paisaje 8, las observaciones fueron en su mayoría en la vegetación de juncales, y sus actividades fueron ocultarse, caminar y nadar; en la vegetación emergente se observaron actividades como comer, acicalarse y buscar alimento. Por último, en la unidad de paisaje 9, se obtuvieron varias observaciones sobre el acicalamiento cerca del tapete flotante; en relación con la vegetación de juncales, se observaron actividades como el ocultamiento y caminar.

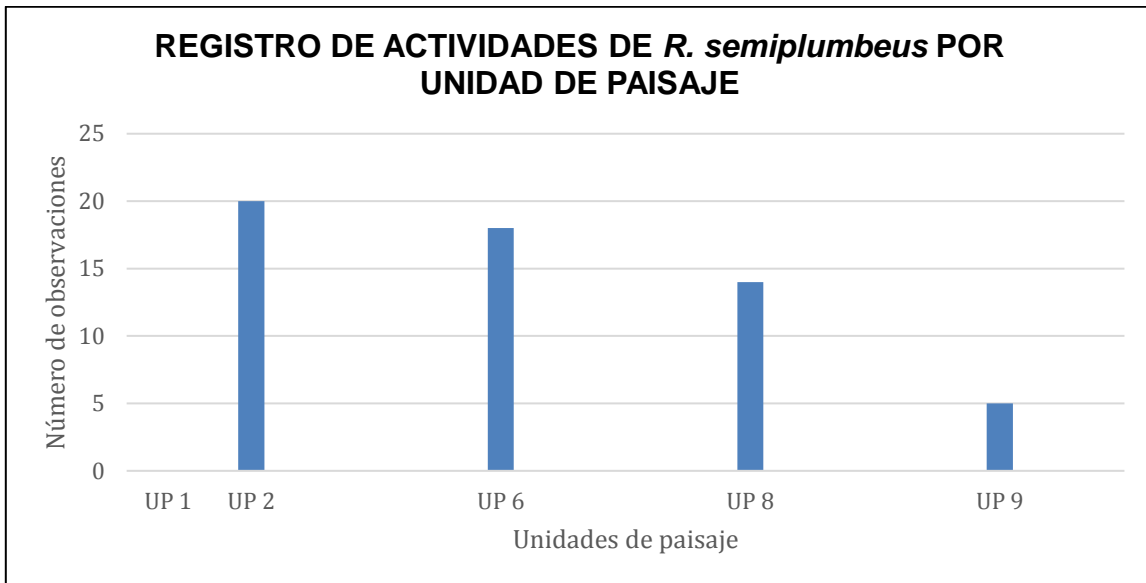
La unidad de paisaje donde mayor registro de actividad tuvo *R. semiplumbeus*, fue el número 2, con un total de 20 observaciones; la actividad de mayor frecuencia fue el canto, con un total de 17 registros (Tabla 7). Es importante aclarar que la unidad de paisaje 1, no obtuvo ninguna clase de registro debido a que se refiere al cuerpo de agua del Humedal La Florida.

UNIDAD	Com.Vegetal	Oc	Ca	Co	Ba	A	Am (pareja)	Ab	De	Dt	Ac	T	N	Nd	Rg	Ap	Dr	Ñ	TOTAL	
1	Es																		0	
2	J	4	5										8						20	
	TF																			
	VE					1		2												
6	TF						1												18	
	J	2	4			3							5		1					
	VF			2																
8	E																		14	
	J	4	1										4							
	VE			2		2		1												
9	VE					2													5	
	J	2	1																	
	<b>TOTAL</b>	12	11	4	0	8	1	3	0	0	0	0	17	0	1	0	0	0	57	
<p><b>Actividades: ocultarse (Oc), caminar (Ca), comer (Co), bañarse (Ba), acicalarse (A), acicalarse mutuamente (Am), buscando alimento (Ab), descansar (De), defender territorio (Dt), alimentar cría (Ac), pelear (T), cantar (N), nadar (Nd), refugio (Rg), apareamiento (Ap), dormir (Dr) y polluelos presentes (Ñ)</b></p>																				

**Tabla 7:** Registros de actividades de *R. semiplumbeus* en las unidades de paisaje y componentes vegetales identificados en el Humedal La Florida. Fuente: Aguado, 2020.

De acuerdo con los resultados registrados en la tabla 7, se observa que la unidad de paisaje con mayor actividad es la unidad 2 con un total de 20 observaciones. A

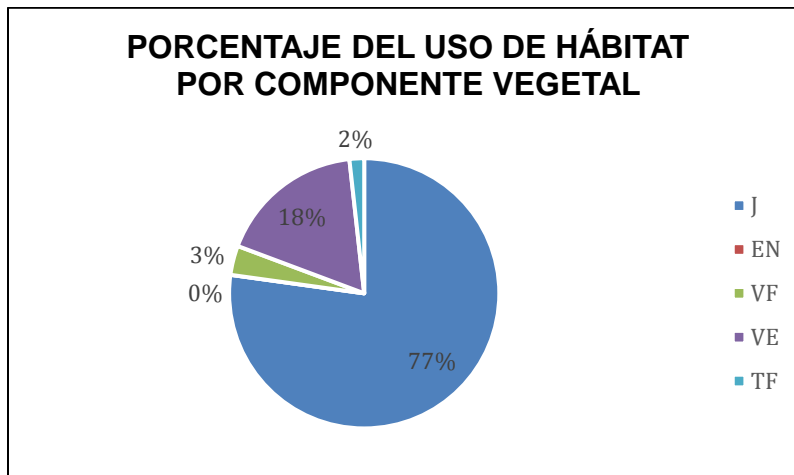
continuación, sigue la unidad 6, 8 y 9, con un total de 18, 14 y 5 observaciones respectivamente (Figura 11).



**Figura 11:** Cantidad de registros de actividades por unidad de paisaje en el Humedal La Florida. Fuente: Aguado, 2020.

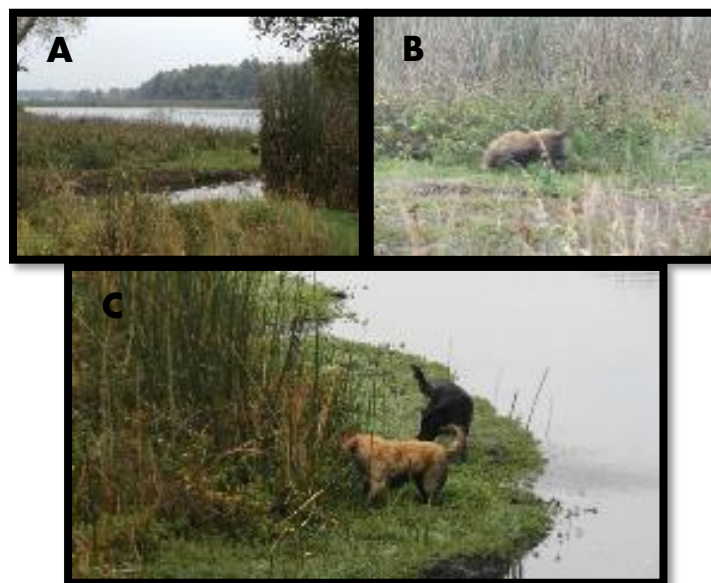
Asimismo, se ha observado que la especie, *R. semiplumbeus*, tuvo mayor actividad en el componente vegetal de juncuales, con un aproximado de 77%, seguido por la vegetación emergente con 18%, vegetación flotante 3% y tapete flotante con un 2%; no se registró, en ninguna unidad de paisaje, actividades en relación con el componente vegetal de eneas (Figura 12).





**Figura 12:** Porcentaje sobre el uso del componente vegetal de *R. semiplumbeus*; J: juncos, EN: Eneas, VF: Vegetación flotante, VE: Vegetación Emergente, TF: Tapete flotante. Fuente: Aguado, 2020.

Por último, se observó en cuatro oportunidades, que estas aves se ocultaron entre juncos en el instante en que, perros ferales que habitan en el Humedal La Florida, corrían entre los juncos y la vegetación emergente (figura 13).



**Figura 13:** Perros ferales en la unidad de paisaje 2 persiguiendo un individuo de la especie *R. semiplumbeus*. Fuente: Aguado, 2020.

De acuerdo con la evidencia, la especie *R. semiplumbeus* presentó una mayor actividad en la unidad de paisaje 2. Una posible razón de esto es la abundancia de

vegetación juncoide que se halla en esta unidad de paisaje. Lo anterior, teniendo en cuenta que se ha descrito que esta especie de rávido habita especialmente donde el junco, *S. californicus*, está mezclado con otra vegetación acuática emergente, flotante y juncales de *Typha* sp. (Roselli et al, 2016); además, se han encontrado registros de esta especie en el que utiliza, preferiblemente, la vegetación acuática emergente y de juncoides (Benítez et al, 2005).

En las unidades de paisaje en las que fue registrada la especie *R. semiplumbeus*, se observó, en una alta proporción, actividades que estuvieran relacionadas con el uso de la vegetación de juncoides. Estas observaciones coinciden con las evidencias obtenidas por Pérez (2013), en el que describe que la vegetación mencionada, es un componente determinante en el ciclo biológico de varias especies de rávidos, especialmente del género *Rallus*. Para ilustrar esto último, la especie *R. semiplumbeus* construye nidos ovalados en la parte baja de los juncales (Macana, 2007). En condiciones óptimas, los juncales son el hábitat preferido por esta especie, ya que es allí donde puede anidar y descansar, con espacios caracterizados por la vegetación emergente o flotante (Stiles y Roselli, 2003).

En lo que respecta a la vegetación emergente, VE, se obtuvieron registros de actividades en un 38%. Esta alta proporción de actividad comparada con las restantes se debe principalmente a la alta productividad y la variedad de alimentos que ofrece este tipo de vegetación (Weller, 1999). Asimismo, se han registrado, en vegetación emergente, actividades de forrajeo y alimentación (Lozano, 1993; Benítez et al, 2005; Pérez, 2013). Es importante enfatizar que la vegetación caracterizada en esta investigación proporciona materia orgánica a los cuerpos de agua como los de los humedales y pueden albergar una variada fauna allí (CAR, 2011). La dieta fundamental de los Gruiformes, especialmente de los rávidos, son los invertebrados como los crustáceos, anélidos, moluscos, insectos, entre otros (Martínez, 1993).

Por último, las razones de la poca o nula actividad de *R. semiplumbeus* en la vegetación flotante, en enneas y tapete flotante, se debe a la morfología de la especie acuática y de la estructura de la vegetación acuática mencionada. Las especies de la familia Rallidae, se caracterizan por sostenerse en el barro y deslizarse entre sustratos enraizados y que emergen del agua (Pérez, 2013); en ese sentido, la vegetación flotante no forma una capa de más de 5 cm de alto, por lo que imposibilita el forrajeo, ocultamiento o desplazamiento de la especie entre la vegetación (Macana, 2007).

A lo largo del estudio, se observó que la especie *R. semiplumbeus*, no varía frecuentemente el uso del hábitat. De acuerdo con Pérez (2013), esta especie tiene conductas de defensa de territorio, lo cual explicaría la poca variación en el uso del hábitat, prefiriendo el uso de juncales; así mismo, la autora menciona que esto puede afectar a la especie debido a los cambios que pueden suceder en el hábitat. No obstante, cuando existen grados de amenaza o presiones sobre el hábitat de la especie, *R. semiplumbeus* tiene capacidad de recuperación y dispersión (Stiles & Roselli, 2003)

De acuerdo con la evidencia registrada acerca de los perros ferales, estos se agrupaban, generalmente, en la unidad de paisaje 2, específicamente donde se observó a la especie *R. semiplumbeus*. Esta fauna foránea representa una amenaza más para la especie en mención, ya que persiguen y cazan constantemente a los individuos no solo de *R. semiplumbeus*, sino que también de otras especies de aves acuáticas. De acuerdo con Ruiz y Zerda (2006), los perros ferales que habitan en los humedales, encuentran recursos necesarios como el abrigo, el agua y alimento suficiente para la supervivencia de sus crías, ya que no se presenta competencia al respecto. Stiles & Roselli (2003) recomiendan que

deben realizarse estudios cuantitativos con el objetivo de evaluar el impacto que tienen las especies exóticas sobre la fauna y flora de los humedales.

