



Comportamiento de Rallidae como señal biológica en función de la Producción de camarones en La Segua

Rallidae Behavior as a Biological Indicator in Relation to Shrimp Production in La Segua

Autores

José Alejandro Cedeño Alcívar¹

<https://orcid.org/0000-0002-8231-9191>

María Gema Valdez Mera¹

<https://orcid.org/0009-0005-6490-6367>

Natalia Margarita Santana Castro^{1*}

<https://orcid.org/0000-0002-3816-1374>

Lucy Xiomara Gilces Intriago²

<https://orcid.org/0009-0001-4013-0817>

¹ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Calceta, Ecuador.

² Unidad Educativa Diana Esther Guerrero. San Jacinto, Ecuador.

* Autor para correspondencia.
nathysc1988@hotmail.com

Citacion sugerida: Cedeño A., José A., Valdez M., María G., Santana C., Natalia M. & Gilces I., Lucy X. (2024). Comportamiento de Rallidae como señal biológica en función de la producción de camarones en La Segua. *Revista de investigaciones en energía, medio ambiente y tecnología. RIEMAT*, 9(2), pp. 11–25. <https://doi.org/10.33936/riemat.v9i2.7037>

Recibido: 17/07/2024

Aceptado: 01/08/2024

Publicado: 15/09/2024

Resumen

El humedal La Segua alberga una diversa avifauna acuática, incluyendo la familia Rallidae, y es también el sitio de numerosas camaronerías que impactan su hábitat. Este estudio tiene como objetivo evaluar el comportamiento de las aves Rallidae en relación con la actividad camaronera, utilizando un dron para georreferenciar el área de estudio. Los métodos empleados incluyeron análisis estadísticos, deductivos, inductivos, analíticos y bibliográficos, además de encuestas a los habitantes locales para recolectar información in situ. Se utilizó un muestreo no probabilístico y el método focal para medir el comportamiento de las aves. La matriz causa-efecto de Leopold fue utilizada para evaluar el impacto de la camaronería. De las 313 personas encuestadas, el 54% afirmó dedicarse a la acuicultura por más de 15 años, identificándose 75 camaronerías en el área. Se encontraron seis especies de Rallidae, destacando la Gallineta Común con el 63,73% de los individuos y un bajo índice de diversidad. La matriz de Leopold reveló 116 impactos positivos y 196 negativos, concluyendo que la actividad camaronera afecta negativamente el comportamiento de las aves Rallidae, alterando su entorno natural.

Palabras clave: Camaronerías; Rallidae; humedal; Leopold; Mapeado.

Abstract

La Segua wetland hosts diverse aquatic bird families, including the Rallidae family, and is also home to numerous shrimp farms that impact their habitat. The objective of this study was to evaluate the behavior of the Rallidae family in relation to shrimp farming activities, using a drone to georeference the study area. The methods used included statistical, deductive, inductive, analytical, and bibliographic approaches, along with in situ data collection through surveys of local inhabitants. Non-probabilistic sampling and the focal method were employed to measure bird behavior. The Leopold matrix was used to assess the impact of shrimp farming in the study area. A total of 313 people were surveyed, with 54% reporting involvement in aquaculture for over 15 years, identifying 75 shrimp farms. Six species of Rallidae were identified in the study area, with the Common Gallinule being the most numerous (63.73%) and a low diversity index. The application of the Leopold matrix revealed 116 positive impacts and 196 negative impacts, concluding that shrimp farming activities negatively affect the behavior of Rallidae birds, as their negative effects impact their natural environment.

Keywords: Shrimp farms; Rallidae; wetland; Leopold; Mapper.





1. Introducción

Los humedales, como el de La Segua en la provincia de Manabí, Ecuador, son ecosistemas críticos que sostienen una rica biodiversidad y proporcionan valiosos servicios ecosistémicos. Sin embargo, el crecimiento de la actividad camaronera en la región ha suscitado preocupaciones sobre sus posibles efectos adversos. La Convención sobre los Humedales [RAMSAR] (2018) reporta una disminución global de entre el 64% y el 71% en la extensión de los humedales, atribuida a factores como drenaje, contaminación, especies invasoras y cambio climático. De manera similar, la Lista Roja de la UICN (2016), destaca que el 25% de las más de 19,500 especies evaluadas están en peligro de extinción, con un notable deterioro en las aves acuáticas desde 1970, aunque la situación ha mostrado leves mejoras desde 2005. A nivel global, BirdLife International (2018) estima que el 40% de las especies avícolas están en declive.

La región Neotropical, que incluye a Ecuador, es reconocida por su alta diversidad aviar. No obstante, los países con niveles elevados de endemismo, como Ecuador, enfrentan graves amenazas a sus aves debido a la actividad humana (Develey, 2021). En Ecuador, el segundo mayor productor de camarones a nivel mundial, la expansión de más de 3,000 estanques camaroneros ha llevado a la destrucción de manglares, humedales y bosques costeros, generando impactos negativos en la biodiversidad y en los servicios ecosistémicos (Vega, 2015; Castro, 2020; Alcívar y Alvarado, 2018). La actividad camaronera reduce la biodiversidad y altera la capacidad de los ecosistemas para mantener servicios ecosistémicos esenciales (Dirzo et al., 2014; Hortal et al., 2020).

A pesar del conocimiento existente, persiste una brecha en la comprensión de cómo la camaronicultura afecta específicamente el comportamiento de las aves Rallidae en La Segua. Este estudio busca abordar dicha brecha evaluando el impacto de la actividad camaronera sobre estas aves, con el propósito de diagnosticar la situación actual de la camaronicultura en el humedal, analizar el comportamiento de las aves Rallidae y determinar el efecto de la camaronicultura en su comportamiento utilizando la matriz de Leopold.

2. Materiales y Métodos

En el presente estudio se adoptó un enfoque metodológico detallado que incluyó la selección de criterios específicos, técnicas y metodologías apropiadas. La investigación se llevó a cabo en el humedal La Segua, situado en la parte alta del estuario del río Chone, entre la parroquia San Antonio y el sitio Larrea, en el cantón Tosagua de la provincia de Manabí (Figura 1), con una duración de seis meses, abarcando algunos tipos de muestreo, como el no probabilístico para observar el comportamiento de las aves de la familia Rallidae y el método focal el cual permitió obtener los resultados deseados (Espinoza 2016).

