



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES

Informe anual del monitoreo de biodiversidad en las lagunas de **Olomega y El Jocotal**

Año 2020





MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES

Informe anual del monitoreo de biodiversidad en las lagunas de Olomega y El Jocotal

Año 2020

Informe anual de monitoreo de biodiversidad en las lagunas El Jocotal y Olomega. Año 2020.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)
El Salvador, Centroamérica.

Fernando Andrés López Larreynaga
Ministro

Coordinación

Jaime Javier Espinoza Navarrete, Jefe de Unidad de Humedales
Koji Asano, Jefe de Equipo de Expertos de JICA

Elaboración

Yukio Nagahama, especialista en Manejo de Humedales y Educación Ambiental
Alicia Díaz, consultora local del Proyecto Humedales MARN-JICA

Revisión técnica

Jaime Javier Espinoza Navarrete, Jefe de Unidad de Humedales del MARN

Edición y diseño

Gerencia de Comunicaciones del MARN

Primera edición, diciembre 2020

El Informe fue financiado y elaborado en el marco del Proyecto MARN-JICA, denominado:
"Proyecto para el manejo integral de los humedales en las lagunas de Olomega y El Jocotal".

Este documento puede ser reproducido todo o en parte, reconociendo los derechos del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)
Kilómetro 5 ½ carretera a Santa Tecla, calle y colonia Las Mercedes, Edificios MARN, instalaciones ISTA, San Salvador, El Salvador, Centroamérica.
Teléfono: (503) 2132-6276
Sitio web: www.marn.gob.sv
Correo electrónico: medioambiente@marn.gob.sv
Facebook: www.facebook.com/marn.gob.sv
Twitter: @marn_sv
Youtube: [youtube/marnsv](https://www.youtube.com/marnsv)

Contenido

Listado de Figuras	4
Listado de Tablas	5
Siglas y acrónimos	6
Abreviaturas	6
Simbología	6
Introducción	7
I. Áreas de estudio	9
1.1. Sitio RAMSAR ANP laguna El Jocotal	9
1.2. Sitio RAMSAR laguna de Olomega	11
II. Metodología	13
2.1. Grupos prioritarios en estudio	13
2.1.1. Monitoreo de grupos prioritarios	16
2.1.1.1. Almeja de agua dulce	19
2.1.1.2. Peces	21
2.1.1.3. Aves de pantano	22
III. Resultados	24
3.1. Almeja de agua dulce	24
3.1.1. Laguna El Jocotal	24
3.1.2. Laguna de Olomega	26
3.2. Peces	27
3.3. Aves de Pantano	29
3.3.1. Laguna El Jocotal	29
3.3.2. Laguna de Olomega	33
Conclusiones	38
Referencias bibliográficas	40

Listado de Figuras

Figura 1	Panorámica ANP laguna El Jocotal, municipio El Tránsito, departamento de San Miguel.
Figura 2	Panorámica laguna de Olomega, ubicada en los municipios de San Miguel, Chirilagua, El Carmen, en el departamento de San Miguel y La Unión.
Figura 3	Estaciones de monitoreo de biodiversidad anual, laguna El Jocotal 2020.
Figura 4	Estaciones de monitoreo de biodiversidad anual, laguna de Olomega 2020
Figura 5	Medición de cuadrante 5 x 5 (25 m ²) y búsqueda intensiva de almejas en el fondo de la laguna.
Figura 6	Medición del largo y ancho de especímenes encontrados utilizando vernier o pie de rey.
Figura 7	Toma de medidas morfométricas utilizando pie de rey; toma de peso de ejemplares de almeja.
Figura 8	Buceo subacuático realizado durante los censos de peces, en La Poza de los Abuelos y ejemplares de “burritas” <i>Amatitlania nigrofasciata</i> .
Figura 9	Reproducción de secuencia de vocalizaciones de aves de pantano y registro de datos.
Figura 10	Composición de longitudes (cm) y pesos (g) de <i>M. subsinuata</i> durante el monitoreo, laguna El Jocotal.
Figura 11	Especies de peces observados en los monitores para educación ambiental, laguna El Jocotal.
Figura 12	Promedios de aves de pantano por estaciones de monitoreo en laguna El Jocotal, agosto — septiembre 2020.
Figura 13	Individuo y pareja de <i>Laterallus ruber</i> “polluela rojiza”.
Figura 14	Individuos de <i>Ixobrychus exilis</i> “garzita de tular”, sector La Tronconera.
Figura 15	Individuos de <i>Porzana flaviventer</i> caminando sobre “lechuga de agua”, en el sector La Pezota.
Figura 16	Promedios de aves de pantano por estación de monitoreo en la laguna de Olomega, agosto — septiembre 2020.

- Figura 17 Presencia de ganado y cortadora de pasto generando perturbación.
- Figura 18 Vegetación acuática obstaculizando el acceso a la estación El Payasón.
- Figura 19 Pantanos ubicados en el sector El Payasón, hábitat de las aves de pantano.

Listado de Tablas

- Tabla 1 Estaciones de monitoreo anual de biodiversidad ANP laguna El Jocotal 2020.
- Tabla 2 Estaciones de monitoreo anual de biodiversidad laguna de Olomega 2020.
- Tabla 3 Resumen comparativo tallas (cm) y pesos (g) de los individuos vivos de "almeja" *M. subsinuata*, monitoreos 2019-2020, laguna El Jocotal.
- Tabla 4 Comparación de observaciones de peces (promedio de individuos) para educación ambiental, laguna de Olomega.
- Tabla 5 Registro de vocalizaciones y/o avistamientos de aves de pantano en laguna El Jocotal, agosto – septiembre 2020.
- Tabla 6 Registros de *L. ruber* detectados en los monitoreos de época seca y lluviosa en laguna de Olomega.
- Tabla 7 Comparación de aves de pantano en monitoreos 2019-2020 en laguna El Jocotal.
- Tabla 8 Registro de vocalizaciones y avistamientos de aves de pantano en laguna de Olomega, agosto –septiembre 2020.
- Tabla 9 Promedios de aves de pantano por estación de monitoreo en laguna de Olomega, agosto – septiembre 2020.
- Tabla 10 Comparación de aves de pantano en monitoreos 2019-2020, en laguna Olomega.

Abreviaturas

Etc. Etcétera

Simbología

°	Grado
'	Minuto
%	Porcentaje
cm	Centímetro
g	Gramo
ha	Hectárea
m	Metro
m ²	Metro cuadrado
msnm	Metro sobre nivel del mar
ppm	Partes por millón

Siglas y acrónimos

GEF	<i>Global Environment Facility</i>
MARN	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
PNUD	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo

Introducción

En años recientes, la pérdida de biodiversidad ha alarmado a la comunidad científica. Gran parte de esta pérdida es causada por el manejo inadecuado de los recursos naturales, lo que ha contribuido a que la población de una o más especies disminuya. Cuando una especie se encuentra en peligro o se ha extinguido, otras especies que dependen de ella para alimento, refugio o capacidad para reproducirse también se ven amenazadas. Esto afecta nuestras propias vidas, así como, las de futuras generaciones (Findlay, Kereseca, Shadrack, Hernderson & Kupe, 2008).

El Salvador estableció como uno de los sectores prioritarios la conservación de humedales, en este marco se ha elaborado el Plan Nacional de Mejoramiento de Humedales a través del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

En 2016 el gobierno de El Salvador, solicitó a Japón la ejecución de un proyecto de cooperación técnica para promover la conservación y el uso racional de los humedales. Como resultado de dicha petición se encuentra en ejecución el “Proyecto para el Manejo Integral de los Humedales en las lagunas de Olomega y El Jocotal” (Proyecto MARN — JICA).

El proyecto MARN — JICA contempla como uno de sus objetivos conocer la composición actual de la biosfera y ecosistema, su cambio en el tiempo e identificar las especies y los hábitats que deben ser protegidos.

En este contexto, de mayo a diciembre 2017 se llevó a cabo el levantamiento de Línea Base, de los siguientes grupos prioritarios seleccionados por el MARN: vegetación acuática, almeja de agua dulce (*Mycetopoda subsinuata*) y cinco (5) especies de aves de pantano (Porzana -*Hapalocrex flaviventer*, *Laterallus ruber*, *Ixobrychus exilis*, *Cairina moschata* y *Nomonyx domenicus*).

Adicionalmente, el proyecto considero importante incluir el monitoreo del grupo de peces ya que las actividades antrópicas afectan directamente el ecosistema acuático. Además, que este recurso constituye un medio de vida para las comunidades aledañas a la laguna.