### **8.2.2. Hábitos de *Porphyriops melanops bogotensis***

A diferencia de la anterior especie, *P.m. bogotensis* se registró en varias unidades de paisaje como la unidad 2, 4, 5, 6, 11, 13 y 16, con un total de 120 observaciones. Pero al igual que *R. semiplumbeus*, la especie *P.m. bogotensis* se vio atacada por perros ferales en la unidad de paisaje 2. Se han registrado pequeños grupos de 3 o 5 individuos de perros ferales que rondan por la misma unidad de paisaje mencionada y atacan los nidos o individuos de las aves acuáticas que fueron objeto de estudio.

La especie *P.m. bogotensis* tuvo mayor actividad en la unidad de paisaje 2 (Figura 14), con 30 observaciones; sus actividades como el caminar, comer, bañarse, acicalarse, buscar alimento y canto se registraron en mayor medida en la vegetación emergente, seguido por la actividad de descansar en los juncales y nadar en el tapete flotante (Tabla 8).

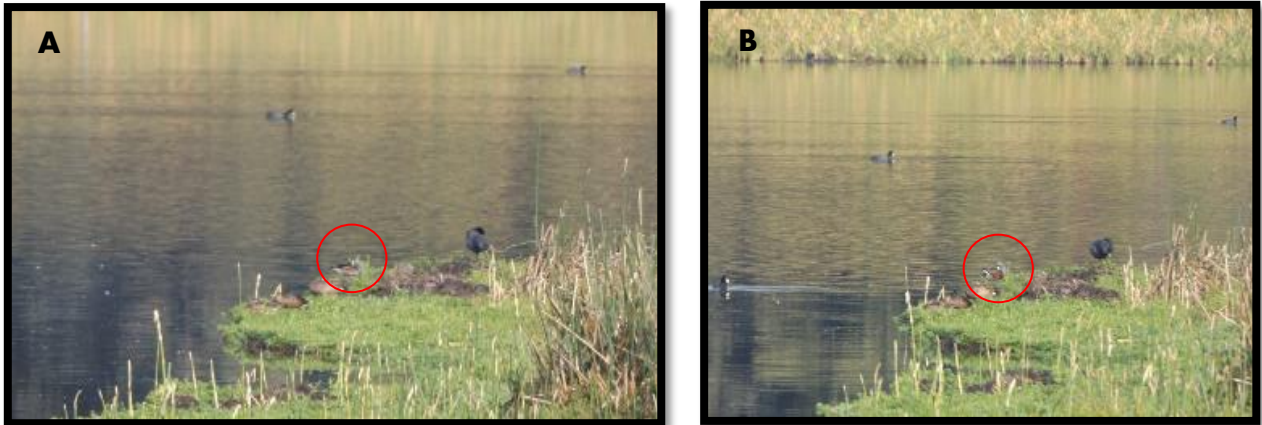


Figura 14: *Porphyriops melanops bogotensis* acicalándose en la unidad de paisaje 2. Fuente: Aguado, 2020.

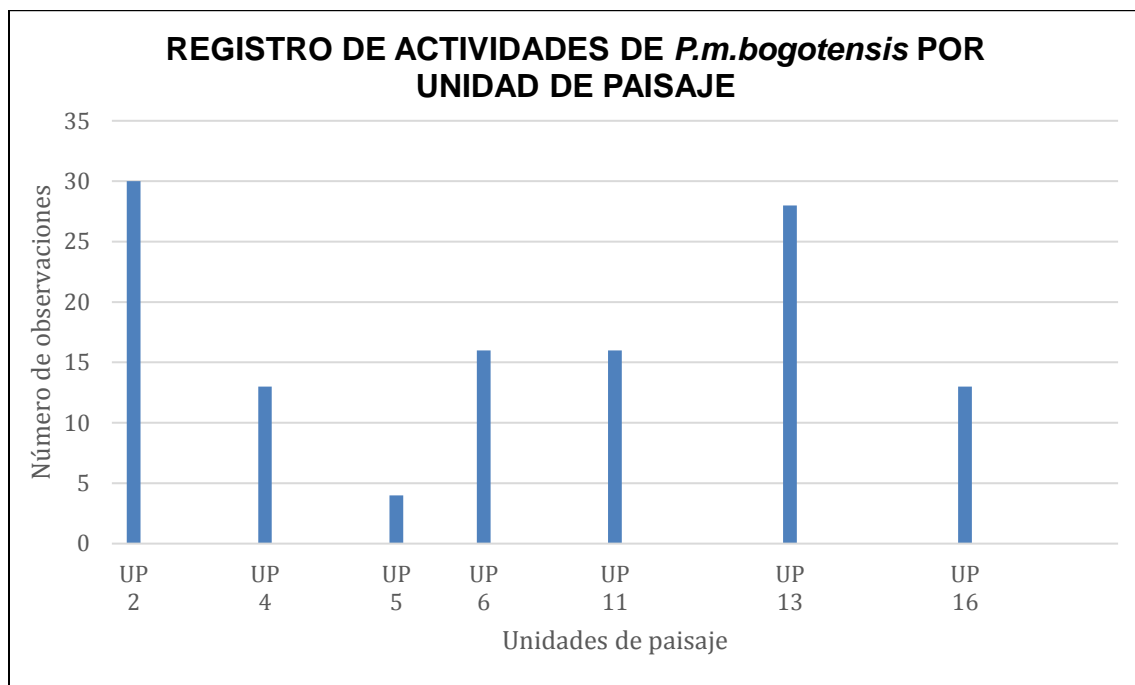
UNIDAD	Com.Vegetal	Oc	Ca	Co	Ba	A	Am (pareja)	Ab	De	Dt	Ac	T	N	Nd	Rg	Ap	Dr	Ñ	TOTAL
2	J	3							2										30
	TF													2					
	VE		4	3	3	5	1	6					1						
4	J		2						1										13
	E								1										
	TF							7						2					
5	J	1	1										1		1				4
	E																		
6	TF			1	2	3		7											16
	J																		
	VF							3											
11	VE		1					1											16
	J	4	2						1	1	3				1				
	E																		
	TF							2											
13	TF			1	2	3	1	2		2			3	4					28
	J		1												1		1	1	
	VE					4							1						
	E							1											
16	TF			1															13
	J	1	2					2							1				
	VE						1		1					1					
	E		1					2											
<b>TOTAL</b>		9	14	6	7	15	3	33	6	3	3	0	6	9	4	0	1	1	<b>120</b>

**Actividades: ocultarse (Oc), caminar (Ca), comer (Co), bañarse (Ba), acicalarse (A), acicalarse mutuamente (Am), buscando alimento (Ab), descansar (De), defender territorio (Dt), alimentar cría (Ac), pelear (T), cantar (N), nadar (Nd), refugio (Rg), apareamiento (Ap), dormir (Dr) y polluelos presentes (Ñ)**

**Tabla 8:** Registros de actividades de *P. m. bogotensis* en las unidades de paisaje y componentes vegetales identificados en el Humedal La Florida. Fuente: Aguado, 2020.

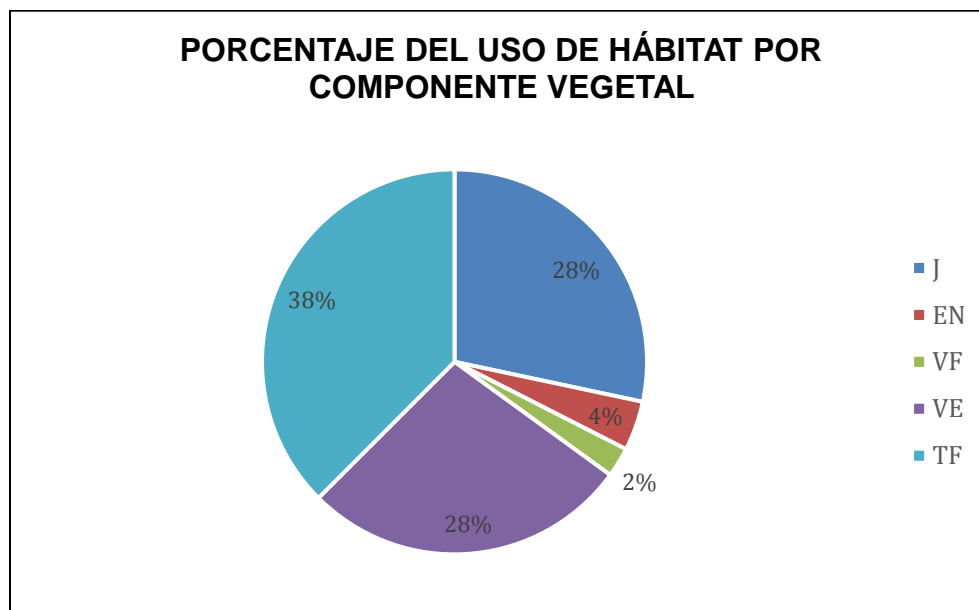
De acuerdo con los registros que se evidencian en la tabla 8, la unidad de paisaje con mayor actividad aparte de la unidad 2, fue la unidad 13. En esta unidad, se obtuvieron 28 registros, en el que la vegetación de tapete flotante se caracterizó por la mayor actividad como el comer, bañarse, acicalarse, buscar alimento y defender su territorio; de igual forma, esta es la única unidad de paisaje en la que se registró la presencia de dos polluelos durante toda la fase de investigación en campo.

Después de esta unidad, siguen las unidades de paisaje 6 y 11, con 16 observaciones en cada una de ellas. La unidad 4 y 16 presentan 13 observaciones de actividades respectivamente. Por último, la unidad de paisaje con menor registro de actividad fue la unidad 5, ya que la presencia de la vegetación juncal y de enneas era mínimo comparado con otras unidades de paisaje (Figura 15).



**Figura 15:** Cantidad de registros de actividades de *P.m. bogotensis* por unidad de paisaje. Fuente: Aguado, 2020.

En lo que respecta al uso del componente vegetal, la especie *P.m. bogotensis* utiliza en mayor medida la vegetación de juncales con un porcentaje de 38%, seguido del tapete flotante y la vegetación emergente con un 28%, vegetación de enea con un 4% y la vegetación flotante con 2% (Figura 16).



**Figura 16:** Porcentaje de uso de hábitat por componente vegetal de *P.m. bogotensis* en el Humedal La Florida; J: juncales, EN: Eneas, VF: Vegetación flotante, VE: Vegetación Emergente, TF: Tapete flotante. Fuente: Aguado, 2020.

Al igual que la especie *R. semiplumbeus*, la especie *Porphyriops melanops bogotensis*, presentó una mayor actividad en la unidad de paisaje 2. Sin embargo, también presentó un número alto de actividades en las unidades 6, 11 y 13. Es importante recordar que la unidad 6 se caracteriza por el componente de tapete flotante, vegetación flotante y vegetación juncoide; la unidad 11 y 13 se pueden distinguir por la vegetación juncoide, vegetación de eneas, tapete flotante y vegetación emergente.

Este uso de hábitat en las distintas unidades de paisaje, se debe a que la especie, *P.m. bogotensis*, es la especie más acuática de la familia de los Rápidos (Rallidae), la cual se puede encontrar caminando en vegetación flotante y refugiarse en los juncales (ABO, 2000; Restall et al., 2007; Osbahr y Gómez, 2011).

Los resultados obtenidos coinciden con las anotaciones y análisis de Osbahr y Gómez (2011), al afirmar que los juncales conforman un hábitat apropiado para el

refugio y anidación de *P.m. bogotensis*. Los juncales son utilizados por la pareja para construir bases de anclaje y tapizar el nido (Roselli, Zuluaga y Benítez, 2016). Asimismo, se han registrado actividades de alimentación y percha en distintos puntos de composición vegetal acuática caracterizada por los juncales (Benítez et al., 2005). Los juncales son de suma importancia cuando existen presiones derivadas del ser humano, ya que esta vegetación favorece la anidación de la especie *P.m. bogotensis*.