Según trabajos previos, la población del humedal La Segua y sus alrededores es de 1,700 habitantes, distribuidos en comunidades cercanas como San Antonio, Larrea, La Sabana y La Segua (Castro 2020; Cevallos 2019). La muestra se obtuvo aplicando la ecuación (1), considerando el número de habitantes.

$$n = \frac{N * Z^2 * \alpha * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * \alpha * p * q} \quad (1)$$

Dónde:

n = muestra representativa

N = total de la población

Z² = 1,96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%)

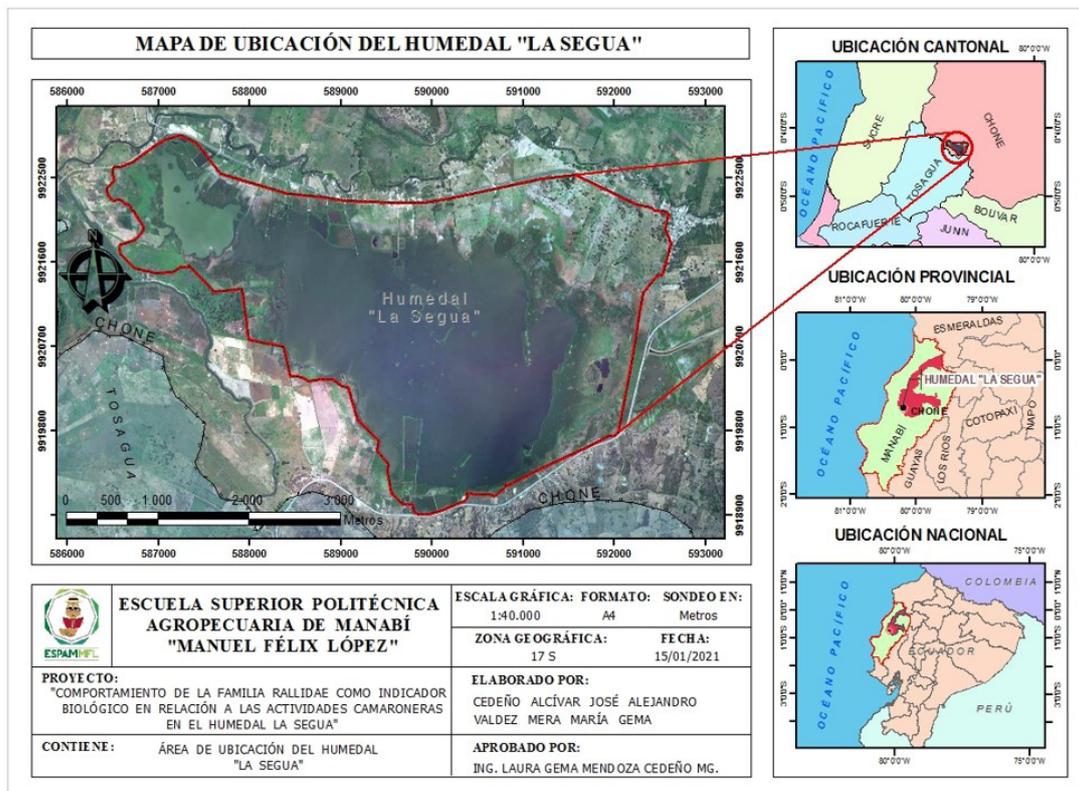
p = probabilidad de un hecho factible (en este caso 50% = 0,5)

q = probabilidad de un hecho que no sea factible 1-p (en este caso 1- 0.5 = 0.5)

d²= precisión (en su investigación use un 5% = 0,05)

Figura 1

Mapa de ubicación de la zona de estudio.



Fuente: SAS Planet (2020).

Para la recolección de datos sobre la actividad camaronera y su impacto en la biodiversidad del humedal, se administró una encuesta a 313 habitantes de la zona de estudio, proporcionando una muestra representativa. La georreferenciación de las camaroneras se realizó mediante la instalación de 12 puntos de control en un área de aproximadamente 400 hectáreas, utilizando GPS y un dron para capturar imágenes aéreas (Gonçalves et al., 2018). El procesamiento de las imágenes se efectuó con Pix4D Mapper, generando Ortomosaicos y modelos tridimensionales (Zafra, 2018). La identificación de especies de aves se llevó a cabo desde abril hasta agosto de 2021, mediante transectos de 10x20m a lo largo de la orilla para conteos y registros. Se emplearon las aplicaciones BirdNET y Merlin del The Cornell Lab of Ornithology para la identificación acústica de aves (Pineda y Zuria, 2019).

Se utilizaron técnicas de investigación de campo en el sitio de estudio, con herramientas como guías de campo, binoculares (Bushnell 10-50x50) y una cámara digital (Panasonic Lumix DCFZ80) para identificar las especies y características de las aves de la familia Rallidae. La identificación precisa se facilitó mediante los textos "Aves del Ecuador" (2007), y "Guía de Aves del Río Chone" (2017), así como las listas rojas de la UICN y de aves del Ecuador (LREC) para asegurar la validez de la información (Guzmán, 2019). Se aplicó una metodología descriptiva para evaluar las características de la población aviar, ordenando y resumiendo los datos estadísticos sobre biodiversidad, esenciales para tanto análisis cuantitativos como cualitativos. El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando Microsoft Excel, lo que permitió la tabulación de datos, el cálculo de índices de diversidad (Shannon) y la visualización de resultados a través de métodos estadísticos, inductivos, analíticos y bibliográficos.

Para medir la diversidad de especies en el humedal, se emplearon los índices de Shannon-Wiener, Pielou y Simpson a través de observaciones directas en cada punto de muestreo (Aguirre, 2013). La relación entre la actividad camaronera y el comportamiento de la familia Rallidae se investigó mediante conteos semanales de aves, realizados entre abril y agosto de 2021, durante la temporada reproductiva. Se acumularon más de 40 horas de observación, siguiendo los métodos de Iannacone et al. (2012), y Maza (2019), durante la



temporada reproductiva. Se acumularon más de 40 horas de observación, siguiendo los métodos de Iannacone et al. (2012), y Maza (2019), que implican el registro detallado de las conductas observadas en cada ave. Para evaluar el impacto ambiental de la camaronicultura (Tabla 1), se diseñó una matriz de Leopold, adaptada de Coronel (2015), considerando todos los factores ambientales relevantes. La matriz permitió analizar la influencia de la actividad camaronera sobre el comportamiento aviar, utilizando la escala de impacto alto, medio y bajo establecida en la tabla de Rivera y Senna (2017).

Tabla 1

Valores de Impactos según su clasificación.

	Impacto	Clasificación	Visualización
Nulo	Nulo	Entre 0 y 10	
	Bajo	Entre 11 y 20	
Bajo	Medio	Entre 21 y 30	
	Alto	Entre 31 y 40	
Medio	Bajo	Entre 41 y 50	
	Medio	Entre 51 y 60	
Alto	Alto	Entre 61 y 70	
	Bajo	Entre 71 y 80	
	Medio	Entre 81 y 90	
	Alto	Más de 90	

Fuente: Los autores o la referencia de donde obtuvo la tabla.

Se evaluaron los efectos de las actividades camaroneras sobre las aves de la familia Rallidae, considerando tanto impactos positivos como negativos. Utilizando la metodología de Soto (2019), los resultados de la matriz de Leopold se interpretaron para evaluar su influencia en el comportamiento de estas aves. Todos los procedimientos se documentaron exhaustivamente para garantizar la replicabilidad y la transparencia del estudio.