Posteriormente, se implementaron actividades periódicas de monitoreo de biodiversidad con la participación del equipo de guardarrecursos del Área Natural Protegida.

El Plan de Monitoreo de Biodiversidad elaborado por el Proyecto MARN-JICA estableció dos modalidades de monitoreo: anual y quinquenal.

Para llevar a cabo el monitoreo anual en laguna El Jocotal se seleccionaron nueve (9) estaciones de monitoreo: cuatro (4) para almeja, cuatro (4) para aves de pantano y dos (2) para peces.

Mientras que, en la laguna de Olomega se seleccionaron ocho (8) estaciones: cuatro (4) para almeja y cuatro (4) para aves de pantano.

La intensidad del esfuerzo de muestreo en cada estación fue de tres jornadas, con tres replicas espaciales por humedal.

El monitoreo anual en los Sitios Ramsar lagunas El Jocotal y Olomega, permitirá comprender los cambios en el tiempo de los grupos de interés, a través de registros sistemáticos que ayuden a la gestión adecuada de los humedales.

El presente Informe de monitoreo de biodiversidad corresponde a los grupos prioritarios: almeja de agua dulce, peces y aves de pantano.

Inicialmente, estaba planificado a desarrollarse durante junio y julio. Pero debido a la emergencia de salud causada por la pandemia del COVID-19, se realizó en agosto y septiembre de 2020.

I. Áreas de estudio

1.1. Sitio Ramsar ANP Laguna El Jocotal

El sitio está ubicado entre los 13° 17.787' – 13° 21.050' de Latitud Norte y los 88° 16.166' – 88° 10.462' de Longitud Oeste. Municipios de El Tránsito, San Miguel y Chirilagua, del departamento de San Miguel y el municipio de Jucuarán, del departamento de Usulután (MARN/PNUD/GEF 2018), (ver Figura 1).

“Con una extensión de 1958 ha, está conformado por las áreas Casamota, La Pezota laguna El Jocotal, Volcán San Miguel, río Grande de San Miguel y Chilanguera.

Se caracteriza por la actividad volcánica, contiene un centro de subespeciación e irradiación de aves (volcán de San Miguel) y, es el hábitat de especies de aves migratorias; contiene la mayor diversidad de flora acuática a nivel nacional y alberga especies de fauna en peligro de extinción local. La vegetación presente son sucesiones primarias, bosque caducifolio, robledal, bosque subcaducifolio, vegetación acuática, bosque pantanoso, bosque subperennifolio” (MARN/MOP/VIMIVDU, 2002).

El origen de la laguna El Jocotal se debe a afloramientos de aguas del subsuelo del manto de lava del volcán Chaparrastique, en una depresión ubicada entre éste y las Colinas de Jucuarán.

Además, se encuentra en la planicie de inundación del río Grande de San Miguel, el cual inunda la laguna durante las temporadas de máxima precipitación (septiembre), debido a ello, presenta sedimentos de origen volcánico y aluvial.

El área de la laguna, durante la estación seca, es aproximadamente 296 ha y 726 ha, durante la estación lluviosa es un humedal de agua dulce, lacustre, situado a 20 msnm (MARN/PNUD/GEF 2018).

Las aves acuáticas constituyen la fauna dominante, atractiva y diversa. Actualmente, se registran 254 especies de aves, entre locales y migratorias, como: zambullidor (*Podilymbus podiceps*), pato chancho (*Phalacrocorax brasilianum*), gran garza azul (*Ardea herodias*), gran garza blanca (*A. alba*), garza tricolor (*Egretta tricolor*), garza morena (*Platalea ajaja*), pato calvo (*Anas americana*), pato cuchara (*Anas clypeata*), zarcetas (*Spatula discors*), pato real (*Cairina moschata*), pato enmascarado (*Nomonyx dominicus*).



Figura 1. Panorámica ANP laguna El Jocotal, municipio El Tránsito, departamento de San Miguel.
Fuente: Proyecto MARN-JICA.

1.2 Sitio Ramsar Laguna de Olomega

El sitio está ubicado entre los 13° 16.849' – 13° 21.705' de Latitud Norte y los 88° 06.044' – 88° 01.395' de Longitud Oeste, en los municipios de San Miguel y Chirilagua, en el departamento de San Miguel y, el municipio de El Carmen, en el departamento de La Unión (MARN/PNUD/GEF 2018), (ver Figura 2).

Situado al sureste, en el departamento de San Miguel a 30 msnm, posee una superficie de 2357 ha, en una cuenca plana y poco profunda de 2.85 a 2.95 m.

En algunos meses de la estación lluviosa, esta laguna recibe la influencia de las crecidas del río Grande de San Miguel, que alimenta y drena dicha laguna, aumentando su superficie y la distribución de vegetación flotante, sobre todo *Eichornia crassipes*, que representa un problema serio para el desarrollo de la pesca.

Este humedal se encuentra en avanzado estado de eutroficación, es muy lodoso, influyendo el viento y la ganadería, se registran niveles de alcalinidad de 20 ppm. En 1978 se construyó un dique al norte de la laguna, para prevenir inundaciones en las tierras agrícolas. (MARN/MOP/VIMIVDU, 2002).

En el humedal existen sitios de relevancia para la conservación de la fauna, estos se conocen localmente, como: La Chiricana, La Estrechura, Punta de Patos, Punta El Carretal, El Desagüe y Rincón del Payasón.

Las bandadas de aves se ubican, principalmente, en estos sitios de acuerdo a una tendencia del comportamiento fluctuante del agua y la presencia de vientos.

De octubre a febrero es frecuente encontrar bandadas en los sectores El Desagüe, Punta de Patos y La Estrechura.

Mientras que, de marzo a mayo, se presentan en La Chiricana, Rincón del Payasón y Punta del Carretal, dado que ahí se concentran las aglomeraciones de plantas acuáticas, se forman pequeñas lagunas de aguas poco profundas, que son sitios ideales para su alimentación, además que, la perturbación es menor por el poco tránsito y aislamiento de estos sitios.

Se conoce la presencia de ocho (8) especies de patos: pishishe real (*Dendrocygna bicolor*), pishishe ala blanca (*D. autumnalis*), zarceta o palomilla ala azul (*Anas discors*), pato cucharón (*Anas clypeata*), porrón (*Aythya affinis*), pato calvo (*Anas americana*), pato real (*Cairina moschata*) y pato lentejo (*Oxyura jamaicensis*).

Otras especies que ocurren y son de relevada importancia son: pelicano blanco (*Pelecanus erythrorhynchus*), cormorán (*Phalacrocorax brasilianus*), garzón blanco (*Ardea alba*), gallineta pico blanco (*Fulica americana*), mantellina (*Jacana spinosa*) y gaviota (*Larus atricilla*).



Figura 2. Panorámica laguna de Olomega, ubicada en los municipios de San Miguel, Chirilagua, El Carmen, en los departamentos de San Miguel y La Unión.
Fuente: Proyecto MARN-JICA.

II. Metodología

2.1 Grupos prioritarios en estudio

a) Almeja de agua dulce

Las almejas de agua dulce de América Tropical pertenecen en su mayoría a la Familia Mycetopodidae, un grupo de bivalvos que exhibe una amplia distribución en América del Sur, pero que ha invadido también con éxito los sistemas dulce-acuícolas de Centroamérica, extendiéndose hacia el norte hasta México (Parodiz y Bonetto, 1963, Villalobos y Cruz, 1983).

La almeja de agua dulce, como también los demás bivalvos, tiene la capacidad de incorporar en sus tejidos blandos, cantidades importantes de elementos metálicos presentes en el medio sin que, en principio, su metabolismo se vea afectado. Este proceso recibe el nombre de bioacumulación. Este hecho convierte a los bivalvos en un buen grupo de bioindicadores con el fin de establecer el grado de contaminación del medio circundante (Castro & Rodríguez, 2003).

Los monitoreos permiten detectar cambios significativos en la abundancia del recurso, entender las razones que provocan esos cambios, determinar los efectos del manejo sobre la dinámica de las poblaciones y comunidades y, sugerir cuestiones clave en las investigaciones aplicadas (Menges & Gordon, 1996).

A nivel regional existen vacíos de información en relación a *Mycetopoda subsinuata*, solamente se cuenta con registros de su ocurrencia o como parte de inventarios faunísticos.

En El Salvador, la especie, se encuentra registrada en laguna El Jocotal y Olomega, como resultado de la Línea Base del proyecto MARN-JICA.

b) Ictiofauna

La ictiofauna de la laguna El Jocotal es una de las más diversas y mejor estudiadas de los cuerpos de agua dulce de El Salvador, con un estimado total de 21 especies, entre las que encuentran especies nativas y exóticas, exclusivas de agua dulce y adaptadas también a ambientes marinos. Del total de especies, 16 son endémicos y cinco (5) son exóticos (Díaz *et al.* 2017).