En lo que respecta a la vegetación flotante, *P. m. bogotensis* forrajea en este tipo de vegetación al igual que en los tapetes flotantes (Stiles y Roselli, 2003). De acuerdo con las observaciones que se han realizado, esta especie se alimenta con los recursos que encuentre disponible en la vegetación flotante fina, como raíces, tallos y material que cae y entra en descomposición (Benítez et al., 2005). Se ha registrado que esta especie picotea en la vegetación que bordea a los juncos, alimentándose de insectos y otros artrópodos atrapados (Benítez et al., 2005).

De acuerdo con Becerra et al. (2005), *P. m. bogotensis* prefiere el uso de la vegetación flotante con asociaciones de *Bidens laevis*, *H. ranunculoides* y *Myriophyllum elatinooides*. Asimismo, de acuerdo con el estudio realizado por Osbahr y Gómez (2011), esta especie presenta un mayor uso de la vegetación flotante para su alimentación y movimientos, seguido de la vegetación de juncales. Es importante recalcar que el mayor uso de juncales por parte de *P.m. bogotensis* en el presente estudio, es por la abundancia que presenta la vegetación mencionada en las unidades de paisaje establecidas.

Por su parte, con los avistamientos de reproducción, el número de huevos puede variar entre tres y seis, con un tiempo de incubación de 18-20 días (Castro y Roselli, 2020). La vegetación nativa es importante para la reproducción de la especie en cuestión, debido a que la vegetación exótica como *Elodea* sp., afecta a la locomoción (Benítez et al., 2005).

De igual ocurrencia con la *R. semiplumbeus*, la especie *P. m. bogotensis* se ve afectada por la presencia de perros ferales y también de ratas. Esto representa una amenaza para los huevos, jóvenes y adultos de la especie (Becerra et al., 2005). Además de las especies exóticas que amenazan el estado de conservación de *P. m. bogotensis*, también se han reportado otros factores de amenaza tales como: Cacería de esta ave acuática con perros entrenados, cacería para consumo humano, reducción y/o pérdida de su hábitat por quema de juncales para dar paso

a otro tipo de cultivos, además de vertimientos de residuos (Benítez et al., 2005; Cely et al., 2005; Macana, 2007).

### 8.2.3. Contraste de hábitos de las dos especies

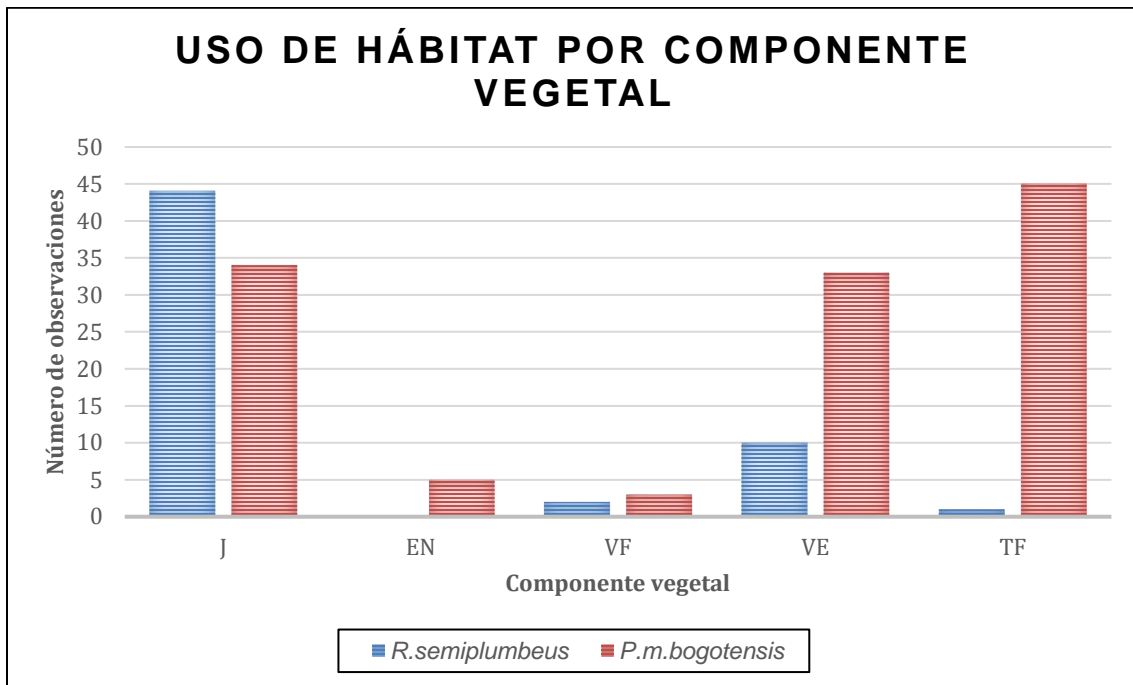
Relacionando el total de actividades observadas de las dos aves acuáticas según el componente vegetal identificado, se observa que para la especie *R. semiplumbeus* se obtuvo un total de 57 registros; mientras que, para el caso, de *P.m. bogotensis*, se registraron 120 observaciones en total; todas ellas discriminadas en la Tabla 9. Así mismo, cabe destacar que la mayor cantidad de actividades sumando las dos especies, se dio en el componente vegetal de Juncuales, seguido por Vegetación Emergente y Tapete Flotante, pero teniendo diferencias entre las especies en cuanto a estas preferencias hacia el componente vegetal.

Cantidad total de actividades registradas por componente vegetal			
	<i>R.semiplumbeus</i>	<i>P.m.bogotensis</i>	Total
<b>J</b>	44	34	78
<b>EN</b>	0	5	5
<b>VF</b>	2	3	5
<b>VE</b>	10	33	43
<b>TF</b>	1	45	46
<b>Total</b>	<b>57</b>	<b>120</b>	<b>177</b>

**Tabla 9:** Cantidad total de actividades registradas de *Rallus semiplumbeus* y *Porphyriops melanops bogotensis* por componente vegetal en el Humedal La Florida. Fuente: Aguado, 2020.

Del mismo modo, en la figura 17, se observa claramente que las especies tuvieron mayor actividad o preferencia por el componente vegetal de juncuales; sin embargo, la actividad de la especie *P.m. bogotensis* en el tapete flotante fue mayor que la actividad de *R. semiplumbeus*. A través de dicha figura, se observa que se obtuvieron mayores registros para la especie *P.m. bogotensis*.

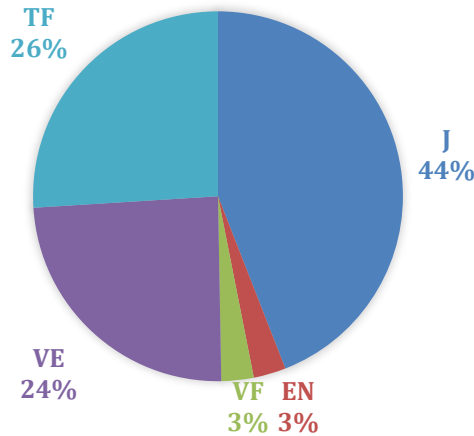




**Figura 17:** Suma de las observaciones de las especies *R. semiplumbeus* y *P.m. bogotensis* en relación con los componentes vegetales identificados. Fuente: Aguado, 2020

Por último, sumando las actividades de las dos especies por componente vegetal, se obtuvieron 170 observaciones. Obteniendo el promedio del 100% de dichas observaciones, se refleja que *R. semiplumbeus* y *P.m. bogotensis*, utilizan los componentes vegetales en los siguientes porcentajes (Figura 18): Junciales, 44%; tapete flotante, 26%; vegetación emergente, 24%; vegetación flotante, 3%; eneas, 3%.

### PORCENTAJE DEL USO DE HÁBITAT DE *R. SEMIPLUMBEUS* Y *P.M. BOGOTENSIS* POR COMPONENTE VEGETAL



**Figura 18:** Porcentaje del uso de componente vegetal por *R. semiplumbeus* y *P. m. bogotensis*.

Fuente: Aguado, 2020

De acuerdo con Marchant y Higgins (1993), la familia a la cual pertenecen las especies *R. semiplumbeus* y *P. m. bogotensis*, denominada Rallidae, se caracterizan por ser omnívoros y, en una gran proporción, presentan alimentación exclusivamente herbívora; asimismo, este tipo de aves acuáticas encuentran su alimento en plantas acuáticas o en vegetación sumergida en el que se hallen a su vez organismos como insectos, moluscos, crustáceos y pequeños huevos de peces.

En relación con lo anterior, Olson (1973) señala que la familia Rallidae tiene hábitos acuáticos adquiridos con el paso del tiempo, ya que los grupos ancestrales presentaban hábitos arborícolas. De otra parte, Rudy y Vega (2009) especifican que las especies representativas de la familia mencionada se encuentran en ambientes semiacuáticos como humedales, pantanos, ríos y cañaverales, en el que predomine una vegetación densa en estos ecosistemas.

Los resultados coinciden con las descripciones teóricas que han planteado los autores ya mencionados, como también registros mediante los cuales se destaca que, para las especies *R. semiplumbeus* y *P.m. bogotensis*, se les observa preferiblemente en hábitats de juncales y plantas flotantes (Lozano, 1993; Lozano, 2002; Benítez et al., 2005; PMA, 2009; Roselli et al., 2016).

### 8.2.4.Observaciones de otras especies

Es importante mencionar que, durante la fase de investigación en campo, se registraron avistamientos de otras aves acuáticas en las unidades de paisaje previamente establecidas (Tabla 10). Desde julio hasta noviembre de 2019, y continuando desde febrero hasta marzo de 2020, se registraron un total de 267 individuos, distribuidos en 8 familias y 18 especies; además, se observaron tres aves acuáticas migratorias que se avistaron en el mes de noviembre de 2019. Cabe recalcar que las especies, *R. semiplumbeus* y *P. m. bogotensis*, representaron un total de 2 y 5 individuos respectivamente. Esta cantidad debe inferirse como una estimación, ya que no se realizaron registros en el mes de diciembre de 2019 y enero de 2020.

AVES ACUÁTICAS OBSERVADAS EN EL HUMEDAL LA FLORIDA							
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° DE INDIVIDUOS	ENDÉMISMO	AMPLIA DISTRIBUCIÓN	MIGRATORIA BOREAL (MB)-AUSTRAL (MA)	UNIDAD EN DONDE SE OBSERVA
Anatidae	<i>Anas discors</i>	Pato canadiense	25		X	MB	1, 2, 5, 6, 7, 24, 25
	<i>Oxyura jamaicensis andina</i>	Pato turrio	22	X			1,2,3,24,25
Rallidae	<i>Fulica americana columbiana</i>	Focha americana	43	X	X		1,2,3,4,15,16,18,19,15,25,26
	<i>Rallus semiplumbeus</i>	Tingua bogotana	4	X			2,6,8,9
	<i>Porphyriops melanops bogotensis</i>	Tingua moteada	7	X			2,4,5,6,11,13,16
	<i>Porphyrio martinica</i>	Tingua azul	8		X		18,20,21
	<i>Gallinula galeata</i>	Tingua de pico rojo	15		X		1,2,3,5,7
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza real	10		X		14,15
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza del ganado	7		X	ML	5,8,13
	<i>Butorides striata</i>	Garcita rayada	11		X		7,8,9

AVES ACUÁTICAS OBSERVADAS EN EL HUMEDAL LA FLORIDA							
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° DE INDIVIDUOS	ENDÉMISMO	AMPLIA DISTRIBUCIÓN	MIGRATORIA BOREAL (MB)-AUSTRAL (MA)	UNIDAD EN DONDE SE OBSERVA
	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	2		X		25
Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Alcaraván	31		X		2,3,4
Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor piquipinto	13				1,2,4,6,8,9,11,15,19,20
Scolopacidae	<i>Tringa solitaria</i>	Andarríos solitario	14			MB	2,4,6,7,8
	<i>Actitis macularia</i>	Andarríos maculado	11			MB	2,6,8
	<i>Gallinago nobilis</i>	Caica andina	9				3,5,6
Threskiornithidae	<i>Phimosus infuscatus</i>	Ibis, coquito	21		X		6,8,12,13,15
Ictieridae	<i>Chrysomus icterocephalus bogotensis</i>	Monjita	18	X			2,4,5,6
	<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>267</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>-</b>

**Tabla 10:** Registro de aves acuáticas en el Humedal La Florida durante los meses de julio hasta noviembre de 2019, y de febrero hasta marzo de 2020. Fuente: Aguado, 2020.