3. Resultados y Discusión

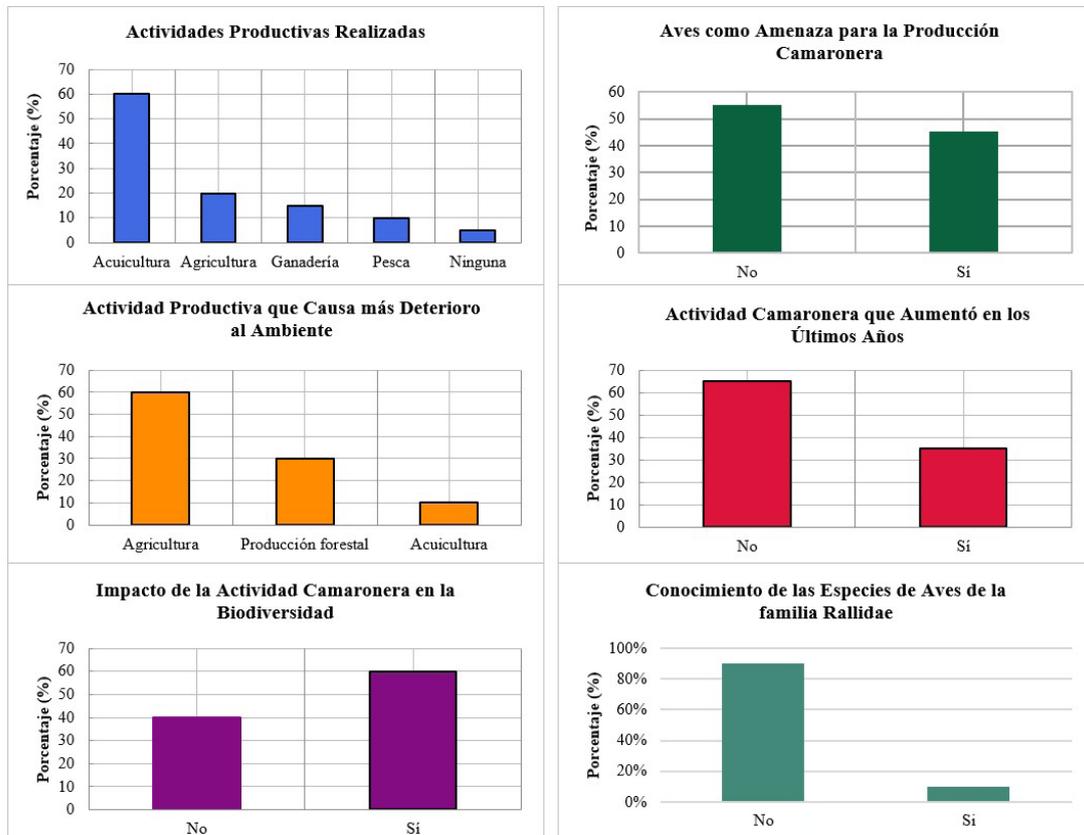
3.1. Aplicación de la encuesta a los moradores del humedal La Segua

En una muestra de 313 habitantes de cuatro parroquias del humedal La Segua, se observó que el 54% está dedicado a la acuicultura, el 20% a la agricultura, el 14% a la ganadería y el 11% a la pesca, con un 1% no involucrado en estas actividades. Entre los acuicultores, el 54% tiene más de 15 años de experiencia. Respecto a la percepción de las aves, el 58% no las considera una amenaza para la producción camaronera, mientras que el 42% sí. Además, el 48% no considera a las aves una amenaza general, aunque el 18% reporta consumo de camarones por parte de aves y el 16% menciona pérdidas económicas, tal como se presenta en la figura 2.

En la figura 2, se muestra como el 60% no percibe un impacto significativo de la camaronicultura en las aves, en contraste con el 40% que sí lo cree. La agricultura es vista como la actividad más perjudicial para el ambiente (58%), seguida por la producción forestal (29%) y la acuicultura (13%). El 36% percibe un incremento en la actividad camaronera, mientras que el 64% no. El 61% considera que la acuicultura afecta negativamente la biodiversidad del humedal, frente al 39% que no lo cree. El 96% no conoce las aves de la familia Rallidae, con las especies más observadas siendo *Porphyrio martinica* (30%), *Gallinula galeata* (28%) y *Porzana carolina* (21%). El 68% considera crucial la importancia ambiental de las aves de la familia Rallidae (UNAM, 2019; Prieto, 2017; Hernández, 2015; Salas, 2019).

Figura 2

Resultados de las encuestas aplicadas a los habitantes de La Segua.



Fuente: Los autores.

3.2. Georreferenciación de las camaroneras en el área de estudio

Se realizó la georreferenciación de las camaroneras mediante la recopilación de coordenadas, lo cual permitió crear un ortomosaico de las camaroneras, tal como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2

Georreferenciación de las camaroneras en el área de estudio.

Punto	Coordenadas UTM		Zona	Hemisferio	DATUM
	X (Este)	Y (Norte)			
1	587113	9923021	17	S	WGS 1984
2	588993	9922260	17	S	WGS 1984
3	589481	9922247	17	S	WGS 1984
4	589562	9922155	17	S	WGS 1984
5	589750	9922156	17	S	WGS 1984
6	589861	9922212	17	S	WGS 1984
7	590330	9922307	17	S	WGS 1984
8	590452	9921514	17	S	WGS 1984
9	589176	9921646	17	S	WGS 1984
10	587133	9921926	17	S	WGS 1984
11	586529	9922030	17	S	WGS 1984
12	586191	9922519	17	S	WGS 1984

Nota: coordenadas de las camaroneras obtenidas en campo.

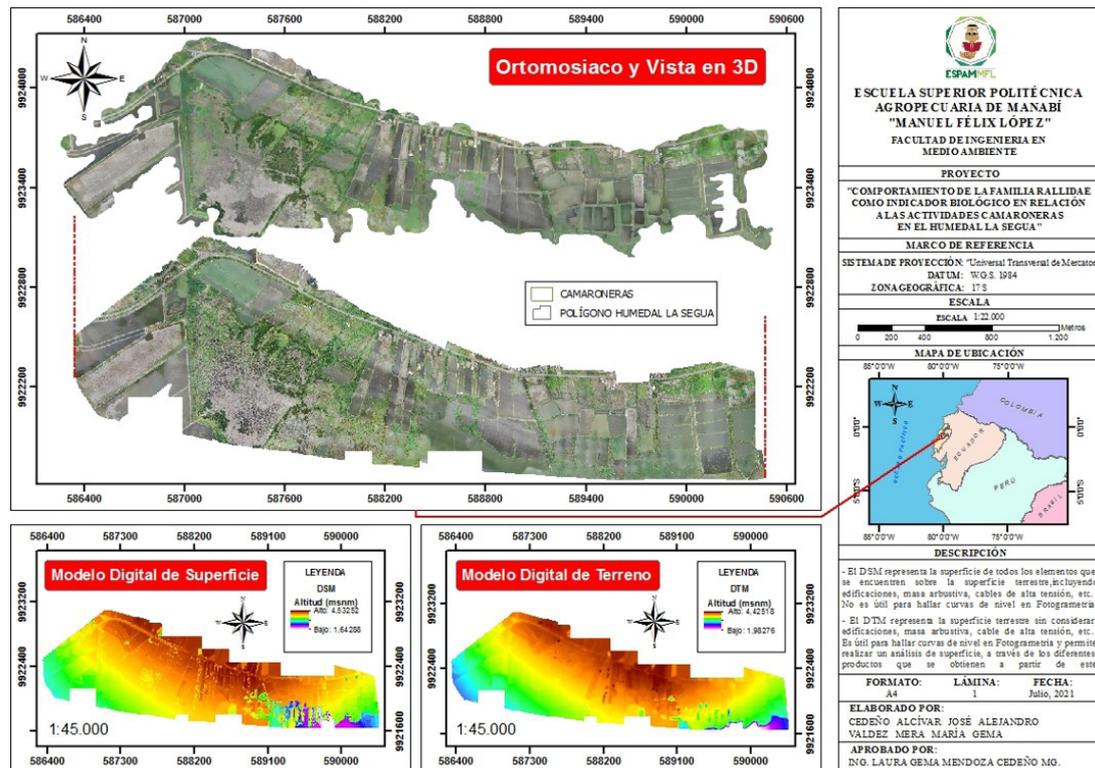
Fuente: Los autores.