Cada especie de pez tiene ciertas características de tolerancia a la calidad del agua, el hábitat u otras condiciones (Velázquez & Vega, 2004). Por ello, la presencia o ausencia de especies de peces en un sitio, se puede utilizar para evaluar el estado del ecosistema.

El uso de bioindicadores está enfocado para medir la salud de un ecosistema acuático o terrestre, así como, para determinar el impacto potencial al ámbito humano. Puesto que algunos organismos crecen y se desarrollan en condiciones físicas y químicas características, las alteraciones repercutirán en su distribución y sobrevivencia (De la Lanza - Espino *et al.*, 2000).

Laguna El Jocotal sustenta una proporción significativa de las subespecies, especies o familias de peces autóctonas de los pantanos continentales del Pacífico centroamericano, siendo éstas representativas de los beneficios y los valores de los humedales.

En el sitio se han registrado un total de 21 especies de peces, de las cuales, cinco (5) están catalogadas como exóticas y, el resto, son especies endémicas de la zona.

De las especies endémicas (*Centropomus nigrescens* y *C. robalito*), son conocidas como peces anádromos que migran a través del río Grande de San Miguel, desde la Bahía de Jiquilisco hasta la laguna El Jocotal, durante la época de lluvia. Tanto las especies exóticas como las endémicas sirven de alimento y comercio para las comunidades locales de la zona (Andino & Mariona, 2018).

Este grupo se incluyó en el monitoreo actual, únicamente, en la laguna El Jocotal, con el propósito de reforzar las actividades de educación ambiental vinculadas a las acciones antrópicas que afectan directamente el ecosistema acuático. Además, debido a que este recurso constituye un medio de vida para las comunidades aledañas a la laguna.

c) Aves de pantano

Las aves acuáticas son útiles como indicadoras del estado de conservación y la salud de los hábitats de humedal” (Morrison, 1986 y Kushlan, 1993 citado por Pineda *et al.*, 2013). También “son una parte importante del patrimonio natural y un recurso renovable que es utilizado para la investigación, educación y recreación, al igual que como recurso alimenticio” (Blanco y Carbonell, 2001).

Las aves acuáticas constituyen uno de los principales atractivos y motivos de conservación de los humedales. En el humedal laguna El Jocotal, las aves constituyen el grupo de vertebrados más numeroso (255 especies), donde el 43 % son migratorias y el resto residentes.

Las migratorias utilizan el área en sus desplazamientos, considerándose un área importante a nivel internacional. Se han registrado especies que vienen desde Norteamérica como el Pato Cucharón (*Spatula clypeata*), Pelicano Blanco (*Pelecanus erythrorhynchos*) e inclusive el Playerito Semipalmado (*Calidris pusilla*), que se reproduce en la tundra del sur de Canadá y Alaska y, migra largas distancias hasta las costas de Suramérica, incluyendo El Salvador. Otras especies destacables son: Pato real (*Cairina moschata*, en Peligro de Extinción a nivel nacional), Pishishe (*Dendrocygna autumnalis*), Cerceta aliazul (*Spatula discors*), entre otras (Andino & Mariona, 2018).

La Familia Rallidae incluye gallaretas y rálidos que habitan zonas pantanosas y que se alimentan de una gran variedad de materia animal y vegetal. La mayoría de los rálidos son discretos, capaces de pasar desapercibidos entre la vegetación de los humedales gracias a su coloración críptica y movimientos silenciosos. Por esta razón, están entre las aves menos conocidas y monitoreadas de América del Norte. Sin embargo, debido a que los humedales han disminuido en un 50 % desde 1900, su estado actual es una preocupación para su conservación (INECC, 2019)

Las aves de pantano incluyen todas las especies que habitan, principalmente, en humedales dulceacuícolas donde la vegetación de orilla, flotante y emergente, les brinda protección y alimento. Son especies de hábitos crepusculares que, debido a su conducta elusiva son más fáciles de escuchar que de observar. Están adaptadas tanto para nadar como caminar sobre la vegetación.

Puesto que las aves de pantano dependen de la vegetación emergente, sus poblaciones están disminuyendo debido a la desaparición de la vegetación acuática. También son vulnerables a la invasión de los humedales por especies exóticas (Gibbs *et al.* 1992, Meanley 1992). De allí que las aves de pantano pueden representar especies indicadoras para evaluar la calidad de los ecosistemas de humedales.

El proyecto MARN-JICA monitorea la distribución y abundancia de cinco (5) especies de aves de pantano: *Hapalocrex flaviventer* “polluela pecho amarillo”, *Laterallus ruber* “polla rojiza”, *Ixobrychus exilis* “garzita de tular”, *Cairina moschata* “pato real” y *Nomonyx domenicus* “pato enmascarado”, estudiadas durante la Línea Base del 2017, así como, por tratarse de especies en Peligro de Extinción, a nivel nacional.

2.1.1 Monitoreo de grupos prioritarios

Periodicidad: se llevó a cabo un monitoreo anual, durante la época lluviosa (agosto-septiembre); que incluyo tres (3) jornadas de monitoreo en cada laguna, con tres réplicas temporales y tres espaciales, por estación, para un total de 12 jornadas de muestreos.

Estaciones: el estudio de Línea Base realizado en 2017, identificó (16) estaciones en total en laguna El Jocotal para el monitoreo de los grupos de almeja (8) y aves de pantano (8). Posteriormente, el grupo de peces fue incluido al estudio con propósitos de educación ambiental. Para efecto del monitoreo anual y tomando en consideración las limitaciones, tanto de personal como recursos, se seleccionaron (4) estaciones para cada grupo y, dos (2) para el grupo de peces para un total de (10) estaciones (Tabla 1 y Figura 3).

Para laguna de Olomega, se identificaron (19) estaciones durante la Línea Base, seleccionando al igual que para el humedal El Jocotal, (4) estaciones por grupo para un total de (8) estaciones (Tabla 2 y Figura 4).

Criterios: el número de estaciones fueron seleccionadas basadas en los siguientes criterios: presencia de la especie, sitios cercanos a entradas de ríos en el caso de la almeja de agua dulce. Para los peces se seleccionaron dos (2) sitios de agua clara y para las aves de pantano, se seleccionaron sitios con presencia de vegetación emergente densa y poca perturbación humana.

Tabla 1. Estaciones de monitoreo anual de biodiversidad ANP laguna El Jocotal 2020.

Nº	Estaciones	Almeja	Peces	Aves de pantano
1.	El Desagüe	✓		
2.	La Tronconera			✓
3.	La Pezota			✓
4.	El Tembladero	✓		
5.	Puerto Viejo	✓		✓
6.	La Puntona	✓		
7.	Rincón El Guayabo			✓
8.	El Embarcadero		✓	
9.	Poza de Los Abuelos		✓	

Fuente: Proyecto MARN-JICA.