Varias especies se observaron en las unidades de paisaje en las cuales ya se había registrado alguna actividad de *R. semiplumbeus* y *P. m. bogotensis*. Estas especies son: *Anas discors*, *Oxyura jamaicensis*, *Fulica americana*, *Gallinula galeata*, *Bubulcus ibis*, *Butorides striata*, *Vanellus chilensis*, *Podilymbus podiceps*, *Tringa solitaria*, *Actitis macularias*, *Gallinago nobilis*, *Phimosus infuscatus*, *Chrysomus icterocephalus bogotensis* (figura 19). De igual forma, en estos registros, también se observaron roedores como el curí, *Cavia anolaimae*, en las unidades de paisaje 2, 4 y 6 (figura 19E).

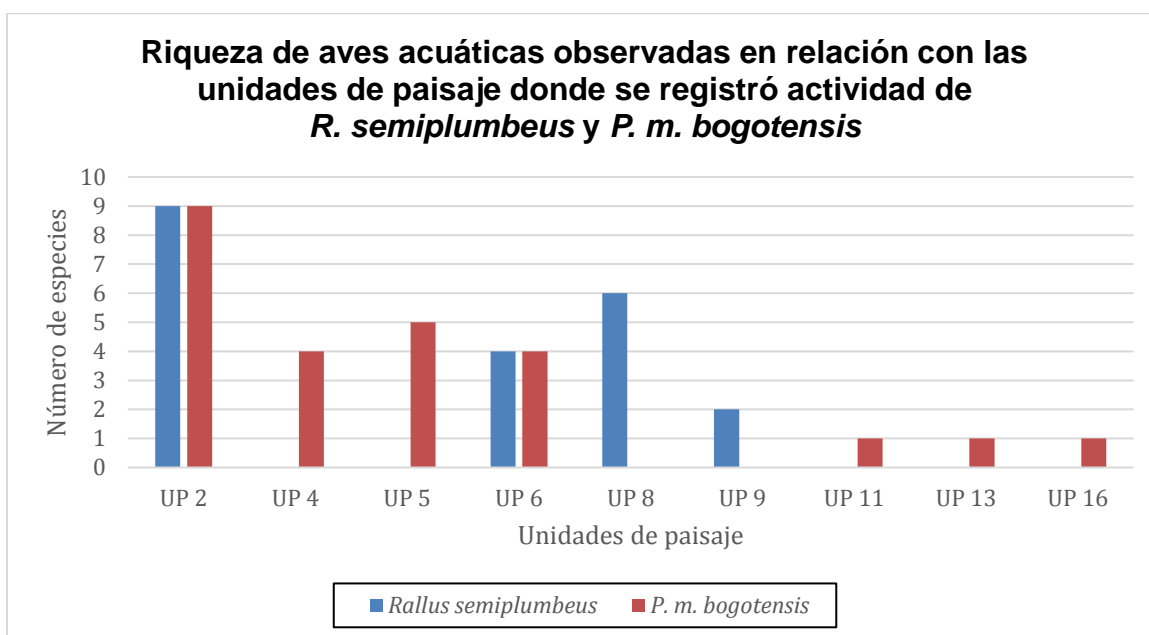
A parte del desplazamiento provocado por perros ferales en unidades de paisaje específicos para *R. semiplumbeus* y *P.m. bogotensis*, también se ha observado como las fochas americanas (*F. americana*), al ser tan abundantes en el Humedal La Florida y territoriales en ciertas unidades de paisaje, desplazan a otras especies

de aves acuáticas para asegurar los recursos que propicien el éxito de su reproducción y de la cría de los polluelos. Del mismo modo, la especie, *P. podiceps*, se comportó de forma territorial en las unidades de paisaje en las que se hallaba presente *P.m. bogotensis*. El análisis de estas observaciones se ampliará posteriormente.



**Figura 19:** Aves acuáticas observadas en el Humedal La Florida, A) *Oxyura jamaicensis*; B) *Phimosus infuscatus*; C) *Butorides striata*; D) *Chrysomus icterocephalus bogotensis*; E) *Cavia anolaimae*. Fuente: Aguado, 2020.

En la figura 20, en la gráfica se ilustra la riqueza de aves acuáticas registradas en las unidades de paisaje que se caracterizan, a su vez, por la presencia y actividades de las especies *R. semiplumbeus* y *P.m. bogotensis*. Estas unidades de paisaje son: 2, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 13 y 16. La unidad de paisaje 2 fue la que presentó mayor riqueza de aves acuáticas en relación con la actividad de *R. semiplumbeus* y *P. m. bogotensis*; en esta unidad de paisaje se hallaron especies como *Anas discors*, *Oxyura jamaicensis*, *Fullica americana*, *Gallinula galeata*, *Vanellus chilensis*, *Podilymbus podiceps*, *Tringa solitaria*, *Actitis macularia* y *Chrysomus icterocephalus bogotensis*. Fueron alrededor de nueve especies de aves acuáticas que se registraron en la unidad de paisaje número 2.



**Figura 20:** Riqueza de aves acuáticas observadas en unidades de paisaje donde se presenciaron actividades de *R. semiplumbeus* y *P.m. bogotensis*. Fuente: Aguado, 2020.

La unidad de paisaje 4, en presencia de la especie *P.m. bogotensis*, se caracterizó por el avistamiento de especies como *Fullica americana*, *Podilymbus podiceps*, *Tringa solitaria* y *Chrysomus icterocephalus bogotensis*. En la unidad de paisaje 5, que también presentó actividad de *P. m. bogotensis*, se observaron especies como *Anas discors*, *Gallinula galeata*, *Bubulcus ibis*, *Gallinago nobilis* y *Chrysomus icterocephalus bogotensis*.

La unidad de paisaje 6, en donde se presentaron *R. semiplumbeus* y *P.m. bogotensis*, también se avistaron las especies *Anas discors*, *Podilymbus podiceps*, *Tringa solitaria*, *Actitis macularia*, *Gallinago nobilis*, *Phimosus infuscatus* y

*Chrysomus icterocephalus bogotensis*. En la unidad de paisaje 8, la cual se caracteriza por la actividad de *R. semiplumbeus*, se hallaron especies como *Bubulcus ibis*, *Butorides striata*, *Podilymbus podiceps*, *Tringa solitaria*, *Actitis macularia* y *Phimosus infuscatus*. En la unidad de paisaje 9, que solo tuvo registros de actividad de *R. semiplumbeus*, se asocia con la presencia de especies acuáticas como *Butorides striata* y *Podilymbus podiceps*. Por último, en las unidades 11, 13 y 16 que se distinguen por la presencia de *P. m. bogotensis*, se registraron especies como *Podilymbus podiceps*, *Phimosus infuscatus* y *Fulica americana*, respectivamente.

Los resultados reflejan una riqueza de aves acuáticas considerable, la cual se debe tener en cuenta para realizar posteriores estudios en relación con las comunidades de aves acuáticas y su ecología en el Humedal La Florida. En relación con esto último, Olguín, Beltzer y Attademo (2013) mencionan que el reconocer cómo un conjunto de especies comparte y explota los recursos, puede facilitar la comprensión de la distribución, abundancia y diversidad en un hábitat determinado. De igual forma, Harrison y Seki (1987) expresan que las aves que tienen por preferencia el hábitat acuático enriquecen las aguas circundantes a sus colonias con calorías y nutrientes.

Debido a la diversidad y distribución de la vegetación acuática que fue descrita en los resultados de este estudio, la vegetación de juncuales es importante para el uso de forrajeo, anidación y refugio para especies como *Rallus semiplumbeus*, *Ixobrychus exilis*, *Butorides striata*, *Porphyrio martinica* y *Porphyriops melanops bogotensis* (PMA, 2010). Para el caso de *R. semiplumbeus*, esta especie tiene una alta especificidad en lo que respecta la vegetación juncoide, lo cual concuerda con el reciente estudio de Pérez y Botero-Delgadillo (2020), donde la mayor parte de las actividades registradas, se observaron en la vegetación juncoide, con una cuantificación del 66%.

De acuerdo con las afirmaciones de Boettcher et al. (1995), la disponibilidad de presas, tipos de sustratos, ciclos de las mareas, niveles de agua y la morfología de la especie, son factores que influyen en la distribución, abundancia y riqueza de aves acuáticas en un hábitat en particular. Además de esto, Rosenzweig (1995) señala que la utilización del hábitat se convierte en el primer factor que permite a las especies coexistir.

Para ejemplificar lo antes descrito, las especies de Rálidos que fueron registrados durante la fase de campo en el Humedal La Florida, utilizaron de forma similar el

uso de hábitat y la técnica de alimentación que fue, preferiblemente, en la vegetación emergente. Esto coincide con la información proporcionada por Benítez et al. (2005), en la que mencionan que, los individuos de la especie *P. m. bogotensis*, se alimentaron mediante el picoteo de la vegetación fina o la inmersión del pico para conseguir la vegetación que cae. Asimismo, Sarría et al. (1996), encontraron que, las especies como *Porphyriops melanops*, *Fullica rufifrons*, *Rallus sanguinolentus* y *Gallinula chloropus*, se alimentan en zonas poco profundas que se caractericen por un tapiz de vegetación flotante.

Durante la observación y registro de las aves acuáticas presentes en el Humedal La Florida, se destaca el comportamiento territorial de la especie *Fullica americana*. Durante varios días de registro, se observó que, la especie en mención atacó en varias ocasiones a la especie *Porphyriops melanops bogotensis*. Esta especie de comportamiento ya se ha registrado con anterioridad; de acuerdo con las observaciones que registró Lozano (1993) en el Humedal La Florida, la autora comenta que la especie *F. americana* atacó a un macho de la especie *R. semiplumbeus* por la proximidad a un posible nido. Asimismo, los registros que anotaron Becerra et al. (2005), en el Lago Tota, Boyacá, señalan que la especie *F. americana* atacó y desplazó en varias ocasiones a la especie *P. m. bogotensis*, especialmente cuando la primera especie se encontraba en grupos de dos a tres individuos.

Esta estructura de aves acuáticas presente en el Humedal La Florida, puede verse afectada según las modificaciones o perturbaciones que existan en el hábitat, especialmente si hay cambios abruptos en la estructura de la vegetación ribereña y acuática, al igual que en las fluctuaciones de la temperatura y factores físicoquímicos en el cuerpo de agua (Amparan, 2000).

### **8.3. Material Educativo Digital**

En concordancia con el tercer objetivo específico trazado para este trabajo de grado: “Diseñar un material educativo digital que permita el reconocimiento de *Rallus semiplumbeus* y *Porphyriops melanops bogotensis* en el Humedal de La Florida”, se abordó inicialmente una búsqueda de documentos que permitieran identificar el estado de conocimiento actual de las dos especies, con lo cual se fundamentaron los contenidos y estructura deseables para diseñar el material educativo digital, obteniendo los resultados que se describen a continuación.



De acuerdo con las bases de datos que fueron consultadas, se hallaron un total de 28 documentos, de los cuales se escogieron 14 de ellos en referencia a *Rallus semiplumbeus* y 14 para *Porphyriops melanops bogotensis*.

Acerca de *R. semiplumbeus*, se hallaron documentos en los que se describen los registros en el lugar que fue observado, tal es el caso de los artículos publicados por Dugand (1945) y Borrero (1963); estos documentos se caracterizan por los registros que se realizaron en distintos puntos del Altiplano Cundiboyacense, especialmente en el Lago de Tota, Boyacá. Asimismo, los documentos de BirdLife International (1993); Wetlands International (2002); Roselli, Morales y Amaya (2016); Cortés (2018), se distinguen por el registro de la especie en distintos ecosistemas y hábitats en el Altiplano Cundiboyacense, su biología reproductiva y comportamental. Por último, los documentos de Lozano (1993), Benítez et al. (2005), Botero y Escudero (2012) y Pérez (2013), hacen referencia a estudios de monitoreo y observaciones acerca de la correlación entre el hábitat y la ecología comportamental de la especie mencionada (Tabla 11).