La información anterior se presenta en un mapa temático en la figura 3, donde se pueden observar 93 piscinas camaroneras ubicadas en el área de estudio.

Figura 3

Camaroneras identificadas en el humedal La Segua.



Fuente: Los autores.

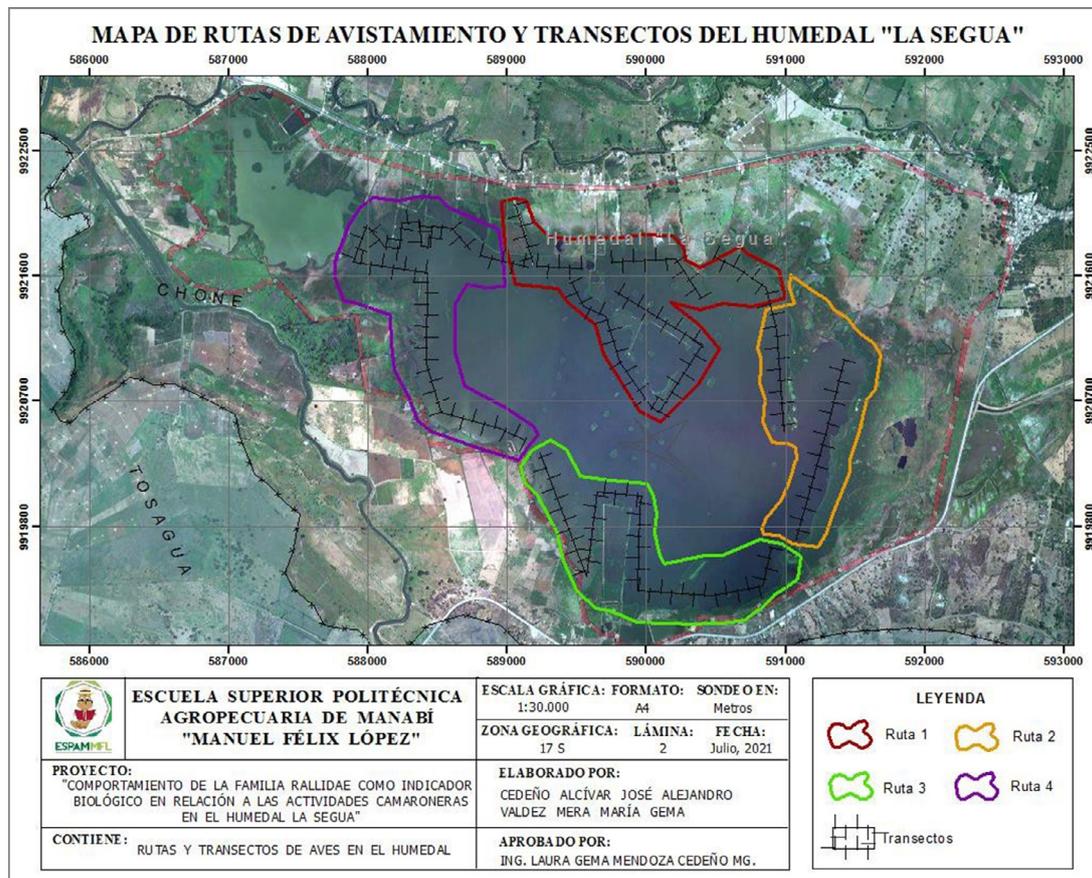
3.4. Identificación de las especies de aves de la familia Rallidae

La identificación de las especies de Rallidae puede ser compleja debido a su naturaleza tímida y sus colores discretos, pero se puede lograr observando detalles como el tamaño corporal, la forma del pico y los patrones de plumaje, así como sus vocalizaciones distintivas, que son a menudo la mejor pista para detectarlas.

Desde abril hasta junio, el nivel del agua se mantuvo elevado, lo que limitó el avistamiento de aves a recorridos en canoa. A partir de julio, al descender el nivel del agua, se descubrieron playas y llanuras donde se podían observar bandadas de aves, en la que se realizaron dos horarios de avistamientos cada día, por la mañana se pudo observar mayor número de especies de aves con un total de 579, mientras que en las tardes se registró un total de 273 individuos. En este período, se realizaron caminatas dentro del humedal y se establecieron puntos de observación al trazar rutas, como se muestra en la figura 4 del siguiente mapa temático.

Figura 4

Mapa de rutas.



Fuente: Los autores.

Se identificaron seis especies pertenecientes a la familia Rallidae, (señalada en la tabla 3) entre ellas la Gallareta común (*Gallinula galeata*) la Gallareta púrpura (*Porphyrio martinica*), Polluela goliblanca (*Laterallus albigularis*), Polluela piquipinta (*Mustelirallus erythroptus*), Rascón Manglero (*Rallus longirostris*) y Sora (*Porzana carolina*) con un total de 852 individuos.

Tabla 3

Especies de aves identificadas de la familia Rallidae.

No.	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ORIGEN	# AVES	IUCN	LREC
1	Rallidae	Gallareta Común	<i>Gallinula galeata</i>	Nativa / Residente	543	LC	LC
2	Rallidae	Gallareta Púrpura	<i>Porphyrio martinica</i>	Nativa / Residente	240	LC	LC
3	Rallidae	Polluela Goliblanca	<i>Laterallus albigularis</i>	Nativa / Migratoria	49	LC	LC
4	Rallidae	Polluela Piquipinta	<i>Mustelirallus erythroptus</i>	Nativa / Residente	7	LC	LC
5	Rallidae	Rascón Manglero	<i>Rallus longirostris</i>	Nativa / Migratoria	2	LC	EN
6	Rallidae	Sora	<i>Porzana carolina</i>	Nativa / Residente	11	LC	LC
Total					852		

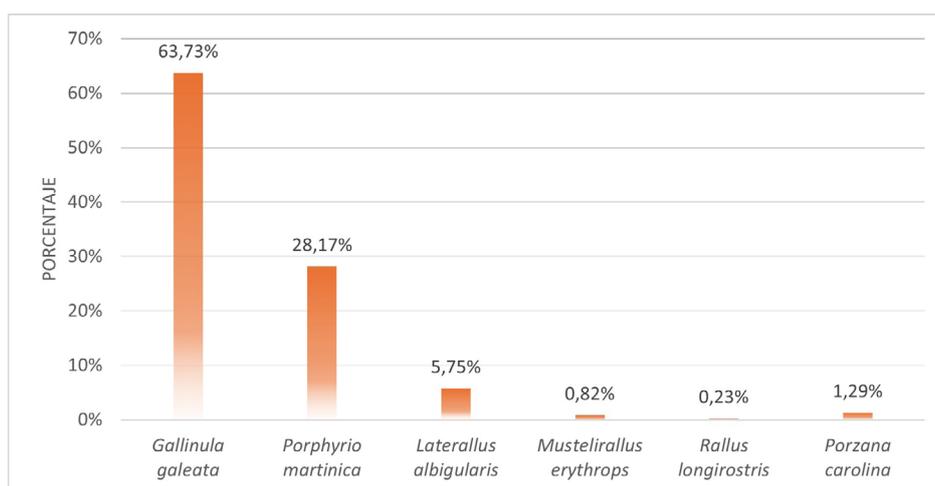
Fuente: Los autores.