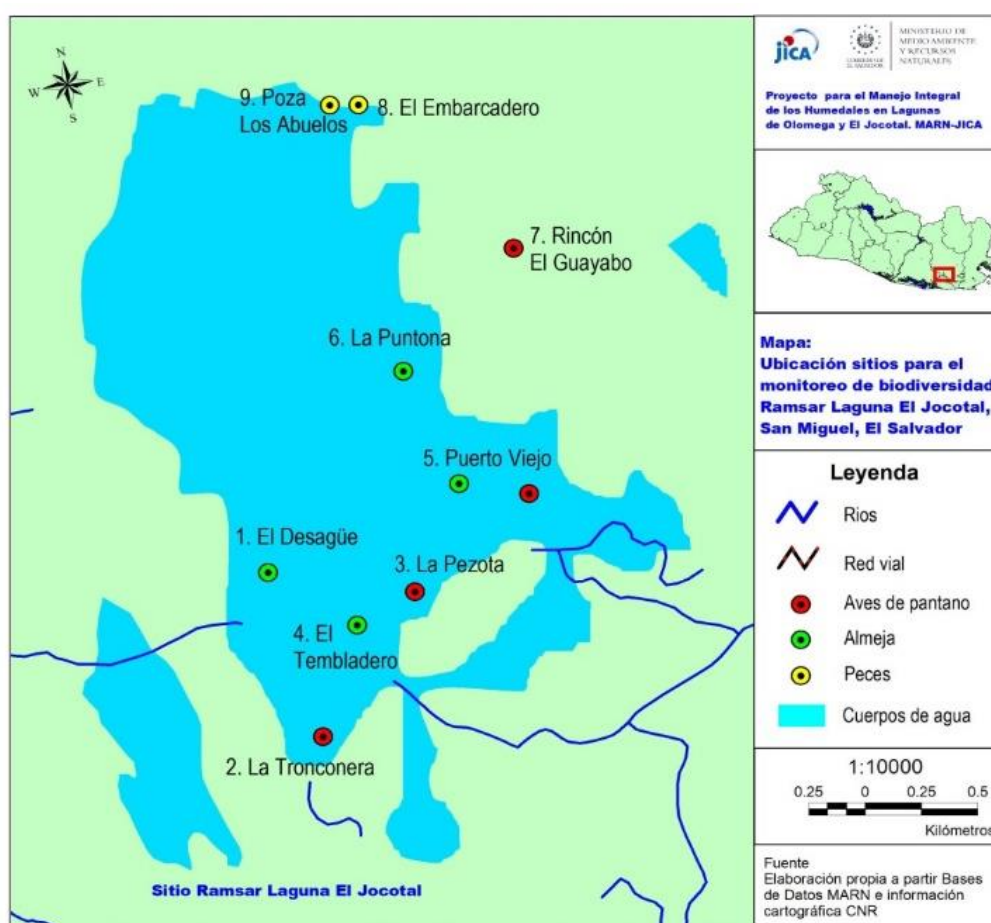


Figura 3. Estaciones de monitoreo de biodiversidad anual, laguna El Jocotal 2020. Fuente: Proyecto MARN-JICA

Tabla 2. Estaciones de monitoreo anual de biodiversidad laguna de Olomega 2020.

Nº	Estaciones	Almeja	Aves de pantano
1.	Rincón El Jobo	✓	
2.	Rincón El Zapotal	✓	✓
3.	Puerto Los Brujos	✓	
4.	El Brazo	✓	✓
5.	El Payasón		✓
6.	El Carretal		✓

Fuente: Proyecto MARN-JICA

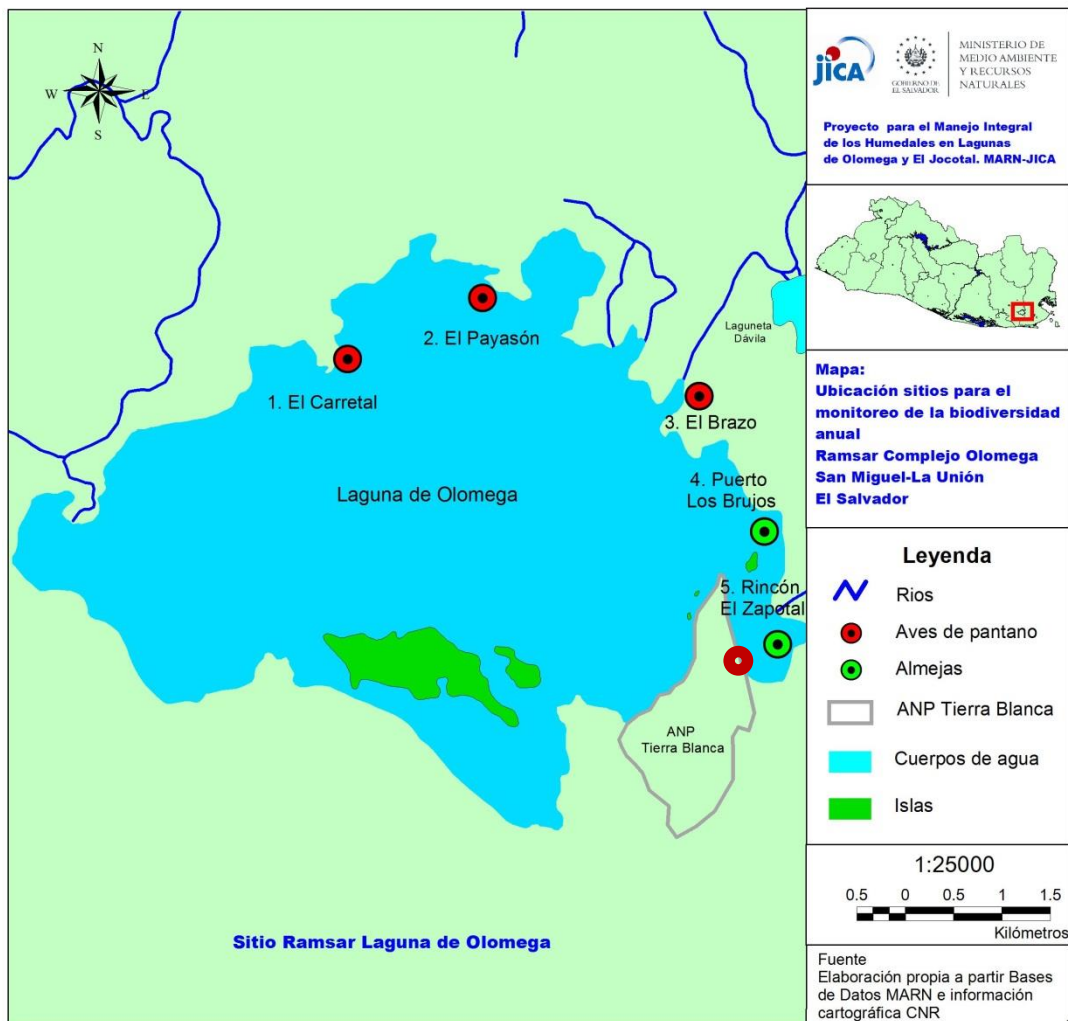


Figura 4. Estaciones de monitoreo de biodiversidad anual, laguna de Olomega 2020. Fuente: Proyecto MARN-JICA.

A continuación, se presenta la metodología utilizada durante el monitoreo para las especies focales:

2.1.1.1 Almeja de agua dulce

En cada estación, se realizaron tres cuadrantes de 5 x 5m (25 m²), empleando una cinta métrica de 30 m, de longitud.

Luego se procedió a explorar a través de inmersiones, utilizando las máscaras con snorkel, buscando manualmente, especímenes de almeja presentes en el fondo lodoso.

Una vez ubicado el espécimen, se extrajo para tomar las medidas morfométricas de longitud total y ancho, mediante el uso de un vernier (pie de rey) de 15 cm de longitud marca Marathon (Figuras 5 y 6). Mientras que, el peso se registró utilizando una balanza digital marca Proster de 5000 g de capacidad (Figura 7).

Los datos se anotaron en una tabla acrílica. En cada estación se realizaron tres replicas.



Figura 5. Medición de cuadrante 5 x 5 (25 m²) y búsqueda intensiva de almejas en el fondo de la laguna.

Fuente: Proyecto MARN-JICA



Figura 6. Medición del largo y ancho de especímenes encontrados utilizando vernier o pie de rey.

Fuente: Proyecto MARN-JICA.



Figura 7. Toma de medidas morfométricas utilizando pie de rey; toma de peso de ejemplares de almeja.

Fuente: Proyecto MARN-JICA.

2.1.1.2 Peces

Se procedió a visitar los sitios de aguas cristalinas El Embarcadero y la Poza de Los Abuelos, los cuales presentan la mejor visibilidad para la observación y conteo de peces de las especies presentes en el sitio.

Se realizó a través de máscara de buceo y tubo (snorkel), se contabilizó y fotografió las especies observadas. En esta actividad participan dos (2) personas durante un periodo de 15 minutos (Figura 8).



Figura 8. Buceo subacuático realizado durante los censos de peces, en La Poza de los Abuelos y ejemplares de "burritas" *Amatitlania nigrofasciata*.
Fuente: Proyecto MARN-JICA.

2.1.1.3 Aves de pantano

La metodología desarrollada se basó en el Protocolo de Aves de Pantano de Norteamérica (Conway, 2003).

El protocolo consiste en conteos de respuesta a vocalizaciones pregrabadas emitidas para estimular la respuesta de las aves.

La secuencia de vocalizaciones se transmitía mediante un reproductor de sonido en el siguiente orden: "polluela pecho amarillo" (*Porzana Hapalocrex flaviventer*), "polluela rojiza" (*Laterallus ruber*), "garcita de tular" (*Ixobrychus exilis*), "gallineta pico rojo" (*Gallinula galleata*) y "gallineta azul" (*Porphyrio martinicus*), dejando las especies que más vocalizan hasta el final, para evitar la inhibición de respuestas de las especies que vocalizan menos.

Las otras especies en estudio se detectaban mediante observación directa.

En cada estación, se realizaron tres (3) replicas espaciadas cada 200 m, obteniéndose 12 sitios en ambos humedales. Registrándose las aves de cada especie que respondieron durante un período pasivo de cinco (5) minutos, antes de la secuencia de transmisión y, luego durante la reproducción de la secuencia de cinco (5) minutos (Figura 9).