<b>Notas, artículos, descripciones e investigaciones acerca de <i>R. semiplumbeus</i></b>				
<b>Año</b>	<b>Autor</b>	<b>Título</b>	<b>Lugar</b>	<b>Palabra clave</b>
1948	Dugand, A	Notas Ornitológicas IV	Colombia	Registro
1963	Borrero, H	El Lago Tota	Lago Tota, Boyacá, Colombia	Registro
1993	Lozano, I	Observaciones sobre la ecología y el comportamiento de <i>Rallus semiplumbeus</i> en el Humedal de la Florida, Sabana de Bogotá	Humedal La Florida, Bogotá, Cundinamarca.	Aspectos ecológicos, reproductivos y alimentarios
1992	BirdLife International	<i>Rallus semiplumbeus</i>	Colombia	Notas ecológicas, descripciones, amenazas y conservación
2002	Lozano, I.	<i>Rallus semiplumbeus</i>	Colombia	Notas ecológicas, descripción poblacional y amenazas
2005	Wetlands International	El Censo Neotropical de Aves Acuáticas 2004	Colombia	Distribución geográfica, abundancia y amenazas

Notas, artículos, descripciones e investigaciones acerca de <i>R. semiplumbeus</i>				
Año	Autor	Título	Lugar	Palabra clave
2005	Benítez et al	Ecología y estado de conservación del rascón andino <i>Rallus semiplumbeus</i> y la gallareta moteada <i>Gallinula melanops</i> (Aves: Rallidae) en el Lago de Tota (Boyacá-Colombia)	Lago Tota, Boyacá, Colombia.	Aspectos ecológicos, distribución, reproducción, amenazas y conservación
2011	Roselli, L	Factores ambientales relacionados con la presencia y abundancia de las aves de los humedales de la Sabana de Bogotá.	Bogotá, Colombia	Factores ambientales, abundancia y riqueza, humedales.
2012	Stiles & Roselli	Local and Landscape Environmental Factors are Important for the Conservation of Endangered Wetland Birds in a High Andean Plateau	Humedales del altiplano cundiboyacense, Colombia	Humedales del altiplano cundiboyacense, endemismo, aves acuáticas,
2012	Botero & Escudero	Roadside Hawk <i>Rupornis magnirostris</i> predating a Bogota Rail <i>Rallus semiplumbeus</i> , an endemic and Endangered species of Colombia	Humedal Conejera, Bogotá, Colombia	Predación, aspectos alimentarios y distribución
2013	Pérez, M.	Uso del hábitat y variaciones temporales en los patrones de actividad de la tingua bogotana <i>Rallus semiplumbeus</i> en el humedal la Conejera Bogotá D. C.	Humedal Conejera, Bogotá, Colombia	Aspectos ecológicos, reproductivos y alimentarios
2014	Novoa, M.	Monitoreo de las especies endémicas amenazadas tingua bogotana <i>Rallus semiplumbeus</i> y el cucarachero de pantano <i>Cistothorus apolinari</i> en el tercio alto del Humedal Juan Amarillo Distrito Capital	Humedal Juan Amarillo, Bogotá, Colombia.	Monitoreo, conservación y abundancia.
2016	Roselli, L., Morales, A., Amaya, J.	<i>Rallus semiplumbeus</i>	Colombia	Descripciones reproductivas, ecológicas,

Notas, artículos, descripciones e investigaciones acerca de <i>R. semiplumbeus</i>				
Año	Autor	Título	Lugar	Palabra clave
				alimentarias y amenazas.
2018	Cortés	<i>Rallus semiplumbeus</i>	Cundinamarca, Colombia	Descripciones reproductivas, ecológicas, alimentarias y amenazas.

**Tabla 11:** Artículos, documentos y tesis en relación con la distribución, biología alimentaria y ecología comportamental de *Rallus semiplumbeus*. Fuente: Aguado (2020), a partir de los autores citados.

En relación con la especie *Porphyriops melanops bogotensis*, se encontraron anotaciones sobre observaciones en el Altiplano Cundiboyacense, las cuales tienen como autores a Dugand (1948) y Borrero (1963). En lo que respecta a las descripciones reproductivas, alimentarias, ecológicas, etc., se hallaron autores como Cadena (2002), Roselli (2011), Stiles y Roselli (2012), Roselli, Zuluaga y Benítez (2016) y organizaciones internacionales como Wetlands International (2005). Los estudios que estuvieron relacionados con el monitoreo de la especie en un hábitat en particular, son los estudios de Benítez et al. (2005 a, 2005 b); Becerra et al. (2005), Osbarh y Gómez (2011), Sánchez, Casallas y Bobadilla (2015), Manrique et al. (2019), Castro y Roselli (2020), (Tabla 12).

Notas, artículos, descripciones e investigaciones acerca de <i>P. m. bogotensis</i>				
Año	Autor	Título	Lugar	Palabra clave
1948	Dugand, A	Notas Ornitológicas IV	Colombia	Registro
1963	Borrero, H	El Lago Tota	Lago Tota, Boyacá, Colombia	Registro
2002	Cadena, D	<i>Gallinula melanops</i>	Altiplano cundiboyacense	Descripciones reproductivas, ecológicas, alimentarias y amenazas.
2005	Wetlands International	El Censo Neotropical de Aves Acuáticas 2004	Colombia	Distribución geográfica, abundancia y amenazas
2005	Benítez et al.	Ecología y estado de conservación del rascón andino <i>Rallus</i>	Lago Tota, Boyacá, Colombia.	Aspectos ecológicos, distribución,

Notas, artículos, descripciones e investigaciones acerca de <i>P. m. bogotensis</i>				
Año	Autor	Título	Lugar	Palabra clave
		<i>semiplumbeus</i> y la gallareta moteada <i>Gallinula melanops</i> (Aves: Rallidae) en el Lago de Tota (Boyacá-Colombia)		reproducción, amenazas y conservación
2005	Benítez, H., & et al	Aspectos ecológicos y estado de conservación de <i>Gallinula melanops</i> en la Laguna de Fúquene, Cundinamarca	Laguna de Fúquene, Cundinamarca, Colombia	Aspectos ecológicos, distribución, reproducción, amenazas y conservación
2005	Becerra, L. & et al.	Notas sobre la anidación no exitosa de la tingua moteada ( <i>Gallinula melanops</i> ) en un canal artificial del Humedal Jaboque, Bogotá.	Humedal Jaboque, Bogotá, Colombia.	Aspectos ecológicos, distribución, reproducción, amenazas y conservación
2011	Osbarh, K., Gómez, N.	Abundancia, uso de hábitat y comportamiento de la Tingua Moteada ( <i>Gallinula melanops bogotensis</i> , Chapman 1914), en el humedal Guaymaral, Bogotá-Colombia.	Humedal Guaymaral, Bogotá, Colombia	Aspectos ecológicos, distribución, reproducción, amenazas y conservación
2011	Roselli, L	Factores ambientales relacionados con la presencia y abundancia de las aves de los humedales de la Sabana de Bogotá.	Bogotá, Colombia	Factores ambientales, abundancia y riqueza, humedales.
2012	Stiles & Roselli	Local and Landscape Environmental Factors are Important for the Conservation of Endangered Wetland Birds in a High Andean Plateau	Humedales del altiplano cundiboyacense, Colombia	Humedales del altiplano cundiboyacense, endemismo, aves acuáticas,
2015	Sánchez, F., Casallas, M., Bobadilla, G	Abundancia y reproducción de <i>Porphyriops melanops</i> en un humedal artificial suburbano en Bogotá, Colombia.	Bogotá, Colombia	Descripciones reproductivas, ecológicas, alimentarias y amenazas.
2016	Roselli, L., Zuluaga, J., Benítez, H.	<i>Porphyriops melanops</i>	Altiplano cundiboyacense	Descripciones reproductivas, ecológicas,

Notas, artículos, descripciones e investigaciones acerca de <i>P. m. bogotensis</i>				
Año	Autor	Título	Lugar	Palabra clave
				alimentarias y amenazas.
2019	Manrique, R., et al	Avistamiento de la tingua moteada ( <i>Gallinula melanops bogotensis</i> Chapman 1914) Gruiformes: Rallidae, en humedales de Paipa y Duitama, Boyacá Colombia.	Paipa y Duitama, Boyacá, Colombia	Registro
2020	Castro, F., & Roselli, L.	Biología reproductiva de <i>Porphyriops melanops bogotensis</i> (Gruiformes, Rallidae) subespecie endémica y amenazada del norte de los Andes.	Cundinamarca, Colombia	Aspectos ecológicos, distribución, reproducción, amenazas y conservación

**Tabla 12:** Artículos, documentos y tesis en relación con la distribución, biología alimentaria y ecología comportamental de *Porphyriops melanops bogotensis*. Fuente: Aguado, (2020), a partir de los autores citados.

De acuerdo con los documentos que se hallaron y se revisaron, hay un mayor número de investigaciones sobre procesos de monitoreo y ecología comportamental para la especie *P. m. bogotensis*. No obstante, para ambas especies que fueron objeto de estudio en la presente tesis de investigación, las investigaciones que tuvieran como énfasis procesos de monitoreo para analizar y esclarecer la historia natural de dichas especies, son escasas.

En cuanto a las investigaciones sobre las aves acuáticas marinas y de agua dulce en Colombia, Naranjo y Bravo (2005) mencionan que el conocimiento de la dinámica ecológica de este tipo de aves es precario en relación con otros tipos de estudio; de igual manera, los autores puntualizan en el hecho de que el conocimiento de la historia natural de las aves acuáticas en Colombia, es escasa en relación con el conocimiento de las categorías de estado de amenaza, lo que imposibilita diseñar estrategias de algún estado de conservación.

De acuerdo con Arzuza, Moreno y Salaman (2008), las aves acuáticas que habitan alrededor del Altiplano Cundiboyacense tienen como principal amenaza la transformación de los hábitats a causa de la deforestación, el drenaje y la

construcción de complejos recreativos y deportivos, debido a la expansión urbanística; también debe tenerse en cuenta los depósitos de escombros legales e ilegales, la fragmentación entre la cobertura vegetal y su posible pérdida. Esto último se puede observar alrededor del Humedal La Florida, el cual se puede ver afectado por el campo de golf que se encuentra hacia el ala noroccidental, la posible expansión del Aeropuerto de El Dorado, la erradicación o afectación de vegetación de juncas y de vegetación emergente, son importantes para las aves acuáticas, especialmente para la especie de rálidos que fueron registrados en la presente tesis.

Navas (2002) describe que las especies que pertenecen a la familia Rallidae, como son *R. semiplumbeus* y *P. m. bogotensis*, son de vida acuática o semiacuática, las cuales se caracterizan por retirarse ante cualquier situación que ocurra en su hábitat; este tipo de comportamiento, sumado a factores como la degradación de su propio hábitat, genera escasez en el conocimiento de la biología de los rálidos, dando lugar a especulaciones acerca de su estado de conservación, abundancia, riqueza y distribución.

El estudio en conjunto por parte de Benítez et al. (2005), señalan que, debido a la fragmentación y destrucción del hábitat de *R. semiplumbeus* y *P. m. bogotensis*, las posibles consecuencias son: a) construcción de nidos pocos adecuados para la anidación, b) residir en hábitats que han sido fragmentados debido a la expansión urbanística, c) residir forzosamente en inmediaciones del río Bogotá teniendo en cuenta la alta contaminación que este cuerpo de agua tiene.

A partir de estos análisis y reflexiones, deben priorizarse las investigaciones y proyectos que estén dirigidas hacia la conservación y protección de las aves, como también del estudio y restauración de los hábitats (Benítez et al., 2005; Renjifo y Amaya, 2017). Esto, sin desmeritar los estudios disciplinares y cuantitativos que estén encaminados hacia el conocimiento de la biología de cualquier especie, también es importante realizar investigaciones, proyectos o materiales que tengan como objetivo concientizar a la población acerca de la fauna y la flora que le rodea, teniendo en cuenta las particularidades del contexto (Ruiz, 2016).

Debido a la actual pandemia mundial ocasionada por el Covid-19, y sus respectivos ciclos de cuarentena que comenzaron en marzo de 2020 en Colombia, fue imposible diseñar estrategias de implementación que tuvieran como eje principal la educación ambiental y la importancia de las aves acuáticas en el Humedal La Florida. No obstante, aprovechando las herramientas tecnológicas que se han popularizado aún más durante la pandemia, se diseñó un material educativo virtual que cumpliera con

las expectativas de mostrar a la población en general la importancia de los humedales y de las aves acuáticas, con especial énfasis en las especies *R. semiplumbeus* y *P. m. bogotensis*.