3.5. Medición de los índices de diversidad

La figura 5 muestra que el 63,73% de las aves observadas pertenecen a la especie *Gallinula galeata*, que resultó ser la más abundante durante los avistamientos con un total de 543 individuos. Le sigue *Porphyrio martinica*, con un 28,17% y 240 ejemplares; *Laterallus albigularis* con un 5,75% y 49 individuos; y el 2,35% restante está compuesto por *Mustelirallus erythroptus*, *Rallus longirostris* y *Porzana carolina*, con un total de 20 ejemplares. Otero (2002) menciona que, a pesar de su valor como controladores de plagas y dispersores de semillas, las aves como la *Gallinula galeata* han sido explotadas de manera irracional, con personas recolectando sus huevos y carne para consumo y comercialización.

Figura 5

Especies de aves de la familia Rallidae en el humedal La Segua Manabí 2021.



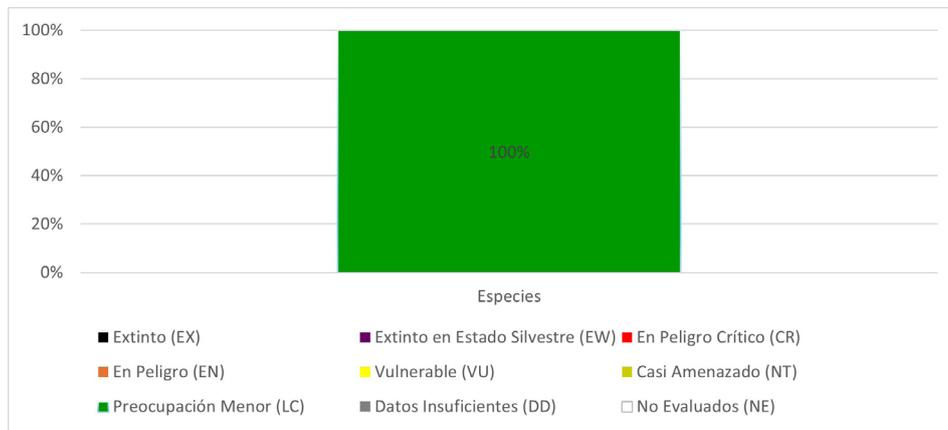
Fuente: Los autores.

Esta explotación, junto con otras actividades antropogénicas, pone en riesgo la disminución de sus poblaciones. Además, la presencia del *Rallus longirostris* en un hábitat de agua dulce como los manglares es notable, aunque es escasa en el humedal, con solo dos ejemplares encontrados. Según Bernabé y Gastezzi (2000), el humedal La Segua, que anteriormente era un manglar, ha experimentado un aumento del terreno y distanciamiento debido a la tala masiva de bosques aledaños y la acumulación de sedimentos, afectando su régimen de mareas.

Según la última actualización de la Lista Roja de la UICN (Handbook of the Birds of the World [HBW] y BirdLife International, 2021), todas las especies registradas se clasifican como Preocupación Menor (LC). Sin embargo, Crespo et al. (2022) señalan que, a pesar de esta clasificación, la Lista Roja muestra un deterioro constante en el estado de conservación de las aves. Las especies en alto riesgo continúan extinguiéndose, mientras que las más comunes están en declive debido al aumento del comercio ilegal, que incluye su carne y plumaje para diversos fines comerciales, tal como se muestra en la figura 6.

Figura 6

Categoría de amenazas de acuerdo con la lista roja de la UICN en el humedal La Segua Manabí 2021.

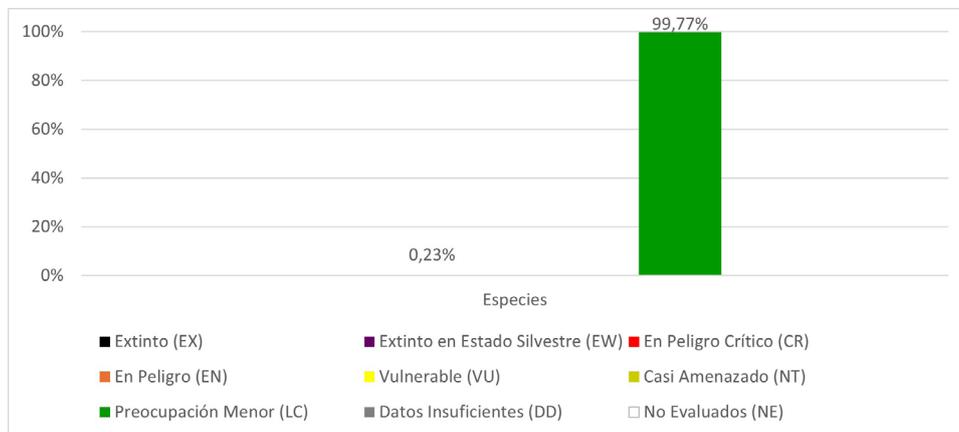


Fuente: Los autores.

La figura 7, muestra que la mayoría de estas especies se encuentra en preocupación menor y solo una en Peligro (*Rallus longirostris*) según la LREC. La tendencia poblacional a nivel mundial es decreciente; esta especie tiene alta sensibilidad a la destrucción y fraccionamiento de su hábitat, particularmente esteros, manglares y humedales (Granizo et al., 2002; Pineda et al., 2020).

Figura 7

Categoría de amenazas de acuerdo con la lista roja de las Aves del Ecuador en el humedal La Segua Manabí 2021.



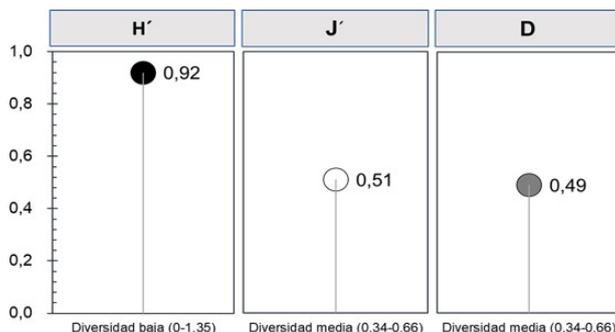
Fuente: Los autores.

La figura 8, muestra los resultados de los índices aplicados. El índice de Shannon indicó una diversidad baja con un valor de 0,92. El índice de equidad de Pielou reflejó una ligera heterogeneidad en la abundancia de la población, con un valor de 0,51, lo que sugiere una diversidad media y una falta de equidad entre las especies. Por otro lado, el índice de Simpson mostró una dominancia de especies con un valor de 0,49, indicando que *Gallinula galeata* y *Porphyrio martinica* son las especies predominantes.