Los datos se registraron en hojas de campo y, posteriormente, trasladados a una base de datos en Excel.



Figura 9. Reproducción de secuencia de vocalizaciones de aves de pantano y registro de datos.

Fuente: Proyecto MARN-JICA.

III. Resultados

3.1 Almeja de agua dulce

3.1.1 Laguna El Jocotal

A diferencia del monitoreo del año 2019, durante el 2020 no se encontraron individuos vivos en el sitio conocido como El Tembladero. Los individuos vivos solamente se presentaron en La Puntona. La última vez que se reportaban individuos vivos en este sitio fue durante el muestreo de Línea Base en 2017, en aquel año, únicamente, se localizó un (1) individuo vivo.

Los monitoreos de “almeja” *M. subsinuata* realizados entre finales de agosto y septiembre de 2020, coincidieron con periodos de lluvias que aumentaron el nivel de las aguas, sin embargo, se lograron recolectar 14 individuos vivos en La Puntona. La composición de tamaños (Tabla 3, Figura 10) estuvo en rangos de 8.2 a 10 cm de longitud total y, un promedio de 10 cm. Mientras que, el peso se estableció en un intervalo de 32 a 59 g, promediando 44.29 g.

El año anterior (Tabla 3), durante el monitoreo de época lluviosa (realizado entre junio y julio), se localizaron 56 individuos vivos (29 en época seca y 27 en época lluviosa), los tamaños oscilaron de 8.6 a 13.6 cm, con mayores frecuencias entre los intervalos de 9.32 – 10.04 y 12.20 – 12.92.

En términos generales, la especie mantiene los patrones de distribución descritos por primera vez, durante el levantamiento de Línea Base en el año 2017. Su presencia siempre se mantiene en la zona sur de la laguna, donde el fondo es más blando y con abundante entrada de nutrientes proveniente de las crecidas del río Grande de San Miguel, durante la época lluviosa.

Se observaron diferencias entre las tallas y pesos promedios de las “almejas”, siendo más grandes y pesadas el año anterior, en ambos muestreos (época seca y lluviosa). Aunque este año, solamente se realizó monitoreo en época lluviosa y cuando se compara con la época lluviosa del año anterior (2019), se observa individuos más pequeños y delgados, posiblemente, debido a las condiciones hidrometeorológicas extremas del mes de mayo y junio, donde se observaron niveles de hasta 4 m de profundidad y mucho arrastre de sedimentos.

Tabla 3. *Resumen comparativo tallas (cm) y pesos (g) de los individuos vivos de “almeja” M. subsinuata, monitoreos 2019-2020, laguna El Jocotal.*

Descriptor		Monitoreo 2019		Monitoreo 2020
		El Tembladero (Época seca)	El Tembladero (Época lluviosa)	La Puntona (Época lluviosa)
Longitud Total (cm)	Mínima	8.6	11.40	8.2
	Máxima	10.94	13.50	10
	Promedio	9.80	12.47	9.20
Ancho Total (cm)	Mínima	2.72	4.01	3.0
	Máxima	3.44	4.94	3.5
	Promedio	3.16	4.41	3.32
Peso (g)	Mínima	21	65.00	32
	Máxima	48	121.00	59
	Promedio	35.83	93.11	44.29

Fuente: Proyecto MARN-JICA

A lo largo del presente monitoreo de los sitios de muestreo se encontraron 220 valvas (individuos muertos) y, únicamente, individuos vivos en La Puntona. La única ocasión que se reportaron individuos vivos en este sitio, fue durante el muestreo de Línea Base en 2017, donde se registró un (1) individuo vivo.

La presencia podría deberse a las condiciones de calidad agua, ya que los otros sitios presentaron menores niveles de oxígeno disuelto (de 2 a 4 ml/L) y transparencia o penetración de luz (15 a 20 cm), por lo que las aguas se encontraban con mayor turbidez. Normalmente, en los monitoreos anteriores, se encontraban intervalos de profundidad de 1.10 a 1.30 m.

Sin embargo, en esta época lluviosa la profundidad osciló de 1.60 a 2 m, esta diferencia dificultó las actividades de búsqueda de especímenes, por lo que no es recomendable realizar muestreos en el mes de septiembre. Aunque en el 2020, debido a las tormentas tropicales Amanda y Cristóbal hubiera sido imposible monitorear durante el mes de junio, ya que la profundidad de la laguna superó los 4.3 m (según datos de registro diario de niveles de agua proporcionados por guardarrecursos MARN), en la zona de agua clara (posiblemente, llegando a 4.7 m en los sitios de muestreo), por lo que se inundó hasta 30 m de distancia de la oficina del MARN, aproximadamente.

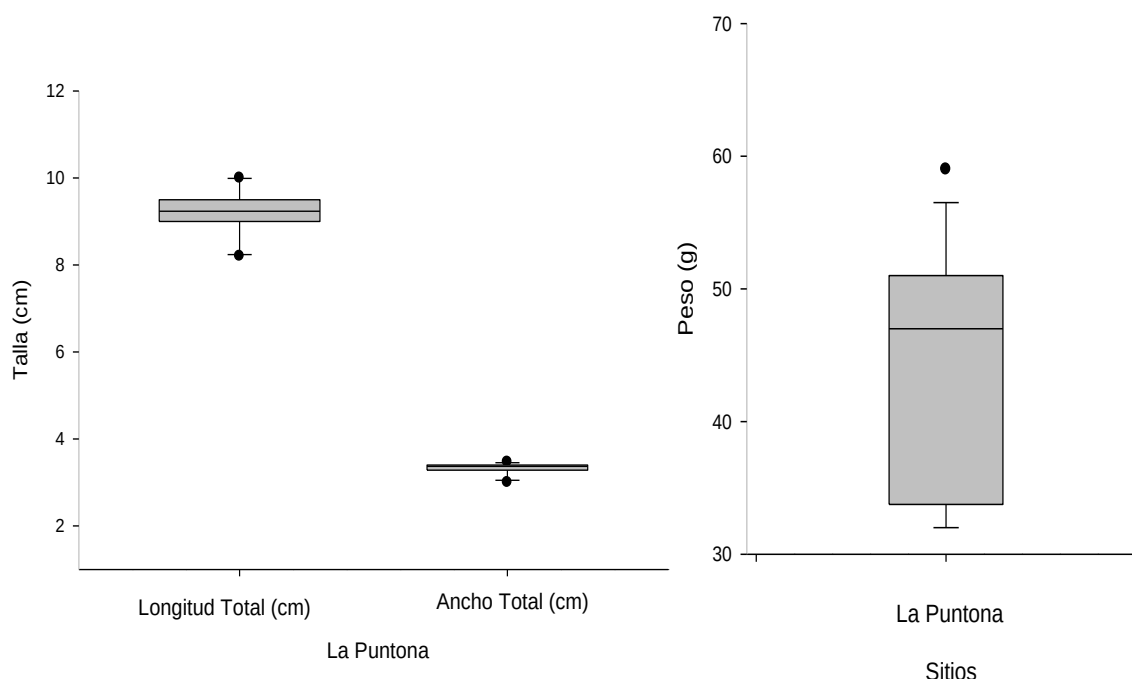


Figura 10. Composición de longitudes (cm) y pesos (g) de *M. subsinuata* durante el monitoreo, en la laguna El Jocotal.

Fuente: Proyecto MARN-JICA.

3.1.2 Laguna de Olomega

No se encontraron almejas vivas en ninguno de los sitios de monitoreo. Se contabilizaron 43 valvas de individuos muertos. Las condiciones del agua, al igual que el año anterior, se observan bastante deterioradas.

Sin embargo, había buenos niveles de oxígeno (4 mg/L) y, abundante fitoplancton que dificulta la penetración de la luz (15 cm de transparencia secchi).

Además, los sitios de muestreos se encontraban más profundos (2 a 3 m), dificultando los muestreos de almeja. Adicionalmente, se registró lluvia durante uno de los muestreos. Los sitios menos profundos son áreas de fondo duro, lo que hace imposible encontrar almejas vivas, ya que dependen del hábitat sedimentado para alimentarse y protegerse de depredadores (peces y aves).

En los monitoreos de 2019, se encontraron almejas vivas en la estación El Zapotal (sector este de la laguna), al igual que en el estudio base de 2017.

En época seca, solamente un (1) individuo (10.2 cm de longitud total, 3.13 cm de ancho total y 35 g de peso).