La educación ambiental también puede llevarse a cabo con herramientas digitales y a distancia. Los resultados tal vez no sean de la misma magnitud cuando la educación ambiental se ejerce a través de la práctica y el entorno inmediato; sin embargo, con las herramientas digitales que existen en este nuevo decenio, hay mayor posibilidad de difusión, información y educación. Galindo (2015) afirma que las TIC son un componente esencial en la educación ambiental, ya que a partir de las herramientas que posibilitan, también pueden favorecer el cambio de concepción entre la naturaleza y el ser humano, debido a que se pueden conocer diversas perspectivas, saberes e interpretaciones a través de las herramientas digitales, que facilitan a su vez la interacción entre un saber común y académico.

Ante la autonomía que puede tener cada persona frente a la posibilidad de acceder al material educativo digital, es importante mencionar que, según Novo (1998) este tipo de educación puede lograr garantizar la autonomía y la auto organización de su propio aprendizaje.

Partiendo de estas premisas, se diseñó un material educativo en la plataforma digital Google Sites, con la intención de evidenciar la importancia de los humedales, la avifauna que se encuentra allí, la relevancia que deben tener las aves acuáticas en los procesos de conservación y restauración de este tipo de ecosistemas, además de reconocer la fauna endémica con especial énfasis en las especies *Rallus semiplumbeus* y *Porphyriops melanops bogotensis*. Por último, se escribe una guía con la intención de que las personas que lo deseen participen en los procesos de registro de las aves que se encuentran en los humedales, utilizando a su vez plataformas digitales como eBird y Merlín, este último hace parte del Laboratorio de Ornitología de la Universidad de Cornell, Estados Unidos. El link del material educativo se encuentra en la siguiente dirección url: <https://sites.google.com/view/humedallaflorida/p%C3%A1gina-principal>

Para la estructuración del material educativo, se tuvieron en cuenta trabajos previos que fueron guía para establecer los parámetros en el diseño del material educativo digital. Dichos trabajos se mencionan en la Tabla 12. En lo que respecta a la fundamentación teórica y la manera sobre cómo se deben describir las aves acuáticas para la población en general, se escogió el trabajo didáctico de Laborda y Fernández (2012), mediante el cual se introduce al lector en una ligera

fundamentación de las aves acuáticas, su fisiología y la importancia que tienen en los ecosistemas acuáticos marinos y continentales en la península ibérica. Las guías ilustradas de Ayerbe-Quiñones (2018) y de McMullan (2018), son de referencia primordial, ya que las descripciones de cada especie que aparecen allí añaden también una breve descripción del estado de conservación de la especie y su respectiva distribución geográfica. Esta perspectiva se complementa con el trabajo que realizó Camacho y Velandia (2018), quienes realizaron una descripción detallada acerca del lugar donde fueron avistadas las aves durante las distintas etapas de observación que establecieron en el Sendero Ecológico San Francisco - Vicachá.

Las guías de aves de ABO (2000) y Hilty & Brown (2001), son referentes especiales para la descripción detallada de las especies *R. semiplumbeus* y *P. m. bogotensis*, ya que en dichas guías existen datos específicos tanto del hábitat como del comportamiento de las especies que fueron objeto de estudio en la presente tesis de investigación.

En contexto, es esencial que la población que desee estudiar las aves acuáticas tenga nociones acerca del hábitat en donde se desarrolla su ecología comportamental y biología reproductiva, ya que esto le permitirá comprender las dinámicas que existan en las poblaciones y comunidades de las aves. A partir de este conocimiento, se podrán desarrollar proyectos educativos que tengan como énfasis la conservación de las especies y del hábitat en particular. Asimismo, se puede implementar proyectos de ecoturismo en el que, su enfoque principal, sea el reconocimiento de las aves acuáticas y abogar por el respeto en relación a estas especies y su respectivo hábitat.



## 9. Conclusiones

Los estudios que tengan en cuenta las unidades de paisaje en un hábitat en particular de las especies *R. semiplumbeus* y *P.m.bogotensis*, son pocos. Por ende, los resultados que se obtuvieron a partir del análisis de las unidades de paisaje en el Humedal La Florida, pueden ser precedentes en investigaciones futuras. Se obtuvieron alrededor de 25 unidades de paisaje, en el que se evidenció que cada unidad se caracterizaba por su heterogeneidad, ya que se identificaron componentes vegetales diferenciables entre sí. Esta heterogeneidad influye en la distribución de las aves acuáticas en el Humedal La Florida, donde *R. semiplumbeus* y *P.m.bogotensis* se encuentran en las unidades de paisaje en el que el componente vegetal principal es juncoide, vegetación emergente o tapete flotante, según sea la actividad de la especie.

En relación con las variables ambientales del Humedal La Florida, se encontró un incremento de la temperatura ambiental en los meses de febrero y marzo del 2020. Esta variación en la temperatura se contrastó con distintos documentos que tenían registrada la temperatura del humedal; dicho incremento puede inferir en la dinámica poblacional de las aves acuáticas, especialmente puede afectar algunas especies de la familia de los rálidos que sean sensibles ante los cambios ambientales y fisicoquímicos.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se halló que la especie *Rallus semiplumbeus* utilizó las unidades de paisaje con predominio del componente vegetal juncoide, con un porcentaje de uso del 77% según sus actividades registradas, y vegetación emergente, con un porcentaje de 18%; estas unidades de paisaje se ubican preferiblemente en el costado suroriental del Humedal La Florida. El uso específico de un solo componente vegetal, tiene repercusiones como la poca flexibilidad en el uso del hábitat y afectaciones en la dinámica poblacional ante posibles cambios abruptos.

En lo que respecta a la especie *Porphyriops melanops bogotensis*, los individuos observados presentaron una mayor abundancia y registros en las unidades de paisaje en el Humedal La Florida, utilizando para sus respectivas actividades la vegetación juncoide en un 38%, la vegetación emergente y flotante en un 28%. Por consiguiente, se evidenció que ambas especies estudiadas no utilizan, dentro de sus actividades, el componente vegetal relacionado con las eneas (*Typha* sp.).

Los resultados que se evidenciaron respecto a las actividades de *Rallus semiplumbeus* y *Porphyriops melanops bogotensis*, coinciden en su totalidad con los estudios y descripciones que se habían realizado con anterioridad. Las dos especies presentan una preferencia por los hábitats o lugares que presenten vegetación de juncales y emergente en buen estado, con el que pueden alimentarse, reproducirse y desplazarse según la abundancia del tipo de vegetación mencionada.

La coexistencia de otras aves acuáticas en el Humedal La Florida, puede influir en la ecología comportamental de las especies *R. semiplumbeus* y *P.m.bogotensis*. Para ejemplificar esto, la especie *Fulica americana* es un ave territorial que presenta gran abundancia en el Humedal La Florida, y desplaza o ataca a otras especies de aves acuáticas que buscan recursos cerca de la vegetación juncoide o de la vegetación emergente.

De acuerdo con los resultados, se evidenció que uno de los principales problemas que afecta a las comunidades de aves acuáticas del Humedal La Florida, y más aún a la población de las especies *R. semiplumbeus* y *P. m. bogotensis*, es la invasión de perros ferales que atacan a estas especies. Por ende, se deben realizar estudios de comportamiento para comprender la dinámica poblacional de este tipo de animales y diseñar estrategias para el manejo de los perros ferales en el Humedal La Florida. Para realizar este tipo de investigación, es aconsejable leer los estudios de Ruíz y Zerda (2006), Silvana (2014), Tarazona (2016) y CAR (2016).

Como lo menciona Pérez (2013), la especie *R. semiplumbeus* puede ser utilizada como una especie bioindicadora, debido a que esta especie se caracteriza por estar presente en cuerpos de agua que estén en procesos de recuperación y en mejor estado de conservación. Asimismo, es recomendable realizar procesos de monitoreo que tengan en cuenta la abundancia según las unidades de paisaje que se establecieron en la presente investigación, con la intención de evaluar los cambios que puedan tener según la unidad en la que se observó.

La especie, *P.m. bogotensis*, también puede ser utilizada como especie bioindicadora, analizando la abundancia en relación con las unidades de paisaje y sus respectivos componentes vegetales. Los estudios de monitoreo como los de Benítez et al. (2005), Becerra et al. (2005), Osbarh y Gómez (2011), Sánchez, Casallas y Bobadilla (2015), Castro y Roselli (2020) son primordiales porque evidencian, con el mayor detalle posible, la relación directa que existe entre la

especie *P.m. bogotensis* y la vegetación de juncales y flotantes, que son importantes para la anidación, reproducción y alimentación de dicha especie; por ende, es importante realizar procesos de conservación de la vegetación acuática presente en el Humedal La Florida, y evitar a su vez la proliferación de plantas acuáticas exóticas que afectan la dinámica poblacional de *P. m. bogotensis*.

Con base en los artículos consultados sobre las descripciones y monitoreos sobre *R. semiplumbeus* y *P. m. bogotensis*, se evidencia aún poca información detallada e histórica sobre la ecología comportamental de ambas especies y procesos de conservación. Por ende, es importante realizar investigaciones arduas en relación a monitoreos, en el que se focalice la ecología comportamental, reproductiva y la biología alimentaria para ambas especies, ya que esto permitiría realizar análisis de cadenas tróficas incluyendo la actividad de los dos rálidos en mención.

A raíz de la actual pandemia mundial y sus respectivos ciclos de cuarentena que se han llevado a cabo en Colombia a partir de marzo de 2020, no fue posible realizar un material educativo con la intencionalidad que fuese aplicado o proyectado a un conjunto en particular de personas que visitan el Humedal La Florida. No obstante, gracias a las herramientas digitales, fue posible diseñar un material educativo en el que se divulgaron los principales resultados que se hallaron en esta investigación con un lenguaje más ameno a la población en general; además de esto último, se planteó una serie de actividades en el que la ciudadanía puede ser participe en el registro y monitoreo de las dos especies endémicas y de la avifauna acuática del Humedal La Florida.

Como Licenciado en biología, estos tipos de estudios son fundamentales para contribuir a procesos de conservación y educación en un futuro. La razón principal de ello, se debe a que, en la presente tesis de investigación, se realizaron análisis comportamentales teniendo en cuenta el espacio y los recursos que utilizan las dos especies que fueron objeto de estudio. De igual forma, estos análisis son preliminares que sirven para la enseñanza de la ecología, ya que tiene como eje principal las múltiples relaciones que se evidencian en el espacio, añadiendo también las interacciones con otras especies de aves acuáticas en el Humedal La Florida. El conocer sobre estas dos especies endémicas que se encuentran amenazadas, contribuye al estado de conociendo aportando desde la perspectiva de la ecología comportamental, sin dejar de lado la importancia de divulgar los resultados a la comunidad en un lenguaje ameno a ellos.

## 10. Recomendaciones

- En estudios posteriores de carácter disciplinar, deben realizarse análisis fisicoquímicos del Humedal La Florida y su relación con la abundancia y riqueza de las aves acuáticas del humedal, con especial énfasis en los rálidos. Además de este enfoque, también se debe procurar realizar análisis de monitoreo de *R. semiplumbeus* y *P. m. bogotensis* según los cambios temporales que se tengan en un periodo de tiempo determinado.
- Se sugiere realizar estudios en los que se tenga como objetivo determinar la biología alimentaria de *R. semiplumbeus* y *P. m. bogotensis* en el Humedal La Florida. A partir de los resultados que se obtengan, se podrá comprender la estructura de este tipo de poblaciones teniendo en cuenta las variables tróficas (Olguín, Beltzer y Attademo, 2013).
- A partir de diversas investigaciones disciplinares sobre las dos especies que fueron objeto de estudio en la presente investigación, es importante diseñar proyectos educativos que estén encaminados hacia la sensibilización, consciencia y conocimiento sobre la fauna endémica que habita en los humedales de Bogotá y sus alrededores; de igual manera, se pueden realizar proyectos bajo el marco de la 'Ciencia ciudadana' que permitan profundizar en este enfoque conservacionista.
- Teniendo en cuenta la distribución y los registros sobre *R. semiplumbeus* y *P. m. bogotensis*, es importante cuantificar el uso del hábitat por parte de estas dos especies, con el objetivo de esclarecer la biología reproductiva y comportamental y poder diseñar procesos de monitoreo y conservación evitando, en la medida de lo posible, afectaciones de los dos rálidos en mención.