En comparación con Varela y Velásquez (2019), reportaron para la familia Rallidae un índice de Shannon-Wiener de 0,40, que denota una diversidad relativamente baja; un índice de equidad de 0,37, que sugiere una escasa variedad de especies; y un índice de Simpson de 0,77, indicando que *Gallinula galeata* es la especie dominante. Esto confirma que los índices de diversidad en el humedal La Segua son relativamente bajos.

Figura 8

Índices de diversidad aplicados.



Fuente: Los autores.

3.6. Medición del comportamiento de las aves de la familia Rallidae

Durante el estudio de aves de la familia Rallidae, se identificaron 54 comportamientos en 9 categorías: acicalamiento, locomoción, alimentación, descanso, alerta, sonido, defecación, social agonística y social no agonística. Gallinula galeata y Porphyrio martinica mostraron respuestas variadas a la presencia humana, con Gallinula galeata siendo la especie más abundante y exhibiendo comportamientos de social agonística y alerta, con una notable cautela. González y Giménez (2018) notan que el deterioro ambiental puede inducir comportamientos inadecuados, y Porto y Piratelli (2005), citados por Podestá et al. (2022), destacan que el estrés se refleja en la categoría de Alerta. El acicalamiento fue el comportamiento más frecuente con un promedio de 8,28 minutos, especialmente en Mustelirallus erythroptus. Laterallus albigularis se destacó en alimentación con un promedio de 2,35 minutos. Según Gómez (2011), es más común escuchar los cantos de estas aves que verlas, mientras que Rodríguez y Zuria (2018), encontraron actividades como alimentación y acicalamiento. Ramos (2019), advirtió que las actividades humanas afectan negativamente a las Rallidae, contribuyendo al estrés y a la disminución poblacional, tal como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4

Etograma de aves de la familia Rallidae.

No.	Conductas de comportamiento	Gallinula galeata	Porphyrio martinica	Laterallus albigularis	Mustelirallus erythroptus	Rallus longirostris	Porzana carolina
1	Acicalamiento	1.30 m	2.00 m	1.00 m	1.55 m	1.23 m	1.20 m
2	Locomoción	1.50 m	1.25 m	1.35 m	1.45 m	1.65 m	1.25 m
3	Alimentación	1.00 m	1.25 m	2.35 m	2.00 m	2.00 m	2.25 m
4	Descanso	1.23 m	2.00 m	1.55 m	1.27 m	1.57 m	2.20 m
5	Alerta	4.50 m	3.00 m	2.55 m	2.25 m	2.00 m	2.25 m
6	Sonora	<1 m	<1 m	<1 m	<1 m	<1 m	<1 m
7	Defecación	<1 m	<1 m	<1 m	<1 m	<1 m	<1 m
8	Social Agonística	<1 m	<1 m	<1 m	<1 m	<1 m	<1 m
9	Agonística Social	<1 m	<1 m	<1 m	<1 m	<1 m	<1 m

Fuente: Los autores.

3.7. Relación del comportamiento de la familia Rallidae con la actividad camaronera

A continuación, se presenta la relación entre los componentes (figura 9) mediante la cual se evaluó la relación que hay entre la actividad camaronera con los impactos positivos y negativos; y el comportamiento de las aves de la familia Rallidae, dónde se evidenciaron 15 acciones con interacción de 19 factores ambientales.

Figura 9
 Matriz de Leopold.

COMPONENTES		ACTIVIDADES CAMARONERAS		ACCIONES CON POSIBLES EFECTOS																Suma		Agregado de Impacto				
				1. Alteración del paisaje local				2. Transformación del territorio				3. Tienen lugar en el área de estudio				Positivos	Negativos									
				M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M								
FACTORES AMBIENTALES	Medio Natural	Suelo	Contaminación del suelo	M	0	0	0	0	-9	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	-8	0	0	0	3	-158		
			Destrucción del suelo	M	-8	-8	-7	0	-9	-8	0	0	0	0	0	0	0	-6	-9	-7	0	0	8	8	-326	
			Zona de anidación	M	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	-64
		Agua	Superficial	M	0	0	0	0	4	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-333
			Vertimiento por plaguicidas	M	0	0	0	0	-7	-6	0	-5	-5	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	-130
			Contaminación de agua	M	0	0	0	-8	-9	-9	0	0	0	-9	0	-5	-9	-7	-9	0	0	0	0	8	8	-403
	Aire	Olores	M	0	0	0	0	0	-6	0	-4	-1	-5	0	-5	-2	0	0	0	0	0	6	6	-88		
		Ruidos	M	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	0	0	0	0	0	0	0	2	2	-30	
	Condiciones Biológicas	Flora	Árboles y arbustos	M	-3	-5	-3	-4	0	-5	0	0	0	0	0	-3	0	-5	0	0	0	0	7	7	-88	
			Productos agrícolas	M	0	0	0	0	0	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	-12
			Plantas acuáticas	M	-8	0	-1	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	-7	0	-8	0	0	0	5	5	5	-149
		Fauna	Alteración de la avifauna	M	-4	-6	-8	0	-8	0	-4	0	0	0	0	-9	-5	-8	-3	0	0	0	9	9	-316	
Alteración del hábitat			M	-9	-8	-7	-5	-6	0	-3	0	0	0	0	-8	-7	-7	0	0	0	0	9	9	-339		
Bosques			M	0	-4	0	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	-30	
Aspectos culturales	Uso de la tierra	Acuicultura	M	-9	-8	-9	0	-9	-4	6	0	0	0	0	4	5	3	6	8	6	5	11	11	-97		
		Empleo	M	0	0	0	0	0	9	0	4	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	3	0	0	122	
	Salud y seguridad	M	0	0	0	0	0	6	0	5	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	3	3	-65		
Otros	Empleo y mano de obra	M	-2	0	0	-3	-2	0	5	0	0	0	0	-5	-4	0	-2	-5	1	7	0	0	-46			
	Espacios abiertos y salvajes	M	-3	-2	0	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	-14		
Suma	Positivos		0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	1	3	1	2	1	116							
	Negativos		10	7	6	8	10	10	6	2	2	2	4	2	8	9	7	5	6	196						
Agregado de Impacto			-281	-205	-150	-160	-370	-313	9	-32	-21	-125	-46	-150	-399	-180	-143							-2566		

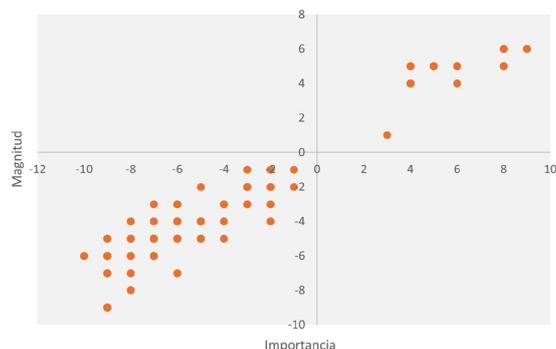
Fuente: Los autores.