Mientras que, en la época lluviosa se localizaron dos (2) individuos con promedios de 9.4 cm de longitud total y un peso de 33 g. Durante el estudio de Línea Base del 2017, se registraron seis (6) individuos vivos, éstos fueron de mayores tallas y pesos promedio (12.17 cm y 51.33 g).

3.2 Peces

Se visitó la zona turística La Poza de Los Abuelos, con la finalidad de evaluar las poblaciones de peces, para que el equipo de guardarrecurso del MARN puedan realizar prácticas de educación ambiental con estudiantes o turistas que visiten el sitio Ramsar.

Debido a las condiciones de inundación y movimiento de islas de vegetación flotante, no fue posible realizar inmersiones en El Embarcadero, ya que se encontraba totalmente cubierto de vegetación y con aguas turbias, que imposibilitaron la visibilidad y snorkel en la zona.

Cabe mencionar que el monitoreo de peces con propósitos de educación ambiental solo se realizó en la laguna El Jocotal.

En las presentes observaciones (Figura 11), solamente se encontraron tres (3) especies de peces, la abundancia promedio observada para *Amatitlania nigrofasciata* "conga, burrita" fue de 32 individuos. Mientras que, para *Poecilia salvatoris* "chimbolo común, bute", con 88 especímenes.

En el caso de *Astianax aeneus* "plateada, sardina", se contabilizaron 102 individuos promedio, siendo en este monitoreo la especie más abundante con 305 individuos observados en total, seguido del "bute" con 264 y, finalizando la "conga" con 96 especímenes.

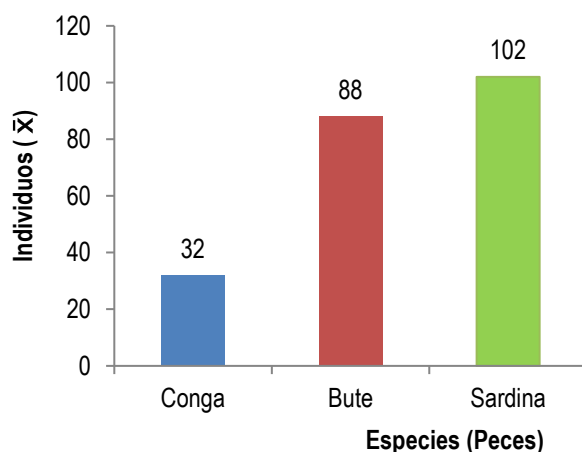


Figura 11. Especies de peces observados en los monitores para educación ambiental, laguna El Jocotal.

Fuente: Proyecto MARN-JICA.

En las estaciones evaluadas, normalmente, se distribuyen los individuos juveniles, excepto de aquellas especies que no alcanzan grandes tallas como: *Amatitlania nigrofasciata*, *Poecillia salvatoris*, *Astianax aeneus*. Por ello, es común observarlos en todas sus etapas de vida, en sitios de poca profundidad como los evaluados en el monitoreo.

Al igual que el año anterior, se concluye que La Poza de Los Abuelos es el sitio idóneo para observación y prácticas de educación ambiental, con visitantes y locales, pues ahí se puede observar algunas de las especies más abundantes del sitio Ramsar, en diferentes estadios de su ciclo de vida.

Las observaciones promedio de peces para educación ambiental (Tabla 4), mostraron un aumento de la "sardina" *Astianax aeneus*, con 102 individuos en promedio por muestreo, siendo mucho más abundantes que en los monitoreos de 2019, donde representaban el tercer lugar en abundancia, no fueron los peces más abundantes, sino que los más abundantes eran las "congas" *Amatitlania nigrofasciata* (24 en época seca y 39 en época lluviosa).

Durante los muestreos de 2020, La Poza de Los Abuelos presentó abundante vegetación flotante, que ofreció refugio y oxígeno a los peces. Además, de un aumento en los niveles de agua, subiendo hasta aproximadamente 2.5 m en el sitio de monitoreo.

A diferencia de las seis especies observadas en el año anterior, en este monitoreo, solamente se observaron tres especies, posiblemente se hayan dispersado en la laguna.

Debido a que El Embarcadero estaba lleno de vegetación flotante (jacinto, cola de pato, tule y carrizo), no se realizaron observaciones en el sitio, lo que denota la importancia de realizar acciones definitivas para remover islas y vegetación flotante, que impide la navegación y actividades recreativas.

Tabla 4. Comparación de observaciones de peces (promedio de individuos) para educación ambiental, laguna de Olomega.

Especie	Monitoreo 2019				Monitoreo 2020
	Poza Los Abuelos		El Embarcadero		Poza Los Abuelos
	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Lluviosa
Conga	24	39	11	25	32
Bute	14	14	9	13	88
Sardina	10	8	2	6	102
Paisano	2	2	1	2	0
Tilapia	0	1	0	0	0
Guapote tigre	0	1	0	0	0

Fuente: Proyecto MARN-JICA.

3.3 Aves de pantano

3.3.1 Laguna El Jocotal

La abundancia de aves de pantano se incrementó con respecto al monitoreo del 2019, siendo *Laterallus ruber* "polluela rojiza" la especie más abundante.

Durante el monitoreo 2020, se registraron un total 103 individuos, con un promedio de 34.2 individuos, seguido de *Ixobrychus exilis* con 2.6 y *Porzana flaviventer* con 1.6 (Tabla 5 y 6, Figura 12).

Mientras que, en 2019, para *L. ruber* se registraron 81 individuos con un promedio de 27.5 para *I. exilis* con promedio de 1.6 y para *P. flaviventer* con promedio de 1.3 para las mismas estaciones durante la época lluviosa (Tabla 7).

Tabla 5. *Registro de vocalizaciones y/o avistamientos de aves de pantano en laguna El Jocotal, agosto – septiembre 2020.*

Muestreo	Estación	Polla rojiza	Garzita de tular	Polla pecho amarillo	Pato real
Muestreo 1	La Tronconera	10	2	1	2
	La Pezota	8	1	0	0
	Puerto Viejo	10	0	0	0
	Rincón El Guayabo	5	0	0	0
Muestreo 2	La Tronconera	11	1	0	1
	La Pezota	9	0	1	0
	Puerto Viejo	11	0	2	0
	Rincón El Guayabo	7	1	1	0
Muestreo 3	La Tronconera	12	0	0	0
	La Pezota	9	2	0	0
	Puerto Viejo	5	0	0	0
	Rincón El Guayabo	6	1	0	0
Total		103	8	5	3
Promedio		34.2	2.6	1.6	1

Fuente: Proyecto MARN-JICA

Tabla 6. *Promedios de aves de pantano por estación de monitoreo en laguna El Jocotal, agosto-septiembre 2020.*

ESTACIÓN	LATRUB	IXOEXI	PORFLA	CAIMO
1. La Tronconera	11	1	0.33	1
2. La Pezota	8.6	1	0.33	0
3. Puerto Viejo	8.6	0	0.66	0
4. Rincón El Guayabo	6	0.66	0.33	0
Total	34.2	2.6	1.6	1

Fuente: Proyecto MARN-JICA.

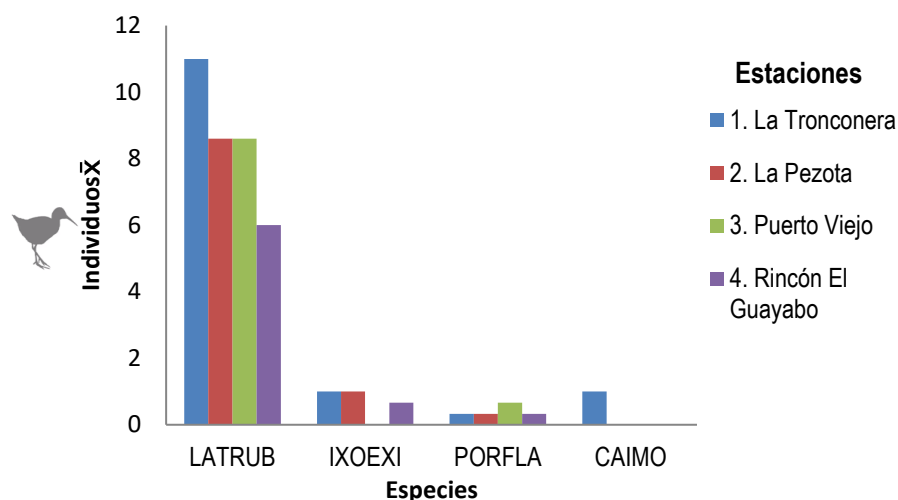


Figura 12. Promedios de aves de pantano por estaciones de monitoreo en laguna El Jocotal, agosto – septiembre 2020.

Fuente: Proyecto MARN-JICA.