## 11. Bibliografía

Achermann, J. (2007). *Análisis del estado de alteración y contaminación del humedal Jaboque*. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, Cundinamarca, Colombia.

Agudelo, G. (1998). *Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia*. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano: Bogotá, Colombia.

Amparán, R. (2000). *Diversidad de la Comunidad de Aves Acuáticas y Caracterización de sus hábitats en la laguna de Zapotlán, Jalisco, México*. (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Nueva León, México.

Andrade, L., Benítez, H. (2005). *Los Humedales de la Sabana de Bogotá: Área Importante para la Conservación de las Aves de Colombia y el Mundo*

Arango, C. 2014. *Polluela Sabanera (Gallinula melanops)*. Wiki Aves Colombia. (C. Arango, Editor). Universidad ICESI. Cali. Colombia.

Arzuza, D.E., Moreno, M.I., & Salaman, P. (2008) Conservación de las aves acuáticas en Colombia. *Conservación Colombiana* 6:1-72.

Asociación Bogotana de Ornitología [ABO] y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca [CAR]. (2000). *Aves de la Sabana de Bogotá- Guía de Campo*. Bogotá D.C.: ABO, CAR.

Ayerbe-Quiñones, F. (2018). *Guía ilustrada de la avifauna colombiana*. Primera edición. Panamericana Formas e Impresos S.A: Bogotá, Colombia.

Becerra, L., Benítez, H., Cely, J. & Patiño, M. (2005). Notas sobre la anidación no exitosa de la tingua moteada (*Gallinula melanops*) en un canal artificial del Humedal Jaboque, Bogotá. *SAO*, Vol. 15 (1), pp. 29-38.

Benítez, H., Patiño, M., Cely, J., Gallego, N., Becerra, L. (2005a). *Aspectos ecológicos y estado de conservación de Gallinula melanops en la Laguna de Fúquene, Cundinamarca*. Programa Birders' Exchange – American Birding Association.

Benítez, H., Patiño, M., Cely, J., Gallego, N., Becerra, L. (2005b). *Ecología y estado de conservación del rascón andino Rallus Semiplumbeus y la gallareta moteada Gallinula melanops (Aves: Rallidae) en el Lago de Tota (Boyacá-Colombia)*. Grupo de Investigación de Biología Molecular, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Benítez, H., Morales, J., Fajardo, J. (2004). Aspectos de la reproducción y el comportamiento de *Podilymbus podiceps* (Aves: Podicipedidae) en dos humedales de Bogotá, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, vol.9 (1): pp. 61-68

BirdLife International. (2016a). *Rallus semiplumbeus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T22692482A93355621. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22692482A93355621.en>. Downloaded on 29 July 2020.

BirdLife International. (2016b). *Gallinula melanops*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T22692887A93373536. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22692887A93373536.en>. Downloaded on 29 July 2020.

Bitetti, M. (2012). ¿Qué es el hábitat? Ambigüedad en el uso de la jerga técnica. *Ecología Austral*, vol. 22: 137-143.

Blanco, D. (Sin fecha). *Los humedales como hábitat de aves acuáticas*. Humedales Internacional Américas.

Cadena, D. (2002). *Porphyriops melanops*. En Renjifo, L. M., A. M. Franco-Maya, J. D. Amaya-Espinel, G. Kattan y B. López-Lanús (eds.). 2002. Libro rojo de aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

Camacho, J., Velandia, J. (2018). *Aves del Sendero Ecológico San Francisco-Vicachá: una guía participativa para el reconocimiento de la avifauna*. (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

CAR. (2011). *Humedales del Territorio CAR. Consolidación del sistema de humedales de la Jurisdicción CAR*. Imprenta Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Castellanos, C. (2006). *Los ecosistemas de humedales en Colombia*. Obtenido el 14 de abril de 2018 en [http://lunazul.ucaldas.edu.co/downloads/Lunazul13\\_4.pdf](http://lunazul.ucaldas.edu.co/downloads/Lunazul13_4.pdf)

Castro, F., & Loretta, R. (2020). Biología reproductiva de *Porphyriops melanops bogotensis* (Gruiformes, Rallidae) subespecie endémica y amenazada del norte de los Andes. *Revista Caldasia*, vol. 42 (1): 50-62.

Carranza, J. *Etología*.(2010). *Introducción a la Ciencia del Comportamiento*. Tercera reimpresión. Universidad de Extremadura, España.

Cely, F. J. E., Becerra Galindo, L. F., Patiño, M. y Benítez-Castañeda, H. D. (2005). Contribución al conocimiento y conservación de la polla sabanera *Gallinula melanops bogotensis* (Aves: Rallidae) mediante la utilización de un segmento del gen del citocromo B del mtD- NA en poblaciones de las lagunas de Fúquene, La Herrera y El Salitre. Informe final. Grupo de Biología Molecular, Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá

Chacón de la Cruz, J., Pompa, M., Treviño, E., Martínez, J., Aguirre , C., & Pereda, M. (2017). La abundancia de aves acuáticas (Anseriformes) en relación con la complejidad del paisaje en un sitio Ramsar del norte de México. *Acta zoológica mexicana*, 33(2), 199-210. Recuperado en 29 de julio de 2020, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0065-17372017000200199&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372017000200199&lng=es&tlng=es).

Chaparro-Herrera, S. & Ochoa, D. (2015). *Aves de los humedales de Bogotá. Aportes para su Conservación*. Asociación Bogotana de Ornitología (ABO), Bogotá: p. 92.

Ciuccio, M. (2014). Ecología comportamental de los dasipódidos en el pastizal pampeano, con particular consideración de los hábitos alimenticios. Enfoque eco-morfo-fisiológico. (Tesis doctoral). Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.

Claro, K. (2010). *Introducción a la ecología comportamental. Un manual para el estudio del comportamiento animal*. Primera edición. Tundra Ediciones: Valencia, España.

Cordero, A., & Galicia, D. (2017). Importancia de la Etología en la conservación de insectos. *Ecosistemas*, vol. 26 (3): pp.13-20

Corral, Y. (2013). *Materiales educativos*. Universidad de Carabobo, Venezuela.

Cuevas, J. (2003). Variabilidad espacio - temporal y uso del hábitat de comunidades acuáticas en la cuenca media del Tajo. (Tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.

DANE. (2003). Metodología de la Cuenta Satélite del Medio Ambiente. Dirección de síntesis y cuantías Nacionales Grupo de Cuentas Ambientales. Bogotá, Colombia.

De Longhi, A., & Rivarosa, A. (2015). *La Didáctica de la Biología: tensiones que desafían la formación del educador en ciencias*. En: Retos para la enseñanza de la biodiversidad hoy: aportes para la formación docente / Sandra M. Díaz; coordinación general de Gonzalo M. A. Bermúdez; Ana Lía De Longhi. - 1a ed. - Córdoba: Editorial de la UNC, 2015.

Delfín, C., Tessaro, S., López, C. (2014). *El hábitat: definición, dimensiones y escalas de evaluación para la fauna silvestre*. Recuperado de: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/717/cap13.pdf>

Der Hammen, T., Roselli, L., Stiles, G., Chisacá, L., Camargo, G., Guillot, G., Yerly, U., Rivera, D. (2008). *Protocolo de recuperación y rehabilitación ecológica de humedales en centros urbanos*. Secretaría Distrital de Ambiente: Colombia.

Dugand, A. (1948). Notas Ornitológicas IV. *Revista Caldasia*, vol., 5 (21): pp. 157-199

Estrada, D., & Soler-Tovar, D. (2014). Las aves como bioindicadores de contaminación por metales pesados en humedales. *Ornitología Colombiana*, vol. 14: pp.145-160



Forero, L. (2014). Kit didáctico sobre algunas aves de Bogotá y sus funciones ecológicas. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Franco Vidal, L., Delgado, J., & Andrade, G. (2013). Factores de la vulnerabilidad de los humedales altoandinos de Colombia al cambio climático global. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 22(2), 69-85. doi:<https://doi.org/10.15446/rcdg.v22n2.37018>

Galindo, L. (2015). La educación ambiental en la virtualidad: un acercamiento al estado del arte. *RIDE, Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, vol. 5 (10). Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=498150318018>

Ginés, D. (2012). Consideraciones en torno al concepto de unidad de paisaje y sistematización de propuestas. *Estudios Geográficos*, vol. 73 (272): pp. 215-237

Gliessman, S. (2002). *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. LITOCAT: Turrialba, Costa Rica.

González, D. (2015). *Tres especies de aves acuáticas como bioindicadores de la contaminación por metales pesados del Lago de Chapala*. (Tesis de maestría). Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Michoacán, México.

González, M., Hernandez, J., Gómez, F. & Velázquez, L. (2003). Un método para la selección de aves bioindicadoras con base en sus posibilidades de monitoreo. *Huitzil. Revista de Ornitología Mexicana*, vol. 4 (2): pp. 10-16

Green, A., & Figuerola, J. (2003). *Aves acuáticas como bioindicadores de los humedales*.

Haig, S., Murphy, S., Matthews, J., Arismendi, I & Safeeq, M. (2019). Climate-Altered Wetlands Challenge Waterbird Use and Migratory Connectivity in Arid Landscapes. *Scientific Report* 9, 4666: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-41135->

Harrison C. S. & Seki M. P. (1987). Trophic relationships among tropical birds al Ihe Hawaiian Island. In: Seabirds. Feeding biology and role in marine ecosystems. Ed.: J. P. Croxall. Cambridge Univ. Press, Cambridge, pp. 305-326

Hilty, S. L. y Brown, W. (2001). Guía de las aves de Colombia. Asociación Colombiana de Ornitología-ACO y Sociedad Antioqueña de Ornitología-SAO, Bogotá.

Instituto Distrital de Turismo. (2019). *Aves de Bogotá. Guía de Aviturismo*. Alcaldía de Bogotá, Colombia.

IUCN, 2018. *La lista roja de la UICN de especies amenazadas*. Recuperado el 20 de mayo de 2018 <http://www.iucnredlist.org/details/22692482/0#http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm#>

Johnston-González, R., & González, D. (2015). *Manual para el conteo de aves acuáticas en las llanuras inundables de la Orinoquia colombiana*. Asociación Calidris, Cali, Colombia.

Kalisińska, E., Salicki, W., Mysłek, P., Kavetska, K., Jackowski, A. (2004). Using the Mallard to biomonitor heavy metal contamination of wetlands in north-western Poland. *Science of the total environment*. vol. 320, issues 2-3. pp. 145-61.

Krebs, J. (1996). Population cycles revisited. *J Mammal*, 77: 8-24

Krebs, J., & Davies, N. (1993). *An Introduction to Behavioural Ecology*. Victoria, Australia: Blackwell Publishing

Laborda, A., Fernández, M. (2012). *Las aves y el agua. Iniciación al conocimiento de las aves acuáticas*. Universidad de León, España.

López, E., Rodríguez, R., & Chávez-Ramírez, F. (2014). ¿Son las grullas indicadoras de la riqueza de especies de aves acuáticas en humedales en el Altiplano Mexicano?. *Acta zoológica mexicana*, 30(2), 268-287. Recuperado en 29 de julio de 2020, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0065-17372014000200002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372014000200002&lng=es&tlng=es).

López, E., Rodríguez, R., Chávez, F. (2014). ¿Son las grullas indicadoras de la riqueza de especies de aves acuáticas en humedales en el Altiplano Mexicano? *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.), 30(2): 268-287.

López, O. (2006). Medios y materiales educativos. Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Ciencias Histórico Sociales y Educación. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/69742267/Los-Medios-y-Materiales-Educativos-1229569912144124-2>

Lozano, I. (2002). *Rallus semiplumbeus*. En: Renjifo, L. M.; Franco-Maya, A. M.; Amaya-Espinel, J. D.; Kattan, G. H.; López-Lanús, B. (ed.), Libro rojo de aves de Colombia., pp. 162-169. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, Colombia.