Los resultados de la matriz de Leopold mostraron un total de 116 impactos positivos y 196 impactos negativos, ambos considerados altos según la metodología utilizada. Los resultados muestran que estas actividades causan destrucción de hábitats y alteración de los hábitos alimenticios de las aves debido a agroquímicos, generando estrés y modificando su comportamiento por cambios en el recurso hídrico y el hábitat. Araujo y Pizo (2005), señalan que la fragmentación del hábitat induce comportamientos anómalos, mientras que Bravo y Villón (2007), destacan la reducción del hábitat por deforestación. Montilla et al. (2017), observan contaminación del agua y suelo por agroquímicos, y Alcívar y Mendoza (2018), reportan envenenamiento de aves y peces. Fernández (2010) menciona los efectos de sedimentos contaminados, y Morales et al. (2019), destacan la conversión de áreas protegidas en camaronerías y su impacto en el ciclo hidrológico. Aunque las camaronerías requieren agua limpia (Andaluz, 2008), el recambio de agua puede causar eutrofización (Álava, 2021; Muñoz, 2017). Alcívar y Mendoza (2018) informan que el 81% de las descargas de agua no se tratan. Las estrategias educativas fomentan la conservación de la familia Rallidae y promueven una mayor conciencia y actitudes protectoras (Fundación Empresas Polar, 2010; Acedo de Bueno et al., 2011).



Figura 10

Abcisas representan la magnitud e importancia de casa interacción identificada en el análisis matricial.



Fuente: Los autores.

El análisis de la figura 10 revela que las acciones propuestas en la investigación generan un impacto negativo significativo en el comportamiento de las aves de la familia Rallidae, con efectos adversos predominantes sobre su hábitat natural. Las actividades camaroneras muestran un limitado número de efectos positivos para las aves y afectan negativamente el humedal en su conjunto, alterando las conductas de estas aves. La degradación del hábitat impone una amenaza considerable, forzando a las aves a migrar en busca de condiciones más adecuadas para su supervivencia.

4. Conclusiones

La investigación revela que la construcción de piscinas camaroneras ha reducido en un 80% el área natural del humedal La Segua, degradando el suelo y perturbando significativamente a las aves de la familia Rallidae. El estudio registró 852 aves, predominando la *Gallinula galeata* con 543 individuos. La matriz de Leopold evidenció más impactos negativos que positivos, mostrando que la camaronicultura altera el comportamiento de estas aves y reduce los servicios ecosistémicos del humedal, forzando a las aves a competir por recursos y territorios. Este estudio es crucial para guiar políticas de gestión ambiental que equilibren la producción acuícola con la conservación de la biodiversidad, subrayando la necesidad de monitoreo continuo y estrategias de mitigación. Futuros estudios deberían evaluar técnicas alternativas de cultivos de camarón menos perjudiciales y programas de restauración del hábitat para preservar la diversidad de especies. Esta investigación destaca la urgencia de reconsiderar las prácticas camaroneras para proteger la biodiversidad y el equilibrio ecológico del humedal, sugiriendo importantes implicaciones para la conservación de estas aves y sus hábitats naturales.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Referencias bibliográficas

Acedo de Bueno, M., Ochoa B. y Pasquali, C. (2011). Propuesta para una estrategia didáctica en educación ambiental: la observación de aves. Educere. <https://www.redalyc.org/pdf/356/35622379011.pdf>

- Aguirre, J. (2013). Guía de Métodos para medir la biodiversidad. <https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/guia-para-medicic3b3n-delabiodiversidad-octubre-7-2011.pdf>
- Álava, E. (2021). Análisis De Los Impactos Ambientales En El Proceso De Producción Del Camarón En La Granja “Rahimar Rocafuerte” Del Cantón Rioverde. [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/2837/1/Alava%20Toala%20Eliana%20Elizabeth.pdf>
- Alcívar, J. y Alvarado, J. (2018). Evaluación del Humedal La Segua mediante indicadores de sostenibilidad turística para su manejo y conservación. [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/935/1/TTT3.pdf>
- Alcívar, J. y Mendoza, C. (2018). Evaluación de la Influencia de las actividades de producción acuícola (*Litopenaeus vannamei*) en el cambio de uso de suelo del humedal La Segua. [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. <https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/handle/42000/845>
- Andaluz, J. (2008). Camarón ecuatoriano: historia de caídas, aprendizaje y consolidación. <http://www.diariocorreo.com.ec>
- Araujo, G. y Pizo, M. (2005). Comportamiento de alimentación de papamoscas tirano (Aves, Tyrannidae) en Brasil. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752005000400036>
- Bernabé, M., & Gastezzi, L. (2000). Análisis de los enfoques y métodos para la gestión de áreas protegidas en América Latina. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2000-116.pdf>
- BirdLife International, (2018). El estado de conservación de las aves del mundo. http://datazone.birdlife.org/userfiles/docs/SOWB2018_es.pdf
- Bravo, J. y Villón, C. (2007). Plan integral de gestión socio ambiental del sistema de trasvases Manabí (PIGSA) y etapa programa conservación de ciénagas y hábitat del chame. <https://docplayer.es/64932155-Implementacion-de-la-primer-etapa-del-plan-integral-de-gestion-socio-ambiental-pigsa-del-sistema-de-trasvases-manabipcc-r17p1.html>
- Castro, M. (2020). Humedal La Segua: ecosistema reconocido internacionalmente corre el riesgo de secarse en Ecuador.
- Cevallos, M. (2019). Evaluación de las variables físicas en el agua del humedal la segua Chone en periodo seco y lluvioso del 2019. [Trabajo de Titulación, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí]. <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1200/1/TTMA67.pdf>
- Coronel, J. (2015). Creación de un establecimiento agropecuario sostenible. http://mades.gov.py/sites/default/files/users/control/la.hacienda_jorge.c.pdf
- Crespo, S., Solórzano, C. y Guerrero, J. (2022). Tráfico nacional de fauna silvestre y especies amenazadas: un estudio descriptivo en Manabí (Ecuador). *Revista de ciencias de la vida*. 35(1). 33-44. <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/3977>
- Develey, P. (2021). Bird Conservation in Brazil: Challenges and practical solutions for a key megadiverse country. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 19(2), 171–178. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2021.02.005>
- Dirzo, R., Young, H., Galetti, M., Ceballos, G., Isaac, N. y Collen, B. (2014). Defaunation in the Anthropocene. *Science*. <https://doi.org/10.1126/science.1251817>
- Espinoza, I. (2016). Tipos de muestreo. <http://www.bvs.hn/Honduras/Embarazo/Tipos.de.Muestreo.Marzo.2016.pdf>
- Fernández, L. (2010). Diagnóstico de base sobre el impacto de las obras de infraestructura en la capacidad de adaptación de los humedales. <https://keneamazon.net/Documents/Publications/VirtualLibrary/Impacto/60.pdf>Fundacion