En el transcurso del monitoreo, se observó a *L. ruber* en parejas (Figura 13). También se observó un individuo llevando material para la construcción del nido, en un sector fuera de las estaciones, durante los patrullajes que realizan los guardarrecursos (Miguel López, com. pers. 2020).

La realización del monitoreo durante la temporada de anidación, probablemente, sea la causa del incremento de individuos detectados, ya que debido a la pandemia por el CODIV-19, se realizó en los meses de agosto y septiembre. Mientras que, en el 2019 se efectuó en los meses de junio y julio.

Para *I. exilis* su abundancia incrementó de cinco (5) individuos observados en 2019, a ocho (8) individuos registrados en el presente estudio. Cuando se observó estaba volando en el sector de La Tronconera y en posición congelada, en medio de la vegetación emergente, habilidad que le ayuda a pasar desapercibida (Tabla 6, Figura 14).

En el caso de *P. flaviventer* mantiene su abundancia con relación al 2019 (4 a 5 individuos). Esta especie es difícil de observar por su pequeño tamaño y su comportamiento elusivo. Sin embargo, se logró observar caminando sobre *Pistia stratioites* “lechuga de agua”, en el sector La Pezota (Tabla 6, Figura 15).

En relación a los bajos registros de *Cairina moschata*, [tres (3) individuos], durante el monitoreo, es importante aclarar que el Protocolo para el monitoreo de aves de marismas, utilizando el método de llamado-respuesta, no se aplica a esta especie de anátido, siendo la observación directa el método adecuado.

En relación a *Nomonyx dominicus* “pato enmascarado”, no fue registrado durante el presente monitoreo, al igual que el año anterior.

Tabla 7. Comparación de aves de pantano en monitoreos 2019-2020, en la laguna El Jocotal.

Especie	Monitoreo 2019		Monitoreo 2020	
	Individuos	Promedio	Individuos	Promedio
LATRUB	81	27	103	34.2
IXOEXI	5	1.6	8	2.6
PORFLA	4	1.3	5	1.6
CAIMO	1	0.3	3	1

Fuente: Proyecto MARN-JICA

En términos generales, las poblaciones de aves de pantano en laguna El Jocotal mantienen los patrones de distribución y abundancia del monitoreo de 2019, siendo la zona sureste de la laguna, donde se encuentran las mayores concentraciones de estas aves.

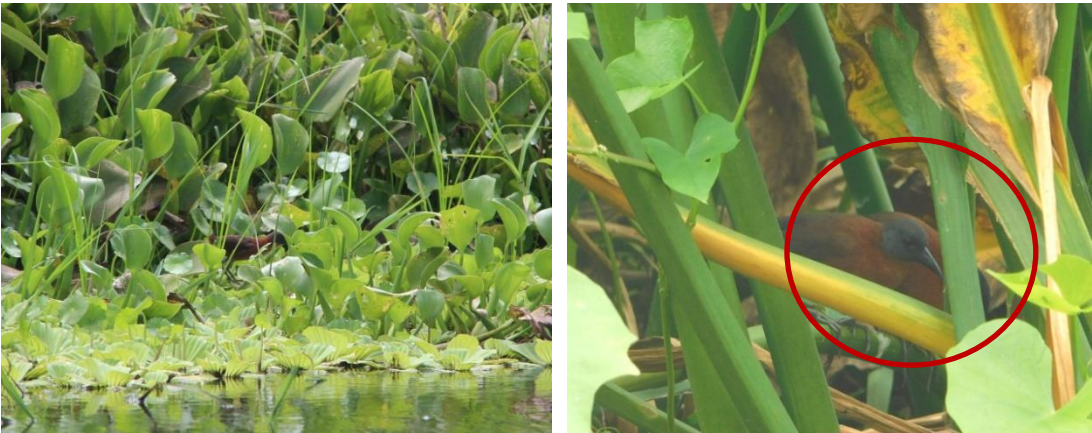


Figura 13. Individuo y pareja de *Laterallus ruber* “polluela rojiza”.

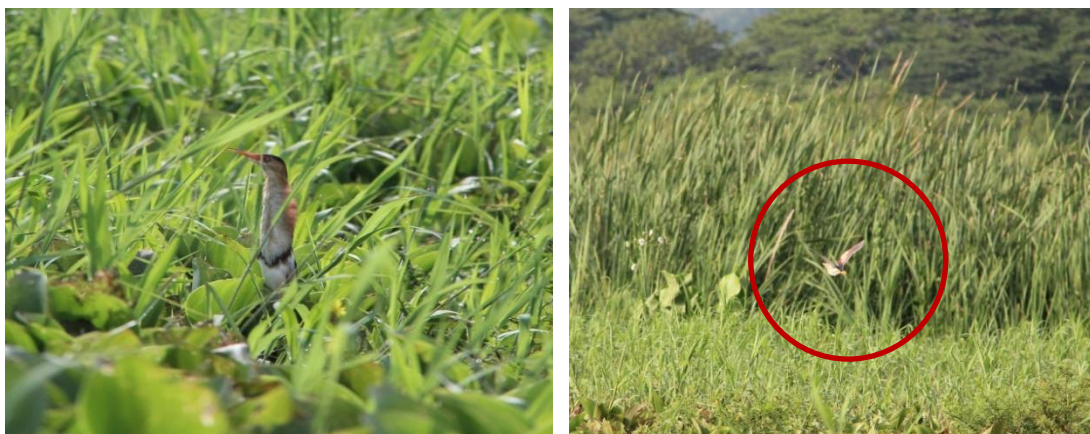


Figura 14. Individuos de *Ixobrychus exilis* "garzita de tular", sector La Tronconera.



Figura 15. Individuos de *Porzana flaviventer* caminando sobre "lechuga de agua", en el sector La Pezota.

Fuente: Proyecto MARN-JICA.

3.3.2 Laguna de Olomega

Durante el monitoreo de aves de pantano realizado en la época lluviosa del 2020, la especie más abundante fue *Laterallus ruber* "polluela rojiza". Se registraron 21 individuos en las cuatro estaciones, con un promedio de siete (7) individuos, seguido de *Porzana flaviventer* con 0.3 (Tabla 8 y 9, Figura 16).

Mientras que, en 2019, para *L. ruber* se registraron 19 individuos con un promedio de 6.32, seguido de *I. exilis* y *P. flaviventer*, con promedio de 0.66, ambas especies en las mismas estaciones (Tabla 9).

Tabla 8. Registro de vocalizaciones y avistamientos de aves de pantano en laguna de Olomega, agosto –septiembre 2020.

Muestreo	Estación	Polluela rojiza	Polla pecho amarillo	Garzita de tular	Pato real
Muestreo 1	El Carretal	2	0	0	0
	El Payasón	8	1	0	1
	El Brazo	2	0	0	0
	Rincón El Zapotál	3	0	0	0
Muestreo 2	El Carretal	0	0	0	0
	El Payasón	0	0	0	0
	El Brazo	3	0	0	0
	Rincón El Zapotál	0	0	0	0
Muestreo 3	El Carretal	0	0	0	0
	El Payasón	3	0	0	0
	El Brazo	0	0	0	0
	Rincón El Zapotál	0	0	0	0
Total		21	1	0	1
Promedio		7	0.33	0	0.33

Fuente: Proyecto MARN-JICA

Tabla 9. Promedios de aves de pantano por estación de monitoreo en laguna de Olomega, agosto – septiembre 2020.

ESTACIÓN	LATRUB	PORFL A	CAIMO	IXOEXI
1. El Carretal	0.66	0	0	0
2. El Payason	3.66	0.33	0.33	0
3. El Brazo	1.66	0	0	0
4. Rincón El Zapotal	1	0	0	0
Total	6.98	0.33	0.33	0

Fuente: Proyecto MARN-JICA

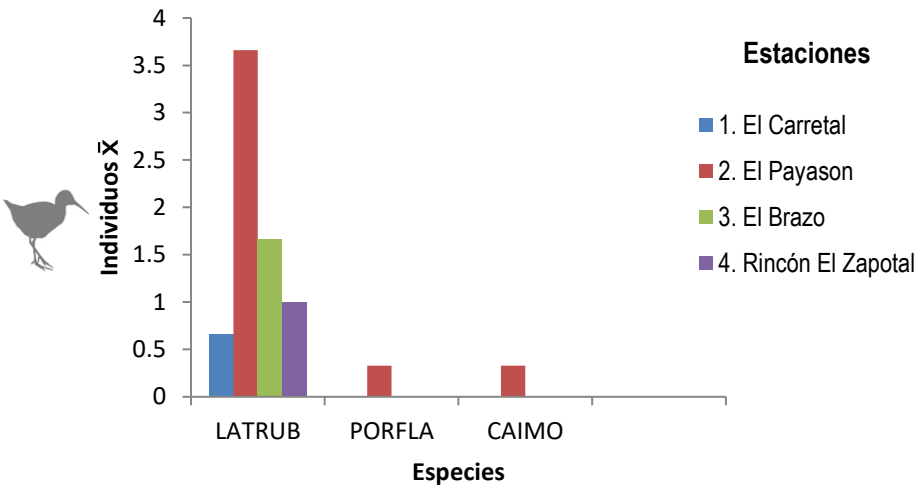


Figura 16. Promedios de aves de pantano por estación de monitoreo en la laguna de Olomega, agosto – septiembre 2020.
Fuente: Proyecto MARN-JICA.