Lozano, I. (1993). Observaciones sobre la ecología y el comportamiento de *Rallus semiplumbeus* en el Humedal de la Florida, Sabana de Bogotá.

Lucherini, M., Reppucci, J., Walker, R., Villalba, L., Wurstten, A., y otros. (2009). Activity patterns segregation of carnivores in the high Andes. *Journal of Mammalogy*, 90(6), 1404-1409

Macana, D. (2007). Composición, estado y perspectivas de conservación de la avifauna acuática del Lago de Tota, Boyacá, Colombia. Tesis de grado. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja.

Maciel-Mata, C. A., Manríquez-Morán, N., Octavio, P. & Sánchez-Rojas, G. (2015). El área de distribución de las especies: revisión del concepto. *Acta Universitaria*, 25(2), 3-19. doi: 10.15174/ au.2015.6

Marchant, S. & Higgins, P.J. (1993). Handbook of Australian, New Zealand & Antarctic Birds. Volume 2, Raptors to lapwings. Melbourne, Oxford University Press. Pages 469, 486-488, 577-592; plate 47.

Martínez, M. (1993). *Las aves y la limnología*. Conferencias de Limnología, Instituto de Limnología "Dr. R.A. Ringuelet". Ed. Andrés Boltovsky & Hugo L. López: Buenos Aires, Argentina.

Martínez, M. (1993). *Las aves y la limnología*. Publicado en Conferencias de Limnología, del Instituto de Limnología 'Dr. Raúl A. Ringuelet': La Plata, Argentina.

McMullan, M. (2018). *Field Guide to the Birds of Colombia*. Rey Naranjo Editores, Bogotá D. C., Colombia.

Ministerio del Medio Ambiente-Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. (1999), en Ministerio del Medio Ambiente. (2002). *Política Nacional para Humedales interiores en Colombia*. Primera edición. Panamericana Forma e Impresos S.A: Bogotá, Colombia.

Morales, N. (2011). ¿Qué es un bioindicador? Aprendiendo a partir del ciclo de indagación guiada con macroinvertebrados bentónicos. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Moreno, V., García, J., Villalba, J. (2005). *Descripción general de los humedales de Bogotá D.C.* Sociedad Geográfica de Colombia- Academia de Ciencias Geográficas. Recuperado el 20 de mayo de 2018 en <https://www.sogeocol.edu.co/documentos/humed.pdf>

Moreno, G. (2006). El comportamiento de las aves como herramienta para su identificación. *Acta Granatense*, 4 (5): 85-93.

Morlans, M. (2004). *Introducción a la ecología de poblaciones*. Editorial Científica Universitaria-Universidad Nacional de Catamarca: Catamarca, Argentina.

Muñoz, A. (2012). *Guía metodológica, estudios de paisaje*. Generalitat Valencia, Conselleria de Infraestructura, Territorio y Medio Ambiente: Valencia, España.

Murillo, J., Murillo, R. (2007). *Censo de aves acuáticas como herramienta de conocimiento, seguimiento y conservación de humedales urbanos y sub-urbanos del departamento del Meta Colombia*. Memorias II Congreso de Ornitología Colombiana.

Naranjo, L., Bravo, G. (2004). Estado del conocimiento sobre aves acuáticas en Colombia, en *Informe Nacional sobre el Avance en el Conocimiento y la Información de la Biodiversidad, 1998-2004*.

Navas, J. R. (2002) Rálidos del mundo (Taylor: Rails. A guide to the rails, crakes, gallinules and coots of the world). Hornero 017 (02) : 112-113

Noss, R. F. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: Ahierarchical approach. *Conservation Biology* 4:355-36.

Novo, M. (1998). La educación ambiental a distancia: su alcance y posibilidades. *Revista Iberoamericana de Educación*, vol. 16: pp.101-115

Observatori del Paisatge. (Sin fecha). Glosario. Consultado en: <http://www.catpaisatge.net/esp/glossari.php>

Ochoa, E. (2014). Aves silvestres como bioindicadores de contaminación ambiental y metales pesados. *CES Salud Pública*, vol. 5: pp.59-69

Olguín, P., Beltzer, A. & Attademo, M, (2013). Biología alimentaria de algunas especies de rálidos (Rallidae) del valle de inundación del río Paraná Medio. *Ornitología Neotropical*, vol. 24: 15–26

Olson, A. (1973). A classification of the Rallidae. *Wilson Bulletin* 85:381-416

Osbahr, K., Gómez, C. (2011). Abundancia, uso de hábitat y comportamiento de la Tingua Moteada (*Gallinula melanops bogotensis*-Chapman, 1914) en el Humedal Guaymaral, Bogotá, Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, vol. 14: pp. 81-91

Otero, I. (2002). *Hábitat funcional de la focha americana (Fulica americana) en un humedal de la Sabana de Bogotá*. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, Cundinamarca, Colombia.

Perdomo, O., Salazar- Báez, P. & Fernández, L. (2019). Avifauna local: una herramienta para la conservación, el ecoturismo y la educación ambiental. *Ciencia en Desarrollo*, vol. 9 (2): pp. 17-34

Pérez, M. (2013). Uso del hábitat y variaciones temporales en los patrones de actividad de la tingua bogotana *Rallus semiplumbeus* en el Humedal La Conejera. (Tesis de pregrado). Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia.

Pérez, M & Botero-Delgadillo, E. (2020). Uso de hábitat y comportamiento del rascón andino (*Rallus semiplumbeus*) en el Humedal La Conejera, Colombia. *Ornitología Tropical*, vol. 31: pp. 1-4.

PMA. (2006). *Plan de Manejo Ambiental Humedal Jaboque*. Recuperado el 10 de mayo de 2020 en <http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/2316609/Diagn%C3%B3stico+PMA+Humedal+Jaboque+06-13.pdf>

PMA. (2009). *Plan de Manejo Ambiental Humedal La Florida*. Universidad Militar Nueva Granada, Colombia.

PMA. (2010). *Plan de Manejo Ambiental Humedal Juan Amarillo*. (Informe). Obtenido el 2 de julio de 2020 en <http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/760385/PMA+UNIFICADO+JUAN+AMARILLO.pdf>

Ramsar. (2006). *Manual de la Convención de Ramsar*. Cuarta edición. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland, Suiza.

Ramsar. (2016). *Manuel de la Convención de Ramsar*. Quinta edición. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland, Suiza.

Rangel, J. (2005). La biodiversidad de Colombia. *Palimpsestiv: Revista de la Facultad de las Ciencias Humanas*, N°5 1657-5083

Red Nacional de Observadores de Aves de Colombia (2013). El Censo Netropical de Aves Acuáticas en Colombia entre 2002 y 2011, 11250 registros.

Renjifo, L. & Amaya, A. (2017). Evolución del riesgo de extinción y estado actual de conservación de aves de Colombia. *Revista de la Academia de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 41 (161), pp. 490-510.

Restall, R. L., Rodner, C., & Lentino, R. (2007). *Birds of northern South America An identification guide*. Volumen 1: Species accounts Yale University Press, USA.

Ricaurte, L., & Núñez-Avellaneda, M. (2015). *Inventario y tipificación de humedales en la cuenca del río Orteguzaza, Departamento de Caquetá, Amazonía colombiana*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, Convención de Ramsar. Bogotá, Colombia: 128 pp.

Ricklefs, R. (2001). *Invitación a la ecología. La economía de la naturaleza*. Cuarta edición. Editorial Médica Panamericana: Buenos Aires, Argentina.

Roselli, L. (2011). *Factores ambientales relacionados con la presencia y abundancia de las aves de los humedales de la Sabana de Bogotá*. Tesis de doctorado. Universidad Nacional de Colombia, Cundinamarca, Colombia.

Rosenzweig, M. (1995). *Species diversity in Space and Time*. Cambridge University Press. Cambridge: 436 págs.

Roselli, L. & Stiles, F. G. (2012). Local and landscape environmental factors are important for the conservation of endangered wetland birds in a high Andean plateau. *Waterbirds* 35, 453–469.

Roselli, L., Morales, A., Amaya, J. (2016). *Rallus semiplumbeus*. Renjifo, L. M., Amaya-Villarreal A. M., Burbano-Girón, J. y Velásquez-Tibatá, J., 2016. Libro rojo de aves de Colombia, Volumen II: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país. Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.

Roselli, L., Zuluaga, J., Benítez, H. (2016). *Porphyriops melanops*. En Renjifo, L. M., Amaya-Villarreal A. M., Burbano-Girón, J. y Velásquez-Tibatá, J., 2016. Libro rojo de aves de Colombia, Volumen II: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país. Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.

Rotger, A. (2018). Unidades de paisaje en cuencas metropolitanas degradadas. *Bitácora*, vol. 28 (3): pp. 81-87.

Ruiz, F., & Zerda, E. (2006). Estudio del comportamiento de una jauría de perros ferales presente en el humedal de La Conejera (Compartir-Suba, Bogotá, Colombia). *Acta Biológica Colombiana*, 11(1), 166

Ruiz, L. (2016). Conocer para conservar: la educación al servicio de la conservación de los primates en Colombia (Segunda etapa). (Tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.

Sampedro, A. (2016). La etología como herramienta para la conservación de fauna silvestre. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, vol. 8: pp. 391-399

Sánchez, F., Casallas, M., Bobadilla, G. (2015). Abundancia y reproducción de *Porphyriops melanops* en un humedal artificial suburbano en Bogotá, Colombia. *Revista de Ornitología Colombiana*, número 15: 12-20 pg.

Sarrias, A. M., D. E. Blanco & J. López de Casenave. (1996). *Estructura en gremios en un ensamble de aves acuáticas durante la estación reproductiva*. *Ecología Austral* 6(2): 106- 114.

Scott, D. & Carbonell, M. (1986). Inventario de humedales de la Región Neotropical. IWRB. Slimbirdge, U.K. semiplumbeus en el humedal de la Florida, sabana de Bogotá. The Wildlife Conservation Society.

Smith, T. & Smith, R. (2007). *Ecología. Sexta edición*. Editorial Pearson Education: Madrid, España.

Soto, C. (2012). *Patrones de distribución, abundancia e interacciones entre carnívoros simpátridos en un área mediterránea protegida*. (Tesis doctoral). Universidad de Sevilla, Sevilla, España.

Stadtmann, S. & Seddon, P. (2018). Release site selection: reintroductions and the habitat concept. Cambridge University Press. Recuperado de: <https://www.cambridge.org/core/journals/oryx/article/release-site-selection-reintroductions-and-thehabitatconcept/66615B0EFE567A75F79557063FEBEA26>

Steimann, A., & Bonnato, M. (2015). *Ecología comportamental. Una introducción al comportamiento animal*. Segunda edición. UniRío editora: Argentina.

Stiles G & Rosselli, L (2003). Síntesis de la fauna y flora. Capítulo 4 en: Características de los humedales del Distrito Capital. Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente DAMA.



Stiles, F.G., Rosselli, L. & S. De La Zerda. (2017). Changes over 26 years in the avifauna of the Bogotá region: has climate change become important? *Frontiers in Ecology and Evolution* 5: <https://doi.org/10.3389/fevo.2017.00058>.

Tovar, D. (2013). La observación de aves como estrategia pedagógica para generar actitudes favorables hacia el ambiente en niños escolares. (Tesis de maestría). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Weller, M. (1999). *Wetland bird. Habitat Resources and Conservation Implication*. Cambridge University Press: 271 págs.

Weller, M., & Fredrickson, H. (1974). Avian ecology of a managed glacial marsh. *The Living Bird* 12: 269-291

Zamudio, J. (Publicador, proveedor de los metadatos, proveedor de contenido, contacto del recurso), Cifuentes, Y. (Proveedor de contenido, administradora general de los datos), En línea, [http://ipt.sibcolombia.net/rnoa/resource.do?r=cnaa\\_colombia](http://ipt.sibcolombia.net/rnoa/resource.do?r=cnaa_colombia), publicado el 22/11/2013. GBIF key: <http://www.gbif.org/dataset/6d5fced1-6e85-4d9e-88f4-e1459772d2fd>

Zhang, W., & Ma, J. (2011). Waterbirds as bioindicator of wetland heavy metal pollution. *Procedia Enviromental Science*, vol. 10: pp.2769- 2774.