- Empresas Polar (2010). Guía Didáctica. <https://www.guao.org/sites/default/files/biblioteca/Guía%20didáctica%20sobre%20las%20aves%20entran%20que%20escuela.pdf>
- Gómez, N. y Osbahr, K. (2011). Abundancia, uso de hábitat y comportamiento de la tingua moteada (*Gallinula melanops bogotensis chapman 1914*) en el humedal Guaymaral, Bogotá- Colombia. *Revista U.C.D.A.* 14(1). 81-91. <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v14n1/v14n1a11.pdf>
- Gonçalves, R., Pérez, A., y Duarte, J., (2018). Accuracy and effectiveness of low cost UASs and open-source photogrammetric software for foredunes mapping. Portugal: *International Journal of Remote Sensing*. <https://doi.org/10.1080/01431161.2018.1446568>
- González J. y Giménez, J. (2018). Primer registro de piscivoría en el tirano tropical (*Tyrannus melancholicus*). Huitzil, *Revista Mexicana de Ornitología*, 19 (1). 281-284. <https://doi.org/10.28947/hrmo.2018.19.2.350>
- Granizo, T., Pacheco, C., Rivadeneira, M., Guerrero, M. y Suárez, L. (2002). *Libro rojo de las aves del Ecuador*. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56484.pdf>
- Guzmán, J. (2019). Técnicas de Investigación de Campo. Unidades de Apoyo para el Aprendizaje. <https://uapa.cuaieed.unam.mx/sites/default/files/minisite/static/0fec888-6a3f-4b31b704a2d94e3eed72/U000308176506/index.html>
- Handbook of the Birds of the World [HBW] y BirdLife International. (2021). *Handbook of the Birds of the World and BirdLife International digital checklist of the birds of the world*. Version 6. http://datazone.birdlife.org/userfiles/file/Species/Taxonomy/HBW- BirdLife_Checklist_v6_Dec21.zip
- Hernández, S. (2015). Indicadores de calidad ambiental de humedales. [Trabajo de titulación, Universidad Católica de Manizales]. <http://repositorio.ucm.edu.co:8080/jspui/bitstream/handle/10839/1136/Santiago%20Hernandez%20Henao.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hortal, J. y Santos, A. (2020). Rethinking extinctions that arise from habitat loss. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-02210-x>
- Iannacone, J., Villegas, W., Calderón, M., Huaman, J., Santiesteban, M. y Alvarino, L. (2012). Patrones de comportamiento diurno de huerequeque burhinus superciliaris en hábitats modificados de la costa central del Perú. *Acta Zoológica Mexicana*. 28(3). 5017-524. <http://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v28n3/v28n3a2.pdf>
- López, S., García, M., Pérez, S. y Guerra. (2017). Construcción del registro de observación para el análisis del movimiento fundamentado en la teoría de Laban. *Revista de Ciencia del ejercicio y salud*. 15(2). 1-21. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/pem/v15n2/1409-0724-pem-1502e2733.pdf>
- Maza, V. (2019). Elaboración de un etograma de hembras reproductoras de cobayos (*Cavia porcellus*) en un sistema de producción en jaula, mediante el uso de un registro focal continuo. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17830/1/UPS-CT008438.pdf>
- Montilla, A., Zambrano, M. y Reyna, C. (2017). Análisis de las condiciones geográficas y ecológicas del humedal La Segua, provincia de Manabí. *La técnica*. 18. 70-88. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6087654>
- Morales, S., Jarquín, E., Reyes, J. y Navedo, G. (2019). Aves playeras y cultivo de camarones: Evaluación de las actividades de cultivo de camarones sobre las aves playeras en América.
- Central. Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras, Manomet, Massachusetts, EE.UU. <https://pacificflywayshorebirds.org/downloads/Shorebird-andShrimpFarmingAssessment-2019.pdf>

- Muñoz, G. (2017). Evaluación de la calidad del agua y sedimento de piscinas camaroneras durante un ciclo productivo del cultivo semintensivo en la parroquia Cojimíes, cantón Pedernales, Provincia de Manabí, Ecuador. [Trabajo de Titulación, Universidad De Especialidades Espíritu Santo]. http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/2181/1/Paper_Final_Galo_Mu%C3%B1oz.pdf
- Otero, D. (2002). Hábitat funcional de la focha americana (*Fulica americana columbiana*) en un humedal de la sabana de Bogotá. Trabajo de Grado para optar al Título de Bióloga. 47pp. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8513/tesis47.pdf>
- Pineda, L., Beltrán, L., Herrera, M. y Sorto, A. (2020). Notas de la anidación del Rascón de Manglar *Rallus longirostris* (Gruiformes: Rallidae) en El Salvador. *Revista Minerva* 3(1), 141-150. <https://minerva.sic.ues.edu.sv/index.php/Minerva/article/view/62/59>
- Pineda, R. y Zuria, I. (2019). Recomendaciones para el muestreo de aves acuáticas en ambientes lénticos del centro de México. <http://www.ibiologia.unam.mx/barra/publicaciones/Antropi19.pdf>
- Podestá, J., Franke, I., Barona, D. y Aponte, H. Comportamiento de *Calidris alba* (Scolopacidae) en el Humedal Costero Poza de la Arenilla, la Punta, Callao, Perú. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie), 38. 1–20. <https://doi.org/10.21829/azm.2022.3812439>
- Porto, G. y Piratelli, A. (2005). Etograma da Maria-Preta, *Molothrus bonariensis* (Gmellin) (Aves, Emberizidae, Icterinae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(2). 306-312. https://www.researchgate.net/publication/262748999_Ethogram_of_the_Shiny_Cowbird_Molothrus_bonariensis_Gmellin_Aves_Emberizidae_Icterinae
- Prieto, B. (2017). El uso de los métodos deductivo e inductivo para aumentar la eficiencia del procesamiento de adquisición de evidencias digitales. <http://www.scielo.org.co/pdf/cuco/v18n46/0123-1472-cuco-18-46-00056.pdf>
- Ramos, L. (2019). Actividad antrópica sobre la comunidad de aves en la Bahía de Paracas, Pisco, Perú. 2017. [Trabajo de Grado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3924/ramosalarconleidy-milady.pdf>
- Rivera Pabón, J. A., y Senna, D. C. (2017). Análisis de unidades de paisaje y evaluación de impacto ambiental como herramientas para la gestión ambiental municipal: Caso de aplicación: municipio de Tona, España. *Luna Azul*, 45, 171–200. <https://doi.org/10.17151/luaz.2017.45.10>
- Rodríguez, A. y Zuria, I. (2018). Coloración aberrante en aves acuáticas de la Laguna de Zumpango, Estado de México. <https://www.redalyc.org/journal/756/75656415015/html/>
- Salas, A. y Mancera, N. (2019). Aves como indicadores ecológicos de etapas sucesionales en un bosque secundario, Antioquia, Colombia. *Revista Biología Tropical*. 59(1). 20-63. https://www.researchgate.net/publication/339397839_Aves_como_indicadoras_ecologicas_de_etapas_sucesionales_en_un_bosque_secundario_Antioquia_Colombia
- Soto, D. (2019). Guía metodológica para el estudio de impactos ambientales (EsIA) en proyectos agrícolas. https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2812/1/TGT_1416.pdf
- UICN. (2016). Informe de la UICN para la República del Ecuador. https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/2017/informe_ecuador_digital.pdf
- Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM]. (2019). El método estadístico. <https://www.unamenlinea.unam.mx/recurso/83050-el-metodo-estadistico>
- Valera, J. y Velázquez, M. (2019). Calidad ambiental mediante la diversidad de avifauna acuática en el humedal La Segua. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. <http://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/989/1/TTMA35.pdf>
- Vega, H. (2015). Propuesta de monitoreo de la calidad ambiental de la microcuenca Guayzimi, cantón Nangaritza, a través de indicadores faunísticos. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11333/1/Tesis%20Haydee%20Vega.pdf>