Tabla 10. Comparación de aves de pantano en monitoreos 2019-2020, en laguna de Olomega.

Especie	Monitoreo 2019		Monitoreo 2020	
	Individuos	Promedio	Individuos	Promedio
LATRUB	19	6.32	21	7
IXOEXI	2	0.66	0	0
PORFLA	2	0.66	1	0.33
CAIMO	0	0	1	0.33

Fuente: Proyecto MARN-JICA

Algunos de los factores que afectaron los bajos registros de aves de pantano fueron: presencia de ganado; el ruido generado por un helicóptero que se encontraba regando madurante en los cultivos de caña de azúcar aledaños a la estación El Carretal; ruido provocado por un tractor en el sector El Brazo; y la obstrucción en la estación El Payasón, debido a una considerable extensión de vegetación acuática que impedía el acercamiento a dicho sector (Figuras 17 y 18).



Figura 17. Presencia de ganado y cortadora de pasto generando perturbación.
Fuente: Proyecto MARN-JICA



Figura 18. Vegetación acuática obstaculizando el acceso a la estación El Payasón.
Fuente: Proyecto MARN-JICA.

Las poblaciones de aves de pantano en esta laguna mantienen los patrones de distribución y abundancia del monitoreo de 2019, siendo la zona noreste de este humedal, donde se encuentran las mayores concentraciones de estas aves, ya que en ese sector se forman pantanos que sirven de refugio y alimento a estas especies de aves y, además, se encuentra lejos de las comunidades (Figura 22).



Figura 19. Pantanos ubicados en el sector El Payasón, hábitat de las aves de pantano.
Fuente: Proyecto MARN-JICA.

Conclusiones

1. La zona turística conocida como La Poza de Los Abuelos, es el mejor lugar para mostrar la diversidad de peces a grupos de visitantes de centros escolares, con fines de educación ambiental, ya que hay mejor visibilidad para realizar inmersiones con snorkel y se ha observado mayor variedad y abundancia de peces locales.
2. A diferencia de los monitoreos interiores, el pez conocido localmente como "sardina" *Astianax aeneus*, fue el más abundante en las observaciones.
3. Para complementar el estudio de educación ambiental relacionado a los peces, se recomienda realizar estudios del comportamiento de la pesca en las lagunas de El Jocotal y Olomega, ya que las comunidades locales dependen directamente de las pesquerías.
4. Durante el presente monitoreo, en los sitios que regularmente mostraban presencia de almeja, no se registraron individuos vivos. Posiblemente, debido a las inundaciones recientes provocadas por los desbordamientos del río Grande de San Miguel, ya que removió sedimentos cambiando las condiciones de las aguas.
5. Se encontraron 14 individuos vivos en la zona conocida como La Puntona, desde la Línea Base de 2017, no se habían registrado individuos vivos en dicho sitio, ya que en aquel año solo se contabilizó un individuo.
6. El monitoreo de almeja se puede realizar en diferentes épocas, sin embargo, la época de transición podría ser la de mejores condiciones, ya que, en la época plenamente lluviosa, los niveles de las aguas aumentan considerablemente afectando el muestreo.

7. De las aves de pantano en estudio, *Laterallus ruber* es la especie más abundante en ambas lagunas. En El Jocotal, la zona de mayor abundancia se encuentra al sureste (La Tronconera, La Pezota y Puerto Viejo), probablemente, debido a la presencia de *vegetación* emergente, alta y espesa.

En Olomega es más abundante en el sector noreste (El Payasón y El Brazo), constituidos por una serie de pequeños pantanos y con menos interferencia humana.

8. Las poblaciones de aves de pantano mostraron un ligero incremento en su abundancia. Sin embargo, se mantiene la tendencia del monitoreo del 2019. Para El Jocotal se registró *L. ruber* con un promedio de 34 individuos, *I. exilis* con 2.6 y *P. flaviventer* con 1.6.

En tanto que, en 2019, los promedios fueron 27, 1.6 y 1.3, respectivamente. En Olomega se obtuvo para *L. ruber*, *I. exilis* y *P. flaviventer*, un promedio de siete (7) individuos y 0.33, respectivamente. Mientras que, en 2019 se registró un promedio de seis (6) y 0.66 para estas especies.

9. Las principales asociaciones vegetales en las zonas de estudio incluyen vegetación de orilla, flotante y emergente compuesta por "jacinto de agua" (*Eichornia crassipes*), "lechuga de agua" (*Pistia stratiotes*), "zacate cuchilla" (*Paspalum fasciculatum*), "tule" (*Typha dominguensis*), "carrizo" (*Phragmites australis*), constituyen hábitats que les proveen de protección y alimento a este grupo de aves.

Referencias bibliográficas

- Andino, L. y Mariona, G. 2018. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR). Laguna de El Jocotal. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 69 pp. Actualizada
- Andino, L. y Mariona G. 2018. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR), Laguna de Olomega. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 69 pp. Actualizada.
- Blanco, D.E. y M. Carbonell (Eds.). 2001. El Censo Neotropical de Aves Acuáticas. Los primeros 10 años: 1990-1999. Wetlands International, Buenos Aires, Argentina y Ducks Unlimited, Inc. Memphis, USA.
- Conway, C. 2003. Protocolos estandarizados para el monitoreo de las aves de marismas en América del Norte. Arizona Unidad Cooperativa de Investigación de Pesca y Vida Silvestre, Servicio Geológico de los Estados Unidos y Escuela de Recursos Naturales Renovables. Universidad de Arizona, Tucson, AZ.
- De la Lanza Espino, S. Hernández Pulido & J.L. Carbajal Pérez (eds.). 2000. Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores). Plaza y Valdés, México. 633p.
- Findlay, E., Kereseka, D., Shadrack, F., Henderson, R. & Kupe, S. 2008. Discovering Biodiversity. An educator's guide to Exploring Nature's Variety. Live & Learn Enviromental Education. Port Vila, Vanuatu. 284 pp.
- Gómez, I. L. M., y Ramírez, C. Z. 2009. Microalgas como biomonitores de contaminación. Revista de Ciencias Químicas, Vol. XVI, N° 2, 2004. Cuba: Universidad de Oriente. Retrieved from <http://www.ebrary.com>

- MARN/MOP/VIMIVDU 2002. Plan Nacional de Ordenamiento Territorial. Plan Especial de Protección del Medio Físico y Catálogo de Espacios Naturales. Documento en formulación. 185 pg.
- MARN/PNUD/GEF 2018. Inventario Nacional de Humedales, El Salvador. 96 pg.
- INECC. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/329/ralidos.html>
- Parodiz, J.J. & A.A. Bonetto. 1963. Taxonomy and zoogeographic relationships of the South American naiades (Pelecypoda: Unionacea and Mutelacea). *Malacologia* 1(2): 179-213.
- Pineda, L., J. Ortíz, S. Vásquez, J. Segura, J. Salgado, J. Ramos, y R. Ibarra Portillo. 2013. Monitoreo de Colonias de Anidación de Aves que anidan en la duna costera del sitio Ramsar y Reserva de Biosfera: Bahía de Jiquilisco, departamento Usulután. *Bioma*. N°: 27. Año: 3. Pág. 7-27. ISSN digital: 2307-0560.
- Velázquez Velázquez, E., y M.E. Vega Cendejas. 2004. Los peces como indicadores del estado de salud de los ecosistemas acuáticos. *CONABIO. Biodiversitas* 57: 12-15
- Villalobos, C.R y Cruz, R.A. 1983. Biología de *Glabaris luteolus* (Mycetopodidae : Bivalvia). I. Distribución de tamaño, crecimiento y mortalidad En Cañas, Guanacaste, Costa Rica.



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES



Proyectos para el Manejo Integral
de los humedales en lagunas de **Olomega y El Jocotal**

www.marn.gob.sv | medioambiente@marn.gob.sv

